

République algérienne démocratique et populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية



جامعة عين تموشنت بلحاج بوشعيب
Université d'Ain-Temouchent Belhadj Bouchaib
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département d'Hydraulique



Mémoire pour l'Obtention du diplôme de Master
Filière : HYDRAULIQUE
Spécialité : Hydraulique Urbain

Thème

Modélisation du réseau de distribution d'AEP par MIKE URBAN

PRESENTE PAR :
DERRAR Hadjer

SOUTENU LE : 21/06/2023

DEVANT LE JURY COMPOSE DE :

PRÉSIDENTE : DR BENCHAKOUR H.
EXAMINATEUR : MR NEHARI A.
ENCADRANTE : DR BAGHLI-MERABET N.

ANNEE UNIVERSITAIRE 2022/2023

REMERCIEMENTS

PERMETTEZ-MOI DE PRÉSENTER MES SINCÈRES REMERCIEMENTS À TOUS CEUX QUI M'ONT SOUTENU DURANT MON PARCOURS SCOLAIRE ET QUI ONT ÉTÉ À MES CÔTÉS DANS TOUS LES MOMENTS EN VUE DE TERMINER MES ÉTUDES.

PARMI CETTE ASSISTANCE JE CITE TOUS LES MEMBRES DU DÉPARTEMENT HYDRAULIQUE.

N'OUBLIONS PAS CELUI QUI ÉTAIT TOUJOURS MES CÔTÉS, POUR ÉLABORER CE TRAVAIL, MONSIEUR ABABOU HABIB À QUI JE DOIS TOUT LE MÉRITE ET À MADAME BAGHLI N AUX MOMENTS DIFFICILES.

LA GRANDE CONSIDÉRATION À L'ÉQUIPE SEOR, UNE ÉQUIPE GRANDIOSE QUI M'A PERMIS METTRE EN RELIEF MON SAVOIR THÉORIQUE AVEC LA RÉALITÉ SUR LE TERRAIN ET TOUT LE MÉRITE REVIENT À L'ÉQUIPE TECHNIQUE QUI M'AAUSSI PERMIS DE JOINDRE LA THÉORIE À LA TECHNIQUE <CHAPEAU À CETTE ÉQUIPE >

ET ENFIN UN GRAND MERCI À TOUS CEUX QUI ONT ÉTÉ À MES CÔTÉS.

DÉDICACE

*APRÈS BEAUCOUP D'EFFORTS PHYSIQUES ET MORAUX
DURANT MON PARCOURS D'ÉTUDES VOICI CE JOUR QUE
J'AI ATTENDU AVEC PATIENCE ET SOUHAIT.*

LE BUT VIENT D'ÊTRE ATTEINT.

*JE DÉDIE CE RÉSULTAT AVANT TOUT À CEUX QUI À
AUCUN MOMENT N'ONT HÉSITÉ À ÊTRE À MES CÔTÉS
DANS TOUS LES SENS, MES CHERS PARENTS, MA MODESTE
FAMILLE (PÈRE, MÈRE, FRÈRE, SŒURS) À MES MA FAMILLE
PATERNELLE ET MATERNELLE, À MES AMIS ET COLLÈGUES
ET À TOUT CE QUI M'ONT SOUTENU DURANT MON
PARCOURS.*

MERCI À L'ENSEMBLE ET BONNE CHANCE À TOUS

الملخص

يقع مسير شبكة الإمداد بالمياه الصالحة للشرب عادة في مواجهة عدة صعوبات والتي أهمها عدم معرفته للشبكة بشكل جيد بأخذ الاعتبار لمداهها وتنوعها عموما تعدد دفعات الأعمال المنجزة حسب تقنيات مختلفة و على مدى السنوات. علاوة على ذلك، يجد المسير نفسه يوميا في مواجهة العديد من المشاكل مثل التسريبات، التمزق في الشبكة بالإضافة إلى التوصيلات الغير قانونية مع تقدم أدوات تكنولوجيا المعلومات أصبحت نمذجة الشبكات جزئ أساسيا في تصميم و إدارة نظم الإمدادات بالمياه في هذا الصدد، فإن العمل الحاضر ينص على استلام شبكة المياه الصالحة للشرب لمنطقة سيدي حمادوش الواقعة بولاية سيدي بلعباس لتحسين إدارة الشبكة باستخدام نموذج الحساب (MIKE URBAN) للاستفادة من بيئة عمل فعالة التي بدورها ستسهل تحليل تصرف الشبكة المدروسة و السماح لنا بتقديم نصائح لمعالجة المشاكل التي تم تحديدها خلال النمذجة.

Résumé

Le gestionnaire du réseau d'adduction d'eau potable fait généralement face à plusieurs difficultés dont la plus importante est la méconnaissance du réseau.

La considération de leur étendue et de leur variété tient généralement à la multiplicité des lots de travaux réalisés selon des techniques différentes et au fil des années. De plus, le gestionnaire se retrouve quotidiennement confronté à de nombreux problèmes tels que les fuites, les ruptures de réseau en plus des branchements illégaux.

Avec l'évolution des outils informatiques, la modélisation du réseau est devenue un élément essentiel dans la conception et la gestion des systèmes d'approvisionnement en eau dans ce égard.

Le présent ouvrage prévoit la réception du réseau d'eau potable pour la zone de Sidi Hamadouche située dans la wilaya de Sidi Bel Abbes afin d'améliorer la gestion du réseau à l'aide du modèle de calcul (MIKE URBAN) pour bénéficier d'un ouvrage efficace environnement qui à son tour facilitera l'analyse du comportement du réseau étudié et nous permettra de fournir des conseils pour résoudre les problèmes identifiés lors de la modélisation.

Abstract

The manager of the drinking water supply network usually faces several difficulties, the most important of which is his lack of knowledge of the network well, taking into account extent and diversity in general, the multiplicity of batches of work carried out according to different techniques and over the years. Moreover, the manager finds himself daily facing many problems such as leaks, ruptures in the network as well as illegal connections. With the advancement of information technology tools, network modeling has become an essential part in the design and management of water supply systems. In this regard, the present work states that Receipt of the potable water network for the Sidi Hamadouche region located in the wilaya of Sidi Bel Abbes to improve the management of the network using the calculation model (MIKE URBAN) to benefit from an effective work environment that in turn will facilitate the analysis of the behavior of the studied network and allow us to provide advice to address the problems identified during the modeling.

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE.....	14
CHAPITRE I	16
LES RESEAUX D’ALIMENTATION EN EAU POTABLE	16
I.1 Introduction.....	16
I.2 Le système d’alimentation en eau potable	16
I.3 Topologie du réseau d’eau potable	17
I.3.1 Les réseaux ramifiés	17
I.3.2 Les réseaux maillés	18
I.3.3 Un réseau mixte.....	24
I.3.4 Un réseau étagé	24
I.4 Conclusion	25
CHAPITRE II.....	27
LES LOGICIELS DE DIMENSIONNEMENT DES RESEAUX D’AEP (SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE)	27
II.1 Introduction.....	27
II.2 Logiciel Epanet.....	27
II.2.1 Présentation du modèle logiciel.....	27
II.2.2 Capacité pour la modélisation hydraulique	28
II.2.3 Capacité pour la modélisation de la qualité de l'eau.....	29
II.3 Logiciel WaterCAD.....	30
II.3.1 Présentation du modèle WaterCAD	30
II.3.2 Capacité pour la modélisation hydraulique	30
II.4 Logiciel piccolo	32
II.4.1 Présentation du modèle logiciel.....	32
II.4.2 Capacité pour la modélisation hydraulique	33
II.5 Logiciel MIKE URBAN.....	34
II.5.1 Présentation :	34
II.5.2 La modélisation des réseaux d’eau avec MIKE URBAN.....	35
II.5.3 MIKE URBAN et les fonctionnalités SIG	37
II.5.4 Utilisation de MIKE URBAN avec SIG.....	40
II.5.5 MIKE URBAN dans les systèmes opérationnels	41

II.5.6	MIKE URBAN pour la modélisation des inondations Urbanes	42
II.6	Conclusion.....	43
CHAPITRE III		45
PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE		45
III.1	Introduction	45
III.2	Informations géographiques concernant la ville de Sidi Hamadouche	45
III.2.1	Localisation du site.....	45
III.2.2	Coordonnées géographiques de Sidi Hamadouche :.....	46
III.3	Situation climatique.....	46
III.3.1	Climat	46
III.3.2	Pluviométrie	46
III.3.1	Température.....	48
III.3.2	Agriculture.....	48
III.3.3	Description du système actuel	49
III.3.3.1	SITUATION DE L'AEP	49
III.3.3.2	SITUATION DE L'ASSAINISSEMENT :.....	52
III.3.4	Problématique du projet :	53
III.3.5	Solution envisageable :.....	53
III.3.6	Estimation de la population.....	55
III.3.6.1	Equipements	56
III.3.6.2	Calcul de la consommation d'eau moyenne journalière (Q_{moy-J})	57
III.3.6.3	Évaluation et calcul des besoins en eau domestiques	57
III.3.7	Calcul hydraulique.....	64
III.3.7.1	Calcul du débit spécifique	64
III.3.7.2	Calcul du débit en route.....	65
III.3.7.3	Calcul du débit aux Nœuds.....	68
III.3.8	Conclusion.....	72
CHAPITRE IV : MODELISATION DE RESEAU D'AEP PAR MIKE URBAN ET EPANET		74
IV.1	Introduction.....	74
IV.2	Simulation du réseau d'AEP avec Epanet (Méthode Classique).....	76
IV.2.1	Tracé du réseau d'AEP de Sidi Hamadouche par le logiciel AutoCAD :	76
IV.2.2	Conversion du fichier AutoCAD, (dwg) vers un fichier AutoCAD, dxf :	76

IV.2.3	Export du réseau d'AutoCAD vers Epacad	77
IV.3	Simulation du réseau avec Epanet	79
IV.3.1	les résultats de la simulation affiche :	80
IV.3.2	Analyse du résultat de simulation(Figure IV_ 17)	81
IV.3.4	Interprétation des résultats :	89
IV.4	Présentation du logiciel Mike Urban	90
IV.4.1	Définition de logiciel Mike Urban:	90
IV.4.2	Objets du logiciel :	90
	Liste des éléments contenus dans Fichier (File) :	92
IV.4.3	Le processus de la modélisation	94
IV.4.4	Modèle utilise (comment importer le réseau vers le Mike Urban):	94
IV.5	Simulation du réseau d'AEP avec Mike Urban.....	95
IV.5.1	Modèle hydraulique et algorithmes de simulation.....	95
IV.5.2	Création d'une base de donné a partir du Fichier Auto CAD.....	96
IV.5.2.1	Outils de modélisation	96
IV.5.3	Simulation du fonctionnement du réseau :	111
IV.5.4	Résultats de la simulation :	112
IV.5.5	Analyse du résultat de simulation :	112
IV.5.6	Interprétation du résultat :	117
IV.6	Comparaison entre l'Epanet et le Mike Urban :	117
IV.6.1	Comparaison des résultats	119
IV.6.2	Interprétation	121
V	CONCLUSION GENERALE.....	122

LISTE DE FIGURE

Figure I_ 1Le système d'alimentation en eau potable.(BARDIAUX, 2016)	16
Figure I_ 2Réseau de distribution ramifié (BARDIAUX, 2016).....	17
Figure I_ 3 Schéma de réseau ramifié pour zone résidentielle.	18
Figure I_ 4 Schéma réduit représentatif d'un réseau ramifié.	18
Figure I_ 5 Réseau de distribution Maille. (BARDIAUX, 2016).....	19
Figure I_ 6 Schéma réduit représentatif d'un réseau maillé.....	20
Figure I_ 7 Schéma d'une boucle dans un réseau maillé.....	20
Figure I_ 8 Une maille simple.....	21
Figure I_ 9 Schéma réseau maillé à une seule boucle.	23
Figure I_ 10 Schéma d'un réseau présentant de multiples boucles.	23
Figure I_ 11Une conduite a de diamètre différent.	24
Figure II_ 1Epanet Logiciel de dimensionnement du réseau d'AEP.....	27
Figure II_ 2 Logiciel WaterCAD.....	30
Figure II_ 3L'interface de Water CAD.	31
Figure II_ 4Modèle Piccolo.....	32
Figure II_5 Exploitation des résultats.....	33
Figure II_ 6 Architecture modulaire de MIKE Urbain	35
Figure II_ 7 Exemple de modèle développé dans MIKE Urban.....	36
Figure II_ 8 Exemples d'interface de MIKE URBAN (mode "Assainissement").....	37
Figure II_ 9 Gestion des couches de donnée dans MIKE URBAN.	38
Figure II_ 10 Carte thématique de résultat dans MIKE URBAN.	39
Figure II_ 11 Exemple de présentation automatique de résultats de simulation de MIKE URBAN.	39
Figure II_ 12 Visualisation 3D de réseaux de distribution MIKE URBAN dans Arc Scène.....	40
Figure II_ 13 Utilisation de Mike Urban pour la production et la mise a jour de cartes de risque et d'aléas... 41	
Figure II_ 14 MIKE URBAN Modèle des inondations Urbanes.....	42
Figure III _ 1Situation géographique de Sidi Hamadouche.....	45
Figure III _ 2Image satellitaire de Sidi Hamadouche.	46
Figure III _ 3Composition du réseau d'AEP.....	50
Figure III _ 5Château 150 m3.....	51
Figure III _ 4 Château 500 m3.....	51
Figure III _ 6Une Vanne.....	51
Figure III _ 7Forage.....	51
Figure III _ 8Zone alimente par le château d'eau.....	53
Figure III _ 9 Zone Alimente Par Le Forage.	53
Figure III _ 10Evolution de la population de Sidi Hamadouche.	56
Figure IV_ 1 L'architecture modulaire d'un logiciel de simulation basée sur des modules	75
Figure IV_ 2Un exemple d'architecture (MIKE URBAN) basée sur la technologie Arc Object d'ESRI.....	75
Figure IV_ 3Tracé du réseau d'AEP de Sidi Hamadouche sur AutoCAD	76
Figure IV_ 4Conversion du fichier Auto-CAD,dwg vers un fichier Auto-CAD,dxf.	76

Figure IV_ 5La propriété de Format de Fichier AutoCAD dxf.	77
Figure IV-6 Logo du logiciel de L'Epacad.....	77
Figure IV_ 7 importé de fichier DXF.	77
Figure IV-8Export du réseau d'Epacad vers Epanet.	78
Figure IV-9 Sélection des paramètres.	78
Figure IV_ 10 Louverture de Fichier Epanet.....	78
Figure IV-11 Réseau affiché par	79
Figure IV-12 Le réseau corrigé	79
Figure IV_ 13 Lancer la Simulation.	79
Figure IV_ 14 Tableau de résultat.	80
Figure IV_ 15Réseau affiché sur Epanet.	80
Figure IV_ 16Visualisation des résultats.....	81
Figure IV_ 17 Plan de simulation du centre Sidi Hamadouche par Epanet.....	88
Figure IV_ 18 l'interface de logiciel.	91
Figure IV_ 19Objets de dessin.	92
Figure IV_ 20 Création des bases de données.	94
Figure IV_ 21Schéma indiquant la méthodologie d'analyse hydraulique utilisée par Mike.....	95
Figure IV_ 22 Le réseau de Sidi Hamadouche dans AutoCAD-Civil 3d.	96
Figure IV_ 23 Le réseau de L'AEP après inactivation les calques.	97
Figure IV_ 24 La fenêtre d'outils.....	97
Figure IV_ 25 Fenêtre de créer une surface.....	98
Figure IV_ 26 la liste de surface créé.	98
Figure IV_ 27Le type d'Objet.....	98
Figure IV_ 28 Affichage de réseau en 3D (couche MNT).	100
Figure IV_ 29 Exporter la surface vers DEM.....	100
Figure IV_ 30 les conduite d'AEP a logiciel AutoCAD civil 3d.	101
Figure IV_ 31 Enregistrement du Fichier sous forme Shp.	101
Figure IV_ 32 MAPEXPORT.	101
Figure IV_ 33 Les Types d'extension déterminée Mike Urban.	101
Figure IV_ 34 Création d'un projet sous Mike Urban.....	102
Figure IV_ 35 Import des données du réseau d'AEP Sidi Hamadouche sous forme Shapefile ;(Shp).....	103
Figure IV_ 36les Etape de l'importation des donnes.	105
Figure IV_ 37 Réseau affiché en Mike Urban.	106
Figure IV_ 38 Création d'un profil journalier.....	108
Figure IV_ 39 La courbe du profil journalier.	109
Figure IV_ 40 Calendrier journalier.	109
Figure IV_ 41 Profil cyclique.....	110
Figure IV_ 42 Distribution globale de la demande sur le réseau.....	111
Figure IV_ 43 Simulation réussie.....	111
Figure IV_ 44 Résultats EPANET s'affichera.....	112

Figure IV_ 45 Plan de simulation du Sidi Hamadouche par Mike Urban.	116
--	-----

LISTE DES TABLEAUX

Tableau III _ 1 Précipitations moyennes annuelles (1980-2016).....	47
Tableau III _ 2 Précipitations moyennes mensuelles (1980-2016).....	47
Tableau III _ 3 Répartition des précipitations saisonnières.	48
Tableau III _ 4 Température moyennes mensuelles (1980-2016).	48
Tableau III _ 5 Composition du réseau AEP.	50
Tableau III _ 6 Variation de la population.	55
Tableau III _ 7 Tableau des besoins en eau.2	56
Tableau III _ 8 Besoin Domestique.	57
Tableau III _ 9 Besoin Domestique en eau de la population de Sidi Hamadouche.	58
Tableau III _ 10 Récapitulation des besoins.	59
Tableau III _ 11 Valeur du Coefficient Alpha Max.	62
Tableau III _ 12 Valeurs des coefficients (alpha MAX, bêta MAX et Kh MAX).	62
Tableau III _ 13 Valeurs des différents coefficients (Kjmax, Kp, Khmax).	62
Tableau III _ 14 Calcul des différents débits de dimensionnement (QmoyjmaxjQmaxj et Qpt).	63
Tableau III _ 15 Longueur du tronçon.	64
Tableau III _ 16 Résultats de débit en route.	65
Tableau III _ 17 Résultats de débit aux nœuds	69
Tableau III _ 18 Coefficient de la variation journalier.	106
Tableaux IV- 1 État des Nœuds du Réseau	82
Tableaux IV- 2 État des Arcs du Réseau.	85
Tableaux IV- 3 Un tableau schématisant en général sur la base des nœuds.	104
Tableaux IV- 4 Un tableau schématisant en général sur la base des Canalisations.	104
Tableaux IV- 5 La variation de la consommation au cours de la journée.	107
Tableaux IV- 6 Résultats de la simulation dans les nœuds.	112
Tableaux IV- 7 Résultats de la simulation dans les Arc (conduite).	114
Tableaux IV- 8 Comparaison des modèles.	118
Tableaux IV- 9 les résultats des deux logiciels.	119

LISTE DES ABREVIATIONS

- 3D** : trois dimensions
- ADE** : Algérienne des eaux.
- AEP** : Alimentation en eau potable.
- APC** : Assemblé populaire communale.
- CAD** : Computer Aided Design
- CAO** : Conception Assistée par Ordinateur
- CTN** : Côte Terrain Naturel en (m).
- d** : Diamètre du tuyau en (m).
- D** : Dotation moyenne journalière des consommateurs en l/j/hab.
- DN** : Diamètre normalisé en (m).
- DRE** : Direction des ressources en eau.
- DRE** : Direction des ressources en eaux.
- e** : Epaisseur de la conduite (mm).
- g** : Accélération de la pesanteur en m/s².
- h**: Hauteur d'eau (m)
- Hab**: Habitant
- Hg** : Hauteur géométrique en (m).
- Hmt**: La hauteur manométrique totale en (m).
- HGL** :hydraulic grade line
- Jl** : perte de charge linéaire (m)
- Js** : perte de charge singulière (m)
- Jt** : perte de charge totale (m)
- K** : Coefficient de rugosité équivalente de la paroi.
- K max** : coefficient d'irrégularité maximal.
- K max h** : coefficient de consommation maximal horaire.
- Kf** : coefficient de fuite.
- Kmax.h** : Coefficient de variation de consommation maximum horaire.
- Kmax.j** : Coefficient d'irrégularité maximal qui dépend de l'importance de l'agglomération.
- l** : Coefficient de pertes de charge.
- L** : Longueur de la conduite en (m).
- l/hab/an** litre par habitant par année
- l/hab/j** litre par habitant par jour
- m³/hab/an** mètre cube par habitant par année
- MNT** : modèle numérique du terrain.
- n** : Nombre d'années sur lequel s'effectuera l'amortissement
- Ni**: Nombre de consommateurs.
- ONS** : Office national des statistiques.
- P₀** : population actuelle.
- PDAU** : Plan directeur d'aménagement et d'urbanisme
- PEHD** : Polyéthylènes haute densité.

P_n : population pour l'horizon considéré
PN 16: pression nominale 16 bars.
PVC Chlorure de Poly Vinyle
 $Q_{max j}$: consommation maximale journalier.
 $Q_{moy j dom}$: consommation moyenne journalier domestique.
 $Q_{moy j equi}$: consommation moyenne journalier des équipements.
 $Q_{moy j maj}$: débit moyenne journalier majoré.
 Q_{noeud} : Débit de noeud concerné (l/s).
 Q_p : débit de point (l/s).
Qéquipement : Besoins des équipements.
 $Q_{max.h}$: Débit entrant dans la station
 $Q_{max.j}$: Consommation maximale journalière en (m³/j).
 $Q_{moy j}$: Débit moyen journalier.
 $Q_{moyen journalier}$: Consommation moyenne journalière des consommateurs en m³/s.
 Q_p : Débit de pointe.
 Q_r : Débit en route (l/s).
 Q_{sp} : Débit spécifique (l/s/ml).
Re : Nombre de Reynolds.
SEOR : Société de l'eau et de l'assainissement d'ORAN.
SIG : Système d'information géographique.
T : taux de croissance (T=2,11%)
UTM : projection transversale universelle de Mercator.
V : Vitesse d'écoulement en m/s.
WGS : système géodésique mondial, révision de 1984.
 α_{max} : Coefficient qui dépend du niveau de vie et du confort.
 β_{max} : Coefficient qui dépend du nombre d'habitant.
 ρ : Masse volumique de l'eau.
 Σq_{Li} : somme de débit localisé au noeud. (l/s).
 ΣLi : Somme de longueurs alimentées par le réseau.
 Li : Longueur alimenté par tronçon concerné (m)



Introduction générale

Introduction générale

L'eau est la plus importante ressource naturelle, sans laquelle la vie serait impossible, tel que cité dans le Coran :

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ
" وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ "
صدق الله العظيم

L'eau est nécessaire que ce soit pour la vie humaine, animale, végétale.

La rareté de cette ressource et l'accroissement des besoins en eau dans la vie nous oblige à gérer ce liquide de manière à la préserver.

Un mauvais dimensionnement des conduites avec la négligence des pertes de charge occasionnées par les parois des conduites, leur nature et les singularités engendrent des pertes de pression, des fuites causant une dégradation accélérée des infrastructures de transports de ce flux.

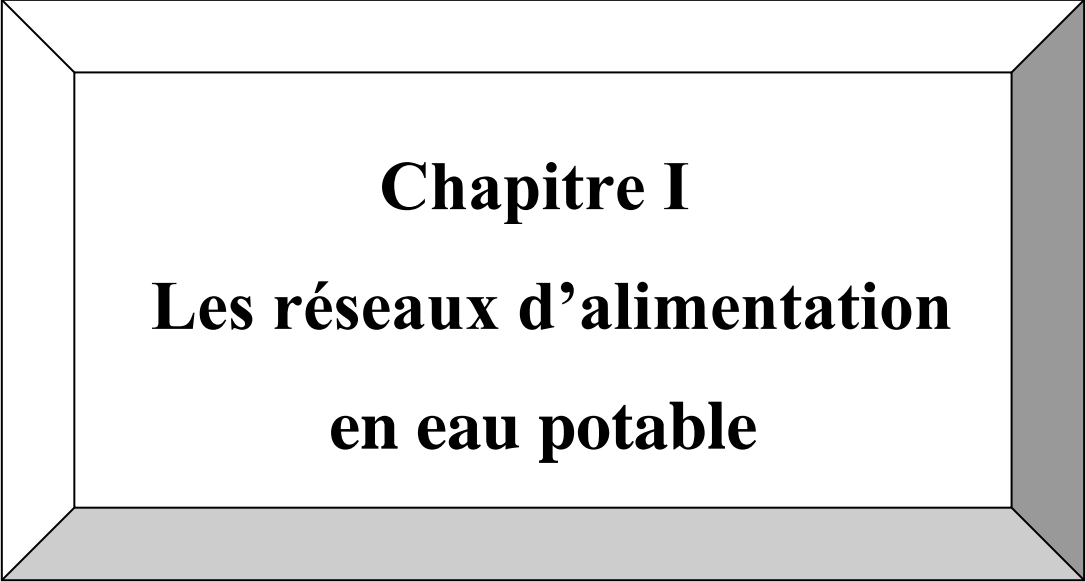
Dans ce projet « modélisation de distribution de réseau en eau potable par Mike Urban » nous avons élaboré tout un travail réparti sur quatre chapitres.

Dans le premier chapitre nous avons traité le système d'alimentation en eau potable.

Le deuxième chapitre consiste à présenter les différents logiciels « Epanet ; water CAD ; piccolo et Mike Urban ».

Le troisième chapitre consiste en l'étude du cas du réseau de distribution de l'eau potable de l'agglomération de Sidi Hamadouche située dans la Wilaya de Sidi Belabbes.

Et en fin dans le quatrième chapitre une simulation du réseau AEP de cette agglomération a été effectuée sur Epanet et Mike Urban avec un comparatif des résultats.



Chapitre I
Les réseaux d'alimentation
en eau potable

Chapitre I

Les réseaux d'alimentation en eau potable

I.1 Introduction

L'exploitation d'un réseau d'eau potable est très importante et consiste à maintenir la qualité de l'eau distribuée, entretenir les installations existantes ainsi que l'entretien des installations d'adduction et de distribution d'eau potable. Dans ce chapitre, on va présenter les fonctions générales et les caractéristiques des ouvrages de stockage. Ensuite, on va définir les réseaux d'AEP, leurs caractéristiques et les méthodes de gestions de ces derniers.

I.2 Le système d'alimentation en eau potable

Le système d'AEP peut être divisé en trois composantes.

1. La zone d'adduction entre les ressources (puits, forages, captage de sources, prises en rivières...) et l'usine de potabilisation (appelée aussi station de traitement). L'eau y est donc brute (non traitée) ;(Figure I-1).
2. La zone de transfert entre l'usine de potabilisation et le réservoir de distribution. L'eau y est traitée, et les débits sont les mêmes que dans la zone d'adduction;(Figure I-1).
3. La zone de distribution à l'aval du réservoir de distribution. ;(Figure I-1).(BARDIAUX, 2016)

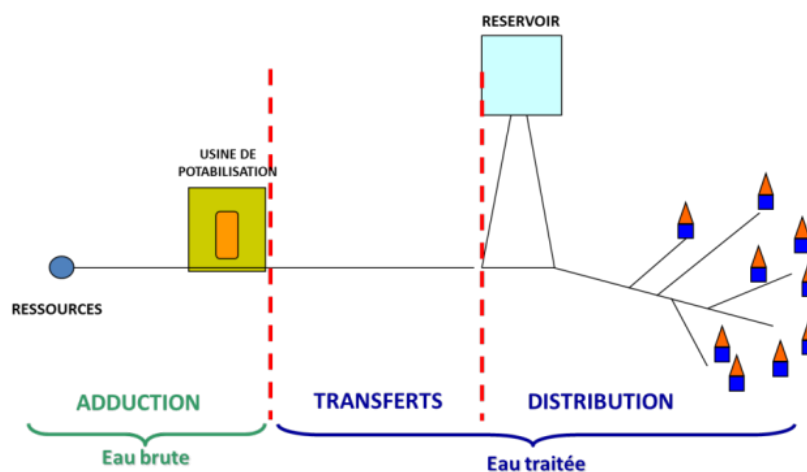


Figure I_1 Le système d'alimentation en eau potable.(BARDIAUX, 2016)

I.3 Topologie du réseau d'eau potable

I.3.1 Les réseaux ramifiés

I.3.1.1 Définition

Les réseaux ramifiés sont les réseaux les plus simples. Ils ne répondent qu'au besoin strict d'amener l'eau au point de livraison.

Pour un point de livraison, l'eau suit un parcours unique. ;(Figure I-2).

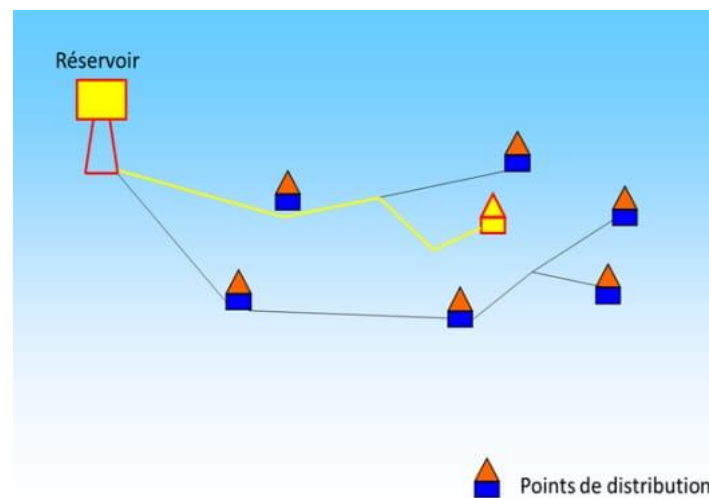


Figure I_2 Réseau de distribution ramifié (BARDIAUX, 2016)

I.3.1.2 Les avantages

- Maîtrise des sens d'écoulement, l'hydraulique est maîtrisé sans calculs ni étude approfondie.
- Un réseau ramifié présentant les longueurs minimales de pose permet d'avoir un coût d'investissement minimal.

I.3.1.3 Les inconvénients

- Une rupture de conduite implique une interruption de service.
- Le renouvellement de l'eau n'est assuré que par la demande à l'aval.
- Les longues branches pour des faibles demandes engendrent donc une stagnation de l'eau. (BARDIAUX, 2016)

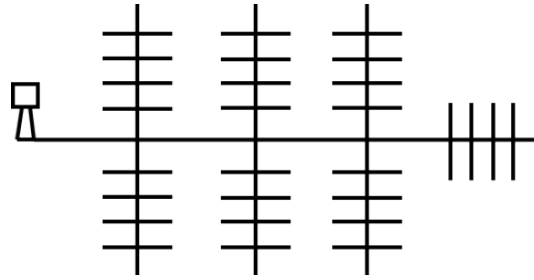


Figure I_3 Schéma de réseau ramifié pour zone résidentielle.

I.3.1.4 Méthode de Calcul d'un réseau ramifié

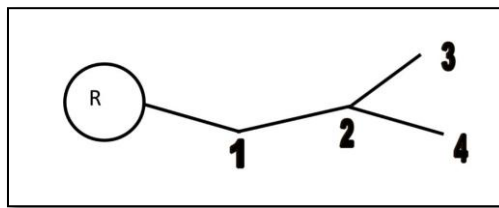


Figure I_4 Schéma réduit représentatif d'un réseau ramifié.

- Détermination du débit de pointe.
- Détermination du Débit spécifique.

$$Q_{sp} = \frac{Q_c}{N_{hab}} \dots\dots\dots (1).$$

$$\text{Ou } Q_{sp} = \frac{Q_c}{L_{rés}} \dots\dots\dots (2).$$

$$\text{Ou } Q_{sp} = \frac{Q_c}{Surface} \dots\dots\dots (3).$$

- Détermination du débit de consommation pour chaque tronçon.
- Détermination du débit transitant par chaque tronçon.
- Détermination du débit de calcul pour chaque tronçon.
- Choisir les diamètres.
- Calcul des vitesses et des pertes de charge de chaque tronçon.
- Vérification des pressons au sol en chaque nœud. (Dr Messaid Belkacem).

