

République Algérienne Démocratique et Populaire
الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Université –Ain Temouchent- Belhadj Bouchaib
جامعة عين تموشنت بلحاج بوشعيب
Faculté des Sciences et de Technologie
Département Hydraulique



Projet de Fin d'Etudes
Pour l'obtention du diplôme de Master en :
Domaine : Hydraulique
Filière : Science et Technologie
Spécialité : Hydraulique Urbaine
Thème :

**Gestion du réseau d'alimentation en eau potable du
pôle urbain -Ahmed ZABANA- (Wilaya d'Oran)**

Présenté Par :

- M^{elle} Lahcene Ghania
- M^{elle} Amar Belarbi Feryel

Devant le jury composé de :

D ^r Benchakor.H	UAT.B.B	U.Ain Témouchent	Président
M ^{me} Bentahar.H	UAT.B.B	U.Ain Témouchent	Examineur
M ^f Benaicha.M	UAT.B.B	U.Ain Témouchent	Encadrant
M ^f Ababou.H	DHW A.T	(Cadre Technique)	Co-Encadrant

REMERCIEMENT

Nous adressons nos plus sincères sentiments de reconnaissance et de remerciement envers le bon « **DIEU** », le clément et le miséricordieux, celui qui nous a donné la force, la foi et le courage de mener à bien ce modeste travail.

Nous exprimons toutes nos profondes reconnaissances à notre encadreur « **Mr. BENAICHA Mohammed** » pour le temps qu'il nous a accordé, sont aide scientifique, ainsi que ces précieux conseils.

Plus particulièrement « **Mr. ABABOU Habib** » pour son encadrement, son soutien et assistance tout au long de ce travail.

Nous remercions également les gens de SEOR pour leurs aides inestimables et pour le temps qu'ils nous ont accordé, particulièrement nos remerciements au chef de service de planification et coordination « **Mr. ABED ILIES** », qui nos bien encadrées dans notre stage.

Nos vifs remerciement vont également aux membres du jury qui nous font l'honneur de présider et d'examiner ce travail .

Nous remercier également tous nos enseignants durant tout notre cursus et spécialement les professeurs d'hydraulique.

Enfin, nos remerciement vont à toutes les personnes qui ont, de près ou de loin, apporté aide et encouragement.



DEDICACES

À Chaque fois que nous franchissons une étape importante de notre vie, nous pensons aux personnes qui ont partagé avec nous les moments heureux et difficiles. Ces personnes qui nous ont aidés sans que nous le leur demandions, soutenus sans condition, aimés sans limite. Elles ont cru en nous et grâce à elles, notre bonheur et notre joie sont intacts. Que le tout-puissant nous garde ces personnes chères à notre cœur.

Je dédie ce modeste mémoire qui est l'accomplissement de longues années d'études, en premier lieu à :

- À ma très chère mère KHADIDJA, à qui je dois beaucoup pour ces sacrifices, son amour, son aide et son soutien matériels et moral et me voir ainsi arriver à ce que je suis devenu aujourd'hui.
- À mon très cher père ACHOUR, pour ces conseils, son soutien matériels et moral et pour tout ses efforts et les faveurs qu'il m'a accordé et qui m'ont donné la volonté de réaliser et de finir ce travail.

Et que Dieu les protèges.

- À mes sœurs adorées "DOUNIA, CHAHRA ZED, DOUAÂ", qui ont été pour moi un soutien et une source d'inspiration.
- À ma petite nièce GHOUFRANE, qui a apporté joie et bonheur à notre famille.
- À mon beau-frère MOHAMMED, qui apporte amour et soutien à notre famille.
- À toute ma famille, la famille AMAR BELARBI et OUALHACI.
- À tous mes amis et mes collègues ; en particulier à mon partenaire de vie et ma binôme « GHANIA »

FERYEL

إلى نفسي الطموحة التي لطالما عزمت على الوصول فصمدت ونالت نجاحها بكل فخر
إلى من علماني المشي صغيرة لأصل إلى قمم إنجازاتي وأنا على الكبر، إلى من يحتلان مكان التاج فوق
رأسي بدعمهما، وتشجيعها والتعب على ذلك... إلى والدي
إلى قدوتي في هذه الدنيا ومصدر إلهامي، يا من بوجودها تزهو الأيام... إلى أختي حبيبتني، وتحتية أمرها
لزوجها الذي لطالما كان في مقام إخوتي
" إلى السند الجميل، والروح التي تأنس وحشتي، إلى من به يضاء البيت... أخي "سيدأحمد
إلى من أراه دائما بصفة الأب الذي يثني بتجاربه وتشجيعه علي بها... أخي "إلياس"، وأمرر التحية لزوجته
التي احتلت مرتبة الأخت في دفء العائلة
إلى بهجة حياتي، نور قلبي، سبب ضحكتي واستمتاعي بلحظات وجوده معي، حبيب عمته... ابن أخي
إسحاق
"إلى مهجة قلبي، داعمتي، معلمتي في مدرسة الحياة... أختي الثانية "خلود
"إلى كل من يدعمني بكلامه، بأدعيته، بحضوره، إلى كل فرد من عائلتي "لحسن" و "حدو
: إلى من أهدتني إياهم الحياة
كتف وجدته وقت الحاجة، رفيق درب لم يشقيه شقاء مساعدتي ولا إعانتني، يا من أكافئه بأدعيتي، أخ لم
"تنجبه أُمي بل أبرزته المواقف "أ.عموش
أحضان بدون مقابل، تربيته على الاكتاف وقت الحاجة، سبب الضحكات المفاجئة، العفوية، الاكتفاء، الحب،
"العطاء، البهجة... "صديقتي رفيقات العمر الحبيبات
إلى كل من ساندني في هاته الفترة
إلى الدفعة الجميلة التي حظيت بفرصة الدراسة معها طيلة المشوار "قسم ماستر 2 ري حضري" موفقين
يارب
"إلى شريكة دربي، ورفيقة المشوار والنجاح... "فريال

- غنية -

الملخص :

يركز العمل الذي تم إنجازه في إطار أطروحة نهاية الدراسة هذه بعنوان "إدارة شبكة إمداد المياه الصالحة للشرب في المركز الحضري أحمد زبانة بولاية وهران" على دراسة السلوك الهيدروليكي لشبكة إمداد المنطقة

تعتمد الطريقة المقترحة على إدارة شبكة مياه الشرب بواسطة برنامج يمكن معرفة إدارة شبكة مياه الشرب من خلال نتائج المحاكاة التي يوفرها البرنامج (الضغط، السرعة، إلخ)

بعد رسم الشبكة، سنقوم بإدخال بيانات العقد (ارتفاع العقد ومعدل التدفق) والأنابيب (القطر ونوع المواد)، ثم ننتقل إلى محاكاة وتفسير النتائج

Résumé :

Le travail effectué dans le cadre de ce mémoire de fin d'étude intitulé "la gestion d'un réseau d'alimentation en eau potable du pole urbain AHMED ZABANA de lawilaya d'ORAN " porte sur l'étude du comportement hydraulique du réseau d'alimentation de la localité.

La méthode proposée est basée sur la gestion d'un réseau d'eau potable par les logiciels EPANET et MIKE URBAN. Cet gestion d'un réseau d'AEP peut être connu à partir des résultats de simulation fournis par le logiciel (pression, vitesse,..).

Après avoir tracé le réseau, nous allons insérer les données des nœuds (cotes et débit de nœud) et des conduites (diamètre et type des matériaux), puis procédé à la simulation et interprétation des résultats.

Mots clés : distribution, gestion, DHI MiKe URBAN, EPANET, simulation

Abstrat :

The work carried out as part of this final dissertation, entitled "Management of a drinking water supply network in the AHMED ZABANA urban center in the wilaya of ORAN," focuses on the study of the hydraulic behavior of the locality's water supply network.

The proposed method is based on the management of a drinking water network using EPANET software. This management of a drinking water network can be determined from the simulation results provided by the software (pressure, velocity, etc.).

After tracing the network, we will enter the node data (node heights and flow rate) and pipe data (diameter and material type), then proceed with the simulation and interpretation of the results.

Sommaire :

Introduction générale	19
Chapitre I :Synthèse bibliographique	4
<i>I1. Introduction</i> :	5
<i>I2.Description d'un réseau d'AEP</i> :.....	5
<i>I.3. Cycle du transport d'eau potable:</i>	6
I.3.1. Installations de captage:.....	7
<i>I.3.2.Traitement des eaux:</i>	8
I.3.3.L'adduction:.....	8
I.3.3.1.Les types d'adduction :	8
•Adduction gravitaire :	8
•Adduction par refoulement :	9
•Adduction mixte :	9
I.3.4.L'accumulation (Stockage):	9
I.3.5.La distribution:	10
I. 3. 5.1. Les réseaux de distribution:.....	11
I. 3. 5.1.1.Type de réseau de distribution :.....	11
<i>I.4 Canalisations utilisés dans le réseau d'eau potable</i> :	13
I.4.1.Tuyau en PEHD (Polyéthylène à Haute Densité) :	14
I.4.2.Tuyau en PVC (polychlorure de vinyle) :	15
I.4.3. Tuyau en Fonte :.....	16
□ Tuyau en fonte grise :	16
□ Tuyau en fonte ductile :	17
I.4.4. Tuyau en acier :	18
I.4.5. Tuyau en PRV (le Polyester Renforcé de Fibres de Verre) :	18
<i>I.5 Organes, Accessoires, et Robinetterie</i> :.....	19
I.5.1 Vannes de sectionnement et de régulation :	20
I.5.1.1 Robinet-vanne :.....	21
I.5.1.1.1 VANNE À GUILLOTINE :.....	22
I.5.1.1.2. VANNES À SOUPAPE :.....	23
I.5.1.1.3. Robinet à boisseau sphérique ou « À BOULE » :	25

I.5.1.1.4. Vanne à papillon :	25
I.5.1.1.5. Vanne à opercule (ou à passage direct) :	26
I.5.2 Crépines :	27
I.5.3 Les purgeurs :	27
I.5.4 Les ventouses :	28
I.5.5 Le clapet :	28
<i>I.6 Conclusion :</i>	30
Chapitre II :la gestion d'un réseau d'alimentation en eau potable	32
<i>II.1 Introduction:</i>	33
<i>II.2 Définition et concept de gestion d'alimentation en eau potable:</i>	33
<i>II.3 Objectif principale de la gestion des réseaux d'alimentation en eau potable : [36]</i>	33
<input type="checkbox"/> II.3.1.Fournir de l'eau potable de qualité :	33
<input type="checkbox"/> II.3.2.Assurer une distribution équitable de l'eau :	34
<input type="checkbox"/> II.3.3.Réduire les pertes d'eau :	34
<input type="checkbox"/> II.3.4.Optimiser l'efficacité énergétique :	34
<input type="checkbox"/> II.3.5.Améliorer la résilience du réseau :	35
<input type="checkbox"/> II.3.6.Promouvoir la durabilité :	35
<i>II.4 Les enjeux de la gestion des réseaux d'alimentation en eau potable: [36]</i>	36
II.4.1.Ressources en eau limitées :	36
II.4.2.Pertes d'eau :	36
II.4.3.Qualité de l'eau :	37
II.4.4.Vieillesse des infrastructures :	37
II.4.5.Changement climatique :	37
II.4.6.Gestion de la demande :	38
II.4.7.Gestion des crises et des urgences :	38
<i>II.5 Les principales missions de la gestion des réseaux d'alimentation en eau potable : [36]</i>	38
II.5.1.Approvisionnement en eau potable :	38
II.5.2.Surveillance de la qualité de l'eau :	39
II.5.3.Maintenance des infrastructures :	40
II.5.4.Gestion des fuites et des pertes d'eau :	40
II.5.5.Gestion de la pression de l'eau :	41
II.5.6.Planification et développement du réseau :	41

II.5.7. Gestion des urgences et des crises :	42
II.5.8. Gestion des ressources en eau :	42
II.5.9. Coopération et coordination :	42
<i>II.6 Les stratégies de gestion des réseaux d'alimentation en eau potable : [36].</i>	<i>43</i>
II.6.1. La surveillance du réseau :	43
II.6.2. La maintenance préventive :	43
II.6.3. La réhabilitation du réseau:	44
<i>II.7 Les différentes technologies utilisées pour la gestion des réseaux d'alimentation en eau potable45</i>	<i>45</i>
II.7.1. Système de télégestion:	45
II.7.2. Systèmes de détection des fuites :	46
II.7.3. Système d'information géographique (SIG) :	46
II.7.4. Systèmes de gestion de l'énergie :	46
II.7.5. Systèmes d'analyse des données :	47
II.7.6. Modélisation hydraulique :	48
<i>II.8 Les technologies innovantes pour la gestion des réseaux d'alimentation en eau potable : [36]</i>	<i>48</i>
II.8.1. Internet des objets (IDO) :	48
II.8.2. Intelligence artificielle (IA)	48
II.8.3. Analyse des données en temps réel.....	48
II.8.4. Drones et imagerie satellitaire :	49
II.8.5. Réseaux de distribution intelligents :	49
II.8.6. Traitement avancé de l'eau :	49
<i>II.9. Conclusion :</i>	<i>50</i>
Chapitre III: présentation de la zone d'étude « Ahmed ZABANA »	51
<i>III.1 Introduction :</i>	<i>52</i>
<i>III.2 Situation Géographique:</i>	<i>52</i>
<i>III.5. Cadre climatique:</i>	<i>55</i>
III.5.1 Etude des températures:	56
III.5.2 Etude des précipitations:	57
III.5.2.1. Précipitations moyennes mensuelles :	58
III.5.2.2 Précipitations moyennes annuelles :	60
III.5.3. Etude de l'évaporation :	61

III.5.4. Evaluation de L'évapotranspiration :	62
III5.5 Vitesse des vents :	63
<i>III.6.Situation topographique:</i>	64
<i>III.7.Situation démographique:</i>	67
III.7.1. Forme urbaine :	67
III.7.2. Structure urbaine :	67
<i>III.8.L'Infrastructure:</i>	68
III.8.1. Réseau routier:	68
III.8.2. Les équipements:	68
<i>III.9.Situation hydraulique:</i>	69
III.9.1.Système d'alimentation en eau potable:	69
III.9.2.Calcul des besoins en eaux de pole Ahmed ZABANA :	70
III.9.2.1.calcul de nombre d'habitants :	70
III.9.2.2. Consommation moyenne journalière :	70
III.9.2.2.1.Besoins domestiques :	70
III.9.2.2.2. Les autres Besoins :	71
III.9.2.3. Coefficient d'irrégularité :	72
III.9.2.3.1.Coefficient d'irrégularité maximale ($K_{max,j}$) :	72
III.9.2.3.2.Coefficient d'irrégularité minimale ($K_{min,j}$) :	72
III.9.2.3.3.Coefficient d'irrégularité maximale horaire ($K_{max,h}$) :	72
III.9.2.3.4.Coefficient d'irrégularité minimale horaire ($K_{min,h}$) :	73
III.9.2.3.Détermination des débits journaliers :	74
III.9.2.3.1Consommation minimale journalière ($Q_{min,j}$) :	74
III.9.2.3.2.Consommation maximale journalière ($Q_{max,j}$) :	74
III.9.2.4. Détermination des débits horaires :	74
III.9.2.4.1.Débit moyen horaire :	74
III.9.2.4.2.Détermination du débit maximum horaire :	74
III.9.2.5. Evaluation de la consommation horaire en fonction du nombre d'habitant :	75
III.9.3. Caractéristique du système d'assainissement existant:	80
<i>III.10. Conclusion :</i>	81
Chapitre IV :présentation des logiciels utilisés	82
<i>IV.1 Introduction :</i>	83

<i>IV.2 Analyse des meilleurs techniques de la gestion d'un réseau d'AEP:</i>	83
IV.2.1. Logiciel Auto CAD :	83
<i>IV.2.1.1. Evolution du logiciel: [21]</i>	83
<i>IV.2.1.2. Définition: [25]</i>	83
<i>IV.2.1.3 Présentation de l'interface: [21]</i>	85
<i>Principes de base: [21]</i>	85
IV.2.2 Logiciel d'Arc GIS :	87
IV.2.2.1 Définition de logiciel:	87
IV.2.2.2 Les modules d'ArcGIS:	87
IV.2.2.3 Principes de fonctionnement de l'Arc GIS (tout SIG):[.....	90
IV.2.2.4 Buts d'Arc GIS:	91
IV.2.2.5 Familiarisation du logiciel Arc GIS:.....	92
<i>IV.2.2.6 Les avantages d'arc GIS: [22]</i>	93
IV.2.3 Logiciel MIKE URBAN:	94
IV.2.3.1 Présentation de logiciel:.....	94
IV.2.3.2 Objet du logiciel:	95
IV.2.3.3 Avantages de MIKE URBAN :	98
IV.2.4 Logiciel EPANET:	99
IV.2.4.1 Présentation de logiciel:.....	99
<i>IV.3 Conclusion:</i>	102
Chapitre V :la simulation de réseau et interprétation des résultats	104
<i>V.1 Simulation du réseau:</i>	106
V.1.1 Introduction :	106
V.1.2 La simulation de réseau d'AEP d'AHMED ZABANA par logiciel Mike URBAN :	106
V.1.2.1. Préparation de la base de données sur Auto CAD :	106
V.1.2.2. Importation d'un fichier AutoCAD (DWG ou DXF) d'un réseau d'AEP vers ARC-GIS :	106
V.1.2.2.1. Partie Auto CAD :	106
V.1.2.2.2. Partie arc GIS :	108
V.1.2.3. Importation d'un fichier ARC-GIS vers Mike-Urbain :	109
V.1.2.3.1. Préparation des données :	109
V.1.2.3.2 Importation des données :	112
V.1.2.3.3 Configuration des paramètres d'importation :	113

V.1.2.3.4 Vérification et correction des données :	121
V.1.3 La topologie :	121
V.1.3.1 Les éléments clés de la topologie dans Mike Urbain :	121
V.1.3.2 Utilisation du logiciel MIKE URBAN :	122
V.1.4. Les résultats sur arc GIS:	126
V.1.5. La simulation de réseau d'AEP "Ahmed ZABANA" sur EPANET:	128
V.2 <i>Interprétation des résultats</i> :	131
V.2.1 Interprétation de la pression :	131
V.2.1.1. Analyse et discussion :	132
V.2.2 Interprétation de vitesse :	134
V.2.2.1. Analyse et discussion :	134
V.2.3 Définition de la sectorisation :	135
V.2.4 Dans notre cas :	136
V.2.5 conclusion :	138
Conclusion générale	139
Références bibliographiques	141

Liste des figures :

Figure 1 : Système simplifié d'alimentation en eau potable. [37]	5
Figure I.2 : Schéma générale d'un système d'alimentation en eau potable	6
Figure I.3: Le captage [8]	7
Figure I.4: Vue en coupe d'un regard de captage	7
Figure I.5: Traitement des eaux [8]	8
Figure I.6: vue en coupe d'un réservoir semi-enterré	10
Figure I.7: Réseau de distribution ramifié	12
Figure I.8: Réseau de distribution maillé	12
Figure I.9: Réseau étagé	13
Figure I.10: Tuyau en PEHD (polyéthylène à haute densité) [16]	15
Figure I.11: Tuyau en PVC (polychlorure de vinyle) [16]	15
Figure I.12: Tuyau en fonte grise [16]	16
Figure I.13: Tuyau en fonte ductile [16]	17
Figure I.14: Tuyau en acier [18]	18
Figure I.15: Tuyau en PRV (Polyester Renforcé de Fibres de Verre) [16]	19
Figure 16: Régulation amont et aval dans la conduite [3]	21
Figure I.17: régulation de pression [3]	21
Figure 18: vanne à guillotine [16]	22

Figure I.19:Robinet à soupape [16].....	23
Figure I.20:Robinet à soupape droit [16]	24
Figure I.21:Robinet à soupape incliné [16].....	24
Figure I.22:vanne à boisseau sphérique ou à boule [16].....	25
Figure I.23: vanne à papillon [16].....	26
Figure I.24:vanne à opercule [16]	27
Figure I.25: Fonctionnement de la crépine [3].....	27
Figure I.26: Les ventouses simple fonction [3].....	28
Figure I.27: Les clapets [3]	29
Figure I.28: types des coudes [16]	29
Figure I.29: différent type de té [16].....	30
Figure I.30: types des réducteurs [16].....	30
Figure I.31: Raccordement en coude dans un réseau d'alimentation en eau potable [19].....	30
Figure II. 32: Eau potable.....	34
Figure II.33: pertes d'eau	34
Figure II.34: fonctionnement des pompes.....	35
Figure II.35: préservation des ressources en eau.....	36
Figure II.36: pertes d'eau dans les réseaux de distribution.....	37
Figure II.37: changement climatique	38
Figure II.38: Approvisionnement en eau potable.....	39
Figure II.39:Surveillance de la qualité de l'eau.....	39
Figure II.40: Maintenance des infrastructures.....	40
Figure II.41: Gestion des fuites et des pertes d'eau.....	40
Figure II.42: Gestion de la pression de l'eau.....	41
Figure II.43: Planification et développement du réseau.....	41
Figure II.44: Gestion des ressources en eau.....	42
Figure II.45: Coopération et coordination.....	42
Figure II.46: La surveillance du réseau.....	43
Figure II.47: La maintenance préventive.....	44
Figure II.48: La réhabilitation du réseau.....	45
Figure II.49: Systèmes de télégestion	45
Figure II.50: Système de détection des fuites.....	46
Figure II.51: Système d'information géographique (SIG).....	46
Figure II.52: Systèmes de gestion de l'énergie.....	47
Figure II.53: Systèmes d'analyse des données.....	47
Figure II.54: Modélisation hydraulique.....	48
Figure II.55: Les technologies innovantes pour la gestion des réseaux d'alimentation en eau potable.....	49
Figure III.56: Limites et surfaces du pôle Ahmed ZABANA (POS, URBAB 2017) [27]	52
Figure III.57 : Image satellitaire du Pôle Ahmed ZABANA (Google EARTH Pro Version 2018) [27]	53
Figure III.58 : Carte géologique du nord de l'Afrique montrant les différentes unités géologiques. [29]	54

Figure III.59 : Vue satellitaire d’Oran et de son réseau hydrographique. [31]	55
Figure III.60: Graphe des températures moyennes mensuelles à la station d’Es-SENIA (1990-2008). [32].....	56
Figure III.61: variations des températures moyennes à la station Es-SENIA (avril 2022). [32] ...	57
Figure III.62: Carte pluviométrique de l’Algérie (H. Chaumont et Paquin : 1913-1963).	58
Figure III.63: Graphe des précipitations moyennes mensuelles à la station d’Es-SENIA (1990-2008).....	59
Figure III.64: Graphe des précipitations moyennes annuelles d’Es-SENIA (1990-2008). [32]	61
Figure III.65 : Graphe des variations moyennes mensuelles de l’évaporation. [32].....	62
Figure III.66:graphe de vitesse du vent (Avril 2022). [33]	64
Figure III.67: Direction du vent (Avril 2022). [33].....	64
Figure III.68: Vue 3D du relief de la zone d’Etude réalisée par Global Mapper. [27]	65
Figure III.69: Carte des altitudes de la zone d’étude réalisée par COVADIS. [27].....	65
Figure III.70: Sous bassins versants de la zone d’Etude délimités par Global Mapper 13. [27] ...	66
Figure III.71 : Logements AADL du pôle urbain d’Ahmed ZABANA. [35]	67
Figure III.72: histogramme de la consommation horaire	79
Figure III.73 : courbe de pourcentage cumulé des débits horaire	79
Figure III.74: Synoptique des collecteurs d’assainissement Eaux Pluviales.[27].....	80
Figure IV.75: L'espace de travail "Auto CAD classique".[21]	85
Figure IV.76: Exemple d’un modèle d’ArcCatalog. [22]	88
Figure IV.77: Exemple d’un module d’ArcGIS (ArcToolbox).....	89
Figure IV.78: Architecture générale de l’Arc GIS.[23]	90
Figure IV.79:Visualisation des données via l’interface ArcMAP.[23].....	91
Figure IV.80 :Fichiers composants une couche vecteur.[23].....	92
Figure IV.81 : Gestionnaire de Modèle (DHI, 2014) [24]	95
Figure IV.82: Interface de MIKE URBAN.....	96
Figure IV.83: Objets de dessin.[26]	97
Figure IV.84 Espace de travail de logiciel « EPANET »......	99
Figure IV.85 :Barre d’outils d’EPANET. [38].....	100
Figure IV.86 : Exemple du réseau. [38]	101
Figure V.87:Selectionnement de fichier que nous ouvrons dans l’Auto CAD	107
Figure V.88: Interface d’Auto CAD qui nous affichons les documents qu’on nous ouvrons	107
Figure V.89:présentation de changement de type de file au Auto CAD2007/LT2007 drawing «DWG »	108
Figure V.90:interface d’Arc GIS.....	108
Figure V.91: Exportation de fichier que nous enregistrons dans l’Auto CAD et importons dans le format « DWG ».....	109
Figure V.92: l’apparition de notre réseau sur l’arc GIS	109
Figure V.93:les barres d’outils pour exporter le fichier sur format shapefile	110
Figure V.94:choix de réseau avec ses multiplications	111
Figure V.95: affichage de réseau.....	112
Figure V.96:Création d’un projet sous Mike URBAN.	112
Figure V.97:création de nouveau dossier de notre secteur.....	113

Figure V.98:exportation de fichier sur Mike Urbain.....	113
Figure V.99: l'importation des données	117
Figure V.100: affichage de réseau sur Mike urbain	117
Figure V.101: insertion d'une couche (LAYER) sur Mike URBAN.....	118
Figure V.102: Visualisation du réseau superposé sur une image satellite de la zone Ahmed ZABANA.	118
Figure V.103: Table attributaire des données du réservoir	119
Figure V.104: identification des points critiques et validation des calculs	120
Figure V.105: Schéma indiquant la méthodologie d'analyse hydraulique utilisée par Mike urbain	121
Figure V.106: l'affichage des erreurs d'après lancement de simulation.....	122
Figure V.107:détermination l'erreur après son apparition et copier son nom	123
Figure V.108:vérification si le code d'erreur est présent dans la liste de données	123
Figure V.109:l'identification d'erreur et l'effacer	124
Figure V.110: affichage des zones non connectées au réseau en couleur marron	124
Figure V.111:vérification des diamètres des conduites	125
Figure V.112: correction de l'intersection de deux conduites.....	125
Figure V.113: connexion d'un tronçon du réseau au réservoir	126
Figure V.114:simulation réussie	126
Figure V.115: le choix de fichier importé sur arc GIS.....	127
Figure V.116: affichage de réseau simulé dans arc GIS	127
Figure V.117: vérification du résultats à partir des tables d'attributions	128
Figure V.118: importation de réseau fichier (.inp) sur EPANET	129
Figure V.119: le réseau affiché sur EPANET	129
Figure V.120: la simulation réussie sur EPANET	130
Figure V.121: réseau d'Ahmed ZABANA après simulationaffichera les pressions et les débits sur EPANET.....	130
Figure V.122: répartition des pressions.....	131
Figure V.123: Répartition des pressions supérieur à 80 mCE.	132
Figure V.124: répartition des pressions supérieure à 4 bars	133
Figure V.125: répartition des pressions inférieure à 10 bars (faible).....	133
Figure V.126: répartition des vitesses dans les conduites.....	134
Figure V.127: sectorisation d'une zone urbaine.....	136
Figure V.128: sectorisation d'une zone.....	137
Figure V.129: vanne de régulation de pression.....	137
Figure V.130: les pressions élevés dans le secteur.....	138

Liste des tableaux :

Tableau III.1 : Coordonnées de la station climatologique d'Es-SENIA. [32]	55
Tableau III.2 : Températures moyennes mensuelles de la station d'Es-SENIA (1990-2008). [32]	56
Tableau III.3 : les précipitations moyennes mensuelles sur une durée de 18 années de 1990 à 2008.	58
Tableau III.4: Précipitations annuelles à la station d'Es-SENIA 1990-2008) [32].....	60
Tableau III.5: Moyennes mensuelles de l'évaporation 1990-2008/station d'Es-SENIA (A.I. Houda, 2017). [32]	61
Tableau III.6 : Vitesse du vent dans la région (m/s)	63
Tableau III.7 :Caractéristiques des bassins versants du Pôle A. ZABANA.	66
Tableau III.8 : les différents équipements du pôle Ahmed ZABANA.....	68
Tableau III.9 : les caractéristiques de réservoirs qui alimentent la zone d'Ahmed ZABANA.....	69
Tableau III.10 :les équipements de la ville d'Ahmed ZABANA	71
Tableau III.11 : β_{\max} en fonction du nombre d'habitants	73
Tableau III.12 : β_{\min} en fonction du nombre d'habitants	73
Tableau III.13 : réparation des débits horaires en fonction du nombre d'habitants	75
Tableau III.14 :variation des débits horaires de la ville de Mouzaia	76
Tableau V.15 :Un tableau schématisant en général sur la base des nœuds.....	114
Tableau V.16:Un tableau schématisant en général sur la base des Canalisations.....	115

Liste des abreviations :

3D/2D : Three-dimensional / Two-dimensional

AADL : Agence Nationale de l'Amélioration et du Développement du Logement

ADE : Algérienne des eaux.

AEP : Alimentation en eau potable.

APC : Assemblée populaire communale.

BV: Bureau Veritas

CAD : Computer Aided Design

CEM : Collège d'Enseignement Moyen

CSV: Comma-Separated Values

DBF: Database File

DHI: Danish Hydraulic Institute

DN: Diamètre Nominal

DXF: Drawing Exchange Format

ENP: Ecole Nationale Polytechnique

ESRI: Environmental Systems Research Institute

ETP: Entreprise de Travaux Publics

ETR : Équipe de Travaux Rapides

IA : Intelligence Artificielle

IDO : Interface de Données Ouverte

INP : Institut National Polytechnique
Kf : coefficient de fuite
K max : coefficient d'irrégularité maximal
K max h : coefficient de consommation maximal horaire
Kmax.h : Coefficient de variation de consommation maximum horaire
Kmax.j : Coefficient d'irrégularité maximal qui dépend de l'importance de l'agglomération
L : Longueur de la conduite en (m)
MNT : Modèle Numérique de Terrain
MXD : Map Exchange Document
Ni : Nombre de consommateurs
PEHD : Polyéthylène Haute Densité
PN : Pression Nominale
PRJ : Project File
PRV : Plastique Renforcé de Verre
PVC : Polychlorure de Vinyle
Qmax,j : débit maximum journalier en m³/j
Qmoy,h : débit moyen horaire en m³/h
SEOR : Société de l'eau et de l'assainissement d'Oran
SIG : Système d'Information Géographique
STEP : Station de Traitement des Eaux Usées
XML: extensible Markup Language

Liste des unités :

- °C : Degré Celsius
- % : Pourcentage
- An : Année
- Bar : bar
- ha : Hectare
- km : Kilomètre
- km² : Kilomètre carré
- L/hab/an : Litre par habitant par an

- **L/hab/j** : Litre par habitant par jour
- **L/s** : Litre par seconde
- **m** : Mètre
- **m³/h** : Mètre cube par heure
- **m³/hab/an** : Mètre cube par habitant par an
- **m³/s** : Mètre cube par seconde
- **mm** : Millimètre

Introduction générale

Introduction générale

L'eau potable est une ressource essentielle dont la gestion constitue un enjeu majeur dans le développement durable des sociétés modernes, particulièrement dans les zones urbaines à forte croissance démographique. En Algérie, et plus précisément dans la wilaya d'Oran, l'expansion rapide des pôles urbains exige une planification rigoureuse et une gestion efficace des réseaux d'alimentation en eau potable (AEP) afin de garantir un service de qualité, tout en minimisant les pertes et en optimisant les ressources disponibles.

Le pôle urbain Ahmed Zabana, en plein essor, représente un exemple concret des nouveaux défis posés à l'ingénierie hydraulique. Le dimensionnement, la mise en œuvre et la gestion quotidienne de son réseau AEP nécessitent l'application de techniques modernes, l'utilisation de logiciels spécialisés, ainsi qu'une compréhension approfondie des besoins actuels et futurs de la population.

Ce mémoire s'inscrit dans cette dynamique. Il a pour objectif principal l'analyse et l'optimisation de la gestion du réseau d'alimentation en eau potable du pôle urbain Ahmed Zabana, à travers une approche méthodologique intégrée combinant étude bibliographique, modélisation, simulation et interprétation des résultats.

Pour cela, le travail est structuré en cinq chapitres. Le premier chapitre présente une synthèse bibliographique sur les réseaux AEP, leurs composants, caractéristiques et critères de conception. Le deuxième chapitre s'intéresse aux méthodes de gestion des réseaux, aux problématiques courantes telles que les fuites et les techniques de leur détection et traitement. Le troisième chapitre est consacré à la présentation détaillée de la zone d'étude, mettant en lumière les spécificités climatiques, démographiques et socio-économiques du pôle Ahmed Zabana, ainsi qu'une estimation des besoins en eau. Le quatrième chapitre décrit les logiciels utilisés dans cette étude, notamment AutoCAD, ArcGIS, Mike Urban et EPANET, en soulignant leurs fonctions respectives dans la modélisation et la gestion des réseaux hydrauliques. Enfin, le cinquième chapitre présente la simulation du réseau, en détaillant le processus d'importation des données, la modélisation du système, la simulation hydraulique et l'analyse des résultats obtenus.

À travers cette étude, nous visons à proposer une démarche cohérente et adaptable pour la gestion optimale des réseaux AEP dans les nouveaux pôles urbains, en mettant en avant les potentialités des outils numériques au service de l'hydraulique urbaine.

Introduction générale

Problématique :

Comment gérer un réseau d'AEP? Comment faire une importation de réseau entre les logiciels et lancer la simulation? Quelles sont les méthodes utilisées et modernes pour distribuer l'eau potable sur les réseaux et les gérer de manière efficace et efficiente après avoir modélisé le réseau dans des logiciels spécialisés et l'avoir équipé avec précision, tout en limitant les fuites et en traitant rapidement les méthodes de détection et de réparation ?"

Chapitre I :
Synthèse bibliographique

Chapitre I : Synthèse bibliographique

I 1. Introduction :

Dans ce chapitre, nous allons faire une étude bibliographique sur le réseau d'AEP, et nous présentons les notions nécessaires que nous utilisons dans les chapitres suivants.

I 2. Description d'un réseau d'AEP :

Le réseau d'eau potable est un ensemble d'installations hydrauliques qui permet de véhiculer l'eau potable depuis le réservoir jusqu'aux abonnés (Figure I.1). Cet ensemble peut comporter :

- Réservoir(s).
- Conduites de différents diamètres et natures accessoires et pièces spéciales (statiques ou dynamiques) : Vannes, Tés, Coudes, Cônes de réduction, ventouses...
- Branchements.
- Ouvrages annexes (regards, bouches à clé etc ...). [1]

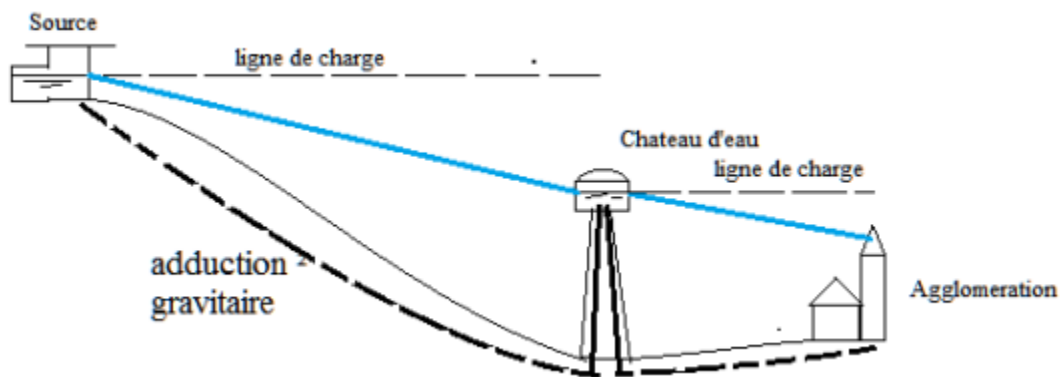


Figure 1 : Système simplifié d'alimentation en eau potable.[37]

Chapitre I : Synthèse bibliographique

I.3. Cycle du transport d'eau potable:

Depuis son captage dans le milieu naturel jusqu'au robinet du consommateur, l'eau nécessite de nombreuses infrastructures pour son transport. Ces infrastructures constituant **le cycle de distribution d'eau potable** (Figure I .2) à savoir:

- Les ouvrages de captage;
- Les ouvrages de traitement;
- Les stations de pompage;
- Les ouvrages de stockage (réservoirs);
- La distribution [10].

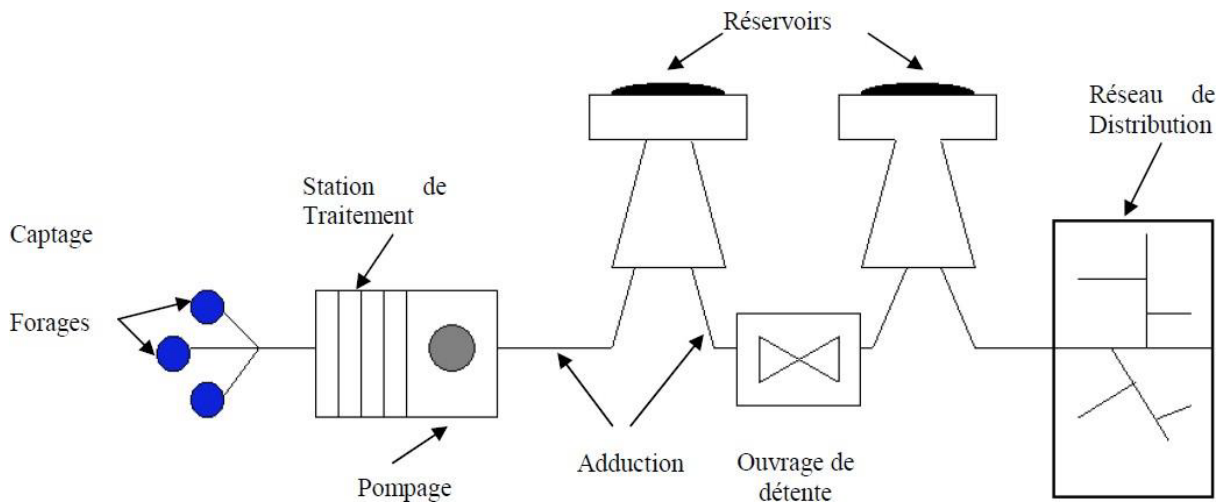


Figure I.2 : Schéma générale d'un système d'alimentation en eau potable

Nous distinguons plusieurs étapes dans le processus de production et d'acheminement de l'eau.

