

وزارة التعليم العالي و البحث

BADJI MOKHTAR-ANNABA UNIVERSITY
UNIVERSITE BA DJI MOKHTAR-ANNABA



Année : 2019

Faculté des sciences de l'ingénierat
Département d'Hydraulique

MEMOIRE

Présentée en vue de l'obtention du diplôme de MASTER

THEME

**Construction d'un modèle Hydrologique et Hydraulique du système
d'assainissement pluvial urbain du centre ville d'Annaba**

Domaine : Sciences et Techniques

Filière : Hydraulique

Spécialité : Hydraulique Urbaine

Présenté par

BEHIM Drifa Chanez & GUETTAF Randa

Directeur Du Mémoire: BOUTAGHANE Hamouda MCA U. Annaba

Devant le jury

Président : LAKEHAL Moussa MCA U. Annaba

Examineur : HACHEMI RACHEDI Lamia MCB U. Annaba

Examineur : BOUSLAH Soraya MCB U. Annaba

Dédicaces

Je dédie ce travail,

A ma famille qui m'a dotée d'une éducation digne
Son amour a fait de moi ce que je suis aujourd'hui.

Particulièrement à mon Père Mourad pour le gout à
l'effort qui a suscité en moi, par sa rigueur.

A ma grand-mère ZOHRA pour ses prières et DOUAA

A ma mère Nacira qui, ceci est ma profonde gratitude
pour Son éternel soutien inconditionnel, que ce mémoire
Soit le meilleur cadeau que je puisse t'offrir.

A vous mes frères Mehdi et Iskander qui m'avez toujours
Soutenu et encouragé durant ces années d'études.

A mes chers parents, pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études,

A ma chère sœur pour son encouragement permanent et son soutien moral,

A mes chers frères, pour leur appui et leur encouragement,

A toute ma famille pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire,

Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et le fruit de votre soutien infaillible,

Merci d'être toujours là pour moi.

Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier DIEU le tout puissant, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce Modeste travail.

En second lieu, nous tenons à remercier notre encadreur Dr BOUTAGHANE Hamouda.

Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury Dr. LAKHEL Moussa, Dr. BOUSLAH Soraya, et Dr. HECHMI RACHDI Lamia pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre modeste travail en acceptant de l'examiner et de l'enrichir par leurs propositions.

Nous souhaitons adresser nos remerciements aux personnes qui nous ont apporté leur aide et qui ont contribué à l'élaboration de ce mémoire et en particulier Mr. KEDDI Sofiane cadre à l'Algérienne des Eaux d'Annaba, Mr. HEBBACHE Lamine cadre à l'entreprise publique des Grands Travaux d'Hydraulique et Mr. MAGHOUCHE Mourad cadre à l'Office National de l'assainissement

Enfin, nous adressons nos plus sincères remerciements à tous nos proches et amis, qui nous ont toujours soutenus et encouragés au cours de la réalisation de ce travail, sans oublier nos parents pour leurs contributions, leurs soutiens, leurs patiences, leurs prières et leurs encouragements.

Merci à tous

Résumé

Afin de protéger notre environnement, la collecte des eaux usées dans le cadre d'un réseau d'assainissement constitue une nécessité absolue.

Notre travail s'inscrit justement dans cette optique en utilisant comme méthode de travail une simulation par ordinateur à l'aide du logiciel Storm & Sanitary Analysis.

Autodesk® Storm and Sanitary Analysis (SSA) est une application d'analyse hydraulique et hydrologique complète. Elle nous aide à planifier et concevoir les systèmes d'évacuation urbains, les égouts pluviaux (y compris les systèmes de drainage de route) et les égouts sanitaires.

L'objectif de ce travail consiste en la construction d'un modèle hydrologique et hydraulique de certaines zones du centre ville d'Annaba avec la perspective de l'adapter aux éventuels changements climatiques

Les résultats obtenus permettent d'envisager une amélioration du modèle par l'intégration d'autres ouvrages tels que les bassins de rétention et les futurs barrages et érecteurs.

Mot clés:

Assainissement, simulation, Storm & Sanitary Analysis, modèle, Système d'évacuation, modèle hydrologique et hydraulique.

Abstract

In order to protect our environment, the collection of wastewater as part of a sanitation network is an absolute necessity.

Our work is consistent with this approach, using as a working method a computer simulation using the Storm & Sanitary Analysis software.

Autodesk® Storm and Sanitary Analysis (SSA) is a complete hydraulic and hydrological analysis application. It helps us plan and design urban drainage systems, storm sewers (including road drainage systems) and sanitary sewers.

The objective of this work is the construction of a hydrological and hydraulic model of some areas of downtown Annaba with the prospect of adapting it to possible climate change

The results obtained make it possible to envisage an improvement of the model by integrating other structures such as retention ponds and future dams and erectors.

Keywords:

Sanitation, Simulation, Storm & Sanitary Analysis, Model, Evacuation System, Hydrological and hydraulic model.

من أجل حماية البيئة، يعد تجميع مياه الصرف الصحي في إطار شبكة الصرف الصحي ضرورة مطلقة.

يتماشى عملنا مع هذا النهج،
كمبيوتر (Strom & Sanitary Analysis) كوسيلة .

Autodesk® Storm and Sanitary Analysis (SSA) هو تطبيق تحليل هيدروليكي و
هيدرولوجي . إنها تساعدنا في تخطيط وتصميم شبكات الصرف الـ
الحضرية، (بما في ذلك شبكات تصريف مياه) والمجاري الصحية.

الهدف من هذا العمل هو بناء نموذج هيدروليكي و هيدرولوجي لمناطق في وسط مدينة عنابة مع احتمال
تكييفه مع تغير المناخ المحتمل.

النتائج التي تم الحصول عليها تجعل من الممكن تصور تحسين النموذج من خلال دمج هياكل جديدة
أحواض الاستبقاء والسدود والمنشآت المستقبلية.

الكلمات المفتاحية:

Storm & Sanitary Analysis

هيدرو وهيدروليكي.

Sommaire

Dédicaces BEHIM	i
Dédicaces GUETTAF	ii
Remerciements	iii
Résumé	iv
Abstract	v
ملخص	vi
Sommaire.....	vii
Liste des figures	x
Liste des tableaux	xi
Introduction générale	2
Chapitre I	
Généralités sur l'aspect théorique de la modélisation	
1. Introduction	5
2. Définition d'un réseau d'assainissement urbain	5
3. Définition d'un système d'assainissement	5
4. Différents types de réseaux d'assainissement	5
4.1 Système Unitaire	6
4.2 Système séparatif	6
4.3 Système pseudo-séparatif (mixte)	7
5. Avantages et inconvénients des différents systèmes	8
6. Fonctions d'un réseau d'assainissement.....	9
7. Choix d'un système d'assainissement.....	9
8. Facteurs influant sur les projets d'assainissement.....	9
8.1 Les données naturelles du site.....	9
8.2 Les données relatives à la situation actuelle des agglomérations existantes.....	10
8.3. Les inondations	10
8.3.1 Définition de l'inondation.....	10
8.3.2 Les type des inondations.....	10
9. Définition de la modélisation en assainissement.....	12
10. But de la modélisation.....	12
11. Les étapes de modélisation.....	13
11.1 Entrée des données hydrauliques	13
11.2 Entrée des données hydrologiques.....	13
11.3 Calage.....	13
11.4 Validation.....	14
12. Processus de modélisation.....	14
13. Définition d'un modèle.....	15

14. Présentation et classification des différents modèles.....	15
14.1 Les modèles déterministes.....	15
14.2 Les modèles conceptuels	15
14.3 Les modèles statistiques.....	16
15. Construction d'un modèle.....	16
Chapitre II	
Présentation du logiciel Storm & Sanitary Analysis	
1. Choix du logiciel.....	18
1.1 Comparaison de quelques logiciels.....	18
2. Définition du logiciel Storm & Sanitary Analysis®	20
3. Présentation du logiciel Storm & Sanitary Analysis®.....	20
3.1 Importer les sous bassins versants	24
3.2 Importer réseau de canalisation.....	24
3.3 Éléments de la barre d'outils.....	26
3.4 Formes de sections transversales pour conduits et canaux ouverts disponibles.....	26
4. Présentation des données.....	29
4.1 Réseaux.....	29
4.1.1 Regards.....	29
4.1.2 Exutoire.....	29
4.1.3 Conduite.....	29
4.1.4 Bassin versant.....	30
4.1.5 Pompes.....	30
4.1.5.1. Courbes de pompe.....	31
5. Cours d'eau.....	32
32. Pluie du Projet	32
Chapitre III	
Présentation de la zone d'étude	
1. Introduction.....	34
2. Situation géographique.....	34
3. Caractéristiques de la zone d'étude.....	35
3.1 Géomorphologie de la zone.....	35
3.1.1 Le massif de l'Edough.....	35
3.1.2 Les plaines d'Annaba.....	35
3.1.3 Le cordon dunaire littoral.....	36
4. Climatologie de la zone d'étude.....	37
4.1 Température.....	37

4.2 Pluviométrie.....	38
4.3 Humidité.....	38
4.4 Rosée.....	38
4.5 Insolation.....	38
4.6 Vent.....	38
5. Le réseau hydrographique.....	39
6. Géologie.....	40
7. Présentation du système d'assainissement.....	40
7.1 Architecture du système et collecte des effluents.....	40
7.1.1 Le système "Annaba".....	40
7.1.2 Le système " El Bouni".....	41
7.1.3 Le système "Sidi Amar".....	41
7.1.4 Le système "El Hadjar".....	41
7.2 Commune d'Annaba.....	42
7.2.1 Système d'assainissement.....	42
7.2.2 Regards.....	42
7.2.3 Profondeur des regards.....	43
7.2.4 Les collecteurs.....	43
7.3 Présentation par Bassin versant le système "Annaba".....	43
8. Station de pompage.....	45
8.1 Présentation générale.....	45
8.1.1 Caractéristiques techniques.....	45
8.2 Station de Relevage "Sidi Brahim".....	48
 Chapitre IV Construction du modèle et simulation 	
1. Introduction.....	50
3. Implémentation des données.....	50
2.1 Intégration des données des Regards.....	50
2.2 Intégration des données des conduites.....	51
2.3 Intégration des données des Bassin versant.....	52
2.4 Intégration des données des cours d'eaux.....	53
2.5 Intégration des données des Pluie.....	55
2.6 Courbe de pompe.....	57
3. méthode utilisée.....	59
4. Simulation.....	59
5. Résultats de simulation.....	60
6. Profil en long.....	61
7. Conclusion.....	64
Références bibliographiques.....	65

Liste des figures

Figure I-1: schéma d'un réseau unitaire.....	6
Figure I-2: schéma d'un réseau séparatif.....	7
Figure I-3: schéma d'un réseau pseudo-séparatif.....	7
Figure I-4: Les inondations de plaine.....	11
Figure I-5: Les inondations par remontée de nappe phréatique.....	11
Figure I-6: Les inondations par crues torrentielles.....	11
Figure II-1: Interface d'utilisateur du logiciel SSA.....	22
Figure II-2: Modélisation de base avec des éléments SAA.....	23
Figure II-3: Importer un Bassin versant sur SSA.....	24
Figure II-4: Importer un réseau de canalisation sur SSA.....	24
Figure II-5: les principaux paramètres à introduire avant la construction d'un modèle.....	25
Figure II-6: Les données d'entrée utilisées pour définir une jonction.....	29
Figure II-7: Les données d'entrée utilisées pour définir un élément de canal, de tuyau ou de ponceau.....	30
Figure II-8 Schéma d'une station de pompage pour la force sanitaire principale.....	31
Figure III-1 : Situation générale de la zone (Commune d'Annaba).....	34
Figure III-2 : Le massif de l'Edough.....	36
Figure III-3: Réseau hydrographique de la commune ANNABA.....	39
Figure III-4: Architecture du système de collecte des effluents.....	42
Figure III-5 : Répartition des profondeurs des regards Commune d'Annaba.....	43
Figure III-6: Répartition des linéaires des collecteurs circulaires Commune d'Annaba.....	44
Figure III-7: Bassins versant de la commune d'Annaba.....	45
Figure IV-1 : Insertion des données des regards.....	51
Figure IV-2: Insertion des données des conduites.....	52
Figure IV-3: Insertion des données des BV.....	53
Figure IV-4: Cours d'eau du centre ville d'Annaba réalisé par HEC-Ras.....	54
Figure IV-5: Insertion des données des cours d'eaux.....	55
Figure IV-6: Hyétoigrammes synthétiques - pas de temps 15 min.....	56
Figure IV-7: Courbe de pluie de période de retour T=100 ans.....	56
Figure IV-8: Courbe de pompe de la station de pompage Elysa.....	57
Figure IV-9: Courbe de pompe de la station de pompage Rizi Amor.....	57
Figure IV-10: Courbe de pompe de la station de pompage Bouzerred Houcine.....	58
Figure IV-11: Courbe de pompe de la station de pompage Ancienne Gare.....	58

Figure IV-12: Courbe de pompe de la station de pompage Sidi Brahim.....	59
Figure IV-3: La boîte de dialogue Perform Analysis affiche le statut de la simulation du modèle.....	60
Figure IV-14: Le logiciel signalera que l'analyse a réussi.....	60
Figure IV-15: le modèle après simulation.....	61
FigureIV-16: Profil en long d'un collecteur principal avant la simulation.....	62
Figure IV-17: Profil en long d'un collecteur principal après simulation.....	63

Liste des tableaux

Tableau I-1 : Avantages et inconvénients des différents systèmes.....	8
Tableau II-1 : Tableau comparatif des fonctionnalités de ces quelques logiciels.....	19
Tableau II-2 : Eléments de la barre d'outils du logiciel.....	26
Tableau II-3 : Formes de conduites disponibles.....	27
Tableau II-4 : Formes de canaux ouverts disponibles.....	27
Tableau II-4 : Types des pompes.....	32
Tableau III-1 : Tableau climatique Annaba.....	37
Tableau III-2 :Types et caractéristiques des stations de pompage "commune d'Annaba".....	46
Tableau III-3 : Caractéristique de la station de relevage "Sidi Brahim".....	48

Introduction générale

Introduction générale

L'homme a, depuis l'origine de l'habitat, imaginé différentes techniques susceptibles de lui permettre de mieux maîtriser son environnement. L'assainissement urbain, compris au sens large (assainir = rendre sain) constitue l'une de ces techniques.[1]

Afin de protéger notre environnement, un projet d'assainissement est devenu une solution primordiale pour la protection de l'hygiène du milieu environnant et joue un rôle important, dans la préservation de la santé des populations. Par ailleurs, le rejet d'eaux usées brutes, dans un milieu récepteur, en l'occurrence, un cours d'eau, peut causer des problèmes sanitaires sérieux pour les populations, compte tenu de l'importance des rejets qui traversent la plus grande partie de la ville.

Pour modéliser la propagation des écoulements en réseau d'assainissement, on distingue classiquement deux grandes familles de modèles :

- ✓ les modèles issus de la mécanique des fluides et de l'hydraulique, appelés modèles hydrodynamiques, dérivés du modèle complet de Barré de Saint-Venant (1871)[xx] ;
- ✓ les modèles issus de la dynamique des systèmes, appelés souvent modèles globaux ou conceptuels, du type Muskingum [xx] ou réservoir linéaire par exemple.

Deux aspects importants doivent être pris en compte pour la modélisation des écoulements en réseau d'assainissement :

- ✓ la complexité des réseaux : collecteurs, ouvrages spéciaux (nécessitant des modèles spécifiques), singularités hydrauliques (avec application de conditions aux limites particulières couplées avec l'utilisation des modèles de propagation en collecteur) ;
- ✓ la complexité des écoulements, notamment les influences aval, les maillages du réseau, et surtout les mises en charge qui créent des problèmes très particuliers de compatibilité entre modèles d'écoulement à surface libre et modèles d'écoulement en charge.

Ce travail de master s'inscrit dans le cadre du projet de recherche PRFU " Analyse des possibles impacts du changement climatiques sur les pluies extrêmes, les inondations et les systèmes de drainage urbain".

Toutes études d'impact nécessite la construction d'un model informatique de la zone d'étude. Ce travail en est le premier résultat et le début pour l'analyse des possibles impacts. La zone d'étude choisie étant la ville d'Annaba.

Notre travail consiste en la modélisation du réseau d'assainissement de la commune d'Annaba.

Pour cela nous avons réalisés les opérations suivantes

- ✓ Elaboration du schéma du réseau d'assainissement de la commune d'Annaba
- ✓ Schématisation des bassins versant par secteur
- ✓ Connexion des points de collection des secteurs
- ✓ Introduction des caractéristiques de chaque station de pompage
- ✓ Introduction des paramètres pluviométriques (décennale et centennale)

En utilisant comme méthode de travail une simulation à l'aide du logiciel Strom & Sanitary Analysis.

A cet effet le mémoire est structuré en quatre chapitres :

Le chapitre I est consacré à la mis en évidence de l'état des connaissances sur le thème traité

Le chapitre II traite de la présentation et le mode d'utilisation du logiciel Strom & Sanitary Analysis.

Le chapitre est consacré à la présentation de la zone géographique choisie pour cette étude

Le dernier chapitre résume les résultats obtenus après simulation des données récoltés au prés des entreprises de l'Algérienne des eaux et l'Office National d'Assainissement.

Chapitre 1
Généralités sur l'aspect théorique de la
modélisation

1. Introduction

L'hydrologie urbaine discipline scientifique de l'environnement se donnant pour objet l'étude de l'eau et de ses relations avec les différentes activités humaines en zone urbaine. Elle traite tout particulièrement des relations entre la gestion des eaux de surface et l'aménagement de l'espace en milieu urbain. Elle est organiquement liée à une technique urbaine particulière: l'assainissement.

S'intéressant à la partie du cycle de l'eau affectée par l'urbanisation ou affectant le fonctionnement de la ville : infiltration de l'eau dans les sols et fonctionnement des nappes, ruissellement des eaux en surface et écoulements dans des biefs naturels (rivières) ou artificiels (canaux, conduites souterraines), évacuation et épuration des eaux usées, etc. [1]

2. Définition d'un réseau d'assainissement urbain

Les réseaux d'assainissement urbains sont constitués d'un ensemble des ouvrages) construits par l'homme pour canaliser les eaux pluviales et les eaux usées à l'intérieur des agglomérations.

La majeure partie de ces ouvrages sont des canalisations souterraines reliées entre elles. Le réseau d'assainissement est un des éléments constituant le système d'assainissement. [1]

3. Définition d'un système d'assainissement

Ensembles des ouvrages destinés à collecter, transporter et traiter les eaux usées et les eaux pluviales d'une agglomération. On distingue classiquement les ouvrages de collecte et de transport (regards, stations de pompage, bassins de retenue), et les ouvrages d'épuration notamment les stations d'épuration. [1]

4. Différents types de réseaux d'assainissement

Pour la collecte et l'évacuation des eaux usées et pluviales on a trois systèmes d'évacuation qui se présente :

- ✓ Système unitaire;
- ✓ Système séparatif;
- ✓ Système pseudo séparatif.

4.1 Système Unitaire

Est composé d'une seule canalisation récoltant les eaux usées et les eaux pluviales. Par temps sec ou lors de petites pluies, toutes les eaux sont acheminées vers la station d'épuration. Lorsque les pluies sont plus importantes, une partie du mélange d'eaux usées et d'eaux pluviales est déversé dans le milieu naturel par l'intermédiaire de déversoirs d'orage positionné à des points stratégiques du réseau.

Le Schéma d'un réseau unitaire est présenté par la figure N°1.

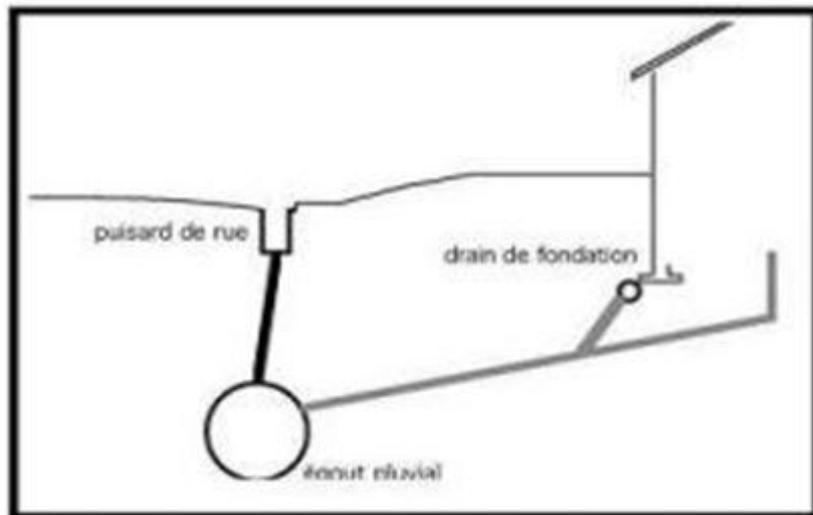


Figure I-1: schéma d'un réseau unitaire

4.2 Système séparatif

Est composé de deux canalisations distinctes en parallèle, l'un pour les eaux usées qui sont acheminées vers une station d'épuration et l'autre pour les eaux pluviales qui sont évacuées vers le milieu naturel.