I.3.2 Les réseaux maillés

I.3.2.1 Définition

Plus complexes, sont caractérisés par des parcours de l'eau multiples pour un même point de livraison. Ils sont souvent le fruit de l'histoire. Nés ramifiés, certains réseaux connaissent

des ajouts de conduites qui connectent des conduites en créant des mailles (boucles). ;(Figure I-5).

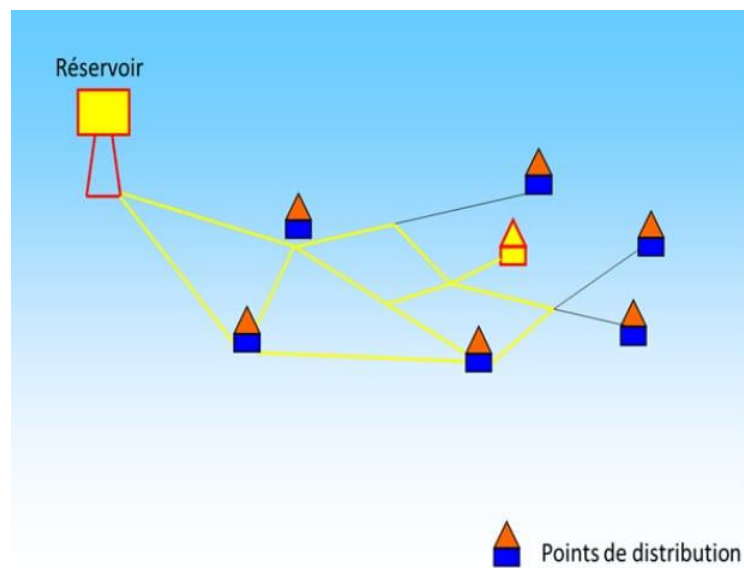


Figure I_ 5 Réseau de distribution Maille. (BARDIAUX, 2016)

I.3.2.2 Les avantages

- Maintien de la distribution en cas de rupture, car le chemin fermé peut être pallié par un autre. L'exploitation en est alors plus aisée.
- L'eau pouvant se partager sur plusieurs parcours, les débits qui transitent dans les tronçons sont réduits.
- Les vitesses d'écoulement sont alors plus faibles et engendrent moins de pertes d'énergie (moins de pertes de charge (cf cours 2)). Ainsi, plus le réseau est maillé, moins il y a de pertes de pression.

I.3.2.3 Les inconvénients

- La multiplication des conduites engendre un volume de réseau plus élevé. Ainsi, le temps de résidence global de l'eau est notablement augmenté.
- Certains tronçons peuvent voir leurs extrémités en équilibre de charge. Ceci implique que le renouvellement de l'eau ne peut se faire que par la demande et non par des transits d'un secteur à un autre. Ceci se caractérise alors par une stagnation locale qui peut provoquer des dépôts et une aggravation du goût de l'eau.

- Le sens d'écoulement devient parfois difficile à prévoir. Il est fréquent de constater des inversions de sens d'écoulement dans une journée.
- Le linéaire de réseau étant plus important, le coût d'investissement est plus élevé.
- Les réseaux maillés peuvent être complexes, et le degré de maillage variable sur un même territoire. (BARDIAUX, 2016)

I.3.2.4 Méthode de Calcul d'un réseau maillé

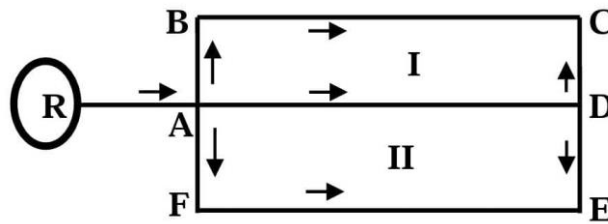


Figure I_6 Schéma réduit représentatif d'un réseau maillé

Le calcul du réseau maillé est plus complexe que le calcul du réseau ramifié et on rencontre plusieurs méthodes de calcul toutefois on emploie souvent la méthode dite de Hardy Cross où le calcul est réalisé par approximations successives.

a) Bases de la méthode

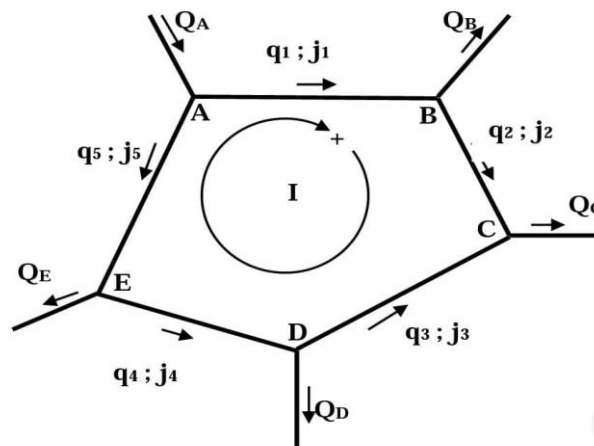


Figure I_7 Schéma d'une boucle dans un réseau maillé.

Deux lois de Kirchhoff sont appliquées à l'hydraulique.

b) loi (Equation de continuité)

En un nœud quelconque du réseau, la somme des débits qui y entre et égale la somme des débits qui y en sort.

Ex. nœud A $Q_A = q_1 + q_2 \dots\dots\dots (4).$

c) Loi (équation des pertes de charge).

Le long du périmètre d'une maille du réseau la somme algébrique des pertes de charge est nulle.

Ex $j_1 + j_2 + j_3 + j_4 + j_5 = 0 \dots\dots\dots (5).$

d) Etapas de calcul

- Dans chaque maille on fixe une répartition des débits en respectant la première loi de Kirchhoff.
- On choisi un sens positif dans la maille et on fait la somme algébrique des pertes de charge le long du périmètre fermé de la maille et qui doit être nulle.
- Si cette somme n'est pas nulle on calcule la valeur du débit correctif qu'on ajoute ou o retranche aux débits initialement supposés pour obtenir les débits exactes.

e) Formules de calcul

- Cas simple d'une maille. ;(Figure I-8).

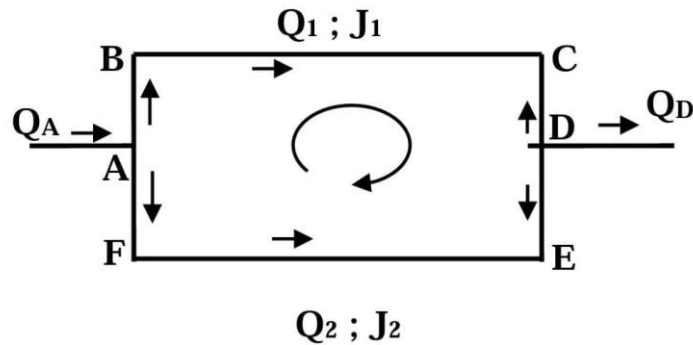


Figure I_ 8 Une maille simple.

Soit dans la maille ci-dessus on choisit la répartition des débits en respectant la première loi de Kirchhoff.

$$Q_A = Q_1 + Q_2 = Q_D \dots\dots\dots(6).$$

Onchoisi un sens positif de la maille.

Onchoisi les diamètres des conduites.

On calcule les pertes de charge.

$$J_1 = \frac{L_1 \cdot \lambda_1 \cdot V_1^2}{2 \cdot g \cdot D_1} = \frac{Q_1^2}{\pi^2 \cdot D_1^4} = \frac{8L_1 \cdot \lambda_1}{g\pi^2 \cdot D_1^5} Q_1^2 \dots\dots\dots (7).$$

On peut faire la même chose pour le tronçon 2.

Posons

$$J_1 = K_1 \cdot Q_1^2 \dots\dots\dots (8).$$

$$J_2 = K_2 \cdot Q_2^2 \dots\dots\dots (9).$$

Vérification de la 2eme loi.

$$J_1 - J_2 = 0 \dots\dots\dots (10).$$

$$K_1 \cdot Q_1^2 - K_2 \cdot Q_2^2 = 0 \dots\dots\dots (11).$$

Supposons que cette égalité n'est pas vérifiée et il serait nécessaire de modifier les débits Q1 et Q2 initialement supposés.

Soit Δ_q la valeur de la correction du débit d'où la 2eme loi doit s'écrire

$$K_1(Q_1^2 + \Delta_q)^2 - K_2(Q_2^2 - \Delta_q)^2 = 0 \dots\dots\dots (12).$$

Après avoir effectué et négligé le terme Δ_q^2 qui est trop petit.

On peut avoir

$$\Delta_q = \frac{K_2 Q_2^2 - K_1 Q_1^2}{2(K_1 Q_1 + K_2 Q_2)} \dots\dots\dots (13).$$

On remplace

$$K_1 = \frac{J_1}{Q_1^2} \text{ Et } K_2 = \frac{J_2}{Q_2^2} \dots\dots\dots (14).$$

On aura

$$\Delta_q = -\frac{J_1 - J_2}{2\left(\frac{J_1}{Q_1} + \frac{K_2}{Q_2}\right)} \dots\dots\dots (15).$$

Cas général d'une maille quelconque.

$$\Delta_q = -\frac{\sum J_i}{2\left(\sum \frac{J_i}{Q_i}\right)} \dots\dots\dots (16).$$

Après avoir déterminé la valeur de la première correction ; on corrige une première fois les débits, si la deuxième loi n'est pas vérifiée on corrige une deuxième fois et ainsi de suite jusqu'à obtenir la vérification de la deuxième loi.

f) L'architecture du réseau de distribution

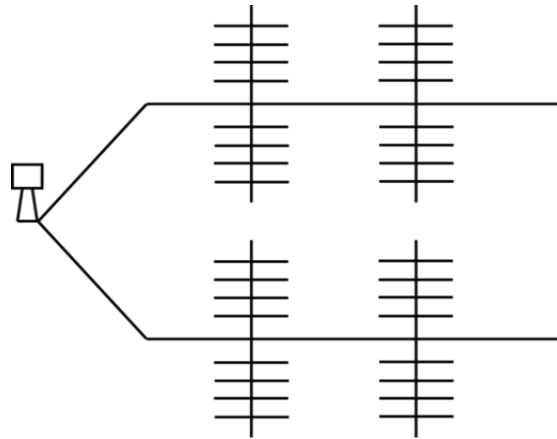


Figure I_ 9 Schéma réseau maillé à une seule boucle.

Les réseaux maillés peuvent être complexes, et le degré de maillage variable sur un même territoire.

Ce réseau est composé d'une seule boucle qui dessert des antennes ramifiées.

Ce type de réseau est le résultat de connections entre des branches principales.

On parlera alors de bouclage de réseau.

Ce sont des structures généralement présentes en sites ruraux ou semi-ruraux.

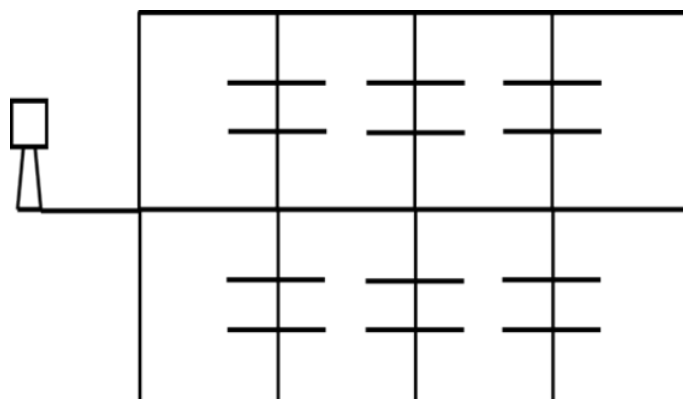


Figure I_ 10 Schéma d'un réseau présentant de multiples boucles.

Ces réseaux présentent de multiples boucles.

Leur degré de maillage extrêmement élevé les rend confortables à exploiter.

Ils illustrent parfaitement les réseaux Urbains. (BARDIAUX, 2016) .

I.3.3 Un réseau mixte

I.3.3.1 Définition

Qui est un réseau maillé comportant, en cas de besoin, quelques ramifications Permettant d'alimenter quelques zones isolées de la ville (zones industrielles ou zones rurales).

Aussi est un réseau qui comprend en même temps un réseau maillé et un réseau ramifié.

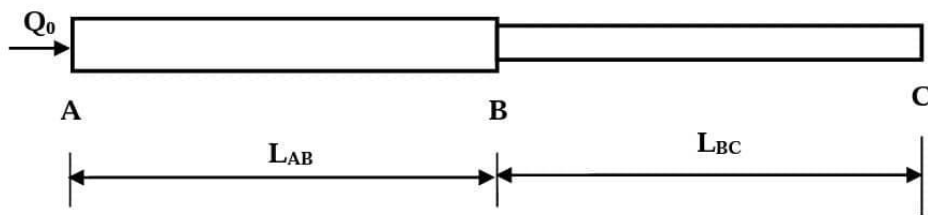


Figure I_11 Une conduite a de diamètre différent.

I.3.3.2 Fonctionnement en service mixte

Une conduite qui distribue de l'eau le long de sa longueur tout en assurant un débit à son extrémité aval est une conduite fonctionnant en service mixte.

- Le débit de consommation.

$$Q_0 = q \times L_{AB} + q \times L_{BC} \dots \dots \dots (17).$$

- Le débit de dimensionnement.

$$Q_C = Q_{AB} \times 0.55 + Q_{BC} \dots \dots \dots (18).$$

I.3.4 Un réseau étagé

I.3.4.1 Définition

Le réseau étagé est adopté pour les agglomérations dont le relief est accidenté et où la différence de charge entre le réservoir et le point le plus bas du réseau est importante (supérieure à 10bars). Il est constitué d'au moins deux réseaux indépendants ramifiés ou maillés avec des pressions maximales ne dépassant la pression admissible.

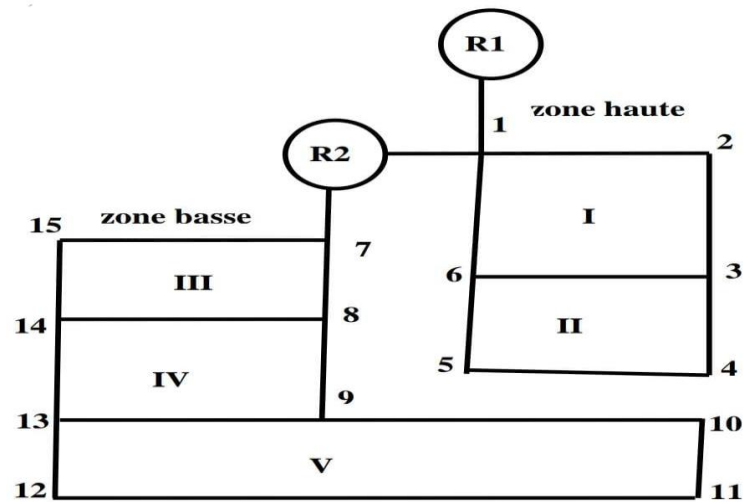


Figure 0-1 Schéma d'un réseau étagé.

I.4 Conclusion

Le réseau d'AEP d'une ville possède plusieurs dizaines de kilomètres de conduites et une variété étendue d'organes de protection et de distribution. Des contraintes de gestion de plus en plus fortes exigent l'utilisation, de plus en plus fréquente, de données représentatives de l'ensemble du réseau. Ces données sont nécessaires pour une gestion efficace d'un patrimoine que l'on souhaite voir fonctionner continuellement de manière rentable avec un niveau de service adapté aux attentes des clients.



**Chapitre II Les logiciels de
dimensionnement des réseaux
d'AEP
(Synthèse bibliographique)**

Chapitre II

Les logiciels de dimensionnement des réseaux d'AEP (Synthèse bibliographique)

II.1 Introduction

La modélisation hydraulique des systèmes de transfert d'eau est fait à partir des plusieurs modèles dont l'objectif est le dimensionnement, le diagnostic, la gestion et aussi la mesure de la qualité d'eau.

Plusieurs logiciels sont utilisés pour la simulation du comportement des réseaux d'AEP dont nous citons : - Piccolo; - Porteau; - Zomayet; - Epanet; - WaterCad. Modèle logiciel Epanet Mike Urban.

II.2 Logiciel Epanet

II.2.1 Présentation du modèle logiciel

Le logiciel EPANET est un logiciel de modélisation d'écoulements hydrauliques dans les réseaux d'eau potable (réseaux sous pression). Créé aux états unis, il existe également une version française suite à une initiative de la compagnie Générale des eaux. Ce logiciel est disponible gratuitement sur le web et d'une précision comparable à celle des autres logiciels de modélisation, il existe depuis 1993. La dernière version est celle de 2001. (Logiciel Epanet) ;(*Figure 0-1*).

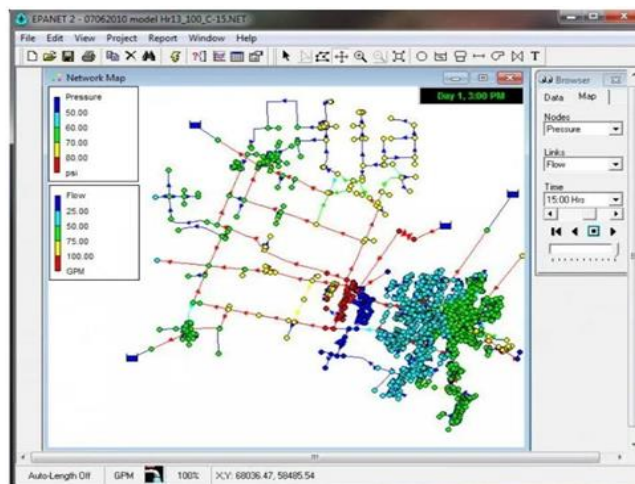


Figure II_1Epanet Logiciel de dimensionnement du réseau d'AEP

Le logiciel permet de calculer le débit parcourant chaque tuyau, la pression à chacun des nœuds mais également le niveau de l'eau à n'importe quel moment de la journée et quelle que soit la période de l'année où on se situe. Le moteur de calcul hydraulique intégré permet de traiter des réseaux de taille illimitée. Il dispose de plusieurs formules de calcul de pertes de charges, il inclut les différentes pertes de charge singulières et modélise les pompes à vitesse fixe et variable. En résumé, le logiciel présente tous les outils pour remplir les objectifs suivants

- Régulation des pressions dans le réseau ;
- Détection des zones de fonctionnement déficitaire;
- Dimensionnement de réseaux;
- Amélioration de la gestion des équipements d'eau.

Le logiciel présente également un module qualité qui permet de calculer les concentrations en substances chimiques, les temps de séjour de l'eau dans différentes parties du réseau. Il permet également de suivre l'origine de l'eau. L'utilisation de ce module qualité nécessite un calage hydraulique préalable.

II.2.2 Capacité pour la modélisation hydraulique

Une modélisation hydraulique crapuleuse et complète est la première condition pour pouvoir modéliser la qualité de l'eau de manière efficace.

EPANET dispose d'un moteur de calculs hydrauliques caractéristiques suivants

- La taille du réseau étudié est illimitée;
- Pour calculer les pertes de charge dues à la friction, il dispose des formules de Hazen-Williams, Darcy- Weisbach, et Chézy-Manning;
- Il inclut les pertes de charge singulières aux coudes, aux tés, etc.
- Il peut modéliser des pompes à vitesse fixe ou variable;
- Il peut calculer l'énergie consommée par une pompe et son coût;
- Il peut modéliser différents types de vannes, comme des clapets anti retours, des vannes de contrôle de pression ou débit, des vannes d'arrêt, etc.
- Les réservoirs peuvent avoir des formes variées (le diamètre peut varier avec la hauteur);
- Il peut y avoir différentes catégories de demandes aux nœuds, chacune avec une caractéristique propre;
- Il peut modéliser des consommations dépendantes de la pression (buses par exemple);

- Le fonctionnement de station de pompage peut être piloté par des commandes simples, (heures de marche/arrêt en fonction du niveau d'un réservoir) ou des commandes élaborées plus complexes.

II.2.3 Capacité pour la modélisation de la qualité de l'eau

En plus des simulations hydrauliques, EPANET peut modéliser la qualité de l'eau; il dispose ainsi des capacités suivantes

- Modélisation du déplacement d'un traceur pendant la durée de la simulation;
- Modélisation des déplacements et les variations de concentration en plus ou en moins que subit une substance (par exemple un produit secondaire de désinfection, ou du chlore résiduel);

Modélisation du temps de séjour de l'eau dans le réseau;

- Indication à chaque nœud de la proportion d'eau provenant d'une ressource distincte;
- Modélisation des réactions d'évolution de la qualité de l'eau dans la masse et aux parois;
- Utilisation des cinétiques d'ordre n pour calculer les réactions dans la masse d'eau;
- Utilisation des cinétiques d'ordre un ou zéro pour calculer les réactions aux parois des tuyaux;
- Etablissement d'une corrélation entre les coefficients de vitesse de réaction au niveau de la paroi en fonction de la rugosité du tuyau;
- Introduction d'une substance quelconque à différents emplacements du réseau variant dans le temps en débit massique ou en concentration;
- Mélange d'eau dans les réservoirs mélange parfait, à flux piston ou en deux compartiments.

En utilisant ces capacités, EPANET peut modéliser des phénomènes en rapport avec la qualité de l'eau comme

- Le mélange d'eau provenant de différentes sources;
- Le temps de séjour de l'eau dans le réseau;
- Diminution du chlore résiduel;
- L'accroissement des sous-produits de la désinfection;¹

¹(<https://hydro-blog.com/logiciel-aep-gratuit/>)

II.3 Logiciel WaterCAD

II.3.1 Présentation du modèle WaterCAD

Water CAD est un outil puissant pour la modélisation de la distribution d'eau. Ce logiciel permet de réaliser une analyse quantitative, simple et rapide des réseaux hydrauliques. Il permet de dessiner un système hydraulique complexe et d'analyser les caractéristiques du système lorsque le débit est en cours. Il permet aussi d'effectuer une analyse des systèmes dans des conditions d'exploitation différentes. (*Figure 0-1*).

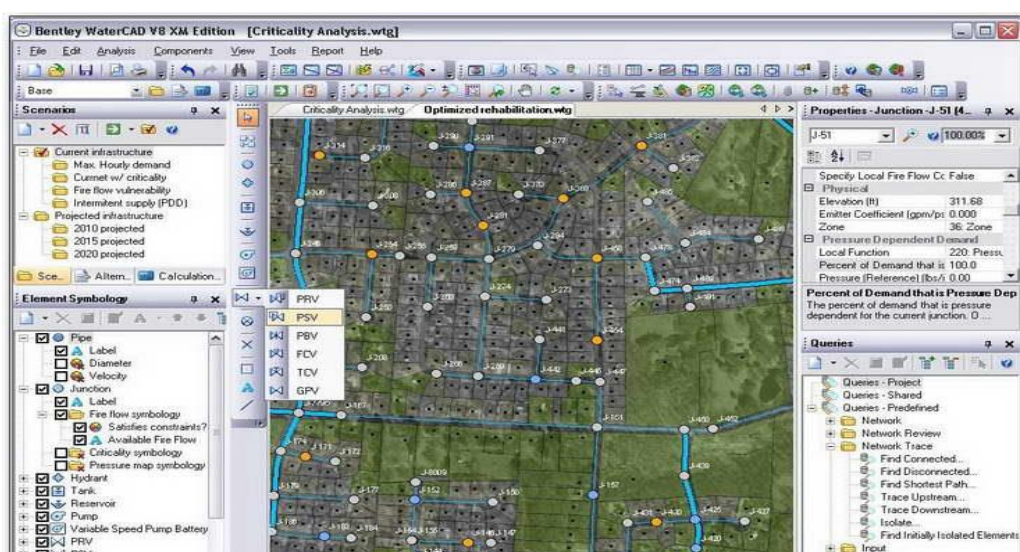


Figure II_2 Logiciel WaterCAD.

II.3.2 Capacité pour la modélisation hydraulique

Water CAD permet aussi

1. La simulation en condition normale;
2. La simulation en période étendue;
3. L'analyse de criticité;
4. L'analyse de mélange de l'eau dans les réservoirs;
5. Le pompage à vitesse variable;
6. La gestion de la consommation d'énergie et des coûts d'infrastructure;
7. La modélisation des fuites;
8. L'analyse de la consommation en fonction de la pression;
9. La modélisation des vannes ;

Ainsi, la saisie et l'affichage des informations des systèmes sur le dessin de logiciel et dans les tableaux des résultats (Flex Table) peuvent être affichés en unités métrique ou impériales selon les préférences de l'utilisateur.

La réalisation de la simulation nécessite la connaissance des données suivantes

1. La structure du réseau hydraulique
2. Les caractéristiques des conduites longueur, diamètre, matériaux...
3. Les courbes caractéristiques des pompes
4. Les consignes des vannes installées.

WATER CAD prend en charge divers arrière-plans, intègre des utilitaires de conversion à partir de logiciels CAO ou SIG et de base de données et permet une utilisation illimitée de la fonction annuler/rétablir mise en forme.

WATERCAD est produit et commercialisé par BENTLEY Système Incorporates, la première version sous Windows est apparue en 1996.L'interface du logiciel Water CAD².(FigureII_ 3).



Figure II_ 3L'interface de Water CAD.

²Atba M. Y, 2013. Modélisation d'un réseau d'alimentation en eau potable et contribution à sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique, pour l'obtention du diplôme de Master en Hydraulique, Université A.B.B Tlemcen.

II.4 Logiciel piccolo

II.4.1 Présentation du modèle logiciel

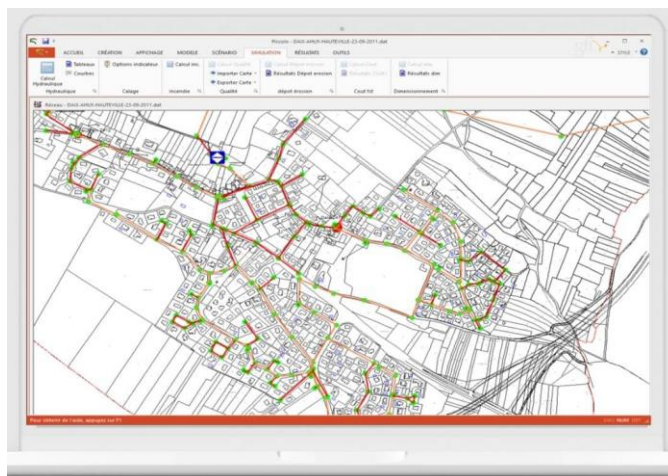


Figure II_4Modèle Piccolo.

Piccolo est un logiciel de modélisation du comportement hydraulique et de la qualité de l'eau sur de longues durées dans les réseaux sous pression. Il permet donc en particulier de simuler, sur une longue durée le fonctionnement hydraulique d'un réseau d'eau potable, Le réseau d'eau potable n'est qu'un ensemble de tuyaux, nœuds (jonctions de tuyau), pompes, vannes, bâches et réservoirs, clapet, etc.

Piccolo calcule le débit dans chaque tuyau, la pression à chaque nœud, le niveau de l'eau dans les réservoirs, et la concentration en substances chimiques dans les différentes parties du réseau, au cours d'une durée de simulation divisée en plusieurs étapes. Le logiciel est également capable de calculer les temps de séjour et de suivre l'origine de l'eau.

L'interface graphique du logiciel est simple d'utilisation, elle permet de schématiser le réseau étudié par l'emploi de tronçons pour les conduites et de nœuds pour les intersections.

Ces éléments sont documentés de sorte que toutes les infrastructures présentes sur le réseau et toutes les conditions d'utilisation, puissent être représentées afin de rendre compte le plus fidèlement possible de la réalité.

Piccolo a pour objectif une meilleure compréhension de l'écoulement et de l'usage de l'eau dans les systèmes de distribution. Il constitue une aide à la décision pour le dimensionnement et la gestion d'un réseau de distribution ou d'adduction d'eau potable.

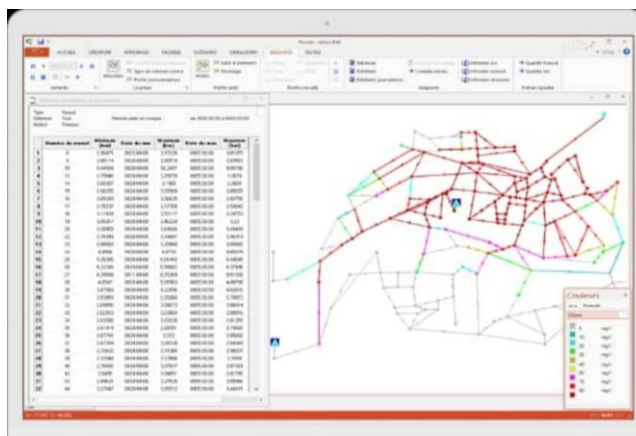


Figure II_5 Exploitation des résultats.

Une modélisation hydraulique scrupuleuse et complète est la première condition pour pouvoir modéliser la qualité de l'eau de manière efficace. Piccolo contient un moteur de calcul hydraulique moderne ayant les caractéristiques suivantes

II.4.2 Capacité pour la modélisation hydraulique

la taille du réseau étudié est illimitée PICCOLO dispose d'une flexibilité maximale Pour calculer les pertes de charge dues à la friction, il dispose des formules de Hazen-Williams, Darcy-Weisbach, et Chezy-Manning il inclut les pertes de charge singulières aux coudes, aux tés, etc. il peut modéliser des pompes à vitesse fixe ou variable il peut modéliser différents types de vannes, comme des clapets anti-retour, des vannes de contrôle de pression ou débit, des vannes d'arrêt, etc. il peut y avoir différentes catégories de demandes aux nœuds, chacune avec une caractéristique propre. il peut modéliser des consommations dépendantes de la pression (buses par exemple) l'efficacité de la résolution numérique dans l'espace des pressions, par des algorithmes d'inversion optimisée de matrices creuses.

La méthode de résolution utilisée par piccolo est une méthode "hybride" mise au point par Y. Hammamet A. Brameller. La simulation en régime statique et dynamique.

Les étapes classiques de l'utilisation de PICCOLO pour modéliser un système de distribution d'eau sont les suivantes Dessiner un réseau représentant le système de distribution ou importer une description de base du réseau enregistrée dans un fichier au format texte, Saisir les propriétés des éléments du réseau;

Décrire le fonctionnement système;

Sélectionner un ensemble d'options de simulation;

Lancer une simulation hydraulique ou une analyse de la qualité;

Visualiser les résultats d'une simulation.

Le logiciel PICCOLO est un programme interactif de résolution des problèmes d'écoulements en charge dans les réseaux maillés, s'appuie sur une méthode itérative de résolution très performante l'algorithme hybride, lié au non linéarité des équations de perte de charge.

Ces variables sont de deux types

- ✓ rattachées aux nœuds charge et consommation
- ✓ rattachées aux ares débit, vitesse et perte de charge.

Ces variables sont dépendantes et l'état du système est déterminé si

- ✓ la consommation ou la charge est fixée pour chaque nœud.
- ✓ le débit ou la résistance hydraulique est connue pour chaque arc.³

II.5 Logiciel MIKE URBAN

II.5.1 Présentation :

La technologie de nos jours a fait que l'évolution dans le domaine de distribution des eaux et circuit toute confondue a abordé a créé un système très avancé permettant ainsi l'exploitation et un savoir-faire très réduit et facile a interprété pour un exploit appelé MIKE URBAN.

MIKE URBAN est un logiciel professionnel pour la modélisation avancée des réseaux de distribution d'eau potable ainsi que des réseaux de collecte des eaux usées et/ou pluviales, le tout dans la même interface intégrée SIG. Cette interface a été baptisée « Gestionnaire de modèles ».