La première étape est l'étape de Captage, qui consiste à recueillir les eaux souterraines ou de surfaces de la source. Vient ensuite l'étape d'Adduction qui permet de transférer l'eau de la zone de captage jusqu'à proximité de la zone de distribution. Avant d'être distribuée l'eau doit subir des traitements ce qui permet de transformer l'eau brute en eau potable. L'eau est ensuite acheminée vers les zones de stockage afin de réguler le débit dans le réseau et prévenir une pénurie d'eau en cas de défaillance ou forte demande.

L'eau est distribuée à travers le réseau d'Alimentation d'Eau Potable aux usagers. [2]

Chapitre I : Synthèse bibliographique

I .3.1. Installations de captage:

C'est l'ensemble des ouvrages qui permettent de prélever de l'eau à l'état brut au niveau de la ressources en eau (Figure I .3). Cette dernière peut avoir diverses origines : eau de surface telle qu'une rivière, plan d'eau, retenue de barrage ou eau de profondeur telle qu'un puits ou forage, nappes souterrains .[3]



Figure I.3: Le captage [8]

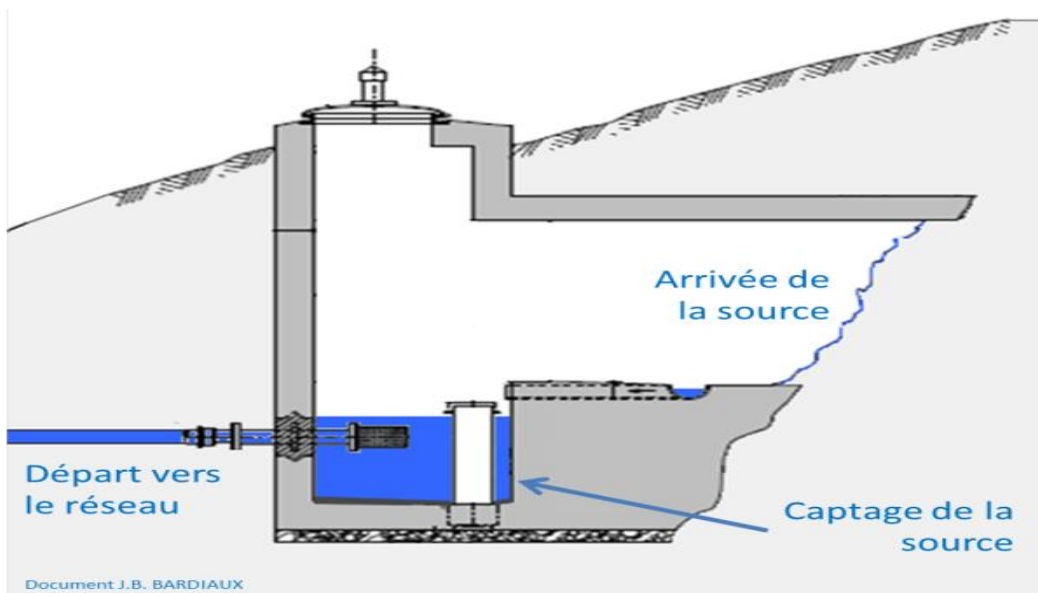


Figure I.4: Vue en coupe d'un regard de captage

Chapitre I : Synthèse bibliographique

I .3.2.Traitement des eaux:

Parfois les eaux captées ne présentent pas en permanence, les qualités requises, elle doivent faire l'objet d'un traitement , ce traitement peut aussi avoir lieu après le transport[4] (Figure I .5),les aspects de traitement des eaux sont :

- **La clarification:** L'élimination des matières solides par décantation ou par filtration;
- **La stérilisation:** On la stérilise par des oxydants tels que le chlore, l'ozone;
- **L'amélioration:** Qui corrige les propriétés chimiques de l'eau, soit par l'addition des corps chimiques appropriés, soit par adsorption de corps nuisibles à supprimer. [2]

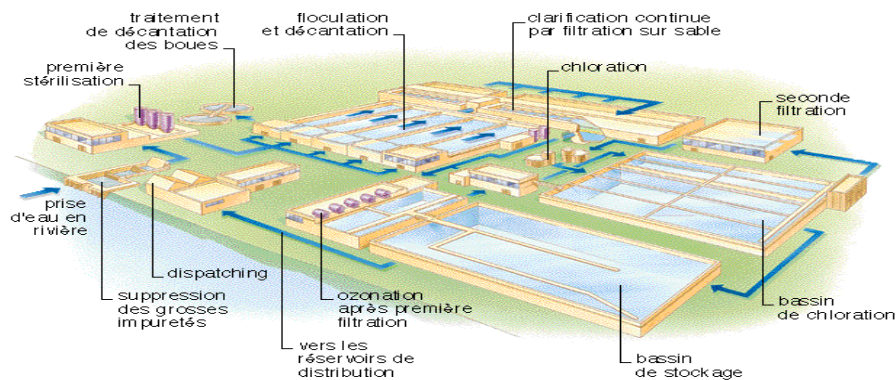


Figure I.5: Traitement des eaux [8]

I .3.3.L'adduction:

C'est le transport de l'eau, depuis la zone de captage jusqu'à proximité de la zone d'utilisation (distribution), il peut avoir lieu avant le traitement. Cette adduction peut s'effectuer par écoulement à surface libre au par un écoulement en charge. [4]

I .3.3.1.Les types d'adduction :

D'après leur fonctionnement, les adductions peuvent être classées en trois groupes :

•Adduction gravitaire :

L'adduction de l'eau est causé par la différence des niveaux hydrauliques : l'altitude de la source est supérieure celle du point de consommation, et se déplace donc grâce à la force de gravité d'où son nom. [5]

Chapitre I : Synthèse bibliographique

•Adduction par refoulement :

Quand la source se trouve à un niveau bas par rapport au point d'arrivée, l'acheminement de l'eau d'un point à l'autre se fait à l'aide de pompes. [5]

•Adduction mixte :

C'est une adduction où la conduite par refoulement se transforme en conduite gravitaire ou l'inverse. Le relais entre les deux types de conduites est assuré par un réservoir appelé réservoir tampon.

Le choix de la conduite d'adduction doit tenir compte de certains impératifs que l'on se forcera dans la mesure du possible de respecter :

- ◆ Le tracé doit être le plus court possible ;
- ◆ Aux points hauts du tracé, peuvent se conformés des contentements d'air difficile à évacuer où des ventouses seront exigés ainsi apparait la nécessité d'éviter autant que possible les contres pentes ;
- ◆ Eviter les profils horizontaux, qui peuvent perturber le régime d'écoulement ;
- ◆ Il serait préférable de suivre les accotements des routes, pour faciliter les travaux ainsi que l'acheminement des matériaux. [5]

I .3.4.L'accumulation (Stockage):

Le stockage d'eau est pour les réseaux d'aqueducs pubis une manière de maintenir a pression des tuyaux de distribution, d'équilibrer la demande et de garantir aux clients un accès continu à l'eau potable.[6]

On distingue trois types de réservoirs :

- Enterrés ;
- Semi-enterrés ; (Figure I .6)
- Sur tour.

Les réservoirs constituent les organes régulateurs de pression et de débit entre le régime de production et le régime de consommation.

Ces réservoirs permettent une certaine souplesse pour faire face, sans gêne pour les utilisateurs, aux incidents suivants:

- panne électrique ;
- remplacement d'une pompe ;

Chapitre I : Synthèse bibliographique

-accident sur la conduite de refoulement.

Les réservoirs permettent, outre une régularité de fonctionnement des groupes de pompage, de profiter au maximum du tarif de nuit en énergie électrique. [7]

Les réservoirs ont trois buts :

- Stockage de l'eau ;
- Réservoirs tampons (c'est-à-dire qu'ils cassent la pression) ;
- Stockage et Tampons en même temps. [8]

Les principales fonctions assurées par les réservoirs sont les suivantes :

- Régulation des débits
- Sécurité d'approvisionnement
- Régulation de la pression
- Simplification de l'exploitation
- Réacteur participant au traitement
- Réduction des dépenses d'énergie. [2]

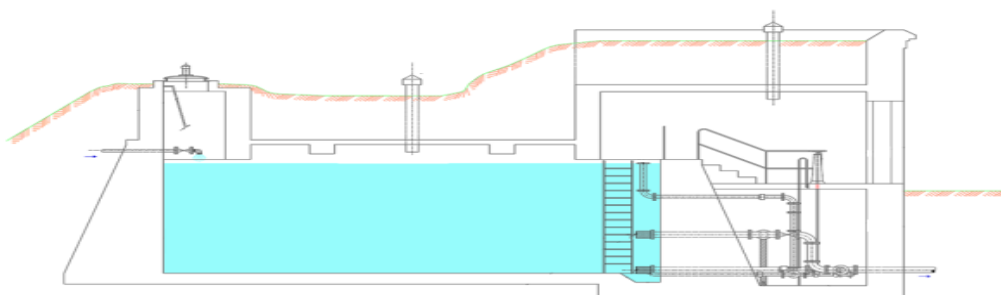


Figure I.6:vue en coupe d'un réservoir semi-enterré

I 3.5.La distribution:

Le réseau de distribution de l'eau potable est une infrastructure important qui permet de distribuer l'eau en quantité suffisante pour satisfaire aux besoins actuels est à venir des usagers. [9]

Chapitre I : Synthèse bibliographique

Depuis son captage dans le milieu naturel jusqu'au robinet du consommateur, l'eau nécessite des nombreuses infrastructures pour son transport (figure I .3) :

- Les ouvrages de captage ;
- Les ouvrages de traitement ;
- Les stations de pompage ;
- Les réservoirs; et les canalisations. [10]

I . 3. 5.1. Les réseaux de distribution:

L'eau est distribuée aux consommateurs par des réseaux de conduites locaux, à l'intérieur de la zone alimentée .Les principaux éléments d'un réseau de distribution sont : les conduites, les branchements, et les pièces spéciales (coudes, raccordements, vannes, compteurs, bouches d'incendies,...).Les conduites de distribution doivent suivre les rues de la ville et sont posées en terre, généralement, sous le trottoir. [11]

On distingue plusieurs types de réseaux, à savoir : les réseaux ramifiés, maillés, étagés, mixtes et les réseaux à alimentation distinctes. Leur classification se fait en se basant sur la topographie du terrain (terrain accidenté, différence d'altitude importante) et l'occupation du sol. Ces réseaux peuvent être alimentés à partir d'un ou plusieurs réservoirs. [12]

I . 3. 5.1.1.Type de réseau de distribution :

En fonction de la structure et l'importance de l'agglomération, on distingue les différents types de réseau de distribution comme suit :

a. Réseau de distribution ramifié :

La caractéristique d'un réseau ramifié est que l'eau circule, dans toute la canalisation, dans un seul sens (des conduites principale vers les conduites secondaire, vers les conduites tertiaires,...).De ce fait, chaque point du réseau n'est alimenté en eau que d'un seul côté. [13]

Les réseaux ramifiés sont les réseaux les plus simples. Ils ne répondent qu'un besoin strict d'amener l'eau ou point de livraison, pour ce dernier, l'eau suit un parcours unique. [14]

Chapitre I : Synthèse bibliographique

La géographie d'un réseau ramifié (Figure I.7) affecte la structure d'un arbre, celle-ci convient le plus souvent aux réseaux d'évacuation et aux réseaux d'alimentation intérieurs des bâtiments. Son principal inconvénient consiste en l'isolement des puisages d'aval en cas de problème inconvénient sur une conduite. Les réseaux ramifiés vérifient la première loi de Kirchhoff selon laquelle la somme des débits qui aboutissent à un nœud est égale à la somme des débits qui s'en éloignent. [15]

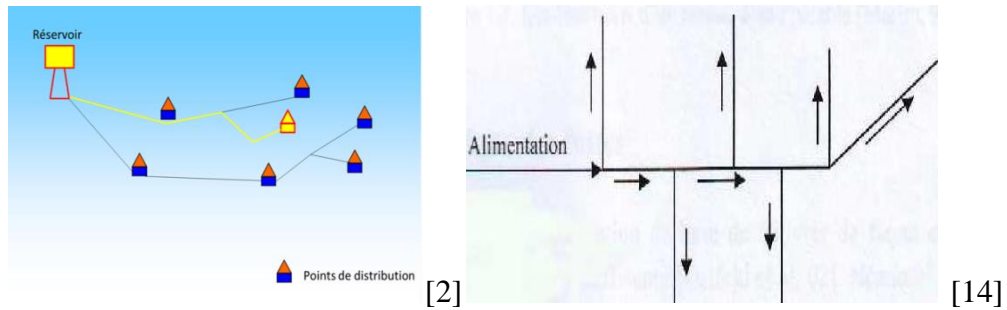


Figure I.7: Réseau de distribution ramifié

b. Réseau de distribution maillé:

Les réseaux maillés, plus complexes, sont caractérisés par des parcours de l'eau multiples pour un même point de livraison.

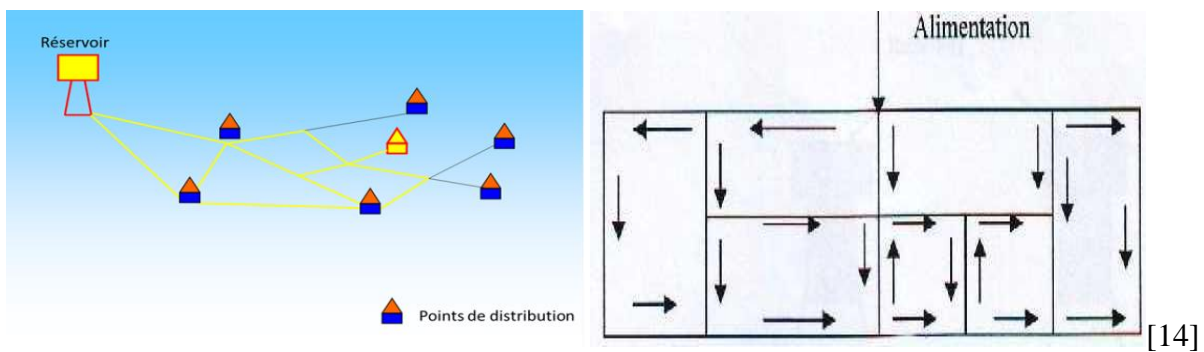


Figure I.8: Réseau de distribution maillé

Ils sont souvent le fruit de l'histoire (Figure I.8). Nés ramifiés, certains réseaux connaissent des ajouts de conduites qui connectent des conduites en créant des mailles (boucles). [14]

Chapitre I : Synthèse bibliographique

Ce type de réseaux présente l'avantage d'être économique, mais il manque de sécurité (en cas de rupture d'une conduite principale, tous les abonnés situés à l'aval seront privés d'eau).

Le réseau maillé dérive du réseau ramifié par connexion des extrémités des conduites (généralement jusqu'au niveau des conduites tertiaires), permettant une alimentation de retour. Ainsi, chaque point du réseau peut être alimenté en eau de deux ou plusieurs côtés. [13]

Les petites rues sont toujours alimentées par des ramifications. Ce type de réseaux présente les avantages suivants : plus de sécurité dans l'alimentation (en cas de rupture d'une conduite, il suffit de l'isoler et tous les abonnés situés à l'aval seront alimentés par les autres conduites) et une répartition plus uniforme des pressions et des débits dans tout le réseau. Il est, par contre, plus coûteux et plus difficile à calculer. [13]

Eventuellement on peut utiliser d'autres types de réseaux :

c. Réseaux de distribution étagés:

Dans le cas où la topographie est très tourmentée, la distribution peut se faire par paliers. [11] (Figure I.9)

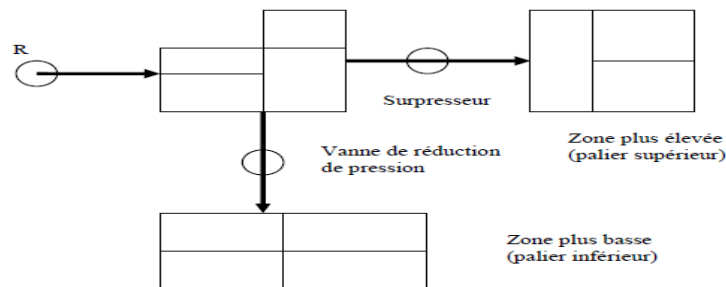


Figure I.9: Réseau étagé

d. Réseau de distribution mixte :

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

I.4 Canalisations utilisés dans le réseau d'eau potable :

Une canalisation est un ouvrage destiné au transport, à la distribution de fluides (alimentation d'eau potable). Elle forme notamment les réseaux d'eau urbains, et autres réseaux

Chapitre I : Synthèse bibliographique

des villes. En fonction de ses dimensions, la canalisation peut se constituer de canaux, de tuyaux ou de conduits.

Les conduites sont des profilés de forme cylindrique qui peuvent suivre différentes dimensions et présenter des caractéristiques différentes selon les fonctions qu'ils sont appelés à remplir.

Il existe au moins 06 types de matériaux pour les conduites utilisées dans le domaine hydraulique [16], mais nous avons retenu les types utilisés dans l'alimentation en eau potable qui sont les suivants :

I.4.1. Tuyau en PEHD (Polyéthylène à Haute Densité) :

C'est un tuyau en polyéthylène à haute densité permettant d'assurer l'arrivée de l'eau potable dans tous types d'installations dans le domaine privé ou public, domestique ou agricole. Ce tube thermoplastique est facilement reconnaissable par sa couleur noire marquée de bandes bleues. Il est aussi appelé PE bande bleu (Figure I .10).

Il possède de nombreux avantages :

- Il est très résistant,
- Il supporte les déformations et mouvements de terrain (ne se casse pas ou ne se fend pas),
- Il est très souple et très léger,
- Il s'installe très facilement et rapidement,
- Il s'installe également sans soudure : les connexions et raccords ainsi effectués limitent les risques de fuites,
- Il retient moins le calcaire,
- Il résiste à la corrosion : il ne rouille pas et ne pourrit pas,
- Il a une longue durée de vie,
- Il est respectueux de l'environnement et peut être recyclé.[17]

Chapitre I : Synthèse bibliographique



Figure I.10: Tuyau en PEHD (polyéthylène à haute densité) [16]

Caractéristiques hydrauliques :

Parmi les caractéristiques hydrauliques que possède le polyéthylène, nous pouvons souligner sa **faible rugosité**. Dans la pratique, les pertes de charge sont calculées en adoptant un coefficient **K=0,01 mm** pour les tuyaux en PEHD neufs. [16]

I.4.2. Tuyau en PVC (polychlorure de vinyle) :

Le Polychlorure de Vinyle est un matériau synthétique (Figure I .11) utilisé couramment pour fabriquer des tuyaux (canalisation d'eau potable) ou des menuiseries (fenêtres, volets...)

- Ils présentent une bonne résistance aux produits chimiques corrosifs
- Une plage d'utilisation allant de -20 °C à 90 °C
- Une longévité supérieure à 100 ans.
- Leurs diamètres vont de 50 à 400 mm.
- Il existe plusieurs séries de pressions nominales: 6, 10, 16, et 25 bars.
- Les réseaux d'eau font le plus souvent appel aux séries 10 et 16 bars.
- Le PVC résiste bien à la corrosion, leur longueur usuelle est de 6m. [16]



Figure I.11: Tuyau en PVC (polychlorure de vinyle) [16]

Vulnérabilité :

Chapitre I : Synthèse bibliographique

Les conduites en PVC présentent la plupart du temps des ruptures longitudinales ou des écrasements localisés.

- Elles sont sensibles aux surpressions (coups de bélier)
- Sensibilité aux surcharges

Caractéristiques hydrauliques :

Le faible poids de la conduite permet une manipulation simple. La rugosité est faible, de l'ordre de 0,01 mm pour les tuyaux neufs. [16]

I.4.3. Tuyau en Fonte :

C'est un matériau métallique ferreux très utilisé, Elle contient entre 2 à 4 % de carbone. Il existe 2 types :

✓ Tuyau en fonte grise :

Ils sont les plus répandus dans le monde pour véhiculer l'eau de distribution publique, semble-t-il, à l'établissement des conduites enterrées (Figure I .12). Leur longévité peut dépasser 100 ans. La longueur utile des tuyaux est de 6 m. Les diamètres varient de 0,06 jusqu'à 1,25m. La pression de service varie de 40 à 60 bars. Ils sont en général assez fragiles, peu ductiles et difficilement soudables. Résistance à la corrosion. [16]



Figure I.12:Tuyau en fonte grise [16]

Vulnérabilité :

Leur rigidité rend la résistance, aux grandes tensions faible, de ce fait elles sont très sensibles aux mouvements de terrain, et doivent être manutentionnés avec certaines précautions.

Caractéristiques hydrauliques :

Chapitre I : Synthèse bibliographique

Les qualités hydrauliques du tuyau en fonte sont celles de son revêtement intérieur au mortier de ciment. Dans la pratique, les pertes de charge sont calculées en adoptant un coefficient K de 0,1 mm.

Utilisation :

La fonte grise est le matériau le plus adopté pour les conduites enterrées, transportant tous types d'eau.

✓ Tuyau en fonte ductile :

Constitue le matériau moderne actuel, elle élimine totalement les défauts de la fonte grise (Figure I .13). La Fonte ductile a été confectionnée pour avoir une souplesse voisine à celle de l'acier. Une robuste et résistance aux surcharges, à la corrosion et aussi résiste mieux à la flexion la résistance à la traction.

Ces propriétés extraordinaires permettent une durée de vie pouvant dépasser largement les 50 à 100 ans à condition que les instructions de mise en œuvre soient respectées. De diamètres compris entre $80 \leq DN \leq 600$ mm. [16]



Figure I.13: Tuyau en fonte ductile [16]

Vulnérabilité :

Une mauvaise protection peut provoquer des trous au niveau de la canalisation. Et la surpression telle que les coups de béliers peuvent provoquer des cassures longitudinales.

Utilisation :

Les tuyaux fonte ductile utilisés dans les canalisations d'adduction d'eau, et collecteur eaux usées. [16]

Chapitre I : Synthèse bibliographique

I.4.4. Tuyau en acier :

L'acier est le matériau permettant de répondre économiquement aux contraintes techniques les plus fortes. Les tubes en acier sont livrés en longueurs fixes comprises entre 6 et 14 m. Les diamètres disponibles sont de 0,15 à 2m avec épaisseurs est de 3 à 9 mm. Ils sont plus souples que ceux en fonte, ils s'adaptent bien aux irrégularités du lit des tranchées. La pression de service varie de 40 à 60 bars. La durée de service garantie de ces tuyaux se limite à 70 ans. [16]

Vulnérabilité :

Les conduites en acier (Figure I.14) sont plus sensibles à la corrosion, car elles présentent souvent des fuites au niveau:

- Des raccords ;
- Des soudures mal faites ;
- Par contre la rupture est peu fréquente.

Caractéristiques hydrauliques :

Les caractéristiques hydrauliques du tube en acier sont celles de son revêtement intérieur, c'est-à-dire la rugosité. Dans la pratique, on prend la $K= 0,1$ mm

Utilisation :

Destinés aux réseaux d'adduction d'eau potable, aux canalisations de transfert d'eau brute et d'eaux usées. [16]

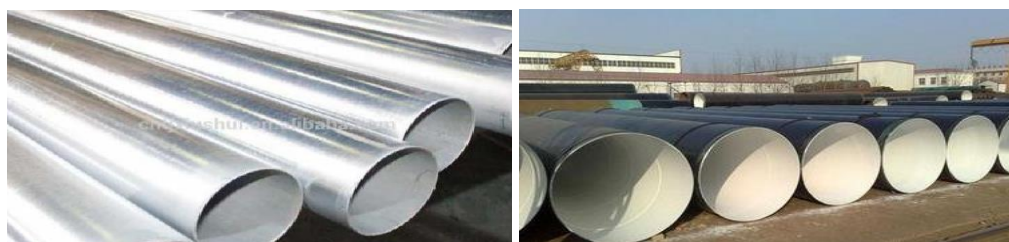


Figure I.14: Tuyau en acier [18]

I.4.5. Tuyau en PRV (le Polyester Renforcé de Fibres de Verre) :

Les principales matières premières utilisées pour la fabrication des canalisations en PRV (Figure I.15) sont la résine polyester, la fibre de verre renforcée, et le sable de silice.

- Ces tuyaux sont utilisés en eau potable, sont adoptés au changement de direction, faible poids.
- leur durabilité est estimée à plus de 100 ans.
- Il possède une grande résistance à la corrosion intérieure et extérieure

Chapitre I : Synthèse bibliographique

- Les diamètres vont de 300 mm à 3000 mm
- longueur de 3.6 jusqu'à 12m pour une pression allant jusqu'aux 32 bars.



Figure I.15: Tuyau en PRV (Polyester Renforcé de Fibres de Verre) [16]

Vulnérabilité :

Sensibles aux surcharges et à la sollicitation concentrée, contrairement aux autres conduites, les conduites renforcées de fibres ne sont pas attaquées par la corrosion.

Caractéristiques hydrauliques :

Le faible poids de la conduite permet une manipulation simple. La rugosité est faible, de l'ordre de 0,01 mm pour les tuyaux neufs.

I.5 Organes, Accessoires, et Robinetterie :

Le réseau d'eau potable représente graphiquement les objets permettant le transport de l'eau potable. Il comporte les canalisations, les ouvrages de stockage, les accessoires et les équipements spéciaux.

- les vannes ou robinets-vannes de sectionnement permettant d'isoler un tronçon de réseau ;
- les purges placées aux points bas du réseau ;
- les ventouses aux points hauts pour évacuer les éventuelles poches d'air lors du remplissage des canalisations.
- les anti-béliers généralement situés au point de production ou de surpression.

Chapitre I : Synthèse bibliographique

Tous ces éléments sont placés sous bouches à clé ou dans des regards de visite. Les éléments de robinetterie représentent les composants intercalés dans les tuyauteries, employés pour régler le flux d'eau qui circule dans le réseau afin d'optimiser son exploitation, les appareils de robinetterie d'un réseau peuvent se subdiviser en :

- Vannes de sectionnement.
- Crépine.
- Bouches et poteaux d'incendie.
- Vannes de régulation hydraulique.
- Clapets de non-retour. [3]

I.5.1 Vannes de sectionnement et de régulation :

Les vannes de sectionnement assurent la protection des réseaux en adduction d'eau potable.

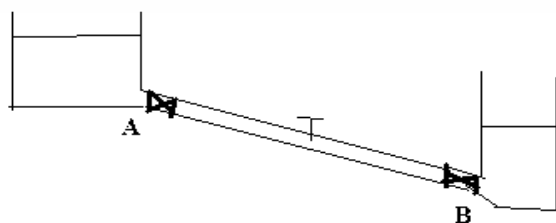
Leur principal rôle est de réguler le débit ou d'arrêter l'écoulement dans le cas de la réparation d'une conduite. Ce sont des dispositifs hydromécaniques destinés à couper le flux d'eau dans une conduite grâce à un obturateur. Leur fonctionnement sera de type tout ou rien : ouverture ou fermeture totales : les positions intermédiaires correspondent à des situations provisoires ou exceptionnelles. Ces vannes permettent une régulation amont et aval du débit comme expliqué dans la figure 16.

1- En régulation amont :

La manœuvre en A ne se fera pas sentir immédiatement au réservoir. Plus la conduite est longue, plus le temps de réponse est grand. En particulier, une fermeture totale du robinet en A ne se traduira pas par un arrêt total et immédiat en B

2- En régulation aval :

La manœuvre en B se répercutera immédiatement au réservoir.



Chapitre I : Synthèse bibliographique

Figure I.16: Régulation amont et aval dans la conduite [3]

Dans le cas de la pression maximale dans la conduite

1- Régulation amont : le profil piézométrique s'articule autour de B, AB profil piézométrique maximal

2- Régulation aval : Donc la pression maximale que devra supporter la conduite sera plus élevée en régulation aval qu'en régulation amont

Les vannes de régulations permettent d'équilibrer le débit dans le cas où le réseau comporte une partie haute et une partie basse pour éviter de grands écarts de pression (Figure I .17).

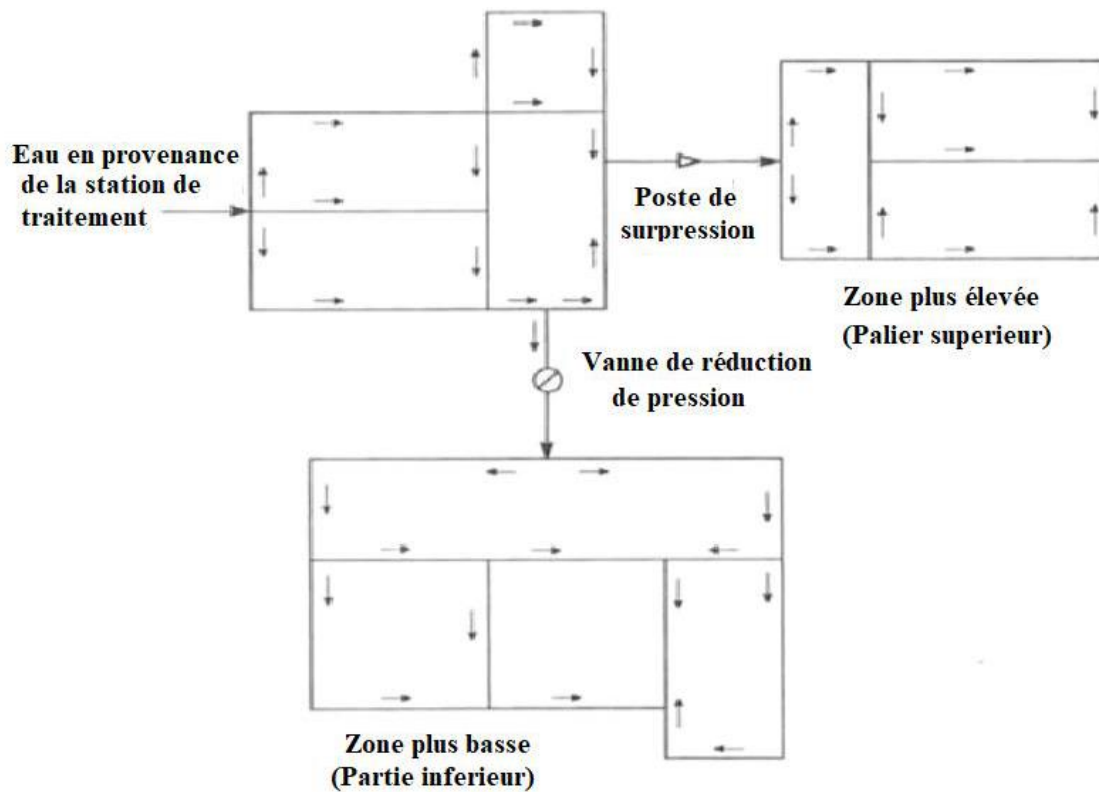


Figure I.17: régulation de pression [3]

I.5.1.1 Robinet-vanne :

Sous le nom de robinetterie sont désignés l'ensemble des appareils montés sur une capacité contenant un fluide (tuyauterie, réservoir, etc...). Ils permettent de modifier, de

Chapitre I : Synthèse bibliographique

maintenir ou d'interrompre la circulation d'un fluide, ils indiquent aussi certaines caractéristiques de ce fluide (débit, pression, niveau, température). [16]

Classement des robinets :

Le classement le plus usuel des robinets est donné par le déplacement de l'obturateur par rapport au siège. Selon ce classement on distingue **5 familles** de robinets :

- **Vanne à guillotine** : l'obturateur appelé guillotine se déplace en translation parallèlement au siège.
- **Vanne à soupape** : l'obturateur appelé soupape se déplace en translation perpendiculairement au siège.
- **Robinet à boisseau sphérique**: l'obturateur appelé boisseau se déplace par rotation par rapport à l'axe du siège.
- **Robinet à papillon** : l'obturateur appelé papillon se déplace par rotation autour de l'axe parallèle au siège.
- **Robinet à opercule** : l'obturateur appelé opercule se déplace en translation parallèlement au siège. [16]

I.5.1.1.1 VANNE À GUILLOTINE :

L'obturateur appelé guillotine se déplace en translation parallèlement au siège (Figure I.18). Il est conçu pour fonctionner dans les environnements les plus difficiles. Elles sont particulièrement utiles dans l'assainissement où la corrosion est un problème important. [16]



:

Figure I.18:vanne à guillotine [16]

Avantage :

- Faible perte de pression à l'ouverture ;

Chapitre I : Synthèse bibliographique

- Offre une régulation raisonnable du débit;
- Pas cher à fabriquer;
- Très robuste. [16]

Inconvénients :

- Des sédiments ou de la saleté peuvent empêcher la porte de se fermer complètement.
- Le robinet-vanne est difficile à manœuvrer lors de l'ouverture ou de la fermeture contre les fluides à très haute pression. [16]

I.5.1.1.2. VANNES À SOUPAPE :

Elles sont constituées d'un obturateur appelé **soupape** ou **clapet** se déplace perpendiculairement au fluide. (Figure I .19)

On peut distinguer différents types de robinet à soupape :

A. Robinet droit : (Figure I .20)



Figure I.19: Robinet à soupape [16]

Chapitre I : Synthèse bibliographique

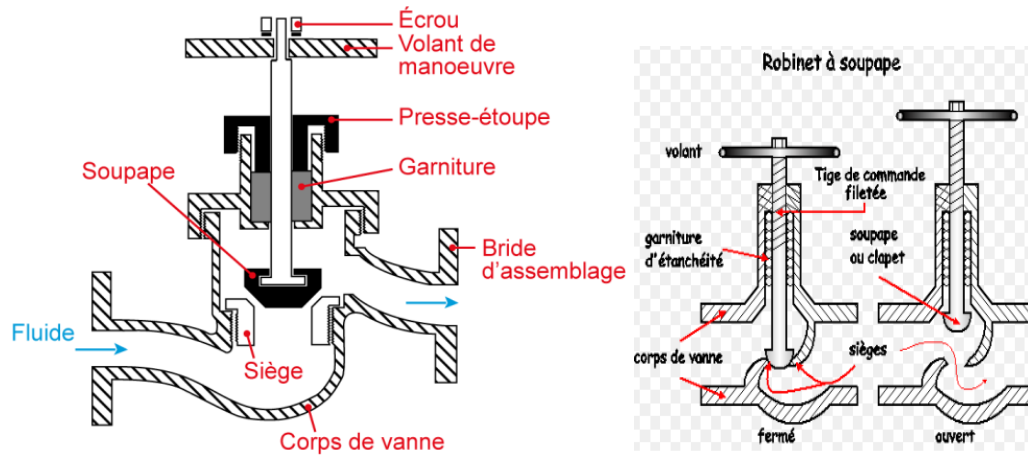


Figure I.20:Robinet à soupape droit [16]

B. Robinet Incliné : (Figure I .21)

Pour ce robinet la perte de charge est plus faible. L'écoulement est plus régulier et plus rapide car les filets du fluide ne sont pas brisés. [16]



Figure I.21:Robinet à soupape incliné [16]

Avantages :

- Bonne régulation du débit ;
- Peut être utilisé dans les systèmes à haute pression. [16]

Inconvénients :

- Chute de pression élevée même lorsque la vanne est complètement ouverte.
- Les sièges de soupape peuvent être endommagés et bloqués par des solides. [16]

Chapitre I : Synthèse bibliographique

I.5.1.1.3. Robinet à boisseau sphérique ou « À BOULE » :

Le robinet à boisseau sphérique est employé dans les installations de chauffage central (Figure I .22). C'est un robinet d'arrêt pour couper la circulation d'eau dans une partie du circuit.



Figure I.22: vanne à boisseau sphérique ou à boule [16]

Avantages :

- L'étanchéité à la fermeture ;
- facilité de manœuvre. [16]

Inconvénients :

- Robinet à bille standard non adapté à la régulation du débit ;
- Peut-être endommagé et coincé par des solides. [16]

I.5.1.1.4. Vanne à papillon :

Tout comme les robinets-vannes, les vannes papillon (Figure I .23) ne doivent pas être utilisées en régulation, elles ne font que créer une perte de charge singulière et ne sont pas conçues pour cela. Des appareils spécifiquement conçus pour cela existent et font de la vraie régulation de pression et de débit. [3]

Chapitre I : Synthèse bibliographique



Figure I.23: vanne à papillon [16]

Avantages :

- Simplicité (peu de pièces constitutives) ;
- Prix de revient faible, surtout pour les grands diamètres ;
- Très bonne étanchéité ;
- Faible perte de charge ;
- Aptitude au réglage pour les grands diamètres. [16]

Inconvénients :

- N'est pas adapté pour le fonctionnement à forte pression (au-delà de 40 bars environ). [16]

I.5.1.1.5. Vanne à opercule (ou à passage direct) :

La vanne à opercule ou vanne à passage direct (Figure I .24)est conçue pour une utilisation complètement ouverteou entièrement fermée. Il est utilisé pour arrête ledébitet isolela tuyauterie aval, et ne pas faire du réglage. Il conçue pour une utilisation eau potableet liquides non agressifset peuchargés, eaux uséesurbaines, refolementet stationsde traitement.