Lorsque les eaux pluviales sont considérées comme étant polluées, comme par exemple lorsqu'elles ruissellent sur une route à fort trafic, elles peuvent faire l'objet d'un traitement avec rejet dans le milieu naturel.

Le Schéma d'un réseau séparatif est présenté par la figure N°2.

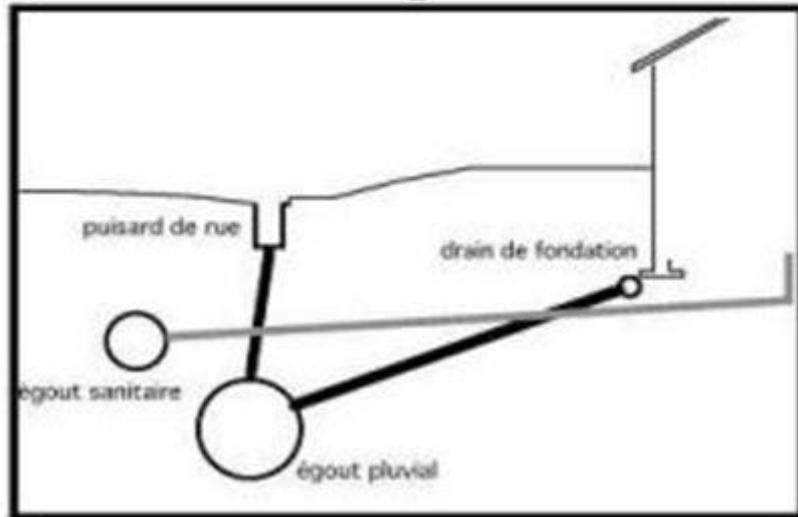


Figure I-2: schéma d'un réseau séparatif

4.3 Système pseudo-séparatif (mixte)

Un système dit pseudo séparatif pour lequel une partie des eaux pluviales est évacuées avec les eaux usées, il s'agit notamment des eaux des terrasses et des cours.

Les eaux de ruissellement sont évacuées directement dans la nature par des caniveaux et des fossés.

Le Schéma d'un réseau pseudo-séparatif est présenté par la figure N°3.

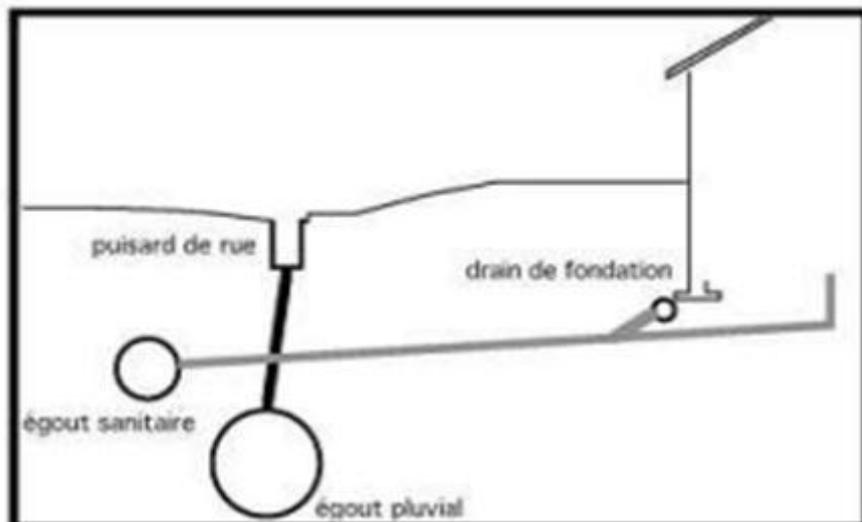


Figure I-3: schéma d'un réseau pseudo-séparatif

5. Avantages et inconvénients des différents systèmes

Les avantages et les inconvénients des différents systèmes sont présentés dans le tableau N°1.

Tableau I-1 : Avantages et inconvénients des différents systèmes [3]

Systeme	Domaine d'utilisation	Avantages	Inconvénients	Contraintes d'exploitation
Unitaire	<ul style="list-style-type: none"> - Milieu récepteur éloigné des points de collecte; - Topographie à faible relief; - Débit d'étiage du cours d'eau récepteur important. 	<ul style="list-style-type: none"> - Conception simple - encombrement réduit du sous-sol; - A priori économique; - Pas de risque d'inversion de branchement. 	<ul style="list-style-type: none"> - Débit à la STEP très variable; - La dilution des eaux usées est variable; - Apport de sable important à la station d'épuration; - Rejet direct vers le milieu récepteur du mélange " eaux usées eaux pluviales " au droit des déversoirs d'orage. 	<ul style="list-style-type: none"> - Entretien régulier des déversoirs d'orage et des bassins de stockage; - Difficulté d'évaluation des rejets directs vers le milieu récepteur.
Séparatif	<ul style="list-style-type: none"> - Petites et moyennes agglomérations ; - Extension des villes ; - Faible débit d'étiage du cours d'eau récepteur. 	<ul style="list-style-type: none"> - Diminution des sections des collecteurs; - Exploitation plus facile de la STEP - Meilleure naturel préservé. 	<ul style="list-style-type: none"> - Encombrement important du sous sol; - Coût d'investissement élevé; - Risque important d'erreur de branchement. 	<ul style="list-style-type: none"> - Surveillance accrue des branchements; - Entretien d'un linéaire important de collecteurs (eaux usées et pluviales).
Pseudo séparatif	<ul style="list-style-type: none"> - Petits et moyennes agglomération; - Présence d'un milieu récepteur proche. 	<ul style="list-style-type: none"> - Le problème des faux branchements est éliminé; - Le plus gros des eaux pluviales étant acheminées en dehors de la ville, ce qui nous donne des collecteurs traversant la ville de moindre dimension. 	<ul style="list-style-type: none"> - Le fonctionnement de la station d'épuration est perturbé, la charge polluante est variable en qualité et en quantité. 	<ul style="list-style-type: none"> - Entretien régulier des déversoirs d'orage et des bassins de stockage; - Surveillance accrue des branchements.

6. Fonctions d'un réseau d'assainissement

Un système d'assainissement urbain remplit trois fonctions principales :

- ✓ Fonction de protection de l'environnement urbain, ou drainage des eaux urbaines, de temps de pluie ou de temps sec;
- ✓ Fonction de stabilité de ses ouvrages élémentaires;
- ✓ Fonction de protection de l'environnement naturel. [5]

7. Choix d'un système d'assainissement:

Le choix d'un système repose essentiellement sur les points suivants :

- ✓ Les conditions techniques et locales du lieu : système existant, la topographie du terrain et 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. [4]

8. Facteurs influant sur les projets d'assainissement:

L'assainissement d'une agglomération est un problème trop complexe pour se prêter à une solution uniforme et relever de règles rigides.

Il est commandé par de nombreux facteurs qui peuvent conduire à des conclusions contradictoires entre lesquelles un compromis est à dégager. Le responsable de la définition des ouvrages à construire doit donc analyser ces différents facteurs qui influent sur la conception du projet. [2]

8.1 Les données naturelles du site

- ✓ La pluviométrie de la région ;
- ✓ La topographie ;
- ✓ L'hydrographie et le régime des nappes souterraines ;
- ✓ La géologie.

8.2 Les données relatives à la situation actuelle des agglomérations existantes.

- ✓ Nature des agglomérations
- ✓ Importance de l'agglomération
- ✓ Modes d'occupation du sol : Au sens de l'assainissement, ils déterminent la quantité d'eaux de ruissellement :
 - la quantité et la nature des eaux usées produites par la population et ses activités;
 - le niveau acceptable des points de branchement des immeubles compte tenu de l'équipement des sous-sols Au sens de l'urbanisme, on peut admettre qu'ils correspondent respectivement aux données suivantes d'un plan d'occupation du soi
 - coefficient d'occupation du sol;
 - zones d'urbanisation ;
 - zones d'activités spécialisées ;
 - voies et ouvrages publics;
 - zones naturelles,
 - espaces boisés classés,
 - espaces verts.

8.3 Les inondations

8.3.1 Définition de l'inondation

L'inondation est une submersion, rapide ou lente, d'une zone habituellement hors d'eau. Le risque d'inondation est la conséquence de deux composantes : l'eau qui peut sortir de son lit habituel d'écoulement et l'homme qui s'installe dans l'espace alluvial pour y implanter toutes sortes de construction, d'équipements et d'activités. Au sens large les inondations comprennent les débordements d'un cours d'eau, les remontées de nappes, les ruissellements résultant de fortes pluies d'orages, les inondations par rupture d'ouvrages de protection (brèche dans les digues), les inondations estuariennes résultant de la conjonction de fortes marées, de situations dépressionnaires et de la crue des fleuves.

8.3.2 Les types d'inondations

- ✓ **Les inondations de plaine** (Stagnation d'eaux pluviales) : sont montrées par la figure I-4.



Figure I-4 : Les inondations de plaine

- ✓ **Les inondations par remontée de nappe phréatique :** sont présentés par la figure I-5.

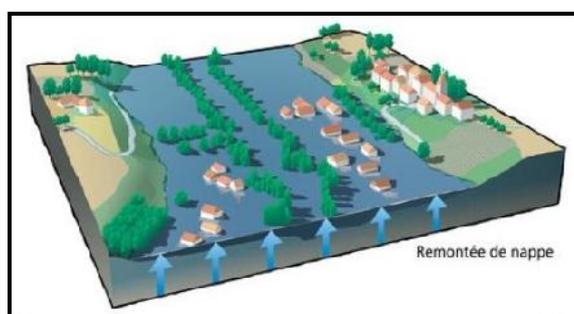


Figure I-5 : Les inondations par remontée de nappe phréatique

- ✓ **Les inondations par crues torrentielles :** sont présentées par la figure I-6.



Figure I-6 : Les inondations par crues torrentielles

- ✓ **Les inondations par ruissellement en secteur urbain** : sont présentées par la figure I-7.



Figure I-7 : Les inondations par ruissellement en secteur urbain

- ✓ **Les inondations par rupture d'ouvrage ou d'embâcle** : sont présentées par la figure I-8.



Figure I-9 : Les inondations par rupture d'ouvrage ou d'embâcle

9. Définition de la modélisation en assainissement

La modélisation est une représentation mathématique simplifiée d'un phénomène physique dans le but de comprendre son fonctionnement.

En l'assainissement urbain, la modélisation est une schématisation avec une description des réseaux dans un logiciel dans le but de s'approcher au mieux à la réalité des phénomènes hydrologiques et hydrauliques qui se produisent en temps de pluie depuis le ruissellement jusqu'à l'évacuation des eaux.

10. But de la modélisation:

Analyse du fonctionnement du réseau d'assainissement grâce à une simulation sur ordinateur qui nous permettra de détecter les points noirs du réseau réalisé (débordement dans les regards).

Après cette analyse, des solutions seront suggérées pour l'amélioration du réseau actuel.

11. Les étapes de modélisation

Les étapes de modélisation sont :

11.1 Entrée des données hydrauliques :

La modélisation numérique des réseaux d'assainissement nécessite en premier lieu l'introduction des données structurelles et des données de fonctionnement de réseau :

- ✓ Regards (position, cote de terrain naturel, profondeur)
- ✓ Conduites (tracé, diamètre, regards amont et aval). Ces données sont complétées par les autres ouvrages du réseau : déversoirs, postes de refoulements etc.

11.2 Entrée des données hydrologiques

Les réseaux d'assainissement urbains constituent des systèmes complexes regroupant des bassins versants et conditions aux limites permettant l'évacuation des charges hydrauliques générées (eaux de ruissellement, eaux usées, infiltration, conditions aval etc.).

Trois types de données doivent être générés :

- ✓ Les données en temps sec, générant uniquement les eaux usées ;
- ✓ Les réseaux unitaires, définissant les surfaces drainées par des réseaux unitaires;
- ✓ Les réseaux séparatifs, caractérisant les surfaces drainées par des réseaux séparatifs (eaux usées) où s'infiltrent néanmoins quelques eaux de ruissellements pluviales

11.3 Calage

Faute de pouvoir mesurer ou estimer certains des paramètres du modèle et compenser sur ces seuls paramètres les erreurs liées au modèle et/ou aux données, il est nécessaire de les

estimer par calibration (ou calage), en optimisant (manuellement ou automatiquement) l'ajustement de certaines variables simulées à leurs valeurs mesurées.

11.4 Validation

L'étape de calage ne suffit cependant pas à valider les modèles et donc à s'assurer de leur « réalisme ». Il reste encore à vérifier la qualité du modèle calibré sur des séries de mesures non utilisées lors du calage.

Cette validation doit être menée d'une part sur d'autres périodes sur le même bassin et d'autres parts sur d'autres sites, étape qu'on nommera Transposition.

Ainsi, il est tout à fait indispensable de réaliser les phases de calibration, validation et transposition du modèle étudié. Si en terme de modélisation hydraulique (Barré de Saint Venant, Muskingum), les différentes étapes de mise au point et de tests sont maintenant courantes, il n'en est pas du tout de même pour la modélisation de la pollution. La grande majorité des modèles de pollution sont présentés comme étant en phase de validation, sans justification de la phase de calibration, et sans que les cas de validation soient véritablement nombreux. De plus, la phase de transposition en pollution reste quasi inexistante.

Enfin, il est essentiel de rappeler qu'un modèle de simulation de la pollution se doit d'être en premier lieu un modèle de simulation de l'hydraulique, car l'hydraulique est indispensable à l'évaluation de la pollution.

12. Processus de modélisation

La modélisation hydrologique étudie principalement la réaction d'un ensemble de bassins versants et d'un réseau à un événement pluviométrique. Ses buts sont divers et permettent soit d'évaluer l'état d'un système ou de procéder à des calculs de dimensionnement, soit d'étudier les perspectives de développement ou de correction du système. [5]

Pour ce faire, il faut plus que la seule connaissance du débit de pointe obtenu par la méthode rationnelle pour déterminer les volumes d'eau de ruissellement.

Il est utile de connaître les hydrogrammes de ruissellement aux différents points névralgiques des réseaux et bassins de drainage.

Les processus pris en compte varient suivant les modèles. Mais pour être les plus représentatifs de la réalité, les phénomènes suivants doivent être intégrés. Ils peuvent être séparé dans trois catégories différentes : la modélisation hydrologique, la modélisation hydraulique, la modélisation polluative [5]

13. Définition d'un modèle:

En hydrologie urbaine, on parle de modèle pour désigner une représentation mathématique ou physique du cycle de l'eau construite dans le but de mieux comprendre son fonctionnement et de la faire évoluer.

Le sens donné ici au mot "modèle" peut être élargi par une définition utilisée en théorie des systèmes est qui est la suivante: "un modèle est un schéma (description mentale (intériorisée) ou figurée (diagrammes, formules mathématiques, etc.) qui, pur un champ de questions, est pris comme représentation d'une classe de phénomènes, plus ou moins habilement dégagés de leur contexte par un observateur pour servir de support à l'investigation et/ou à la communication". [Roy, 1985]. [1]

14. Présentation et classification des différents modèles:

En général, on distingue trois grands types de modèles : les modèles déterministes ou mécanistes, les modèles statistiques et les modèles conceptuels.

14.1 Les modèles déterministes

Ces modèles considèrent que les paramètres et les variables d'entrée et de sortie décrivant un système ou son fonctionnement sont liés par des équations bien déterminées, la modélisation des écoulements est réalisée en employant et en résolvant mathématiquement les équations générales de l'hydrodynamique. Ces modèles fournissent de bonnes résultats cependant ils exigent une grande quantité de données de bases dont l'approximation inévitable peut paraître incohérente avec la précision des résolutions des équations ;

14.2 Les modèles conceptuels

Ces modèles cherchent à établir des relations simplifiées entre les entrées et sorties d'un système sans décrire la réalité physique ils remplacent la loi physique par une fonction de transfert permettant de déduire d'un ensemble de données les résultats correspondant. En hydrologie, ce type de modèle repose sur l'analogie remarquée entre le fonctionnement d'un bassin et un ensemble de réservoirs interconnectés. Ces modèles donnent aussi de bons résultats; toutefois ils nécessitent du calage sur chaque site étudié.

14.3 Les modèles statistiques

Appelé aussi empirique, ces modèles cherchent à lier les différents variables ou grandeurs d'un système à une partie de séries de données expérimentales en utilisant des techniques statistiques. Ces modèles ne fournissent pas toujours des résultats satisfaisants vue que les ajustements sont dépendants de la fiabilité des mesures

15. Construction d'un modèle

Les étapes suivantes sont généralement utilisées dans la construction d'un modèle de réseau:

- a. Définissez les options par défaut et les propriétés d'élément à utiliser dans modèle d'analyse.
- b. Dessinez une représentation en réseau qui représente les éléments physiques de la zone d'étude.
- c. Modifiez les propriétés des éléments qui composent le système.
- d. Définissez les options d'analyse.
- e. Exécutez l'analyse.
- f. Affichez les résultats de l'analyse.

Chapitre II

Présentation du logiciel Storm & Sanitary

Analysis

1. Choix du logiciel:

Pour réaliser la modélisation des réseaux d'assainissements, il existe plusieurs logiciels qui ont été développés dans différents pays, les plus utilisés sont : CANOË (modèle Français), MOUSE (modèle danois) et SWMM (modèle américain).

Pour notre projet, nous avons utilisé le logiciel Storm & Sanitary Analysis qui au stade de ce travail a permis d'atteindre nos objectifs. [6]

1.1 Comparaison de quelques logiciels

Nombreux sont les logiciels permettant de simuler les écoulements dans les réseaux d'assainissement et à la surface des bassins que ces derniers drainent, les plus connus sont MIKE Urban MOUSE, Infoworks ICM, EPA SWMM, CIVIL 3D SSA, Canoë...etc.

Avant de fixer notre choix, il est intéressant de dresser un tableau (II-1) comparatif des fonctionnalités de ces quelques logiciels :

Tableau II-1 : Tableau comparatif des fonctionnalités de ces quelques logiciels :

Modèle	Mike urban Mouse	Infoworks ICM (Integrated catchment modelling)	EPA SWMM et Sobek		Civii 3D SSA	Canoë	
Fonctionnement et avantages	<ul style="list-style-type: none"> -Modèle semi-distribué -Possibilité d'introduire des milliers de sous-bassins. -Simulation possible en 2D + les avantages cités ci-après. 	<ul style="list-style-type: none"> -Couplage entre un moteur de simulation de débits (hydrologique et hydraulique), un outil SIG et une base de données. -Résout l'équation de BSV en 1D et en 2D (modélisation intégrée (interaction entre les éléments souterrains et les composantes de surface). -Comporte un module de simulation de la qualité de l'eau, du transport solide et du RTC. -Calibration automatique. 	<ul style="list-style-type: none"> -Modélisation conceptuelle semi-distribuée à réservoir non linéaire des sous-bassins. -Simulation du réseau d'assainissement, de l'infiltration et de la saturation du sol. - Lien entre surface et réseau de drainage urbain et entre sous-bassins par hydrographes. -Simulation de la qualité de l'eau possible. -Sobek comporte des modèles distribués et globaux et permet de mener une étude environnementale de l'impact des rejets sur le milieu récepteur -Contrôle en temps réel - simulation intégrée (1D/2D). 		<ul style="list-style-type: none"> -Comprend plusieurs logiciels de dimensionnement et d'analyse des réseaux de drainage urbain. - Inclut une multitude de modèles hydrologiques. -Possède une interopérabilité SIG ainsi qu'avec d'autres logiciels. -Comporte plusieurs types de pluie de projet. 	<ul style="list-style-type: none"> -Modèle semi-distribué utilisant des fonctions pluie-débit en fonction du type moyen d'utilisation du sol du bassin versant. -Possibilité de pluie spatialisée ou uniforme. -Module de qualité intégré. 	
Modèles disponibles	Hydrologiques	<ul style="list-style-type: none"> -Méthode rationnelle. -Modèle du réservoir linéaire (simple (C1) et double (C2)). -Modèle de l'hydrogramme unitaire -Modèle de l'onde cinématique. 	<ul style="list-style-type: none"> -Méthode de l'hydrogramme unitaire. -Modèle du réservoir double linéaire... 	Sobek	SWMM	<ul style="list-style-type: none"> -EPA SWMM. -Méthode rationnelle, rationnelle modifiée. - Méthode de l'hydrogramme unitaire et celle du SCS... 	<ul style="list-style-type: none"> -Modèle à réservoir linéaire. - Modèle de Nash (cascade de réservoirs).
	Hydrauliques	<ul style="list-style-type: none"> BSV et les modèles qui en dérivent. 	<ul style="list-style-type: none"> BSV 	<ul style="list-style-type: none"> Modèle de Muskingum 	<ul style="list-style-type: none"> BSV et les modèles qui en dérivent. 	<ul style="list-style-type: none"> BSV et les modèles qui en dérivent. 	<ul style="list-style-type: none"> Modèle de Muskingum, BSV.
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> -Entrée des données de façon manuelle (chronophage). - Pas de calage automatique. 	<ul style="list-style-type: none"> Entrée des données de façon manuelle (chronophage). 	<ul style="list-style-type: none"> -Entrée des données de façon manuelle (chronophage). -Pas de lien avec SIG gratuit (non open source). 		<ul style="list-style-type: none"> -Entrée manuelle des données (chronophage). -Ne comprend pas de modèles à réservoir linéaire pour la description de l'écoulement en surface. 	<ul style="list-style-type: none"> -Calage fastidieux des modèles hydrologiques qu'il comporte. - Création manuelle des sous-bassins. 	