³SAFEGE. Guide de modélisation PICCOLO

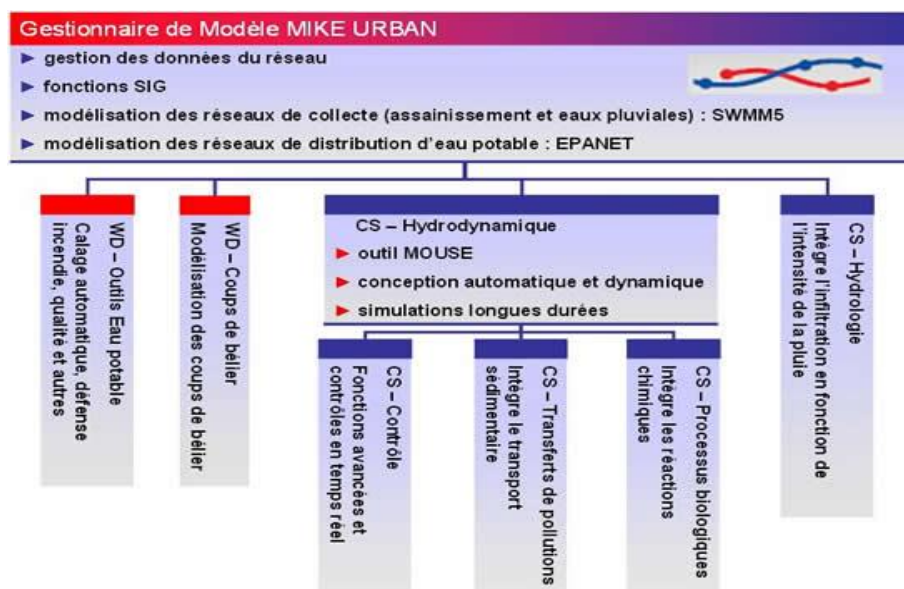


Figure II_ 6 Architecture modulaire de MIKE Urbain

Les différentes fonctionnalités de MIKE URBAN en matière de modélisation hydraulique ainsi que son architecture modulaire sont présentées dans la figure ci-dessous.

L'architecture de MIKE URBAN est basée sur des modules intégrés dans l'interface SIG de base.

Ce dernier couvre donc tous les aspects des systèmes d'eau Urbains en remplaçant les applications MOUSE, MIKE NET et MIKE SWMM.

Les principaux avantages de MIKE URBAN par rapport aux outils de modélisation traditionnels sont les formats de données standards, l'interface utilisateur unique intégré sous SIG et la gestion SIG des données.

II.5.2 La modélisation des réseaux d'eau avec MIKE URBAN

II.5.2.1 Modélisation des réseaux de distribution :

MIKE URBAN permet d'analyser le comportement hydraulique des réseaux d'eau potable à l'état d'équilibre (simulation hydraulique stationnaire) ou sur une période de temps étendue (simulation hydraulique dynamique). MIKE URBAN peut également analyser la qualité des eaux et notamment la dispersion du chlore ou la progression d'un polluant dans le réseau.

Avec MIKE URBAN Nous pouvons représenter les réseaux à toutes les échelles, du modèle stratégique (un réseau d'adduction/distribution intercommunal avec les principaux points de distribution, par exemple) au modèle détaillé (réseau communal intégrant la

distribution à l'échelle de l'abonné par exemple). Il peut également être utilisé pour modéliser des réseaux industriels sous pression, des réseaux d'irrigation, etc.

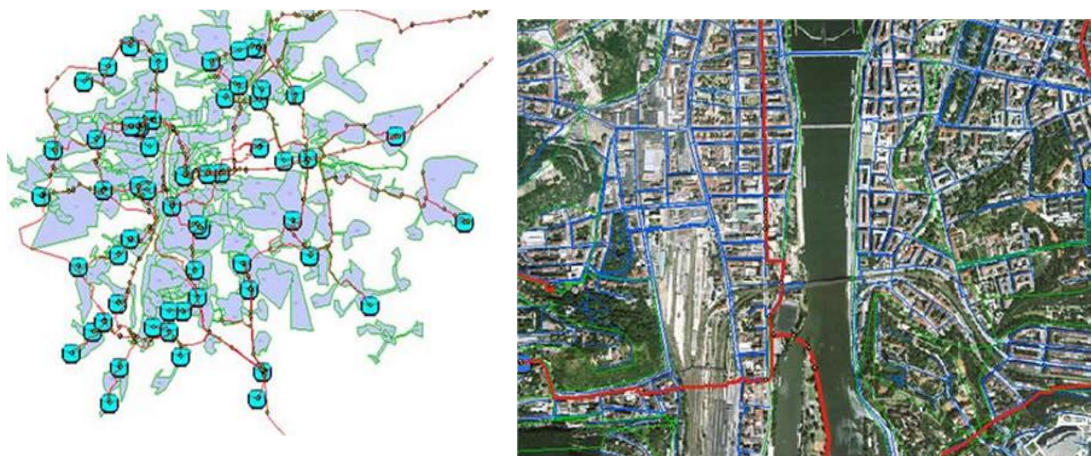


Figure II_7 Exemple de modèle développé dans MIKE Urban.

L'optimisation de distribution est mise à disposition pour réduire les différentes consommations inutiles (perte de pression; fuite accidentelle ; cout de fonctionnement réduit est autres....) .

L'utilisation de EPANET 2.0, développé par US EPA a été remplacé par la nouvelle technologie appelé MIKE URBAN permettant ainsi des calculs très simple et avancé.

Le logiciel de modélisation des réseaux sous pression reconnu et éprouvé :

- Simulation hydraulique
- Gestion et distribution des consommations
- Analyse du débit incendie
- Analyse de la qualité des eaux
- Analyse des phénomènes transitoires
- Contrôle temps réel et liaison SCADA
- Calage automatique
- Gestion de scénarios

L'intégration SIG et la compatibilité avec les systèmes SCADA permet par exemple de créer automatiquement des nœuds de consommation sur la base d'un système de gestion des compteurs abonnés. Au-delà de la modélisation hydraulique de votre réseau, MIKE URBAN vous permet donc une réelle gestion de vos données, par exemple par le biais d'un lien direct avec votre système de gestion des données de consommation.

II.5.2.2 Modélisation des réseaux de collecte

La simulation hydrologiques et hydrauliques pour les réseaux de collecte calcul de ruissellement, écoulements à surface libre et mise en charge des réseaux qualité de l'eau et transport sédimentaire sur les bassins versants et dans les réseaux, etc. est assuré par le logiciel MIKE URBAN

L'intégration SIG de MIKE URBAN assure une mise à jour facile et rapide du modèle ainsi que des fonctionnalités poussées pour la vérification de la qualité des données.

Élément de liste :

- Modélisation hydrologique avec plusieurs modèles pluie-débit disponibles
- Analyse hydrodynamique des écoulements dans le réseau dont les conduites fermées, les canaux à ciel ouvert et autres
- Contrôle temps réel et connexion possible aux systèmes SCADA
- Gestion de Scénarios
- Transport sédimentaire
- Qualité de l'eau
- Dimensionnement automatique des conduites.

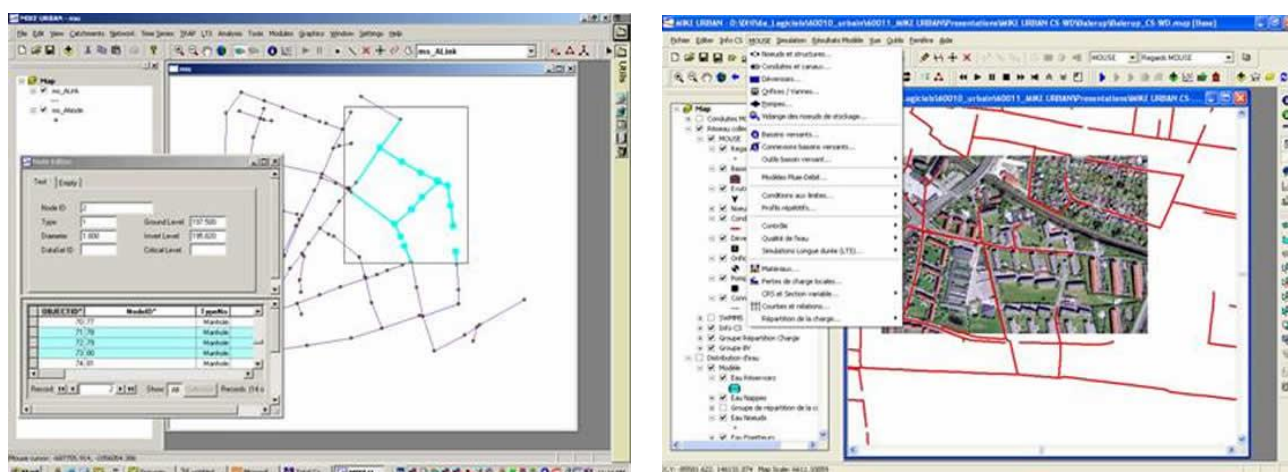


Figure II_ 8 Exemples d'interface de MIKE URBAN (mode "Assainissement").

II.5.3 MIKE URBAN et les fonctionnalités SIG

Arcmap d'Esri a proposé une interface utilisateur (gestionnaire de formulaires) que MIKE URBAN a spécifiquement adopté dans son architecture pour le développement de son interface. Comme il existe des mécanismes et des mécaniques dans Esri qui sont déjà présents dans Arcmap, par exemple l'index permettant la gestion des couches de données.

Les principaux outils et fonctionnalités SIG intégrées dans MIKE URBAN sont
Index

- Propriétés des couches
- Cartes thématiques
- Délimitation graphique des bassins versants
- Edition du réseau
- Outils de distance et de surface
- Flexibilité des propriétés des couches (symboles, étiquettes, couleurs, légende...)
- Analyse des données (statistiques, classement...)
- Sélections rapides et à choix multiples
- Intégration de données géographiques dont des modèles numériques de terrain
- Présentation des résultats
- Visualisations 3D (avec Arc Scène).



Figure II_9 Gestion des couches de donnée dans MIKE URBAN.

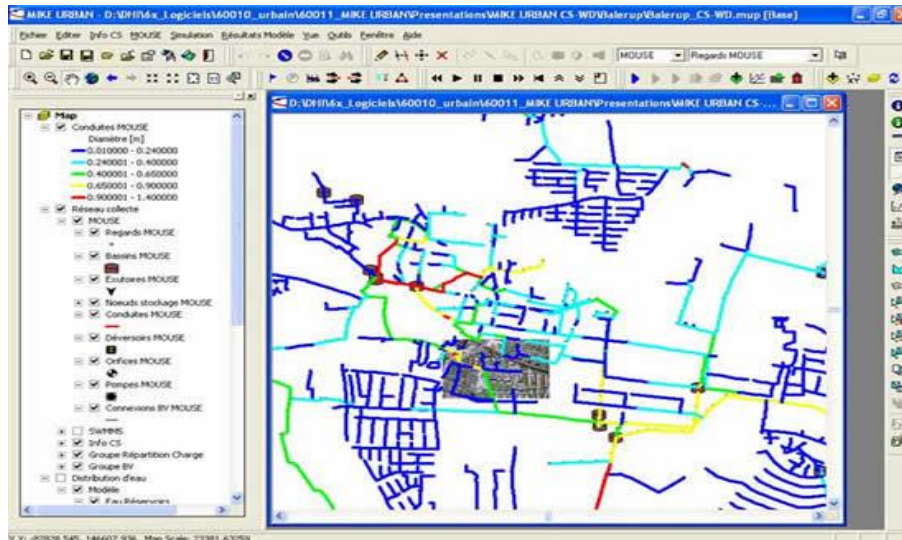


Figure II_10 Carte thématique de résultat dans MIKE URBAN.

L'intégration SIG poussée couplée aux outils de sélection nombreux et flexibles (sélection par attributs, par localisation, etc.) permet l'analyse détaillée des résultats. Un mode de gestion des données additionnelles (gestion du patrimoine) a été ajouté. La base de données ouverte permet à l'utilisateur d'ajouter ses propres spécifications dans ces données additionnelles.

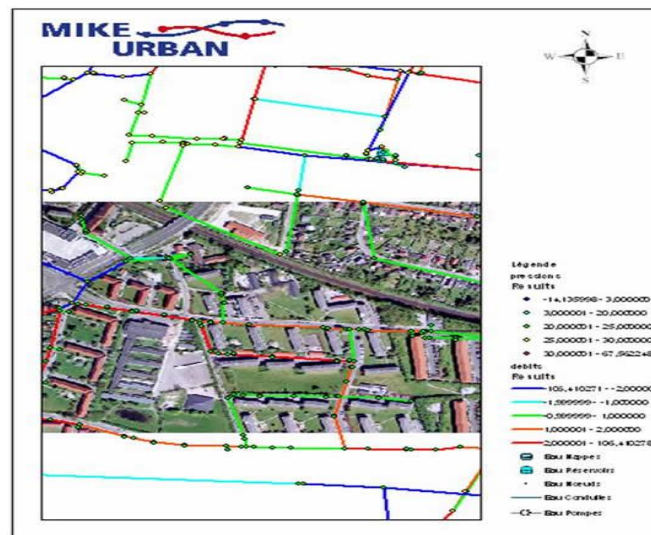


Figure II_11 Exemple de présentation automatique de résultats de simulation de MIKE URBAN.

Dans MIKE URBAN, les résultats de simulation et les animations sont présentés dans la même interface (Gestionnaire de modèle) que les données SIG, ce qui permet une

visualisation aisée et avancée de ces résultats. Par exemple, un outil simple de présentation automatique (carte comprenant légende, échelle...) a été développé dans MIKE URBAN. Un utilisateur disposant d'Arc Scène d'ESRI pourra également visualiser les réseaux développés dans MIKE URBAN en 3 dimensions. En effet, des outils ont été développés spécifiquement pour MIKE URBAN pour générer automatiquement des réseaux en 3D et visualiser les résultats de simulation. Ces outils sont livrés avec MIKE URBAN pour être intégrés dans une application ArcScene existante.

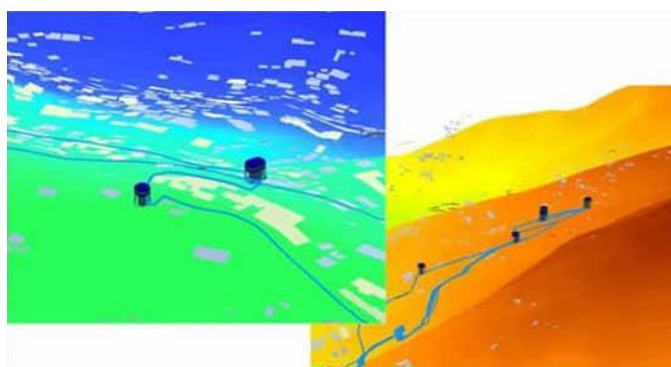


Figure II_12 Visualisation 3D de réseaux de distribution MIKE URBAN dans Arc Scène

II.5.4 Utilisation de MIKE URBAN avec SIG

MIKE URBAN utilise une base de données géographique pour stocker ses données, le lien avec les systèmes SIG existants n'est pas une importation. De nombreux avantages sont apportés par cette intégration.

Si vous modifiez un tuyau dans votre éditeur préféré, il sera également modifié dans MIKE URBAN.

Les modèles de collecte et de distribution ont été intégrés.

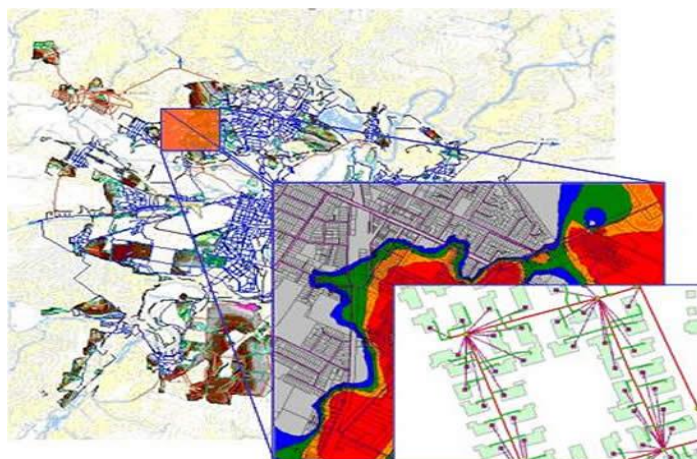


Figure II_13 Utilisation de MIKE URBAN pour la production et la mise à jour de cartes de risque et d'aléas.

Les informations les plus récentes peuvent être modifiées dans les données existantes dans MIKE URBAN.

II.5.5 MIKE URBAN dans les systèmes opérationnels

L'architecture de MIKE URBAN est conçue pour permettre l'intégration d'autres logiciels dans le domaine des systèmes de contrôle en temps réel. Les outils de modélisation en ligne les plus populaires pour les réseaux d'eau Urbans sont les composants MIKE URBAN.

La surveillance du réseau peut être améliorée en intégrant des modèles en ligne dans le système. Les utilisations du modèle en ligne sont multiples.

- Interpolation entre capteurs et extrapolation à partir des capteurs en ligne
- Contrôle de qualité et diagnostics
- Prévision physique des évolutions et tendances
- Analyses optionnelles en environnement RTC et DSS

II.5.6 MIKE URBAN pour la modélisation des inondations Urbanes

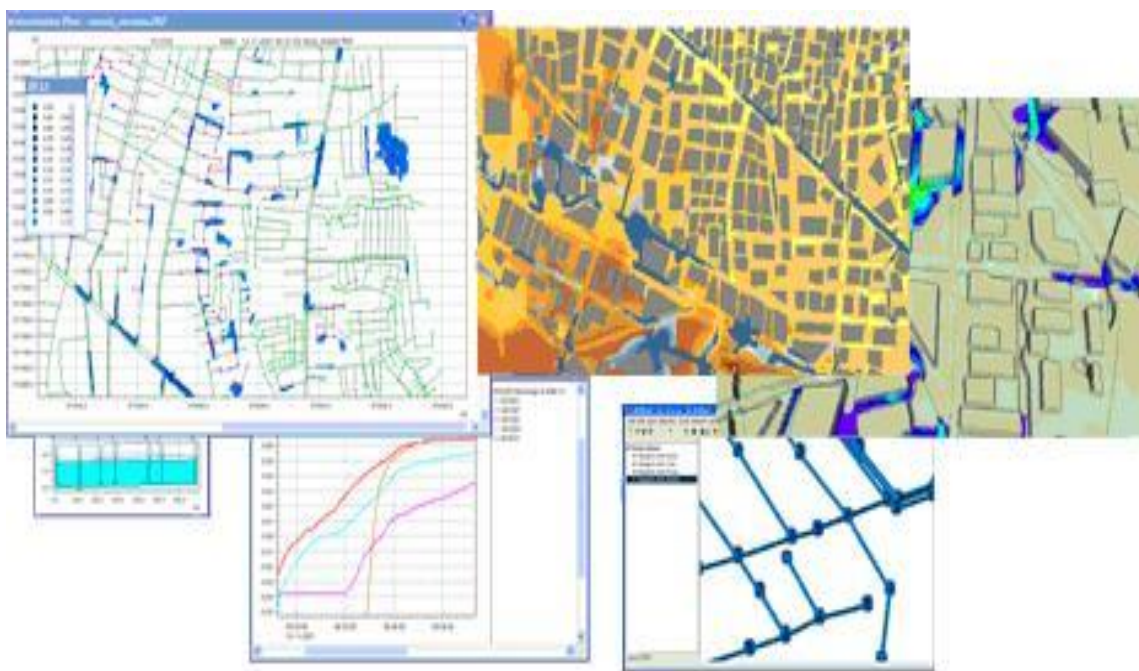


Figure II_14 MIKE URBAN Modèle des inondations Urbanes.

MIKE URBAN peut être utilisé avec d'autres logiciels. Le couplage avec MIKE 21 d'un outil de modélisation des flux en 2 dimensions permet de modéliser avec une plus grande précision les phénomènes d'inondations Urbanes liés au chargement des réseaux de collecte. Le quartier de la ville de Bangkok a été touché par ce type d'inondation et un modèle a été développé pour cela. Le réseau souterrain est représenté en 1D dans MIKE URBAN et couplé à un modèle de surface 2D développé dans MIKE 21. Ce couplage 1D 2D permet une plus grande précision dans la modélisation des écoulements de surface ainsi que des relations et échanges entre surface et système. souterrain . Il est utile ici pour l'interprétation et l'analyse des phénomènes et pour le rendu des cartes d'inondation. Ce raccord MIKE URBAN MIKE 21 est désormais disponible et intégré à la gamme logicielle MIKE FLOOD.⁴

⁴(HENONIN, 2023)

II.6 Conclusion

Tous les modèles cités dans le ce chapitre, sont des programmes modernes et donnent des résultats satisfaisants, et répondent aux critères de la sélection des modèles.

Dans le prochain chapitre nous allons faire la modélisation du réseau d'alimentation en eau potable de la ville de Sidi Hamadouche avec deux modèles hydrauliques Epanet et Mike Urba



Chapitre III
Présentation de la zone

Chapitre III

Présentation de la zone d'étude

II.7 III.1. Introduction

Dans le cadre de l'étude de réseau de l'AEP de la région Sidi Hamadouche, notre but dans ce chapitre est d'élaborer une description détaillée de la région.

II.8 III.2. Informations géographiques concernant la ville de Sidi Hamadouche

III.2.1 Localisation du site

Située dans la wilaya de Sidi Bel Abbes a environ 15 Km allant vers le Nord, la commune de sidi Hamadouche occupe une position charnière entre la wilaya de SIDI BEL ABBES et celle d'Oran. Le chef-lieu de la commune se trouve sur un axe routier d'importance régionale (la route nationale N 13).La commune est limitée(Fig III-1) :

- An Nord, par la commune d'AIN EL BERD et TAFRAOUI la wilaya d'Oran.
- Au Sud, par la commune de ZEROUALA et SIDI BRAHIM
- A l'EST par la commune de BOUDJEBAA EL BORDJ

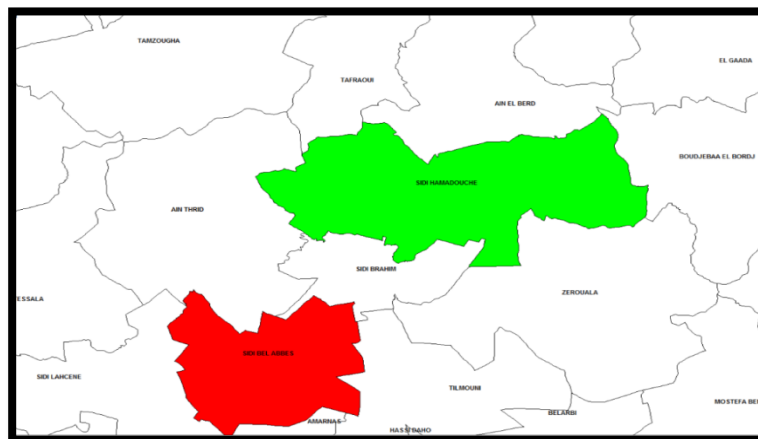


Figure III _ 1 Situation géographique de Sidi Hamadouche.

- A l'Ouest, par la commune d'AIN THRID.(geonames.org/08/12/2019)

III.2.2 Coordonnées géographiques de Sidi Hamadouche :

Latitude: 35.2991, Longitude: -0.548756

35° 17' 57" Nord, 0° 32' 56" Ouest, Altitude de Sidi Hamadouche 413 m(classification de Koppen :BSK).



Figure III _ 2Image satellitaire de Sidi Hamadouche.

III.3 III.3. Situation climatique

III.4 III.3.1. Climat

La zone d'étude appartient au climat semi-aride sec et froid. Cette zone, appelée Sidi Hamadouche est située dans l'hémisphère nord où l'été commence à la fin de Juin et se termine en Septembre. Les mois d'été sont Juin, Juillet, Aout et Septembre.(geonames.org/2019).

III.5 III.3.2. Pluviométrie

III.3.2.1 Précipitations annuelles

Le tableau ci-dessous représentant les informations de précipitations annuelles durant la période de 1980 a 2016 ; (Tableau III_1).

Tableau III _ 1 Précipitations moyennes annuelles (1980-2016).

Années	1980/1981	1981/1982	1982/1983	1983/1984	1984/1985	1985/1986
P (mm)	290,1	98,9	399,5	223,2	475	309,9
Années	1986/1987	1987/1988	1988/1989	1989/1990	1990/1991	1991/1992
P (mm)	226,9	254	269,5	303,8	285,7	218,3
Années	1992/1993	1993/1994	1994/1995	1995/1996	1996/1997	1997/1998
P (mm)	184,6	238,1	453,7	197,9	196,6	394,8
Années	1998/1999	1999/2000	2000/2001	2001/2002	2002/2003	2003/2004
P (mm)	125,1	313,9	340,5	453,9	239,3	198,4
Années	2004/2005	2005/2006	2006/2007	2007/2008	2008/2009	2009/2010
P (mm)	359,5	362,1	167,7	366,5	589,4	375,7
Années	2010/2011	2011/2012	2012/2013	2013/2014	2014/2015	2015/2016
P (mm)	379,9	282,7	435,3	404,4	452	290,4

(Station météorologique Sidi Bel Abbès).

La précipitation moyenne de la période allant de 1980 à 2016

$P_{\text{moy}} = 309.7 \text{ mm}$

III.3.2.2 Précipitations mensuelles

Le tableau ci-dessous représentant les informations de précipitations mensuelles durant la période de 1980 à 2016 ; (Tableau III_2).

Tableau III _ 2 Précipitations moyennes mensuelles (1980-2016).

mois	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février
P (mm)	15,2	26,2	49,1	38,5	42,5	40,4
mois	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout
P (mm)	35,7	31,3	19,8	6,4	1,5	3,1

(Station météorologique Sidi Bel Abbès).

III.3.2.3 Précipitations Saisonnières

Le tableau ci-dessous représentant les informations de précipitations saisonnières durant la période de 1980 à 2016 ; (Tableau III_3).

Tableau III _ 3 Répartition des précipitations saisonnières.

Saisons	Hiver	Printemps	Eté	Automne
Mois correspondants	Décembre	Mars	Juin	Septembre
	Janvier	Avril	Juillet	Octobre
	Février	Mai	Aout	Novembre
P (mm)	121.4	86.8	11.0	90.5

(Station météorologique Sidi Bel Abbès).

III.1 Température

Le tableau ci-dessous représentant les températures moyennes mensuelles durant la période de 1980 à 2016 ; (Tableau III_4).

Tableau III _ 4 Température moyennes mensuelles (1980-2016).

Températures moyennes mensuelles (1980-2016)						
Mois	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février
T(°c)	23,33	18,01	13,15	10,01	8,85	10,08
Mois	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout
T(°c)	12,61	14,62	19,03	23,24	26,81	26,5

(Station météorologique Sidi Bel Abbès).

III.2 Agriculture

L'agriculture de Sidi Hamadouche (Sidi Bel-Abbès) se caractérise par une double vocation :

- Agricole au nord soit au niveau des plaines et sur les collines
- Sylvo-pastorale sur les différents massifs et au niveau des hautes plaines steppiques du sud de la wilaya.

Elle dispose aussi d'importantes potentialités animales diversifiées à dominance gros élevage (ovin et bovin) ainsi que d'un réseau d'appui et de soutien de la production et de la transformation des produits agricoles et animaliers. (ANDI, 2013).

III.3 Description du système actuel

III.3.1 SITUATION DE L'AEP

III.3.1.1 Adduction :

L'adduction est assurée à partir du barrage **SARNO** par pompage sur un linéaire de 03 km. La conduite assurant le transfert d'eau est en PEHD DN200 mm.

III.3.1.2 Stockage :

Il existe 02 ouvrages de stockage (châteaux d'eau) dont les caractéristiques techniques sont les suivantes :

- **Nouveau Château d'eau:**
 - Capacité : 500 m³.
 - Diamètre du château d'eau: 12 m.
 - Hauteur d'élévation : 19 m.
 - Hauteur d'eau : 4 m.
 - Cote du terrain naturel : 507 m
 - Cote radier : 522 m
 - Cote trop plein : 526m.
- **L'ancien château d'eau (150m³) est déclassé.**

III.3.1.3 Distribution :

Le réseau de distribution existant de l'agglomération de SIDI HAMADOUCHE est mixte (mailles +ramifications) composé par des différents diamètres comme il est montré dans le tableau suivant.

Tableau III _ 5Composition du réseau AEP.

Tuyau	Longueur	Pourcentage
125 PVC	868,40	8,68
315 PEHD PN10	390,50	3,90
63 PEHD PN10	182,08	1,82
63 PVC	6 204,75	62,04
90 PEHD PN10	1 643,39	16,43
90 PVC	712,20	7,12
	10 001,32	100,00

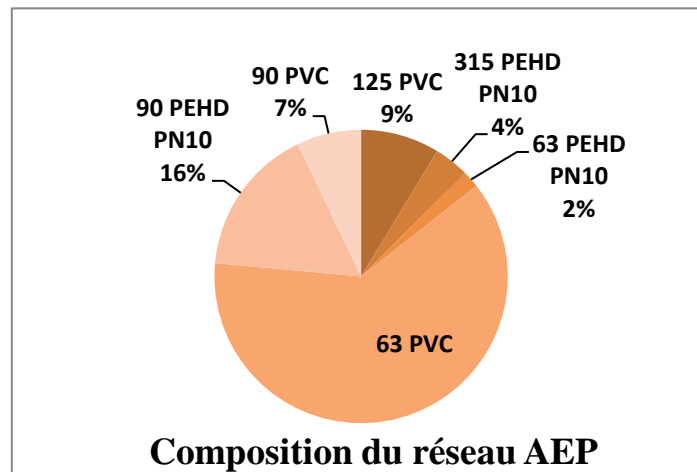


Figure III _ 3Composition du réseau d'AEP.

Nous signalons que l'agglomération de Sidi Hamadouche est desservie par un château d'eau géré par l'ADE et par un forage géré par l'APC.



Figure III _ 5Château 500 m3.



Figure III _ 4Château 150 m3.



Figure III _ 7Forage.



Figure III _ 6Une Vanne.

III.3.2 SITUATION DE L'ASSAINISSEMENT :

- Le réseau d'assainissement du centre de Sidi Hamadouche est du type unitaire. Les diamètres varient du 315 au 400 mm en PVC.
- Le collecteur de rejet est en DN500 mm en PVC et qui déverse vers son exutoire sans aucun traitement.

III.4 Problématique du projet :

- Lors de notre mission de collecte des données concernant l'AEP de Sidi Hamadouche nous avons constaté que l'adduction de cette localité est desservie par une conduite en charge sur 3000 ml à partir du barrage **SARNO** venant remplir un nouveau château d'eau de capacité 500 m³ et de hauteur 19 m et par conséquent alimentant 50 % de la population de Sidi Hamadouche par une conduite de distribution en PEHD DN200 mm gravitaire.
- Les 50% de la population qui reste sont alimentés à partir d'un forage géré par l'APC par pompage par l'intermédiaire d'une conduite de distribution DN90mm en PEHD.
- Les 02 plans expliquent le mode de distribution des 02 zones du centre de SidiHamadouche
- En outre, la canalisation du réseau de distribution du centre de Sidi Hamadouche est en PVC.

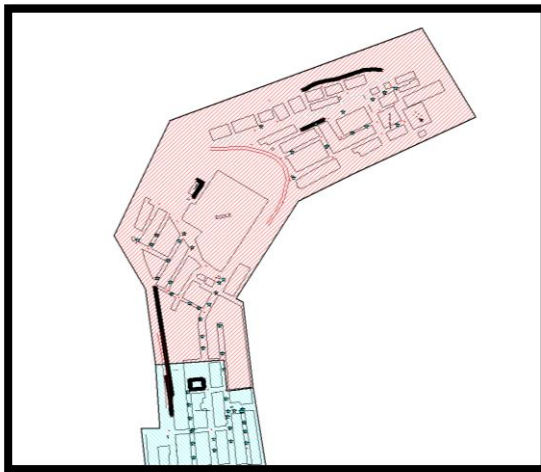


Figure III _ 9 Zone Alimente Par Le Forage.