Chapitre I : Synthèse bibliographique

Figure 24:vanne à opercule [16]

I.5.2 Crépines :

Les crépines protègent les équipements sensibles aux sables et autres éléments présents dans les réseaux. Elles sont donc obligatoires sur les vannes de régulation hydraulique. Les crépines sont utilisées pour les réseaux d'adduction et de distribution d'eau. C'est est une pièce métallique en tôle perforée ou en matière plastique, évidée et percée de trous, servant à arrêter les corps étrangers à l'entrée du tuyau d'aspiration d'une pompe ou d'un vidage par gravité. La crépine est constitué l'élément principal de l'équipement d'un ouvrage d'exploitation d'eau (Figure I .25). Placées à la suite du tubage plein, face à une partie ou à la totalité de la formation aquifère, les crépines doivent :

- Permettre la production maximale d'eau claire sans sable.
- Résister à la corrosion due à des eaux agressives.
- Résister à la pression d'écrasement exercée par la formation aquifère en cours. [3]

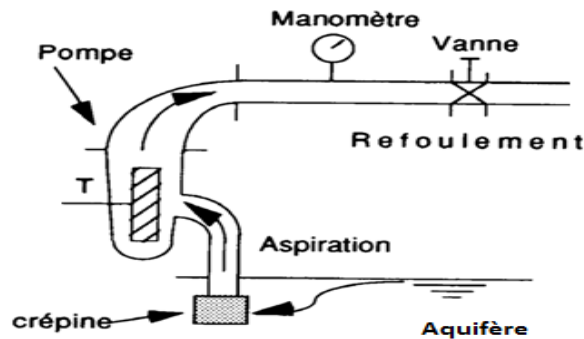


Figure I.25: Fonctionnement de la crépine [3]

I.5.3 Les purgeurs :

Les purgeurs et ventouses protègent les canalisations des effets néfastes engendrés par l'accumulation d'air dans les points hauts ou les points singuliers des réseaux :

- interruption totale ou partielle du débit par la présence d'une poche d'air dans un point haut du réseau ;
- coups de bélier dus à la détente de la poche d'air ou à son déplacement dans les canalisations ;
- désamorçage des pompes et des siphons.

Chapitre I : Synthèse bibliographique

Les purgeurs assurent le dégazage à faible débit de l'air accumulé aux points hauts des canalisations en exploitation (0,3 bar). Ils existent dans 4 types de connectivité différents : avec bride, sans bride, avec robinet et sans aucune spécificité. [3]

I.5.4 Les ventouses :

Les ventouses sont positionnées sur les points hauts des conduites et tous les 600 m, sur des conduites très longues.



Figure I.26: Les ventouses simple fonction [3]

▪ Fonction des ventouses :

Leur fonction est la sortie et entrée d'air :

- la vidange d'air (désaéragé) au remplissage car les poches d'air non évacuées rétrécissent jusqu'à obturation la veine liquide.
- Dégazage : Purge d'air en fonctionnement
- Le remplissage d'air (aéragé) en cas de dépression pour éviter la succion des joints, la collapse des tubes plastiques.

Les ventouses ont une triple fonction :

- évacuation d'air à haut débit lors de la mise en eau des canalisations
- admission d'air à grand débit lors de la vidange des canalisations (protection du réseau contre la mise en dépression des canalisations en cas de rupture de conduite)
- dégazage à faible débit en exploitation. [3]

I.5.5 Le clapet :

Le clapet (Figure I .27) a pour fonction d'assurer la circulation de l'eau dans un sens et d'empêcher le retour en cas de reflux. Chaque clapet possède sa particularité et sa propre fonctionnalité :

- Le clapet battant
- Le clapet à double battant

Chapitre I : Synthèse bibliographique

- Le clapet à disques concentriques
- Le clapet à ressort
- Le clapet de non-retour
- Le clapet pied de crépine : utilisé pour les stations de pompage. À l'arrêt des pompes, il retient automatiquement la colonne d'eau pour en éviter le désamorçage. [3]



Figure I.27: Les clapets [3]

Il existe d'autres accessoires suivants :

- Les vannes de vidange ou de décharge : placées au point bas servent à évacuer l'accumulation de l'eau qui se fait dans les points bas. [3]
- Les coudes : permettent la liaison de deux (02) conduites. [3]

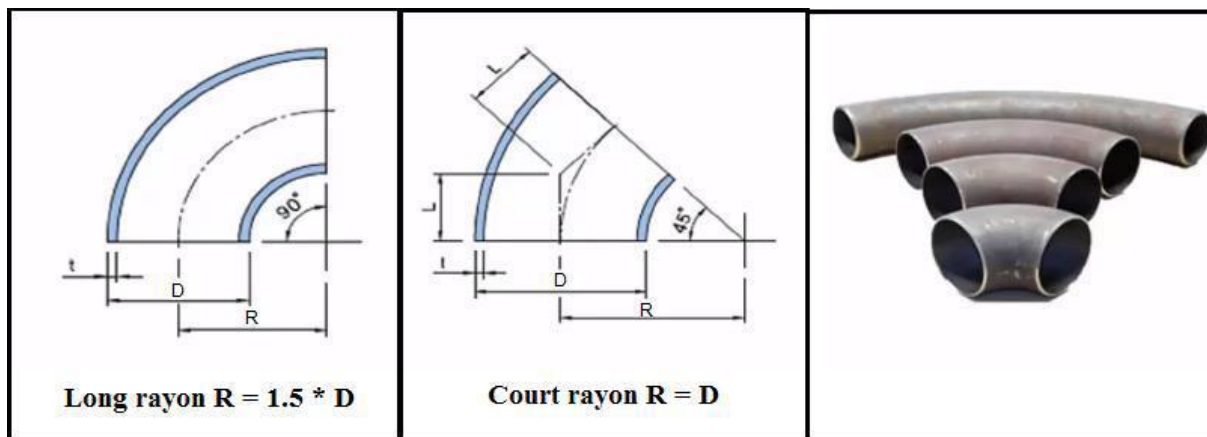


Figure I.28: types des coudes [16]

- Les tés : permettent la liaison de trois (03) conduites. [3]

Chapitre I : Synthèse bibliographique



Figure I.29: différent type de té [16]

- Les croix : permettent la liaison de quatre (04) conduites. [3]
- Les cônes convergent : ce sont des réducteurs de débit. [3]

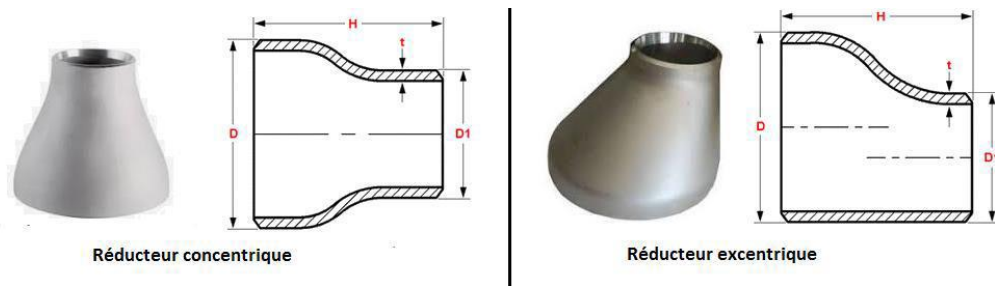


Figure I.30: types des réducteurs [16]



Figure I.31: Raccordement en coude dans un réseau d'alimentation en eau potable [19]

I.6 Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons décrit d'une manière générale le réseau d'alimentation en eau potable; les types des réseaux et les modes de distribution, les matériaux utilisés pour les

Chapitre I : Synthèse bibliographique

canalisations, ainsi que les organes et accessoires nécessaires pour le fonctionnement du réseau. Les connaissances acquises dans ce chapitre seront utiles pour la suite de notre étude.

Chapitre II :
La gestion d'un réseau
d'Alimentation en eau potable

Chapitre II : La gestion d'un réseau d'alimentation en eau potable

II.1 Introduction:

Dans ce chapitre, nous allons présenter les principaux enjeux de la gestion de l'AEP, les missions clés de cette dernière, ainsi que les stratégies et les technologies utilisées pour gérer les réseaux d'AEP. Nous aborderons également les technologies innovantes qui émergent pour améliorer la gestion des réseaux d'AEP et garantir une distribution d'eau potable sûre et fiable.

II.2 Définition et concept de gestion d'alimentation en eau potable:

La gestion d'alimentation en eau potable nécessite d'accomplir avec exactitude un ensemble de tâches. L'objectif est d'assurer le bon fonctionnement du réseau d'alimentation en eau potable et de Garantir à chaque usager une desserte en continue et en toute circonstance, dans les bonnes Conditions de qualité, de pression.

Dans cette optique d'assurer la gestion technique et économique des systèmes d'alimentation en eau potable, la notion de gestion, maintenance, et exploitation, et les opérations d'entretiens et de Contrôles à effectuer sur les ouvrages et les installations du système d'alimentation en eau potable Seront élaborés dans ce qui suit. [2]

II.3 Objectif principale de la gestion des réseaux d'alimentation en eau potable : [36]

L'objectif principal de la gestion des réseaux d'alimentation en eau potable est d'assurer un approvisionnement en eau sur, fiable et durable à la population. Voici quelques objectifs spécifiques de la gestion des réseaux d'alimentat

ion en eau potable :

- ❖ **II.3.1.Fournir de l'eau potable de qualité :** L'objectif principal est de garantir que l'eau distribuée aux consommateurs est de qualité irréprochable, répondant aux normes sanitaires en vigueur. Pour y parvenir, il est essentiel de mettre en place des mesures de traitement de l'eau efficaces, de surveiller étroitement la qualité de l'eau et de respecter scrupuleusement les réglementations sanitaires applicables.

Chapitre II : La gestion d'un réseau d'alimentation en eau potable



Figure II. 32: Eau potable

- ❖ **II.3.2. Assurer une distribution équitable de l'eau :** L'accès équitable à l'eau potable est un droit fondamental pour tous les utilisateurs du réseau. Pour garantir cela, il est essentiel de planifier et de concevoir le réseau de manière à ce qu'il atteigne toutes les zones desservies avec une pression d'eau adéquate.
- ❖ **II.3.3. Réduire les pertes d'eau :** La gestion des réseaux d'eau potable vise à minimiser les pertes d'eau dues aux fuites, à une mauvaise gestion ou à des infrastructures vieillissantes. La réduction des pertes d'eau contribue à une utilisation plus efficace des ressources disponibles et à la préservation de l'environnement.



Figure II.33: pertes d'eau

- ❖ **II.3.4. Optimiser l'efficacité énergétique :** Les réseaux d'alimentation en eau potable nécessitent une consommation d'énergie importante pour le fonctionnement des pompes

Chapitre II : La gestion d'un réseau d'alimentation en eau potable

(Figure II.34), des systèmes de traitement de l'eau, etc. L'objectif est d'optimiser l'efficacité énergétique en utilisant des technologies efficaces, en gérant les heures de pointes et en adoptant des pratiques de gestion énergétique.



Figure II.34: fonctionnement des pompes.

- ❖ **II.3.5. Améliorer la résilience du réseau :** Les réseaux d'alimentation en eau potable doivent être résilients pour faire face aux changements climatiques, aux événements extrêmes et aux situations d'urgences. L'objectif est de mettre en place des mesures de préparation, de planification des urgences et de gestion des risques pour assurer la continuité de l'approvisionnement en eau même dans des conditions difficiles.
- ❖ **II.3.6. Promouvoir la durabilité :** La gestion des réseaux d'eau potable vise à adopter des pratiques durables, telles que la préservation des ressources en eau (Figure II.4), la réduction de l'empreinte carbone, l'utilisation de sources d'énergie renouvelable et la promotion de la responsabilité environnementale.



Figure II.35: préservation des ressources en eau.

II.4 Les enjeux de la gestion des réseaux d'alimentation en eau potable: [36]

La gestion des réseaux d'alimentation en eau potable fait face à plusieurs enjeux importants. Voici quelques-uns des principaux enjeux :

II.4.1. Ressources en eau limitées : L'eau douce est une ressource limitée, et la croissance démographique, l'urbanisation et le changement climatique mettent une pression croissante sur les ressources en eau disponibles. La gestion des réseaux d'eau potable doit donc faire face au défi de garantir un approvisionnement suffisant en eau pour répondre aux besoins de la population.

II.4.2. Pertes d'eau : Les pertes d'eau dans les réseaux de distribution (Figure II .36) sont un enjeu important. Les fuites, les infrastructures vétustes et les pratiques de gestion inefficaces entraînent des pertes significatives. Réduire ces pertes est crucial pour optimiser l'utilisation des ressources en eau et améliorer l'efficacité des réseaux.



Figure II.36: pertes d'eau dans les réseaux de distribution.

II.4.3. Qualité de l'eau : Assurer la qualité de l'eau potable est un enjeu majeur. Les réseaux d'alimentation en eau potable doivent veiller à la préservation de la qualité de l'eau tout au long du processus de traitement et de distribution, en mettant en place des mesures de surveillance et de contrôle de la qualité de l'eau.

II.4.4. Vieillesse des infrastructures : Dans de nombreux endroits, les infrastructures des réseaux d'alimentation en eau potable sont vieillissantes et nécessitent une rénovation ou un remplacement. La gestion des réseaux doit prendre en compte cet enjeu en planifiant les investissements nécessaires pour maintenir et moderniser les infrastructures.

II.4.5. Changement climatique : Le changement climatique a un impact sur les ressources en eau avec des phénomènes tels que les sécheresses plus fréquentes et les précipitations irrégulières. La gestion des réseaux d'eau potable doit être adaptée pour faire face à ces variations climatiques, en mettant en place des mesures de conservation de l'eau et de résilience face aux événements climatiques extrêmes.



Figure II.37: changement climatique

II.4.6. Gestion de la demande : La croissance de la demande en eau pose un défi à la gestion des réseaux d'alimentation en eau potable. Il est nécessaire de développer des stratégies de la gestion de la demande, telles que la sensibilisation à l'efficacité de l'eau, l'adoption des technologies d'économie d'eau et la promotion de comportements responsables en matière d'utilisation de l'eau.

II.4.7. Gestion des crises et des urgences : Les réseaux d'eau potable doivent être préparés à faire face aux crises et aux urgences, comme les pannes d'alimentation électrique, les contaminations de l'eau ou les catastrophes naturelles. Une planification appropriée des urgences, des systèmes de surveillance et des mesures de réponse rapide sont essentiels pour assurer la continuité de l'approvisionnement en eau.

II.5 Les principales missions de la gestion des réseaux d'alimentation en eau potable : [36]

II.5.1. Approvisionnement en eau potable : Assurer un approvisionnement régulier en eau potable à la population en collectant, traitant et distribuant l'eau de manière efficace et sûre.

Chapitre II : La gestion d'un réseau d'alimentation en eau potable



Figure II.38: Approvisionnement en eau potable.

II.5.2. Surveillance de la qualité de l'eau : Effectuer des contrôles réguliers de la qualité de l'eau à toutes les étapes, depuis la source jusqu'aux points de distribution, afin de garantir la conformité aux normes sanitaires.



Figure II.39: Surveillance de la qualité de l'eau.

Chapitre II : La gestion d'un réseau d'alimentation en eau potable

II.5.3.Maintenance des infrastructures : Assurer la maintenance (Figure II.40), la réparation et le remplacement réguliers des infrastructures du réseau d'eau potable, notamment les canalisations, les réservoirs, les stations de pompage, les vannes, etc.



Figure II.40: Maintenance des infrastructures

II.5.4.Gestion des fuites et des pertes d'eau : Identifier et réparer les fuites dans le réseau afin de minimiser les pertes d'eau, d'améliorer l'efficacité et de préserver les ressources en eau.



Figure II.41: Gestion des fuites et des pertes d'eau.

Chapitre II : La gestion d'un réseau d'alimentation en eau potable

II.5.5. Gestion de la pression de l'eau : Surveiller et ajuster la pression de l'eau dans le réseau pour assurer une distribution équilibrée et éviter les problèmes de surpression ou de sous-pression.



Figure II.42: Gestion de la pression de l'eau.

II.5.6. Planification et développement du réseau : Evaluer les besoins en eau potable à court et à long terme, planifier et mettre en œuvre le développement du réseau pour répondre à la croissance démographique, à l'urbanisation et aux changements dans la demande en eau.



Figure II.43: Planification et développement du réseau.

Chapitre II : La gestion d'un réseau d'alimentation en eau potable

II.5.7. Gestion des urgences et des crises : Elaborer des plans d'urgences et des protocoles de gestion des crises pour faire face à des événements tels que les pannes d'alimentation électrique, les catastrophes naturelles, les contaminations de l'eau , etc.. et assurer la continuité de l'approvisionnement en eau.

II.5.8. Gestion des ressources en eau : Surveiller et gérer les ressources en eau disponibles, y compris les sources d'eau, les nappes souterraines, les rivières, etc., afin d'assurer leur utilisation durable et de préserver l'équilibre écologique.



Figure II.44: Gestion des ressources en eau.

II.5.9. Coopération et coordination : Collaborer avec d'autres organismes et parties prenantes, tels que les autorités locales, les agences environnementales et les communautés, pour une gestion efficace et intégrée de réseaux d'eau potable.



Figure II.45: Coopération et coordination.

Chapitre II : La gestion d'un réseau d'alimentation en eau potable

II.6 Les stratégies de gestion des réseaux d'alimentation en eau potable : [36]

II.6.1. La surveillance du réseau :

- Importance de la surveillance continue du réseau pour détecter les problèmes potentiels et intervenir rapidement.
- Utilisation de système de surveillance en temps réel, tels que des capteurs intelligents et des systèmes de télégestion, pour surveiller les paramètres clés tels que la pression, le débit et la qualité de l'eau.
- Analyse des données recueillies pour identifier les tendances, les anomalies et les zones à risque élevé.
- Mise en place d'un système d'alerte précoce pour réagir rapidement en cas de problème, comme une fuite ou une variation de la qualité de l'eau.
- Utilisation de la télémétrie et des technologies de communication pour collecter les données et surveiller le réseau à distance.

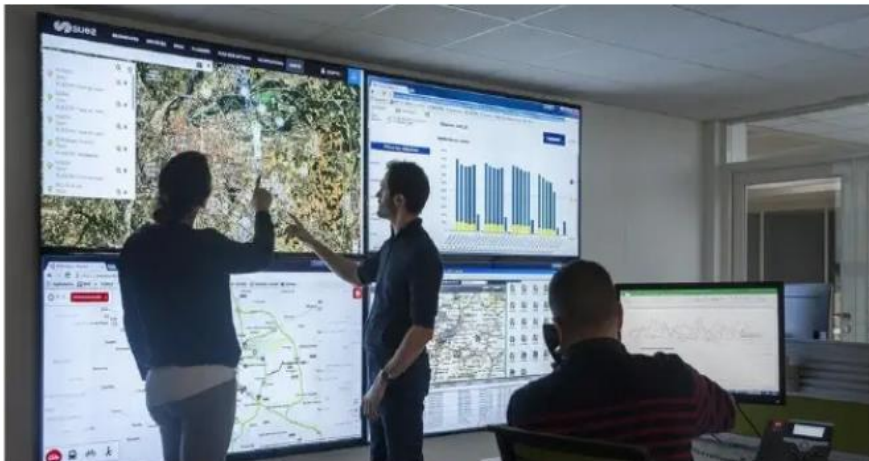


Figure II.46: La surveillance du réseau.

II.6.2. La maintenance préventive :

- Importance de la maintenance régulière pour prévenir les pannes et prolonger la durée de vie des équipements.
- Etablissement d'un calendrier d'entretien régulier pour les différents composants du réseau, tels que les pompes, les vannes et les réservoirs.
- Inspections régulières des infrastructures pour détecter les signes de détérioration ou d'usure.

Chapitre II : La gestion d'un réseau d'alimentation en eau potable

- Nettoyage et rinçage périodiques des conduites pour prévenir l'accumulation de dépôts et maintenir un débit adéquat.
- Utilisation des méthodes non destructives, comme les inspections par caméra, pour évaluer l'état des canalisations souterraines sans excavation.



Figure II.47: La maintenance préventive.

II.6.3. La réhabilitation du réseau:

- Identification des parties du réseau nécessitant une réhabilitation en fonction de critères tels que l'âge, l'état de dégradation et les performances.
- Mise en place de programmes de réhabilitation à long terme pour le renouvellement des canalisations, des réservoirs et des stations de pompage obsolètes.
- Utilisation de techniques de réhabilitation sans tranchée, comme le chemisage, le gainage et le forage horizontal dirigé, pour minimiser les perturbations et les coûts d'excavation.
- Intégration de l'approche de gestion des actifs pour optimiser les décisions de réhabilitation en fonction des priorités et des ressources disponibles.
- Suivi régulier des travaux de réhabilitation pour assurer leur conformité aux normes et leur efficacité à long terme.

Chapitre II : La gestion d'un réseau d'alimentation en eau potable



Figure II.48: La réhabilitation du réseau.

II.7 Les différentes technologies utilisées pour la gestion des réseaux d'alimentation en eau potable : [36]

II.7.1. Système de télégestion: Les systèmes de télégestion permettant la surveillance et le contrôle à distance des réseaux d'eau potable. Ils utilisent des capteurs, des dispositifs de communication et des logiciels pour collecter les données en temps réel sur les paramètres du réseau tels que la pression, le débit, la qualité d'eau, etc. Ces systèmes permettant aux opérateurs de gérer les réseaux de manière plus efficace et de détecter rapidement les problèmes tels que les fuites ou les ruptures de canalisations.



Figure II.49: Systèmes de télégestion

Chapitre II : La gestion d'un réseau d'alimentation en eau potable

II.7.2. Systèmes de détection des fuites : Les systèmes de détection des fuites utilisent des technologies telles que l'acoustique, la corrélation de données, les capteurs de pression, etc., pour localiser les fuites dans les réseaux d'eau potable. Ils permettent une détection précoce des fuites, ce qui réduit les pertes d'eau et aide à prévenir les dommages causés par les fuites.



Figure II.50: Système de détection des fuites.

II.7.3. Système d'information géographique (SIG) : Les SIG sont des outils informatiques qui intègrent des données géographiques et des données sur les réseaux d'eau potable. Ils permettent de visualiser, d'analyser et de gérer les informations sur les infrastructures du réseau, les données sur la qualité de l'eau, les zones de distribution, etc. Les SIG facilitent la planification, la maintenance et la prise de décision dans la gestion des réseaux d'eau potable.



Figure II.51: Système d'information géographique (SIG).

II.7.4. Systèmes de gestion de l'énergie : Les systèmes de gestion de l'énergie visent à optimiser la consommation d'énergie dans les réseaux d'alimentation d'eau potable. Ils utilisent des

Chapitre II : La gestion d'un réseau d'alimentation en eau potable

technologies telles que la surveillance de la consommation d'énergie, la gestion de la charge, l'optimisation des pompes, etc., pour réduire la consommation d'énergie et les coûts associés à l'alimentation en eau potable.



Figure II.52: Systèmes de gestion de l'énergie.

II.7.5. Systèmes d'analyse des données : Les systèmes d'analyse des données utilisent des techniques d'analyse avancées, telles que l'apprentissage automatique et l'intelligence artificielle, pour analyser les données collectées à partir des réseaux d'eau potable. Ils permettent de détecter des modèles, de prévoir les tendances de consommation, d'optimiser les opérations du réseau, de prendre des décisions éclairées et d'améliorer la gestion globale du réseau.

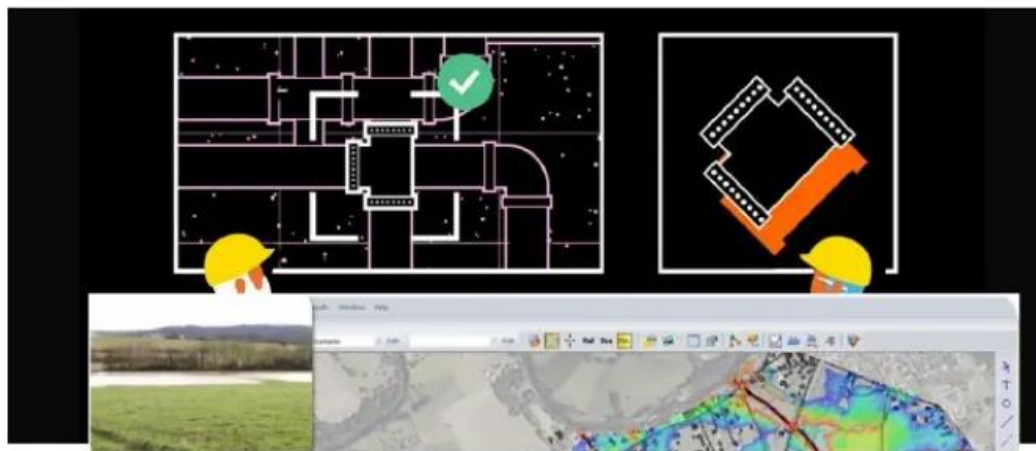


Figure II.53: Systèmes d'analyse des données.

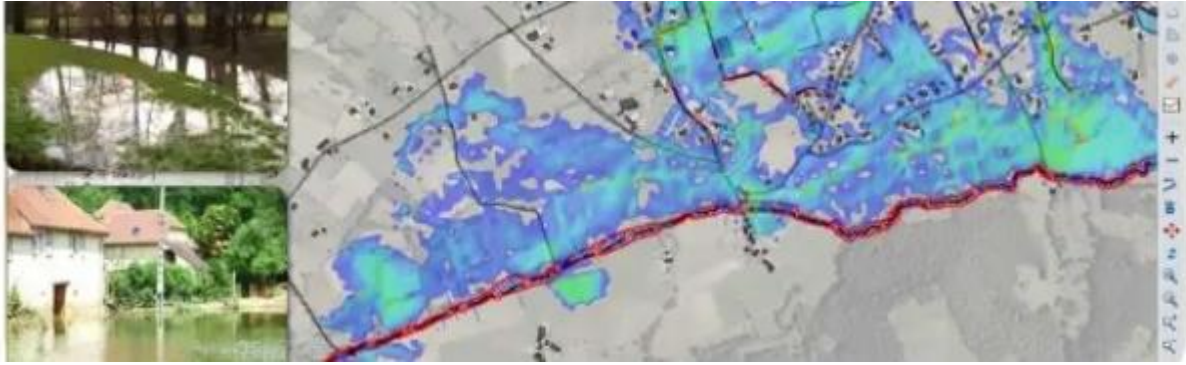


Figure II.54: Modélisation hydraulique.

II.7.6. Modélisation hydraulique : La modélisation hydraulique utilise des logiciels spécialisés pour simuler le comportement des réseaux d'eau potable. Cela permet d'optimiser le dimensionnement des infrastructures, de prévoir les débits et les pressions dans le réseau, d'analyser les scénarios de gestion, et d'améliorer la performance globale du système. [36]

II.8 Les technologies innovantes pour la gestion des réseaux d'alimentation en eau potable : [36]

II.8.1. Internet des objets (IDO) : L'IDO permet de connecter et de collecter des données à partir de capteurs et de dispositifs intelligents installés sur les infrastructures des réseaux d'eau potable. Ces capteurs peuvent mesurer en temps réel des paramètres tels que la pression, le débit, la qualité de l'eau, etc. Les données collectées peuvent être utilisées pour surveiller et gérer le réseau de manière plus efficace.

II.8.2. Intelligence artificielle (IA) : L'IA peut être utilisée pour analyser les données collectées à partir des réseaux d'eau potable et détecter les schémas, les anomalies et les tendances. Cela permet de prendre des décisions plus éclairées en matière de maintenance préventive, de détection des fuites, d'optimisation des ressources, etc.

II.8.3. Analyse des données en temps réel : Les technologies d'analyse des données en temps réel permettant de traiter et d'analyser les données collectées à partir des capteurs installés sur les réseaux d'eau potable. Cela permet de détecter rapidement les problèmes tels que les fuites, les baisses de pression, les variations de la qualité de l'eau, etc., et de prendre des mesures correctives immédiates.

Chapitre II : La gestion d'un réseau d'alimentation en eau potable

II.8.4.Drones et imagerie satellitaire : Les drones et l'imagerie satellitaire peuvent être utilisés pour surveiller les réseaux d'eau potable sur de vastes zones géographique. Ils permettent de détecter les fuites, d'identifier les zones risque, d'évaluer l'état des infrastructures, et d'améliorer la planification et la maintenance du réseau.

II.8.5.Réseaux de distribution intelligents : Les réseaux de distribution intelligents, également appelés « smart grids », intègrent des technologies de communication avancées pour permettre une surveillance et une gestion en temps réel du réseau d'eau potable. Cela inclut la télé relève des compteurs, la détection des fuites, l'optimisation du débit et de la pression, et la gestion de la demande en eau.

II.8.6.Traitement avancé de l'eau : Les avancées technologiques dans le traitement de l'eau permettent d'améliorer l'efficacité et la qualité du traitement de l'eau potable. Des technologies telles que l'osmose inverse, l'ultrafiltration, la désinfection avancée, etc., permettent de produire une eau de haute qualité tout en réduisant la consommation d'énergie et l'utilisation de produits chimiques.



Figure II.55: Les technologies innovantes pour la gestion des réseaux d'alimentation en eau potable.

Chapitre II : La gestion d'un réseau d'alimentation en eau potable

II.9. Conclusion :

En conclu, la gestion d'un réseau d'AEP nécessite une approche intégrée, des stratégies adaptées et des technologies performantes pour répondre aux besoins croissants des populations et protéger l'environ.

Chapitre III:
Présentation de la zone
d'étude
« Ahmed ZABANA »

Chapitre III : Présentation de la zone d'étude « Ahmed Zabana »

III.1 Introduction :

Chaque région ou même chaque localité possède ses propres caractéristiques géographiques, topographiques, climatiques et démographiques... et qui influencent directement la nature et la quantité des besoins en eau à satisfaire.

Dans ce chapitre, nous allons présenter la zone d'étude **AHMED ZABANA** (Oran) aussi une étude détaillée sur son réseau d'AEP.

III.2 Situation Géographique:

Le pôle urbain d'Oran « Ahmed ZABANA » est situé au Sud-ouest du chef-lieu de la wilaya d'Oran, limité à l'Est par la commune d'Ain Beida, au Nord par la commune d'Oran, à l'ouest par El HASSI et le Rocher et au Sud par la commune de MISSERGUINE. (Carte III.56 et Carte III.57) [27]

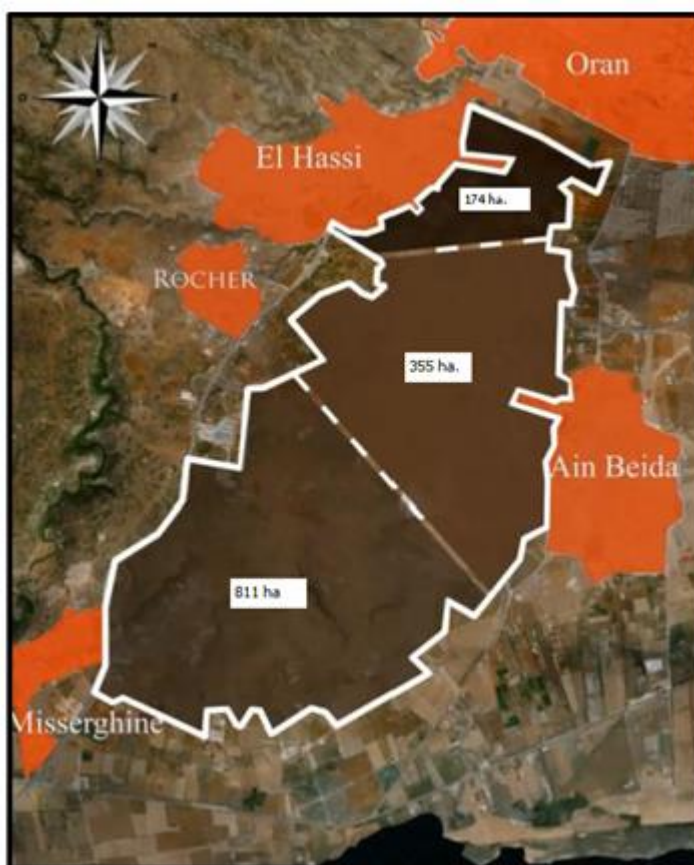


Figure III.56: Limites et surfaces du pôle Ahmed ZABANA (POS, URBAB 2017) [27]



Figure III.57 : Image satellitaire du Pôle Ahmed ZABANA (Google EARTH Pro Version 2018) [27]

III.3.Aspects géologique de l'agglomération d'Ahmed ZABANA:

Notre zone d'étude rattachée sur le plan géographique au littoral oranais, est liée à des bassins sédimentaires dont l'histoire géologique s'inscrit dans le processus de la géodynamique globale de la tectonique des plaques.

En effet, l'histoire du bassin Nord-Algérien est étroitement liée à celle de la chaîne des Maghrébides. D'après les différentes reconstitutions faites à partir d'anomalies magnétiques de l'Atlantique, la chaîne des Maghrébides s'est formée sur l'emplacement d'un ancien bassin téthysien, le bassin Maghrébin, qui séparait l'Europe de l'Afrique à partir du Jurassique. Elle s'étend du détroit de Gibraltar à la Tunisie, mais se poursuit en Sicile et en Calabre où elle se relie à la chaîne des Apennins qui frange la mer tyrrhénienne. [28]

Chapitre III : Présentation de la zone d'étude « Ahmed Zabana »

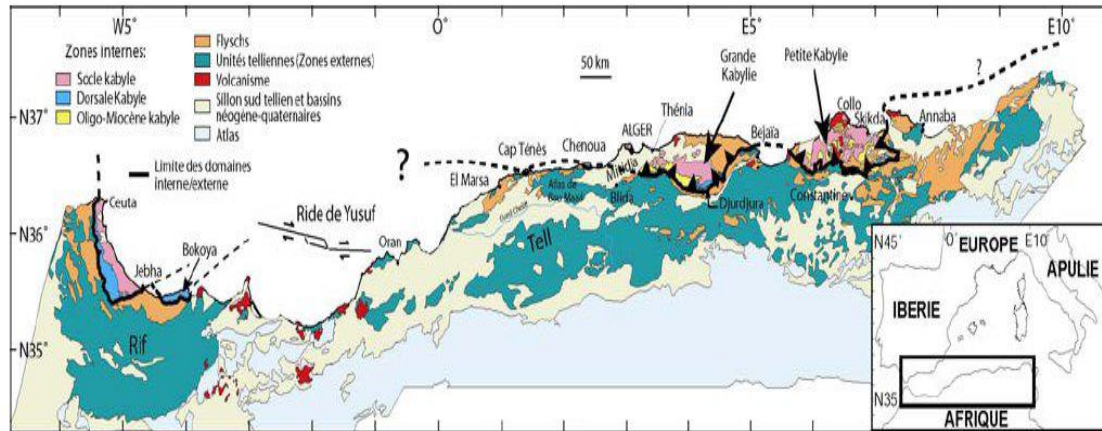


Figure III.58 : Carte géologique du nord de l'Afrique montrant les différentes unités géologiques. [29]

III.4. Situation hydrographique:

Le bassin versant de la Sebkhia d'Oran, allongé du Nord-est au Sud-ouest, forme un bassin sédimentaire sublittoral ; bordé au Nord par les massifs littoraux (MURDJADJO) et au Sud par les monts TESALAS. L'étude hydro climatologique confirme un climat de type semi aride. Les données de la pluviométrie, de l'évapotranspiration et du ruissellement, ont permis l'établissement d'un bilan hydrologique. La structure géologique détermine deux grands ensembles: - un substratum ante-synchro-nappe affleurant dans les zones hautes. - un remplissage néogène dans le bassin. Les calcaires messéniens constituent le meilleur réservoir hydrogéologique de la région. La corrélation des forages nous a permis de confirmer l'absence de leur continuité sous la sebkha. [30]

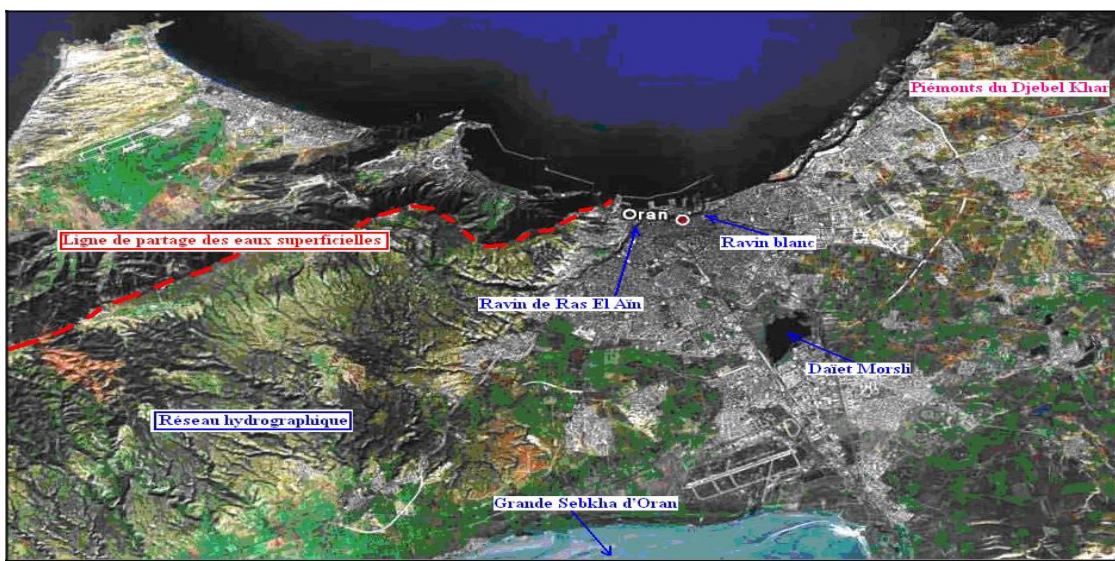


Figure III.59 : Vue satellitaire d'Oran et de son réseau hydrographique. [31]

III.5.Cadre climatique:

Le climat correspond aux conditions météorologiques moyennes (températures, précipitations, ensoleillement, humidité de l'air, vitesse des vents, etc.) qui règnent sur une région donnée durant une longue période. Pour l'Organisation météorologique mondiale, elle doit être d'au minimum 30 ans. C'est donc le temps qu'il fait au cours de l'année dans une région du monde.

Les conditions climatiques jouent un rôle primordial sur les ressources en eau d'un domaine (eaux souterraines et eaux superficielles), leurs recharges et leur régime.