2. Définition du logiciel Storm & Sanitary Analysis®

Autodesk® Storm and Sanitary Analysis est une application d'analyse hydraulique et hydrologique complète. Elle nous aide à planifier et concevoir les systèmes d'évacuation urbains, les égouts pluviaux (y compris des systèmes de drainage de route) et des égouts sanitaires.

Autodesk Storm and Sanitary Analysis intègre l'analyse des eaux pluviales et des eaux usées lors de la planification et la conception, ce qui vous permet d'améliorer la productivité globale du projet et d'accroître les capacités d'ingénierie. [6]

3. Présentation du logiciel Storm & Sanitary Analysis®

Storm & Sanitary Analysis® (SAA) est un logiciel de modélisation avancée, puissant et complet pour l'analyse et la conception de systèmes urbains de drainage, les égouts d'eaux pluviales et les égouts sanitaires. Le logiciel peut simultanément modéliser l'hydrologie, l'hydraulique. Les unités américaines et les unités métriques Système International sont prises en charge.

Ce logiciel peut être utilisé pour la conception et l'analyse:

- ✓ Systèmes de drainage de la route (y compris les bordures et caniveaux entrées) ;
- ✓ Réseaux des eaux pluviales d'égout et les bassins de rétention interconnectés ;
- ✓ Systèmes de drainage de lotissement;
- ✓ Calibrage et Conception de bassins de rétention et des structures de sortie ;
- ✓ Pont et ponceaux, y compris la chaussée;
- ✓ Etudes sur la qualité de l'eau;
- ✓ Les égouts sanitaires;
- ✓ Stations de pompage....etc.

Le logiciel a été utilisé dans des milliers d'études d'égout et d'eaux pluviales à travers le monde. Les applications typiques incluent :

- ✓ Conception et dimensionnement des composants du système de drainage pour le contrôle des inondations;
- ✓ Conception et dimensionnement des installations de rétention pour le contrôle des inondations et de la qualité de l'eau protection;
- ✓ Conception des stratégies de contrôle pour minimiser les débordements d'égouts unitaires...etc. [6]

SAA[®] partage facilement des données avec Auto CAD Civil 3D[®]. Les utilisateurs d'Auto CAD Civil 3D[®] peuvent utiliser la fonctionnalité modifier dans Storm qui importe des données du réseau et du bassin versant tuyaux et charge le automatiquement le dessin comme une couche de fond, à partager sous-bassins, collecteurs, et les regards.

Le logiciel offre de nombreuses barres d'outils qui vous permettent d'accéder rapidement à de nombreuses commandes et fonctionnalités. Si vous oubliez ce qu'un bouton de barre d'outils particulière accomplit, pointez le curseur sur le bouton de la barre d'outils. Après une pause au cours du bouton, une fenêtre sera affichée en fournissant une description de ce que le bouton effectue.

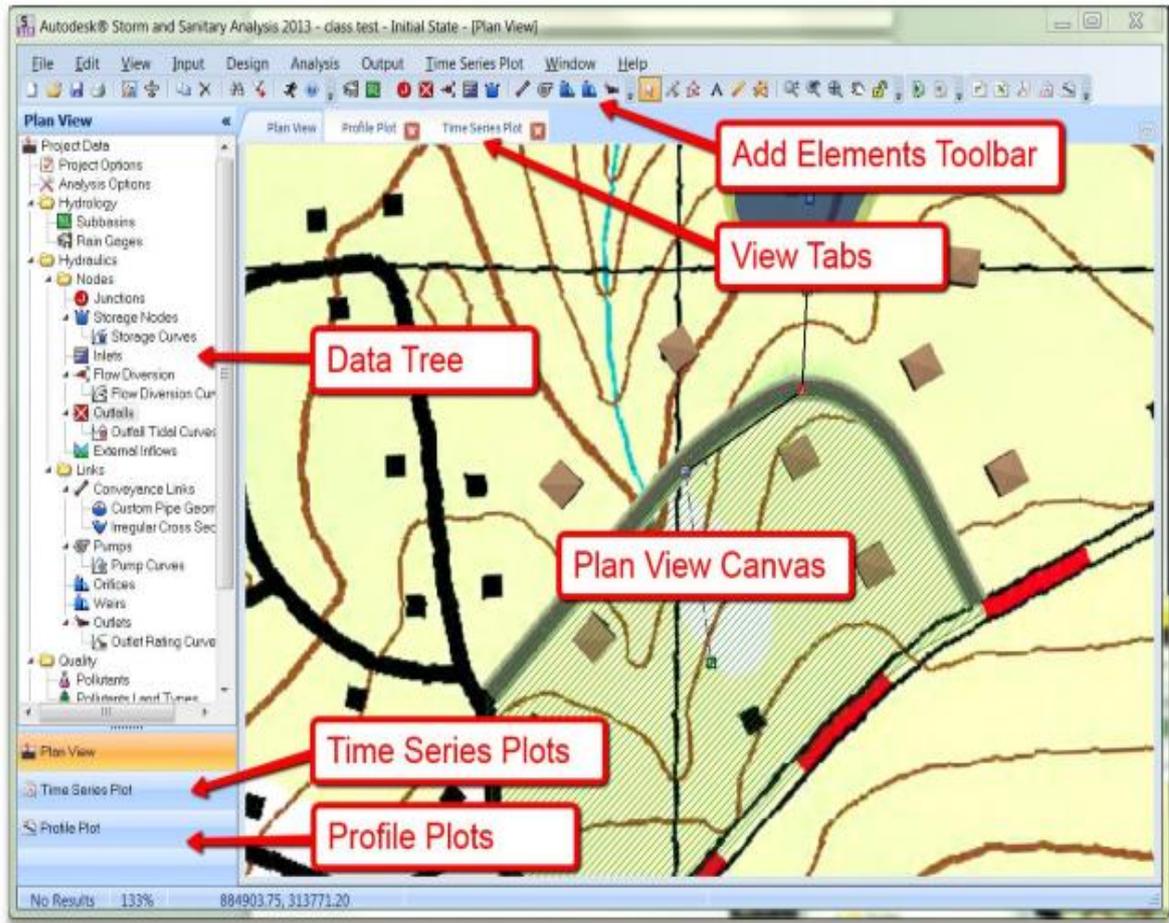


Figure II-1: Interface d'utilisateur du logiciel SSA

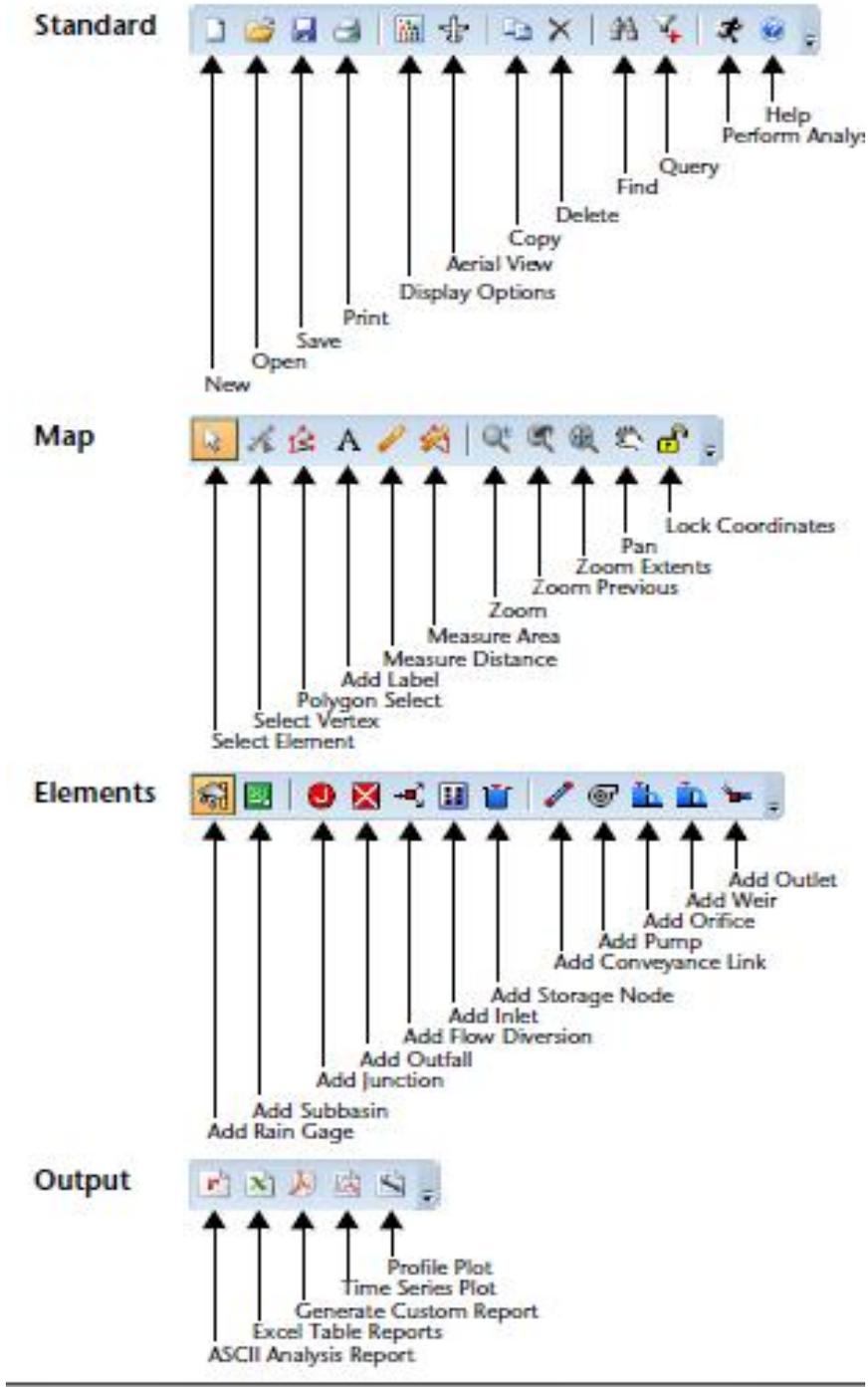


Figure II-2: Modélisation de base avec des éléments SAA

Toutes les barres d'outils sont ancrées sous la barre de menu. Pour afficher une barre d'outils, sélectionnez le menu VIEW et la barre d'outils appropriée.

3.1 Importer les sous bassins versant

SSA vous permet de partager des données des eaux pluviales d'égout et de conception d'égout sanitaire avec Auto CAD Civil 3D (que les fichiers de type LandXML).

Select **FILE** ∅ **IMPORT** ∅ **LANDXML FILE**.

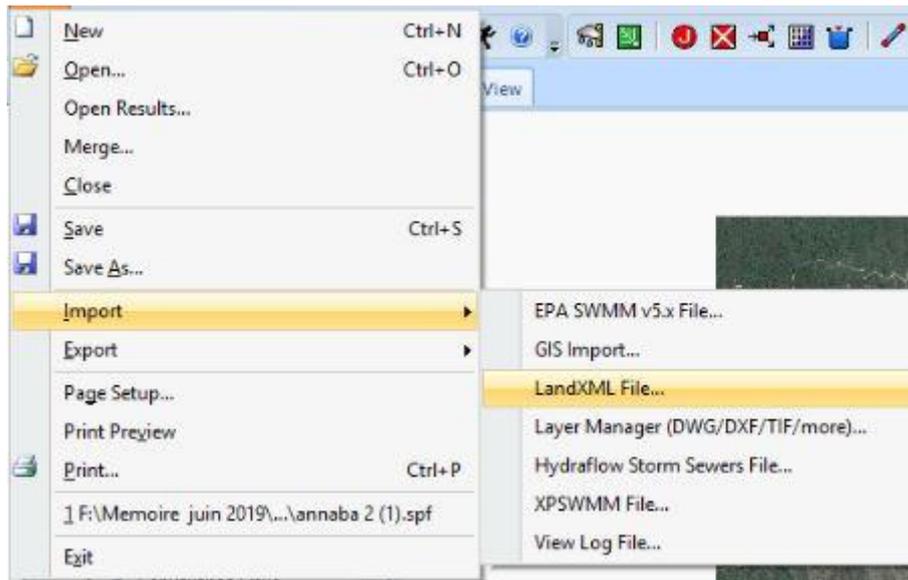


Figure II-3: Importer un Bassin versant sur SSA

3.2 Importer réseau de canalisation

Select **FILE** ∅ **IMPORT** ∅ **HYDRAFLOW STORM SEWERS FILE**.

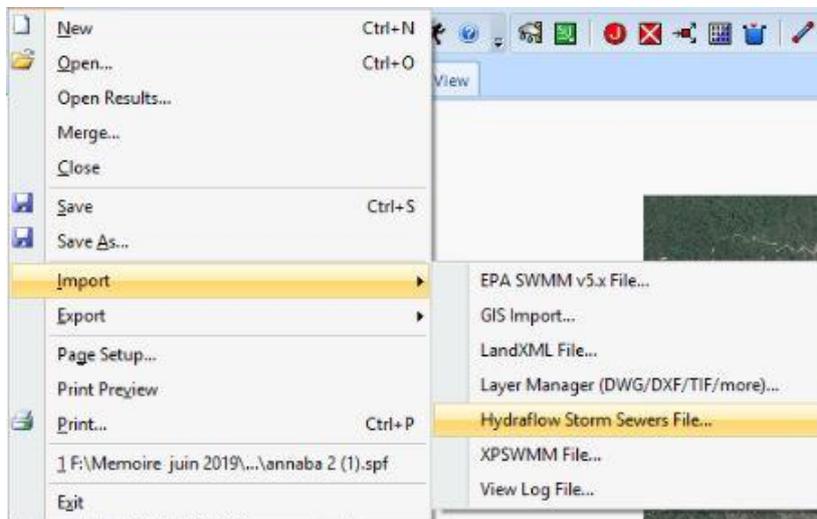


Figure II-4: Importer un réseau de canalisation sur SSA

Avant de commencer la construction du modèle hydrologique-hydraulique du réseau, il est important de définir certains paramètres pour les variables à saisir. Ces principaux paramètres sont montrés dans la figure suivante :

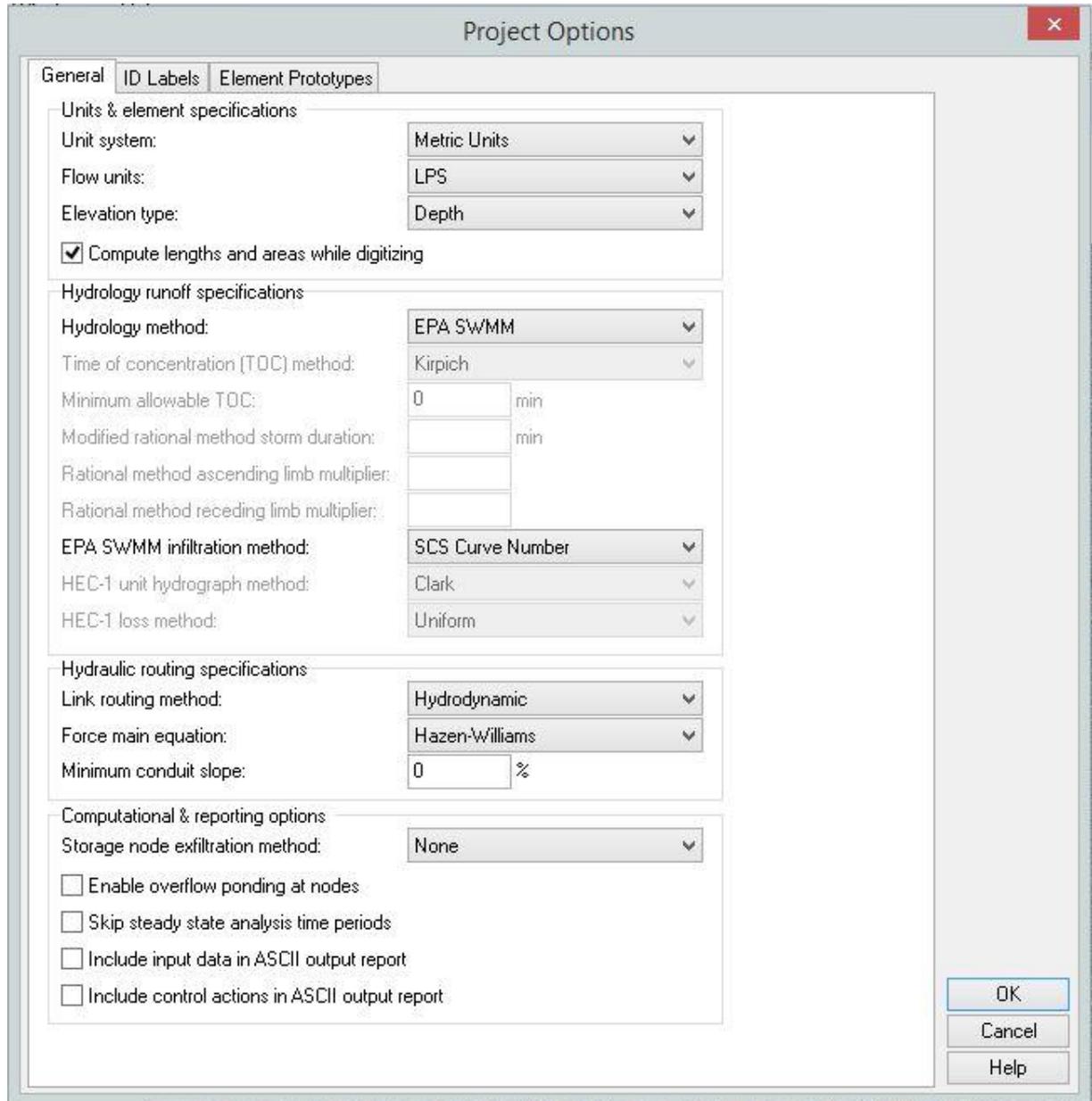


Figure II-5: les principaux paramètres à introduire avant la construction d'un modèle

3.3 Éléments de la barre d'outils

Les éléments de la barre d'outils du logiciel SSA sont développés dans le tableau II-1

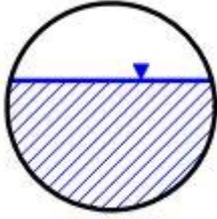
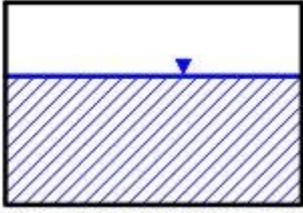
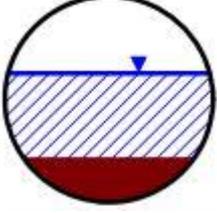
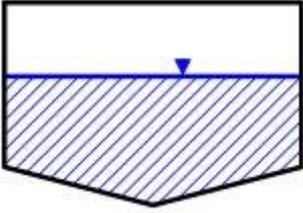
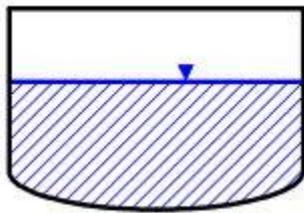
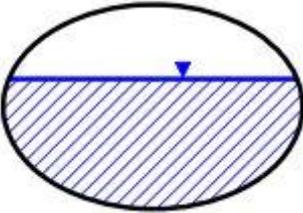
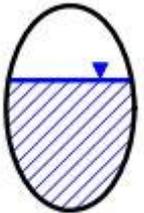
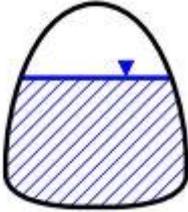
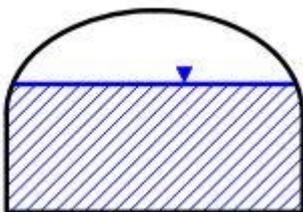
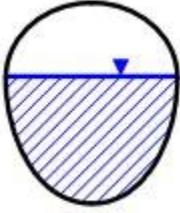
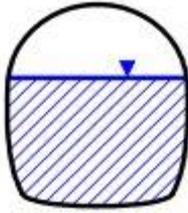
Tableau II-2 : Eléments de la barre d'outils du logiciel

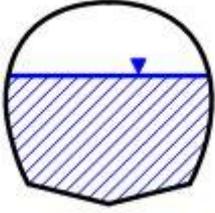
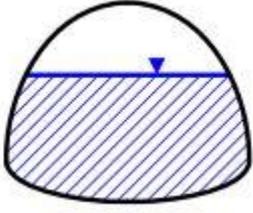
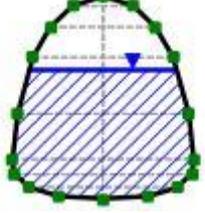
	Add Rain Gage	Ajouter un indicateur de pluie
	Add Subbasin	Ajouter un sous-bassin
	Add Junction	Ajouter une jonction
	Add Outfall	Ajouter un émissaire
	Add Flow Diversion	Ajouter un Déviation de flux
	Add Inlet	Ajouter entrée
	Add Storage Node	Ajouter un nœud de stockage
	Add Conveyance Link	Ajouter un lien de transport
	Add Pump	Ajouter une pompe
	Add Orifice	Ajouter un orifice
	Add Weir	Ajouter Weir
	Add Outlet	Ajouter sortie
		

3.4 Formes de sections transversales pour conduits et canaux ouverts disponibles

Les formes des conduites disponibles dans la structure du logiciel SSA sont décrites dans le tableau II-2.