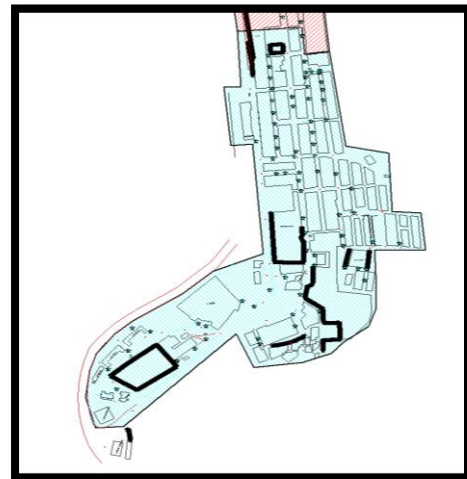


Figure III _ 8 Zone alimente par le château d'eau.

III.5 Solution envisageable

- Afin d'éviter la distribution d'eau pour le centre de Sidi Hamadouche par pompage engendrant des surcoûts à cause de l'énergie électrique et remplacer les conduites en PVC qui sont posés dans la tranchée il y a plus de 30 années donc susceptibles d'éventuelles cassures et par conséquent engendrant des fuites dans le réseau d'AEP, il est plus judicieux d'alimenter la population à partir du château récemment construit et de changer la canalisation du PVC en PEHD qui résiste mieux aux charges roulantes et possède une durée de vie plus importante que le PVC.

- Nous avons proposé un nouveau réseau de distribution qui alimente la population gravitaire en PEHD pour l'étudier sur le logiciel « **MIKE-URBAN** » et afin de justifier notre choix, nous sommes dans l'obligation de faire une simulation du réseau d'AEP et interpréter les résultats.
- Du moment que le logiciel « **MIKE-URBAN** » est un programme qui peut ouvrir les fichiers **EPANET** dont l'extension sont soit **(.NET)** ou **(.INP)**, nous avons jugé utile de faire une simulation avec **EPANET** et exporter le schéma du réseau d'AEP vers **MIKE-URBAN**.
- Les calculs pour lancer une simulation hydraulique sur **EPANET** nécessite d'évaluer le débit spécifique, débit en route et le débit pour chaque Nœud.

- **NB :**
- Les altitudes sont tirées directement à partir du levé topographique sur **Covadis** et avec une grande précision.
- Les résultats de calculs hydrauliques pouvant être exploités sont mentionnés comme suit :

III.6 Estimation de la population

D'après GPRH (La gestion prévisionnelle des ressources humaines), la population de la commune de Sidi Hamadouche était de 10494 habitants en 2003, dont 3300 habitants au chef-lieu de commune.

Pour évaluer la population à l'horizon des 30 ans (fig.III.3) (à partir de l'année d'étude), on se réfère à la relation des intérêts composés suivante:

$$P_N = P_0(1 + T)^N \dots\dots\dots(19)$$

Où : P_N : Population future à l'horizon voulu

P₀ : Population pour l'année 2022 (4907)

T : taux d'accroissement T = 3.55 % (la source PDAU)

N : Nombre d'années séparant l'année de futur et l'année de référence.⁵

Les résultats des calculs sont portés dans le tableau III _ 5 suivant :

Tableau III _ 6 Variation de la population.

Année	2022	2035	2050
SITE	4907	6437	8805

Source PDAU

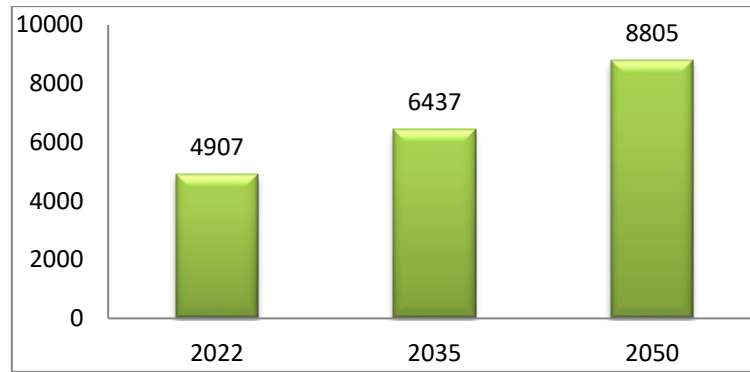


Figure III _ 10 Evolution de la population de Sidi Hamadouche.

La progression de la population a l’année 2050 est estimé au double.(Figure III_ 3).

III.6.1 Equipements

Le tableau ci-dessous détermine les différents besoins en eau par rapport aux consommateurs.

Tableau III _ 7 Tableau des besoins en eau.2

Classe Equipement	Nom Equipement	Nombre	Besoin en eau m ³
Administration	- Siege APC + résidence	1	1
	- Agence postale	1	1
	- Equipement de service	1	0.5
	- Equipement administratifs	1	1
Education	· Ecole primaire	2	1
	· Cantines	2	1
	· CEM	1	1
	· LYCEE	1	1
Santé	- Polyclinique	1	2
	- Pharmacie	1	0.5
sport	- Stade		

	- Matico - jardin	1	2
commerce	-fft	FF	1
culture	- Centre culturel	1	0.5
	- Salle polyvalente	1	0.5
	- bibliothèque	1	0.5
culte	- Mosquée	2	1
Autre			1
Total			16.5

Source PDAU

III.6.2 Calcul de la consommation d'eau moyenne journalière (Q_{moy.J})

La consommation moyenne journalière est le produit de la dotation hydrique journalière par le nombre de consommateur, elle est exprimée en (m³/j) et calculée par la relation (20).

$$Q_{moy.j} = \sum(Ni \times Mi) / 1000 \dots\dots\dots(20)$$

Où : Q_{moy.J} : débit moyen journalier en (m³/j).

N : nombre de consommateurs par catégorie.

M : dotation hydrique (l/j/usagé).

i : nombre de catégorie (équipements, habitants).

1000 : conversion du litre en (m³).

Choix de la dotation hydrique :

Le choix de la dotation hydrique moyenne journalière des habitants est en fonction du :

- Nombre d'habitant de l'agglomération.
- Niveau de vie et culturel de l'agglomération.

III.6.3 Évaluation et calcul des besoins en eau domestiques

III.6.3.1 Évaluation des besoins domestiques :

Les besoins en eau sont liés directement à la dotation hydrique, qui est choisie en fonction du nombre d'habitants de l'agglomération, (A. Dupont 1972) comme suit :

Tableau III _ 8Besoin Domestique.

- Une ville moins de 5000 habitants	La dotation est de (150 à 180) l/j/hab.
-------------------------------------	---

- Une ville de (5000 à 20000) habitants	La dotation est de (180 à 250) l/j/hab.
- Une ville de (20000 à 100000) habitants	La dotation est de (250 à 300) l/j/hab.
- Une ville plus de 100000 habitants	La dotation est de (300 à 400) l/j/hab.

Dans ces conditions et sachant que la population de SIDI HAMADOUCHE est presque 5000 habitants, la dotation hydrique qu'on doit affectée à cette population est 180 et 250 l/j/hab.

III.6.3.2 Calcul Des Besoins En Eau Domestiques

La consommation moyenne journalière destinée à la population se résume dans le tableau N° 08

Tableau III _ 9 Besoin Domestique en eau de la population de Sidi Hamadouche.

Horizon	Nombre d'habitants	Dotation hydrique (l/j/hab)	Q m3/j
Actuel (2023)	5010	150	736
Moyen terme (2035)	6437	150	966
Long terme (2050)	8805	150	1321

III.6.3.3 Evaluation Moyenne Totale Des Besoins En Eau

L'approche finale de l'estimation globale des besoins en eau se fait par l'addition de la demande des habitants, et celle des équipements.

On prévoit un coefficient de majoration, allant de 20% à 35% pour les différentes évaluations des besoins, à travers les différents horizons pour faire face à :

- Des éventuelles fuites dans le réseau.
- L'augmentation non prévue de la population (exode rural).
- La consommation excessive de l'usage.

Il est indispensable d'ajouter cette marge de sécurité, pour tenir compte des augmentations de consommation dues aux progrès de l'hygiène, des extensions possibles de l'agglomération et des pertes dans le réseau de distribution, dues au phénomène de vieillissement ainsi qu'aux accidents, la relation N° 21 est employé dans ce cas :

$$Q_{moy.j} = Q_{moy.j} Calculé + CM Q_{moy.j} Calculé..... (21)$$

Où : CM : coefficient de majoration en (%), il correspond à une estimation assez large des déperditions d'eau qui se produisent pour divers raisons (fuites, gaspillages, ...)

$$CM = N + M \dots \dots \dots (22)$$

Où : N : pourcentage des pertes dans le réseau, N = 10%.

M : pourcentage pour l'extension.

M = 20% petites villes.

M = 30 – 35% grandes villes.

Dans notre cas, nous avons une très petite agglomération, alors M = 10 %

Donc : CM= (10+10) % = 20 %

III.6.3.4 Récapitulation des besoins en eau actuel

La récapitulation des besoins en eau actuels, ainsi que la majoration qui leur est appliquée est dressée dans le tableau N° 09 :

Tableau III _ 10 Récapitulation des besoins.

2023				
Type de besoin		Qmoyj calculé	Majoration (30 %)	Qmoyj majoré
Domestique	m3/j	736	220,815	957
Equipement	m3/j	16,5	4,95	21
Total	m3/j	753		903,06
	l/s	8,71		10,45
2035				
Type de besoin		Qmoyj calculé	Majoration (30 %)	Qmoyj majoré
Domestique	m3/j	966	289,678433	1255,27
Equipement	m3/j	16,5	4,95	21,45
Total	m3/j	982,09		1178,51
	l/s	11,37		13,64
2050				
Type de besoin		Qmoyj calculé	Majoration (30 %)	Qmoyj majoré
Domestique	m3/j	1321	396,22	1716,97
Equipement	m3/j	16,5	4,95	21,45

Total	m ³ /j	1337,25		1738,42
	l/s	15,48		20,12
	m ³ /h	55,71		72,42

III.6.3.5 Récapitulation Finale Des Besoins En Eau (2023)

Pour l'horizon 2023, la consommation moyenne journalière de sidi Hamadouche est de l'ordre de 753m³/j.

Soit un débit $Q_{moy.J} = 8.711/s$ et la consommation moyenne journalière majorer $Q_{moy.J}$ majoré est de l'ordre de 903.06 m³/j, soit un débit de 10.45 l/s.

III.6.3.6 Récapitulation Finale Des Besoins En Eau(2035)

Pour l'horizon 2035, la consommation moyenne journalière de sidi Hamadouche est de l'ordre de 982.09m³/j. Soit un débit $Q_{moy.J} = 11.37$ l/s et la consommation moyenne journalière majorer $Q_{moy.J}$ majoré est de l'ordre de 1178.51m³/j, soit un débit de 13.64 l/s.

III.6.3.7 Récapitulation Finale Des Besoins En Eau (2050)

Pour l'horizon 2050, la consommation moyenne journalière de sidi Hamadouche est de l'ordre de 1337.25m³/j. Soit un débit $Q_{moy.J} = 15.48$ l/s et la consommation moyenne journalière majorer $Q_{moy.J}$ majoré est de l'ordre de 1738,42m³/j, soit un débit de 20,12 l/s.

III.6.3.8 Etude de la Variation de la Consommation (débit)

L'irrégularité des besoins des usagers suivant la consommation moyenne journalière, nous impose de tenir compte de toutes les variations qui peuvent avoir lieu. On applique des coefficients, au débit moyen journalier, qui a pour but de déterminer :

- Le débit de pointe (Q_p), qui sert au dimensionnement de la conduite principale du réseau de distinction.
- Le débit maximal journalier (Q_{jmax}), utilisé pour la détermination du volume du réservoir nécessaire au stockage d'eau.

Les problèmes posés par la variation sont :

- Les variations horaires dépendant de la variation la plus importante au niveau de l'heure de pointe.
- Les variations journalières selon le jour de la semaine le plus chargé.

- Les variations mensuelles dépendant de l'importance de la ville.
- Les variations annuelles suivant la saison.
- Les variations annuelles dépendant du niveau de vie de la population.

Dans ces conditions et afin de d'étudier toutes ces variations, on doit calculer des coefficients (K_j , K_h , K_p) qui sont affectés au débit moyen journalier dans le but de déterminer les différents débits de dimensionnement.

a) Coefficient Journalier Maximal (K_{jmax}) :

Le « K_{jmax} » s'applique à la consommation moyenne journalière, afin d'obtenir le débit maximal journalier du jour le plus chargé de la semaine, il est exprimé par la relation(22):

$$K_{jmax} = [(Q_{maxj})/Q_{moyjmaj}] \dots\dots\dots (22)$$

Q_{maxj} : débit maximal journalier

$Q_{moyjmaj}$: débit moyen journalier

Les valeurs de K_{jmax} sont en fonction du type de consommateurs :

K_{jmax} : (1,1 à 1,3) pour les besoins domestiques ($K_{jmax} = 1,3$).

K_{jmax} : 1 pour les besoins d'équipement.

b) Coefficient De Variation Horaire (K_{hmax})

Pour dimensionner un réseau d'alimentation en eau potable, il faut prendre en compte la demande en eau à l'heure de pointe, pour un débit horaire maximal. Pour cela, on multiplie le (Q_{moyj}) par un coefficient de variation horaire (K_{hmax}) tel que le décrit la relation (23) :

$$K_{hmax} = [\text{débit maximal horaire}] / [\text{débit moyen horaire}] \dots\dots\dots (23)$$

Ce coefficient peut être aussi exprimé par la relation (24) :

$$K_{hmax} = \alpha_{max} \cdot \beta_{max} \dots\dots\dots (24)$$

Où :

α_{max} : dépend du type d'aménagement de bâtiments, du niveau de développement des équipements sanitaires, du régime du travail des entreprises industrielles et d'autres considérations locales.

α_{max} : varie de (1,2 à 1,4) on prend $\alpha_{max} = 1,3$.

β_{max} : Coefficient qui varie en fonction du nombre d’habitants, comme il est mentionné dans le tableau suivant :

Tableau III _ 11 Valeur du Coefficient Alpha Max.

Nombre d’habitants	Inférieur à 1000	1500	2500	4000	6000	10000	20000	Plus de 50000
β_{max}	2	1,8	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,15

Pour chaque horizon considéré, le tableau N° 11 résume les valeurs des coefficients (α_{max} , β_{max} et K_{hmax}).

Tableau III _ 12 Valeurs des coefficients (alpha MAX, béta MAX et Kh MAX).

Horizons	Population (hab)	α_{max}	β_{max}	K_{hmax}
Actuel (2022)	4907	1,3	1,45	1,89
Actuel (2035)	6437	1,3	1,4	1,82
Actuel (2050)	8805	1,3	1,3	1,69

c) Coefficient De Pointe (Kp)

Le coefficient de pointe s’applique au débit moyen journalier pour obtenir le débit de pointe du jour le plus chargé de l’année, il est exprimé par la relation (25) :

$$K_p = K_{jmax} .K_{hmax} \dots\dots\dots(25)$$

Où:

K_p : coefficient de pointe.

K_{jmax} : coefficient journalier maximal.

K_{hmax} : coefficient horaire maximal.

L’application de la relation (25) nous permet de dresser le tableau N° 12 qui récapitule les valeurs du (K_p) obtenues pour les horizons considérés.

Tableau III _ 13 Valeurs des différents coefficients (K_{jmax} , K_p , K_{hmax}).

Horizons	K_{jmax}	K_{hmax}	K_p
Actuel (2022)	1,3	1,89	2,45
Actuel (2035)	1,3	1,82	2,37

Actuel (2050)	1,3	1,69	2,20
----------------------	-----	------	------

debit de pointe il est exprime par la relation (26) :

$$Q_p = K_p \cdot Q_{moyj} \dots \dots \dots (26)$$

Q_p : débit de pointe en (m³/j).

K_p : coefficient de pointe.

Q_{moyj} : débit moyen journalier en (m³/j).

Récapitulation des différents débits de dimensionnement :

Après avoir déterminé les coefficients qui sont affectés à la consommation moyenne journalière dans le but d’obtenir les différents débits qui servent au dimensionnement de toutes les parties du schéma d’alimentation en eau potable, on peut résumer tous ces résultats dans un tableau récapitulatif. (Tableau N° 13).

III.6.3.9 Récapitulation Des Différents Débits De Dimensionnement :

Après avoir déterminé les coefficients qui sont affectés à la consommation moyenne journalière dans le but d’obtenir les différents débits qui servent au dimensionnement de toutes les parties du schéma d’alimentation en eau potable, on peut résumer tous ces résultats dans un tableau récapitulatif. (Tableau N° 13).

Tableau III _ 14 Calcul des différents débits de dimensionnement ($Q_{moyjmaj}$, Q_{maxj} et Q_{pt}).

Horizons considérés	$Q_{moyjmaj}$		Q_{maxj}		Q_{pt}	
	M ³ /j	l/s	M ³ /j	l/s	M ³ /j	l/s
Actuel (2023)	903,06	10,45	1173,98	13,59	2212,95	25,61
Actuel (2035)	1178,51	13,64	1532,07	17,73	2788,36	32,27
Actuel (2050)	1738,42	20,12	2259,94	26,15	3824,52	44,26

III.7 Calcul hydraulique

III.7.1 Calcul du débit spécifique

le débit spécifique est calculé selon l'équation suivante :

$$Q_{sp} = \frac{Q_d}{\sum Li} \dots\dots\dots(27)$$

Q_{sp}= débit spécifique (l/s/ml) Q_{sp}= 0,00450574 l/s/ml

Q_d= débit de dimensionnement (l/s) Q_d = 44,26 l/s

Li= longueur de chaque tronçon du réseau $\sum Li$ (m)=9823,0269 m

Tableau III _ 15Longueur du tronçon.

N° conduite	Tronçon	Longueur (m)	N° conduite	Tronçon	Longueur (m)
1	90-91	121,28	48	26-27	33,62
2	91-92	182,08	49	27-33	92,798
3	90-82	113,97	50	27-25	33,94
4	82-83	117,66	51	août-25	209,04
5	82-79	220,75	52	25-24	433,4
6	79-78	81,73	53	27-31	121,922
7	78-80	152,78	54	26-30	84,799
8	78-17	173,59	55	21-22	87,97
9	79-18	105,72	56	22-29	269,41
10	18-17	50,8456	57	22-23	272,24
11	17-16	309,03	58	23-24	49,105
12	16-07	5,585	59	23-59	65,097
13	07-05	39,138	60	59-66	49,56
14	05-03	25,262	61	59-60	31,651
15	03-15	206,93	62	60-67	104,01
16	16-84	16,585	63	60-61	30,33
17	84-85	20,604	64	61-70	59,77
18	85-86	95,92	65	61-62	233,15
19	85-88	75,88	66	62-71	89,538
20	84-87	81,746	67	62-63	30,308
21	03-04	175,438	68	63-72	217,01
22	05-06	185,29	69	63-64	27,0527
23	07-08	136,356	70	64-69	104,46
24	15-42	26,09	71	64-37	141,21
25	04-06	40,12	72	24-37	24,5
26	06-08	23,234	73	37-39	292,55

27	08-09	28,082	74	39-47	89,555
28	09-11	26,63	75	39-40	54,02
29	11-01	32,45	76	40-46	92,256
30	01-14	41,05	77	40-41	40,152
31	14-13	43,64	78	41-52	123,05
32	09-10	54,008	79	41-42	56,15
33	11-12	54,84	80	42-43	76,67
34	01-02	246,41	81	42-44	63,39
35	14-34	108,209	82	44-45	170,06
36	18-13	285,97	83	44-52	44,76
37	13-19	50,04	84	52-53	37,21
38	19-81	77,04	85	53-57	71,34
39	19-20	36,877	86	53-54	14,82
40	20-73	41,36	87	54-55	162,71
41	73-75	226,79	88	54-56	133,83
42	14-35	85,434	89	47-48	122,74
43	01-32	80,933	90	48-58	47,337
44	73-76	267,52	91	48-49	123,85
45	20-21	94,783	92	49-50	89,4115
46	21-26	40,148	93	49-51	228,63
47	26-36	86,817			

III.7.2 Calcul du débit en route

Le débit en route est calculé selon l'équation suivante

$$Q_{route} = Q_{sp} \times Li \dots\dots\dots (28)$$

Q_{sp}= débit spécifique (l/s/ml)

Li= longueur de chaque tronçon du réseau

Le calcul de la longueur total du réseau considéré est comme suite:

Tableau III _ 16 Résultats de débit en route.

N° conduite	Tronçon	Longueur (m)	Qroute =Qsp* Li
1	90-91	121,28	0,546456147
2	91-92	182,08	0,820405139
3	90-82	113,97	0,513519188
4	82-83	117,66	0,530145368
5	82-79	220,75	0,994642105

6	79-78	81,73	0,36825413
7	78-80	152,78	0,688386957
8	78-17	173,59	0,782151407
9	79-18	105,72	0,476346833
10	18-17	50,8456	0,229097054
11	17-16	309,03	1,392408832
12	16-07	5,585	0,025164558
13	07-05	39,138	0,176345652
14	05-03	25,262	0,113824004
15	03-15	206,93	0,932372778
16	16-84	16,585	0,074727698
17	84-85	20,604	0,092836267
18	85-86	95,92	0,432190581
19	85-88	75,88	0,341895551
20	84-87	81,746	0,368326222
21	03-04	175,438	0,790478014
22	05-06	185,29	0,834868565
23	07-08	136,356	0,614384683
24	15-42	26,09	0,117554757
25	04-06	40,12	0,180770289
26	06-08	23,234	0,104686363
27	08-09	28,082	0,126530191
28	09-11	26,63	0,119987856
29	11-01	32,45	0,146211263
30	01-14	41,05	0,184960627
31	14-13	43,64	0,196630494
32	09-10	54,008	0,243346006
33	11-12	54,84	0,247094782
34	01-02	246,41	1,110259393
35	14-34	108,209	0,48756162
36	18-13	285,97	1,288506468

37	13-19	50,04	0,22546723
38	19-81	77,04	0,34712221
39	19-20	36,877	0,166158174
40	20-73	41,36	0,186357406
41	73-75	226,79	1,021856775
42	14-35	85,434	0,384943391
43	01-32	80,933	0,364663055
44	73-76	267,52	1,205375565
45	20-21	94,783	0,427067554
46	21-26	40,148	0,18089645
47	26-36	86,817	0,39117483
48	26-27	33,62	0,151482979
49	27-33	92,798	0,418123661
50	27-25	33,94	0,152924816
51	08-25	209,04	0,94187989
52	25-24	433,4	1,952787716
53	27-31	121,922	0,549348832
54	26-30	84,799	0,382082246
55	21-22	87,97	0,396369948
56	22-29	269,41	1,213891413
57	22-23	272,24	1,226642658
58	23-24	49,105	0,221254363
59	23-59	65,097	0,293310157
60	59-66	49,56	0,223304474
61	59-60	31,651	0,142611177
62	60-67	104,01	0,468642017
63	60-61	30,33	0,136659094
64	61-70	59,77	0,26930808
65	61-62	233,15	1,050513281
66	62-71	89,538	0,403434948
67	62-63	30,308	0,136559968

68	63-72	217,01	0,977790637
69	63-64	27,0527	0,121892432
70	64-69	104,46	0,4706696
71	64-37	141,21	0,636255545
72	24-37	24,5	0,11039063
73	37-39	292,55	1,318154237
74	39-47	89,555	0,403511546
75	39-40	54,02	0,243400075
76	40-46	92,256	0,415681549
77	40-41	40,152	0,180914472
78	41-52	123,05	0,554431307
79	41-42	56,15	0,252997301
80	42-43	76,67	0,345455086
81	42-44	63,39	0,285618859
82	44-45	170,06	0,766246144
83	44-52	44,76	0,201676922
84	52-53	37,21	0,167658585
85	53-57	71,34	0,321439492
86	53-54	14,82	0,066775067
87	54-55	162,71	0,733128955
88	54-56	133,83	0,603003184
89	47-48	122,74	0,553034528
90	48-58	47,337	0,213288214
91	48-49	123,85	0,558035899
92	49-50	89,4115	0,402864972
93	49-51	228,63	1,030147336

III.7.3 Calcul du débit aux Nœuds

$$Q_n = 0,5 \times \sum Q_{route} \dots \dots \dots (29)$$

Tableau III _ 17 Résultats de débit aux nœuds

N° de	Tronçon	Longueur	Q _{spi}	Q _{route}	Q _n	Altitude du Nœud
Nœud		m	l/s/ml	l/s	l/s	m
91	91-92	121,28	0,00450574	0,546456147	0,273228074	509,83
90	90-91	182,08	0,00450574	0,820405139	0,666962164	507,02
	90-82	113,97	0,00450574	0,513519188		
85	85-88	117,66	0,00450574	0,530145368	0,762393737	507,01
	85-86	220,75	0,00450574	0,994642105		
84	84-87	81,73	0,00450574	0,36825413	0,528320544	506,54
	84-85	152,78	0,00450574	0,688386957		
82	82-83	173,59	0,00450574	0,782151407	0,62924912	505,85
	82-79	105,72	0,00450574	0,476346833		
79	79-78	50,8456	0,00450574	0,229097054	0,810752943	500,21
	79-18	309,03	0,00450574	1,392408832		
78	78-80	5,585	0,00450574	0,025164558	0,100755105	500,54
	78-17	39,138	0,00450574	0,176345652		
73	73-76	25,262	0,00450574	0,113824004	0,523098391	505,93
	73-75	206,93	0,00450574	0,932372778		
64	64-69	16,585	0,00450574	0,074727698	0,083781982	494,57
	64-37	20,604	0,00450574	0,092836267		
63	63-72	95,92	0,00450574	0,432190581	0,387043066	491,79
	63-64	75,88	0,00450574	0,341895551		
62	62-71	81,746	0,00450574	0,368326222	0,579402118	489,13
	62-63	175,438	0,00450574	0,790478014		
61	61-70	185,29	0,00450574	0,834868565	0,724626624	496,83
	61-62	136,356	0,00450574	0,614384683		
60	60-67	26,09	0,00450574	0,117554757	0,149162523	499,93
	60-61	40,12	0,00450574	0,180770289		

59	59-66	23,234	0,00450574	0,104686363	0,115608277	502,12
	59-60	28,082	0,00450574	0,126530191		
54	54-56	26,63	0,00450574	0,119987856	0,13309956	474,13
	54-55	32,45	0,00450574	0,146211263		
53	53-57	41,05	0,00450574	0,184960627	0,19079556	476,17
	53-54	43,64	0,00450574	0,196630494		
52	52-53	54,008	0,00450574	0,243346006	0,121673003	475,83
49	49-51	54,84	0,00450574	0,247094782	0,678677088	486,02
	49-50	246,41	0,00450574	1,110259393		
48	48-58	108,209	0,00450574	0,48756162	0,888034044	493,80
	48-49	285,97	0,00450574	1,288506468		
47	47-48	50,04	0,00450574	0,22546723	0,112733615	491,55
44	44-52	77,04	0,00450574	0,34712221	0,256640192	477,07
	44-45	36,877	0,00450574	0,166158174		
42	42-44	41,36	0,00450574	0,186357406	0,604107091	477,31
	42-43	226,79	0,00450574	1,021856775		
41	41-52	85,434	0,00450574	0,384943391	0,374803223	485,71
	41-42	80,933	0,00450574	0,364663055		
40	40-46	267,52	0,00450574	1,205375565	0,81622156	488,08
	40-41	94,783	0,00450574	0,427067554		
39	39-47	40,148	0,00450574	0,18089645	0,28603564	491,00
	39-40	86,817	0,00450574	0,39117483		
37	37-39	33,62	0,00450574	0,151482979	0,075741489	502,52
27	27-33	92,798	0,00450574	0,418123661	0,756464183	498,06
	27-31	33,94	0,00450574	0,152924816		
	27-25	209,04	0,00450574	0,94187989		
26	26-36	433,4	0,00450574	1,952787716	1,442109397	503,80
	26-30	121,922	0,00450574	0,549348832		
	26-27	84,799	0,00450574	0,382082246		
25	25-24	87,97	0,00450574	0,396369948	0,198184974	494,27
24	24-37	269,41	0,00450574	1,213891413	0,606945707	503,24

23	23-59	272,24	0,00450574	1,226642658	0,72394851	503,80
	23-24	49,105	0,00450574	0,221254363		
22	22-29	65,097	0,00450574	0,293310157	0,258307316	505,57
	22-23	49,56	0,00450574	0,223304474		
21	21-26	31,651	0,00450574	0,142611177	0,305626597	505,28
	21-22	104,01	0,00450574	0,468642017		
20	20-73	30,33	0,00450574	0,136659094	0,202983587	505,82
	20-21	59,77	0,00450574	0,26930808		
19	19-81	233,15	0,00450574	1,050513281	0,726974115	505,81
	19-20	89,538	0,00450574	0,403434948		
18	18-17	30,308	0,00450574	0,136559968	0,557175303	502,52
	18-13	217,01	0,00450574	0,977790637		
17	17-16	27,0527	0,00450574	0,121892432	0,060946216	503,36
16	16-84	104,46	0,00450574	0,4706696	0,553462573	505,00
	16-07	141,21	0,00450574	0,636255545		
15	15-42	24,5	0,00450574	0,11039063	0,055195315	489,53
14	14-35	292,55	0,00450574	1,318154237	0,982532929	505,36
	14-34	89,555	0,00450574	0,403511546		
	14-13	54,02	0,00450574	0,243400075		
13	13-19	92,256	0,00450574	0,415681549	0,207840775	505,60
11	11-12	40,152	0,00450574	0,180914472	0,36767289	501,09
	11-01	123,05	0,00450574	0,554431307		
09	09-11	56,15	0,00450574	0,252997301	0,299226193	498,01
	09-10	76,67	0,00450574	0,345455086		
08	08-25	63,39	0,00450574	0,285618859	0,525932502	494,55
	08-09	170,06	0,00450574	0,766246144		
07	07-08	44,76	0,00450574	0,201676922	0,184667754	503,28
	07-05	37,21	0,00450574	0,167658585		
06	06-08	71,34	0,00450574	0,321439492	0,160719746	491,59
05	05-06	14,82	0,00450574	0,066775067	0,399952011	497,78
	05-03	162,71	0,00450574	0,733128955		

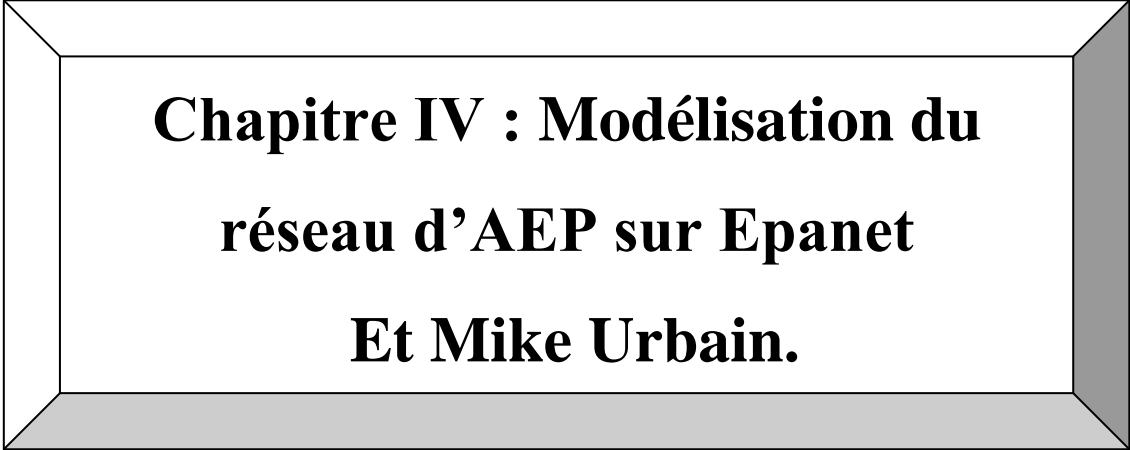
04	04-06	133,83	0,00450574	0,603003184	0,301501592	490,66
03	03-15	122,74	0,00450574	0,553034528	0,383161371	493,43
	03-04	47,337	0,00450574	0,213288214		
01	01-32	123,85	0,00450574	0,558035899	0,995524104	504,34
	01-14	89,4115	0,00450574	0,402864972		
	01-02	228,63	0,00450574	1,030147336		

III.8 Conclusion

Ce chapitre nous a permis d'élucider les informations pertinentes à notre zone d'étude du point de vue : de la géographie, de la démographie ainsi que de la détermination de la capacité de stockage de la zone. Nous avons également abordé les points essentiels dans le choix de notre système d'information géographique. Ces données seront utilisées pour démarrer la partie modélisation du réseau.