L'étude hydro-climatique d'une région donnée a pour objectif :

- **D'analyser ses paramètres climatiques : températures, précipitations, vents**
- **De définir son type de climat.**

Ainsi, vu la proximité de la station d'Es-SENIA réputée de référence dans la région, nous l'avons pris en considération dans l'étude hydro-climatique sur une période de 18 ans (1990-2008). [32]

Tableau III.1 : Coordonnés de la station climatologique d'Es-SENIA. [32]

Chapitre III : Présentation de la zone d'étude « Ahmed Zabana »

Station	Altitude (m)	Longitude	Latitude	Année
Es-SENIA	87	00°36'W	35°38'N	1990-2008

III.5.1 Etude des températures:

Les températures ont une grande influence sur le climat. Selon qu'elles soient chaudes ou froides, elles agissent sur les précipitations, la recharge des aquifères, l'évaporation et l'évapotranspiration, la pression, le vent et l'humidité. [32]

Le tableau ci-dessous nous donne les températures moyennes mensuelles :

Tableau III.2 : Températures moyennes mensuelles de la station d'Es-SENIA (1990-2008).
[32]

Mois	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Moy e
T. moyenne (°C)	12.9 3	13.5 4	15.02	16.65	19.4 9	22.5 7	25.2 8	26.3 1	24.2 6	20.7 4	16.6 2	14.2 4	18.9 7

Les plus faibles températures moyennes mensuelles vont du mois de Novembre jusqu'au mois d'Avril où elles prennent fin avec la plus faible température de 12.93 observée au mois de Janvier et la plus forte au mois d'Août. La température moyenne annuelle est de 18.97. [32]

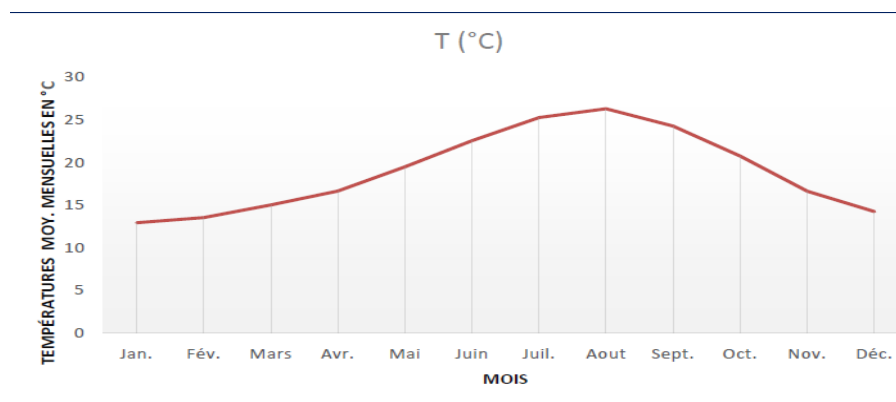


Figure III.60: Graphe des températures moyennes mensuelles à la station d'Es-SENIA (1990-2008). [32]

Chapitre III : Présentation de la zone d'étude « Ahmed Zabana »

D'après le graphe, on observe une tendance à la hausse des températures de janvier à juillet, suivie d'un pic en août. Ensuite, les températures diminuent progressivement jusqu'en décembre. Ces données permettent de conclure que janvier est le mois le plus froid, tandis qu'août est le mois le plus chaud. [32]

Autre exemple :



Figure III.61: variations des températures moyennes à la station Es-SENIA (avril 2022). [32]

III.5.2 Etude des précipitations:

Les précipitations constituent avec la température les éléments les plus importants qui définissent le climat d'un lieu donné. Ils ont une grande influence sur la vie de l'homme et des animaux ainsi que sur les économies d'un pays.

Certains auteurs tels que P. SELTZER (1913-1938), Chaumont et Paquin (1913-1963) ont établi une carte pluviométrique (figure n°10) lors de leur étude du régime pluvial en Algérie indiquant que la région est moyennement arrosée avec des précipitations moyennes annuelles de 300 à 500mm.

La carte pluviométrique est contrôlée par l'altitude et l'éloignement à la mer. Les lames d'eau moyennes de quelques sites pluviométriques selon notre secteur d'étude lues sur cette carte sont les suivantes : BOUFATIS :358mm; Es-SENIA: 398mm; GDYEL : 516mm.

Chapitre III : Présentation de la zone d'étude « Ahmed Zabana »

Février	45
Mars	30
Avril	25
Mai	16
Juin	2.5
Juillet	0.5
Aout	2.9
Septembre	18
Octobre	33
Novembre	62
Décembre	50
Année	322.9

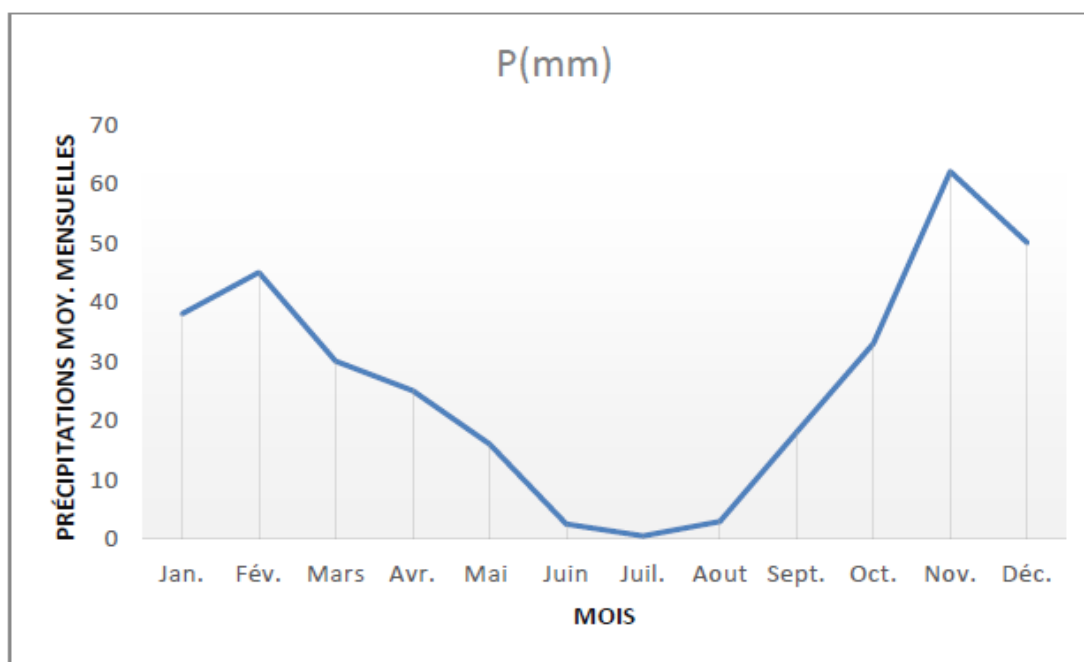


Figure III.63: Graphe des précipitations moyennes mensuelles à la station d'Es-SENIA (1990-2008).

D'après le graphe, on constate que novembre est le mois le plus pluvieux avec 62mm de précipitations, tandis que juillet est le mois le plus sec avec seulement 0,5mm. Le graphe révèle

Chapitre III : Présentation de la zone d'étude « Ahmed Zabana »

également deux périodes climatiques distinctes : une période sèche de mai à septembre et une période pluviale d'octobre à avril

III.5.2.2 Précipitations moyennes annuelles :

Tableau III.4: Précipitations annuelles à la station d'Es-SENIA 1990-2008) [32]

Années	P (mm)
1990	405
1991	234
1992	441
1993	313
1994	318
1995	313
1996	193
1997	205
1998	280
1999	294
2000	375
2001	415
2002	318
2003	313
2004	285
2005	337
2006	320
2007	362
2008	459
Moyenne. Années	325

Chapitre III : Présentation de la zone d'étude « Ahmed Zabana »

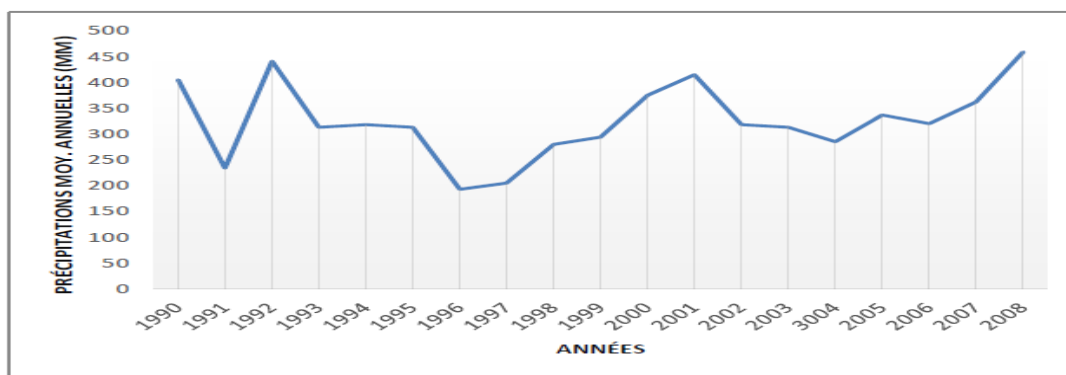


Figure III.64: Graphe des précipitations moyennes annuelles d'Es-SENIA (1990-2008). [32]

L'analyse du graphe des précipitations moyennes annuelles de la station d'Es-SENIA révèle que l'année 1996 a enregistré la plus faible quantité de précipitations, avec environ 193mm, tandis que l'année 2008 a atteint un maximum de 459mm. Les précipitations sont caractérisées par une grande variabilité et des intensités fortes. Cette variabilité interannuelle se traduit par un module pluviométrique moyen annuel de 325mm.

III.5.3. Etude de l'évaporation :

Lorsque la température est élevée, l'eau s'évapore sous forme de vapeur, on assiste à un passage progressif de l'état liquide à l'état gazeux : ce phénomène est appelé évaporation. Plus la température est élevée ; plus l'évaporation s'accélère. Le vent, la chaleur et la surface d'évaporation sont les trois facteurs qui favorisent l'évaporation.

Les mesures dont on dispose sur le tableau n° 5 ont été réalisées à l'aide d'un évaporomètre piche au niveau de la station d'Es-SENIA de 1990-2008, ce sont des valeurs moyennes mensuelles de l'évaporation. [32]

Tableau III.5: Moyennes mensuelles de l'évaporation 1990-2008/station d'Es-SENIA (A.I. Houda, 2017). [32]

Mois	Evaporation (mm)
Janvier	57.13
Février	62.7
Mars	84.8
Avril	107.47
Mai	126

Chapitre III : Présentation de la zone d'étude « Ahmed Zabana »

Juin	144.4
Juillet	155.45
Aout	156.75
Septembre	125.6
Octobre	94.57
Novembre	70.8
Décembre	57.2
Moyen Annuelle	1242.87

L'évaporation la plus significative s'est déroulée au cours du mois d'Août soit 156.75mm contre celle Janvier qui plutôt faible avec une valeur de 57.13mm, on a une moyenne annuelle de 1242.84mm.

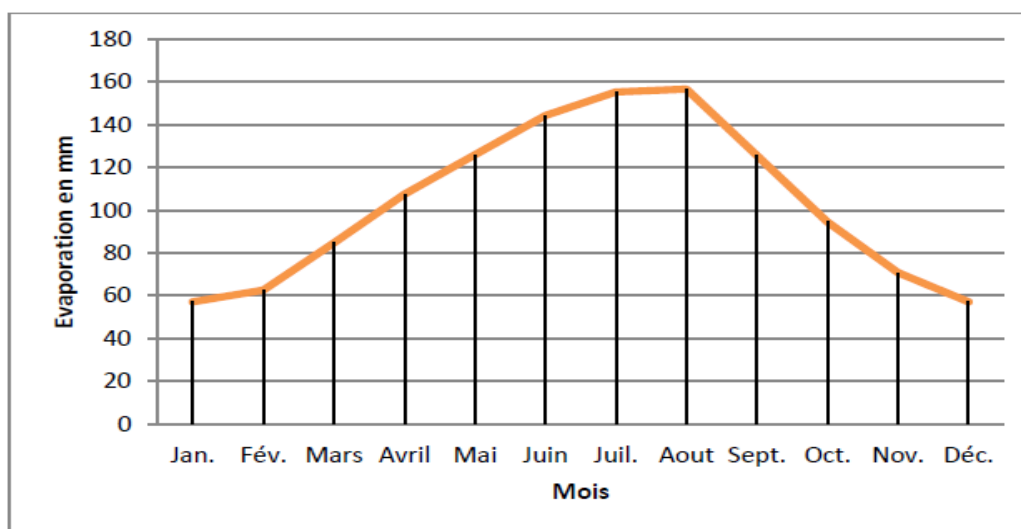


Figure III.65 : Graphe des variations moyennes mensuelles de l'évaporation. [32]

III.5.4. Evaluation de L'évapotranspiration :

Le bilan hydrique d'une région est évaluation qui repose sur la comparaison entre les apports et les pertes en eau dans un lieu donné et pour une période définie. Il prend également en compte la nature des réserves et des prélèvements ultérieurs sur ces réserves. L'objectif du bilan hydrique est de connaître et suivre l'évolution de la réserve en eau facilement utilisable par la culture. I

Chapitre III : Présentation de la zone d'étude « Ahmed Zabana »

s'agit, au fil du temps, de vérifier que cette réserve réponde au besoin en eau de la culture qui est variable en fonction de son stade. Les précipitations assurent la majorité des apports d'eau.

Les pertes sont imputables à la combinaison de l'évaporation et l'évapotranspiration. Cette dernière qu'est la quantité d'eau transférée vers l'atmosphère, par l'évaporation au niveau de l'interception des précipitations, et par la transpiration des plantes.

L'évapotranspiration est un paramètre important parce qu'il conditionne l'abondance ou la disette en eau ; elle est évaluée en quantité d'eau par unité de surface (exprimée en hauteur d'eau, le millimètre communément). On a deux types d'évapotranspiration :

- L'évapotranspiration potentielle ETP;
- L'évapotranspiration réelle (ETR). [32]

III.5.5 Vitesse des vents :

L'enregistrement de la vitesse instantanée du vent est donné au tableau N°12.

Tableau III.6 : Vitesse du vent dans la région (m/s)

Mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Année
m/s	2.9	2.7	1.4	3.0	2.9	2.7	3.1	4.3	3.8	3.5	3.6	3.8	3.1

La vitesse moyenne annuelle est de l'ordre de 3.1 m/s. Les vents sont faibles et homogènes durant toute l'année. La direction dominante des vents est Ouest à Nord-Ouest. Les vents sont en Juillet-Septembre de direction Nord-est. Le sirocco est annuellement de faible fréquence, en moyenne 7 jours par an. [27]



Figure III.66: graphe de vitesse du vent (Avril 2022). [33]

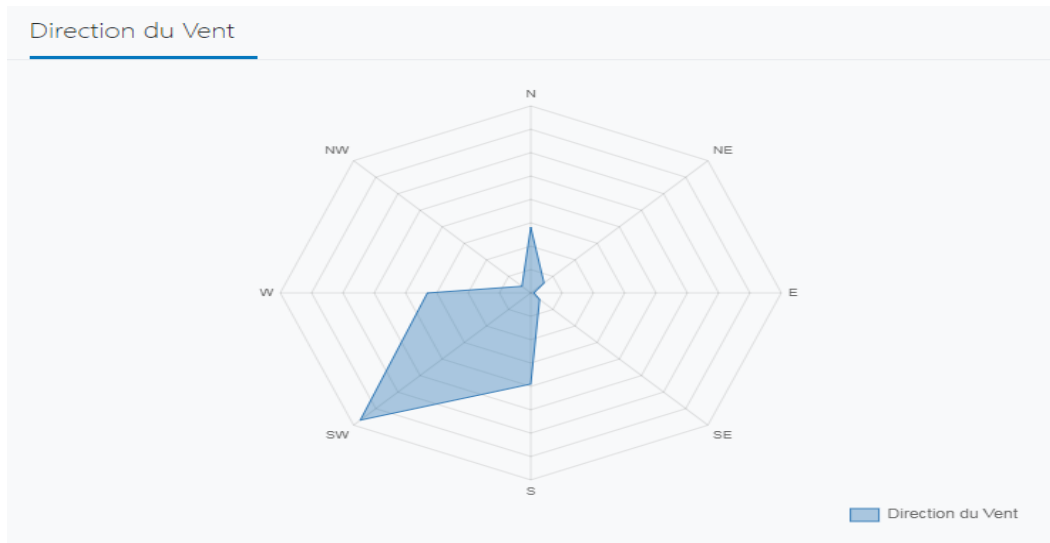


Figure III.67: Direction du vent (Avril 2022). [33]

III.6. Situation topographique:

Le relief de la zone d'étude se caractérise par des altitudes variant entre 93m et 268 m (Voir Fig. N°68) qui représente un point topographique culminant **A** (Voir Fig. N°69), avec des pentes variant de 2.72% (du point A vers la direction Nord-est) à des pentes d'environ 5 à 6% du point (**A**) vers les directions Sud-ouest, Sud-est, Sud-est-Est. [27]

Chapitre III : Présentation de la zone d'étude « Ahmed Zabana »

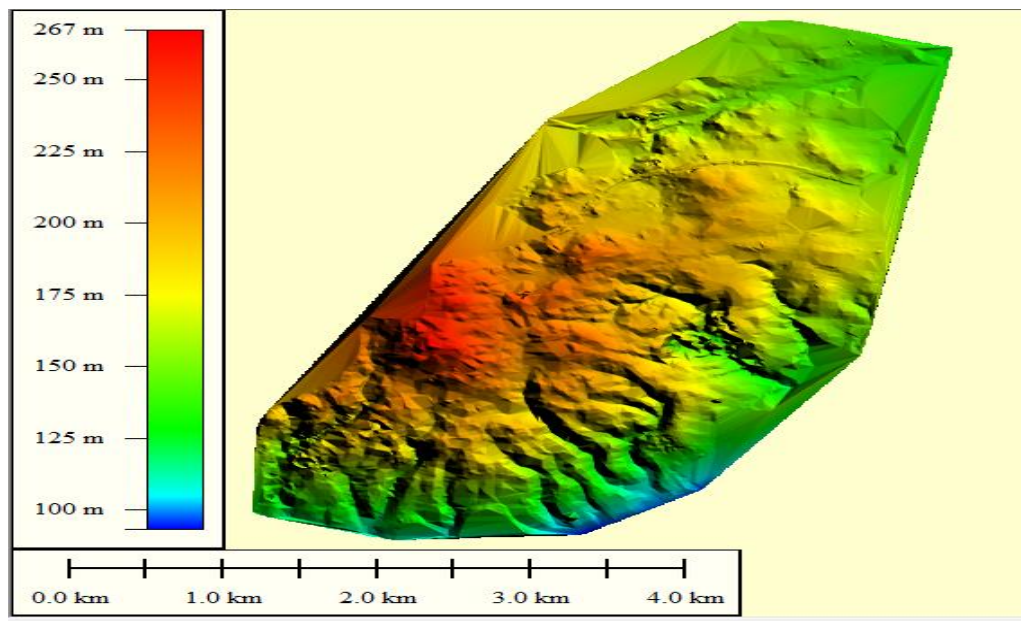


Figure III.68: Vue 3D du relief de la zone d'Etude réalisée par Global Mapper. [27]

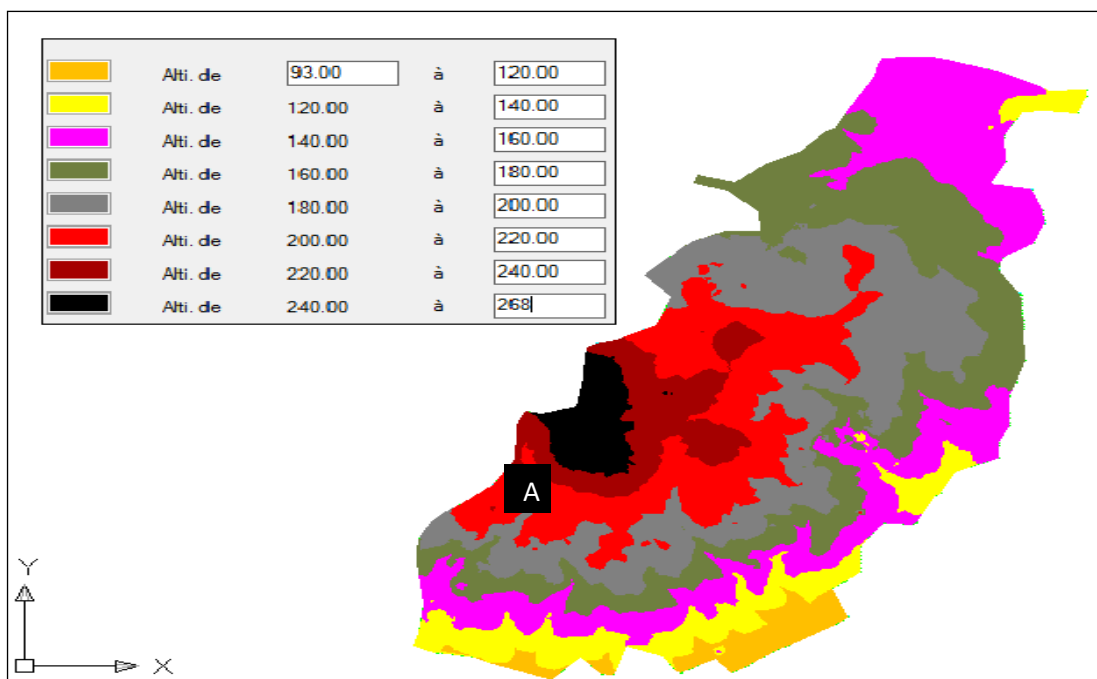


Figure III.69: Carte des altitudes de la zone d'étude réalisée par COVADIS. [27]

Chapitre III : Présentation de la zone d'étude « Ahmed Zabana »

La morphologie de la zone d'étude a donné naissance à un réseau hydrographique qui dirige les eaux pluviales vers la Sebkha d'Oran au sud et vers les chaâbates au nord-est, comme illustré sur la figure n°15.

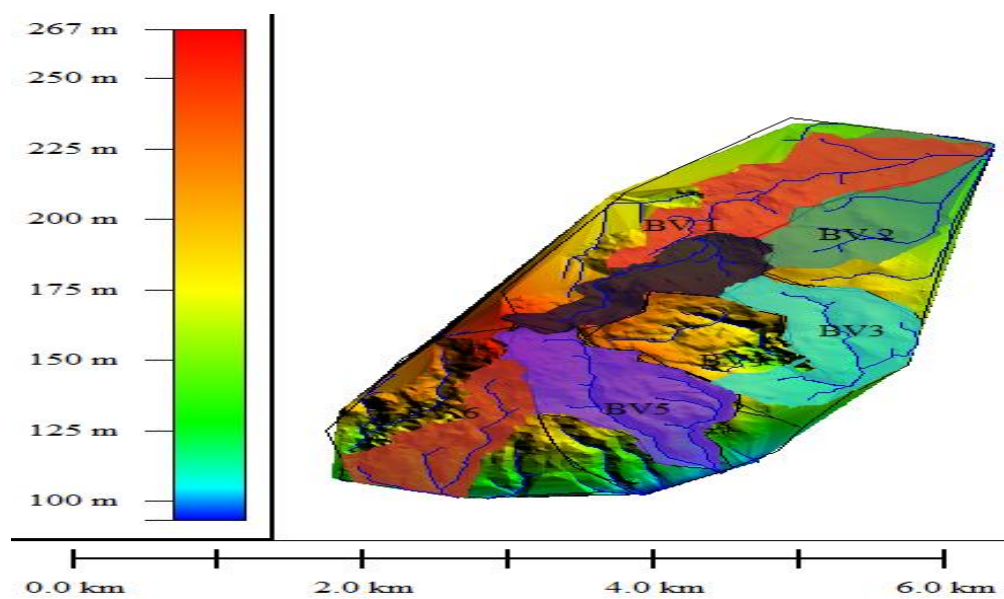


Figure III.70: Sous bassins versants de la zone d'Etude délimités par Global Mapper 13. [27]

Tableau III.7 :Caractéristiques des bassins versants du Pôle A. ZABANA.

	Surface (ha)	Périmètre (Km)	Altitude (m)			Pente moyenne. (%)	Pente max. (%)
			min	max	Moyenne		
BV1	406	10.61	130.3	256.4	179.2	6.54	81.0
BV2	178	7.08	131.0	204.6	168.6	5.28	33.7
BV3	106	4.86	126.6	207.6	170.4	8.48	35.8
BV4	158	6.14	119.4	231.7	182.9	13.65	243
BV5	182	7.55	98.6	262.3	192.1	12.13	57.4
BV6	278	8.51	97.2	266.6	178.6	12.9	122.9
BV7	33	3.03	186.7	257.8	238.8	19.7	83.5

Chapitre III : Présentation de la zone d'étude « Ahmed Zabana »

III.7.Situation démographique:

Le concept de cette ville qui s'étalera sur près de 1340 hectares, prévoit d'abriter une population de 250 000 habitants. Cette nouvelle ville qui verra le jour sur un périmètre foncier situé sur trois communes : Oran (174 hectares), Es -SENIA (355 hectares) et MESSERGUINE (811 hectares), abritera 50 000 logements dont 17 300 logements AADL, sur une superficie de 320 hectares. [34]

III.7.1. Forme urbaine :

Nouvelle ville d'Ahmed ZABANA est une ville très étirée sur la route principale « Première Rcade d'Oran ». Elle est située sur le côté droit de l'autoroute ouest, à l'entrée de la wilaya d'Oran.

Cette forme a été le résultat d'une urbanisation sur les sites visibles et immédiats de la route avec un objectif précis qui est la rentabilisation des infrastructures.

III.7.2. Structure urbaine :

La structure urbaine de la partie centrale de la nouvelle ville Ahmed ZABANA est équilibrée, aérée et simple. En ce qui concerne les extensions récentes, leur structure est régulière et les travaux y sont bien menés, même si les plans sont faibles et parfois inexistantes en raison du fait que ces zones sont nouvelles et incomplètes car elles sont en cours de réalisation et d'expansion, la plupart des choses étant en phase de modernisation.



Figure III. 71 : Logements AADL du pôle urbain d'Ahmed ZABANA. [35]

Chapitre III : Présentation de la zone d'étude « Ahmed Zabana »

III.8.L'Infrastructure:

III.8.1. Réseau routier:

La nouvelle ville d'Ahmed ZABANA est traversée par la route nationale Première Rocade d'Oran, qui est considérée comme un axe très important.

III.8.2. Les équipements:

Le tableau suivant dénombre clairement tous les équipements existants situés à la nouvelle ville d'Ahmed ZABANA.

Tableau III.8 : les différentes équipements du pôle Ahmed ZABANA.

Classes d'équipements	Nom de l'équipement	Nombre
Administration	APC	01
	Agence immobilière	01
	Agence postale	02
Education	Ecole	07
	Crèche	02
	CEM	02
	Lycée	01
	Ecole privé	03
Santé	Pharmacie	13
	Polyclinique	01
	Cabinet dentaire	01
	laboratoire	01
Sport et jeunesse	Stade	02
	Aire de jeu	01
Culture	Chapelle	03
	Mosquée	06
Commerce	Cafétéria	09
	Pizzéria	05

Chapitre III : Présentation de la zone d'étude « Ahmed Zabana »

	Superette	14
	Boucherie	05
	Boulangerie	01
Forestière	Espace vert	03
Autres	Station de NAFTAL	01
	Les grottes Ahmed ZABANA	01
	Animalerie	01
	Puits d'eau de la mosquée	01
TOTAL DES EQUIPEMENTS		88

III.9.Situation hydraulique:

III.9.1.Système d'alimentation en eau potable:

L'agglomération d'Ahmed ZABANA dispose d'un réseau de distribution. Cette distribution est assurée par des conduites de différentes nature PEHD, de diamètres nominaux allant de 20 mm à 630 mm et de pression allant PN 06 AU PN 25.

Le diamètre de conduite de refoulement à partir le réservoir 2*50000 m³ vers le réservoir 2*10000 m³ est 710mm.

La zone d'étude de la Ville Ahmed ZABANA était alimentée à partir de la station de dessalement de Chott El Hilal (Ain T'émouchent), assurant un débit de **2100 l/s**, et refoulant au réservoir (**2x50000 m³**). Ce dernier à son tour alimente trois (03) autres réservoirs (AIN EL-BAIDA **2*10000 m³**, EKMUHL et MONT REAL) ainsi qu'un grand réseau de distribution destiné à plusieurs localités.

Tableau III.9 : les caractéristiques de réservoirs qui alimentant la zone d'Ahmed ZABANA.

Nom de réservoir	Cote piézométrique (m)	Débit de nominale (l/s)	Profondeur (m)

Chapitre III : Présentation de la zone d'étude « Ahmed Zabana »

(2*10000 m ³)	290,050	600	5
(2*50000 m ³)	277,800	200	7

III.9.2. Calcule des besoins en eaux de pole Ahmed ZABANA :

III.9.2.1. calcule de nombre d'habitants :

Pour estimer la population de la zone d'Ahmed ZABANA, nous appliquons la méthode des branchements en considérant que chaque branchement correspond à 5 habitants (TOL). Ensuite, nous multiplions le nombre total de branchements par le TOL pour obtenir le nombre d'habitants :

le TOL= 5hab

nombre de branchements= 3245 bronch

dans un branchement $\xrightarrow{\hspace{10em}}$ 5hab

$$\text{nombre d'habitants} = 3245 * 5 = 16225 \text{ habitants}$$

III.9.2.2. Consommation moyenne journalière :

La consommation moyenne journalière est le produit de la norme unitaire moyenne journalière, exprimé en mètre cube par jour :

$$Q_{\text{moy},j} = (Q_i \cdot N_i) / 1000$$

III.9.2.2.1. Besoins domestiques :

Dans une agglomération donnée, la consommation en eau dépend essentiellement de développement sanitaire et les habitudes de la population. Pour les petites agglomérations la dotation varie de 80 à 100 l/j/hab et de 150 à 200 l/j/hab pour les grandes agglomérations.

$Q_i = 150 \text{ l/j/hab}$

$N_i = 16225 \text{ hab}$

$$Q_{\text{moy},j} = 2433,75 \text{ [m}^3\text{/j]}$$

Chapitre III : Présentation de la zone d'étude « Ahmed Zabana »

III.9.2.2.2. Les autres Besoins :

Les besoins totaux en eaux de la ville de d'Ahmed ZABANA sont donnés par le tableau suivant :

Tableau III.10 :les équipement de la ville d'Ahmed ZABANA

Classe d'équipements	Nom de l'équipement	Nombre	Dotation (l/j/unité)	Qmoy,j (m3/j)
Administration	APC	1	10	0,01
	Agence immobilière	1	10	0,01
	Agence postale	2	15	0,03
Education	Ecole	7	40	0,28
	Crèche	2	40	0,08
	CEM	2	40	0,08
	Lycée	1	40	0,04
	Ecole privé	3	40	0,12
Santé	Pharmacie	13	200	2,6
	Polyclinique	1	200	0,2
	Cabinet dentaire	1	200	0,2
	laboratoire	1	200	0,2
Sport et jeunesse	Stade	2	50	0,1
	Aire de jeu	1	50	0,05
Culture	Chapelle	3	10	0,03
	Mosquée	6	20	0,12
Commerce	Cafétéria	9	3000	27
	Pizzéria	5	3000	15
	Superette	14	2000	28
	Boucherie	5	2000	10
	Boulangerie	1	2000	2
Forestière	Espace vert	3	5	0,015
Autres	Station de NAFTAL	1	10	0,01
	Les grottes Ahmed ZABANA	1	150	0,15
	Animalerie	1	150	0,15
	Puits d'eau de la mosquée	1	20	0,02

Chapitre III : Présentation de la zone d'étude « Ahmed Zabana »

Totale	88	1760	86,495
--------	----	------	--------

III.9.2.3. Coefficient d'irrégularité :

III.9.2.3.1. Coefficient d'irrégularité maximale ($K_{max,j}$) :

Du fait de l'existence d'une irrégularité de la consommation horaire au cours de la journée, on doit tenir compte de cette variation en déterminant le rapport :

$$K_{max,j} = Q_{max,j} / Q_{moy,j}$$

Qui exprime de combien le débit maximum journalier dépasse le débit moyen journalier.

La valeur de $K_{max,j}$ varie entre **1,1** et **1,3**. Pour notre cas on prend $K_{max,j} = 1,3$ pour les besoins domestiques par contre pour les besoins d'arrosage et d'industrie on prend $K_{max,j} = 1$.

Ce coefficient consiste à prévenir les fuites et les gaspillages au niveau du réseau en majorant la consommation moyenne de 10% à 30%.

III.9.2.3.2. Coefficient d'irrégularité minimale ($K_{min,j}$) :

Il est défini comme étant le rapport de la consommation moyenne journalière, donné par la relation suivante :

$$K_{min,j} = Q_{min,j} / Q_{moy,j}$$

Ce coefficient permet de déterminer le débit minimum journalier envisageant une sous consommation. $K_{min,j}$ varie de **0,7** à **0,9**.

III.9.2.3.3. Coefficient d'irrégularité maximale horaire ($K_{max,h}$) :

Ce coefficient représente l'augmentation de la consommation horaire pour la journée. Il tient compte de l'accroissement de la population ainsi que le degré du confort et du régime de travail de l'industrie.

D'une manière générale, ce coefficient peut être décomposé en deux autres coefficients : α_{max} et β_{max} ; tel que :

$$K_{max,h} = \alpha_{max} \cdot \beta_{max}$$

Chapitre III : Présentation de la zone d'étude « Ahmed Zabana »

Avec :

- α_{\max} : coefficient qui tient compte du confort des équipements de l'agglomération et de régime du travail, varie de **1,2** à **1,5** et dépend du niveau de développement local. Pour notre cas on prend $\alpha_{\max} = 1,2$.
- β_{\max} : coefficient étroitement lié à l'accroissement de la population.

Tableau III.11 : β_{\max} en fonction du nombre d'habitants

Habitant	1 000	2 500	6 000	10000	20 000	100000	1000000
β_{\max}	2	1,6	1,4	1,3	1,2	1,3	1,2

Pour notre cas on a un nombre d'habitants de 16225 hab, donc $\beta_{\max} = 1,25$, d'où la valeur de $K_{\max,h}$ sera :

$$K_{\max,h} = 1,2 * 1,25 = 1,5$$

III.9.2.3.4. Coefficient d'irrégularité minimale horaire ($K_{\min,h}$) :

Ce coefficient permet de déterminer le débit minimum horaire envisageant une sous consommation :

$$K_{\min,h} = \alpha_{\min} \cdot \beta_{\min}$$

Avec :

- α_{\min} : coefficient qui tient compte du confort des équipements de l'agglomération et du régime de travail, varie de **0,4** à **0,6**. Pour notre cas on prend $\alpha_{\min} = 0,5$.
- β_{\min} : coefficient étroitement lié à l'accroissement de la population.

Tableau III.12 : β_{\min} en fonction du nombre d'habitants

Habitant	1 000	2 500	6 000	10 000	20 000	50000
β_{\min}	0,1	0,1	0,25	0,4	0,5	0,6

Donc pour notre cas on prend $\beta_{\min} = 0,55$; d'où la valeur de $K_{\min,h}$ sera :

$$K_{\min,h} = 0,55 * 0,5 = 0,275$$

III.9.2.3. Détermination des débits journaliers :

III.9.2.3.1 Consommation minimale journalière ($Q_{min,j}$) :

C'est le débit de jour de faible consommation pendant l'année ;

$$Q_{min,j} = K_{min,h} \cdot Q_{moy,j}$$

On prend $K_{min,j}=0,275$ d'où :

$$Q_{min,j} = 2433,75 \cdot 0,275 = 669,28125 \text{ m}^3/\text{j}$$

III.9.2.3.2. Consommation maximale journalière ($Q_{max,j}$) :

Ce débit relatif au jour de plus grande consommation pendant l'année est utilisé comme élément de base dans les calculs de dimensionnement du réseau de distribution et d'adduction, il nous permet de dimensionner le réservoir et la station de pompage.

Ce débit est donné ainsi : $Q_{max,j} = K_{max,j} \cdot Q_{moy,j}$, avec :

- $Q_{max,j}$: débit maximum journalier en m^3/j ;
- $Q_{moy,j}$: débit moyen journalier en m^3/j ;
- $K_{max,j}$: coefficient d'irrégularité maximale journalière , donc :

$$Q_{max,j} = 2433,75 \cdot 1,3 = 3163,875 \text{ m}^3/\text{j}$$

III.9.2.4. Détermination des débits horaires :

Généralement on détermine les débits horaires en fonction du développement, des habitudes de la population et du régime de consommation probable.

III.9.2.4.1. Débit moyen horaire :

Le débit moyen horaire est donné par la relation suivante :

$$Q_{moy,h} = Q_{max,j}/24 \quad (\text{m}^3/\text{h})$$

Avec : - $Q_{moy,h}$: débit moyen horaire en m^3/h ;

- $Q_{max,j}$: débit maximum journalier en m^3/j ;

$$\text{Donc : } Q_{moy,h} = 3163,875 / 24 = 131,828125 \text{ m}^3/\text{h} .$$

III.9.2.4.2. Détermination du débit maximum horaire :

Ce débit joue un rôle très important dans les différents calculs du réseau de distribution, il est déterminé par la relation suivante :

$$Q_{max,h} = K_{max,h} \cdot Q_{moy,h}$$

Avec : - $Q_{moy,h}$: débit moyen horaire en m^3/h ;

Chapitre III : Présentation de la zone d'étude « Ahmed Zabana »

- $K_{max,h}$: coefficient d'irrégularité maximale horaire ;

on a donc :

$$Q_{max,h} = 1,5 * 131,828125 = 197,7421875 \text{ m}^3/\text{h}$$

III.9.2.5. Evaluation de la consommation horaire en fonction du nombre d'habitant :

Le débit horaire d'une agglomération est variable selon l'importance de cette dernière. La variation des débits horaires d'une journée est représentée en fonction du nombre d'habitants dans le tableau :

Tableau III.13 : répartition des débits horaires en fonction du nombre d'habitants

Heures	Nombre d'habitants				Agglomération de type rurale
	Moins de 10000	10001 à 50000	50001 à 100000	Plus de 100000	
0-1	01	1.5	03	3.35	0.75
1-2	01	1.5	3.2	3.25	0.75
2-3	01	1.5	2.5	3.3	01
3-4	01	1.5	2.6	3.2	01
4-5	02	2.5	3.5	3.25	03
5-6	03	3.5	4.1	3.4	5.5
6-7	05	4.5	4.5	3.85	5.5
7-8	6.5	5.5	4.9	4.45	5.5
8-9	6.5	6.25	4.9	5.2	3.5
9-10	5.5	6.25	4.6	5.05	3.5
10-11	4.5	6.25	4.8	4.85	06
11-12	5.5	6.25	4.7	4.6	8.5
12-13	07	05	4.4	4.6	8.5
13-14	07	05	4.1	4.55	06
14-15	5.5	5.5	4.2	4.75	05
15-16	4.5	06	4.4	4.7	05
16-17	05	06	4.3	4.65	3.5
17-18	6.5	5.5	4.1	4.35	3.5
18-19	6.5	05	4.5	4.4	06
19-20	5.0	4.5	4.5	4.3	06
20-21	4.5	04	4.5	4.3	06
21-22	03	03	4.8	3.75	03
22-23	02	02	4.6	3.75	02
23-24	01	1.5	3.3	3.7	01

Chapitre III : Présentation de la zone d'étude « Ahmed Zabana »

Remarque :

Cette variation des débits horaires est exprimée en pourcentage (%) par rapport au débit maximal journalier de l'agglomération.