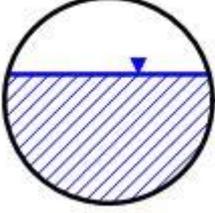
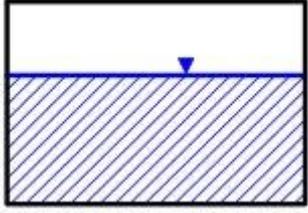
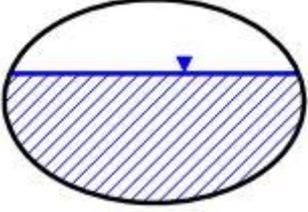
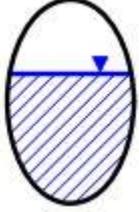
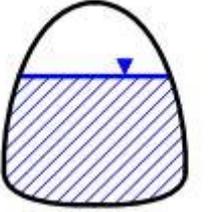
Tableau II-3 : Formes de conduites disponibles [6]

<p>Circulaire</p>		<p>Circulaire En charge</p>	
<p>Rectangulaire</p>		<p>Circulaire Rempli</p>	
<p>Rectangulaire à base triangulaire</p>		<p>Rectangulaire à base Circulaire</p>	
<p>Ellipse horizontale</p>		<p>Verticale Ellipse</p>	
<p>Semi-Elliptique</p>		<p>Cambre</p>	
<p>Poignée de panier</p>		<p>Poignée de panier modifiée</p>	
<p>Œuf</p>		<p>Fer à cheval</p>	

gothique		Caténaire	
Semi-Circulaire		Caténaire	

Les formes des canaux ouverts disponibles dans la structure du logiciel SSA sont décrites dans le tableau II-3

Tableau II-4:Formes de canaux ouverts disponibles [6]

Circulaire		Boîte	
Ellipse horizontale		Ellipse verticale	
Conduite Arche		Arche	

4. Présentation des données

4.1 Réseaux

4.1.1 Regards

- ✓ Sélectionner l'icône "Add Junction" ;
- ✓ Sélectionnez l'emplacement souhaité dans la zone de travail;
- ✓ Cliquez avec le bouton droit de la souris et choisissez Sélectionner pour quitter la commande "Add Junction".

Il faut introduire les caractéristique propre de chaque regard (cote radier, cote fil d'eau et cote tampon).

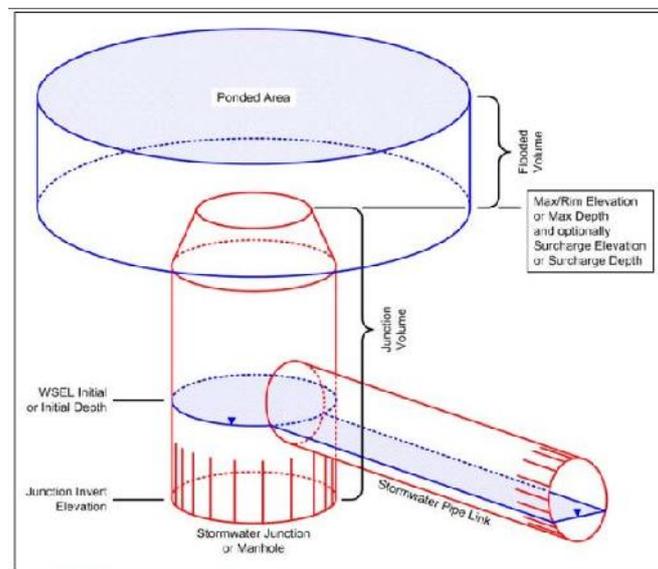


Figure II-6: Les données d'entrée utilisées pour définir une jonction

4.1.2 Exutoire

- ✓ Sélectionnez l'icône "Add Outfall" ;
- ✓ Sélectionnez l'emplacement souhaité dans la zone de travail;
- ✓ Sélectionnez <ESC> pour quitter la commande Add Outfall.

4.1.3 Conduite

- ✓ Sélectionnez l'icône "Add Conveyance Link"  ;
- ✓ Sélectionnez l'entrée, puis la jonction;

- ✓ Ré-sélectionnez la jonction, puis le déversoir;
- ✓ Ré-Cliquez avec le bouton droit de la souris et choisissez Select pour quitter la commande "Add Conveyance Link".

Les collecteurs représentent physiquement la connexion entre les nœuds qui permet le transport de l'écoulement dans la direction du récepteur terminal. Ils sont décrits par une forme géométrique bien définie ainsi que des côtes d'arrivée et de départ à chaque regard qui caractérisent le profil de la pose (voir figure ci-dessous). [6]

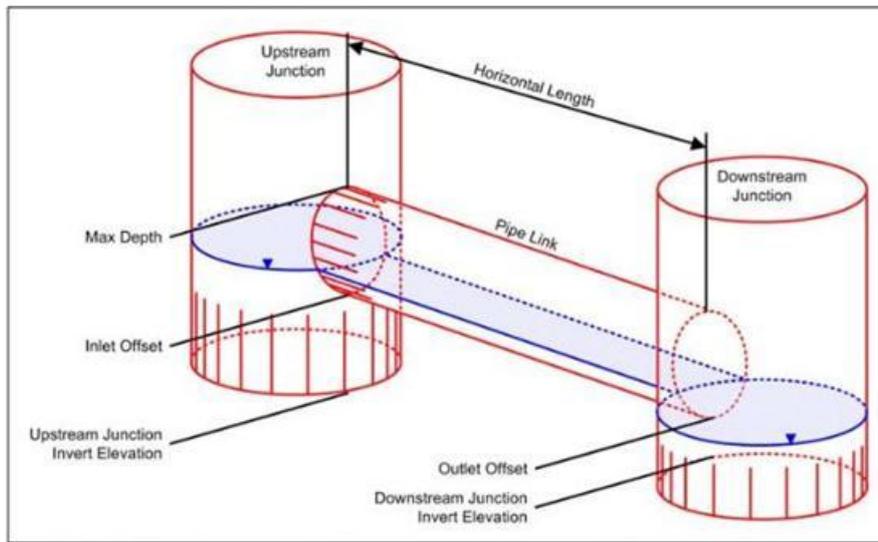


Figure II-7: Les données d'entrée utilisées pour définir un élément de canal, de tuyau ou de ponceau

4.1.4 Bassin versant

- ✓ Sélectionnez l'icône "Add Subbasin"  ;
- ✓ Tracez l'axe des routes pour créer une forme fermée pour le sous-bassin;
- ✓ Double-cliquez sur votre dernier point pour terminer le dessin du sous-bassin.

Il faut introduire les caractéristiques propres de chaque Bassin versant (largeur équivalente, Surface).

4.1.5 Pompes

- ✓ Sélectionnez l'icône "Add Pump"  ;

- ✓ Sélectionnez l'emplacement souhaité dans la zone de travail;
- ✓ Sélectionnez <ESC> pour quitter la commande

Les pompes sont utilisées pour élever de l'eau à des altitudes plus élevées, comme indiqué dans le schéma. Illustration dans la figure suivante. Ils sont représentés en interne comme un lien reliant deux nœuds.

Le Schéma d'une station de pompage pour la force sanitaire principale est présenté par la figure II-8.

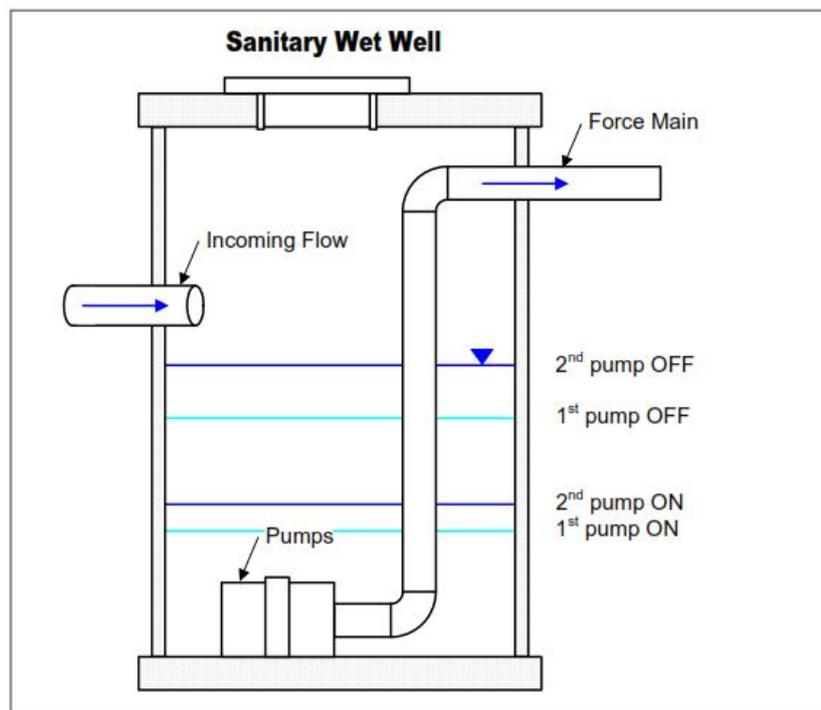


Figure II-8 Schéma d'une station de pompage pour la force sanitaire principale.

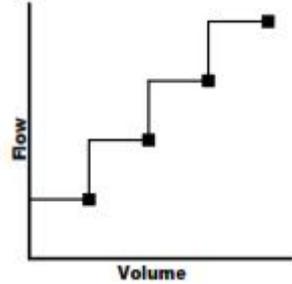
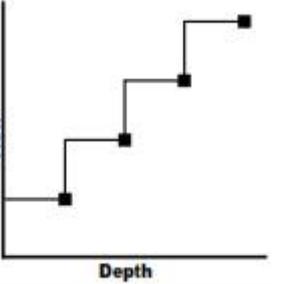
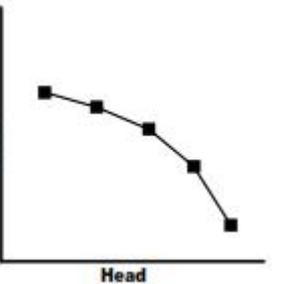
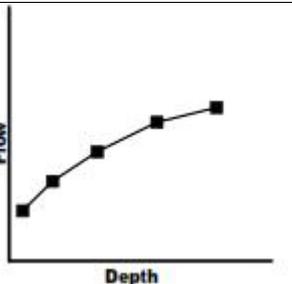
4.1.5.1. Courbes de pompe

Une courbe de pompe décrit la relation entre le débit d'une pompe et les conditions à ses nœuds d'entrée et de sortie. Dans la liste déroulante, sélectionnez une courbe de pompe déjà définie contenant les données de fonctionnement de la pompe.

Cliquez sur le bouton de navigation pour afficher la pompe.

La boîte de dialogue Courbes, décrite en détail dans la section suivante, permet de définir nouvelle courbe de pompe. [6]

Tableau II- 5: Types des pompes [6]

<p>Type 1 Pompe hors ligne avec puits humide où le débit augmente progressivement avec le volume de puits humides disponible.</p>	
<p>Type 2 Pompe en ligne où le débit augmente progressivement avec la profondeur du nœud d'entrée.</p>	
<p>Type 3 Pompe en ligne où le débit varie continuellement avec différence de tête entre les nœuds d'entrée et de sortie.</p>	
<p>Type 4 Pompe en ligne à vitesse variable où le débit varie de manière continue avec la profondeur du nœud d'admission.</p>	

5. Cours d'eau

Il faut introduire les caractéristique propre des cours d'eau (Forme, Largeur du fond et a hauteur, pentes des parois latérales).

6. Pluie du Projet

Il faut introduire les caractéristiques propres des pluies (Intensité, temps).

Chapitre III

Présentation de la zone d'étude

1. Introduction

Avant tout projet d'assainissement, l'étude du site est nécessaire pour connaître toutes les caractéristiques du lieu et les facteurs qui influent sur la conception du projet, parmi ces facteurs nous citons : les données relatives à l'agglomération ; les données propres au réseau d'assainissement ainsi que les caractéristiques géologiques ; car La connaissance de la géologie du site nous permettra de prendre les dispositions nécessaires lors de la réalisation des travaux, par exemple le choix des engins à utiliser ainsi le choix du type de matériaux des canalisations à concevoir.

2. Situation géographique

Annaba est située au Nord-est du pays à environ 600Km d'Alger faisant face à la mer sur une bande littorale de plus de 80 Km. Elle occupe une partie de la plaine estuarienne du deuxième fleuve d'Algérie, l'oued de Seybouse, et s'adosse au massif littoral de l'Edough.

La wilaya couvre une superficie de 1.412 Km² et sa population a atteint les 600000 habitants en 2008 (RGPH). Elle est délimitée comme suit:

- ✓ Au Nord : par la mer méditerranéenne;
- ✓ Au Sud : par El Bouni;
- ✓ A l'Est: par la mer méditerranéenne;
- ✓ A l'Ouest : par le massif de l'Edough.

Annaba est une des quatre grandes villes d'Algérie et se place derrière Alger, Oran et Constantine. [7]



Figure III-1 : Situation générale de la zone (Commune d'Annaba)

3. Caractéristiques de la zone d'étude

3.1 Géomorphologie de la zone

La zone est caractérisée principalement par trois unités géomorphologiques:

3.1.1 Le massif de l'Edough

La ligne de crête longue et relativement rectiligne, qui suit une direction Sud-ouest/Nord-est est en partant de la bordure du lac Fetzara au Sud-ouest, s'élève rapidement à plus de 600m à Koudiet El-Rohna, atteint 1008m à Kef Sbaa (point culminant) puis s'abaisse régulièrement pour s'achever par la presqu'île du cap de garde.

Les principaux versants du massif de l'Edough sont assez dissymétriques. Le versant Nord-ouest profondément entaillé par de nombreux oueds descend progressivement après une série de crêtes en direction du Nord jusqu'à la mer ou se forme le promontoire rocheux de la Voile Noire du Pain de sucre. Le versant Sud-ouest dont les lignes orographiques sont encore moins brutales s'abaisse progressivement jusqu'à Oued El Aneb.

Par contre le versant Sud-est est beaucoup plus raide; sur une distance approximative de 3,5 Km entre Seraidi et la vallée de l'Oued Oureida la dénivelée est de 800m. D'autre part au Sud-est, deux chainons parallèles séparés par la plaine de Kharraza viennent se greffer au Djebel Edough:

Le massif de Bougantas dont le point culminant est à 586m se prolonge par le Kef N'sour et les trois mamelons de la ferme Duzer jusqu'à la butte témoin du cimetière israélite;

Le Djebel Béllileita 288 m que termine le massif de Bouhamra jusqu'à la butte de la basilique Saint Augustin.

Après la petite plaine d'Annaba le relief se relève en direction du Nord-est par la butte de la vieille ville et le massif des Caroubiers. [7]



Figure III-2 : Le massif de l'Edough

3.1.2 Les plaines d'Annaba

La petite plaine d'Annaba qui s'étend entre les coteaux d'Annaba et les pieds du Djebel Edough, les terminaisons du Bougantas et du Bouhamra, fait suite à la plaine des Kharraza.

La grande plaine d'Annaba qui s'étend à l'Est de l'Oued Seybouse était originellement presque entièrement remplie de "graàs" et se trouve actuellement incomplètement drainée par les deux Oueds qui la traversent; La Seybouse et La Mafragh. Sa partie Ouest dont le centre est encore occupé par les marais du Boukhemira a été partout ailleurs desséchée grâce à un réseau de canaux. Son drainage bien qu'insuffisant était assuré initialement par le Khelidj du Boukhemira Sorte de canal naturel sans pente décrivant au milieu des limons argileux de grandes boucles. Ce bras mort ne possède pas d'issue superficielle constante vers la mer. Les eaux sont actuellement devisées dans la Seybouse à la hauteur de l'Allelick par un canal artificiel.

L'ensemble de ces plaines d'une topographie basse et assez plate est vulnérable aux débordements des Oueds qui inondent à chaque crue d'importantes superficies. [7]

3.1.3 Le cordon dunaire littoral

C'est une série de dunes sableuses d'origine éolienne qui longent la mer depuis la cité Seybouse à l'Ouest El Kala à l'Est.

Ces dunes dont l'altitude et la largeur augmente d'Ouest en Est isolent la grande plaine d'Annaba de la méditerranée en formant une barrière naturelle qui gêne l'écoulement superficiel des eaux de certains réseaux hydrographiques comme celui du Boukhemira et de la Mafragh.

A l'intérieur du périmètre d'étude, ces dunes n'occupent qu'une bande de 500 m à 700 m de largeur qui s'élève au-dessus de la mer de 3 m au niveau de la cité Seybouse à 18 m en face de l'aéroport. [7]

4. Climatologie de la zone d'étude

L'espace géographique sur lequel s'étend le périmètre intercommunal d'Annaba lui procure un climat de type méditerranéen avec deux tendances bioclimatiques liées à la topographie, à la mer et à la végétation. [7]

4.1 Température

En général, sur les hauteurs règne un climat subhumide doux et sur les parties basses (plaine) un climat subhumide chaud. En somme, ces étages bioclimatiques se caractérisent par deux saisons (données tirés des mesures de la station météo de l'aéroport "Les Salines" d'Annaba :

Une saison douce et humide d'Octobre à Avril avec 86.4 des précipitations et une température moyenne de 14.3°C.

Une saison chaude et sèche de Mai à Septembre avec 13.6 des précipitations et une température moyenne de 22.5°C. [7]

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Température moyenne (°C)	11.9	12.2	14.1	15.6	18.7	22.2	25.2	25.7	24.2	20.6	16.6	13.3
Température minimale moyenne (°C)	8.2	8.3	9.6	10.9	14.1	17.7	20.6	21.2	20	16.2	12.4	9.4
Température maximale (°C)	15.6	16.2	18.6	20.4	23.3	26.8	29.8	30.3	28.4	25	20.8	17.2
Précipitations (mm)	122	87	66	50	37	16	3	7	33	74	101	116

Tableau 6 : Tableau climatique Annaba

4.2 Pluviométrie

La hauteur pluviométrique moyenne annuelle qui varie de 682 mm au cap de garde à 787 mm et 657,94 mm (période 1975-1990) à Annaba et 919 mm à Seraïdi est très irrégulièrement répartie au cours des mois de l'année. La température moyenne annuelle étant de 17.69°C et l'amplitude thermique semble peu variable d'un mois à l'autre (en moyenne 10,35°C). [7]

4.3 Humidité

Etant donné la proximité du littoral et la fréquence des plans d'eaux et des cours d'eaux, il paraît évident que l'humidité relative de l'air y soit appréciable dans l'aire du périmètre d'étude. Le taux annuel moyen est de 74.52% avec un minimum au mois de Juillet 69,88% et un maximum au mois de Février 77.34%. [7]

4.4 Rosée

La rosée apparaît en moyenne pendant 83,58 jours par an soit 23% de l'année avec un maximum de 10,5 jours au mois de Décembre et un minimum de 4,5 jours au mois de Juillet. En moyenne on enregistre 16,27 jours de brouillard par an avec un maximum au mois de Mai 2,37 jours et un minimum au mois de Septembre 0.31 jour. Le mois de Mai est également celui qui présente le plus grand nombre de jours de brume avec 5,12 sur un cumul moyen annuel de 32,94 jours. [7]

4.5 Insolation

Chaque année on enregistre en moyenne 10,9 jours d'insolation nulle avec un maximum de 2,12 jours au mois de Décembre et aucune journée pendant le mois de Juillet. [7]

4.6 Vent

Les vents les plus fréquents soufflent du secteur du Nord-Ouest/Sud-est avec une moyenne annuelle de 42%. Les valeurs les plus élevées sont enregistrées au cours des mois de Janvier, Avril, Juin et Juillet. Une différence de 119 mm est enregistrée entre le mois le plus sec et le mois le plus humide. [7]

5. Le réseau hydrographique

La partie montagneuse, à versant raides constitués généralement de roches dures, elle sillonnée par un important réseau hydrographique dense et ramifié (chaabets) à écoulement torrentiel temporaire.