Nous avons estimé la population durant l'année 2050 pour calculer les besoin en eau pour toutes les consommations (domestique ; industrielle et équipements).

Avec ce résultat en va connaître les consommations globales pour nous permettre de répartir l'effluent dans le réseau.



**Chapitre IV : Modélisation du
réseau d'AEP sur Epanet
Et Mike Urbain.**

Chapitre IV : Modélisation de réseau d'AEP par Mike Urban et Epanet

IV.1 Introduction

La modélisation hydraulique d'un réseau consiste à représenter de manière logique et mathématique son fonctionnement dans l'espace et dans le temps, elle doit décrire le comportement hydraulique des différents dispositifs du réseau. Son intérêt est de reproduire ce qui se déroule en réalité dans le réseau à l'aide d'un modèle hydraulique.

La complexité des réseaux (réseaux maillés, nombreux ouvrages de stockage et de surpression....) nécessite de disposer d'outils adaptés permettant de simuler son fonctionnement actuelle et les réactions d'un tel réseau aux modifications éventuelles qu'il pourrait subir (extension d'un quartier, mise hors service d'un ouvrage...).

De plus, un tel outil permet d'optimiser la politique d'investissement à réaliser (à cours, moyen ou long terme) afin d'assurer à tout moment les besoins qualitatifs et quantitatifs.(TUTORIAL MIKE URBAN WD, Introduction à la modélisation des réseaux de distribution d'eau potable , Formation SEOR).

Dates : 05 au 09 Décembre 2010

Un logiciel de simulation peut intégrer des moteurs de calculs existants dans une interface utilisateur et un système de gestion des données. Ses moteurs de calculs en général sont soit l'Epanet pour les réseaux de distribution d'eau potable et le SWMM5 pour les réseaux d'assainissement qui sont par ailleurs des outils largement répandus et réputés pour leur efficacité et leur stabilité. L'interface utilisateur d'un tel logiciel peut être aussi construite directement sur les composants d'un système d'information géographique (SIG). Ainsi l'utilisateur peut avoir accès à des fonctionnalités plus avancées que dans un outil de modélisation classique. L'intégration de cette technologie permet l'accès à des fonctionnalités telles que l'édition graphique interactive, la gestion de la symbologie, la gestion en couches de données ou la production de cartes de grande qualité.(TUTORIAL MIKE URBAN WD , Introduction à la modélisation des réseaux de distribution d'eau potable, Formation SEOR).

Toutes les données du modèle peuvent être stockées dans une base de données géo référencée standard. (Figure IV-1) ;(Figure IV-2)

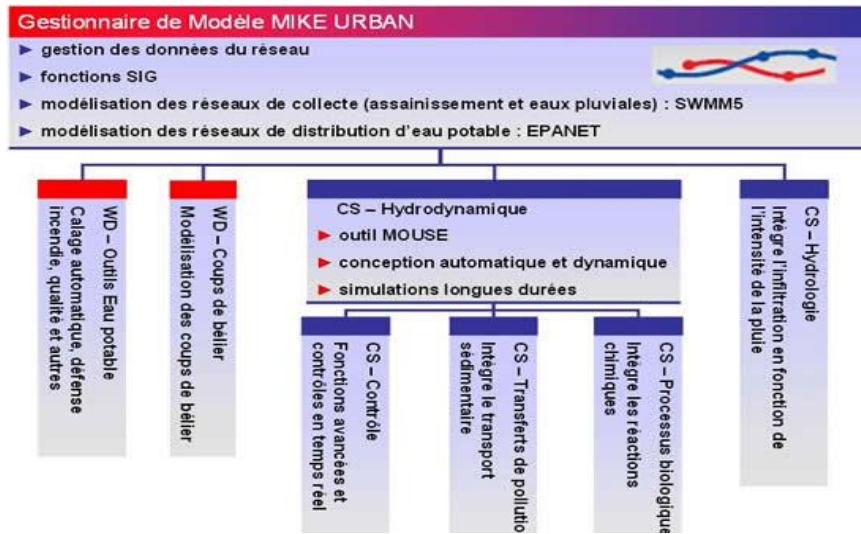


Figure IV_1 L'architecture modulaire d'un logiciel de simulation basée sur des modules.

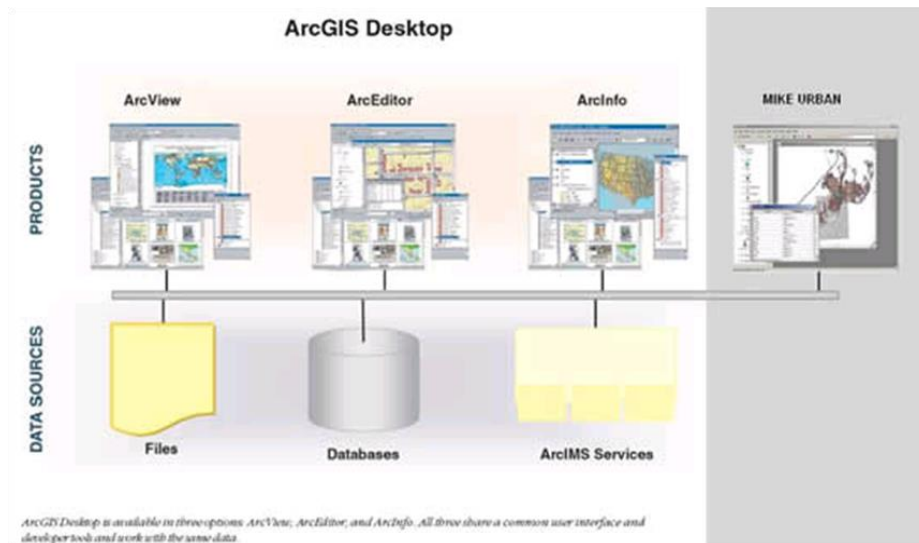


Figure IV_2 Un exemple d'architecture (MIKE URBAN) basée sur la technologie Arc Object d'ESRI.

IV.2 Simulation du réseau d'AEP avec Epanet (Méthode Classique)

L'objectif de la simulation avec EPANET est de comparer la méthode classique avec la nouvelle technologie par le MIKE URBAIN.

IV.2.1 Tracé du réseau d'AEP de Sidi Hamadouche par le logiciel AutoCAD :

Initialement le réseau de la zone d'étude a été tracé sur l'AutoCAD. (Fig IV-3)

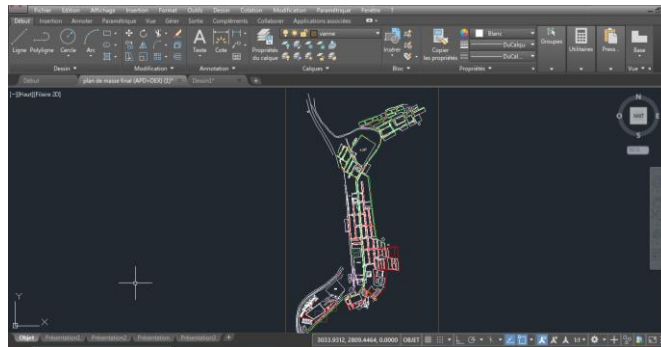


Figure IV_3 Tracé du réseau d'AEP de Sidi Hamadouche sur AutoCAD

IV.2.2 Conversion du fichier AutoCAD, (dwg) vers un fichier AutoCAD, dxf :

Etapas de conversion :

- Aller vers «enregistrer sous »,
- Choisir le type de fichier « DXF AutoCAD 2013.dxf » et L'enregistrer.(Fig IV-4)

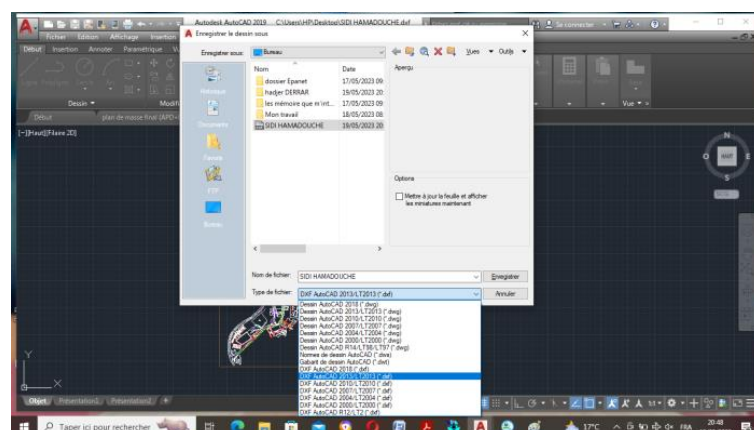


Figure IV_4 Conversion du fichier Auto-CAD,dwg vers un fichier Auto-CAD,dxf.

- format du fichichier apres convesrion.(Fig IV-5)

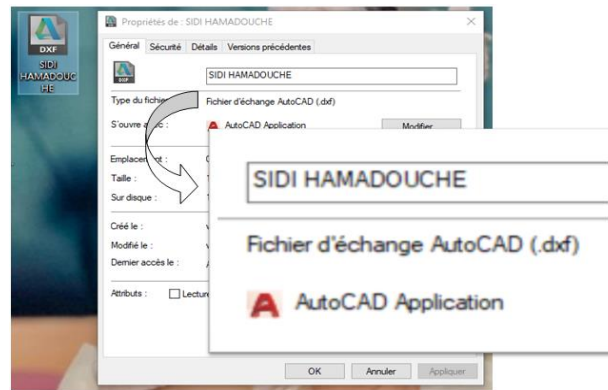


Figure IV_5 La propriété de Format de Fichier AutoCAD dxf.

IV.2.3 Export du réseau d'AutoCAD vers Epcad

- Procédera l'installation du logiciel Epcad (Fig IV-6) pour pouvoir exporter le réseau AutoCAD, Une fois installée cliqué deux fois pour l'ouvrir.
- Une fois ouvert, la fenêtre apparait comme suit

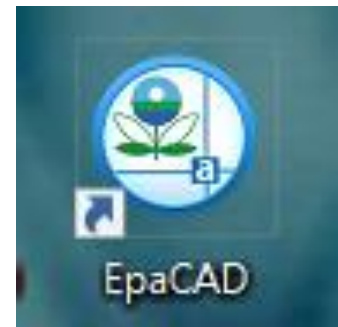


Figure IV-6 Logo du logiciel de L'Epcad.

Etapas d'import du réseau

- Ouvrir le logiciel Epcad ensuite Importer le fichier DXF ; (Fig IV-7)

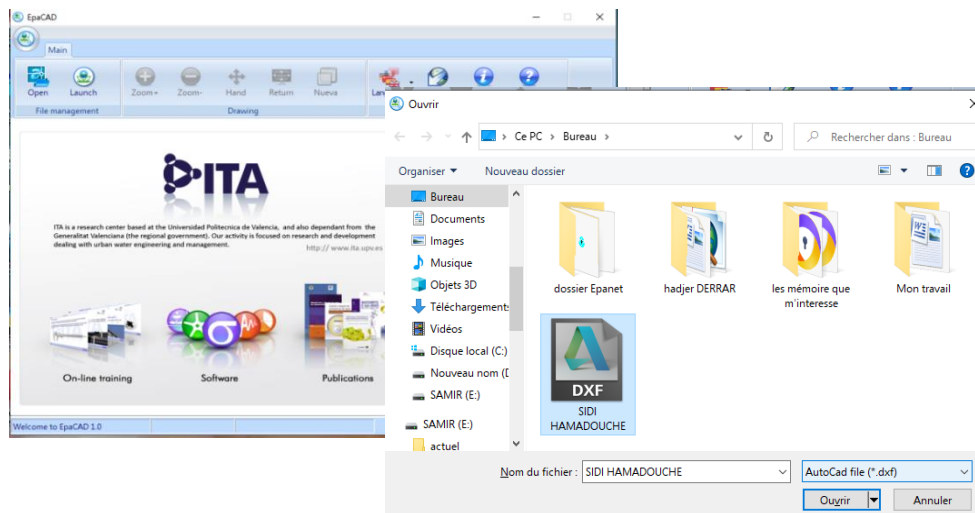


Figure IV_7 importé de fichier DXF.

- Sélectionner les paramètres (couche ; Mode de conversion ...) ;

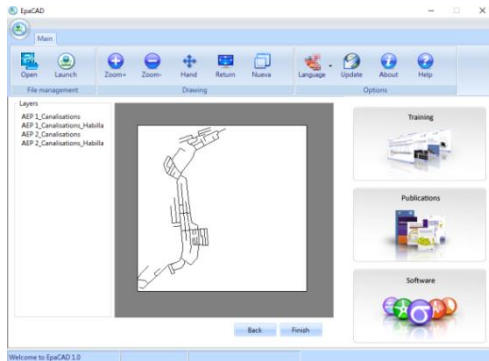


Figure IV-8Export du réseau d'Epanet vers Epanet.

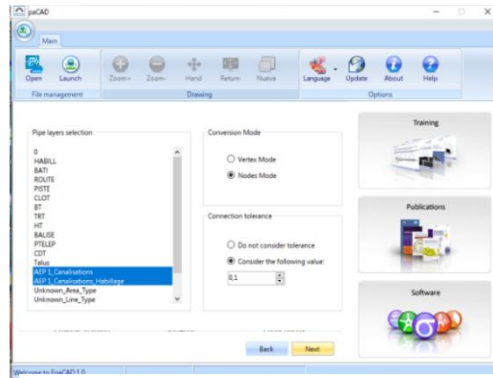
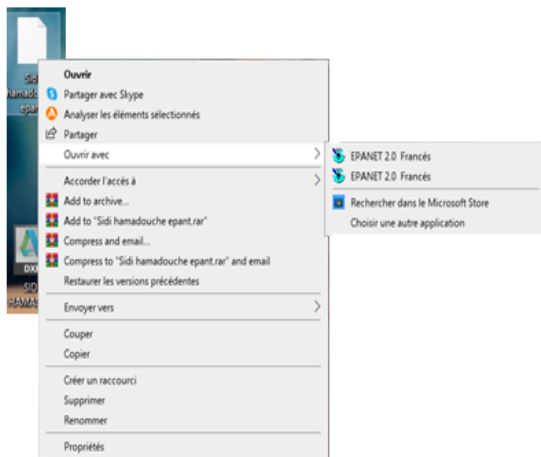


Figure IV-9 Sélection des paramètres.

- Les résultats de l'import des couches « conduites » et « nœuds » (Export du réseau d'Epanet vers Epanet) ;

Après avoir procédé de la manière citée ci-dessus (Fig IV-8 ; 9) nous obtiendrions le fichier Epanet (avec extension inp) ; que nous l'enregistrons.

Pour ouvrir le fichier de Sidi Hamadouche (qui a été exporté de L'Epanet vers L'Epanet), et procéder de la manière suivante :



Sélectionner le Fichier en cliquant à droite.

Cliquer sur « ouvrir Avec ».(Fig IV-10)

Figure IV_ 10 Louverture de Fichier Epanet.

Le calage du modèle consiste à l'ajustement de ses paramètres, de préférence ceux qui ont un sens physique (contrairement aux paramètres purement numériques), en fonction d'un ensemble de données recueillies sur le terrain. (Fig IV-11 ;12).

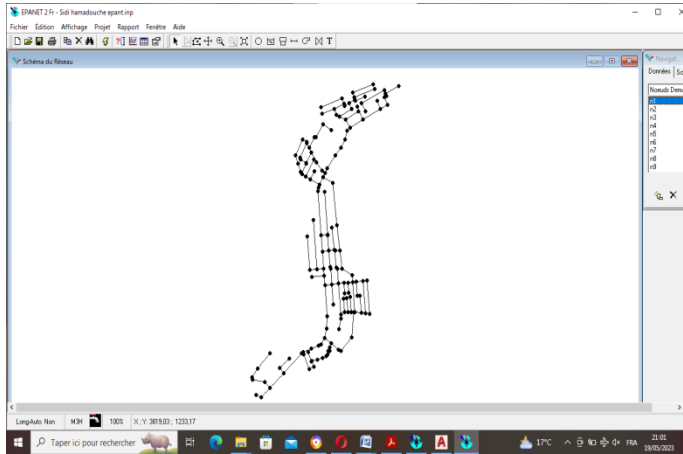
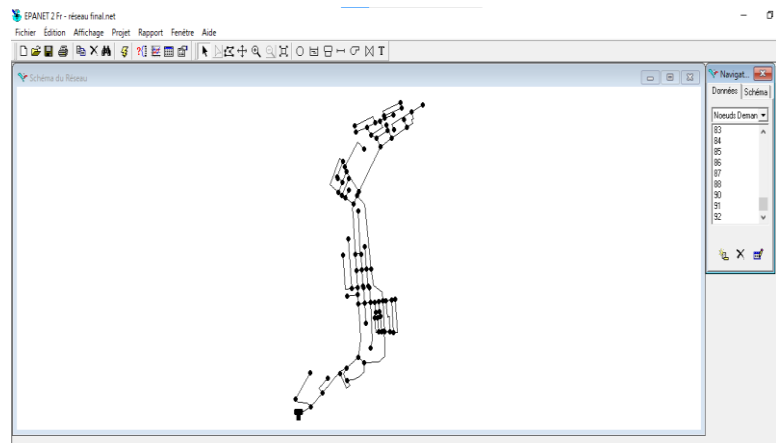


Figure IV-11 Réseau affiché par Epanet (156 nœuds).

Figure IV-12 Le réseau corrigé (86 nœuds).



IV.3 Simulation du réseau avec Epanet

Après avoir renseigné toutes les données nécessaires tel que cotes radié ,reservoir demandes , diamètre on lance la simulation .(Fig IV-13).

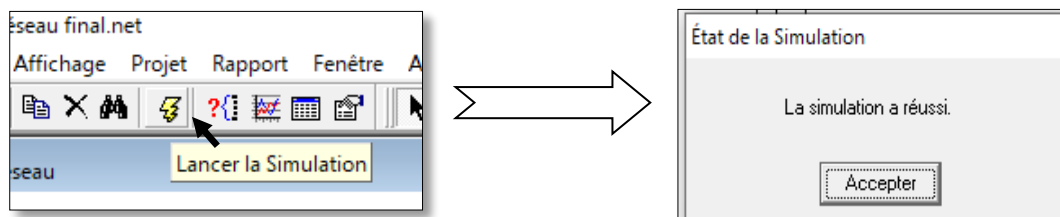


Figure IV_13 Lancer la Simulation.

IV.3.1 les résultats de la simulation affiche :

EPANET 2 Fr - réseau final.net - [État des Noeuds du Réseau]

Fichier Édition Affichage Projet Rapport Fenêtre Aide

ID Noeud	Demande LPS	Charge m	Pression m	Qualité
Noeud 1	0,81	520,96	16,62	0,00
Noeud 2	0,50	520,67	13,53	0,00
Noeud 3	0,83	520,51	27,07	0,00
Noeud 4	0,49	520,54	29,88	0,00
Noeud 5	0,51	520,53	22,74	0,00
Noeud 6	0,51	520,56	28,96	0,00
Noeud 7	0,42	520,65	17,36	0,00
Noeud 8	0,86	520,58	26,02	0,00
Noeud 9	0,22	520,69	22,67	0,00

Figure IV_ 14 Tableau de résultat.

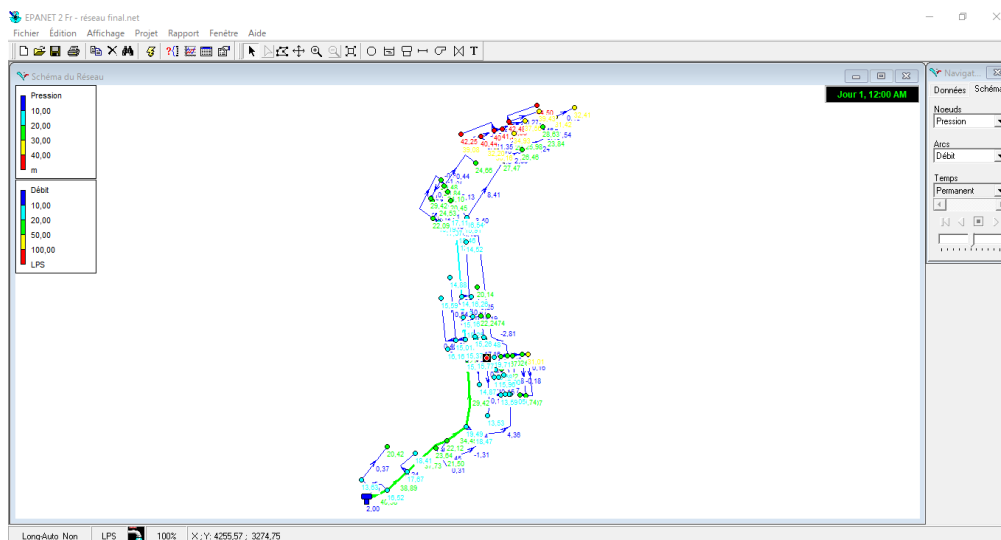


Figure IV_ 15 Réseau affiché sur Epanet.

Un rapport de simulation peut être de type : Document texte (.txt) ; Word (.docx) ; Excel (.xlsx).

réseau final - Bloc-notes

Fichier Edition Format Affichage Aide

ID Arc	Noeud Initial	Noeud Final	Longueur m	Diamètre mm
81	78	80	152,78	55,4
82	19	81	77,04507196862	55,4
83	82	83	117,66	55,4
84	84	85	20,60459949497	55,4
85	85	86	95,92	55,4
86	84	87	81,74678679194	55,4
87	85	88	75,8818417038	55,4
88	16	84	16,58571338401	79,2
89	89	90	109,73	220,4
90	90	82	113,9705169024	220,4
91	82	79	220,75	220,4
92	79	18	105,72	220,4
93	18	13	285,97	220,4
94	90	91	121,28	79,2
95	91	92	182,08	55,4

Résultats aux noeuds:

ID Noeud	Demande LPS	Charge m	Pression m	Qualité
1	0,81	520,96	16,62	0,00
2	0,50	520,67	13,53	0,00
3	0,83	520,51	27,07	0,00
4	0,49	520,54	29,88	0,00
5	0,51	520,53	22,74	0,00
6	0,51	520,56	28,96	0,00
7	0,42	520,65	17,36	0,00
8	0,86	520,58	26,02	0,00
9	0,22	520,69	22,67	0,00
10	0,11	520,69	21,22	0,00
11	0,23	520,80	19,71	0,00

Figure IV_16 Visualisation des résultats.

IV.3.2 Analyse du résultat de simulation (Figure IV_17)

Les résultats de la simulation du réseau sont présentés dans les tableaux suivants :

Tableaux IV- 1 État des Nœuds du Réseau

	Altitude	Demande Base	Demande	Charge	Pression
ID Noeud	m	LPS	LPS	m	m
Noeud 1	504,3431156	0,81436354	0,2	523,77	19,42
Noeud 2	507,1386756	0,50060463	0,12	523,75	16,61
Noeud 3	493,4335633	0,828139	0,2	523,73	30,3
Noeud 4	490,6620336	0,49094782	0,12	523,73	33,07
Noeud 5	497,7892008	0,50726865	0,12	523,73	25,94
Noeud 6	491,5980336	0,5051612	0,12	523,73	32,14
Noeud 7	503,2897515	0,42273977	0,1	523,74	20,45
Noeud 8	494,5599438	0,86081909	0,21	523,74	29,18
Noeud 9	498,0171472	0,22089068	0,05	523,74	25,73
Noeud 10	499,469106	0,10972319	0,03	523,74	24,27
Noeud 11	501,0915876	0,23147195	0,06	523,75	22,66
Noeud 12	502,1247736	0,11142868	0,03	523,75	21,63
Noeud 13	505,608522	0,77133023	0,19	523,8	18,19
Noeud 14	505,3645242	0,56549029	0,14	523,78	18,42
Noeud 15	489,5320336	0,47340203	0,11	523,73	34,2
Noeud 16	505,0083739	0,67286527	0,16	523,74	18,73
Noeud 17	503,3678515	1,08378469	0,26	523,83	20,47
Noeud 18	502,5250569	0,89905201	0,22	523,85	21,32
Noeud 19	505,8175843	0,33312362	0,08	523,78	17,97
Noeud 20	505,8207586	0,35151124	0,08	523,77	17,95
Noeud 21	505,2807625	0,45286498	0,11	523,75	18,47
Noeud 22	505,5737461	1,27914929	0,31	523,72	18,14
Noeud 23	503,8056333	0,78509419	0,19	523,63	19,83
Noeud 24	503,2489999	1,03004373	0,25	523,62	20,38
Noeud 25	494,4785914	1,37412832	0,33	523,71	29,23
Noeud 26	503,802467	0,49854029	0,12	523,73	19,93
Noeud 27	498,0643055	0,57349578	0,14	523,71	25,65
Noeud 29	505,4480342	0,54733125	0,13	523,69	18,25
Noeud 30	504,1983088	0,17227749	0,04	523,73	19,53
Noeud 31	500,1141691	0,24769646	0,06	523,71	23,6
Noeud 32	503,4750812	0,16442326	0,04	523,77	20,29
Noeud 33	503,8003864	0,18852812	0,05	523,71	19,91
Noeud 34	506,2347723	0,2198373	0,05	523,78	17,54
Noeud 35	505,2309731	0,17356882	0,04	523,78	18,55
Noeud 36	505,1912309	0,17637756	0,04	523,73	18,54
Noeud 37	502,5295546	0,93101255	0,22	523,62	21,09
Noeud 39	491,002566	0,88603741	0,21	523,57	32,57
Noeud 40	488,0881751	0,37875383	0,09	523,55	35,46
Noeud 41	485,7102916	0,44563396	0,11	523,53	37,82

Noeud 42	477,3125544	0,40472114	0,1	523,51	46,2
Noeud 43	478,6600846	0,16186158	0,04	523,51	44,85
Noeud 44	477,0745379	0,5652123	0,14	523,46	46,39
Noeud 45	474,8	0,34549257	0,08	523,46	48,66
Noeud 46	488,3571858	0,18742695	0,04	523,55	35,19
Noeud 47	491,5551749	0,59077991	0,14	523,53	31,98
Noeud 48	493,8017181	0,59715924	0,14	523,5	29,7
Noeud 49	486,0242298	0,89774333	0,22	523,49	37,46
Noeud 50	485,024	0,18164771	0,04	523,48	38,46
Noeud 51	491,2259023	0,46448292	0,11	523,47	32,25
Noeud 52	475,8361751	0,41653045	0,1	523,46	47,62
Noeud 53	476,177022	0,25065483	0,06	523,43	47,25
Noeud 54	474,1373872	0,63256214	0,15	523,42	49,28
Noeud 55	472,0227039	0,33056037	0,08	523,41	51,39
Noeud 56	477,1318552	0,27188969	0,07	523,42	46,28
Noeud 57	479,1338684	0,14493379	0,03	523,43	44,29
Noeud 58	489,013358	0,0961706	0,02	523,5	34,49
Noeud 59	502,1202585	0,29723915	0,07	523,63	21,51
Noeud 60	499,9348402	0,33723755	0,08	523,62	23,69
Noeud 61	496,8383604	0,65671728	0,16	523,6	26,77
Noeud 62	489,1376445	0,71714476	0,17	523,58	34,44
Noeud 63	491,7944719	0,55740998	0,13	523,58	31,79
Noeud 64	494,5781617	0,55406137	0,13	523,59	29,01
Noeud 65	483,0726545	0,15946309	0,04	523,53	40,46
Noeud 66	502,0840781	0,10068611	0,02	523,63	21,54
Noeud 67	498,6483432	0,2113173	0,05	523,62	24,97
Noeud 69	489,9761062	0,21222012	0,05	523,58	33,61
Noeud 70	494,3925545	0,12143337	0,03	523,6	29,21
Noeud 71	489,1792065	0,181905	0,04	523,58	34,4
Noeud 72	493,7701969	0,44087582	0,11	523,57	29,8
Noeud 73	505,9331554	1,08827794	0,26	523,77	17,83
Noeud 75	505,1163577	0,46074479	0,11	523,75	18,64
Noeud 76	505,6938176	0,54350238	0,13	523,74	18,05
Noeud 78	500,5428941	0,82909277	0,2	523,85	23,31
Noeud 79	500,2140105	0,82929593	0,2	523,87	23,66
Noeud 80	498,3240167	0,31038665	0,07	523,85	25,52
Noeud 81	505,011391	0,15652417	0,04	523,78	18,77
Noeud 82	505,4546069	0,91905272	0,22	523,93	18,48
Noeud 83	504,6792095	0,23903714	0,06	523,93	19,25
Noeud 84	506,5449205	0,24163168	0,06	523,74	17,2
Noeud 85	507,0090273	0,39089142	0,09	523,74	16,73
Noeud 86	504,6038643	0,19487032	0,05	523,73	19,13
Noeud 87	503,6332148	0,16607613	0,04	523,74	20,11
Noeud 88	504,625619	0,15416096	0,04	523,74	19,11
Noeud 90	507,0299096	0,70085972	0,17	523,97	16,94

Noeud 91	509,8325815	0,61630381	0,15	523,96	14,13
Noeud 92	502,9154073	0,36991231	0,09	523,95	21,04
Bâche 28	530	Sans Valeur	-801,87	530	0
Réservoir 89	522	Sans Valeur	792,13	524	2

Tableaux IV- 2 État des Arcs du Réseau.