Pour notre cas on choisit la répartition variant entre 10000 et 50000 hab. (puisque le nombre d'habitants à l'année 2025 sera 16225 hab.), dont la partition est indiquée dans le tableau N°IV-4 :

Tableau III.14 : variation des débits horaires de la ville d'Ahmed Zabana

Heures	Consommation de l'agglomération		Equipement (m ³ /j)		Arrosage Qmaxj =11,14m ³ /j		Consommation intégrale de la Consommation		Courbe intégrale de la Consommation
	(%)	(m ³ /h)	(%)	(m ³ /h)	(%)	(m ³ /h)	(%)	(%)	
0-1	1,5	4745,81 25		0		0	4 745,8 1	1,5	150,00%
1-2	1,5	4 745,81		0		0	4 745,8 1	1,5	300,00%
2-3	1,5	4 745,81		0		0	4 745,8 1	1,5	450,00%
3-4	1,5	4 745,81		0		0	7 909,6 9	1,5	600,00%
4-5	2,5	7 909,69		0		0	11 073,5 6	2,5	850,00%

Chapitre III : Présentation de la zone d'étude « Ahmed Zabana »

5-6	3,5	11 073,56		0		0	14 237,4 4	3,5	1200,00%
6-7	4,5	14 237,44		0		0	17 401,3 1	4,5	1650,00%
7-8	5,5	17 401,31		0		0	19 774,2 2	5,5	2200,00%
8-9	6,25	19 774,22		0		0	19 774,2 2	6,25	2825,00%
9-10	6,25	19 774,22		0		0	19 774,2 2	6,25	3450,00%
10-11	6,25	19 774,22		0		0	19 774,2 2	6,25	4075,00%
11-12	6,25	19 774,22		0		0	15 819,3 8	6,25	4700,00%
12-13	5	15 819,38	0 %	0		0	15 819,3 8	5	5200,00%
13-14	5	15 819,38	0 %	0		0	17 401,3 1	5	5700,00%
14-15	5,5	17 401,31	0 %	0		0	18 983,2 5	5,5	6250,00%
15-16	6	18	0	0		0	18	6	6850,00%

Chapitre III : Présentation de la zone d'étude « Ahmed Zabana »

		983,25	%				983,25		
		5					5		
16-17	6	18 983,25		0		0	17 401,3 1	6	7450,00%
17-18	5,5	17 401,31		0		0	15 819,3 8	5,5	8000,00%
18-19	5	15 819,38		0		0	14 237,4 4	5	8500,00%
19-20	4,5	14 237,44		0		0	12 655,5 0	4,5	8950,00%
20-21	4	12 655,50		0		0	9 491,6 3	4	9350,00%
21-22	3	9 491,63		0		0	6 327,7 5	3	9650,00%
22-23	2	6 327,75		0		0	4 745,8 1	2	9850,00%
23-24	1,5	4 745,81		0		0		1,5	10000,00%
Somme	10000,00	311	0	0,00	0,00	0,00		10000,00	-
e	%	641,69	%		%			%	

Chapitre III : Présentation de la zone d'étude « Ahmed Zabana »

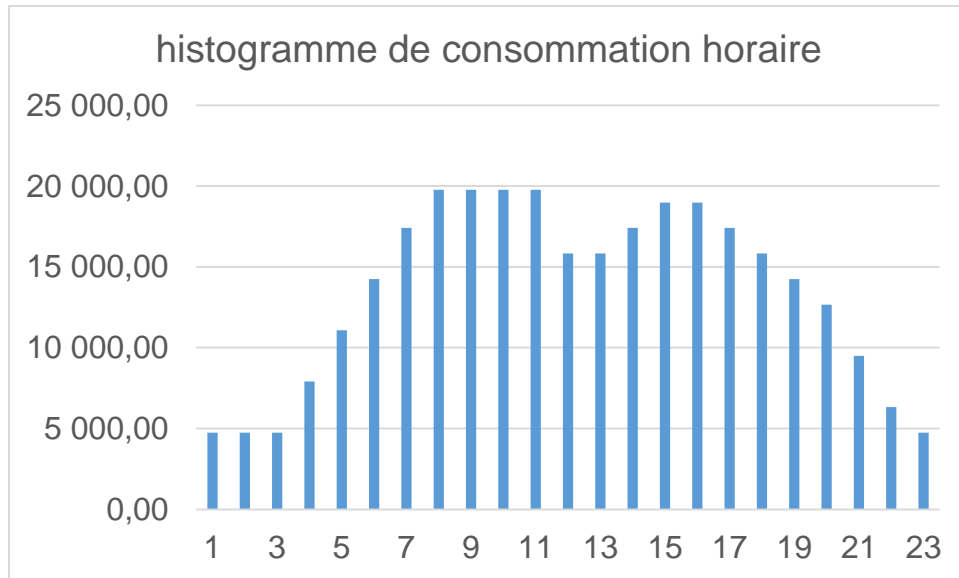


Figure III.72: histogramme de la consommation horaire

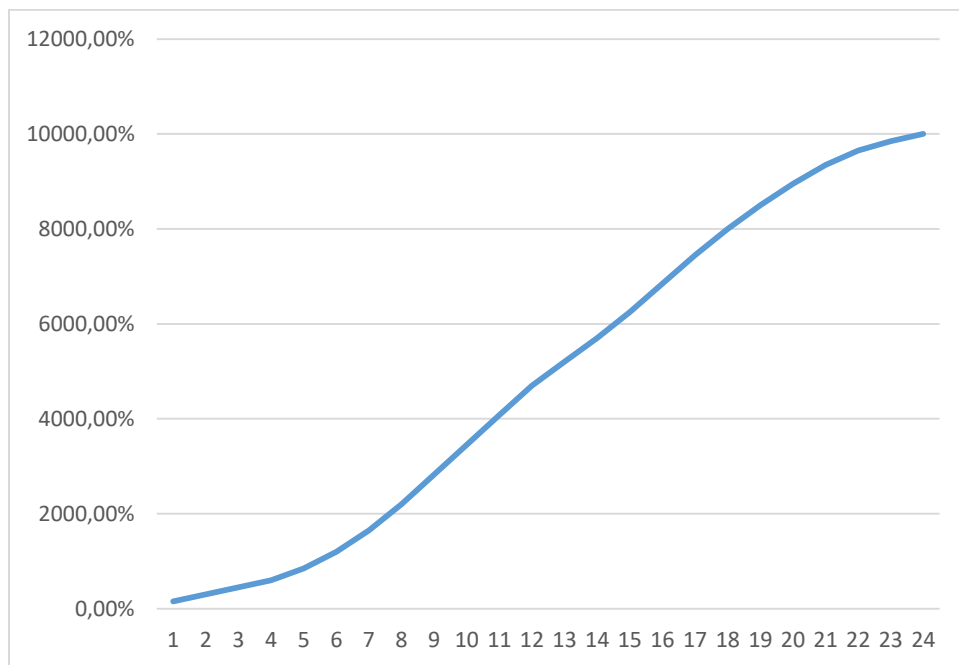


Figure III.73 : courbe de pourcentage cumulé des débits horaires

Le débit de point est dans la période (8-11) = 19774,21875m³/h

Nous convertissons la valeur en :

Litres par jour : 474 581 250 L/j

Litres par minute : 329570,3125 L/min

Litres par seconde : 5492,838542 l/s

Chapitre III : Présentation de la zone d'étude « Ahmed Zabana »

III.9.3. Caractéristique du système d'assainissement existant:

La zone d'étude se situe dans un terrain dépourvu de réseaux d'assainissement. En revanche, dans le périmètre du site, on trouve un réseau principal composé de conduites circulaires de diamètres 1000 et 1200mm et 1500 et 1800mm du type ovoïde. Ce réseau est connecté à la Station d'épuration d'El-Karma. Ce réseau est susceptible de recevoir une partie du programme de la zone d'étude. [27]

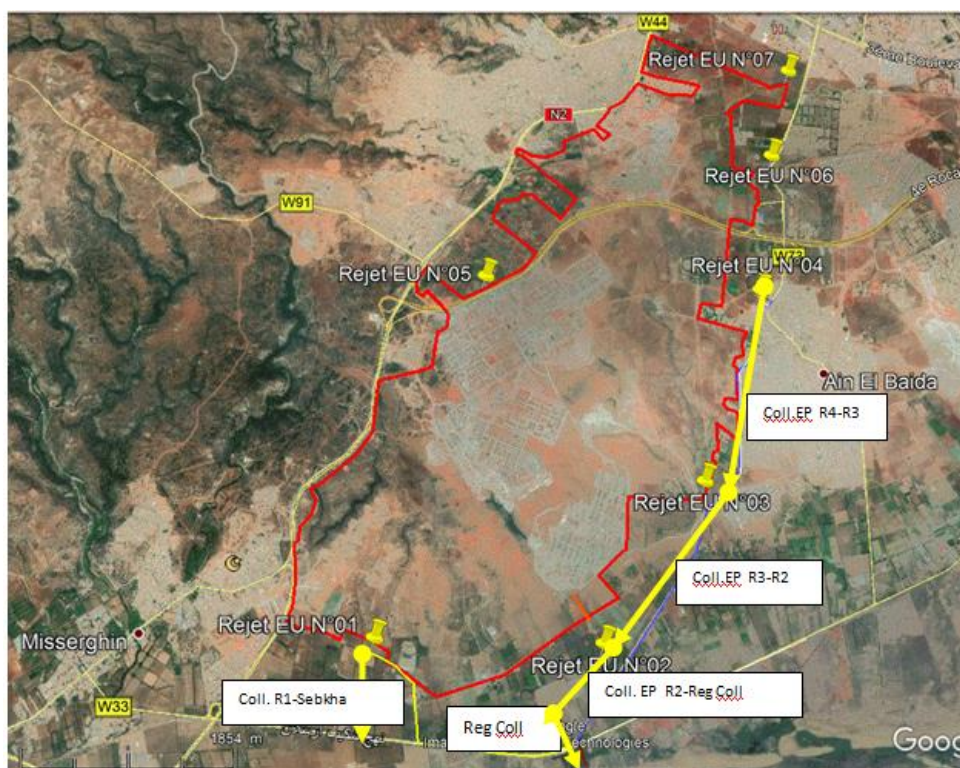


Figure III.74: Synoptique des collecteurs d'assainissement Eaux Pluviales.[27]

Le synoptique représente le réseau d'assainissement des eaux pluviales de la zone d'Ahmed Zabana à Oran, illustré sur une vue satellite. On y observe un ensemble de collecteurs principaux interconnectés, acheminant les eaux depuis plusieurs points de collecte vers différents exutoires identifiés comme Rejet EU N°01 à Rejet EU N°07. Ces collecteurs, tracés en jaune, forment une chaîne hiérarchique depuis les zones amont jusqu'aux zones de rejet, avec des connexions structurées comme Coll. R1-Sebkha, Reg Coll et Coll. EP R4-R3. Le tracé rouge semble délimiter les bassins versants ou les zones de drainage. Ce système est conçu pour capter et évacuer efficacement les eaux pluviales hors de la zone urbaine, notamment vers la sebkha ou

Chapitre III : Présentation de la zone d'étude « Ahmed Zabana »

d'autres exutoires périphériques, afin de prévenir les inondations et protéger les infrastructures de la ville.

III.10. Conclusion :

Ce chapitre a présenté les caractéristiques de la zone d'étude du pôle urbain d'Ahmed Zabana, englobant les aspects climatiques, géotechniques, hydriques, topologiques et infrastructurels. Les calculs des besoins en eau ont également été réalisés pour déterminer les exigences de la population. Cette analyse détaillée a fourni une base solide pour la planification et la conception du réseau d'alimentation en eau potable, en tenant compte des spécificités de la zone et des besoins de la population. Les données et les résultats obtenus dans ce chapitre seront utilisés pour guider les décisions et les actions futures liées à la gestion de l'eau dans cette zone.

Chapitre IV :
Présentation les logiciels
utilisés

Chapitre IV : Présentations des logiciels utilisés

IV.1 Introduction :

Dans ce chapitre, nous présentons les meilleures techniques de gestion d'un réseau d'AEP, qui permettent de répondre aux défis actuels et futur liés à la gestion de l'eau. Nous abordons les méthodes et les outils les plus efficaces pour gérer les réseaux d'AEP.

IV.2 Analyse des meilleurs techniques de la gestion d'un réseau d'AEP:

Dans le cadre de l'amélioration de la gestion des réseaux d'eau potable, nous présentons les meilleures techniques pour optimiser leur performance, Parmi les technologies modernes, il existe de nombreux logiciels que nous allons présenter ci-dessous :

IV.2.1. Logiciel Auto CAD :

IV.2.1.1. Evolution du logiciel: [21]

Le logiciel Auto CAD, créé par la société AUTODESK basée à San Raphael en Californie existe depuis 1982. Les mises à jour se sont rapidement succédé, si bien que depuis 2004, AUTODESK lance une nouvelle version de son logiciel tous les ans.

Il est à noter que le format natif des fichiers Auto CAD, le DWG est régulièrement modifié et offre une compatibilité uniquement ascendante. C'est-à-dire qu'il n'est pas possible d'éditer un fichier DWG créé sous une version actuelle dans une version antérieure du programme.

De plus, des versions ciblées "métiers" sont apparues depuis 2004 :

- Auto CAD Architecture (bâtiment) ; - Auto CAD Mechanical (industrie) ; - Auto CAD Electrical (électricité) ; - Auto CAD Map 3D (cartographie) ; - Auto CAD Civil 3D, etc.

IV.2.1.2. Définition: [25]

Auto CAD est un logiciel de conception assistée par ordinateur (CAO) largement utilisé dans les domaines de l'architecture, de l'ingénierie, de la construction et de nombreux autres secteurs.

Voici quelques-uns des avantages principaux d'Auto CAD :

- **La précision et l'exactitude:**

Chapitre IV : Présentations des logiciels utilisés

Auto CAD permet de créer des dessins précis avec des mesures exactes. C'est essentiel dans des domaines tels que l'architecture et l'ingénierie.

- **Une productivité améliorée:**

Grâce à des outils avancés de dessin et de modification, Auto CAD permet aux utilisateurs de créer des dessins de manière plus rapide et efficace qu'avec des méthodes traditionnelles.

- **La facilité de modification:**

Les dessins créés avec Auto CAD peuvent être facilement modifiés. Cela permet aux utilisateurs d'apporter des ajustements et des corrections rapidement et simplement.

- **Une visualisation en 3D:**

Auto CAD offre des fonctionnalités avancées de modélisation 3D. Vous pouvez donc créer des représentations tridimensionnelles réalistes de vos conceptions.

- **Collaboration facilitée:**

Auto CAD facilite la collaboration entre différentes équipes travaillant sur un même projet. En effet le partage des dessins est facile et il intègre des fonctionnalités de commentaire et de révision.

- **L'automatisation des tâches répétitives:**

Avec Auto CAD, il est possible d'automatiser de nombreuses tâches répétitives grâce à des fonctionnalités telles que les blocs, les scripts et les macros. Ainsi, cela vous permet d'économiser du temps et d'augmenter l'efficacité.

- **La compatibilité:**

Auto CAD offre une grande compatibilité avec d'autres logiciels et formats de fichiers. Par conséquent, cela facilite l'intégration dans un flux de travail existant et la collaboration avec des partenaires utilisant d'autres outils de conception.

- **Personnalisation:**

Chapitre IV : Présentations des logiciels utilisés

Enfin, Auto CAD permet aux utilisateurs de personnaliser leur environnement de travail en fonction de leurs besoins spécifiques; Vous améliorez ainsi considérablement votre productivité et votre confort.

Les avantages d'Auto CAD sont donc nombreux et justifient une attention particulière. [25]

IV.2.1.3 Présentation de l'interface: [21]

Depuis les dernières versions, l'espace de travail d'Auto CAD peut se présenter de différentes manières... On retrouve ces différents affichages dans le menu "Outils > Espaces de travail" ou simplement en cliquant sur l'icône avec un symbole d'engrenage en bas à droite de l'interface.

L'interface par défaut sur la version 2009, l'espace de travail "Dessin 2D et Annotation" avec son ruban ; telle que (figure IV.75) :

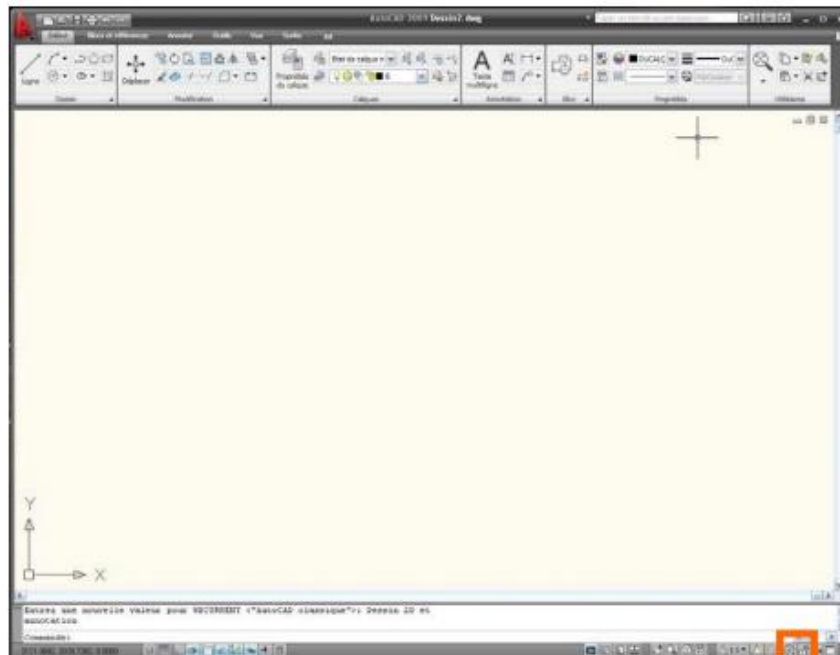


Figure IV.75: L'espace de travail "Auto CAD classique".[21]

Principes de base: [21]

Pour faciliter une première approche du logiciel, choisissez de commencer avec un espace de travail "Auto CAD classique". L'interface se retrouve alors simplifiée ne laissant apparaître que

Chapitre IV : Présentations des logiciels utilisés

les principaux éléments dont vous aurez besoin pour bien débiter.

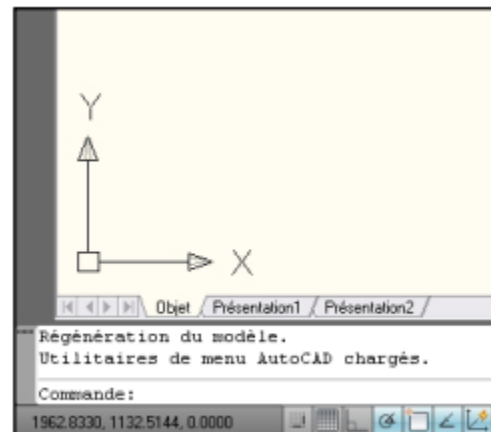


Les icônes standards apparaissent horizontalement sous les menus. On y retrouve les commandes de base (nouveau, ouvrir, sauvegarder, imprimer, aperçu, copier/coller, annuler, pan, zoom, propriétés, etc.)



Les principaux outils de dessin et d'édition sont affichés par défaut aux abords de l'interface. Néanmoins, il est possible de choisir les barres d'outils à afficher ou à masquer (dans le menu "Outils > Barre d'outils > Auto CAD") et de les positionner où l'on veut (fenêtres flottantes ou ancrées sur les côtés).

Sous la zone de travail (fenêtre principale) se trouve une zone de texte (fenêtre de commandes)... Il est vivement conseillé de se familiariser à son utilisation ! Non seulement pour s'habituer aux outils grâce à l'assistance étape par étape, mais surtout pour gagner en temps et en précision en limitant les actions de la souris (cfr. alias et autres raccourcis clavier). Cette fenêtre répertorie toutes les commandes effectuées depuis l'ouverture ou la création du projet. Chaque action s'affiche dans la zone de texte et l'historique de ces opérations reste accessible jusqu'à la fermeture du fichier.



Tout point dans l'espace Auto CAD est donc connu par:

- Ses coordonnées cartésiennes : X,Y (et Z pour les environnements 3D) ;
- Ses coordonnées polaires : Distance < Angle ;
- Ses coordonnées cylindriques ou sphériques.

On retrouve la plupart de ces données dans la barre d'état (en bas à gauche de l'interface) ou lors de la création de l'objet.

Chapitre IV : Présentations des logiciels utilisés

IV.2.2 Logiciel d'Arc GIS :

IV.2.2.1 Définition de logiciel:

ARCGIS est un logiciel de Système d'Information Géographique (SIG) développé par la société ESRI (Environmental Systems Research Institute). Il est utilisé pour collecter, stocker, analyser et visualiser des données géographiques.

Les missions du système d'information géographique (SIG) sont :

- La gestion du patrimoine SEOR.
- Conception, développement et administration des bases de données.
- Le développement de nouveaux outils pour la gestion et l'exploitation du SIG.
- Déploiement et développement du Web – service.
- Diffusion des projets en prospective. [20]

IV.2.2.2 Les modules d'ArcGIS:

ArcGIS est un logiciel de la firme ESRI, leader mondial des SIG .il se présente sous la forme de trois (3) modules (Figure IV.78) à savoir :

➤ **ArcCatalog :**

est l'application permettant de gérer vos données. Le catalogue des données présente un ensemble de connexions vers les espaces de travail (locaux ou réseaux) dans lesquels les données sont stockées sous différents formats (couvertures, grilles, TIN, géo data bases, tables, fichiers de formes ...). (Figure IV.76)

ArcCatalog fournit à l'utilisateur des fonctions de:

- Manipulation des données (créer, définir, déplacer, renommer, ...).
- Consultation des données (affichage, interrogation, ...).
- Documentation des données (métadonnées). [22]

Chapitre IV : Présentations des logiciels utilisés

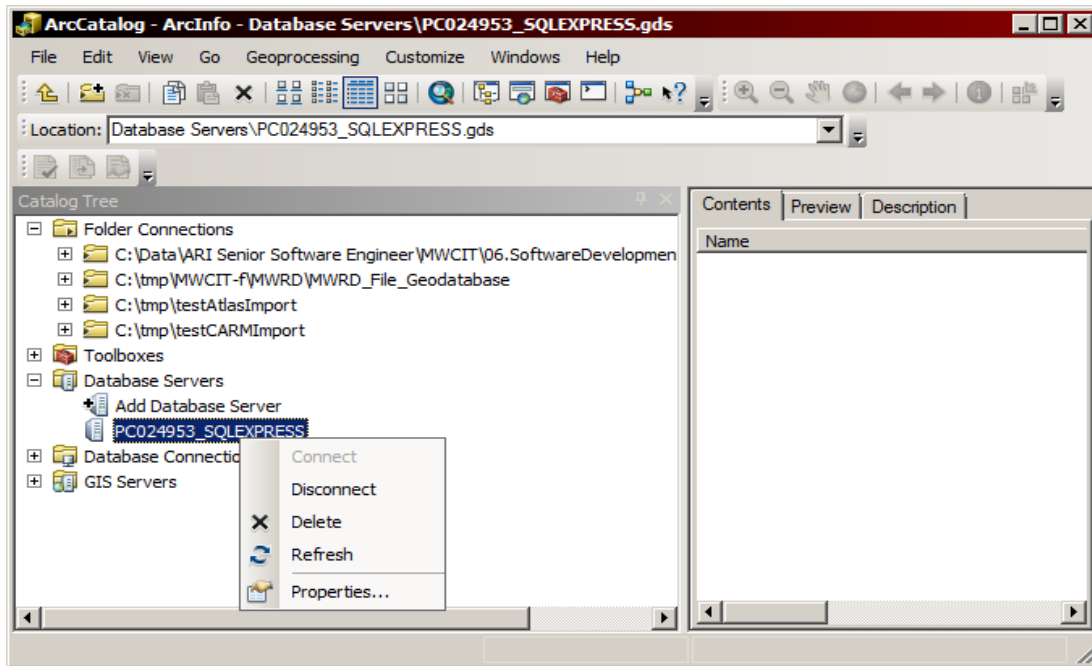


Figure IV.76: Exemple d'un modèle d'ArcCatalog. [22]

- **ArcMap** : est l'application centrale d'**Arc View**. Elle permet de réaliser les tâches suivantes :
 - Visualiser des données spatiales et attributaires (Etiquetage, symbolisé, filtrage d'entités, ...).
 - Saisir et mettre à jour ces données (numérisation d'entités, saisie de données attributaires, fonctions de capture, fonctions de construction, ...).
 - Analyser et croiser les différentes couches d'information (interrogation, sélection, croisement, création de zones tampon, calcul d'itinéraires ...).
 - Créer des mises en page cartographiques afin de présenter ces résultats (cartes, rapports, diagrammes, ...). [22]
- **ArcToolbox** : cette application permettant de traiter les Couvertures, les Grilles, les TIN, ... à l'aide des commandes ARC d'**Arc Info**™ Workstation. Elle présente un ensemble de plus de 100 outils de conversion, de traitement et d'analyse présentés sous la forme d'assistants. Les tâches définies avec ces outils peuvent être exécutées en local ou sur un serveur de géo traitement. Elles peuvent aussi être planifiées.[22] (voir Figure IV. 77).

Chapitre IV : Présentations des logiciels utilisés

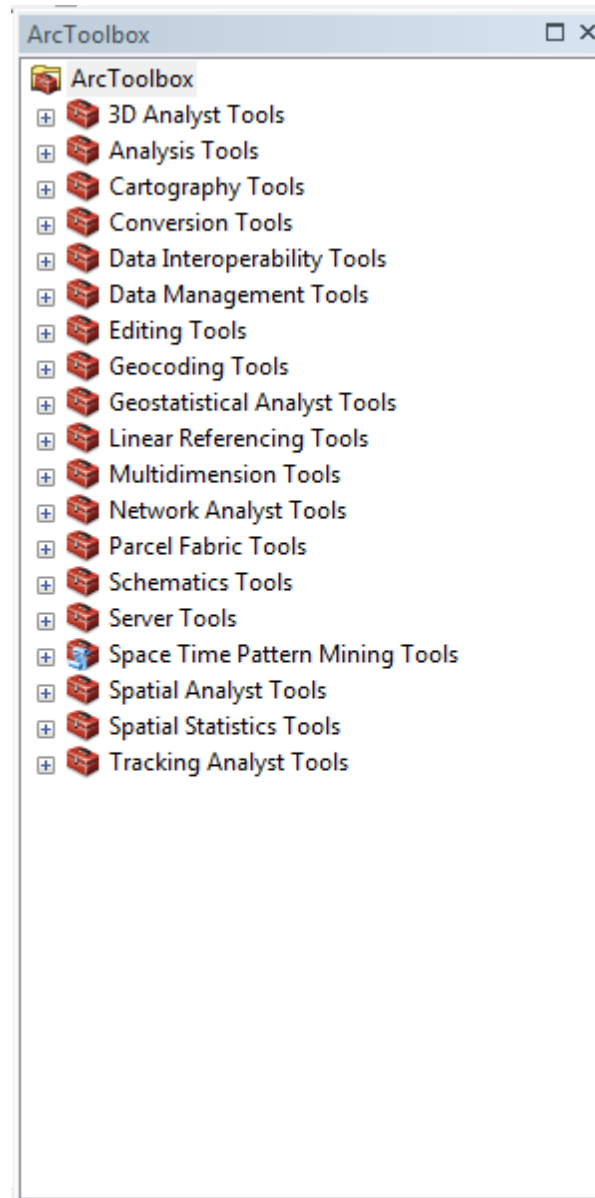


Figure IV.77: Exemple d'un module d'ArcGIS (ArcToolbox)

Chapitre IV : Présentations des logiciels utilisés

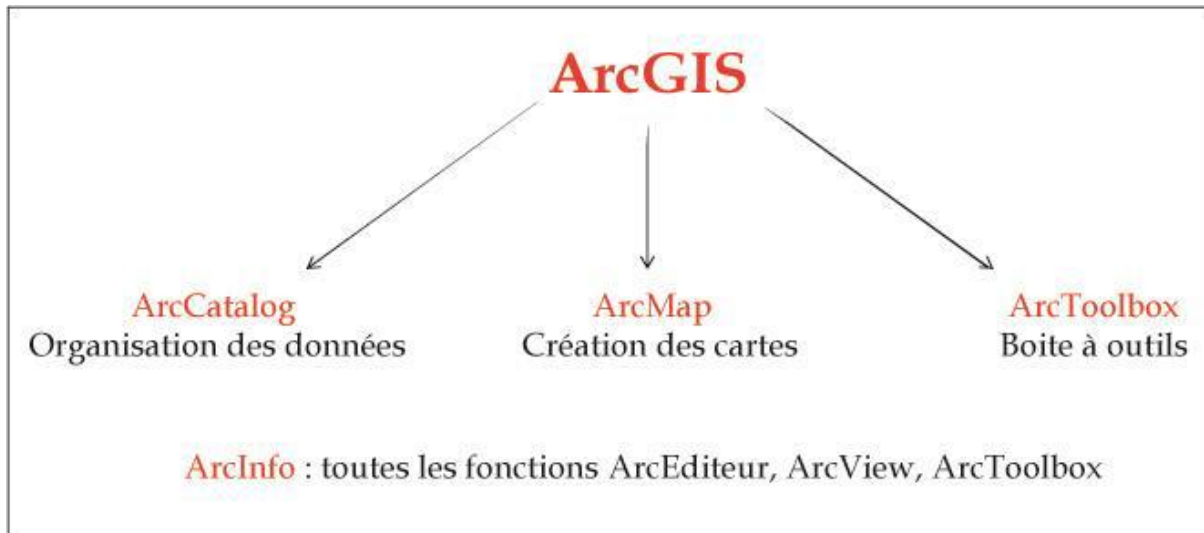


Figure IV.78: Architecture générale de l'Arc GIS.[23]

IV.2.2.3 Principes de fonctionnement de l'Arc GIS (tout SIG):[23]

a) .Acquisition des données :

- *Acquisition de la donnée non numérique* : scan des cartes, géo-référencement, digitalisation et la création des tables attributaires.
- *Acquisition de la donnée numérique* : importation de fichiers, Coordonnée GPS,

b). Analyse des données :

Cette fonction est l'une des premières missions du SIG

- Requetes : sélection toutes les zones où il y a des écoles.
- Analyses spatiales ou géo-traitements : création de zones tampon, calculs des surfaces,

c). Représentation des données :

- Visualisation des données : une interaction avec la carte est possible (zoom, déplacement, ... ; (Fig. IV.79)

Chapitre IV : Présentations des logiciels utilisés

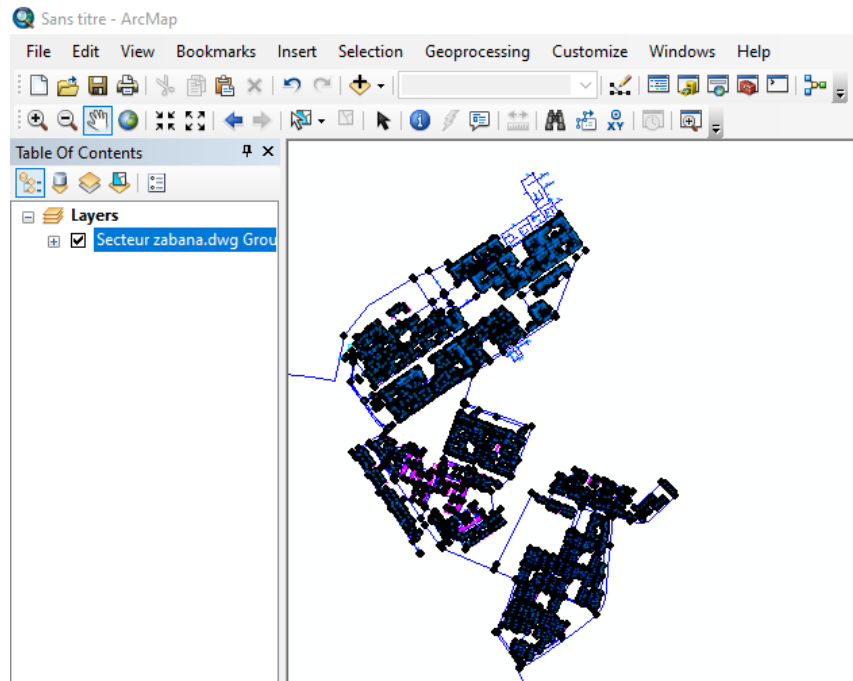


Figure IV.79: Visualisation des données via l'interface ArcMAP.[23]

- ✓ Calculs dans les tables attributaires : calculs des densités de la population à partir des colonnes nombres de population par wilaya et surface de wilaya.

d) Cartographie thématique:

Elle traduit les relations spatiales d'un ou plusieurs thèmes, de phénomène.

IV.2.2.4 Buts d'Arc GIS:

- **Urbanisme et aménagement du territoire:** ARCGIS est utilisé pour planifier et gérer l'aménagement du territoire, les infrastructures et les services publics.
- **Environnement et conservation:** ARCGIS est utilisé pour analyser et gérer les données environnementales, telles que les écosystèmes, les ressources naturelles et les impacts climatiques.
- **Transport et logistique :** ARCGIS est utilisé pour planifier et gérer les réseaux de transport, les itinéraires et les chaînes d'approvisionnement.
- **Sécurité et défense :** ARCGIS est utilisé pour analyser et gérer les données de sécurité, telles que les menaces, les risques et les interventions d'urgence.

Chapitre IV : Présentations des logiciels utilisés

- **Recherche et développement** : ARCGIS est utilisé pour analyser et visualiser les données de recherche, telles que les données démographiques, économiques et sociales. [20]

IV.2.2.5 Familiarisation du logiciel Arc GIS:

Pour ajouter, visualiser ou analyser la donnée on lance souvent ArcMap. En lançant ce dernier, on crée automatiquement un document ArcMap, qui sera le lien vers les données qu'on y rajoute. Le document ArcMap(.mxd) présente la face émergée du SIG. Les fichiers de document ArcMap contiennent la présentation des fichiers de forme, des détails sur les données IGS utilisées, les informations d'affichage (échelle, symbologies des données et étiquetage, ...) et d'autres éléments utilisés dans ArcMap. En réalité, dans le document ArcMap(.mxd) on ne stocke pas physiquement les données mais plutôt des chemins, d'où l'intérêt de ne pas déplacer les fichiers entre deux séances de travail. Dans le cas contraire, le chemin sera perdu lors de l'ouverture du document ArcMap(.mxd), et la donnée déplacée ou supprimée sera notée par un point d'exclamation dans la table des matières ArcMap (section légende).

Chaque document (.mxd) a besoin de plusieurs fichiers, dont les principaux sont (Figure IV.80) :

- ✓ Fichiers de formes (min 3 fichiers ; *.shx, shp, .dbf*) : source des données brutes des couches en particulier géométrie et attributs.
- ✓ D'autres fichiers sont créés au fur et à mesure d'ajouter des informations.








 BV.dbf	13/10/2011 18:50	Fichier DBF	1 Ko
 BV.prj	13/10/2011 18:50	Fichier PRJ	1 Ko
 BV.sbn	13/10/2011 18:50	Fichier SBN	1 Ko
 BV.sbx	13/10/2011 18:50	Fichier SBX	1 Ko
 BV.shp	13/10/2011 18:50	Fichier SHP	8 Ko
 BV.shp	13/10/2011 18:50	Document XML	9 Ko

Figure IV.80 : Fichiers composants une couche vecteur.[23]

Première partie  BV.i : nom du fichier ici BV

Deuxième partie après le point **.dbf** désigne l'extension du fichier, dont les indispensables ou Fichiers de formes sont :

Chapitre IV : Présentations des logiciels utilisés

- .shp (shape) : contient la géométrie des entités (coordonnées X et Y) ;
- .dbf (database file ou fichier de base de données) : contient les données attributaires des entités (caractéristique) ;
- .shx (shape index ou index des formes) : ordre de lecture des donnée, assure le lien entre les données géométriques et données attributaires.

Il existe d'autres fichiers complémentaires :

- .prj : projection
 - .sbn et .sbx : index spatial, n'existe qu'après avoir fait une requête ou une jointure Spatial.
- [40]

IV.2.2.6 Les avantages d'arc GIS: [22]

➤ **Créer, partager et utiliser des cartes intelligentes :**

Les cartes fournissent un moyen efficace d'organiser, de comprendre et de transmettre de grandes quantités d'informations d'une manière universellement entendue.

➤ **Rassembler les informations géographiques :**

ArcGIS vous permet de synthétiser les données provenant de sources multiples en une seule vue géographique cohérente. ArcGIS permet également de créer facilement des données géographiques par le biais d'une numérisation intelligente permettant de tirer des fonctionnalités directement sur une carte et de les stocker dans la base de données géographique du système.