Ces chaabets convergent en aval pour former des oueds dont l'écoulement trouve des difficultés à atteindre la mer à l'Est a au Nord-ouest après de nombreux méandres de leurs cours en raison de la faible pente de la plaine de la barrière dunaire littorale. C'est à ce niveau que les débordements sont les plus fréquents et ou subsistent de grandes étendues marécageuses.

Les principaux canaux de dessèchement ouverts pour les drainages du lac Fetzara au Sud-ouest, des marais de la plaine de Benazouz à l'Ouest et des marais de la Mekrada et de Boukhemira à l'Est restent insuffisants pour résoudre la stagnation des eaux pluviales. [7]

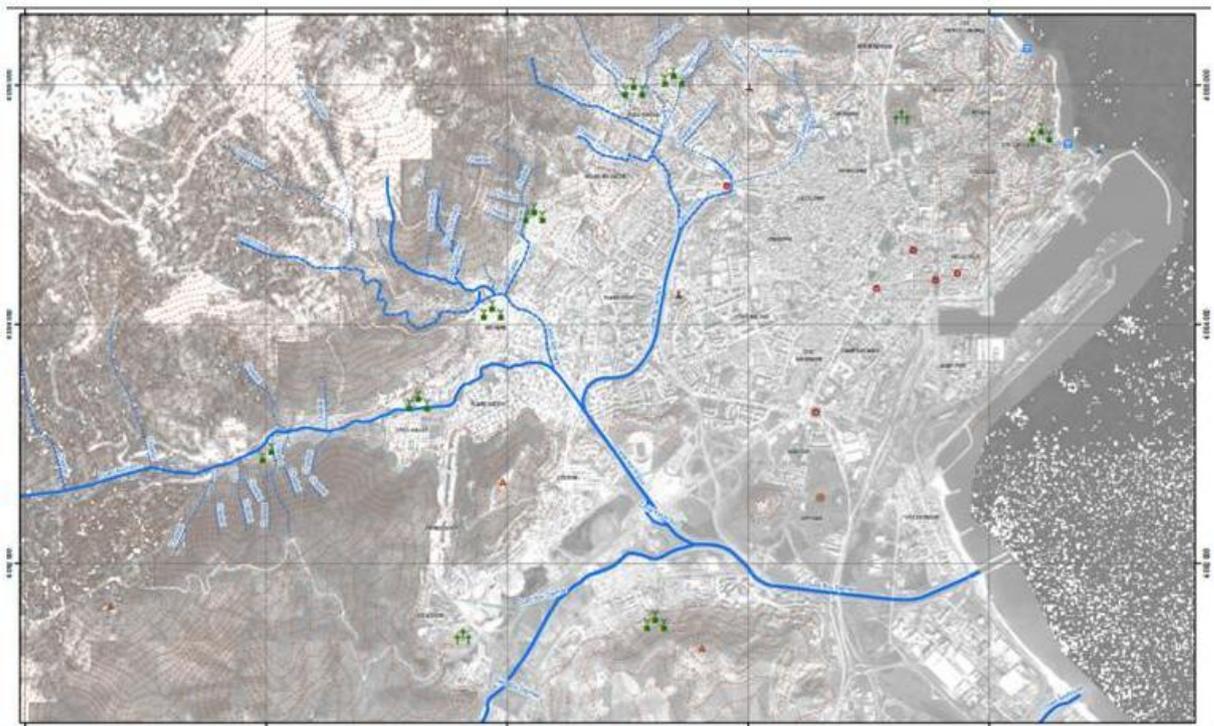


Figure III-3: Réseau hydrographique de la commune d'Annaba

6. Géologie

Le terrain en question chevauche sur diverses formations géologiques d'origine sédimentaire, métamorphique et éruptive attribuées aux primaires, tertiaire qui correspond à quatre grands ensembles tectoniques et structuraux:

Le massif cristallophyllien de la région d'Annaba, l'Edough constitue la terminaison Est de la ligne des crêtes du massif Kabyle.

La nappe Numidienne avec son flysch habituel argilo-gréseux mise en place à la suite des poussées tectoniques d'origine alpine. Elle correspond à la partie Ouest du massif de Béllileita.

Les roches éruptives intrusives mise en place au Mio-pliocène ne sont représentées que par trois petits affleurements au sein du périmètre d'étude (un affleurement de proxénète et deux petits affleurements de Magnétite).

Les plaines, les vallées et les dépressions marécageuses correspondent à un bassin de remplissage alluvionnaire qui a débuté à la fin de la première tertiaire (pliocène) et se poursuit tout au long du quaternaire suite aux phénomènes de néotectonique responsable de l'orographie actuelle. [7]

7. Présentation du système d'assainissement

7.1. Architecture du système et collecte des effluents

Le système global de collecte des effluents urbains de la ville d'Annaba est actuellement constitué de quatre entités principales, correspondant peu ou prou aux territoires habités de chacune des communes concernées.

7.1.1 Le système "Annaba"

Le plus ancien mais toujours en extension, le plus important aussi en terme linéaire de collecteurs et de volume d'effluents véhiculé. Il est en partie unitaire et en partie séparatif. Par temps sec, sa conception veut que l'ensemble des effluents collectés aboutissent en un point unique, la station de pompage Sidi Brahim, d'ou ils sont refoulés vers site de la station de traitement des Salines. [7]

7.1.2 Le système " El Bouni"

Qui est "éclaté" sur plusieurs zones agglomérées, constituant autant de réseaux spécifiques: sous-système El Bouni, Bouzarouza, Sidi Salem et l'ensemble Essarouel/Oued Ennil/Chabbia/Cité 1er Mai, auquel on ajoutera, pour des raisons de logique d'ordre hydraulique, Kherraza (bien que faisant partie de la commune d'Oued El Aneb) et la cité Rym (bien que faisant partie de la commune d'Annaba). Hormis les effluents de Sidi Salem, dont la plupart sont dirigés vers la station de traitement des Salines, les effluents des autres entités rejoignent actuellement le milieu naturel (Bassin de l'oued Bou Djemaa ou de l'Oued Seybouse) sans traitement préalable. Cependant cette situation va changer très prochainement, la DHW ayant fait réaliser une série de stations de pompage qui à terme dirigera la totalité des effluents de ces zones vers la station de pompage Sidi Brahim. [7]

7.1.3 Le système "Sidi Amar"

En rive gauche de l'oued Medbouja, semblable au précédent quant à sa morphologie éclatée sur plusieurs zones agglomérées, conduisant aux sous-systèmes suivants: Sidi Amar, Bergougua, Derradji Redjam, El Gantra, Hdjar Eddis, et juste au Nord de ce dernier village, Berga Zerga (commune d'El Bouni, mais hydrauliquement rattaché au présent système). Tous les effluents collectés sur ce système sont dirigés directement ou via des fossés vers l'oued Medbouja, sans traitement préalable (hormis quelques décanteurs pour Derradji Redjam et Hdjar Eddis). [7]

7.1.4 Le système "El Hadjar"

En rive droite de l'oued Medbouja, constitué d'un gros bourg (El Hadjar), et deux petites agglomérations: Chaibi Larbi /El Kerma et El Horaicha. Tous les effluents collectés sur ce système sont dirigés directement ou via des fossés, vers l'oued Medbouja, sans traitement préalable (hormis deux décanteurs, respectivement pour El Kerma et El Horaicha). [7]

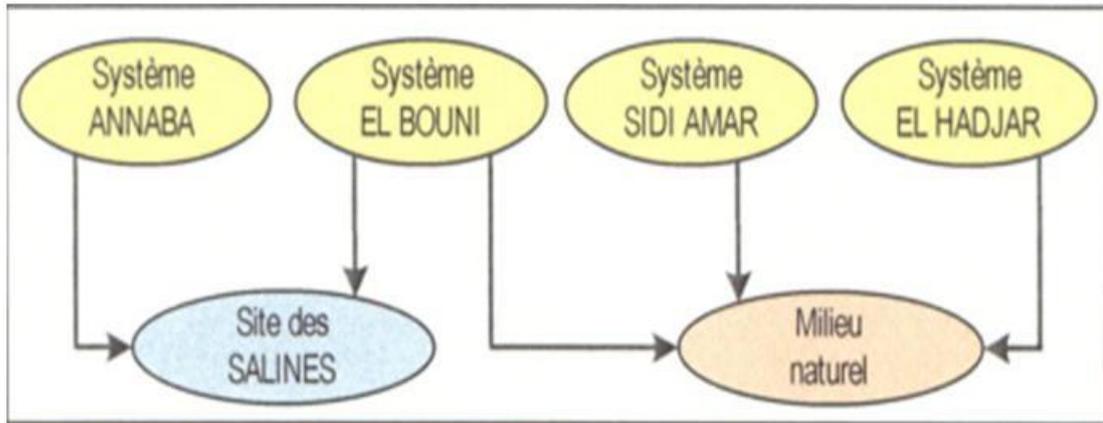


Figure III-4: Architecture du système de collecte des effluents

7.2 Commune d'Annaba

7.2.1 Système d'assainissement

Le système d'assainissement de la commune d'Annaba est une conception mixte, avec des parties équipées de réseaux unitaire, généralement les plus anciennes, et des parties traitées de manière séparative, généralement les plus récentes.

Le système théorique fonctionne de la manière suivante: Tous les effluents de type eaux usées ou unitaire aboutissent directement ou indirectement à la station de pompage " Sidi Brahim".

Les eaux pluviales rejoignent soit directement les canaux ou fossés pluviaux, soit la station de pompage "Sidi Brahim", "Ancienne Gare" ou "Elysa", qui les refoulent vers la mer pour les deux premières, et vers le Canal de Ceinture pour la troisième.

La recherche bibliographique et les investigations de terrain ont permis de dénombrer, pour l'ensemble du système d'assainissement de la commune d'Annaba, plus de 100000 regards. [7]

7.2.2 Regards

Globalement 27% des tampons de regards ne sont pas apparents, la situation étant relativement homogène sur l'ensemble des collecteurs. Cette situation n'est pas alarmante dans un contexte urbain, mais devrait néanmoins être améliorée, ne serait-ce que pour des

raisons de commodité d'exploitation. Il n'en demeure pas moins que cette "performance" est meilleure que celle des réseaux des autres communes de l'aire d'étude. [7]

7.2.3 Profondeur des regards

La profondeur des regards est dans la fourchette habituelle des profondeurs de regards d'assainissement, avec une valeur moyenne de 2.2 m. Le graphique ci-après indique la répartition des profondeurs des regards diagnostiqués. [7]

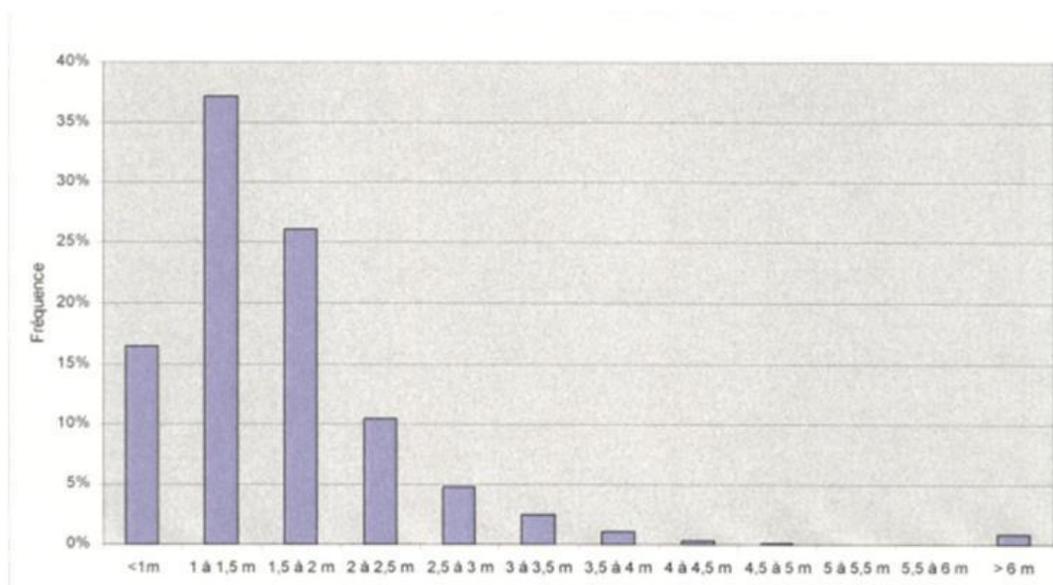


Figure III-5 : Répartition des profondeurs des regards Commune d'Annaba

7.2.4 Les collecteurs

Les collecteurs sont majoritairement de section circulaire, les autres sections (rectangulaires, et ovoïdes) se rencontrant sur les canalisations les plus anciennes ou de section importante. En ce qui concerne les sections circulaires, la répartition des linéaires par diamètre est donnée dans le graphique ci-après. [7]

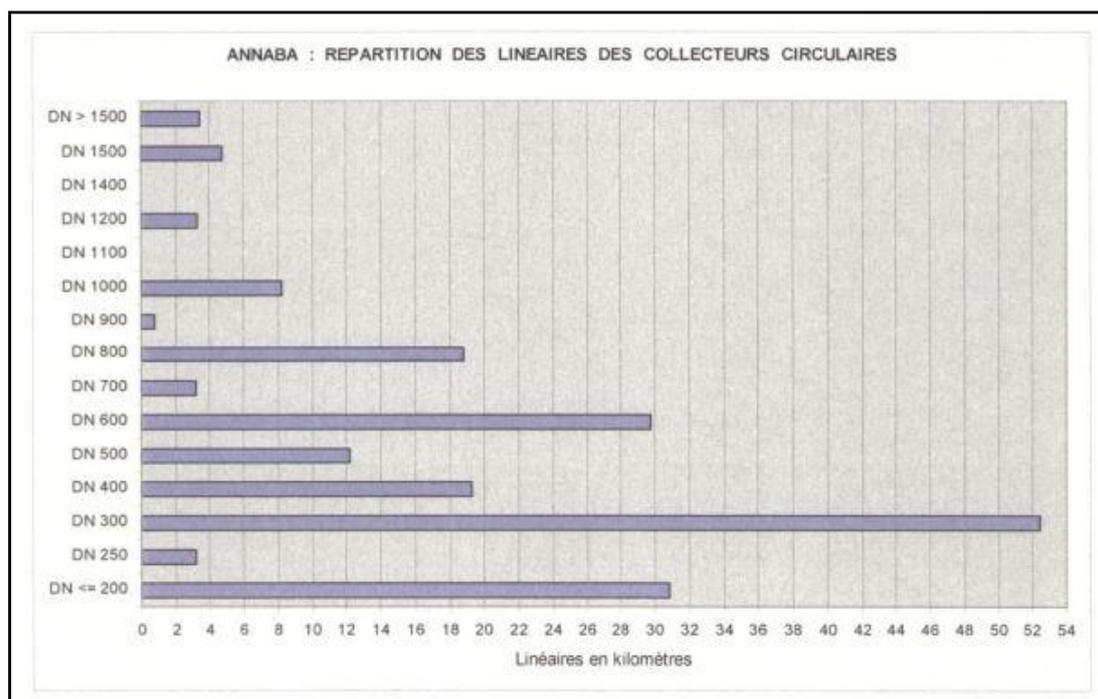


Figure III-6: Répartition des linéaires des collecteurs circulaires Commune d'Annaba

7.3 Présentation par Bassin versant le système "Annaba"

Le système Annaba se compose de trois grandes entités hydrauliques: La zone côtière Nord, de cap de Ras El Hamra jusqu'au port, correspondant au bassin versant collecté par la station de pompage SR04 "Rizi Amor";

La partie centrale de l'agglomération, située globalement à l'inférieur du polygone ayant pour sommets les quartiers oued Forcha, oued Ed dheb, Sidi Brahim, Hippone, cité Seybouse et Ménadia, correspondant aux bassins versants collectés par les stations de SR05 "Ancienne gare" et SR01 "Sidi Brahim".

Les extensions Ouest, correspondant à la partie agglomérée située à l'ouest du Canal de Ceinture et du Canal Kef N'Sour, dont les effluents sont envoyés vers le réseau de la partie centrale par les stations de pompage SR13 "Plaine Ouest 1", SR14 "Plaine Ouest 2". Les bassins versant de la commune d'Annaba sont présentés par la figure N°17.

[7]

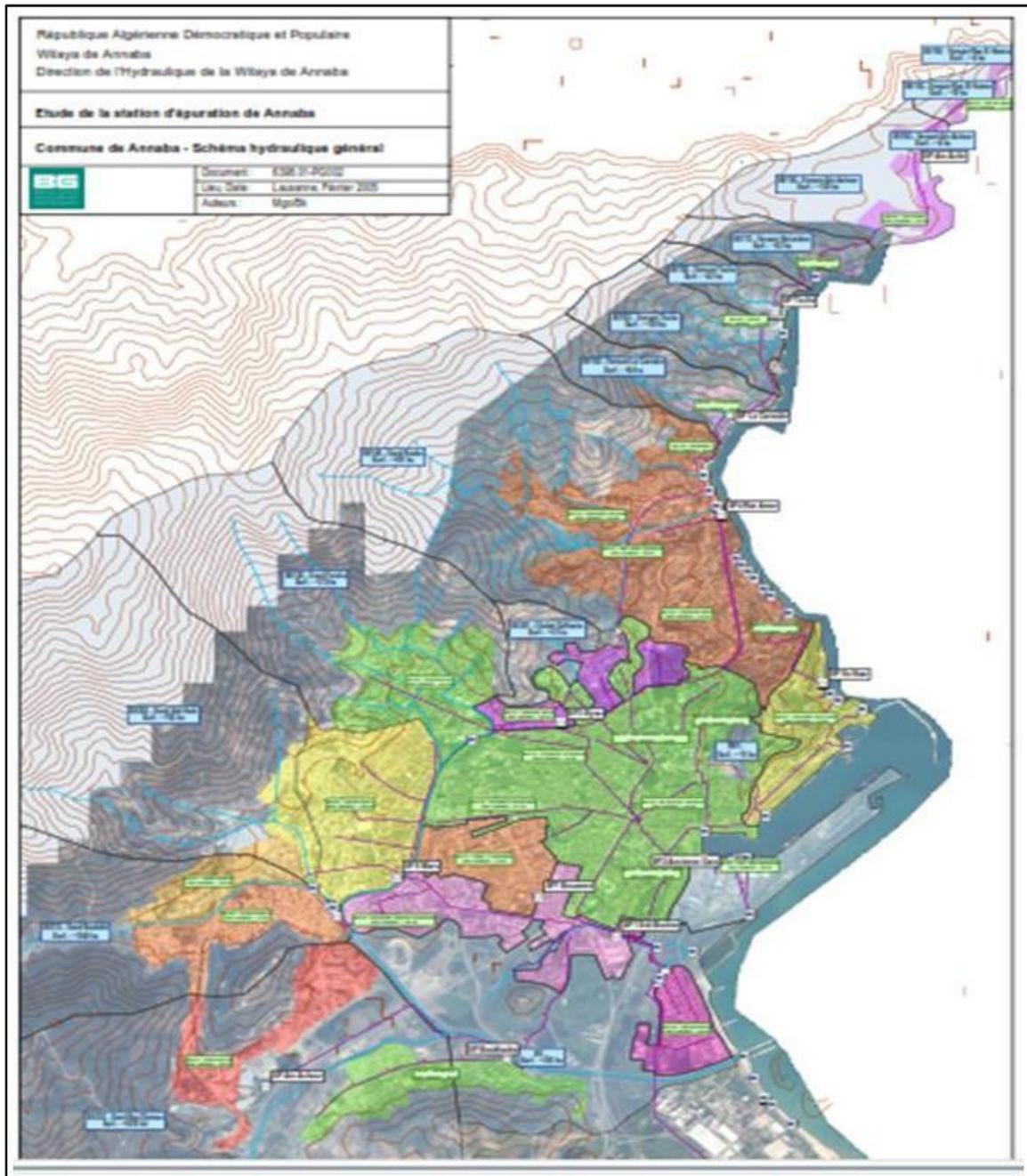


Figure III-7: Bassins versant de la commune d'Annaba.