ID Arc	Longueur M	Diamètre mm	Rugosité MM	Débit L/S	Vitesse m/s	Pert.Charge Unit. m/km	Facteur Friction	État
Tuyau 1	246,41	55,4	0,01	0,55	0,23	1,42	0,03	Ouvert
Tuyau 2	175,44	55,4	0,01	0,2	0,08	0,24	0,04	Ouvert
Tuyau 3	185,29	55,4	0,01	0,16	0,07	0,16	0,04	Ouvert
Tuyau 4	163,36	96,8	0,01	1,4	0,19	0,51	0,027	Ouvert
Tuyau 5	54,01	55,4	0,01	0,12	0,05	0,07	0,03	Ouvert
Tuyau 6	54,85	55,4	0,01	0,12	0,05	0,07	0,03	Ouvert
Tuyau 7	43,65	110,2	0,01	8,15	0,85	6,3	0,019	Ouvert
Tuyau 8	41,06	110,2	0,01	7,1	0,74	4,91	0,019	Ouvert
Tuyau 9	32,45	96,8	0,01	5,48	0,74	5,75	0,02	Ouvert
Tuyau 10	26,64	96,8	0,01	5,11	0,69	5,07	0,02	Ouvert
Tuyau 11	28,08	96,8	0,01	4,75	0,64	4,45	0,02	Ouvert
Tuyau 12	23,23	96,8	0,01	2,14	0,29	1,07	0,024	Ouvert
Tuyau 13	40,13	96,8	0,01	1,43	0,19	0,53	0,027	Ouvert
Tuyau 14	26,09	96,8	0,01	0,69	0,09	0,15	0,032	Ouvert
Tuyau 15	206,93	55,4	0,01	0,17	0,07	0,19	0,041	Ouvert
Tuyau 16	25,26	55,4	0,01	0,53	0,22	1,34	0,03	Ouvert
Tuyau 17	39,14	55,4	0,01	0,92	0,38	3,51	0,026	Ouvert
Tuyau 18	5,59	96,8	0,01	2,78	0,38	1,71	0,023	Ouvert
Tuyau 19	309,03	96,8	0,01	4,76	0,65	4,47	0,02	Ouvert
Tuyau 20	50,85	96,8	0,01	4,51	0,61	4,06	0,021	Ouvert
Tuyau 21	50,05	176,2	0,01	23,09	0,95	4,31	0,017	Ouvert
Tuyau 22	36,88	176,2	0,01	22,56	0,93	4,13	0,017	Ouvert
Tuyau 23	94,78	176,2	0,01	19,9	0,82	3,29	0,017	Ouvert
Tuyau 24	87,98	141	0,01	15,23	0,98	5,95	0,017	Ouvert
Tuyau 25	272,24	141	0,01	13,23	0,85	4,61	0,018	Ouvert
Tuyau 26	49,11	141	0,01	9,92	0,64	2,73	0,019	Ouvert
Tuyau 27	433,40	96,8	0,01	3,72	0,5	2,87	0,021	Ouvert
Tuyau 28	209,04	96,8	0,01	3,07	0,42	2,04	0,022	Ouvert
Tuyau 29	40,15	79,2	0,01	4,18	0,85	9,31	0,02	Ouvert
Tuyau 30	33,63	79,2	0,01	3,26	0,66	5,95	0,021	Ouvert

Tuyau 31	33,94	79,2	0,01	2,15	0,44	2,83	0,023	Ouvert
Tuyau 32	269,41	55,4	0,01	0,6	0,25	1,65	0,029	Ouvert
Tuyau 33	84,80	55,4	0,01	0,19	0,08	0,23	0,04	Ouvert
Tuyau 34	121,92	55,4	0,01	0,27	0,11	0,41	0,036	Ouvert
Tuyau 35	80,93	55,4	0,01	0,18	0,07	0,21	0,041	Ouvert
Tuyau 36	92,80	55,4	0,01	0,21	0,09	0,27	0,039	Ouvert
Tuyau 37	108,21	55,4	0,01	0,24	0,1	0,34	0,037	Ouvert
Tuyau 38	85,43	55,4	0,01	0,19	0,08	0,23	0,04	Ouvert
Tuyau 39	86,82	55,4	0,01	0,19	0,08	0,23	0,04	Ouvert
Tuyau 40	24,51	141	0,01	12,51	0,8	4,16	0,018	Ouvert
Tuyau 41	292,55	141	0,01	9,17	0,59	2,37	0,019	Ouvert
Tuyau 42	54,02	96,8	0,01	4,95	0,67	4,8	0,02	Ouvert
Tuyau 43	40,15	79,2	0,01	4,34	0,88	9,97	0,02	Ouvert
Tuyau 44	56,15	79,2	0,01	2,37	0,48	3,38	0,023	Ouvert
Tuyau 45	79,67	55,4	0,01	0,18	0,07	0,21	0,041	Ouvert
Tuyau 46	63,39	55,4	0,01	1,75	0,73	10,96	0,023	Ouvert
Tuyau 47	170,06	55,4	0,01	0,38	0,16	0,75	0,033	Ouvert
Tuyau 48	92,26	55,4	0,01	0,2	0,08	0,25	0,039	Ouvert
Tuyau 49	89,56	79,2	0,01	3,25	0,66	5,93	0,021	Ouvert
Tuyau 50	122,75	79,2	0,01	2,44	0,5	3,55	0,022	Ouvert
Tuyau 51	123,85	79,2	0,01	1,69	0,34	1,85	0,024	Ouvert
Tuyau 52	89,41	55,4	0,01	0,2	0,08	0,25	0,039	Ouvert
Tuyau 53	228,63	55,4	0,01	0,51	0,21	1,24	0,03	Ouvert
Tuyau 54	123,05	55,4	0,01	1,48	0,61	8,08	0,023	Ouvert
Tuyau 55	44,76	55,4	0,01	0,75	0,31	2,45	0,027	Ouvert
Tuyau 56	37,22	55,4	0,01	1,78	0,74	11,27	0,022	Ouvert
Tuyau 57	14,82	55,4	0,01	1,35	0,56	6,88	0,024	Ouvert
Tuyau 58	162,71	55,4	0,01	0,36	0,15	0,68	0,033	Ouvert
Tuyau 59	133,83	55,4	0,01	0,3	0,12	0,5	0,035	Ouvert
Tuyau 60	71,34	55,4	0,01	0,16	0,07	0,16	0,04	Ouvert
Tuyau 61	47,34	55,4	0,01	0,1	0,04	0,05	0,029	Ouvert
Tuyau 62	65,10	96,8	0,01	2,46	0,33	1,37	0,023	Ouvert
Tuyau 63	31,65	79,2	0,01	2,03	0,41	2,55	0,023	Ouvert

Tuyau 64	30,33	55,4	0,01	1,43	0,59	7,6	0,024	Ouvert
Tuyau 65	233,15	55,4	0,01	0,58	0,24	1,54	0,029	Ouvert
Tuyau 66	30,31	55,4	0,01	0,4	0,17	0,82	0,032	Ouvert
Tuyau 67	27,05	79,2	0,01	1,49	0,3	1,49	0,025	Ouvert
Tuyau 68	141,21	79,2	0,01	2,32	0,47	3,25	0,023	Ouvert
Tuyau 69	78,49	55,4	0,01	0,17	0,07	0,19	0,041	Ouvert
Tuyau 70	49,56	55,4	0,01	0,11	0,05	0,06	0,029	Ouvert
Tuyau 71	104,02	55,4	0,01	0,23	0,1	0,32	0,038	Ouvert
Tuyau 72	104,46	55,4	0,01	0,23	0,1	0,32	0,038	Ouvert
Tuyau 73	59,77	55,4	0,01	0,13	0,05	0,09	0,032	Ouvert
Tuyau 74	89,54	55,4	0,01	0,2	0,08	0,25	0,039	Ouvert
Tuyau 75	217,01	55,4	0,01	0,48	0,2	1,12	0,031	Ouvert
Tuyau 76	41,36	79,2	0,01	2,28	0,46	3,14	0,023	Ouvert
Tuyau 77	226,79	55,4	0,01	0,5	0,21	1,2	0,03	Ouvert
Tuyau 78	267,53	55,4	0,01	0,59	0,24	1,6	0,029	Ouvert
Tuyau 79	173,59	79,2	0,01	1,43	0,29	1,38	0,025	Ouvert
Tuyau 80	81,73	79,2	0,01	2,67	0,54	4,17	0,022	Ouvert
Tuyau 81	152,78	55,4	0,01	0,34	0,14	0,62	0,034	Ouvert
Tuyau 82	77,05	55,4	0,01	0,17	0,07	0,19	0,041	Ouvert
Tuyau 83	117,66	55,4	0,01	0,26	0,11	0,39	0,036	Ouvert
Tuyau 84	20,60	55,4	0,01	0,81	0,34	2,79	0,027	Ouvert
Tuyau 85	95,92	55,4	0,01	0,21	0,09	0,27	0,039	Ouvert
Tuyau 86	81,75	55,4	0,01	0,18	0,07	0,21	0,041	Ouvert
Tuyau 87	75,88	55,4	0,01	0,17	0,07	0,19	0,041	Ouvert
Tuyau 88	16,59	79,2	0,01	1,25	0,25	1,09	0,026	Ouvert
Tuyau 89	109,73	220,4	0,01	44,23	1,16	4,77	0,015	Ouvert
Tuyau 90	113,97	220,4	0,01	42,4	1,11	4,41	0,015	Ouvert
Tuyau 91	220,75	220,4	0,01	41,14	1,08	4,17	0,016	Ouvert
Tuyau 92	105,72	220,4	0,01	37,57	0,98	3,54	0,016	Ouvert
Tuyau 93	285,97	220,4	0,01	32,08	0,84	2,65	0,016	Ouvert
Tuyau 94	121,28	79,2	0,01	1,07	0,22	0,83	0,027	Ouvert
Tuyau 95	182,08	55,4	0,01	0,4	0,17	0,82	0,032	Ouvert

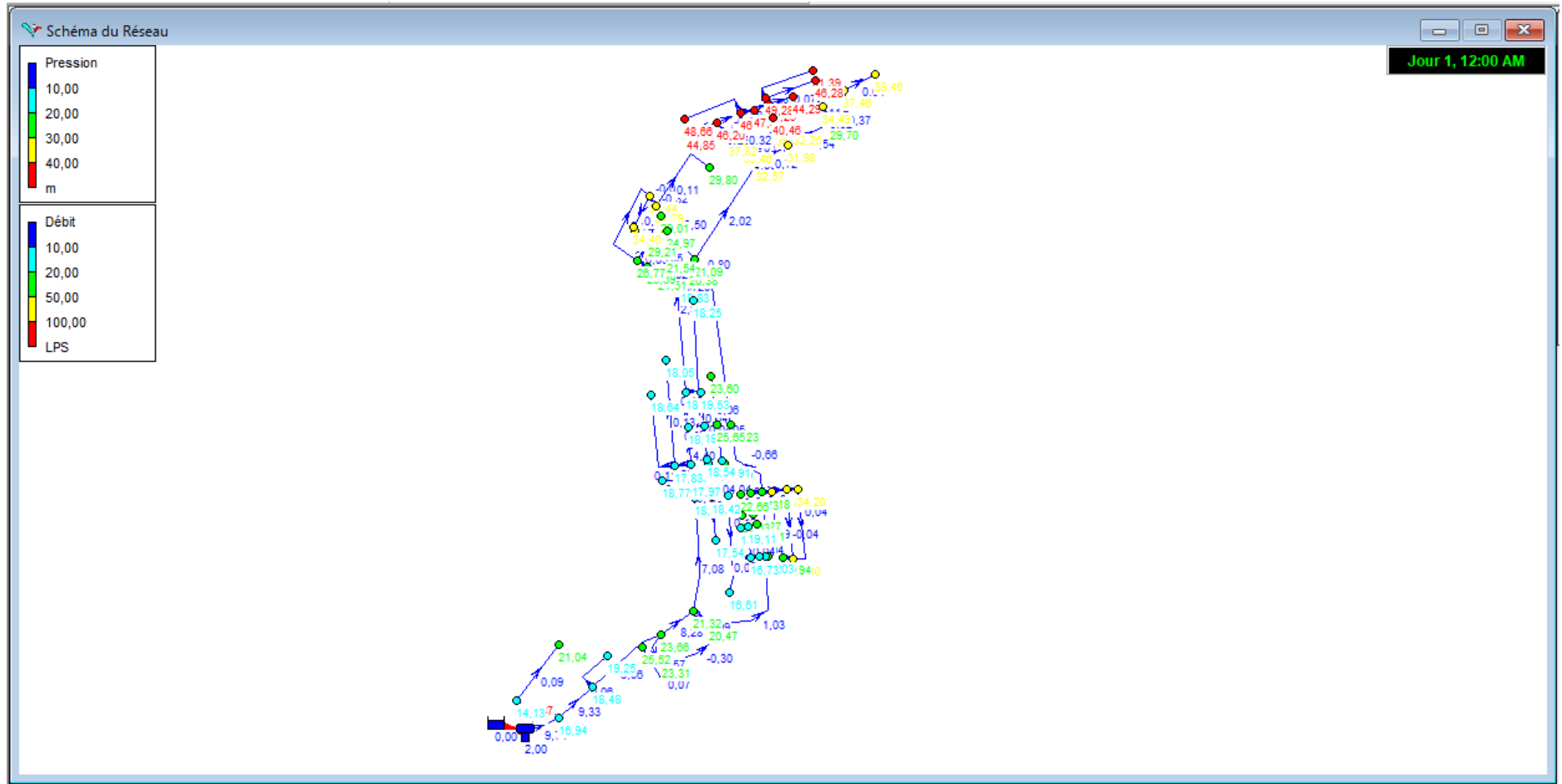


Figure IV_ 17 Plan de simulation du centre Sidi Hamadouche par Epanet.

IV.3.3 Interprétation des résultats :

Suite a notre analyse des résultats nous avons constatés que les pressions sont conformes avec les normes :

$$10\text{m} < \text{pression} < 50\text{m référence}$$

Pour les nœuds :

- Pression minimale : 12,96 m
- Pression maximale : 43,22 m.

Pour les conduites:

En ce qui concerne les conduites, nous avons remarqué que plus de la moitié des résultats des vitesses ne sont pas conformes aux normes.

$$0,5 \text{ m/s} < \text{vitesse} < 1,5 \text{ m/s}$$

- 59 conduites < 0,5 m/s
- 0,5 m/s < 36 conduites < 1,5 m/s .

Il est judicieux de faire un changement dans les dimensions des canalisations pour les tronçons dont la vitesse inférieure aux normes

IV.4 Présentation du logiciel Mike Urban

Dans le cadre de l'exploitation et la gestion de l'eau, le groupe danois DHI a développé un logiciel appelé Mike Urban depuis l'Epanet, son utilisation est parfaitement flexible avec d'autres logiciels (Figure IV-1).

MIKE URBAN assiste l'utilisateur dans la modélisation des réseaux Urbains que ce soit des réseaux de distribution d'eau potable, d'eaux pluviales, d'assainissement séparatif et unitaire ou pour la gestion des inondations Urbaines. Le logiciel propose une modélisation hydrologique et hydraulique complète, comprenant une analyse de la qualité de l'eau dans l'intégralité du réseau.

IV.4.1 Définition de logiciel Mike Urban

MIKE URBAN est un logiciel de modélisation des réseaux AEP et assainissement complètement intégré sous le Système d'information Géographique Arc GIS 9.1 (ou Arc GIS 9.2 pour la version 2008 de MIKE URBAN).

- MIKE URBAN fonctionne sur la base d'une architecture (Figure IV-1) modulaire dont la base principale est l'interface SIG : le **gestionnaire de modèle**. Au gestionnaire de modèle peuvent venir s'ajouter un certain nombre de modules, en fonction de l'utilisation souhaitée. Par exemple pour les réseaux d'assainissement, il est recommandé d'ajouter les modules « MOUSE » ou CS. (SEOR., 2010, MIKEURBAN-WD Manuel-Formation, 146 p).

IV.4.2 Objets du logiciel

Le logiciel MIKE Urban comporte une interface très développée car il fonctionne avec le SIG. Figure ci-dessous expose l'interface de logiciel.(Figure IV-16)

MIKE URBAN – interface intégrée SIG

The screenshot displays the MIKE URBAN software interface with several key components highlighted by blue callouts:

- Index:** A tree view on the left side of the interface showing the project structure, including Collection System, MOUSE, MOUSE Basins, MOUSE Outlets, MOUSE Storage, and MOUSE Links.
- Séries temporelles (Time Series):** A window showing a table of data points and a corresponding line graph titled 'Node Water Level [m]'. The table includes columns for Time and Node Water Level.
- Element info:** A panel on the right providing detailed properties for a selected link, such as Link ID, Type, Up Level, Down Level, Length, Diameter, Material, and Link Discharge.
- Plan horizontal:** A central window showing a top-down view of the network layout with nodes and links.
- Editeurs (Editors):** A panel on the left containing various configuration options for links, including identification, geometrical properties, material, and miscellaneous settings.
- Profil en long (Longitudinal Profile):** A window showing a cross-section of the network with a graph of water level and ground level over distance. Below the graph is a table of link data.

Link ID	Shape	Up Level	Down Level	Length	Size	Width
55006	Rectangular	-5.23	-8.97	870.000	n/A	8.0000
55008	Rectangular	-5.97	-8.62	818.000	n/A	9.0000
55012	Rectangular	-7.91	-7.91	819.000	n/A	8.0000
55014	Circular	-8.16	-8.16	415.000	5.0000	n/A
55016	Rectangular	-8.02	-8.88	813.000	n/A	8.0000
55018	Rectangular	-10.29	-10.70	814.000	n/A	8.0000
55020	Rectangular	-10.70	-10.86	370.000	n/A	9.0000
55022	Circular	-10.86	-12.17	580.000	10.5000	n/A

Figure IV_ 18 l'interface de logiciel.

- Le logiciel MIKE Urban utilise des outils et des objets de dessin dans la modélisation des réseaux comme suit :



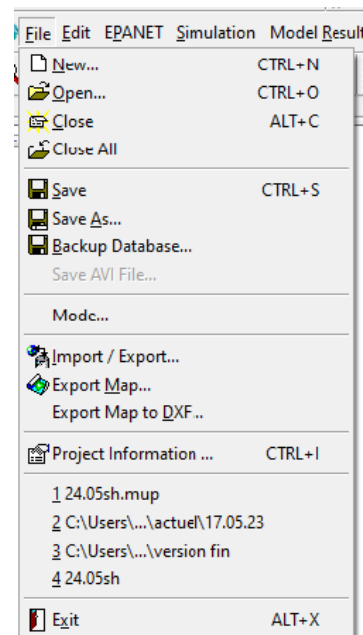
Figure IV_19 Objets de dessin.

Ci-dessous des figures représentant les outils utilisés par le logiciel Mike Urban.

Liste des éléments contenus dans Fichier

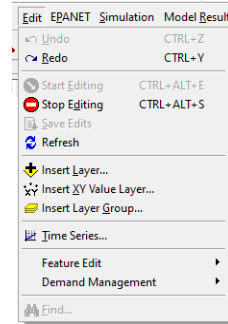
(File) :

- New : créer un nouveau projet
- Open : ouvrir un projet déjà créé.
- Close : fermer le projet
- Close All : sortir de logiciel.
- Save : Enregistrer
- Save : Enregistrer sous un autre fichier
- Import/Export : importer ou Exporter un Fichier a fin de le modéliser.
- Export Map : faire sortir des fichiers sous forme MAP
- Export Map to DXF : faire sortir des fichiers sous forme DXF
- Et enfin le journal de l'historique.



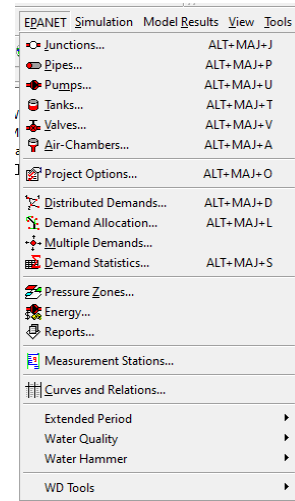
Editeur "Edit".

- Start/ stop Editing : Commencer ou Arrêter L'edition.
- Insert Layer : Inserter un calque
- Insert XY Value Layer : Inserter une couche de valeur XY .



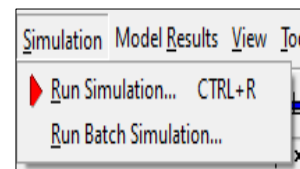
Epanet

- Junctions : nœudes
- Pipes : conduites
- Pumps : pompes
- Tanks : réservoir
- Valves : des vannes
- Air Chambers : chambres a L'air
- Project Options : Options de projet.



Simulation :

- Run simulation : Lancer la simulation.
- Run Batch Simulation : lancer la simulation par secteur



IV.4.3 Le processus de la modélisation

Mike Urban, logiciel récemment mis en application sur le marché Algérien cette nouvelle technologie, assure le bon fonctionnement et une meilleure gestion de données pour l'exploitant

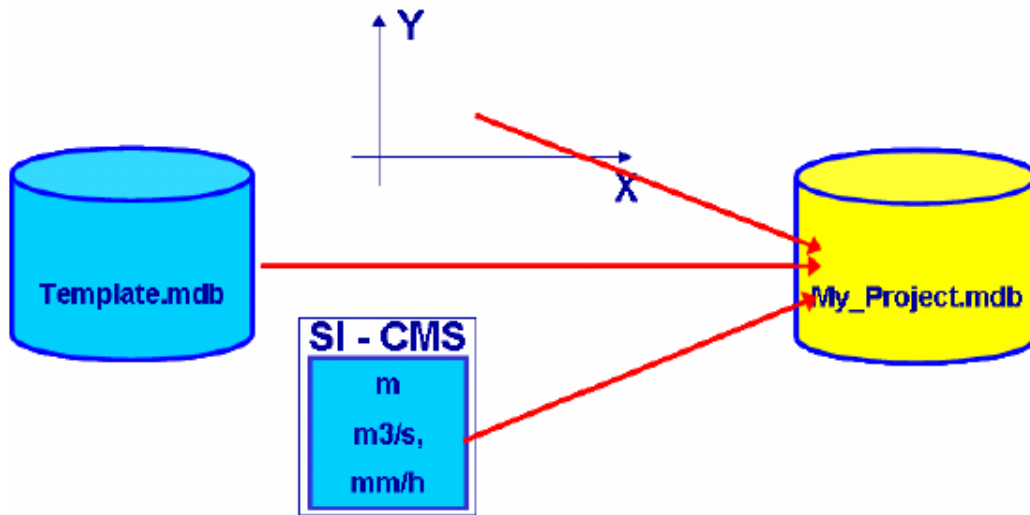


Figure IV_ 20 Création des bases de données.

IV.4.4 Modèle utilise (comment importer le réseau vers le Mike Urban):

La méthode généralement utilisé avec le logiciel Mike Urban «la méthodologie d'analyse hydraulique », méthode mise en application vu les avantages qu'elle offre par rapport aux outils de modélisation traditionnels.

Son interface est construite directement sur des composants (d'ArcGIS), basée sur la technologie de la base de données géographique d'ESRI. Son moteur de calcul utilisé pour la modélisation est Epanet version 2.0, ainsi qu'il peut traiter des données DAO **dessin assisté par ordinateur** tel que DWG, DXF...(Fig IV-18).

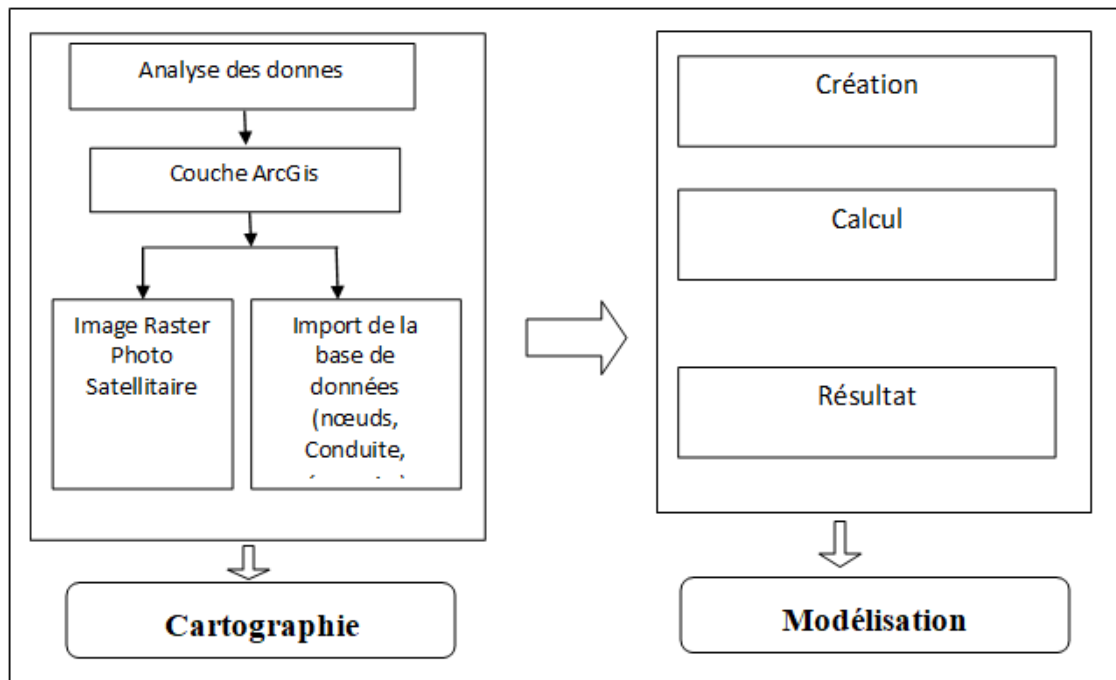


Figure IV_21 Schéma indiquant la méthodologie d'analyse hydraulique utilisée par Mike.

IV.5 Simulation du réseau d'AEP avec Mike Urban

IV.5.1 Modèle hydraulique et algorithmes de simulation

La méthode utilisée par EPANET pour calculer les équations de perte de charge et de conservation de masse, qui caractérisent l'état hydraulique du réseau à un instant donné, peut être décrite par le nom "approche hybride de nœud-circuit (en anglais : hybridnode-loopapproach).

MIKE URBAN utilise le même modèle de calcul, ses principaux avantages consistant essentiellement dans le traitement des données brutes grâce à différents outils (distribution de la demande, interpolation de données, etc.), la présentation et le traitement des résultats et la connexion directe avec ARGIS.

Ce modèle est décrit en annexe, extrait du manuel officiel traduit en français (SEOR).

IV.5.2 Création d'une base de données à partir du Fichier Auto CAD

IV.5.2.1 Outils de modélisation

Pour pouvoir exploiter le réseau, une couche MNT a été créée à partir d'un raster dans le but d'avoir toutes les cotes qui nous ont servi par la suite à modéliser le réseau ; les étapes de création du MNT sont comme suit :

- 1- Modéliser le modèle numérique du terrain à partir d'un plan topographique en utilisant l'outil civil 3D, cette étape consiste à transformer les entités intégrées dans le calque **Topogis** qui comporte les données géométrique (X, Y et le Z « élévation ») en surface triangulée.
 - 2- Ajouter les points à partir des objets par la commande OBJET DESSIN en choisissant le type d'objet à calculer.
 - 3- Exécuter la commande EXPORTER VERS DEM pour exporter la surface triangulée en Raster sous le format (.TIF).
- ❖ Ouvrir le réseau de Sidi Hamadouche « DWG » vers le logiciel AutoCAD-civil 3D. (Fig IV_20).
 - ❖ **N.B** « Le logiciel de conception prend en charge la modélisation des informations ».



Figure IV_22 Le réseau de Sidi Hamadouche dans AutoCAD-Civil 3d.

- ❖ Désactivé toutes les calques sauf « topojis ».

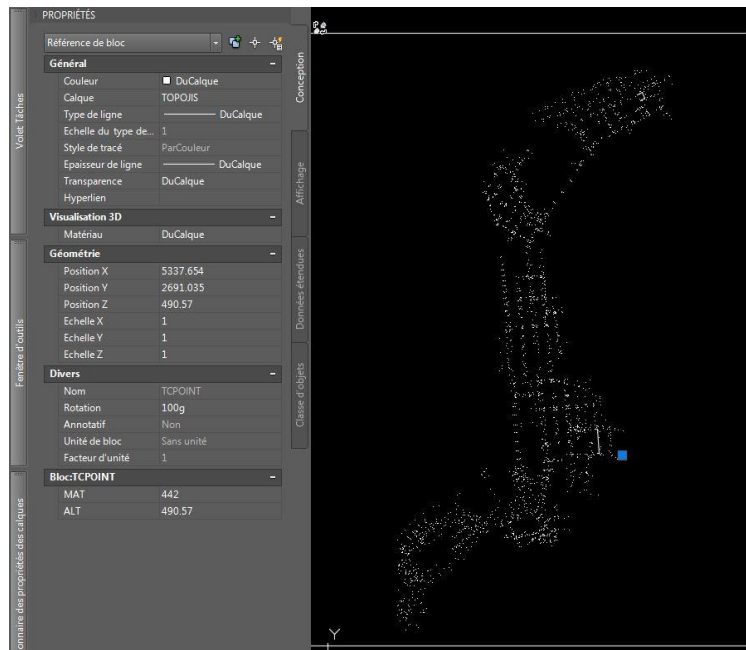


Figure IV_23 Le réseau de L'AEP après inactivation les calques.

- ❖ Cliquer dans « fenêtre d'outils », l'affichage sera comme suit :

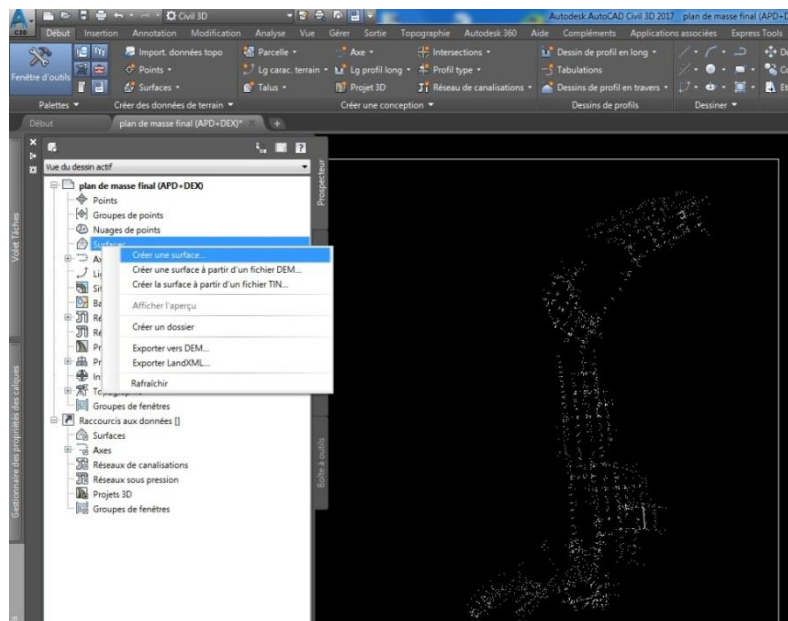


Figure IV_24 La fenêtre d'outils.

- ❖ Sur la figure (Fig.IV-22) cliquer à droite sur surface et choisir « créer une surface... ».

L'image suivante s'affichera.

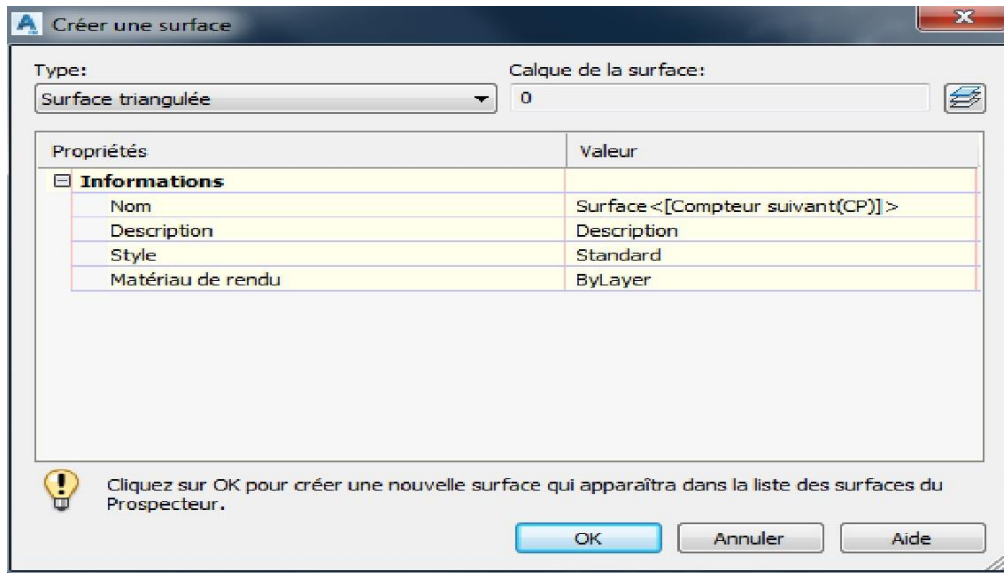
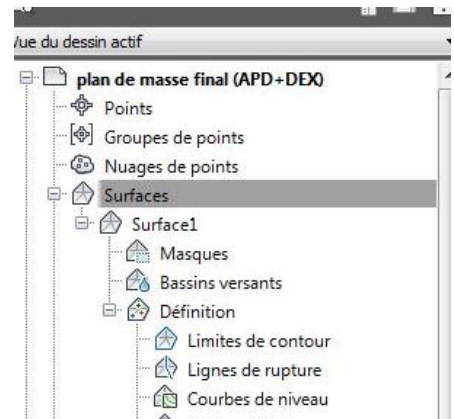


Figure IV_25 Fenêtre de créer une surface.

- ❖ Remplir les informations correspondantes et cliquez sur OK.

L'image suivante (fig.IV-24) affichera les surfaces que nous avons créées précédemment.