➤ **Créer et gérer des bases de données géographiques :**

Les bases de données géographiques sont au cœur du travail SIG professionnel. Une base de données géographique permet de stocker les informations géographiques sous une forme structurée qui permet de gérer, d'actualiser, de réutiliser et de partager facilement.

➤ **Résoudre des problèmes avec l'analyse spatiale :**

L'analyse spatiale est l'un des aspects les plus intéressants et remarquables du SIG. L'objectif de l'analyse spatiale est de tirer de nouvelles informations à partir de vos données afin de prendre de meilleures décisions.

➤ **Créer des applications basées sur la carte :**

La création d'applications vous permet de transformer vos cartes Arc GIS, vos données, vos outils et votre expertise en produits d'information que tout le monde peut utiliser. Cela vous permet de

Chapitre IV : Présentations des logiciels utilisés

débloquer votre investissement dans les SIG et de mettre vos cartes et vos fonctionnalités au service des gens dans une grande variété de situations.

- **Communiquer et partager des informations grâce à la puissance de la géographie et de la visualisation. :**

Communiquer et partager votre travail est peut-être la partie la plus gratifiante du SIG. Le monde veut voir vos cartes. Bien que les gens utilisent le SIG pour de nombreuses raisons, une façon utile de concevoir le SIG est de le considérer comme un outil de communication puissant. Que votre public soit le grand public, les planificateurs, les dirigeants d'entreprise, les responsables gouvernementaux élus, les clients, les étudiants, ou vos collègues de travail, vous voulez finalement utiliser le SIG afin qu'ils puissent voir et comprendre.

IV.2.3 Logiciel MIKE URBAN:

IV.2.3.1 Présentation de logiciel:

La technologie de nos jours a fait que l'évolution dans le domaine de distribution des eaux et circuit toute confondue a abordé a crée un système très avancé permettant ainsi l'exploitation et un savoir-faire réduit et facile a interprété pour un exploit appelé MIKE URBAN. [24]

MIKE Urbain est un logiciel de modélisation et de simulation des réseaux d'égouts et d'assainissement en milieu urbain. Il est développé par la société DHI (DANISH HYDRAULIC Institute), et est utilisé par les professionnels de l'ingénierie, les collectivités locales et les entreprises de services publics pour la conception, la planification et la gestion des réseaux d'égouts et d'assainissement [20], dans la même interface intégrée sur un SIG. L'interface de MIKE URBAN est baptisée « Gestionnaire de modèles » (Figure IV.81).[24]

Chapitre IV : Présentations des logiciels utilisés

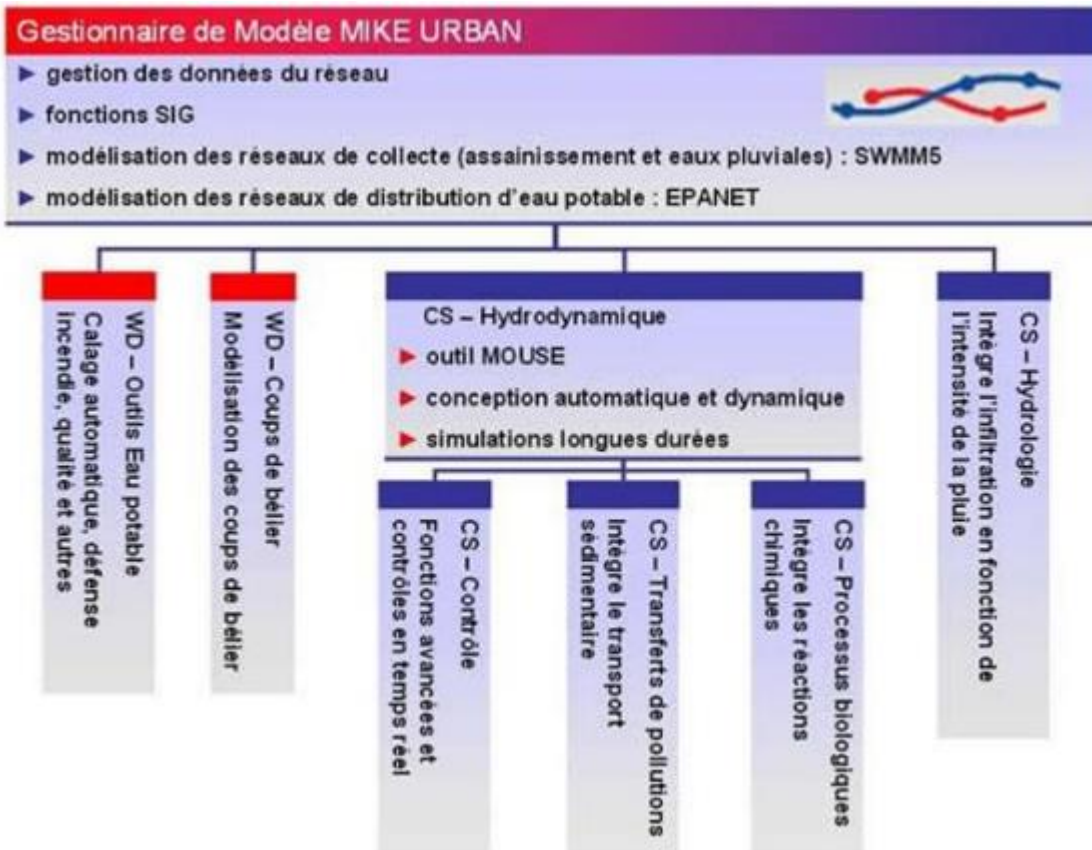


Figure IV.81 : Gestionnaire de Modèle (DHI, 2014) [24]

IV 2.3.2 Objet du logiciel:

Le logiciel MIKE Urbain comporte une interface très développée car il fonctionne avec le SIG. [20] (Figure IV.82).

Chapitre IV : Présentations des logiciels utilisés

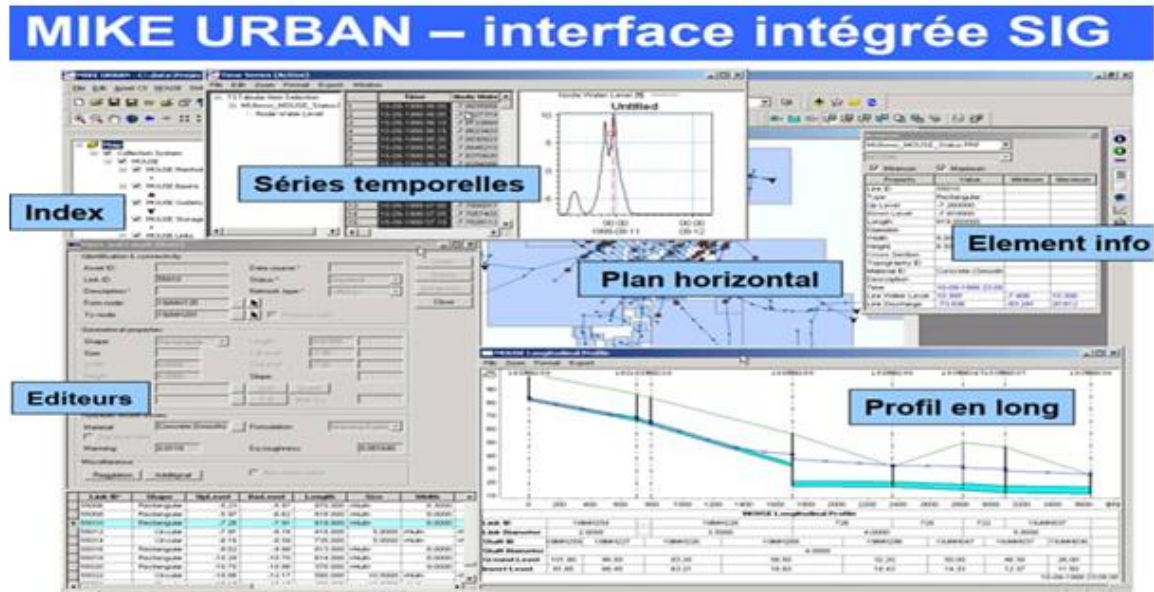


Figure IV.82: Interface de MIKE URBAN.

Les moteurs de calcul intégrés dans MIKE URBAN sont MOUSE (DHI), MIKE NET (EPANET, US EPA) et MIKE SWMM (SWMM5, US EPA). MIKE URBAN repose sur une structure modulaire ouverte qui permet d'intégrer facilement de nouveaux outils dont des outils de calcul personnels. La partie majeure de l'interface utilisateur de MIKE URBAN est construite directement sur des composants d'Arc GIS avec 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. Toutes les données du modèle sont stockées dans une base de données géo référencée standard.[26]

Les modules du système de collecte intégrés dans MIKE URBAN permettent de modéliser :

- Débit hydrodynamique des conduites ;
- Stratégies de contrôle avancé en temps réel ;
- Transport de polluants ;
- Processus biologiques ;
- Ruissellement de pluies ;
- Flux de surface 2D. [26]

Chapitre IV : Présentations des logiciels utilisés

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



Figure IV.83: Objets de dessin.[26]

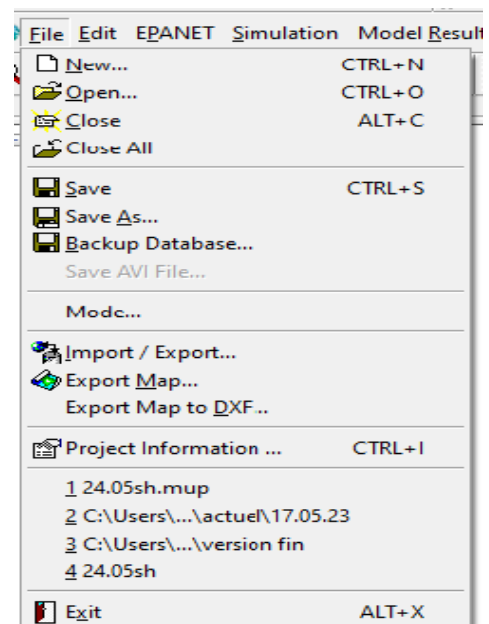
Ci-dessous des figures représentant les outils utilisés par le logiciel Mike URBAN

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. [24]

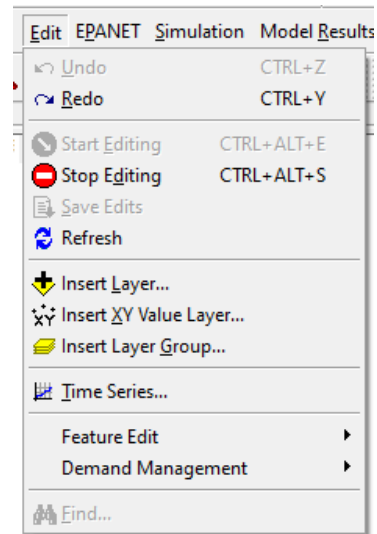


Chapitre IV : Présentations des logiciels utilisés

- 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.

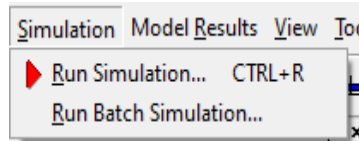
Editeur « Edit » ;

- Start/ stop Editing: Commencer ou Arrêter L'édition.
- Insert Layer : Insérer un calque
- Insert XY Value Layer : Insérer une couche.[24]



Simulation:

- Run simulation : Lancer la simulation.
- Run Batch Simulation : lancer la simulation par secteur [24]



IV2.3.3 Avantages de MIKE URBAN :

- Environnement SIG riche en fonctionnalités: Esri ArcGIS ;
- Modélisation hydraulique détaillée ;
- Importation et exportation flexibles de données ;
- Interpolation, affectation et validation des données ;
- Présentation puissante des résultats ;
- Soutien local dans plus de 30 pays. [26]

Chapitre IV : Présentations des logiciels utilisés

IV.2.4 Logiciel EPANET:

IV.2.4.1 Présentation de logiciel:

EPANET est un logiciel servant à l'analyse de systèmes de distribution d'eau potable. Cette analyse comprend la simulation du comportement hydraulique et qualitatif de l'eau sur de longues durées dans les réseaux sous pression (conduites).

EPANET crée aux états unis, il existe également une version française suite à une initiative de la compagnie générale des eaux (figure IV.84). 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. [38]

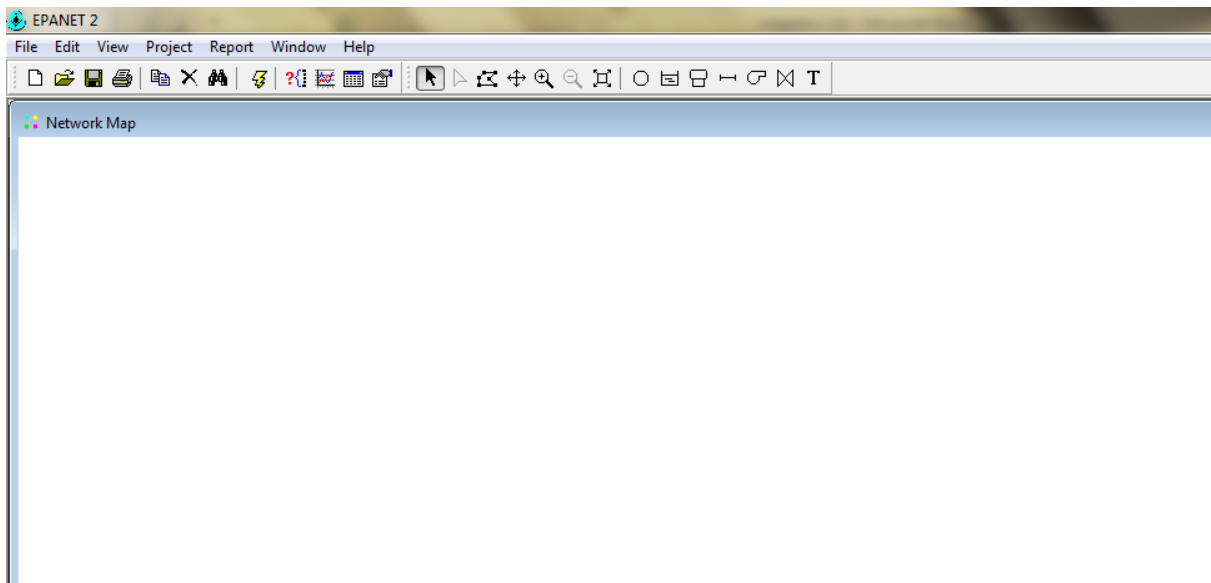


Figure IV.84 Espace de travail de logiciel « EPANET ».

C'est un logiciel du domaine public qui a été développé pour l'Environmental Protection Agency. On sait qu'un réseau est un composé de tuyaux, nœuds, pompes, vannes, bâches et réservoirs.

EPANET peut calculer différentes variables comme la pression à chaque nœud, le niveau d'eau dans les réservoirs, ainsi que la concentration en substances chimiques dans les différentes parties du système.

Chapitre IV : Présentations des logiciels utilisés

Le logiciel EPANET permet une analyse hydraulique de réseau à partir des caractéristiques physiques des tuyaux et dynamiques des nœuds. Il peut être utilisé pour différents types d'application dans l'analyse des systèmes de distribution.

EPANET offre aussi une aide à la recherche de stratégies alternatives pour gérer un réseau (modification du régime de pompage, précision d'usage des stations de recoloration, planification des entretiens et des remplacements des éléments du réseau, etc.). EPANET propose de maintenir et d'améliorer la qualité d'eau distribuée aux consommateurs. [38]

Pour tracer un réseau nous devons utiliser la barre d'outils suivante (Figure IV.85) :

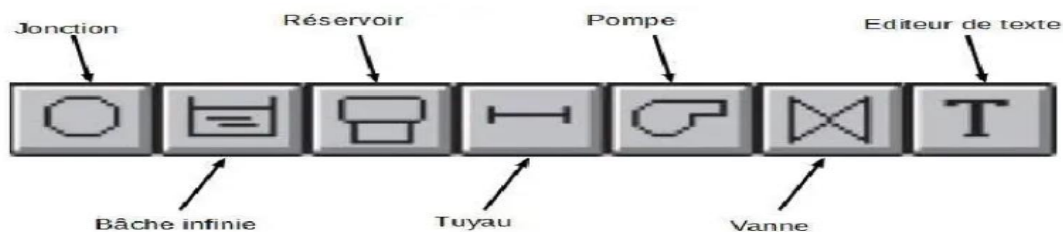


Figure 85 : Barre d'outils d'EPANET. [38]

Chaque élément possède ses propres caractéristiques et a une utilisation particulière :

- ❖ **Jonction (ou nœud de demande) :** Ce sont des points du réseau où les arcs se rejoignent. Ce sont des points d'entrée ou de sortie d'eau et peuvent ne pas avoir de débit. [38]
Les données d'entrée minimales pour les nœuds de demande sont : l'altitude au dessus d'un plan de référence (généralement le niveau de la mer), la demande en eau et la qualité de l'eau initiale.
- ❖ **Bâche infinie :** Ce sont des nœuds représentant une source externe de capacité infinie permettant de modéliser des lacs, des couches d'aquifère ou encore des arrivées d'eau extérieures. [38]
Les données de base pour la bâche infinie sont la charge totale et la qualité initiale de l'eau.
- ❖ **Réservoir :** Ce sont des nœuds avec une capacité de stockage, dont le volume d'eau stocké peut varier au cours du temps.
Les données de base pour les réservoirs sont : l'altitude du radier, le diamètre, le niveau initial, minimal et maximal de l'eau et la qualité initiale de l'eau. [38]

Chapitre IV : Présentations des logiciels utilisés

- ❖ Tuyau : Ce sont des arcs qui transportent l'eau d'un point du réseau à un autre. EPANET suppose que tous les tuyaux sont pleins à tout instant. L'eau s'écoule alors de l'extrémité qui a la charge hydraulique la plus élevée à celle qui a la charge hydraulique la plus faible.

Les données de base pour les tuyaux sont : les nœuds initial et final, le diamètre, la longueur, le coefficient de rugosité et l'état (ouvert, fermé ou avec clapet anti-retour). [38]

- ❖ Pompe : Les pompes sont des arcs qui ajoutent de l'énergie à un fluide et augmentent ainsi sa charge hydraulique.

Les principaux paramètres d'entrée sont : ses nœuds d'aspiration et de décharge et sa courbe caractéristique, si on n'utilise pas de courbe caractéristique, la pompe est représentée comme un élément qui fournit une puissance constante au fluide pour toutes les combinaisons. [38]

- ❖ Vanne : Les vannes sont des arcs qui limitent la pression ou le débit en un point précis du réseau.

Les principaux paramètres d'entrée sont : les nœuds d'entrée et de sortie, le diamètre, le type de vanne, la consigne de fonctionnement et l'état de la vanne. [38]

Grâce à tous ces éléments nous pouvons construire un modèle. Un réseau doit au moins contenir un réservoir ou une bache infinie devant être relié à l'aide d'une conduite à une jonction. Ainsi grâce à ces outils nous pouvons obtenir par exemple le réseau suivant (Figure IV.12) :

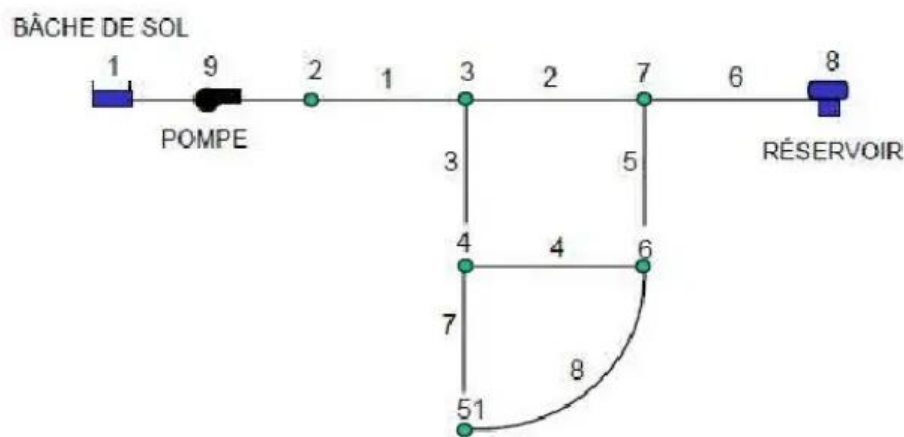


Figure 86 : Exemple du réseau. [38]

Chapitre IV : Présentations des logiciels utilisés

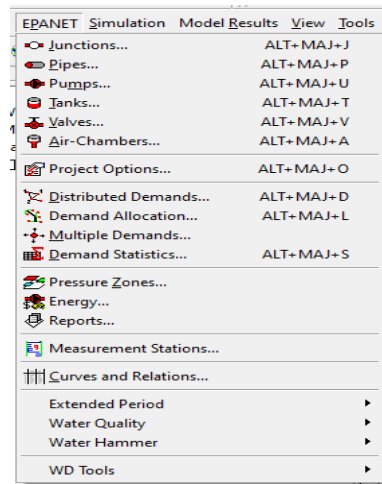
En résumé, le logiciel présente tous les outils pour remplir les objectifs suivants :

- ❖ Régulation des pressions dans le réseau ;
- ❖ Détection des zones de fonctionnement déficitaire ;
- ❖ Dimensionnement de réseaux ;
- ❖ Amélioration de la gestion des équipements d'eau. [38]

Liste des éléments contenus dans Fichier (File) :

EPANET :

- Junctions : noeuds
- Pipes : conduites
- Pumps : pompes
- Tanks : réservoir
- Valves : des vannes
- Air Chambers : chambres à L'air
- Project Options : Options de projet. [24]



IV.3 Conclusion:

En conclu, les logiciels présentés dans ce chapitre sont des outils essentiels pour les gestionnaires de réseau qui cherchent à améliorer la qualité et la fiabilité de l'eau distribuée.

Chapitre V :
simulation et interprétation du
réseau d'AEP

Chapitre V : La simulation et interprétation de réseau d'AEP

V.1 Simulation du réseau:

V.1.1 Introduction :

La modélisation et la simulation des réseaux de distribution d'eau potable sont des outils essentiels pour la conception et la gestion de ces systèmes. Dans ce contexte, nous avons utilisé le logiciel MIKE URBAN pour réaliser une modélisation et une simulation de réseau de distribution d'eau de pole « Ahmed ZABANA », ce qui nous a permis d'analyser les performances du réseau et d'optimiser sa conception et sa gestion.

V.1.2 La simulation de réseau d'AEP d'AHMED ZABANA par logiciel Mike URBAN :

V.1.2.1.Préparation de la base de données sur Auto CAD :

Levé topographique: un levé topographique sera effectué par l'entreprise de réalisation du projet « pole de ZABANA » pour collecter des données sur la topographie du site.

Le levé concernera l'assiette du projet et une bande à partir du réservoir vers le réseau d'AEP.

Création d'un MNT (modèle numérique de terrain): les données collectées lors du levé topographique seront utilisées pour créer un MNT, qui est une représentation numérique de la surface du terrain.

Etablissement du tracé du réseau d'AEP : le tracé du réseau d'AEP sera établi sur le MNT pour déterminer le parcours optimal du réseau.

Création d'un fichier Auto CAD : les données du tracé du réseau d'AEP seront enregistrées dans un fichier Auto CAD avec l'extension .dwg ou .dxf ,ce fichier contiendra le réseau d'AEP calé sur le MNT, ce qui est appelé « plan de recollement ».

V.1.2.2.Importation d'un fichier AutoCAD (DWG ou DXF) d'un réseau d'AEP vers ARC-GIS :

V.1.2.2.1.Partie Auto CAD :

Nous ouvrons le programme AutoCAD ;

Nous cliquons sur le bouton « A », puis « open » pour obtenir une boîte contenant le nom du fichier qui contient notre réseau

Chapitre V :La simulation de réseau et interprétation des résultats

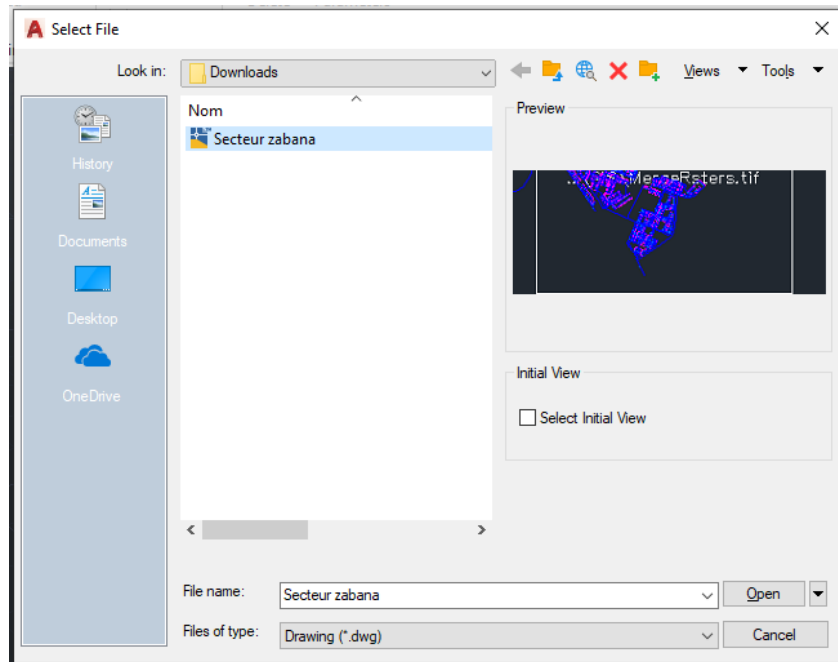


Figure V.87: Sélectionnement de fichier que nous ouvrons dans l'Auto CAD

Ou nous pouvons entrer directement depuis la première page, car le programme affiche les derniers fichiers que nous avons entrés

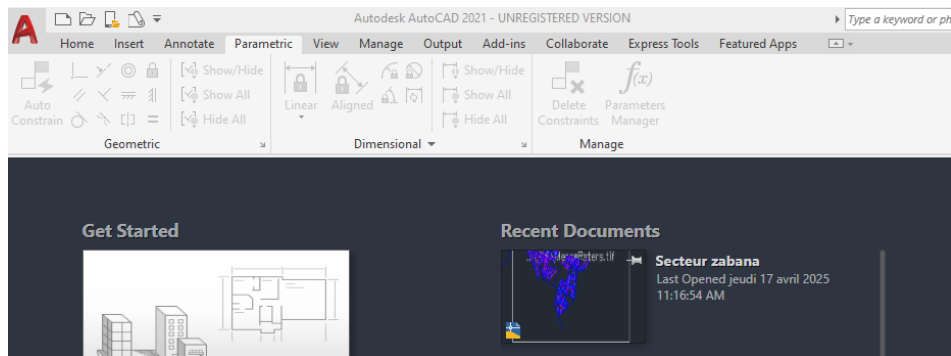


Figure V.88: Interface d'Auto CAD qui nous affichons les documents qu'on nous ouvrons

Une fois que le réseau apparaît, nous cliquons sur « Save as » pour modifier le format dans lequel a été enregistré afin de pouvoir le transférer vers le programme arc GIS (car il n'accepte pas la version 2018, il vaut mieux être un peu plus âgé pour travailler dessus confortablement)

Chapitre V :La simulation de réseau et interprétation des résultats

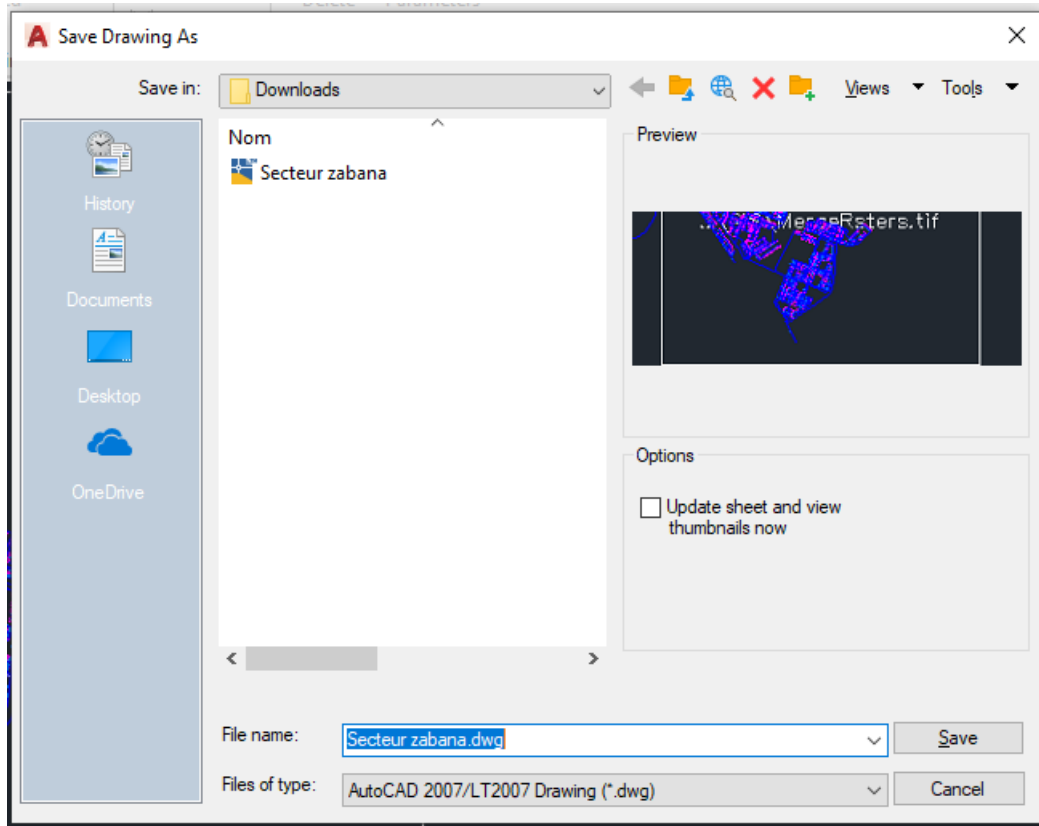


Figure V.89:présentation de changement de type de file au Auto CAD2007/LT2007 drawing «DWG »

une carte apparait à partir de laquelle nous choisissons le type de fichiers « AutoCAD 2007/LT2007 drawing » soit au format « DWG » ou « DXF » les deux sont acceptés par arc GIS,puis nous cliquons sur « save »,le fichier est maintenant prêt a être transféré.

V.1.2.2.2.Partie arc GIS :

Nous ouvrons le programme

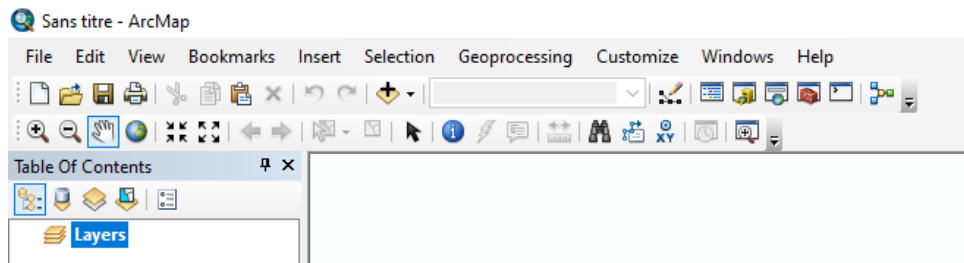



Figure V.90:interface d'Arc GIS

Chapitre V :La simulation de réseau et interprétation des résultats

Nous cliquons sur le bouton  une fenêtre apparaîtra, à partir de laquelle nous choisirons le type de fichier que nous voulons ouvrir et cliquons sur « add » pour le réseau apparaisse comme ceci :

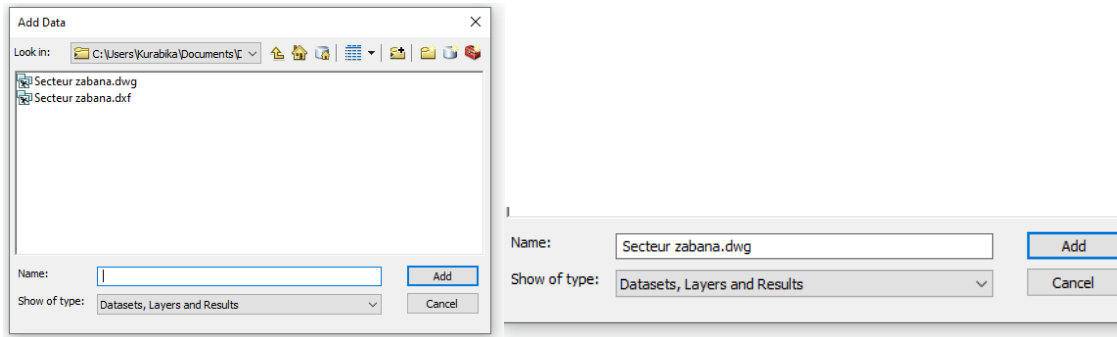


Figure V.91: Exportation de fichier que nous enregistrons dans l'Auto CAD et importons dans le format « DWG »

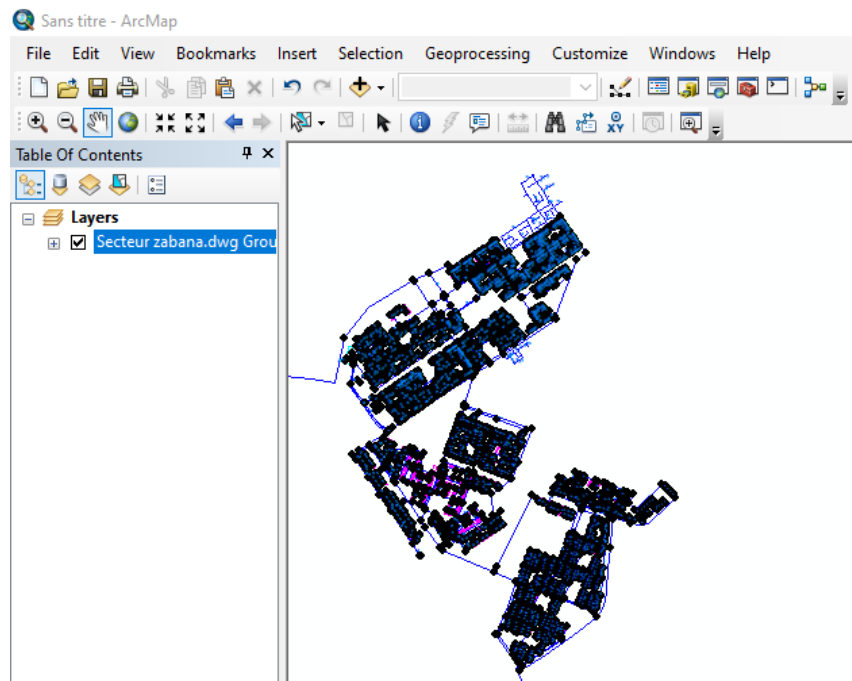


Figure V.92: l'apparition de notre réseau sur l'arc GIS

V.1.2.3.Importation d'un fichier ARC-GIS vers Mike-Urbain :

V.1.2.3.1. Préparation des données : il faut s'assurer que les données de notre réseau sont au format correcte et qu'elles contiennent les informations nécessaires, telles que :

Chapitre V :La simulation de réseau et interprétation des résultats

- Les coordonnées géographiques des nœuds et des arcs
- Les caractéristiques des arcs (longueur, diamètre, etc.)
- Les caractéristiques des nœuds (élévation, etc.)

b. Choix du format d'importation : MIKE Urbain accepte plusieurs formats d'importation, tels que :

- SHP (Shapefile)
- DXF (Drawing Exchange Format)
- CSV (Comma Separated Values)
- XML (Extensible Markup Language)

Nous ouvrons le logiciel Arc GIS,nous allons à la fenêtre du « Arc Catalogue » en cliquant dessus depuis la barre d'outils ou à la droite de la page,

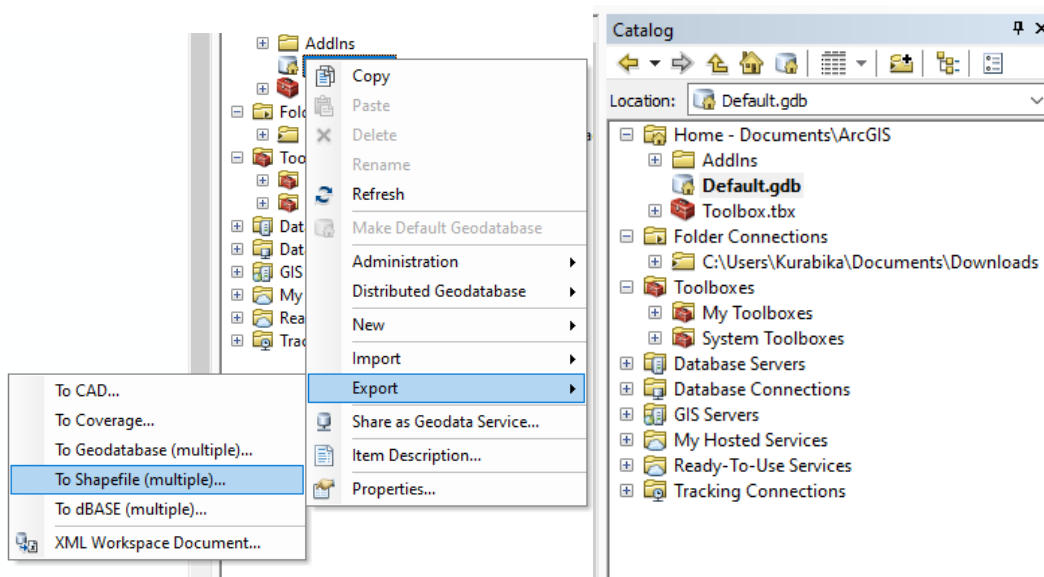
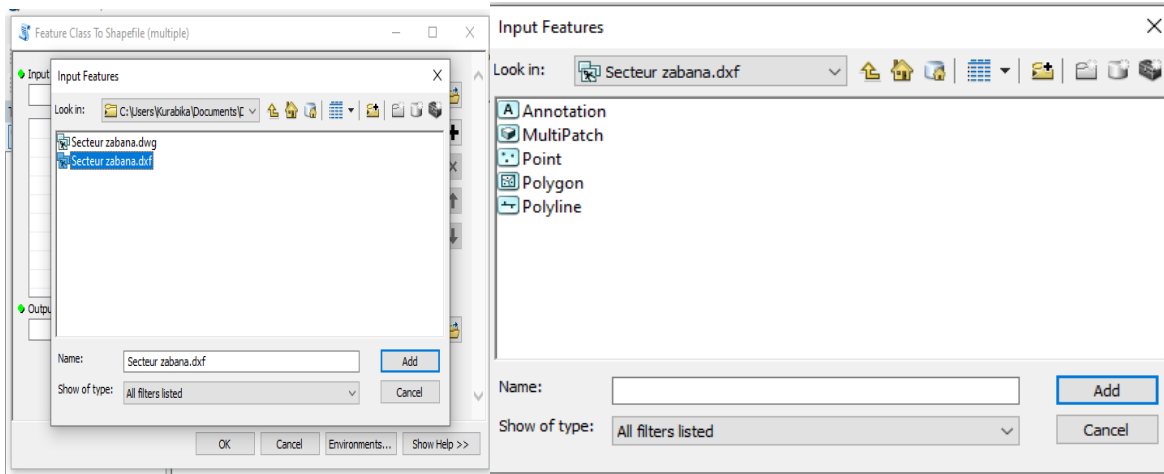


Figure V.93:les barres d'outils pour exporter le fichier sur format shapefile

Un menu apparaît comme indiqué dans l'image ci-dessous Nous cliquons sur l'icône (default.gdb) à droite,Un ensemble d'options apparaît export après en cliquant to shapefile (multiple)

Chapitre V :La simulation de réseau et interprétation des résultats

Depuis, Un fichier apparaîtra avec le nom de notre fichier dans les deux formats. Nous choisissons le format dxf



Ensuite, nous choisissons ce que nous voulons voir apparaître Notre réseau de symboles exprime annotation, multi patch, point, polygone, poly line ...