8. Station de pompage

8.1 Présentation générale

8.1.1 Caractéristiques techniques

La ville d'Annaba comprend à ce jour 31 stations de pompages (eaux usées et eaux pluviales confondues).

L'aire d'étude comprend à ce jour :

- ✓ 17 stations de pompages sur la commune d'Annaba;
- ✓ 4 sur la commune d'El Hadjar;
- ✓ 8 sur la commune d'El Bouni

Les types et les caractéristiques des stations de pompage de la commune d'Annaba sont donnés au tableau N°2. [7]

Tableau III-2 : Types et caractéristiques des stations de pompage "commune d'Annaba"

2301-01 / SP1 "Sidi Brahim" - Types et caractéristiques nominales							
N°	Constructeur	Type de pompe	Nature EU/EP	Mise en service	Débit (l/s)	Puissance (KVA)	HMT (m)
1	Flygt	3500-260	EP-Submersible CP	1981	900	140	10
2	Flygt	3500-260	EP-Submersible CP	1981	900	140	10
3	Flygt	3500-260	EP-Submersible CP	1981	900	140	10
4	Flygt	CP3501-805	EP-Submersible CP	2005	900	125	
5	Flygt	3500-260	EP-Submersible CP	1981	900	140	10
6	Flygt	3500-260	EP-Submersible CP	1981	900	140	10
7	Flygt	3500-260	EP-Submersible CP	1981	900	140	10
8	Flygt	3501-835	EP-Submersible CP	1981	900	128	10
1	Flygt	3230-720	EU-Cale sèche CT	1981	250	132	32
2	Flygt	3350-860	EU-Cale sèche CT	1981	520	210	
3	Flygt	3350-860	EU-Cale sèche CT	1981	520	210	
4	Flygt	3350-860	EU-Cale sèche CT	1981	520	210	
5							
2301-05 et 2301-02 / SP2 "Ancienne gare" - Types et caractéristiques nominales							
N°	Constructeur	Type de pompe	Nature EU/EP	Mise en service	Débit (l/s)	Puissance (KVA)	HMT (m)
SP2 nouvelle "2301-05"							
5	Flygt	3500-260	EP-Submersible CP	1986	750	90	
6	Flygt	3500-260	EP-Submersible CP	1986	750	90	
7	Flygt	3500-260	EP-Submersible CP	1986	750	90	
8	Flygt	3500-260	EP-Submersible CP	1986	750	90	
1	Flygt	3600-860	EU-Submersible CP	1986	900	110	
2	KSB	KRT K350-420/806U1G-S	EU-Submersible CP	2004	500	70	12
3	Flygt	3600-860	EU-Submersible CP	1986	900	110	
4	KSB	KRT K350-420/806U1G-S	EU-Submersible CP	2004	500	70	12
SP2 ancienne "2301-02"							
1	Flygt	3600-860	EU-Submersible CP	1986	900	110	
2	Flygt	3600-860	EU-Submersible CP	1986	900	110	
3							
2301-03 / SP3 "Elysa" - Types et caractéristiques nominales							
N°	Constructeur	Type de pompe	Nature EU/EP	Mise en service	Débit (l/s)	Puissance (KVA)	HMT (m)
1	Flygt	3300	EP-Submersible CP	1983	100	49	
2	Flygt	3300	EP-Submersible CP	1983	100	49	
3	Flygt	3500-260	EP-Cale sèche CT	1983	800	140	
4	Flygt	3500-260	EP-Cale sèche CT	1983	800	140	
5	Flygt	3500-260	EP-Cale sèche CT	1983	800	140	
6	Flygt	3500-260	EP-Cale sèche CT	1983	800	140	
7	Flygt	3500-260	EP-Cale sèche CT	1983	800	140	
2301-04 / SP4 "Rizi Amor" - Types et caractéristiques nominales							
N°	Constructeur	Type de pompe	Nature EU/EP	Mise en service	Débit (l/s)	Puissance (KVA)	HMT (m)
1	Flygt	3231-665-0163	EU-Submersible CP	2004	250	105	34
2	Flygt	3231-665-0163	EU-Submersible CP	2004	250	105	34
3	Flygt	3231-665-0163	EU-Submersible CP	2004	250	105	34
4	KSB	KRT K200-401/1104UG-S	EU-Submersible CP	2004	250	100	12

2301-06 / SP "En Nasr" - Types et caractéristiques nominales							
N°	Constructeur	Type de pompe	Nature EU/EP	Mise en service	Débit (l/s)	Puissance (KVA)	HMT (m)
1	Flygt	3140-180	EU-Submersible CP	1997	50	9	11
2	KSB	KRT K100-250/74UG-S	EU-Submersible CP	2005	50	7,5	11

2301-07 / SP7 "Bouzered Hocine" - Types et caractéristiques nominales							
N°	Constructeur	Type de pompe	Nature EU/EP	Mise en service	Débit (l/s)	Puissance (KVA)	HMT (m)
1	KSB	KRT K150-315/164U1G-S	EU-Submersible CP	2005	90	16	12
2	KSB	KRT K150-315/164U1G-S	EU-Submersible CP	2005	90	16	12
3	Flygt	3152-181	EU-Submersible CP	1981	90	13,5	
1	Flygt	3500-260	EP-Submersible CP	1981	900	140	12
2	Flygt	3500-260	EP-Submersible CP	1981	900	140	12
3	Flygt	3500-260	EP-Submersible CP	1981	900	140	12
4	Flygt	3500-260	EP-Submersible CP	1981	900	140	12
5	Flygt	3500-260	EP-Submersible CP	1981	900	140	12
6	Flygt	3500-260	EP-Submersible CP	1981	900	140	12

2301-08 / SP "La Caroube" - Types et caractéristiques nominales							
N°	Constructeur	Type de pompe	Nature EU/EP	Mise en service	Débit (l/s)	Puissance (KVA)	HMT (m)
2	KSB	KRT K100-315/234UG-S	EU-Submersible CP	2004	55	21	25
1	Flygt	3140-180	EU-Submersible CP	1998	50	19	25

2301-09 / SP "Toche" - Types et caractéristiques nominales							
N°	Constructeur	Type de pompe	Nature EU/EP	Mise en service	Débit (l/s)	Puissance (KVA)	HMT (m)
2	Flygt	3201-180	EU-Submersible CP	1998	37	22	40
1	KSB	KRT K100-401/294UG-S	EU-Submersible CP	2004	37	27	40

2301-10 / SP "Belvédère" - Types et caractéristiques nominales							
N°	Constructeur	Type de pompe	Nature EU/EP	Mise en service	Débit (l/s)	Puissance (KVA)	HMT (m)
1	Flygt		EU-Submersible CP	1998	20,5		30
2	KSB	KRT K80-315/172UG-S	EU-Submersible CP	2004	20,5	17	36

2301-11 / SP "Ain Achir" - Types et caractéristiques nominales							
N°	Constructeur	Type de pompe	Nature EU/EP	Mise en service	Débit (l/s)	Puissance (KVA)	HMT (m)
1	Flygt	3201-180	EU-Submersible CP	1998	15,3	30	52
2	KSB	KRT K80-315/232UG-S	EU-Submersible CP	2004	15,3	25	52

2301-12 / SP "Ras El Hamra" - Types et caractéristiques nominales							
N°	Constructeur	Type de pompe	Nature EU/EP	Mise en service	Débit (l/s)	Puissance (KVA)	HMT (m)
1	Flygt	NP 3153 HT 453	Submersible		27,3		46
2	Flygt	NP 3153 HT 453	Submersible		27,3		46

2301-13 / SP "Plaine Ouest 1" - Types et caractéristiques nominales							
N°	Constructeur	Type de pompe	Nature EU/EP	Mise en service	Débit (l/s)	Puissance (KVA)	HMT (m)
1	Flygt	NP3171 MT 431	Submersible	2005	68	18,5	20
2	Flygt	NP3171 MT 431	Submersible	2005	68	18,5	20
3	Flygt	NP3171 MT 431	Submersible	2005	68	18,5	20
4	Flygt	NP3171 MT 431	Submersible	2005	68	18,5	20

2301-14 / SP "Plaine Ouest 2" - Types et caractéristiques nominales							
N°	Constructeur	Type de pompe	Nature EU/EP	Mise en service	Débit (l/s)	Puissance (KVA)	HMT (m)
1	Flygt	NP3170 MT 430	Submersible	2005	68	22	19
2	Flygt	NP3170 MT 430	Submersible	2005	68	22	19
3	Flygt	NP3170 MT 430	Submersible	2005	68	22	19
4	Flygt	NP3170 MT 430	Submersible	2005	68	22	19

2301-15 / SP "Sidi Achour" - Types et caractéristiques nominales							
N°	Constructeur	Type de pompe	Nature EU/EP	Mise en service	Débit (l/s)	Puissance (KVA)	HMT (m)
1	KSB	KRT K200-330/654 UGS	Submersible	2005	237	62	20
2	KSB	KRT K200-330/654 UGS	Submersible	2005	237	62	20
3	KSB	KRT K200-330/654 UGS	Submersible	2005	237	62	20
4	KSB	KRT F80-250/74 UGS	Submersible	2005	16	7,5	21,6

8.2. Station de Relevage "Sidi Brahim"

La station de pompage SR01 de "Sidi Brahim" abrite en réalité dans ses bâtiments deux stations de pompage distinctes: schématiquement, la première reçoit des eaux usées et les refoule vers le site de traitement des Salines, la seconde reçoit des eaux pluviales et les évacue vers la mer. En réalité

Les caractéristiques de la station de relevage "Sidi Brahim" sont données au tableau N° 8.

Tableau III-3: Caractéristique de la station de relevage "Sidi Brahim"

Lieu d'implantation	Ville d'Annaba: à l'est du carrefour "Sidi Brahim"
Nature des eaux selon conception	Eaux pluviales et eaux usées
Rejet selon conception	Eaux usées et eaux pluviales
Provenance des eaux	Regard N°T-R01
Débit de refoulement total maximal selon conception	Eaux pluviales: 7200l/s , HMT =10m
Nature des eaux réelles	Eaux mixtes
Observations	Le pompage s'effectue à l'aide des pompes d'une pompe EP dévié vers EU
Sommaire d'équipement installé	Eaux pluviales: vanne murale, dégrilleur, 8 pompes submersibles, 8 conduites de refoulement.

Chapitre IV

Construction du modèle et

simulation

1. Introduction

Ce chapitre représente les résultats de simulation du réseau d'assainissement du centre ville d'Annaba par SSA.

Ce logiciel a été utilisé pour simuler la capacité du réseau d'assainissement lors d'une pluie de 24h pour une période de retour de 100ans.

2. Implémentation des données

Une préparation des données a implémentées à été faite afin de construire le modèle selon les exigences de SSA.

2.1 Intégration des données des Regards

Pour chaque regard on introduit :

- ✓ Cote radier ⇒ Invert Elevation
- ✓ Cote tampon ⇒ Maximum Depth
- ✓ Cote fil d'eau ⇒ Initial Depth

La plate forme d'intégration des données des données des regards est présentée par la figure IV-1.

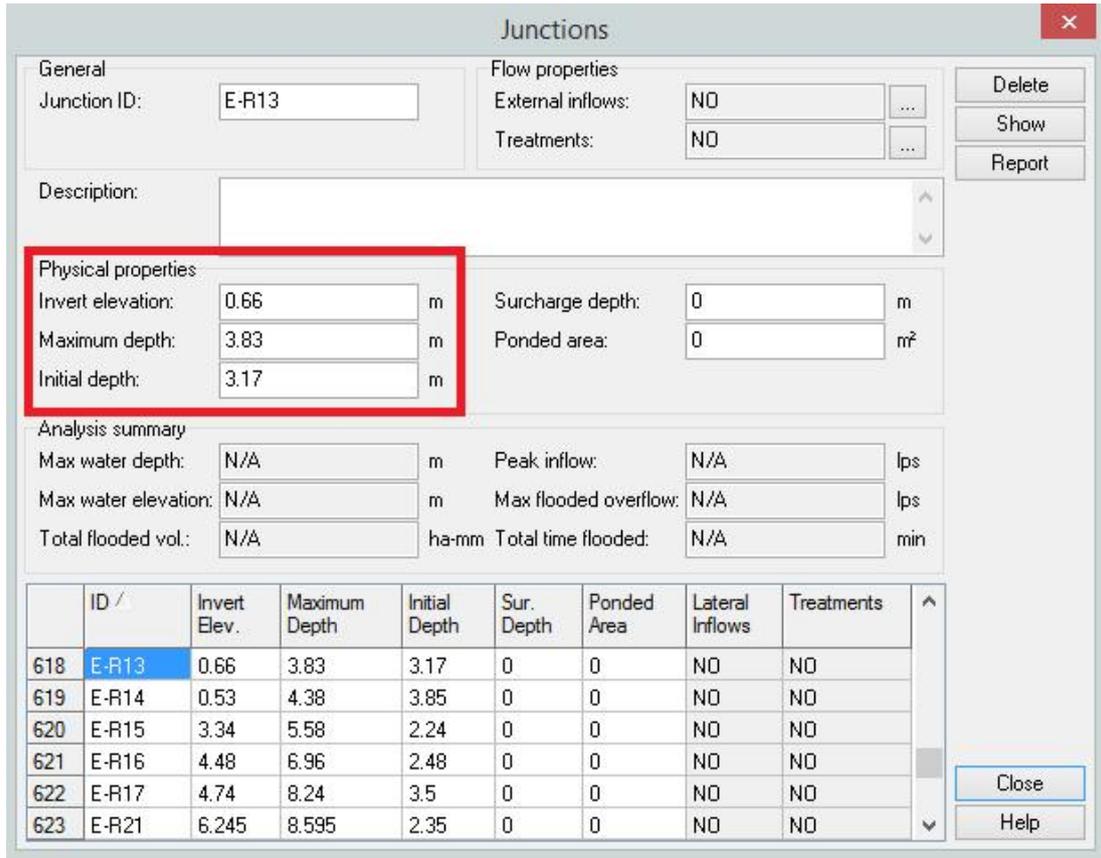


Figure IV-1 : Insertion des données des regards

2.2 Intégration des données des conduites

Pour les conduites ont introduit :

- ✓ Longueur ⇒ length
- ✓ Forme ⇒ Shape
- ✓ La rugosité de Manning ⇒ Manning's roughness
- ✓ Diamètre ⇒ Diameter

L'insertion des données des conduites est présentée par la figure IV-2

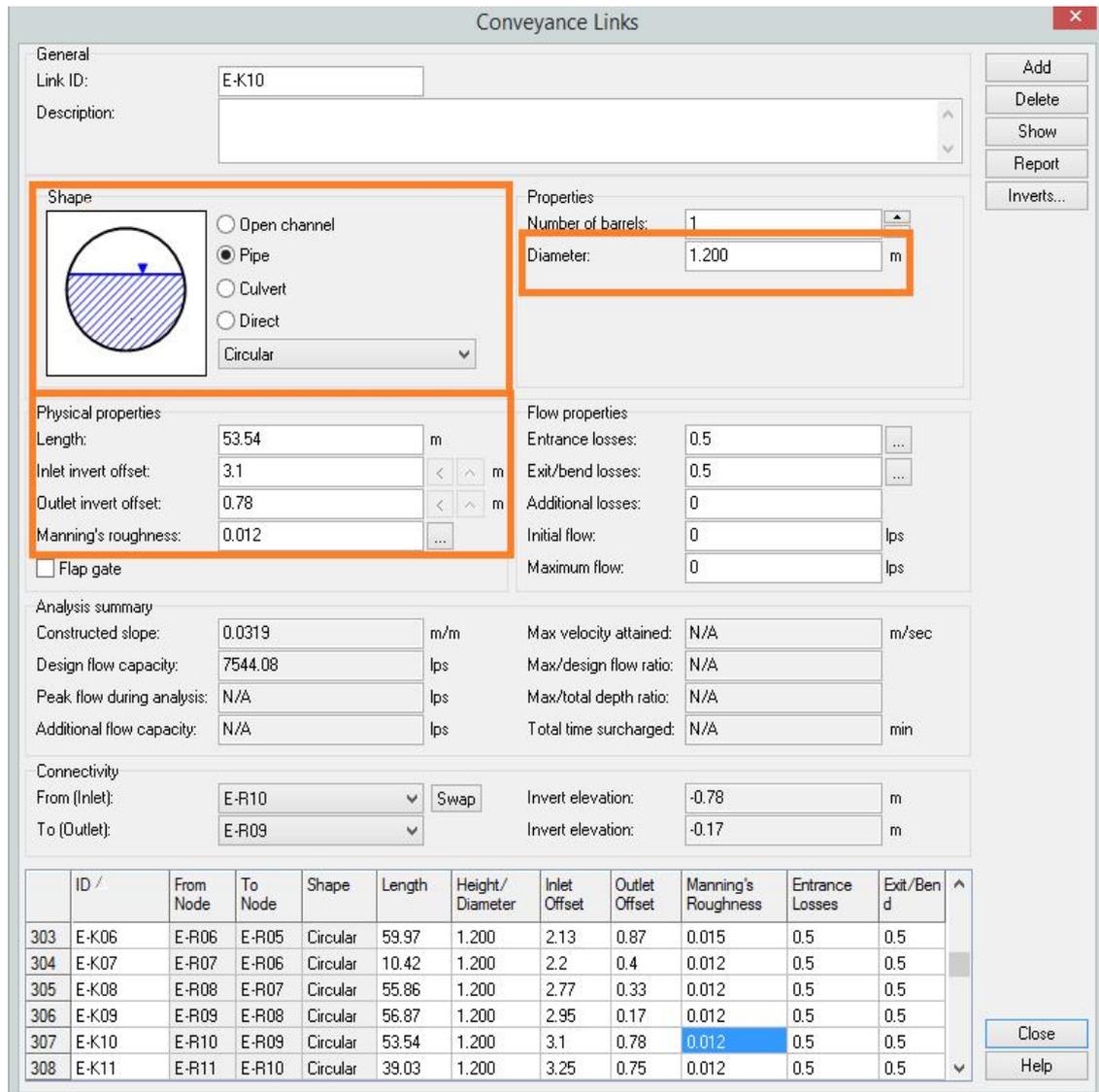


Figure IV-2: Insertion des données des conduites

2.3 Intégration des données des Bassin versant

- ✓ Les données des bassins versants nécessaires sont:
- ✓ Largeur équivalente ⇒ equivalent width
- ✓ Surface ⇒ area

L'insertion des données des données des bassins versants est donnée par la figure IV-3.

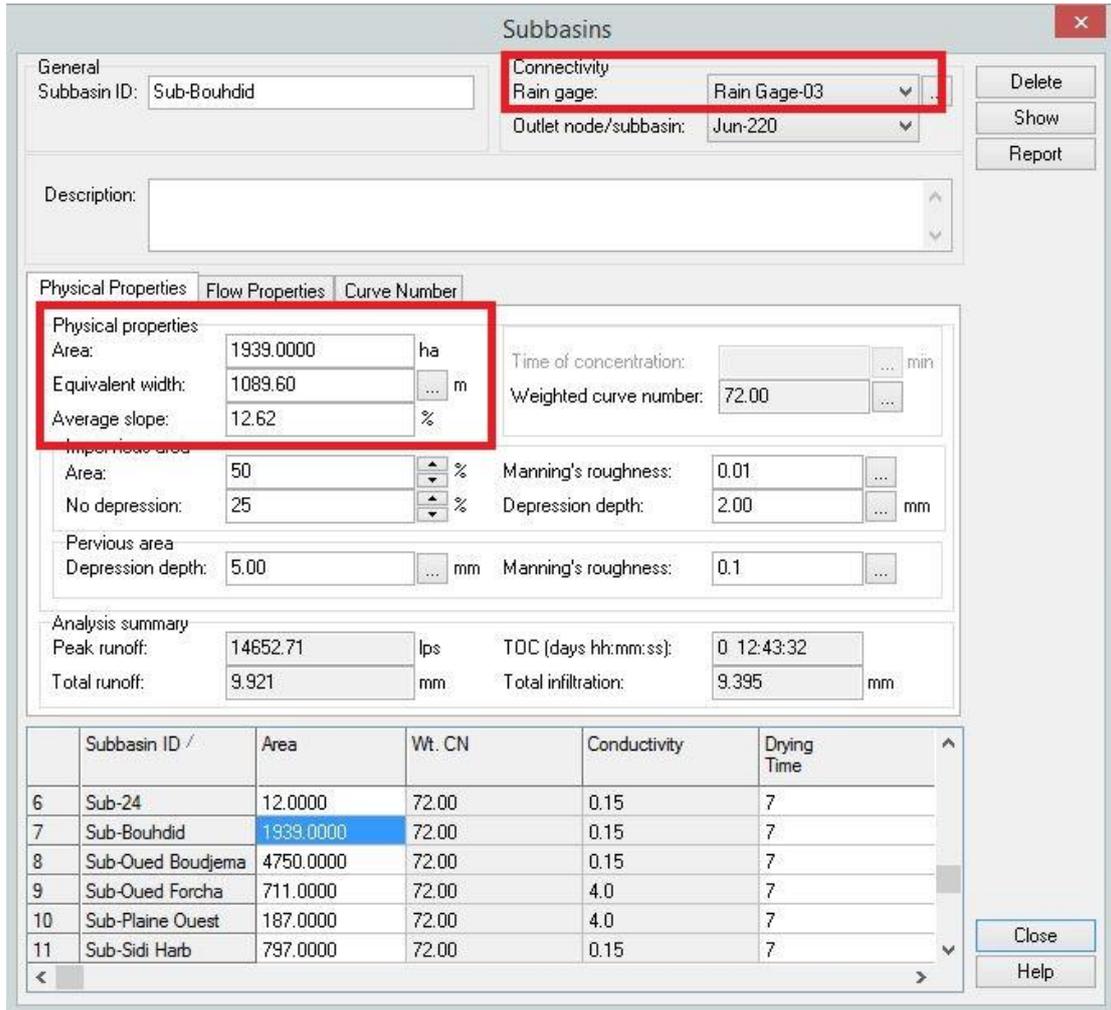


Figure IV-3: Insertion des données des BV.