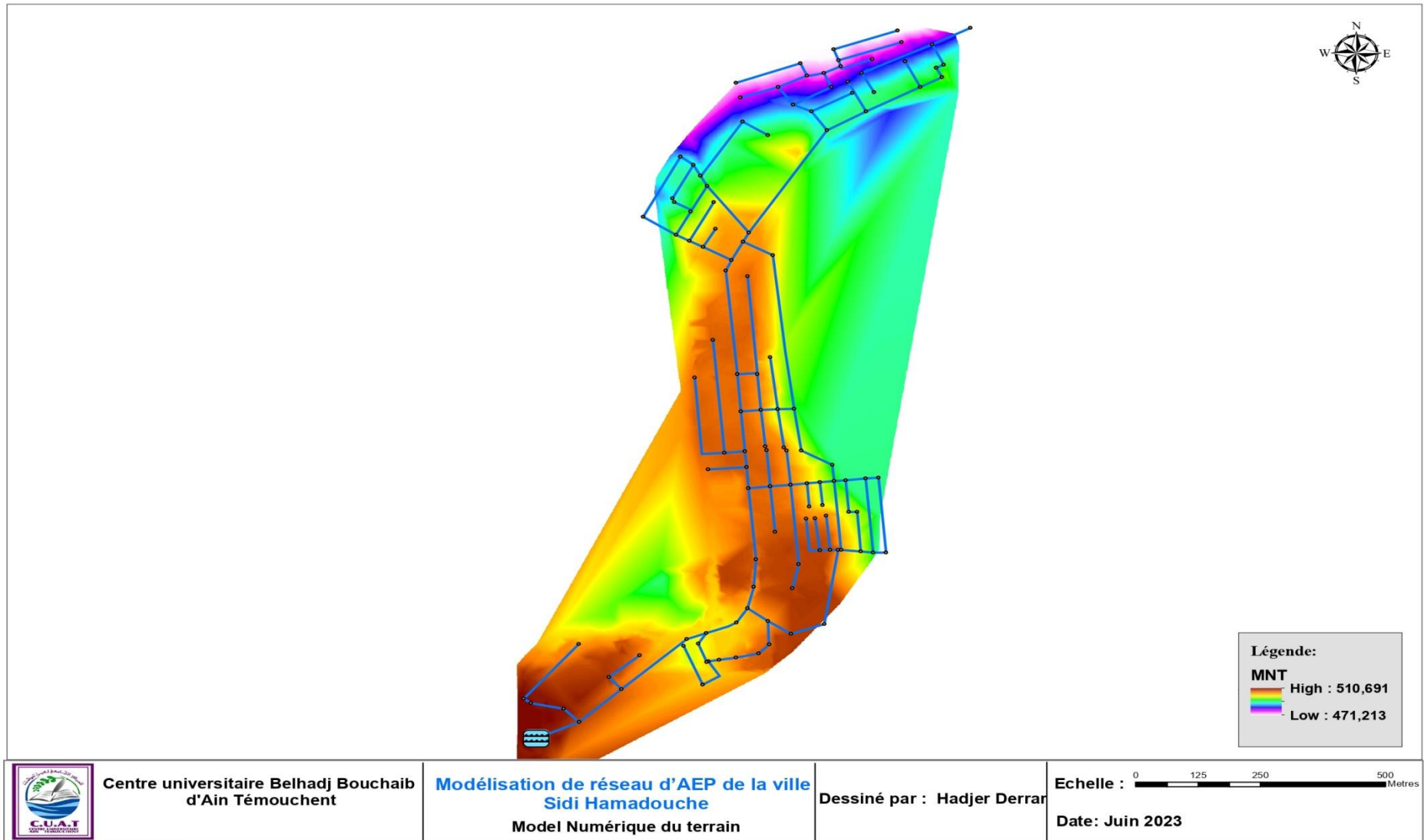


- ❖ Sur la figure précédente (fig.IV-24) sélectionné « objet dessin » l'image suivante (fig.IV-25). apparaîtra.



Figure IV_27Le type d'Objet.

Figure IV_26 la liste de surface créé.



IV.5.2.2 Création d'une couche de conduite

En va reprendre la méthode précédente sauf qu'en doit choisir l'emplacement du couche de conduite et enregistrer le Fichier ce l'extension « Shapefile ; Shp »

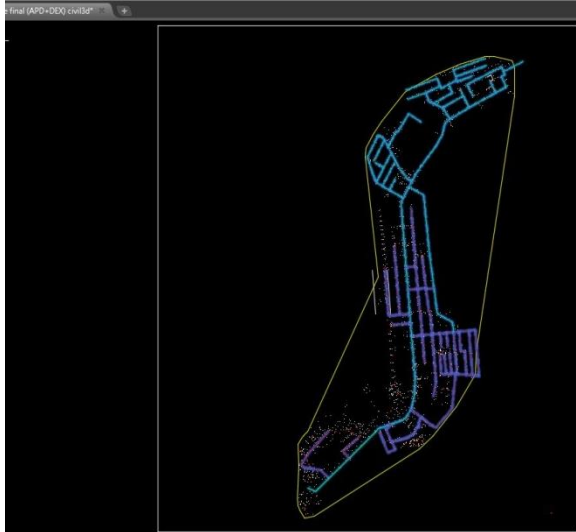


Figure IV_30 les conduite d'AEP a logiciel AutoCAD civil 3d.

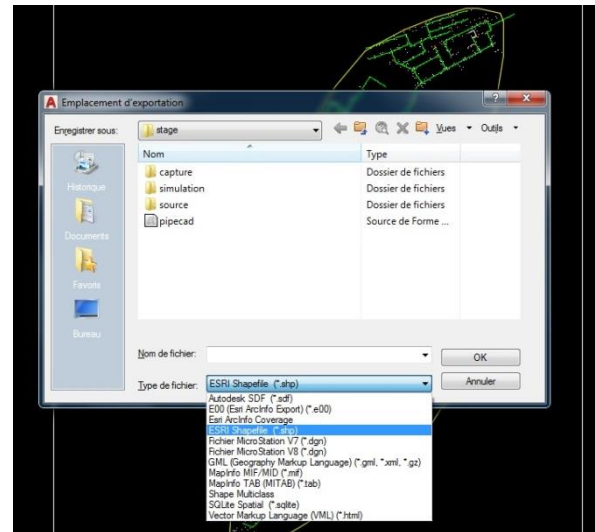


Figure IV_31 Enregistrement du Fichier sous forme Shp.

- ❖ Nous exécutons une commande MAPEXPORT sur certains objets de dessin pour les placer dans un format de donnée SIG (SHP, SDF ou autre). (Fig IV-29)



Figure IV_32 MAPEXPORT.

N.B «Aussi Le MikeUrban peut Importer le fichier Epanet et autre type d'extension». (FigIV – 31).

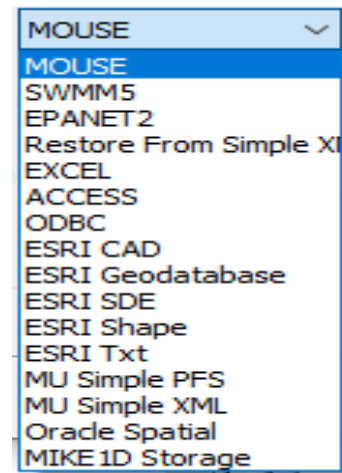


Figure IV_33 Les Types d'extension déterminée Mike Urban.

❖ Les étapes de simulation sous Mike Urban sont illustrées dans les sections suivantes

IV.5.2.3 Création de projet

La première phase étant la création du projet, (fig. IV-28).

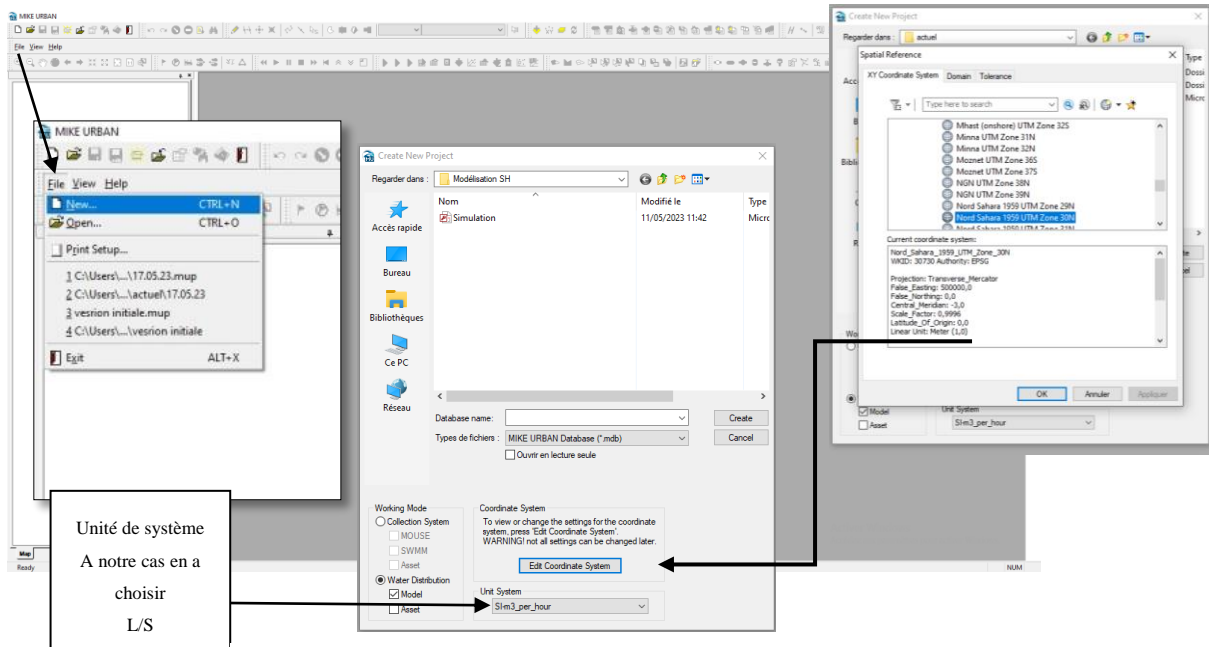


Figure IV_34 Création d'un projet sous Mike Urban.

Ensuite, il faut choisir l'emplacement du projet grâce à l'explorateur, puis de spécifier le nom du nouveau projet et le système d'unité. On a choisi le SI « Litre parseconde ».

Il est important de bien choisir le système de coordonnées lors de la création du projet car il ne pourra plus être changé par la suite pour ce projet.

L'Algérie est traversée par 4 fuseaux : 29 jusqu'à 32, ayant une amplitude de 6° de longitude.

Sidi Belabas se situe dans la zone 30.

IV.5.2.4 Import de base de données

Le réseau du Sidi Hamadouche est importé directement tel la (figure IV_33).

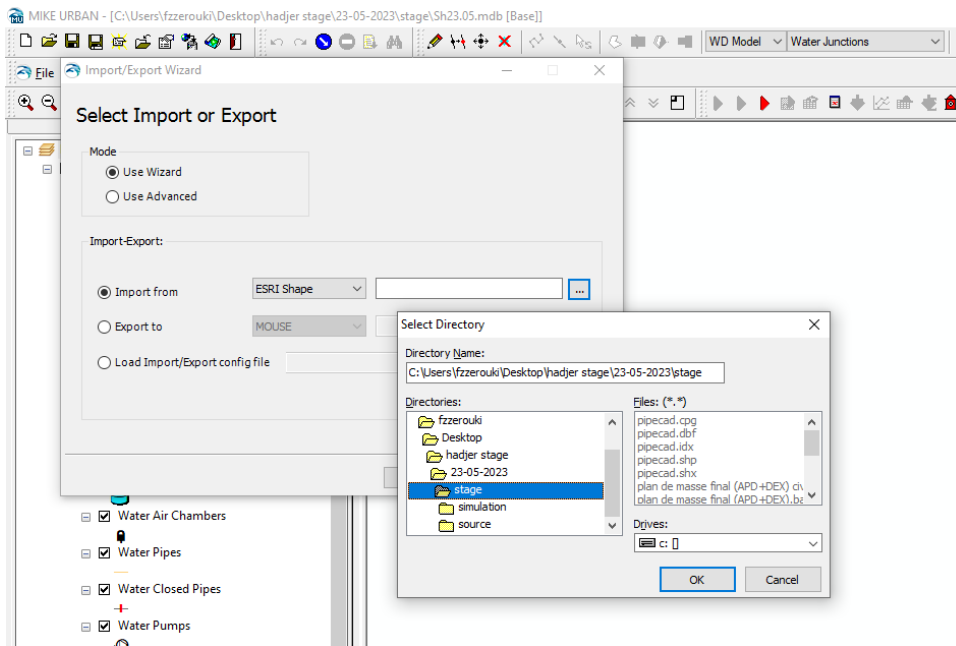


Figure IV_ 35 Import des données du réseau d'AEP Sidi Hamadouche sous forme Shapefile ;(Shp).

Parmi les avantages que Mike Urban offre c'est que ce n'est pas nécessaire de convertir ou introduire les éléments depuis AutoCad Civil 3d car les fichiers de formes (Shp) sont lisibles et exécutable sur le modèle.

Le fichier Shp est un fichier de formes constituant un format non topologique simple permettant ainsi de stocker les informations relatives à l'emplacement géométrique et aux attributs des entités géographiques. (TUTORIAL MIKE URBAN WD., 2008– V2R Ingénierie – Page 14.)SEOR.

Les Nœuds :

Tableaux IV- 3Un tableau schématisant en général sur la base des nœuds.

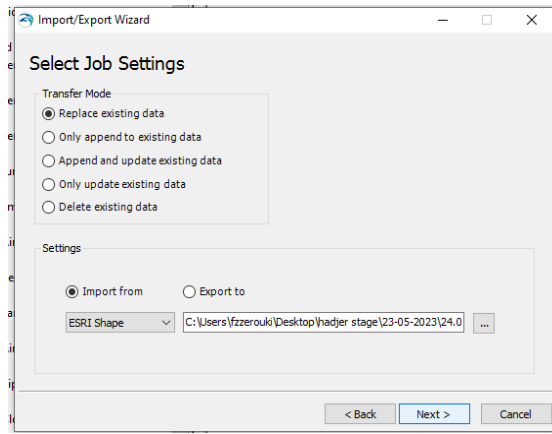
Les nœuds		Nœud-réservoir :	
		est un nœud avec une capacité de stockage dont le volume varie au cours du temps.	
Donnée d'entrée	Donnée de sortie	Donnée d'entrée	Donnée de sortie
<ul style="list-style-type: none"> • Altitude du nœud. • Demande en eau (débit prélevé sur ce point). • Donnée sur la qualité initiale de l'eau (pour un modèle de qualité). 	<ul style="list-style-type: none"> • Altitude avec la hauteur d'eau. • Pression (hauteur d'eau sur le point). • Qualité de l'eau. 	<ul style="list-style-type: none"> • Altitude du fond du réservoir. • Dimensions (hauteur, largeur, diamètre). • Niveaux initial, mini et maxi. • Qualité de l'eau 	<p>Le niveau d'eau varie entre la hauteur mini et maxi :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Si l'eau atteint la cote mini, la sortie d'eau est stoppée. • Si l'eau atteint la cote maxi, l'entrée d'eau est stoppée.
Nœud-source :			
représentant une source externe de capacité Infinie (lacs, fleuves, nappes).			

Canalisations :

Tableaux IV- 4Un tableau schématisant en général sur la base des Canalisations.

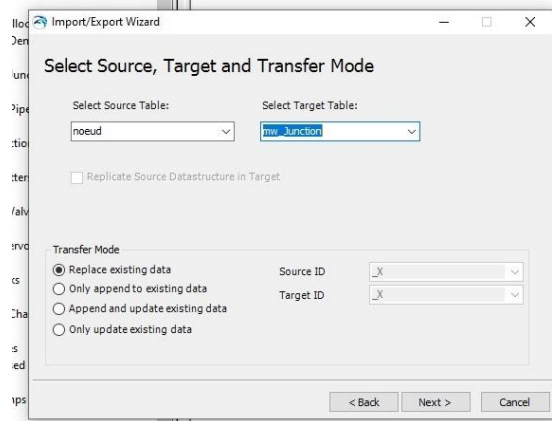
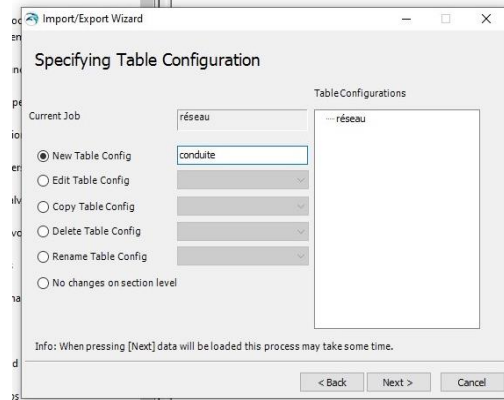
Canalisations	
Donnée d'entrée	Donnée de sortie
<ul style="list-style-type: none"> • Nœuds de liaison (amont et aval). Diamètre Longueur Coefficient de rugosité Etat (ouvert, fermé, présence d'un clapet). • Données de qualité. 	<ul style="list-style-type: none"> • Débit. • Vitesse. • Perte de charge. • Qualité.

(SEOR., 2010, MIKEURBAN-WD Manuel-Formation, 146 p).



• Sélectionner les paramètres du travail.

• Spécification de la configuration du tableau.



• Sélectionnez la source ; la cible et le mode de transfert.

• Spécification de l'affectation de la demande.
 • On spécifie les paramètres de la couche „conduite” : ID, longueur (L), Matériel, diamètre...

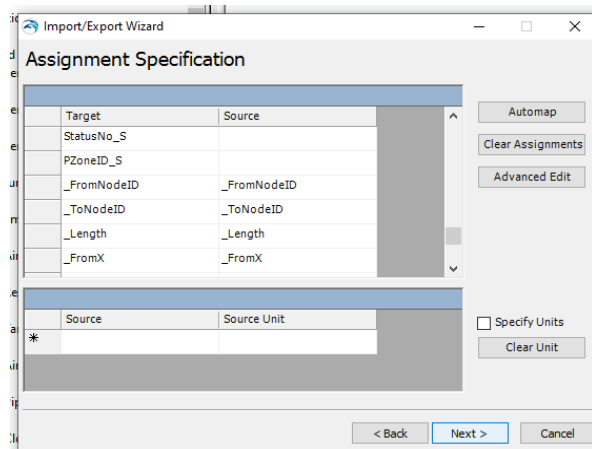


Figure IV_ 36les Etape de l'importation des donnes.

Les résultats de l'import des couches « conduite » et « Nœud » sont donné dans (FigIV-35).

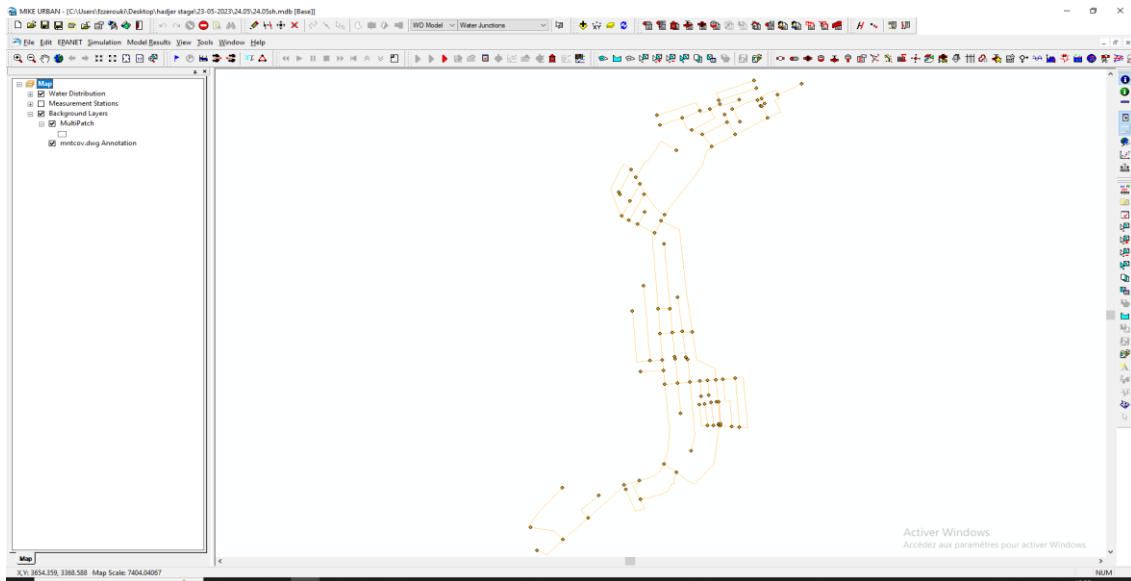


Figure IV_ 37 Réseau affiché en Mike Urban.

En va ajouter les Informations suivantes manuellement dans le réseau:

- Réservoir avec ces caractéristiques.
- Les caractéristiques des conduites « Diamètre ; matériaux ; épaisseurs.....»

IV.5.2.5 Profil journalier

Le coefficient multiplicateur est déduit à partir de la fourchette du nombre d'habitant qui donne un pourcentage (%) de la consommation durant à 24h.

Tableau III _ 18 Coefficient de la variation journalier.

Heures		Nombre d'habitants		
(h)		Moins de 10000	Q h (m ³ /h)	Coef Multiplicateur
0:00	1:00	1,00%	0,72	0,24
1:00	2:00	1,00%	0,72	0,24
2:00	3:00	1,00%	0,72	0,24
3:00	4:00	1,00%	0,72	0,24
4:00	5:00	2,00%	1,45	0,48
5:00	6:00	3,00%	2,17	0,72
6:00	7:00	5,00%	3,62	1,2
7:00	8:00	6,50%	4,71	1,56
8:00	9:00	6,50%	4,71	1,56

9:00	10:00	5,50%	3,98	1,32
10:00	11:00	4,50%	3,26	1,08
11:00	12:00	5,50%	3,98	1,32
12:00	13:00	7,00%	5,07	1,68
13:00	14:00	7,00%	5,07	1,68
14:00	15:00	5,50%	3,98	1,32
15:00	16:00	4,50%	3,26	1,08
16:00	17:00	5,00%	3,62	1,2
17:00	18:00	6,50%	4,71	1,56
18:00	19:00	6,50%	4,71	1,56
19:00	20:00	5,00%	3,62	1,2
20:00	21:00	4,50%	3,26	1,08
21:00	22:00	3,00%	2,17	0,72
22:00	23:00	2,00%	1,45	0,48
23:00	0:00	1,00%	0,72	0,24
		100,00%	72,43	24

Ainsi la variation de la consommation horaire durant la journée est donnée comme suite :

Tableaux IV- 5 La variation de la consommation au cours de la journée.

Heur	Coef	Qmoy	Q	Heur	Coef	Qmoy	Q
00h à 01h	0,24	44,26	10,62	12h à 13h	1,68	44,26	74,35
01h à 02h	0,24	44,26	10,62	13h à 14h	1,68	44,26	74,35
02h à 03h	0,24	44,26	10,62	14h à 15h	1,32	44,26	53,57
03h à 04h	0,24	44,26	10,62	15h à 16h	1,08	44,26	49,8
04h à 05h	0,48	44,26	21,24	16h à 17h	1,2	44,26	53,11
05h à 06h	0,72	44,26	31,86	17h à 18h	1,56	44,26	69,04
06h à 07h	1,2	44,26	53,11	18h à 19h	1,56	44,26	69,04
07h à 08h	1,56	44,26	69,04	19h à 20h	1,2	44,26	53,11
08h à 09h	1,56	44,26	69,04	20h à 21h	1,08	44,26	49,8
09h à 10h	1,32	44,26	58,42	21h à 22h	0,72	44,26	31,86
10h à 11h	1,08	44,26	49,8	22h à 23h	0,48	44,26	21,24
11h à 12h	1,32	44,26	58,42	23h à 00h	0,24	44,26	10,62

Le profil journalier a été fait en fonction de la somme des besoins journaliers qu'il y a lieu de satisfaire. Selon Dupont (1979), Les débits sortants sont variables en fonction de l'heure de la journée, le jour de la semaine, la saison.

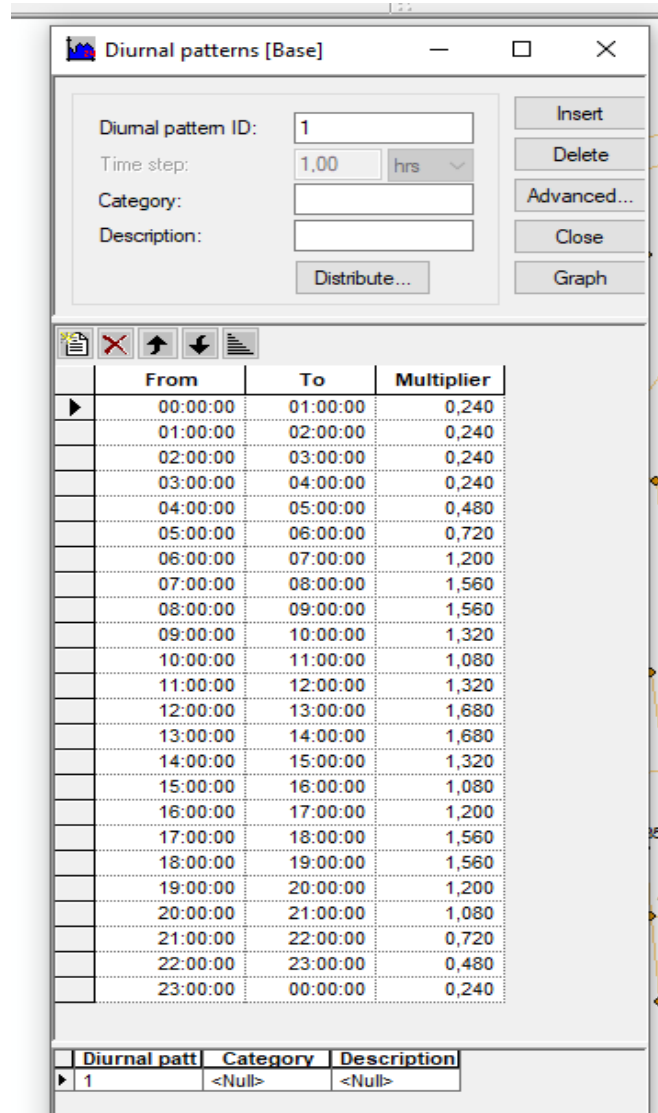


Figure IV_ 38 Création d'un profil journalier.

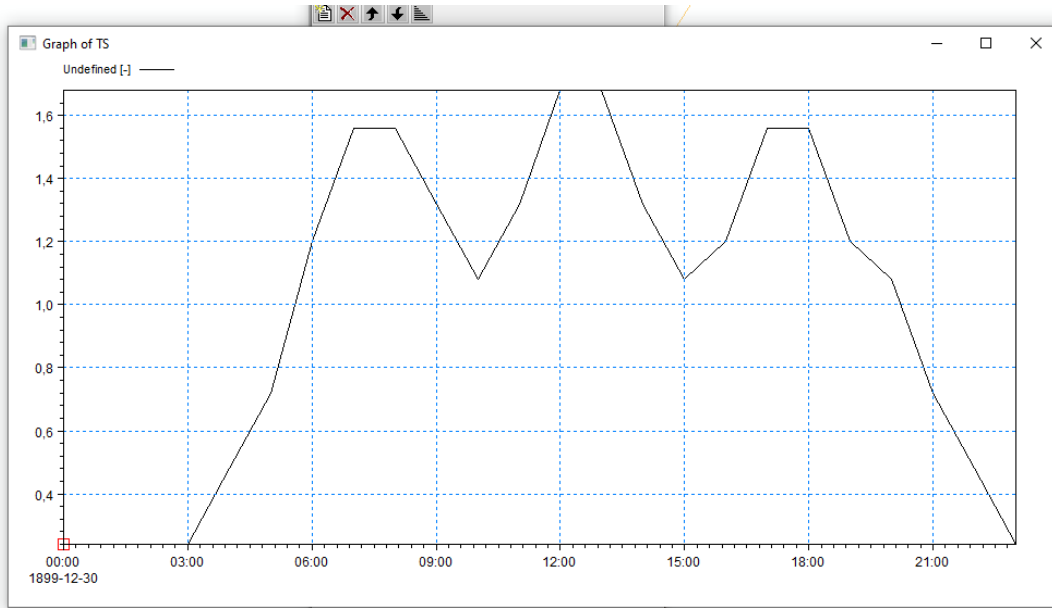


Figure IV_39 La courbe du profil journalier.

La (figure IV_37) montre que la consommation de l'eau :

Début a partir de 03h00et augmente au fur et a mesure jusqu'à 08h00.

Vers 08h30 elle commence a chuté pour atteindre une consommation moyenne entre 10h00 -11h00.

Elle reprendpour s'accroître jusqu'au TOP (12h00-13h00).

A partir de 13h30 elle commence a diminué jusqu'à 15h00 pour reprendre vers une croissance jusqu'à 17h00 et en fin elle s'affaiblit entre 18h00 et 00h00.

IV.5.2.6 Calendrier journalier

Pour calendrier journalier en doit procéder a une programmation détaillée selon la (figureIV_38) en cochant les cases correspondante et qui sera valable que pour les jours de semaine week-end et certain jour spécifique.

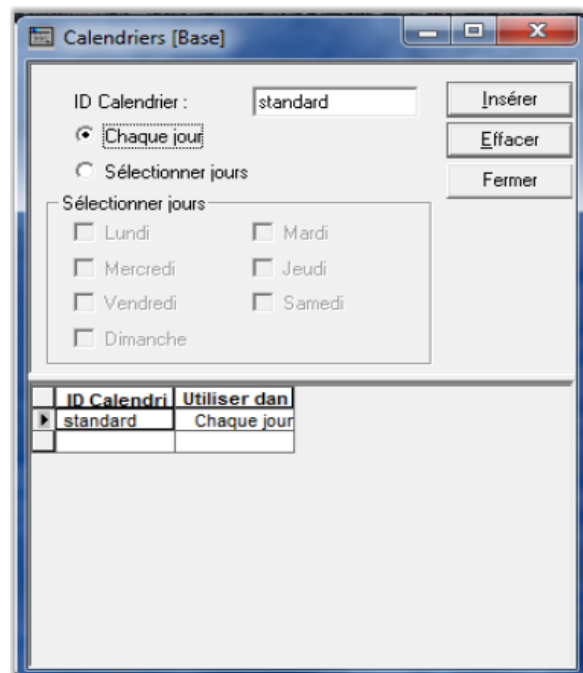


Figure IV_40 Calendrier journalier.

IV.5.2.7 Profil cyclique

Les jours de simulation peuvent être choisis ou contrôlés par vous. Etant donné que la consommation annuelle varie selon les saisons ou les jours exceptionnels, nous pouvons introduire plusieurs profils et calendriers journaliers dans les cas où nous ne simulons pas quotidiennement. Tous les jours sont les mêmes en matière de consommation. Un calendrier unique et un profil quotidien ont été introduits. Le profil journalier et le calendrier ont été mis en place pour le rendre valide pour les requêtes importées.