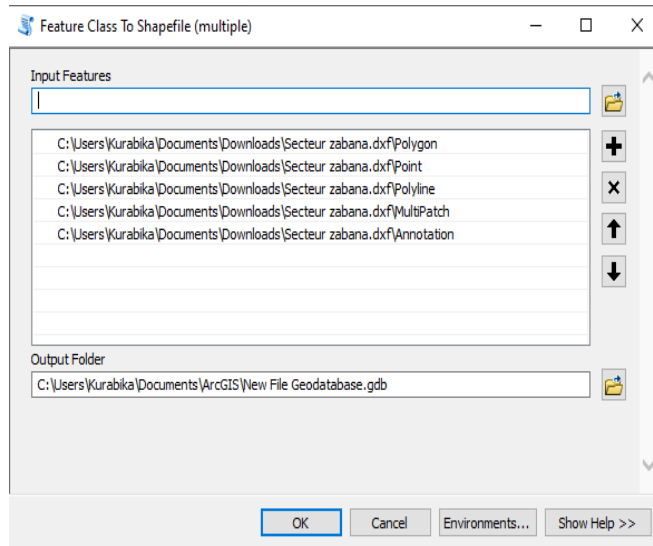


Figure V.94:choix de réseau avec ses multiplications

Après avoir cliqué sur ok, le réseau apparaîtra avec une fenêtre de couches expliquant ce que signifie le symbole ;ainsi, le réseau est prêt à être ouvert dans le logiciel « MIKE urbain »

Chapitre V : La simulation de réseau et interprétation des résultats

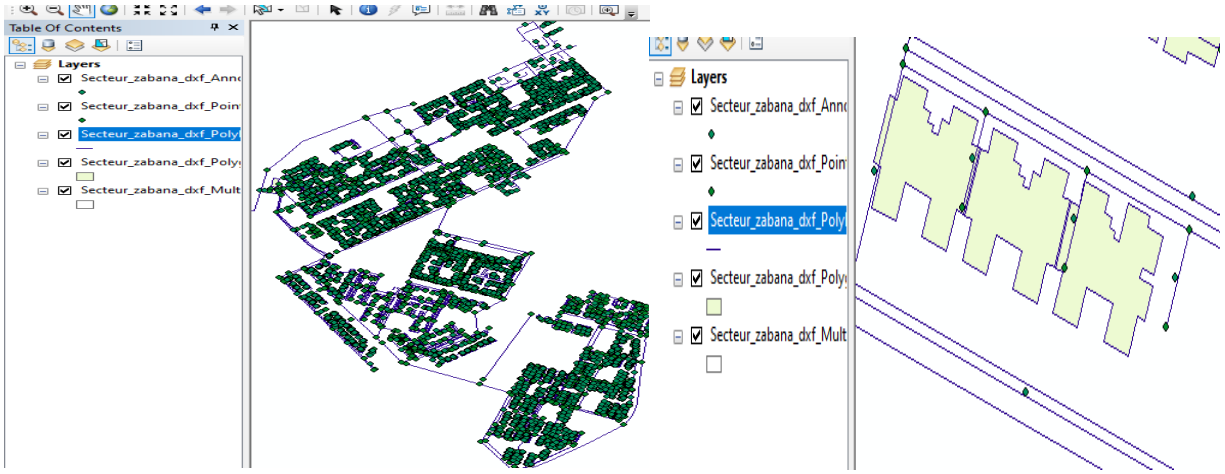


Figure V.95: affichage de réseau

V.1.2.3.2 Importation des données :

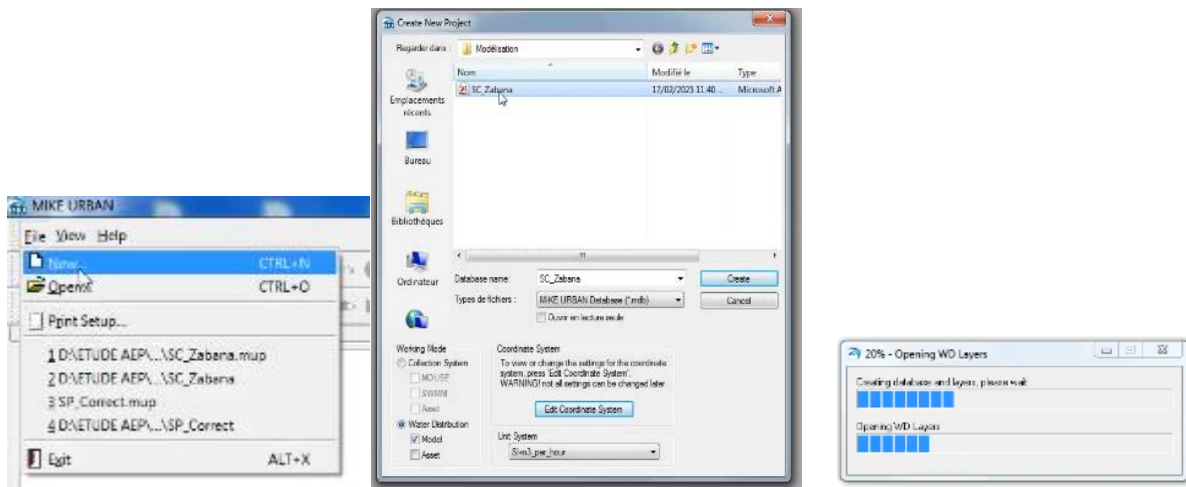


Figure V.96:Création d'un projet sous Mike URBAN.

Ouvrez MIKE Urbain et 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 par seconde ».

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.

Ensuite, sélectionnez l'option "Importer" dans le menu "Fichier".

Chapitre V : La simulation de réseau et interprétation des résultats

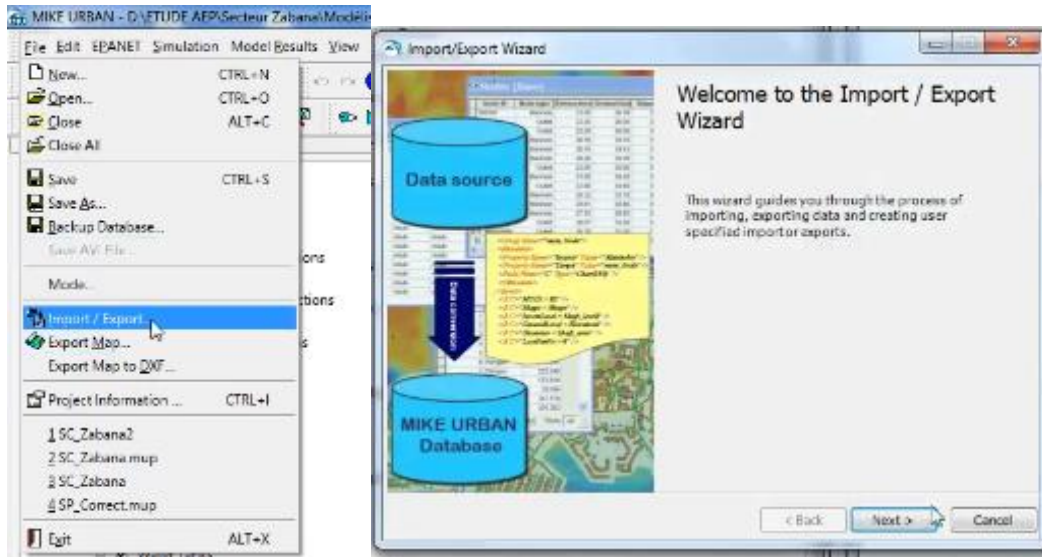


Figure V.97: création de nouveau dossier de notre secteur

Sélectionnez le format d'importation choisi et suivez les instructions pour importer vos données.

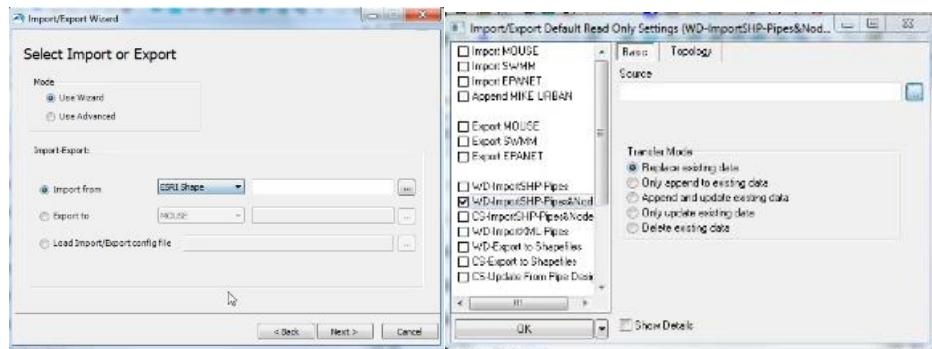


Figure V.98: exportation de fichier sur Mike Urbain

V.1.2.3.3 Configuration des paramètres d'importation : Selon le format d'importation choisi, vous devrez peut-être configurer des paramètres d'importation supplémentaires, tels que :

- Les unités de mesure
- Les systèmes de coordonnées
- Les codes de classification des arcs et des nœuds

Les Nœuds :

Chapitre V :La simulation de réseau et interprétation des résultats

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 	<ul style="list-style-type: none"> • Altitude avec la hauteur d'eau. • Pression (hauteur d'eau sur le point). 	<ul style="list-style-type: none"> • Altitude du fond du réservoir. • Dimensions (hauteur, largeur, diamètre). 	<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

Tableau V.15 :Un tableau schématisant en général sur la base des nœuds.

Chapitre V :La simulation de réseau et interprétation des résultats

qualité initiale de l'eau (pour un modèle de qualité).	<ul style="list-style-type: none"> • Qualité de l'eau. 	<ul style="list-style-type: none"> • Niveaux initial, mini et maxi. • Qualité de l'eau 	<p>sortie d'eau est stoppée.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 :

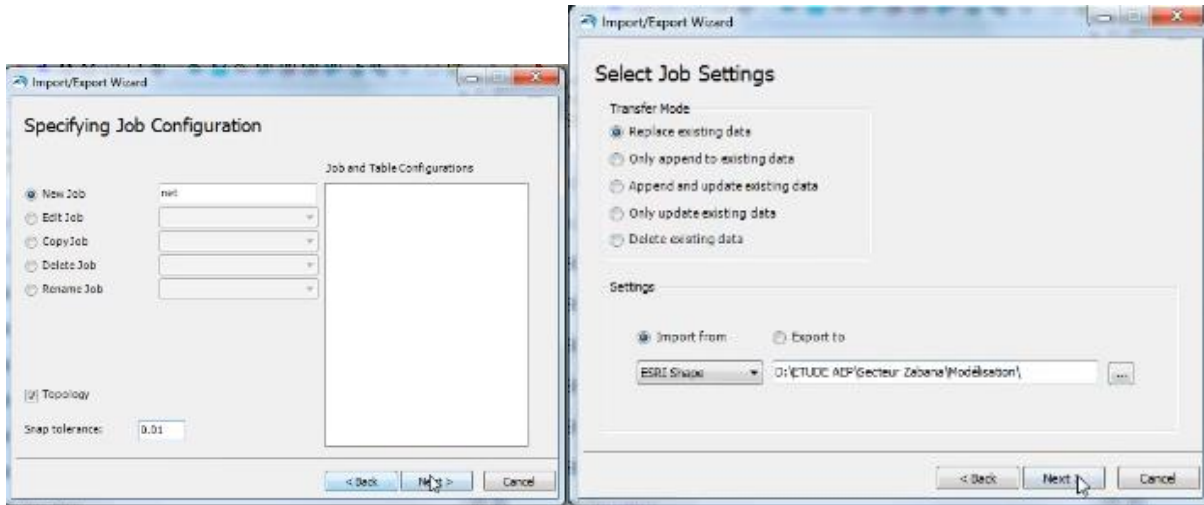
Tableau V.16:Un tableau schématisant en général sur la base des Canalisations.

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.

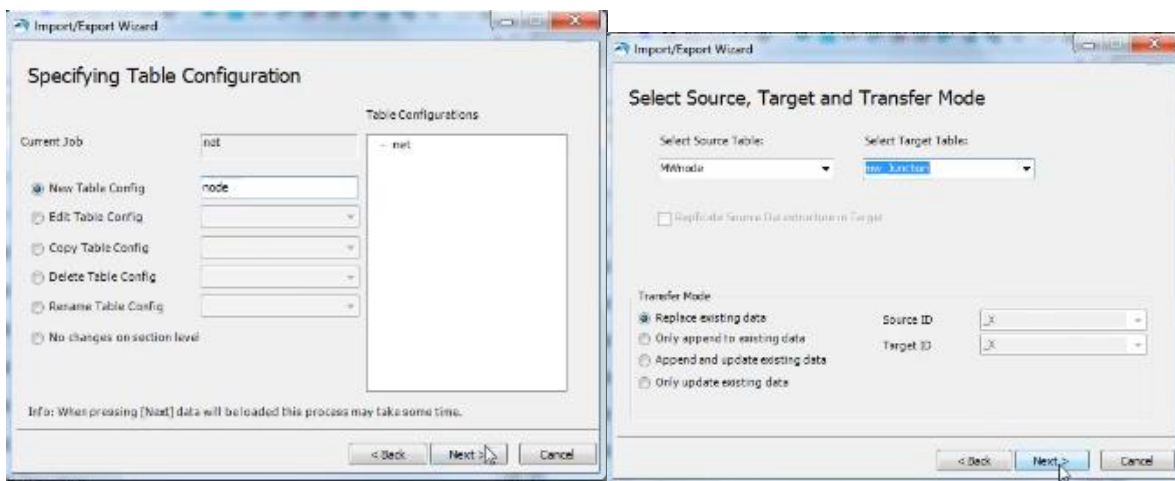
(SEOR., 2010, MIKEURBAN-WD Manuel-Formation, 146 p).

Sélectionnez des paramètres du travail :

Chapitre V :La simulation de réseau et interprétation des résultats



Spécification de la configuration du tableau,ensuite sélectionnez la source, la cible, et le mode de transfert.



Spécification de l'affectation de demande. On spécifie des paramètres de la coucheConduite ID, longueur(L), matériel, diamètre...

Chapitre V :La simulation de réseau et interprétation des résultats

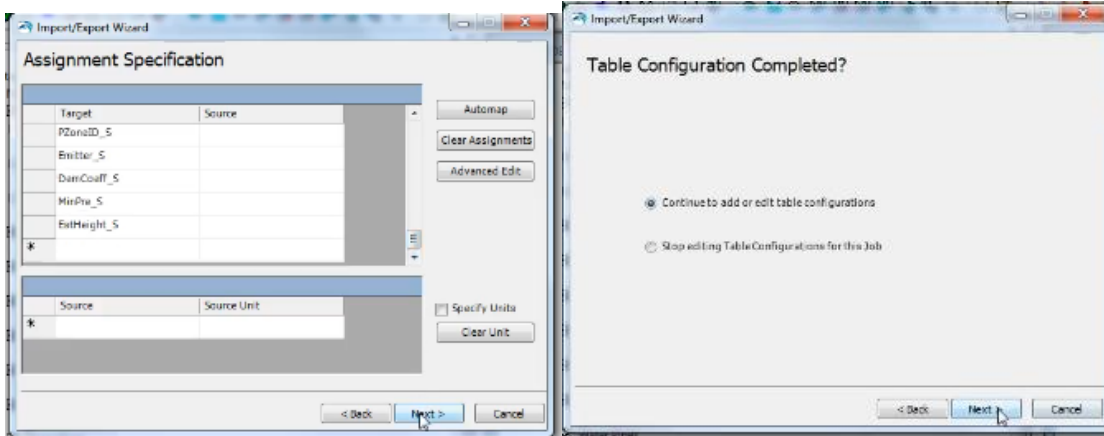


Figure V.99: l'importation des données

Les résultats de l'import des couches « conduite » et « Nœud » sont donné dans logiciel.

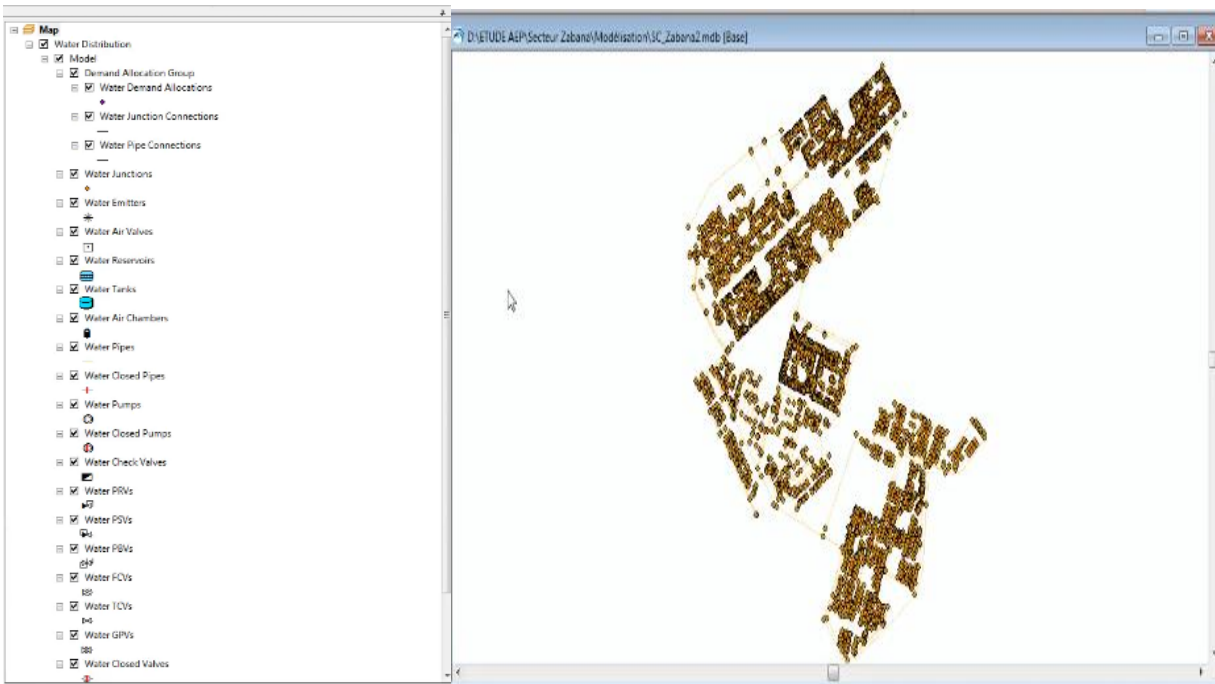


Figure V.100: affichage de réseau sur Mike urbain

Une fois que le réseau apparaît sur écran, nous cherchons à avoir une couche de la région en dessous prise à partir de satellites, pour travailler dessus plus précisément, de sorte que le tuyau, par exemple, soit sur la route et les points d'écoulement de l'eau potable avec les points résidentiels.

Chapitre V :La simulation de réseau et interprétation des résultats

Faites un clic droit sur le menu des couches (layerS) Nous choisissons insert layer Une liste apparaît à partir de laquelle nous choisissons la couche que nous voulons inclure et cliquons (add).

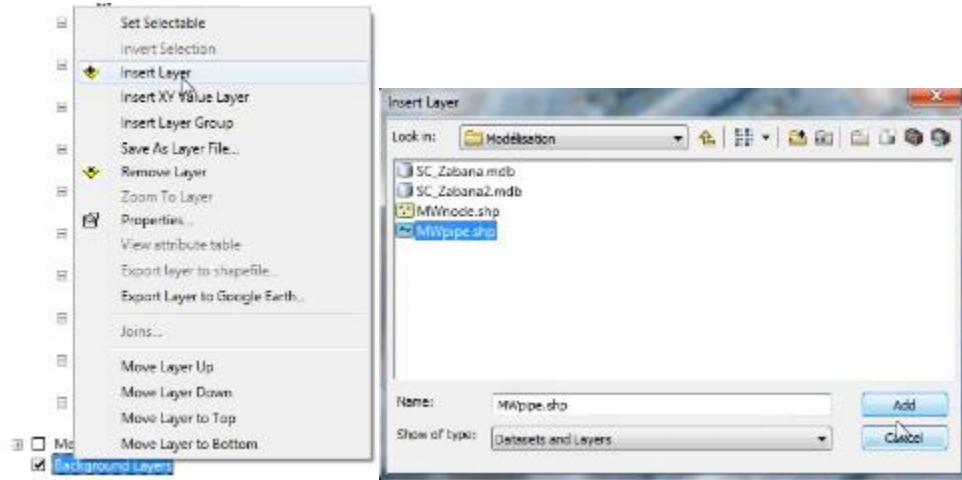


Figure V.101: insertion d'une couche (LAYER) sur Mike URBAN.



Figure V.102: Visualisation du réseau superposé sur une image satellite de la zone Ahmed ZABANA.

Le réseau apparaît au-dessus de la couche que nous avons ajoutée de cette manière.

Chapitre V :La simulation de réseau et interprétation des résultats

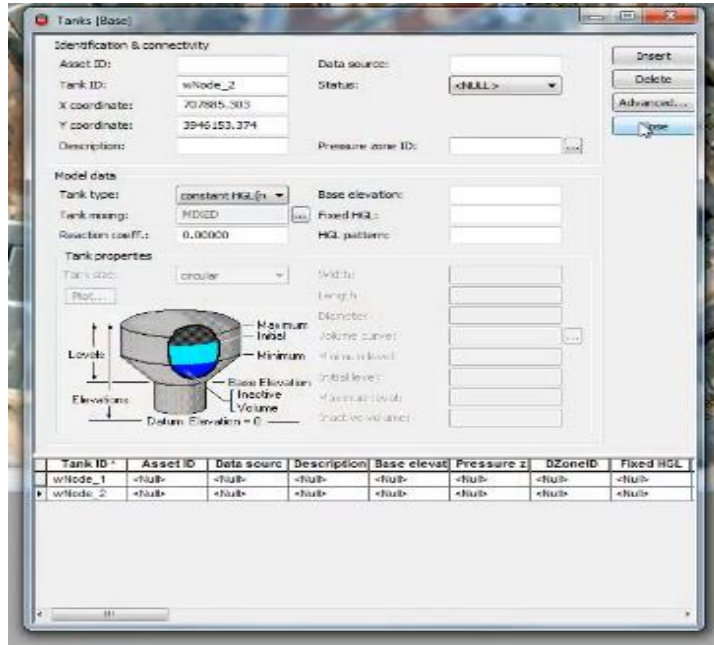



Figure V.103: Table attributive des données du réservoir

Nous pouvons saisir les données du réservoir en remplissant ce formulaire qui apparaît en

double-cliquant sur le symbole du réservoir  dans le logiciel mike urban, nous saisissons les données (type, diamètre, longueur, largeur, surface).

Nous passons ensuite à la saisie des données de débit pour les points où la population consomme, en notant que les diamètres des canalisations et les dimensions tridimensionnelles des points et les longueurs des conduites sont fournis automatiquement avec le réseau lors de sa conversion à partir d'AutoCAD.

Chapitre V :La simulation de réseau et interprétation des résultats

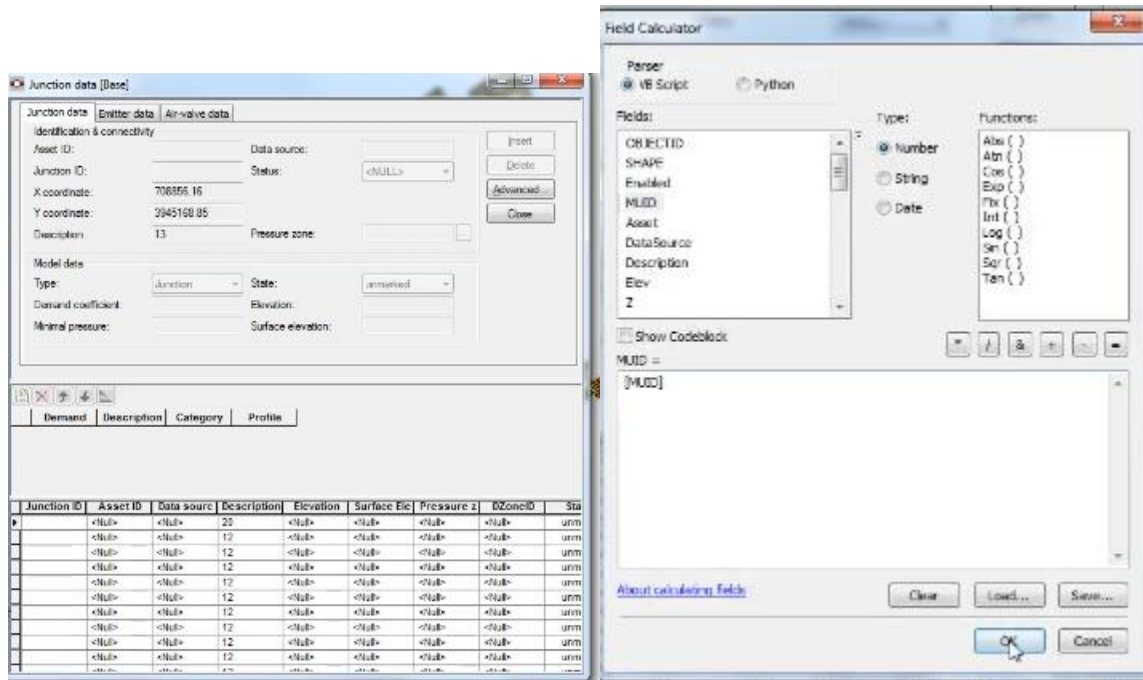


Figure V.104: identification des points critiques et validation des calculs

Avant de saisir des informations sur les points, nous cliquons sur leur base de données pour voir la case de Junction (nœuds) est vide, Nous calculons un calcul approximatif manuellement, puis nous l'entrons dans un bâtiment de la forme(R+5) et dans un autre bâtiment de la forme(R+9), puis nous les spécifions de manière à ce que tous les bâtiments similaires soient initialement similaires dans leur débit d'eau.

Prenons un exemple de la façon dont:

Cas de (R+5):

01 logement =5 hab

02 logements par étage = 2×6 =12 logements

12×5= 60 habitants dans un bâti de R+5 , donc : 60× 150(dotation) = 9000l/j de débit

La même méthode dans les bâti de R+9, nombre d'habitants est: 180 dans un bâti, le débit sera 27 000 l/j

Chapitre V : La simulation de réseau et interprétation des résultats

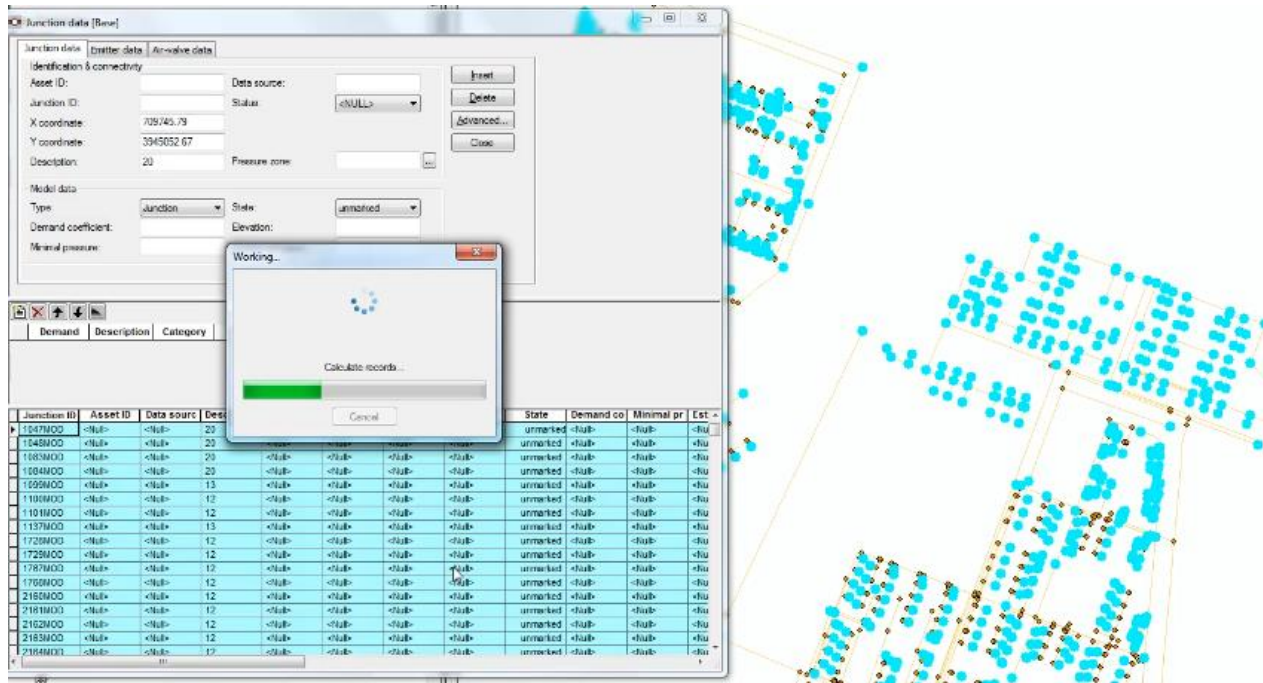


Figure V.105: Schéma indiquant la méthodologie d'analyse hydraulique utilisée par Mike urbain

Chaque fois que nous entrons un numéro pour être dans une liste similaire, nous laissons le programme faire ses calculs pour répartir les flux de manière égale et progressivement ses valeurs apparaissent dans la table de la base de données

V.1.2.3.4 Vérification et correction des données : Après l'importation, on doit vérifier nos données pour s'assurer qu'elles sont correctes et complètes.

Ensuite, Corrigez les erreurs ou les incohérences éventuelles.

V.1.3 La topologie :

La topologie dans ArcGIS et Mike Urbain sont deux concepts similaires mais avec des différences subtiles, et de partage des similitudes, mais les différences dans le domaine d'application, le type de relations et les objectifs font que ces deux concepts sont distincts.

V.1.3.1 Les éléments clés de la topologie dans Mike Urbain :

a. Nœuds : Les nœuds représentent les points de connexion entre les éléments du réseau, tels que les tuyaux, les vannes, les pompes, etc.

b. Arcs : Les arcs représentent les éléments linéaires du réseau, tels que les tuyaux, les canalisations, etc.


Chapitre V : La simulation de réseau et interprétation des résultats

c. Réseau : Le réseau est l'ensemble des nœuds et des arcs qui forment la structure topologique du réseau.

d. Connectivité : La connectivité fait référence à la façon dont les éléments du réseau sont connectés les uns aux autres.

e. Orientation : L'orientation fait référence à la direction dans laquelle les éléments du réseau sont orientés.

V.1.3.2 Utilisation du logiciel MIKE URBAN :

Dans le Mike Urban, après d'avoir importées le réseau d'AEP et avoir lancé la simulation  il y a des erreurs qui se manifestent et la déconnection entre les conduites (pas de Connectivité), nous avons donc procédé à la recherche de ces erreurs et identifier leur source d'alimentation et les corriger et faire la connectivité.

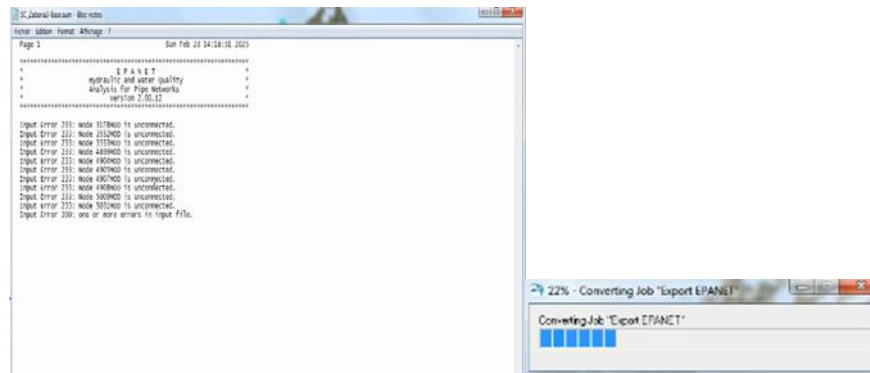


Figure V.106: l'affichage des erreurs d'après lancement de simulation

Si nous choisissons un numéro qui apparait dans la liste des erreurs comme indiqué dans les figures ci-dessous, il apparait sous forme de point de couleur différente dans l'illustration du réseau sur lequel nous travaillons, et nous copions le numéro ..

Chapitre V : La simulation de réseau et interprétation des résultats

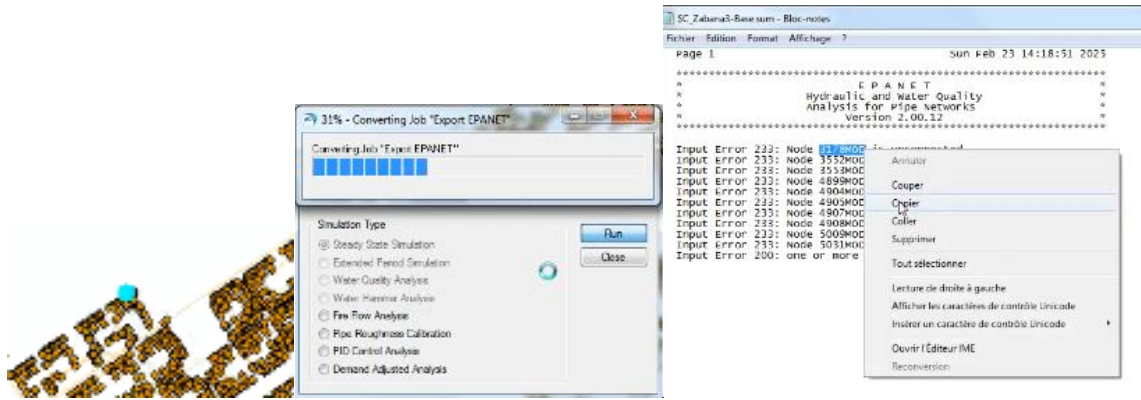


Figure V.107: détermination l'erreur après son apparition et copier son nom

Puis nous ouvrons la liste de données des points (les nœuds, ils sont affichés dans le logiciel en anglais « Junction ») pour le trouver affiché dans le tableau en bleu comme indiqué.

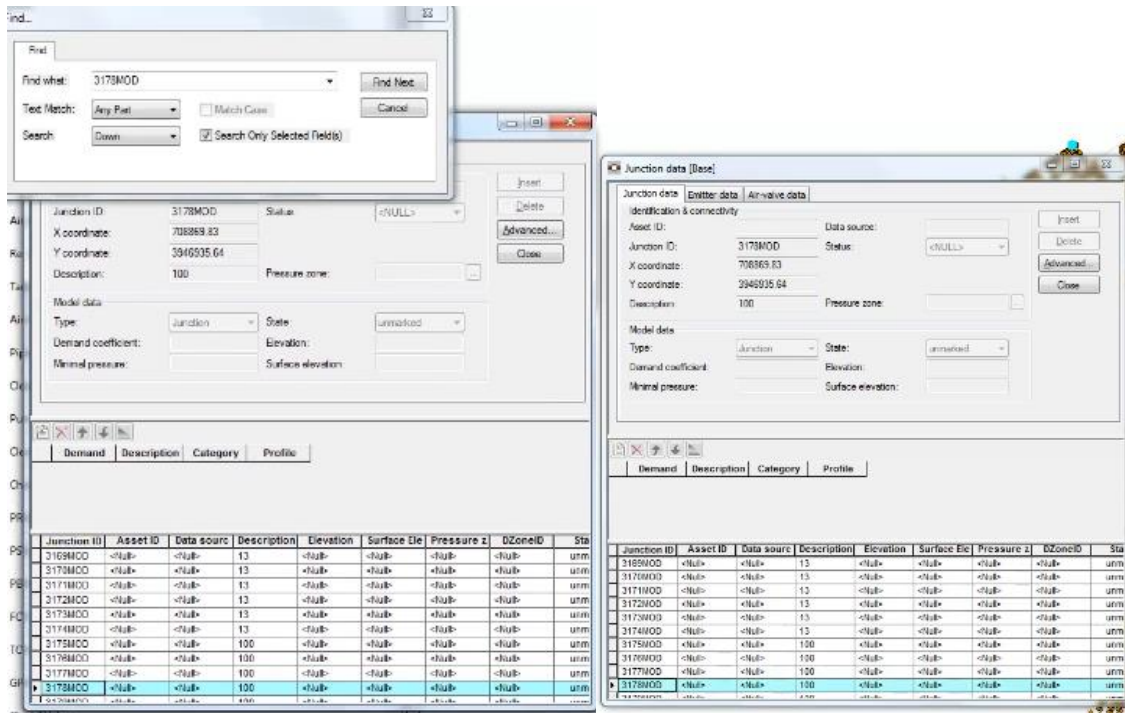


Figure V.108: vérification si le code d'erreur est présent dans la liste de données

Nous le sélectionnons puis nous le supprimons :

Chapitre V :La simulation de réseau et interprétation des résultats

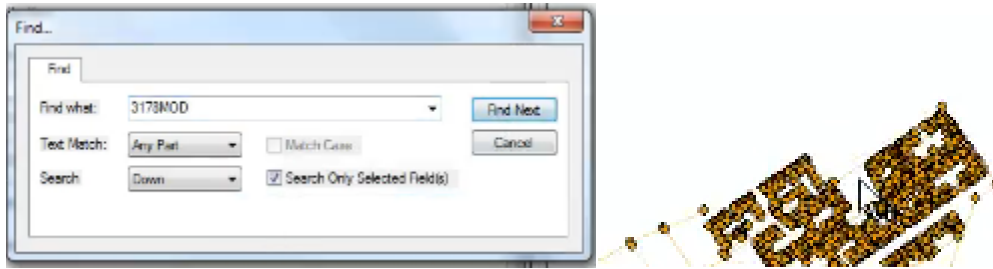


Figure V.109: l'identification d'erreur et l'effacer

Lorsque le réseau est défini après avoir exécuté la simulation, tout point non connecté apparaît en couleur marron. Ici, nous utilisons la fonctionnalité de révision du diamètre pour chaque zone, qu'elle soit connectée ou non, et nous déterminons la source d'eau dans chaque zone, puis nous traitons les problèmes identifiés.