2.4 Intégration des données des cours d'eaux

A partir d'un document réalisé à l'aide du logiciel HEC-Ras on a calculé la largeur du fond, la hauteur et les pentes.

Le cours d'eau du centre ville d'Annaba réalisé par Hec-Ras est montré par la figure IV-4.

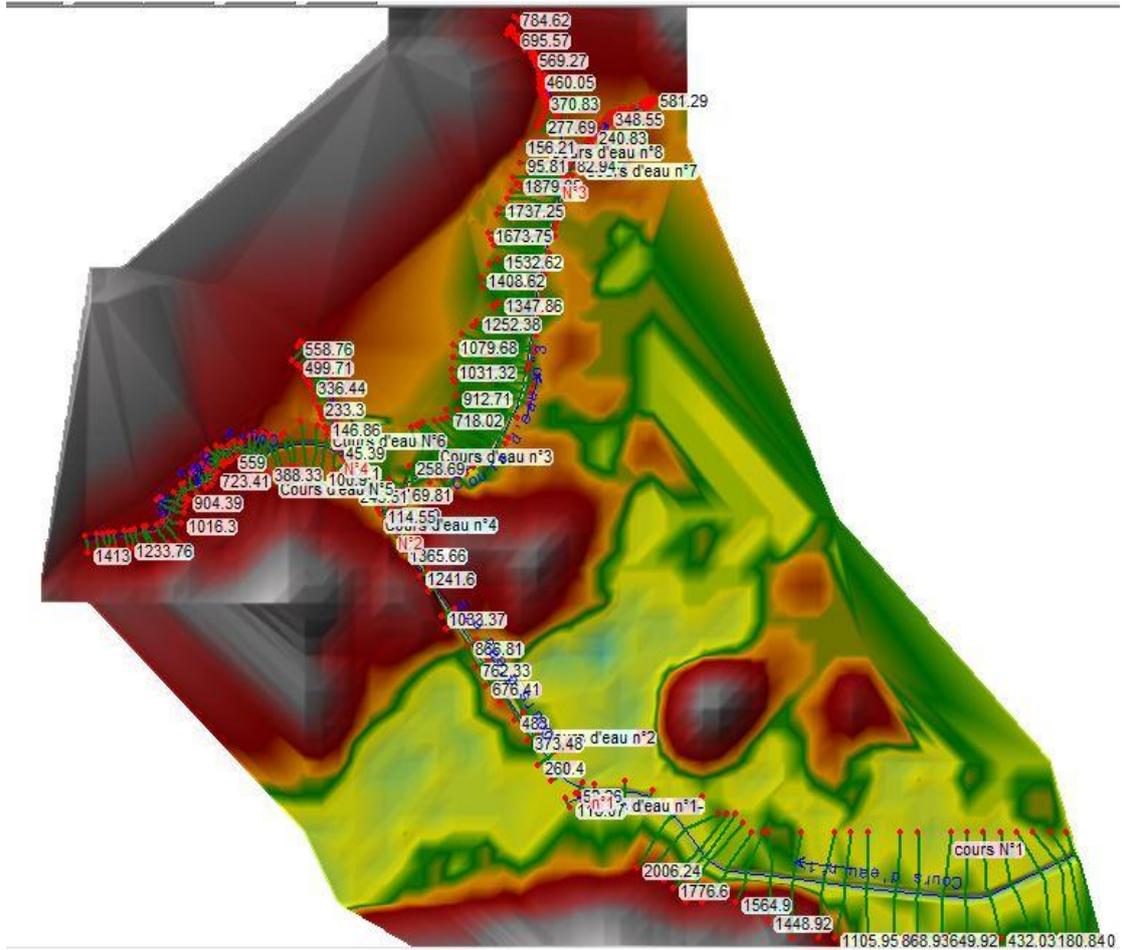


Figure IV-4: Cours d'eau du centre ville d'Annaba réalisé par Hec-Ras

Pour les cours d'eaux on introduit les données suivantes:

- ✓ Shape ⇒ forme
- ✓ Height ⇒ Hauteur
- ✓ Bottom width ⇒ Largeur du fond
- ✓ Left/Right side slope ⇒ pente

L'insertion des données des cours d'eaux est présentée par la figure IV-5.

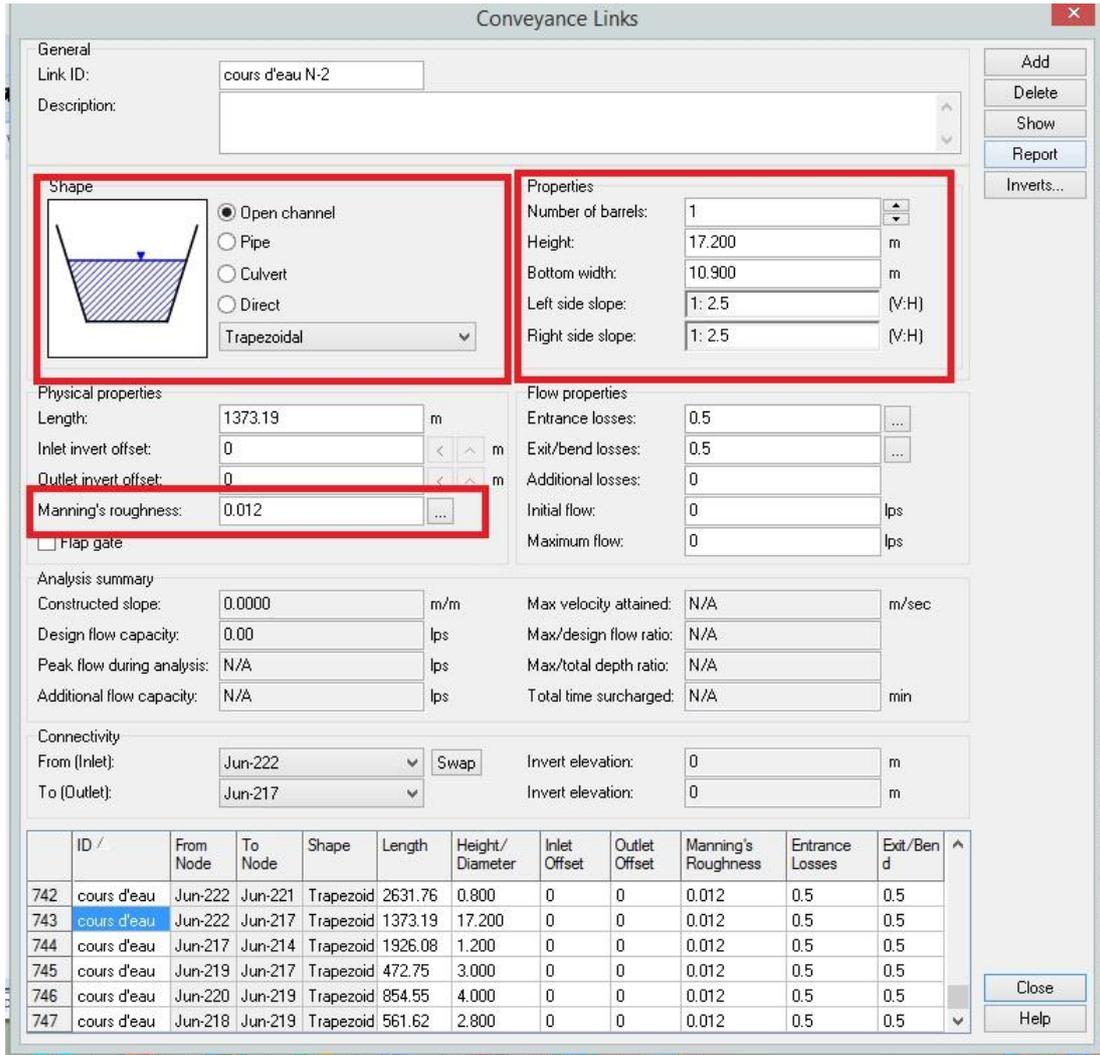


Figure IV-5: Insertion des données des cours d'eaux.

2.5 Intégration des données des Pluie

On a introduits la pluie du projet une d'une période de retour $T= 100$ ans.

Par projection à partir de l'hyétogramme on obtient ces courbes qui sont présentés dans la figure IV-6.

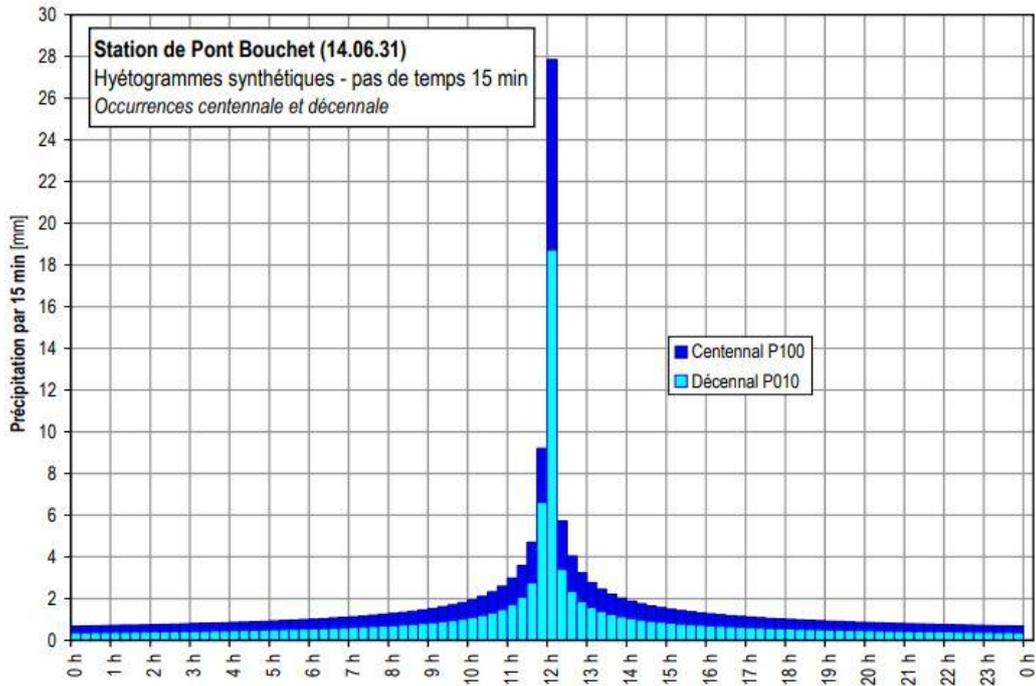


Figure IV-6: Hyétogrammes synthétiques - pas de temps 15 min.

La courbe de pluie de période de retour $T=100$ ans est présentée par la figure IV-7.

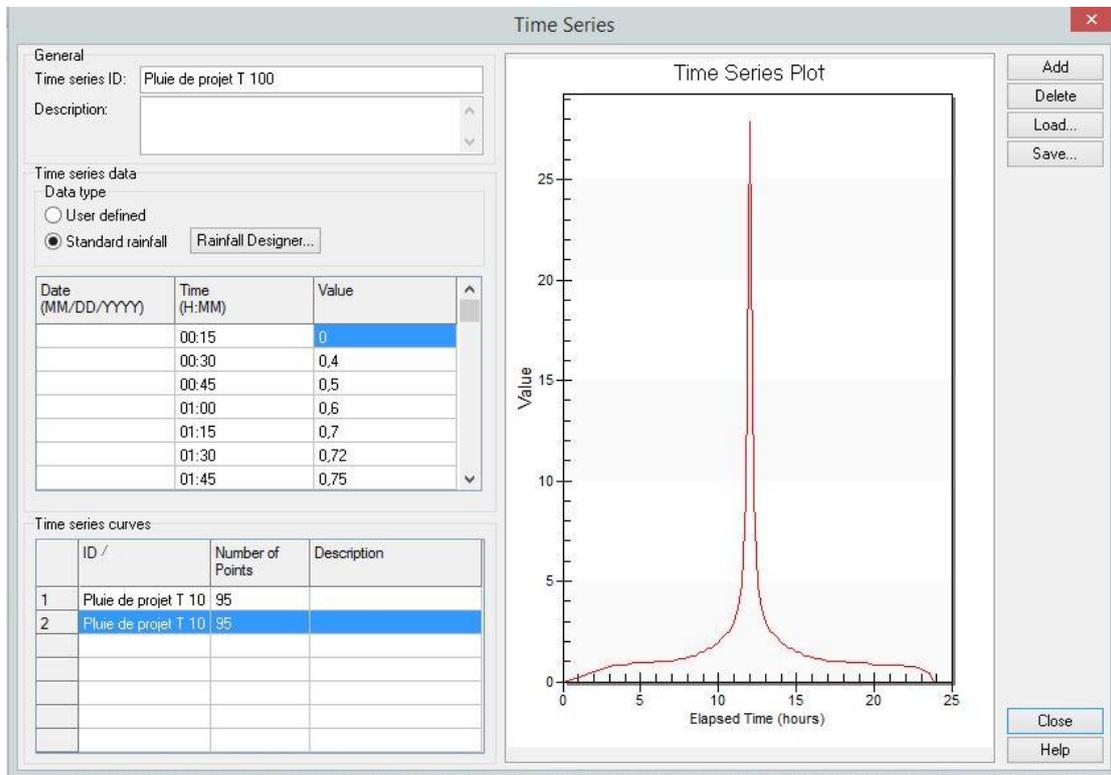


Figure IV-7: Courbe de pluie de période de retour $T=100$ ans

2.6 Courbe de pompe

Pour les cinq stations SR (Sidi Brahim, Ancienne Gare, Rizi Amor, Elysa et Bouzerred Hocine) les courbes des pompes ont été construites sur SSA.

Pour réaliser ce modèle on a choisi la courbes Type 2 : $h=f(Q)$.

Les courbes de chaque station sont présentées dans les figures 8, 9, 10, 11 et 12.