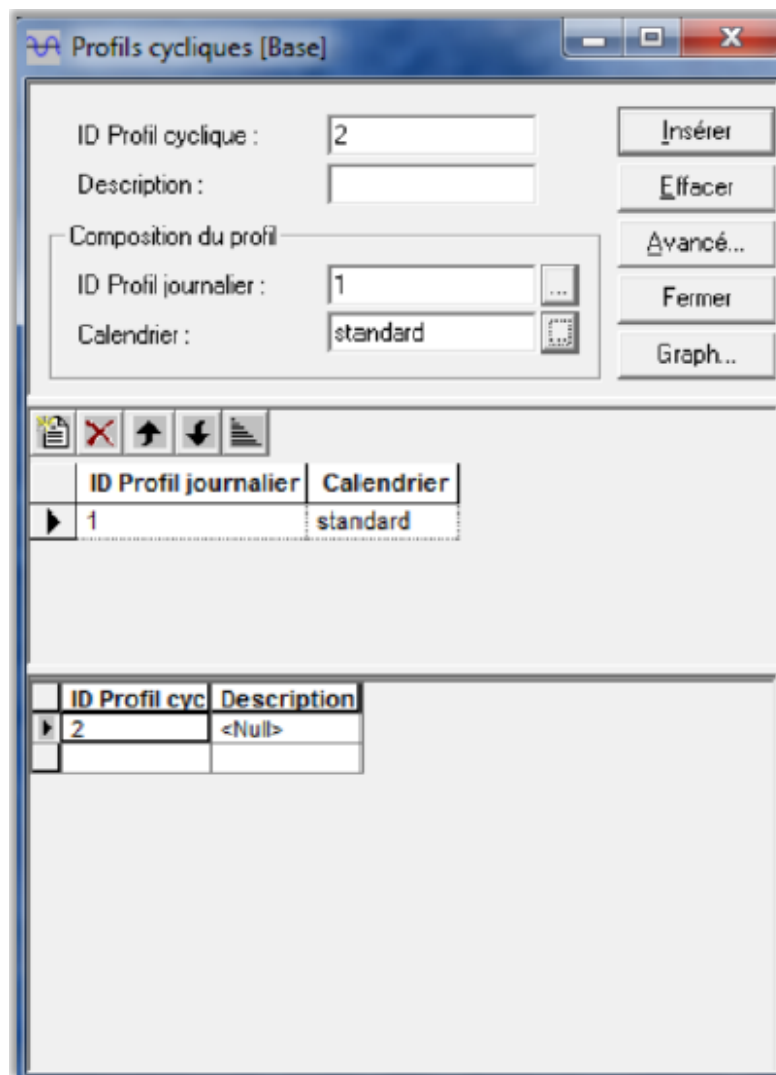


Figure IV_ 41 Profil cyclique.

IV.5.2.8 Définition de la demande sur le réseau

La demande totale du réseau est représentée par le mode de distribution et le débit moyen. La répartition se fait en fonction du diamètre en utilisant la méthode des longueurs de conduite réduites.

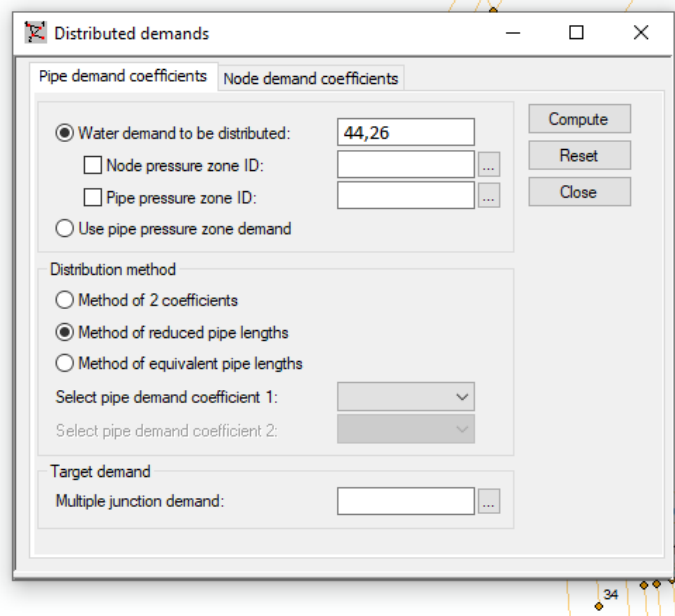


Figure IV_ 42 Distribution globale de la demande sur le réseau.

IV.5.3 Simulation du fonctionnement du réseau

Après avoir défini le réseau de distribution, le modèle lance des calculs avec vérification, après plusieurs simulations échouées à cause des erreurs. Une simulation réussie à atteindre en corrigeant ces anomalies.

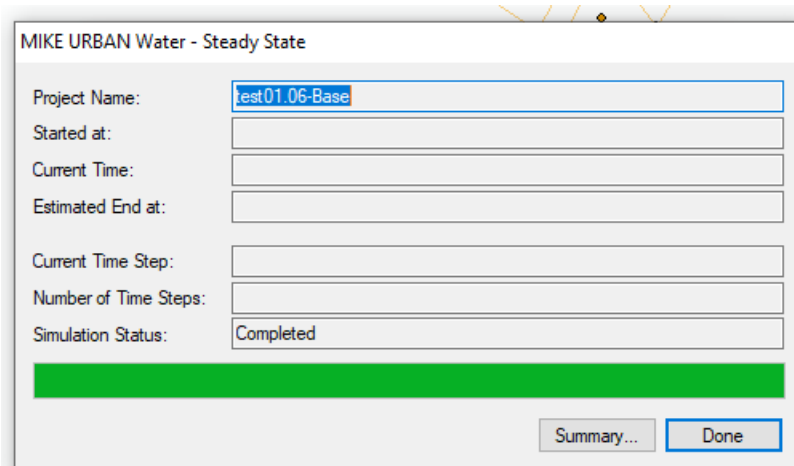


Figure IV_ 43 Simulation réussie.

IV.5.4 Résultats de la simulation

Une fois la simulation effectuée, un rapport de simulation à été élaboré.

On a chargé les résultats de l'analyse :

- Sélectionnant Résultats Modèle
- Charger Résultats de simulation
- Résultats EPANET s'affichera. (Figure IV_42).

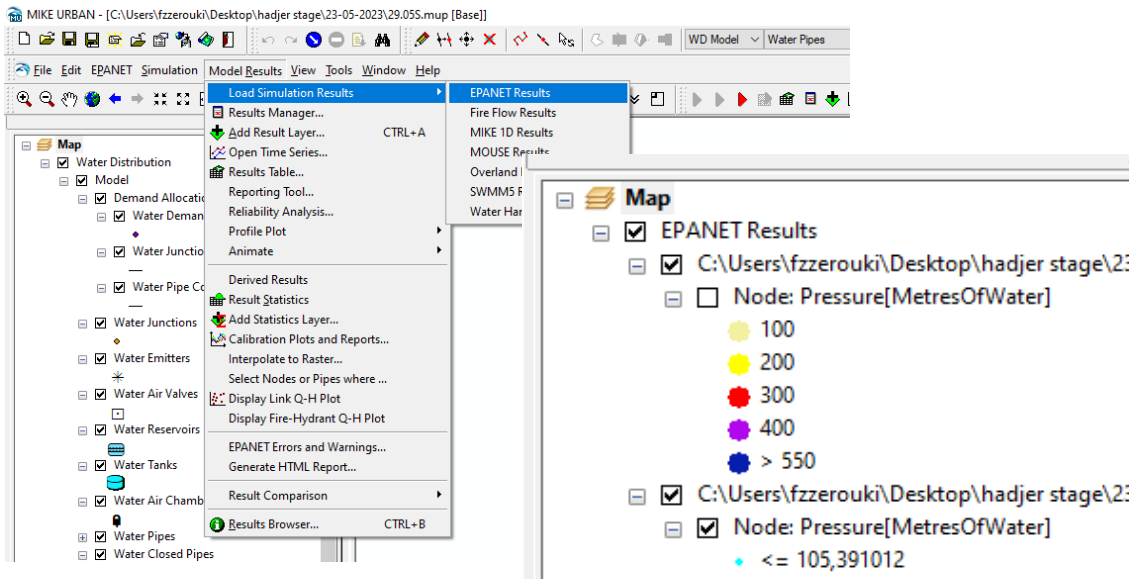


Figure IV_ 44 Résultats EPANET s'affichera.

IV.5.5 Analyse du résultat de simulation

Les résultats préliminaires de la simulation pour la totalité du réseau ont présentés beaucoup de problèmes:

- Des pressions faibles, pression négative, ont été citées dans le tableau suivant :

Tableaux IV- 6 Résultats de la simulation dans les nœuds.

Nœud	Demande en l/s	HGL en m	Pression en m	Nœud	Demande en l/s	HGL en m	Pression en m
58	0,06	489,25	5,48	72	0,07	491,05	-1,78
66	0,06	495,77	-5,31	41	0,49	491,43	6,75
12	0,06	509,72	8,53	21	1,51	505,04	0,76
10	0,06	507,98	9,36	75	0,25	505,37	1,26
70	0,07	489,07	-4,21	51	0,06	489,07	-1,18
57	0,08	486,63	8,29	15	0,24	506,29	15,76

88	0,13	512,41	8,90	4	0,51	506,30	15,77
81	0,08	511,43	7,20	26	0,45	503,87	1,09
65	0,09	490,67	8,57	2	0,07	511,89	5,71
32	0,09	511,89	9,35	5	0,61	506,29	9,41
43	0,09	491,00	13,31	6	0,64	506,37	15,74
87	0,10	512,63	10,04	76	0,31	505,31	0,62
36	0,10	503,87	-0,32	29	0,27	500,14	-4,31
30	0,10	503,87	0,67	64	0,89	493,68	0,08
35	0,10	513,47	9,19	63	1,49	491,06	0,24
71	0,11	488,95	0,86	14	0,78	513,47	9,17
50	0,50	488,35	6,93	44	0,52	489,33	13,19
46	0,11	493,16	5,76	27	0,42	503,05	6,09
33	0,11	503,04	0,18	47	1,09	490,67	0,12
86	0,09	512,42	8,84	48	0,61	489,25	-3,54
69	0,05	493,68	4,73	91	0,21	527,39	18,66
67	0,12	492,59	-5,09	54	0,45	485,76	12,61
34	0,13	513,46	8,23	61	0,82	489,08	-6,95
9	0,62	507,98	10,85	16	0,82	512,74	8,73
11	0,62	509,72	9,56	90	0,57	527,44	21,43
83	0,09	524,86	21,13	62	0,84	488,96	0,65
84	0,36	512,63	7,06	13	1,28	515,49	10,88
53	0,59	486,63	11,46	23	1,39	498,41	-4,43
31	0,14	503,02	3,87	1	0,87	511,90	8,54
56	0,16	485,73	9,55	3	0,27	506,28	13,64
59	1,37	495,77	-5,34	78	0,08	517,76	18,27
80	0,10	517,74	20,43	79	0,88	519,62	20,40
55	0,21	485,68	14,62	8	0,88	506,63	12,97
19	1,47	511,44	6,63	39	1,01	494,01	4,01
60	1,43	492,60	-6,28	18	0,77	517,34	15,84
45	0,22	489,23	11,55	49	0,71	489,08	7,66
20	1,70	507,84	3,02	82	0,96	524,87	20,40
92	0,20	527,33	25,43	37	0,87	494,88	-6,67
40	0,46	493,16	6,01	24	1,18	496,83	-5,43
85	0,29	512,43	6,41	17	0,63	515,99	13,58
42	0,54	491,00	14,60	73	0,69	505,51	0,56
52	0,51	489,15	14,25	22	1,03	500,29	-4,23
7	1,14	507,00	4,90	25	1,03	502,88	9,34

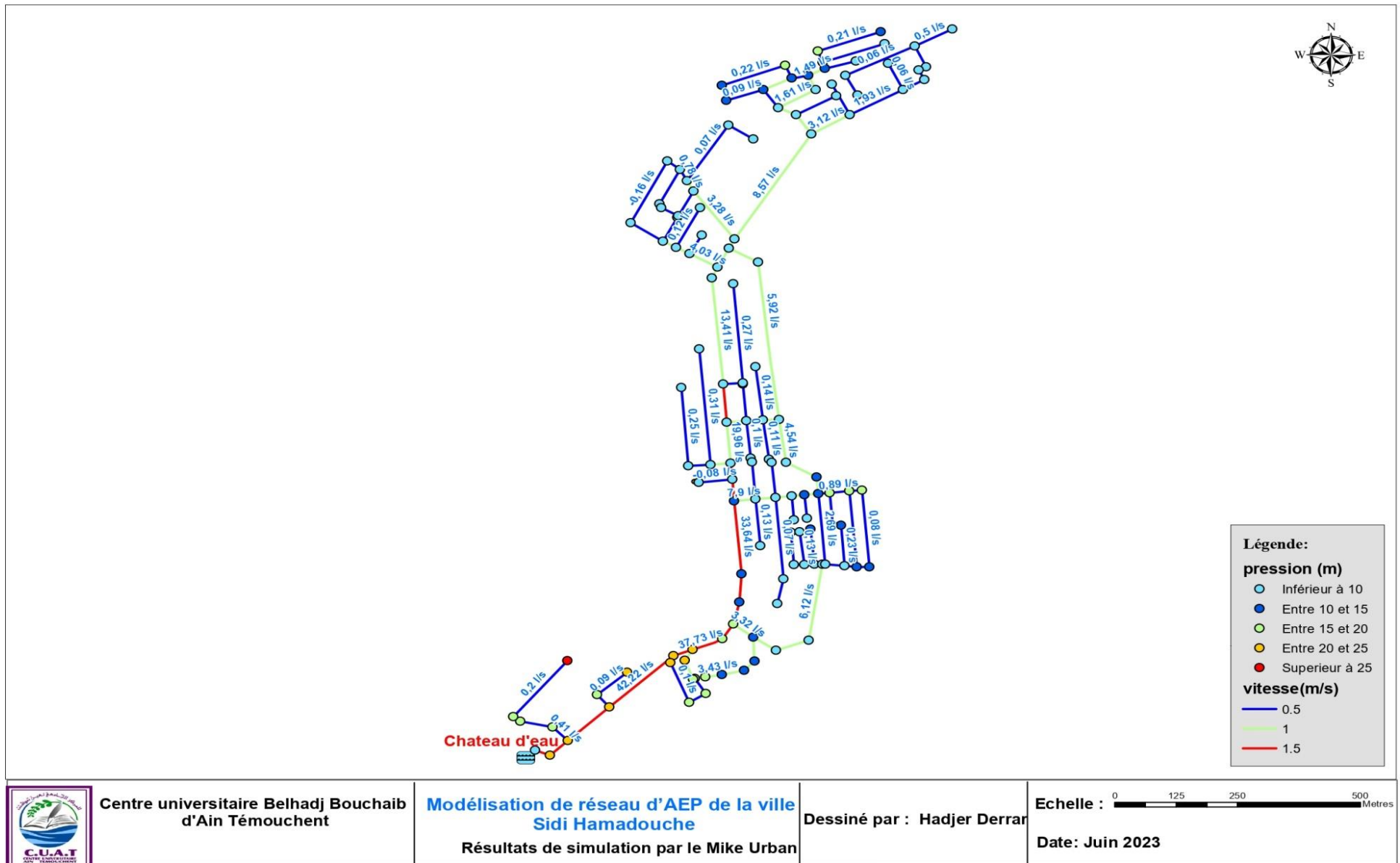
- les vitesses dans les conduites sont faibles par rapport aux les normes.
(TableauIV_7).

Tableaux IV- 7 Résultats de la simulation dans les Arc (conduite).

Conduite	Débit en l/s	Vitesse en m/s	Perte de charge m/Km	Conduite2	Débit en l/s3	Vitesse en m/s4	Perte de charge m/Km5
1-0	3,74	0,88	10,86	wLink-18	42,22	1,28	6,28
1-1	3,08	0,72	7,67	wLink-23	0,41	0,10	0,22
1-10	5,86	0,92	9,25	wLink-24	33,64	1,02	4,14
1-11	5,18	0,81	7,40	wLink-25	2,69	0,42	2,28
1-12	4,50	0,71	5,75	wLink-27	0,23	0,11	0,46
1-13	1,77	0,28	1,09	wLink-28	0,07	0,03	0,04
1-15	43,27	1,32	6,57	wLink-29	-0,06	0,03	0,06
1-16	12,73	0,95	6,17	wLink-3	0,27	0,13	0,59
1-17	42,22	1,28	6,28	wLink-31	4,44	0,70	5,60
1-18	37,73	1,15	5,11	wLink-32	0,22	0,11	0,42
1-19	1,76	0,41	2,83	wLink-33	0,31	0,15	0,76
1-2	4,54	0,71	5,83	wLink-35	0,25	0,12	0,52
1-20	3,87	0,91	11,55	wLink-36	0,11	0,05	0,07
1-21	1,13	0,54	7,15	wLink-38	0,07	0,03	0,04
1-23	1,26	0,61	8,68	wLink-39	0,10	0,05	0,07
1-24	0,51	0,25	1,78	wLink-4	5,92	0,93	9,41
1-25	0,97	0,23	0,98	wLink-40	0,09	0,05	0,06
1-26	3,32	0,52	3,33	wLink-41	0,09	0,04	0,05
1-27	0,51	0,24	1,76	wLink-43	0,13	0,06	0,14
1-28	4,33	1,02	14,19	wLink-44	6,12	0,96	10,00
1-29	0,38	0,18	1,07	wLink-45	0,13	0,06	0,14
1-3	7,99	0,59	2,66	wLink-46	0,05	0,02	0,03
1-30	1,49	0,72	11,75	wLink-47	0,12	0,06	0,11
1-31	0,82	0,39	4,06	wLink-48	1,61	0,78	13,56
1-32	3,12	0,73	7,83	wLink-49	0,21	0,10	0,38
1-33	1,93	0,45	3,34	wLink-5	0,32	0,08	0,14
1-34	0,50	0,24	1,71	wLink-50	0,06	0,03	0,04
1-35	4,03	0,63	4,71	wLink-51	0,11	0,05	0,08
1-37	0,78	0,38	3,75	wLink-53	0,09	0,05	0,06
1-38	2,34	0,55	4,70	wLink-54	0,16	0,08	0,23
1-39	1,05	0,51	6,31	wLink-55	0,06	0,03	0,03
1-4	19,96	0,95	4,73	wLink-56	0,06	0,03	0,04
1-40	2,60	0,61	5,67	wLink-57	0,08	0,04	0,05
1-5	14,71	1,09	8,03	wLink-58	0,09	0,04	0,06
1-6	24,46	1,16	6,86	wLink-59	-0,16	0,08	0,25
1-7	22,91	1,09	6,09	wLink-6	13,41	1,00	6,79
1-8	7,90	0,96	8,58	wLink-60	0,06	0,03	0,04
1-9	6,89	0,84	6,70	wLink-64	1,27	0,30	1,58

wLink-1	0,10	0,05	0,06	wLink-65	1,27	0,30	1,58
wLink-10	0,10	0,05	0,07	wLink-66	1,27	0,30	1,58
wLink-100	0,23	0,11	0,46	wLink-67	1,27	0,30	1,58
wLink-101	4,54	0,71	5,83	wLink-68	8,57	0,64	3,02
wLink-102	4,54	0,71	5,83	wLink-69	0,07	0,03	0,04
wLink-103	5,92	0,93	9,41	wLink-7	0,89	0,14	0,33
wLink-104	0,22	0,11	0,42	wLink-70	0,07	0,03	0,04
wLink-105	0,21	0,10	0,38	wLink-71	-0,16	0,08	0,25
wLink-106	1,61	0,78	13,56	wLink-73	-0,16	0,08	0,25
wLink-108	13,41	1,00	6,79	wLink-74	3,28	0,77	8,60
wLink-109	0,07	0,03	0,04	wLink-75	2,41	0,57	4,95
wLink-11	0,14	0,07	0,18	wLink-76	0,08	0,04	0,04
wLink-110	33,64	1,02	4,14	wLink-77	0,08	0,04	0,03
wLink-111	33,64	1,02	4,14	wLink-78	6,12	0,96	10,00
wLink-112	37,73	1,15	5,11	wLink-8	0,10	0,05	0,07
wLink-116	44,25	1,35	6,85	wLink-81	6,12	0,96	10,00
wLink-12	0,10	0,05	0,07	wLink-83	3,43	0,81	9,29
wLink-122	0,10	0,05	0,07	wLink-85	3,43	0,81	9,30
wLink-123	0,41	0,10	0,22	wLink-86	3,43	0,81	9,29
wLink-124	0,09	0,02	0,01	wLink-87	3,43	0,81	9,30
wLink-127	0,25	0,12	0,52	wLink-88	3,43	0,81	9,30
wLink-129	0,05	0,02	0,03	wLink-89	3,61	0,85	10,18
wLink-13	0,11	0,05	0,08	wLink-9	0,09	0,05	0,06
wLink-130	0,27	0,13	0,59	wLink-90	3,61	0,85	10,19
wLink-133	-0,08	0,04	0,05	wLink-91	3,61	0,85	10,19
wLink-134	0,09	0,04	0,05	wLink-92	0,10	0,05	0,07
wLink-14	0,13	0,06	0,13	wLink-95	0,41	0,20	1,22
wLink-15	0,06	0,03	0,04	wLink-96	0,20	0,10	0,35
wLink-16	0,06	0,03	0,04	wLink-97	44,25	1,35	6,85
				wLink-98	0,23	0,11	0,46

Les résultats s'afficheront dans le plan ci – après (Figure IV-43)



Centre universitaire Belhadj Bouchaib
d'Ain Témouchent

Modélisation de réseau d'AEP de la ville
Sidi Hamadouche
Résultats de simulation par le Mike Urban

Figure IV_45 Plan de simulation du Sidi Hamadouche par Mike Urban.

IV.5.6 Interprétation du résultat

Suite à notre analyse des résultats de la simulation, nous avons constaté que les pressions et les vitesses sont inférieures aux normes admissibles nominales (15 -50 m pour les pressions et 0.5- 1.5 m/s pour les vitesses). D'où l'alimentation ne peut pas se faire et c'est dû à la distribution de la demande par la méthode de la longueur réduite utilisée par le Mike Urban. (parmi les avantages unique de ce logiciel).

IV.6 Comparaison entre l'Epanet et le Mike Urban

De toutes les façons, tous les programmes de modélisation des réseaux de conduites sont similaires, chaque programme détermine la répartition des débits dans les conduites et calcule les pressions, les pertes de charge dans la conduite en utilisant soit l'équation de Darcy-Weisbach ou celle de William-Hazen .en plus tous les programmes construisent et résolvent les matrices. En 1999, un mémoire technique a été préparé par CH2M HILL (compagnie américaine spécialisée dans le domaine de la modélisation) sur la demande de l'autorité des USA de l'eau et d'assainissement (OWASA) , le but de ce mémoire et de préparer une comparaison basée sur des critères entre les différents modèles hydrauliques existants , c'est-à-dire présenté les avantages et les inconvénients de chaque modèle pour aider l'OWASA à choisir un modèle.

Les premiers critères pris en considération c'est les formules utilisées par le programme : Les modèles hydrauliques développés en utilisant la formulation hybride généralement produisent des données plus fiables et tendent à converger plus rapidement que les programmes avec une formulation de boucle ou d'équation.

Bien que la différence dans les méthodologies pour les résoudre ; les formules des réseaux de conduites ne soient pas significatives pour les systèmes simples (petits réseaux) ; les systèmes compliqués peuvent exiger une méthode ou une autre pour obtenir une solution satisfaisante, cela dépend des caractéristiques des conduites du réseau.

En général, les programmes basés sur la méthode hybride sont les plus appropriés aux réseaux complexes, mais également peuvent être utilisés pour les systèmes simples.

Facilité d'utilisation : Le programme à utiliser doit être simple pour l'utilisation cela inclut la facilité d'introduire les données, la qualité de la documentation qui accompagne le programme (manuel de l'utilisation), édition des messages de diagnostic, les possibilités d'affichage graphique, et la possibilité d'établir des liens avec des bases de données comme les systèmes d'information géographique (SIG)

En utilisant les critères cités ci-dessus, nous avons pu établir un tableau de comparaison entre les différents modèles cités dans notre mémoire.

Tableaux IV- 8 Comparaison des modèles.

		Epanet	Mike Urban
Domaines d'application	Possibilités d'analyse de qualité de l'eau	oui	oui
	Les capacités d'analyse des débits d'incendie	non	oui
	Aptitude à établir des liens avec les bases de données d'autres logiciels	non	oui
	Liens vers les systèmes d'information géographique (SIG)	non	oui
Documentation d'aide à l'utilisation	Edition des messages de diagnostic	oui	oui
	Service d'aide en ligne	oui	oui
capacités d'Affichage graphique	annotation claire des composantes du modèle	oui	oui
	Capacités de mise en page	oui	oui
	graphisme / profilage des composants de système / Résultats du Modèle	oui	oui
Facilité d'utilisation	capacités de gestion des scénarios	non	oui
	Environnement Windows	oui	oui
création de la base de données	distribution de la demande automatique	non	oui
	altitude automatique	non	oui (MNT)

IV.6.1 Comparaison des résultats

Les résultats du demande ; HGL et la pression au deux logiciels.

Tableaux IV- 9les résultats des deux logiciels.

Nœud	EPANET			MIKE URAN		
	Demande en l/s	HGL en m	Pression en m	Demande en l/s	HGL en m	Pression en m
58	0,1	516,56	27,55	0,06	489,25	5,48
66	0,11	518,37	16,29	0,06	495,77	-5,31
12	0,12	520,25	18,13	0,06	509,72	8,53
10	0,12	520,12	20,65	0,06	507,98	9,36
70	0,13	518,06	23,67	0,07	489,07	-4,21
57	0,16	515,45	36,31	0,08	486,63	8,29
88	0,17	520	15,38	0,13	512,41	8,90
81	0,17	520,69	15,68	0,08	511,43	7,20
65	0,17	516,99	33,91	0,09	490,67	8,57
32	0,18	520,43	16,95	0,09	511,89	9,35
43	0,18	516,67	38,01	0,09	491,00	13,31
87	0,18	520,06	16,42	0,10	512,63	10,04
36	0,19	519,85	14,66	0,10	503,87	-0,32
30	0,19	519,85	15,65	0,10	503,87	0,67
35	0,19	520,63	15,4	0,10	513,47	9,19
71	0,2	517,68	28,5	0,11	488,95	0,86
50	0,2	516,32	31,29	0,50	488,35	6,93
46	0,2	517,25	28,89	0,11	493,16	5,76
33	0,21	519,64	15,84	0,11	503,04	0,18
86	0,21	519,99	15,39	0,09	512,42	8,84
69	0,23	517,74	27,76	0,05	493,68	4,73
67	0,23	518,26	19,61	0,12	492,59	-5,09
34	0,24	520,61	14,37	0,13	513,46	8,23
9	0,24	520,12	22,11	0,62	507,98	10,85
11	0,25	520,26	19,17	0,62	509,72	9,56
83	0,26	522,93	18,25	0,09	524,86	21,13
84	0,26	520,07	13,53	0,36	512,63	7,06
53	0,27	515,46	39,28	0,59	486,63	11,46
31	0,27	519,62	19,5	0,14	503,02	3,87
56	0,3	515,29	38,16	0,16	485,73	9,55
59	0,32	518,37	16,25	1,37	495,77	-5,34
80	0,34	521,62	23,29	0,10	517,74	20,43
55	0,36	515,25	43,22	0,21	485,68	14,62
19	0,36	520,71	14,89	1,47	511,44	6,63
60	0,37	518,29	18,36	1,43	492,60	-6,28

45	0,38	515,86	41,06	0,22	489,23	11,55
20	0,38	520,55	14,73	1,70	507,84	3,02
92	0,4	523,23	20,31	0,20	527,33	25,43
40	0,41	517,27	29,19	0,46	493,16	6,01
85	0,43	520,02	13,01	0,29	512,43	6,41
42	0,44	516,68	39,37	0,54	491,00	14,60
52	0,45	515,88	40,04	0,51	489,15	14,25
7	0,46	520,08	16,79	1,14	507,00	4,90
72	0,48	517,49	23,72	0,07	491,05	-1,78
41	0,49	516,87	31,16	0,49	491,43	6,75
21	0,49	520,24	14,96	1,51	505,04	0,76
75	0,5	520,15	15,03	0,25	505,37	1,26
51	0,51	516,05	24,83	0,06	489,07	-1,18
15	0,52	519,95	30,42	0,24	506,29	15,76
4	0,54	519,95	29,29	0,51	506,30	15,77
26	0,54	519,87	16,07	0,45	503,87	1,09
2	0,55	520,1	12,96	0,07	511,89	5,71
5	0,55	519,94	22,15	0,61	506,29	9,41
6	0,55	519,97	28,38	0,64	506,37	15,74
76	0,59	520	14,3	0,31	505,31	0,62
29	0,6	519,27	13,83	0,27	500,14	-4,31
64	0,6	517,77	23,19	0,89	493,68	0,08
63	0,61	517,73	25,93	1,49	491,06	0,24
14	0,62	520,65	15,28	0,78	513,47	9,17
44	0,62	515,99	38,91	0,52	489,33	13,19
27	0,63	519,67	21,6	0,42	503,05	6,09
47	0,64	517	25,45	1,09	490,67	0,12
48	0,65	516,57	22,76	0,61	489,25	-3,54
91	0,67	523,38	13,54	0,21	527,39	18,66
54	0,69	515,36	41,22	0,45	485,76	12,61
61	0,72	518,06	21,22	0,82	489,08	-6,95
16	0,73	520,09	15,08	0,82	512,74	8,73
90	0,76	523,48	16,45	0,57	527,44	21,43
62	0,78	517,7	28,57	0,84	488,96	0,65
13	0,84	520,92	15,31	1,28	515,49	10,88
23	0,86	518,46	14,66	1,39	498,41	-4,43
1	0,89	520,44	16,1	0,87	511,90	8,54
3	0,9	519,91	26,48	0,27	506,28	13,64
78	0,9	521,71	21,17	0,08	517,76	18,27
79	0,9	522,05	21,84	0,88	519,62	20,40
8	0,94	520	25,44	0,88	506,63	12,97
39	0,97	517,53	26,53	1,01	494,01	4,01
18	0,98	521,68	19,15	0,77	517,34	15,84
49	0,98	516,34	30,31	0,71	489,08	7,66

82	1	522,97	17,52	0,96	524,87	20,40
37	1,02	518,23	15,7	0,87	494,88	-6,67
24	1,12	518,33	15,08	1,18	496,83	-5,43
17	1,18	521,47	18,11	0,63	515,99	13,58
73	1,19	520,42	14,49	0,69	505,51	0,56
22	1,4	519,72	14,14	1,03	500,29	-4,23
25	1,5	519,57	25,09	1,03	502,88	9,34

IV.6.2 Interprétation

Les résultats obtenus après la simulation via les deux logiciels sont différents :

la différence pour les pressions parce que le logiciel Mike Urban à distribué les demandes aux nœuds par la méthode de longueur réduite.

Et pour les vitesses : chaque changement de direction est considérée comme un nœud, de ce fait le nombre de conduites augmente, en conséquence, la comparaison est impossible entre les deux logiciel.

Les logiciels de modélisation du réseaut reconnue et approuvée:

- Simulation hydraulique
- Gestion et distribution des consommations
- Analyse du débit incendie
- Analyse de la qualité des eaux
- Analyse des phénomènes transitoires
- Contrôle temps réel et liaison SCADA
- Calage automatique
- Gestion de scénarios

V Conclusion générale

Ce travail nous a permis en premier lieu d'avoir un aperçu sur l'état du réseau d'AEP actuel de Sidi Hamadouche en vérifiant sa performance avec des indicateurs techniques tels que le rendement, l'indice des pertes... et de dégager les points les plus défavorables au niveau du réseau. Les résultats obtenus ont montré que ce réseau est défaillant avec des pertes considérables.

Pour faire une étude plus détaillée du réseau d'AEP, des simulations de son fonctionnement, pour différents horizons et avec différentes configurations, ont été faites pour vérifier les caractéristiques hydrauliques (répartition des pressions et des vitesses). Cela a nécessité le tracé du réseau sous SIG et la création de sa base de données. Grâce à une étude comparative entre les deux logiciels (Epanet et Mike urban) on peut conclure que la modélisation avec le Mike Urban reflète le comportement réel de notre réseau c'est à dire grâce au Mike urban on a pu constater que le réseau de Sidi Hamadouche souffrait de beaucoup d'insuffisance tel que les pressions négatives sur quelques nœuds et les vitesses trop faibles qui favorisent les dépôts solides puis ont apporté des modifications sur le réseau et ont marqué une nette amélioration par rapport à Epanet. Notre travail a été moins performant car les options limitées du logiciel nous ont empêchées de bien analyser le réseau. Au final on peut dire que le Mike urban est un outil très fiable dans le domaine de l'AEP sa maîtrise nous permet d'améliorer la gestion de nos réseaux et nous guide dans nos projets de développement.