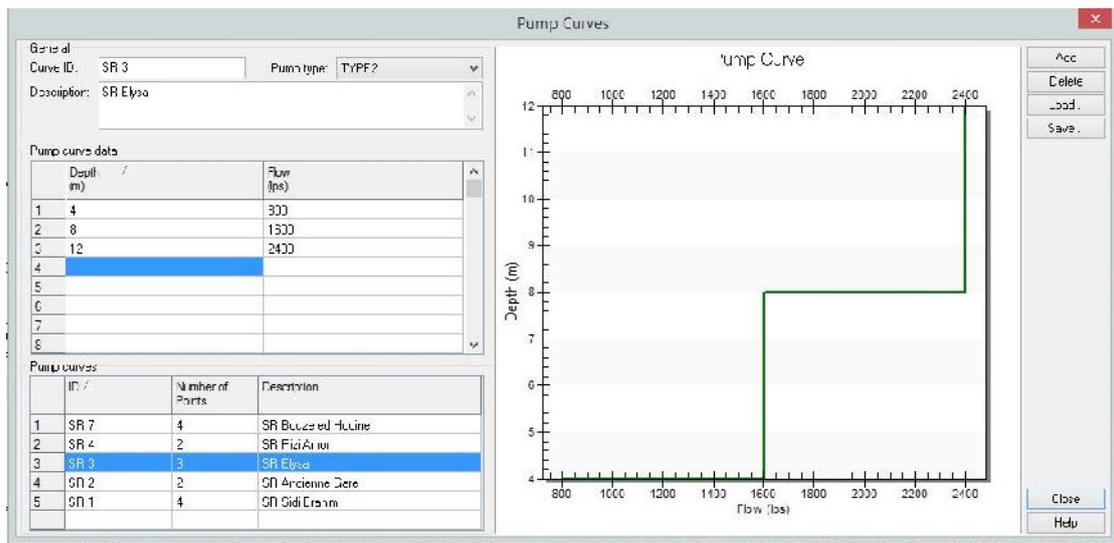


Figure IV-8: Courbe de pompe de la station de pompage Elysa

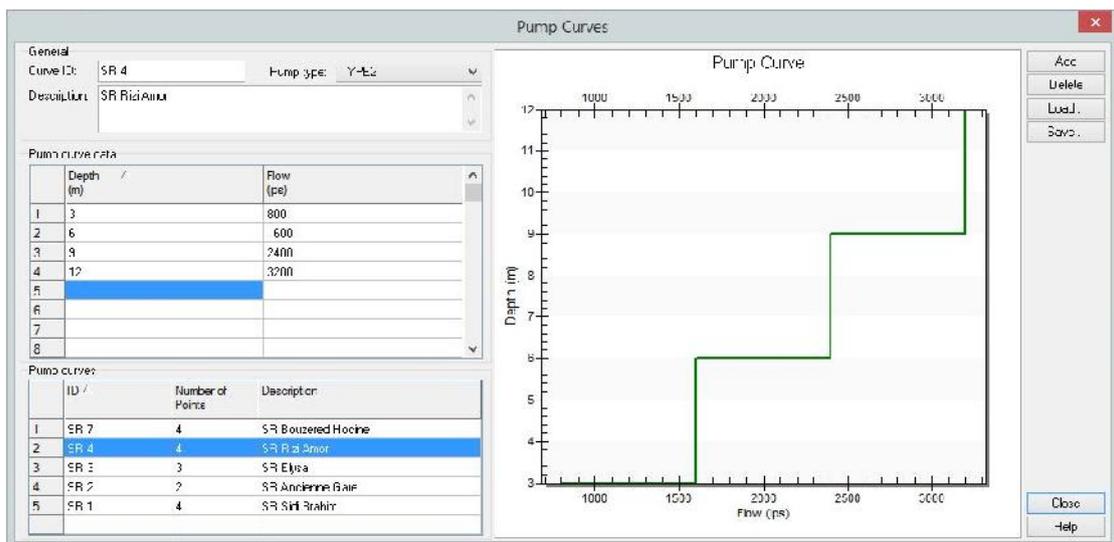


Figure IV-9: Courbe de pompe de la station de pompage Rizi Amor

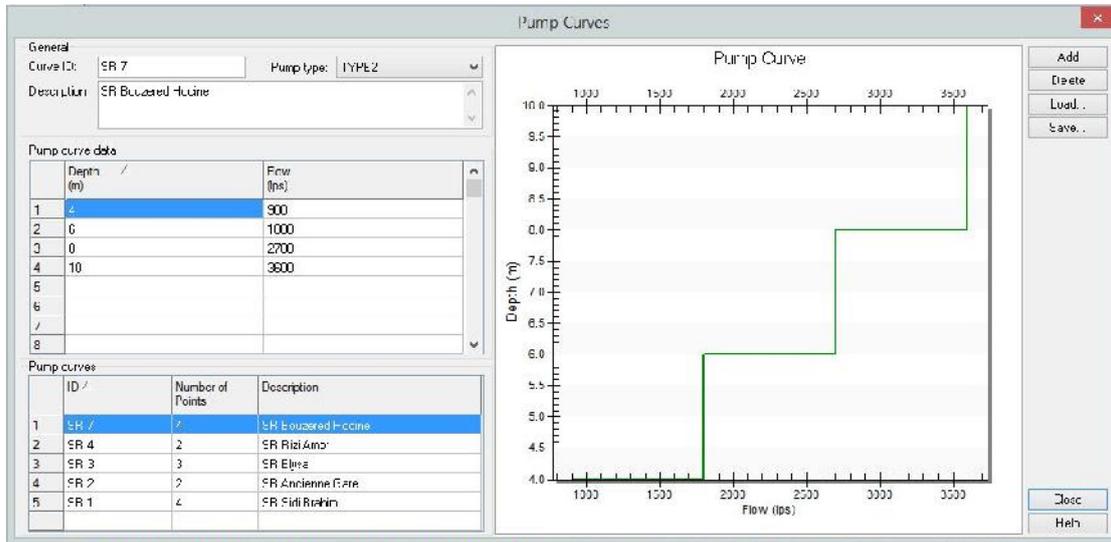


Figure IV-10: Courbe de pompe de la station de pompage Bouzerred Houcine

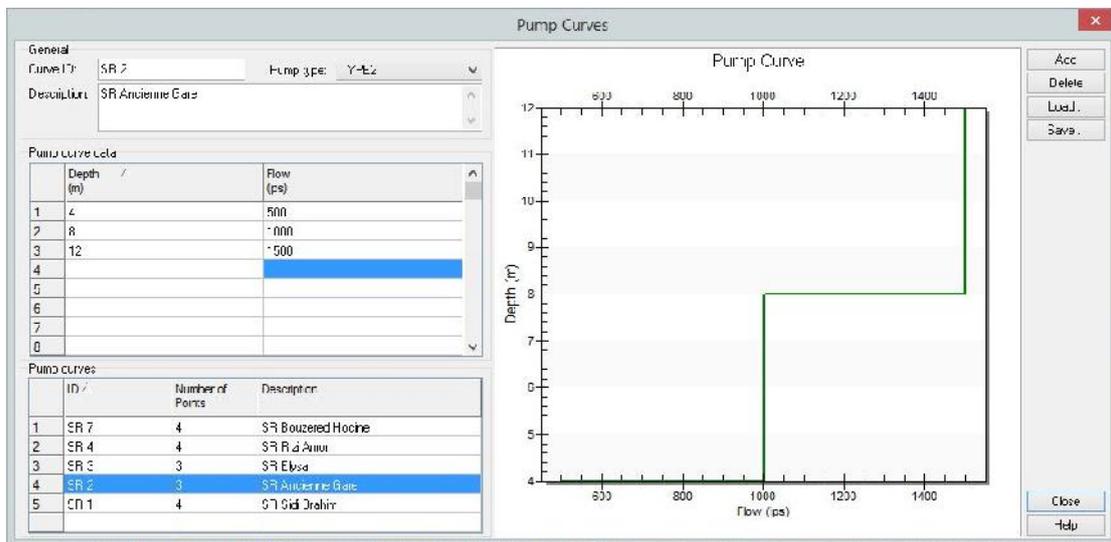


Figure IV-11: Courbe de pompe de la station de pompage Ancienne Gare

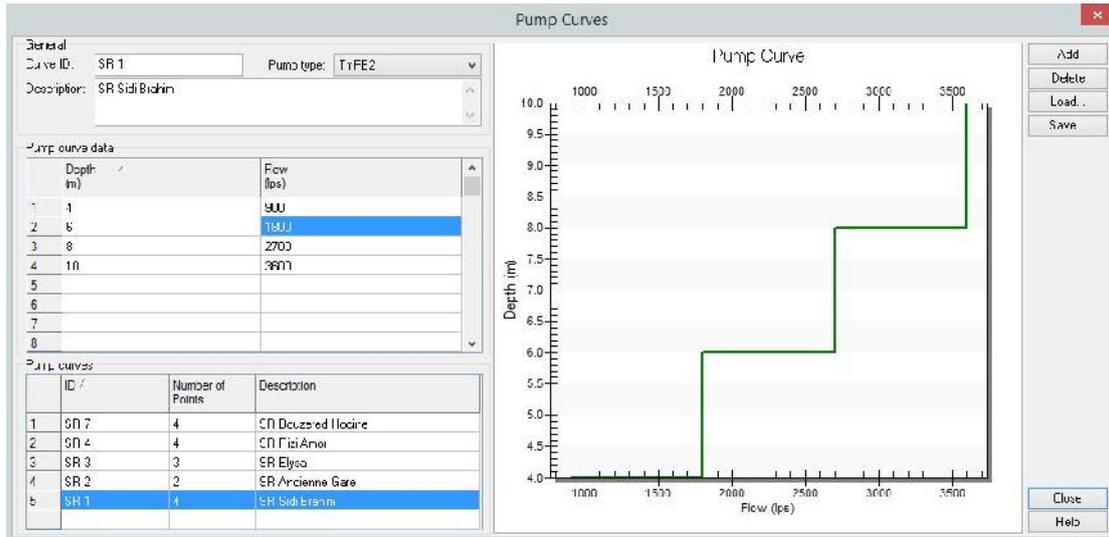


Figure IV-12: Courbe de pompe de la station de pompage Sidi Brahim

3. méthode utilisée

La méthode d'hydrologie SWMM est sélectionnée, bien que les paramètres d'infiltration soient spécifiés pour chaque sous-bassin.

Une seule méthode d'infiltration peut être sélectionnée pour la simulation du modèle.

4. Simulation

- ✓ Sélectionnez ANALYSIS PERFORM ANALYSIS ou cliquez sur l'icône PERFORM ANALYSIS dans le menu déroulant.
- ✓ Le vérificateur examine les données d'entrée définies pour tout problème potentiel avec les données du modèle. S'il rencontre une erreur avec les données d'entrée, il expliquera

Qu'est-ce qui ne va pas et comment vous pouvez le corriger?

En tant que modelleur expert, en soulignant les erreurs contenues dans le modèle (Figure IV-13).

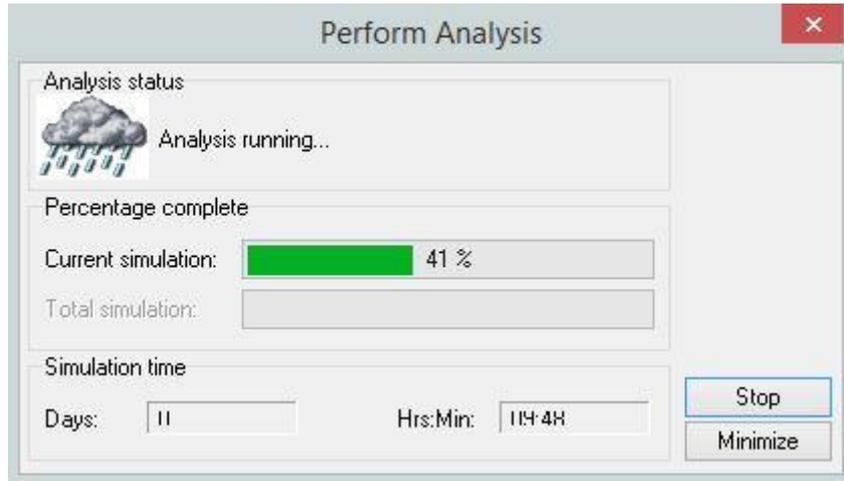


Figure IV-13: La boîte de dialogue Perform Analysis affiche le statut de la simulation du modèle.

Une fois l'analyse terminée, le logiciel affichera que l'analyse a été effectuée. Réussi, comme le montre la figure IV-14:

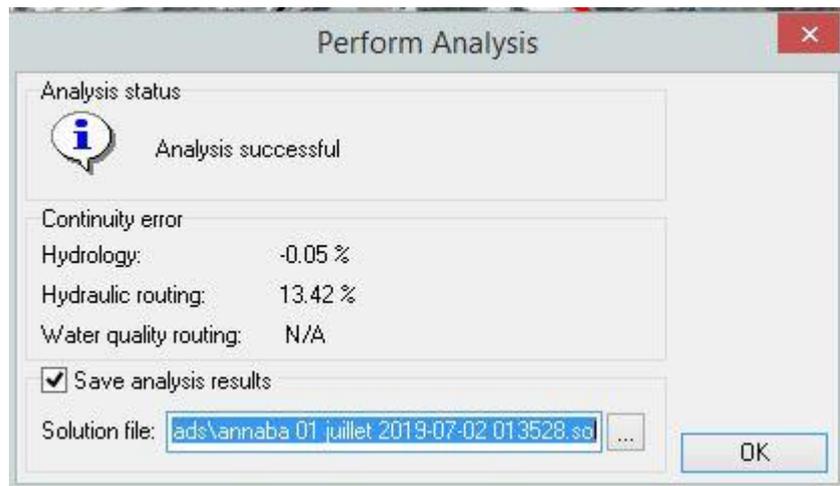


Figure IV-14: Le logiciel signalera que l'analyse a réussi

5. Résultats de simulation:

La simulation par Storm And Sanitary Analysis nous a permis l'affichage de tous les résultats concernant les débits, les profondeurs d'eau, les diamètres et les profils en long.

Le résultat de la simulation est présenté dans la figure 15.

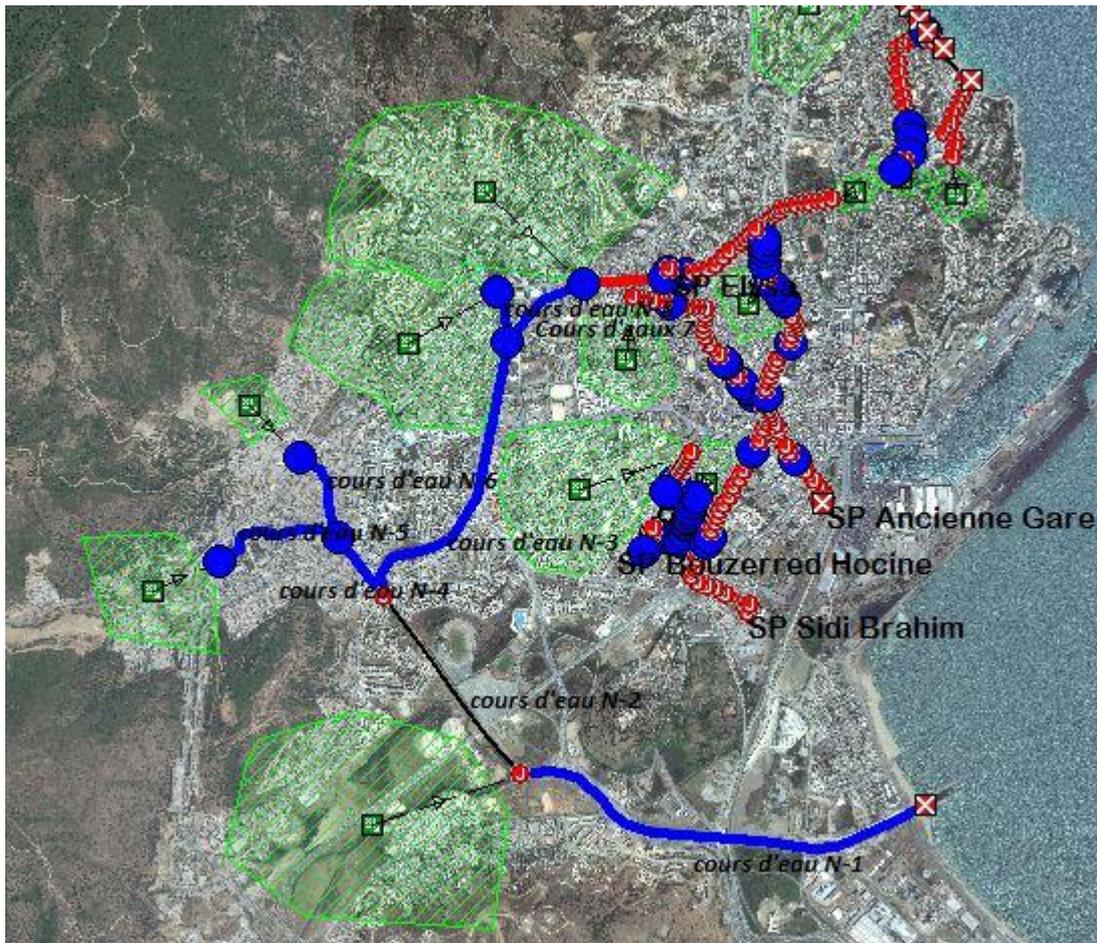


Figure IV-15: le modèle après simulation

6. Profil en long:

Pour créer un tracé de profil:

1. Cliquez sur l'icône PROFILE PLOT dans la barre d'outils.
2. Le panneau de dialogue ancré Plot de profils s'affiche à gauche de l'application. Ce panneau de dialogue ancré est utilisé pour définir le chemin le long duquel le tracé de profil sera généré.

Les profils en long du collecteur principal avant et après simulation sont présentés sur les figures IV-16 et IV-17.

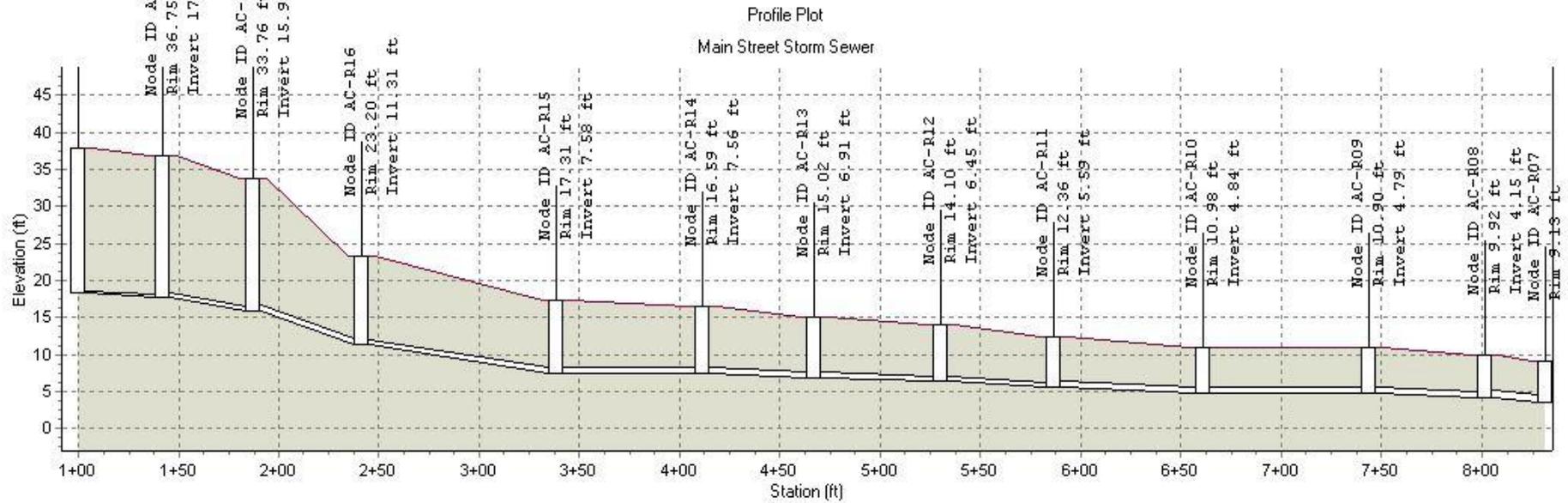


Figure IV- 16: Profil en long d'un collecteur principal avant simulation

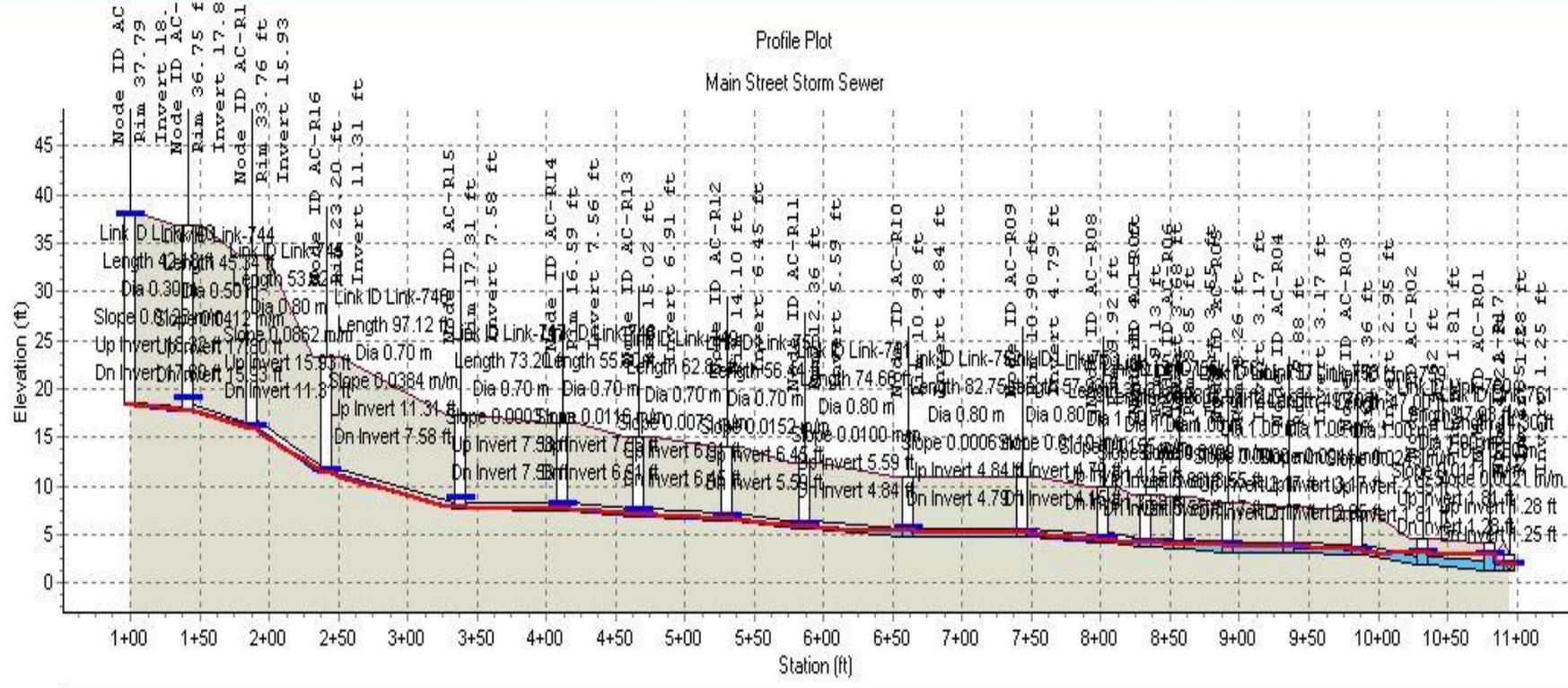


Figure IV-17: Profil en long d'un collecteur principal après simulation

7. Conclusion

Le présent travail a pour objectif de construire un modèle hydrologique et hydraulique de certaines zones du centre ville de Annaba afin de l'utiliser dans une future étude des possibles impacts du changement climatiques.

Durant ce travail, une fastidieuse recherche des différentes données du réseau, des bassins versant et des ouvrages hydrauliques à été faite, avec une préparation des données pour implémentation sous SSA.

Le réseau d'assainissement, le réseau hydrographique et les stations de relevages ont été intégrés. Une simulation pour tester ce réseau avec la pluie de projet centennale a été faite.

Les premiers résultats sont encourageants. Le modèle pour être améliorer en intégrant d'autres ouvrages tels que les bassins de rétentions et le futur barrage érecteur.

- ✓ J'ai simulé le modèle avec une pluie de projet de périodes de retour de 100 ans pour évaluer la capacité du réseau.
- ✓ Dans le cadre de futures études, il serait intéressant d'étudier la pollution et le transport solide générés par le réseau au moyen du module Mouse-trap et l'impact de ces derniers combiné à l'effet du changement climatique sur les milieux récepteurs soit par une analyse prédictive ou en temps réel afin de mieux appréhender le fonctionnement du réseau et donc être mieux habilités à faire face à ses pernicieux débordements.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Encyclopédie de l'hydrologie urbaine et de l'assainissement, B. CHOCAT
- [2] BELHOCINE.AHCENE., 2002 :«Diagnostic du réseau d'assainissement de la ville de Chercell (W.TIPAZA), P.E.F d'Ingénieur en hydraulique urbaine, Ecole nationale supérieure de l'hydraulique ARBAOUI Abdallah,
- [3] <http://dspace.univ-tlemcen.dz/bitstream/112/12015/1/Ms.Hyd.Ghali.pdf>,
- [4] http://www.assainissementDurable.com/DM/ged/PUBLIC/textes_de_reference/int-77-284-instruction-technique-relative_reseaux-d-assainissement-agglomerations.pdf,
- [5] <http://dspace.univtlemcen.dz/bitstream/112/11915/1/Ms.Hyd.Fandi%2BBenaza.pdf>
- [6] Guide du logiciel Storm & Sanitary Analysis
- [7] Mission A, C schéma directeur Annaba - Rapport,