Figure V.110: affichage des zones non connectées au réseau en couleur marron

Ces outils que nous avons utilisés pour connaître chaque lieu d'alimentation en eau potable grâce au diamètre des conduites, avec précision des erreurs et les corriger.

Chapitre V :La simulation de réseau et interprétation des résultats

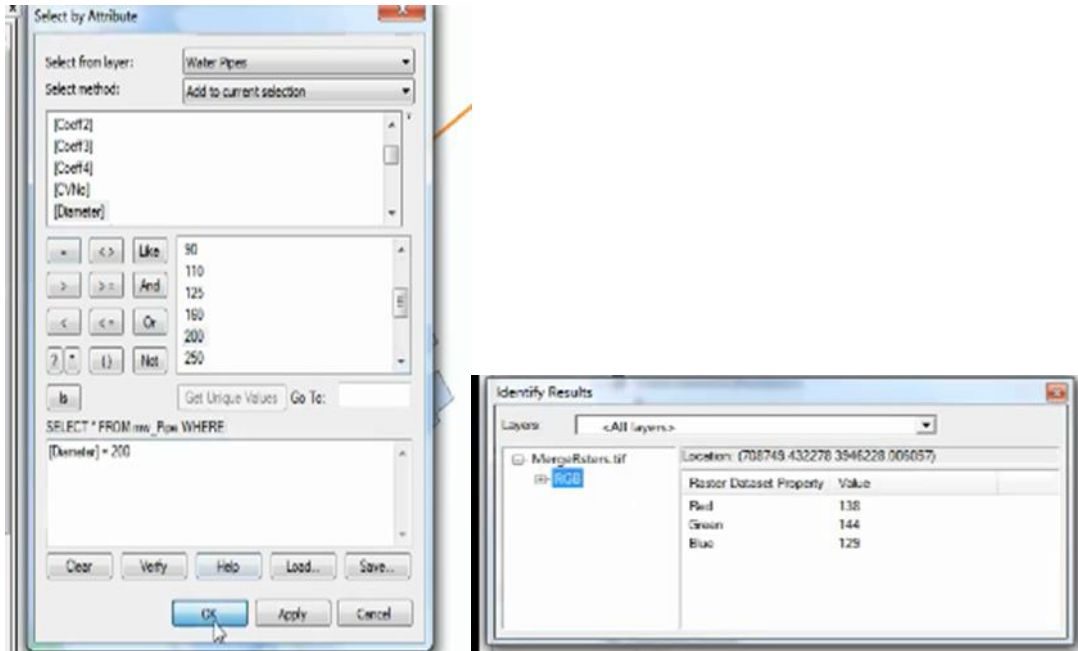


Figure V.111: vérification des diamètres des conduites

Nous remarquons, après avoir vérifié le réseau que la plupart ne possèdent pas de point commun où les conduites se rencontrent, et parfois, il n'y a pas piquage qui permet de laisser s'écouler l'eau dans tous les secteurs qui ne sont pas connectés au réseau.



Figure V.112: correction de l'intersection de deux conduites

Et c'est ainsi que nous pouvons dire que plus nous vérifions et effectuons des simulations, plus des erreurs apparaissent, par conséquent, il est essentiel que nous corrigions les erreurs à chaque fois pour nous en débarrasser, jusqu'à ce que le plan soit clair et cohérent.

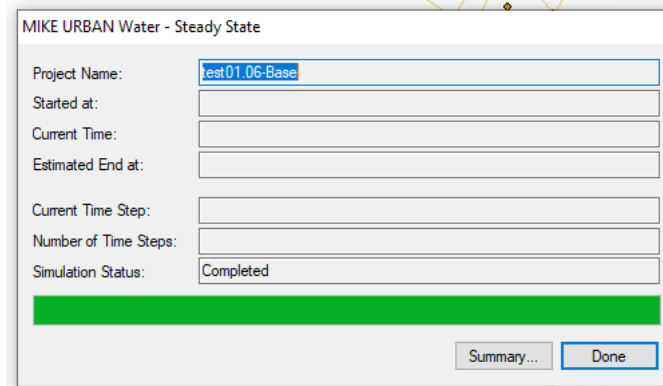
Chapitre V :La simulation de réseau et interprétation des résultats

Dans la figure ci-dessous, voici un exemple de la façon de connecter un réseau non connecté à un réservoir d'eau à l'aide d'un tuyau que nous plaçons.



Figure V.113: connexion d'un tronçon du réseau au réservoir

Une fois que le réseau est prêt, nous pouvons exécuter la simulation avec succès, comme indiqué



ci-dessous :

Figure V.114:simulation réussie

Et comme Mike URBAN est un logiciel spécifique à la SEOR, nous ne pourrions pas discuter des résultats à travers celui-ci car il ne permet pas d'exporter. Nous avons donc certains résultats sur Arc GIS et pour le reste, nous pouvons recharger les données sur EPANET, exécuter à nouveau la simulation sur le réseau et visualiser les mêmes résultats.

V.1.4.Les résultats sur arc GIS:

Nous ouvrons le programme Argis Et nous choisissons dans la fenêtre qui apparaît le fichier pour les résultats de Simulation appelé (après simulation).

Chapitre V : La simulation de réseau et interprétation des résultats

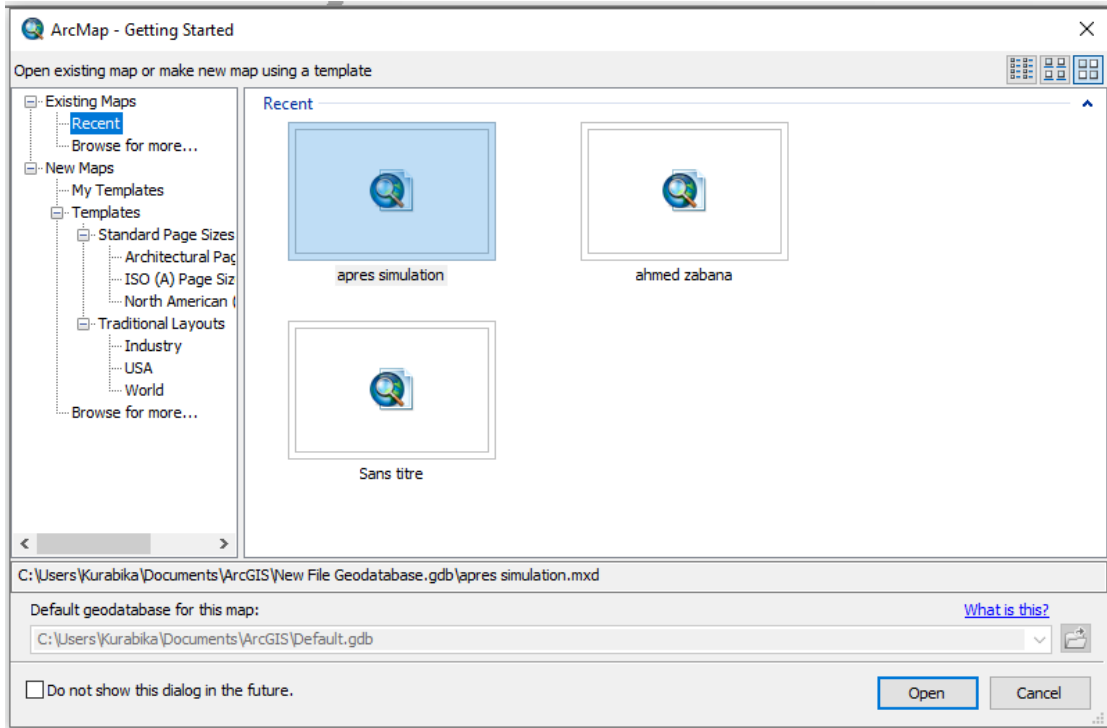


Figure V.115: le choix de fichier importé sur arc GIS

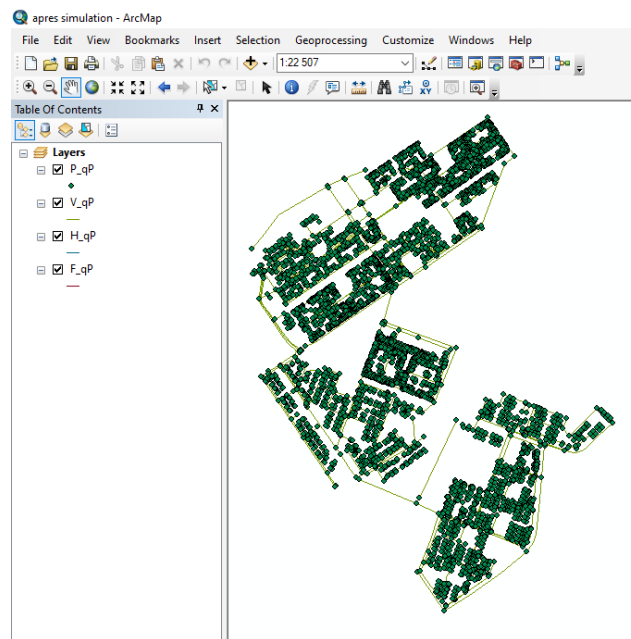


Figure V.116: affichage de réseau simulé dans arc GIS

Le réseau nous apparaît tel qu'il est représenté, avec les propriétés des couches qui le composent.

Chapitre V :La simulation de réseau et interprétation des résultats

Pour voir les résultats de la simulation, nous cliquons sur l'une des couches du réseau dans la liste des couches avec le bouton droit, choisissons sa table d'attribution et la table apparaîtra comme indiqué. Nous avons essayé de cliquer sur le premier point, et il est apparu en dessous dans le réseau.

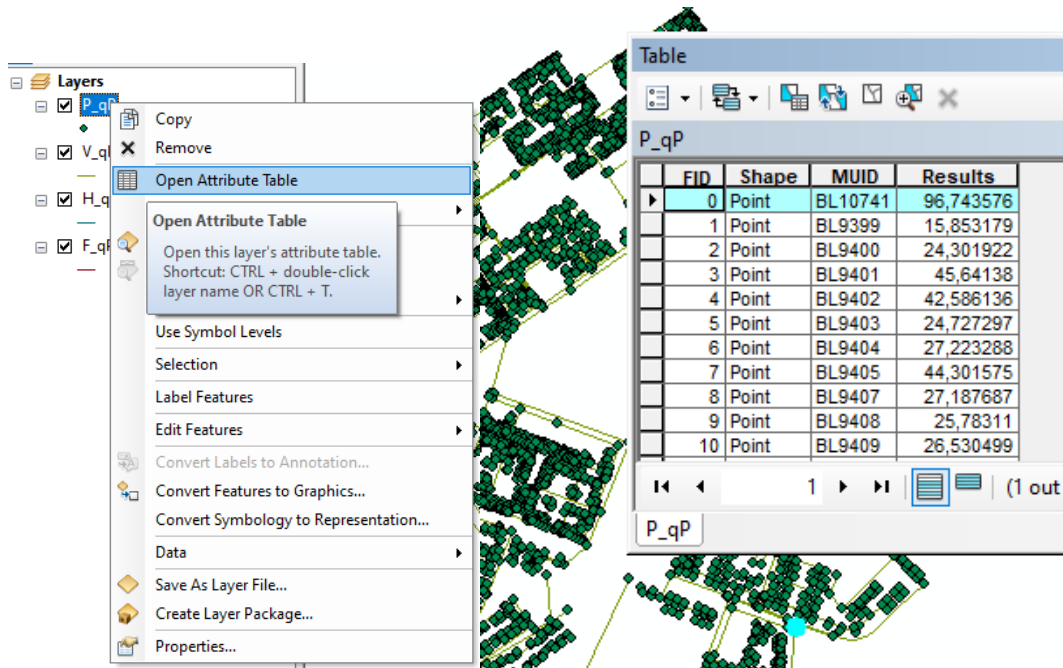


Figure V.117: vérification du résultats à partir des tables d'attributions

V.1.5. La simulation de réseau d'AEP "Ahmed ZABANA" sur EPANET:

Nous ouvrons logiciel EPANET ;

Nous cliquons sur Fichier, Importer, Réseau, et une fenêtre apparaîtra dans laquelle nous choisirons notre réseau dans le format .inp et ouvrirons le fichier.

Le réseau nous apparaît comme le montre la figure.

Chapitre V :La simulation de réseau et interprétation des résultats

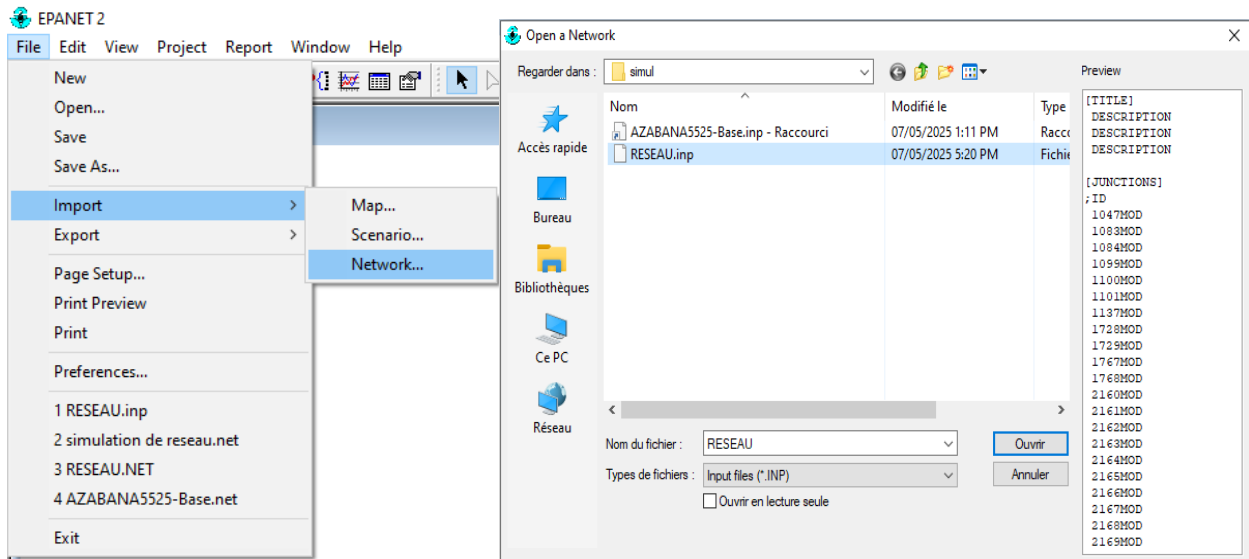



Figure V.118: importation de réseau fichier (.inp) sur EPANET



Figure V.119: le réseau affiché sur EPANET

Nous allons dans le menu outils, cliquons sur le bouton Simulation  et une fenêtre apparaîtra pour terminer le processus. Nous cliquons sur OK et les résultats apparaîtront comme indiqué sur l'image.

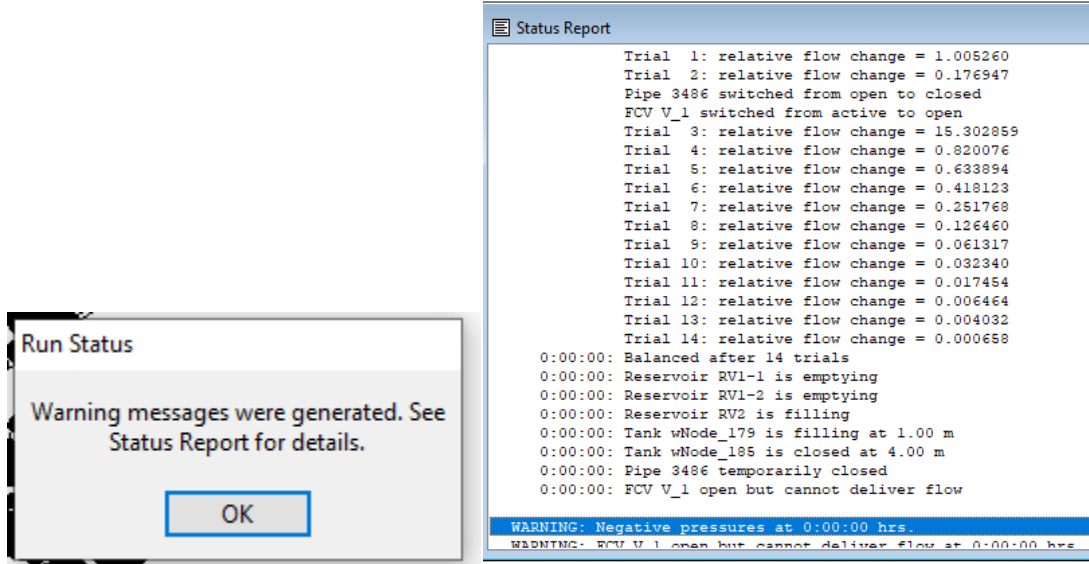


Figure V.120: la simulation réussie sur EPANET

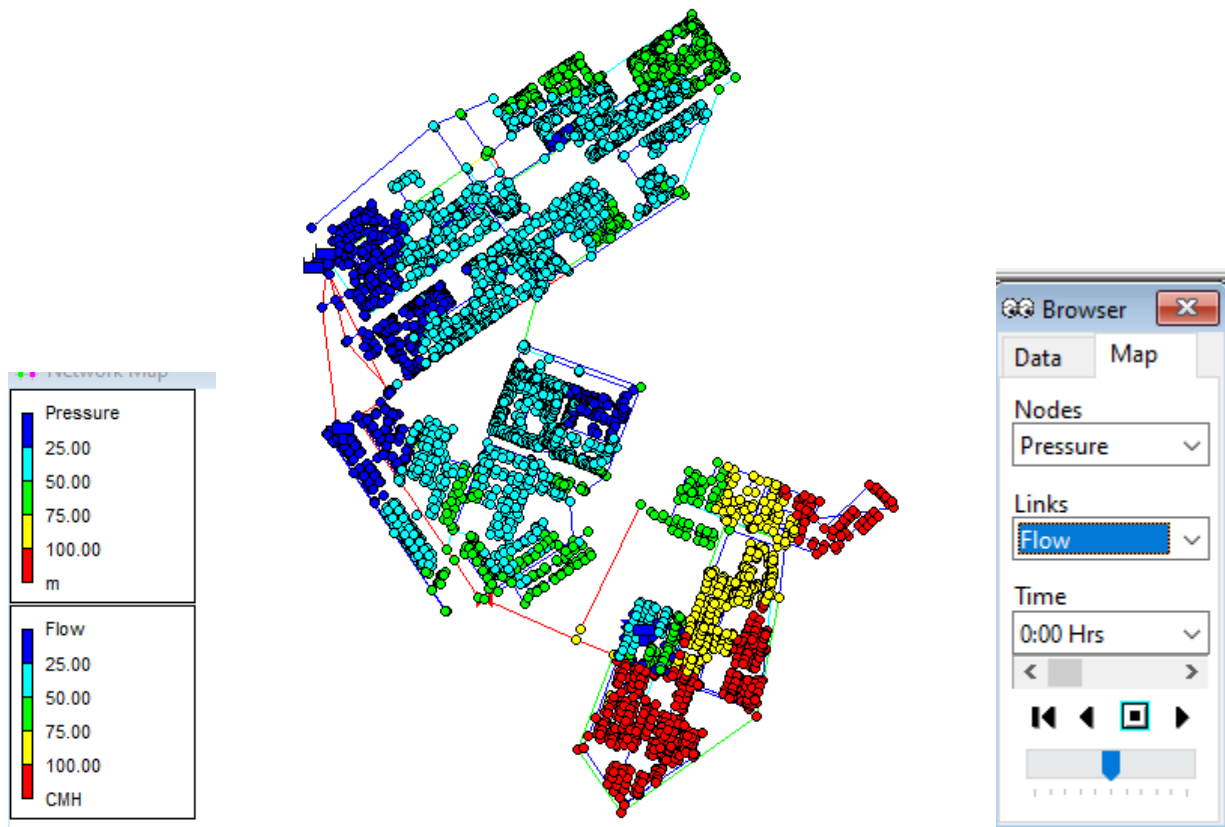


Figure V.121: réseau d'Ahmed ZABANA après simulationaffichera les pressions et les débits sur EPANET

Chapitre V :La simulation de réseau et interprétation des résultats

Une fois le processus de simulation réussi, dans lequel nous avons montré les points où les valeurs de débit et de pression diffèrent dans l'ensemble du réseau, nous pouvons les modifier dans la fenêtre qui apparaît à droite en choisissant quels paramètres apparaissent dans les points et lesquels...Il apparaît dans les tuyaux avec la possibilité de changer l'heure pour voir la différence entre les heures et conclure les valeurs les plus élevées et les plus basses pendant le débit d'eau pendant les 24 heures.

V.2 Interprétation des résultats:

V.2.1 Interprétation de la pression :

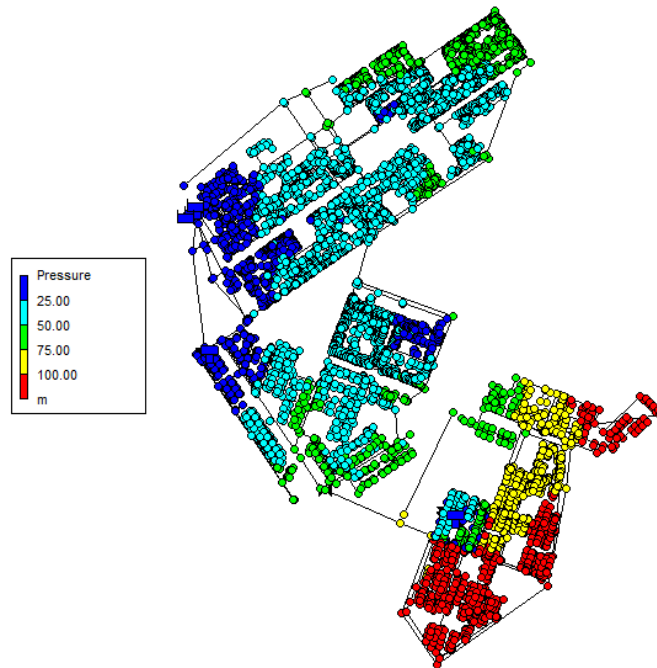


Figure V.122: répartition des pressions

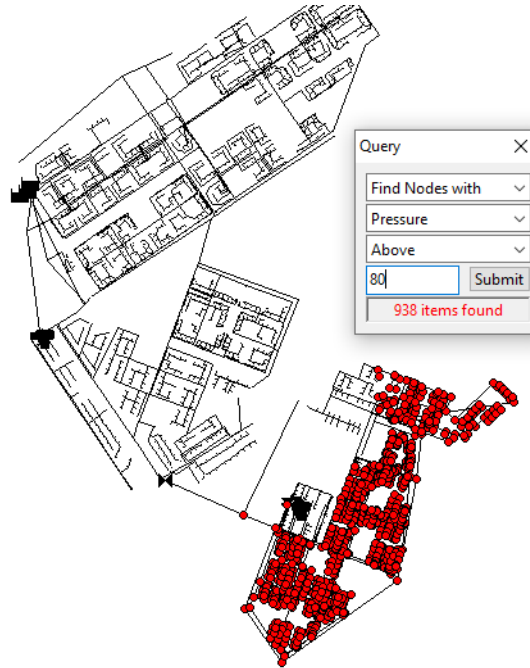


Figure V.123: Répartition des pressions supérieur à 80 mCE.

V.2.1.1.Analyse et discussion :

On a fait la simulation du réseau sur EPANET , correspondant au temps de la plus forte consommation pour étudier les caractéristiques hydrauliques (pression, vitesse, débit). L'interprétation des figures(fig.121), qu'on a obtenu lors de la simulation du réseau indiquent que les pressions dans les nœuds sont très forte, ils varient de 30 à 139.5 mCE(soit 3.0bars à 13.95 bars). Les pressions maximales sont observées dans la partie inférieure du réseau aux points les plus bas. (Fig.123), ont la pression supérieure à 80 mCE.

La pression normale dans la gestion des réseaux d'AEP ne dépasse pas 4 bars comme limite maximale et ne doit pas être inférieure à 1 bar comme valeur minimale.

Dans notre cas :

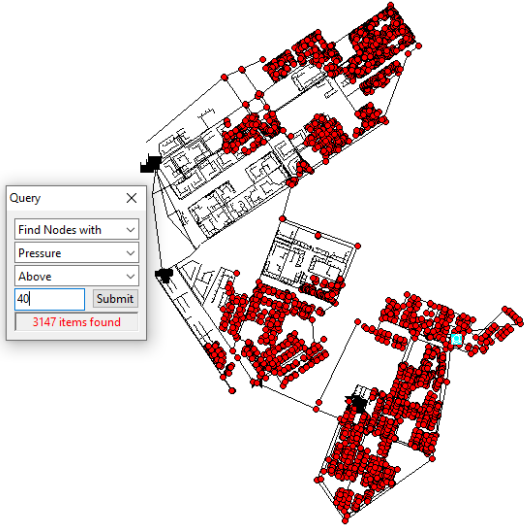


Figure V.124: répartition des pressions supérieure à 4 bars

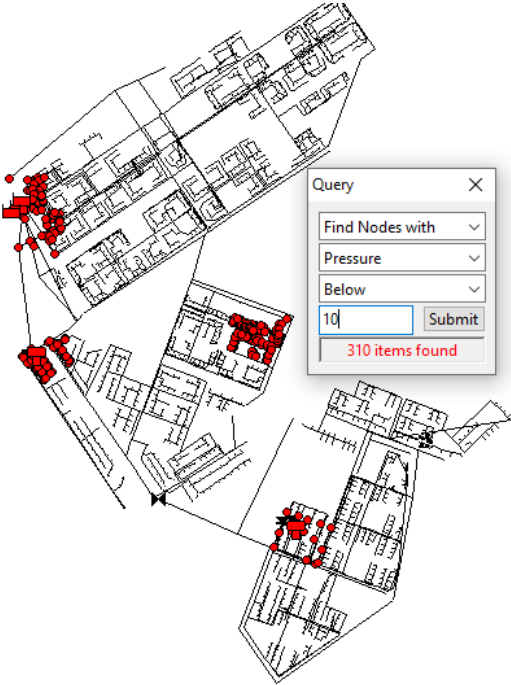


Figure V.125: répartition des pressions inférieure à 10 bars (faible)

V.2.2 Interprétation de vitesse :

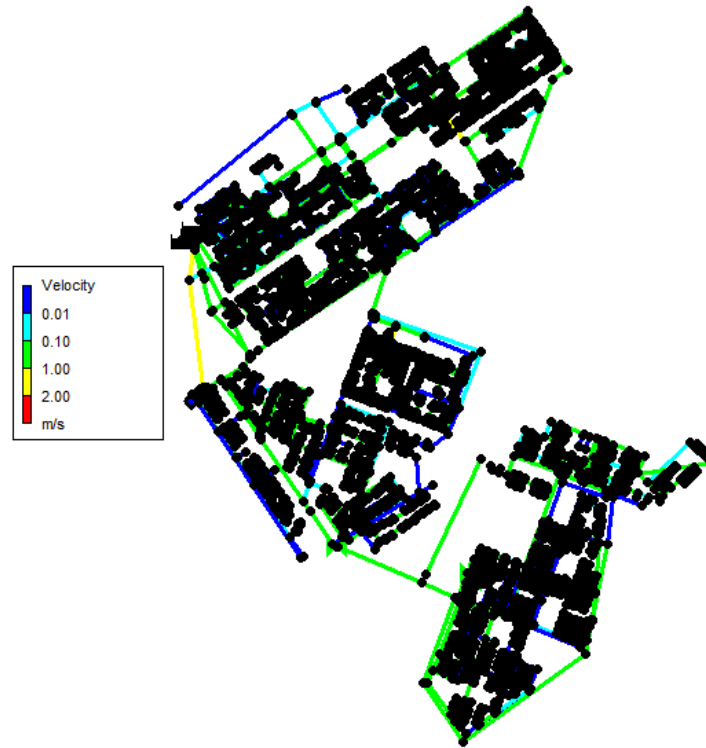


Figure V.126: répartition des vitesses dans les conduites

V.2.2.1.Analyse et discussion :

les vitesses dans les conduites sont relativement faibles. En effet, 40% des vitesses sont inférieures à 0.5 m/s (Fig V.126) qui sont hors normes en vigueur de fonctionnement des réseaux sous-pression. Une faible vitesse peut provoquer plusieurs phénomènes en commençant par l'entartrage des conduites qui augmente au fil des années et qui influence sur l'écoulement de l'eau. Les causes de faibles vitesses peuvent être expliquées par le fait que les débits de consommation sont faibles surtout dans les conduites périphériques. Il faut constater que certaines conduites sont surdimensionnées sans oublier le règlement selon lequel le diamètre d'une conduite dans le réseau de distribution d'eau potable ne doit pas être inférieur à 50 mm (1).

la modification des diamètres permet de contrôler la vitesse linéaire d'un élément en rotation. Si la vitesse est trop basse, augmenter le diamètre. Si la vitesse est trop élevée (supérieure à 0.5 m/s), diminuer le diamètre permettra de réduire la vitesse.

Chapitre V :La simulation de réseau et interprétation des résultats

V.2.3 Définition de la sectorisation :

La sectorisation du réseau permet d'identifier le niveau des volumes de fuites des différentes zones du réseau. Elle est souvent essentielle pour engager efficacement les actions de réduction des fuites.

Le but de la sectorisation est par la division du réseau en plusieurs sous-réseaux appelés secteurs de distribution de fournir des données à des échelles temporelles et spatiales plus fines. Un secteur doit être délimité par des extrémités d'antennes, des vannes fermées ou des comptages (pour les extrémités ouvertes avec les ouvrages et les autres secteurs). La définition des secteurs doit prendre en compte différents aspects du réseau :

- la pré-localisation des fuites et le suivi du réseau seront facilités sur des secteurs réduits
- la sectorisation peut modifier le fonctionnement hydraulique du réseau, il est donc nécessaire de considérer les infrastructures, les unités de distribution (UDI) et les zones de pression concernées.
- les débits de nuit de chaque secteur doivent rester mesurables, c'est à-dire suffisants pour que l'impact de l'incertitude des appareils de mesure sur leur interprétation reste limité. En fonction de la taille du réseau, plusieurs niveaux de sectorisation sont possibles. Un premier niveau peut être défini en fonction des zones d'influence des ressources et des étages de pression. Pour les villes importantes, les secteurs de premier niveau peuvent rassembler plus de 10 000 branchements. Ce niveau permanent de sectorisation est indispensable au diagnostic du réseau pour prioriser les mesures à mettre en œuvre pour réduire les fuites, il est donc de la responsabilité de la personne en charge de l'étude diagnostic.
- Si une sectorisation existe déjà pour le service, il convient d'utiliser les données disponibles et de les compléter par les mesures supplémentaires qui s'avéreront nécessaires.
- S'il n'existe pas de sectorisation opérationnelle, il faut mettre en place une sectorisation temporaire pour collecter les données. Celle-ci pose les bases d'une sectorisation permanente qui pourra être réalisée par la suite. Un deuxième niveau de sectorisation, présenté dans la fiche, permet de suivre plus précisément les volumes de secteurs réduits et notamment de suivre les débits de nuit afin de repérer les fuites. Ce niveau plus détaillé de sectorisation est intéressant à suivre en télégestion pour obtenir des valeurs journalières des débits et des volumes. Sa pertinence et sa faisabilité seront déterminées lors de l'étape de diagnostic. Le plus souvent, la

Chapitre V :La simulation de réseau et interprétation des résultats

définition de ce second niveau de sectorisation nécessite l'utilisation d'un modèle hydraulique du réseau pour vérifier que les modifications du réseau induites par la sectorisation (fermeture des vannes, dispositifs de comptage) n'ont pas de conséquences dommageables pour la qualité de l'eau (temps de séjour) et la continuité du service (débits de pointe ou d'incendie).

Enfin, le troisième niveau de sectorisation correspond au procédé d'îlotage. Ce procédé consiste à pré localisé les fuites du réseau par manœuvres successives des vannes et mesure des débits en entrée de chaque sous-secteur ainsi créé. Les sous-secteurs doivent être de petite taille et il est préférable de réaliser cette opération de nuit, lorsque les consommations sont minimales et l'impact sur les usagers faibles.

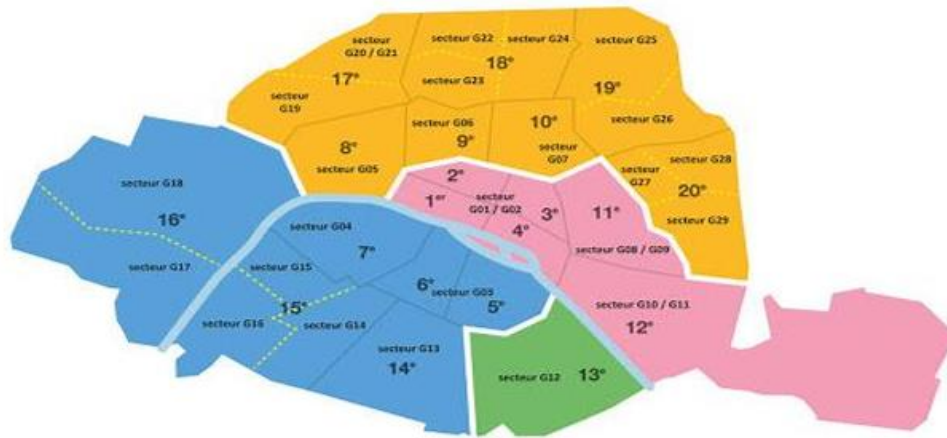


Figure V.127: sectorisation d'une zone urbaine

V.2.4 Dans notre cas :

Comme le réseau sur lequel nous travaillons est en cours d'extension en raison de l'expansion urbaine que connaît la zone d'Ahmed ZABANA, et que son étude a été révisée récemment sans que les zones de distribution d'eau potable aient été définies, nous avons pris comme exemple une zone relativement isolée qui est reliée à la zone principale par une seule conduite. Cette zone pourrait ainsi avoir une distribution d'eau indépendante.



Figure V.128: sectorisation d'une zone

Mais ce réseau rencontre un problème de pression (élevée) en raison de sa position dans une zone très basse. C'est pour cette raison les autorités compétentes (le gestionnaire) ont proposé d'installer une vanne de régulation de pression dans la conduite principale de cette nouvelle zone pour ajuster le problème de pression qui se produit durant la journée."

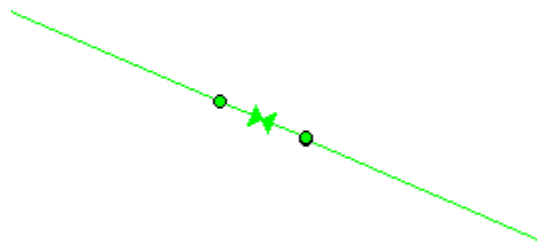


Figure V.129: vanne de régulation de pression

Nous remarquons sur l'image ci-dessous que, malgré l'installation de cette vanne de régulation de pression, la pression reste élevée en certains points et dépasse 12 bars. Cela nécessite de notre

Chapitre V :La simulation de réseau et interprétation des résultats

part, ou de la part de ceux qui travaillent sur le réseau, une réévaluation des solutions proposées dans ce contexte pour assurer la réussite de la gestion de ce dernier



Figure V.130: les pressions élevés dans le secteur

Pour les vannes de régulation des débits qui jouent un rôle prépondérant dans la gestion de réseau d'AEP, sont utilisées pour contrôler le débit d'eau dans le réseau, coupant le débit en cas de besoin pour effectuer des travaux de maintenance ou réparer des dysfonctionnements. Ces vannes sont une partie essentielle du système pour assurer une distribution d'eau efficace et sûre.

V.2.5 conclusion :

Cette étude démontre l'utilité de la modélisation et de la simulation pour améliorer la conception et la gestion du réseau de distribution d'eau potable, notamment en traitant les problèmes de pression élevée et faibles vitesses.

Conclusion générale

Conclusion générale

La gestion durable des réseaux d'alimentation en eau potable constitue aujourd'hui un défi central pour les villes en développement, notamment dans les contextes de forte urbanisation comme celui du pôle urbain Ahmed Zabana. À travers ce mémoire, nous avons mené une étude approfondie sur les différents aspects liés à la planification, à la modélisation et à la gestion d'un réseau AEP, en mettant l'accent sur l'utilisation d'outils numériques performants et adaptés aux besoins des territoires en pleine expansion.

Dans un premier temps, une synthèse bibliographique nous a permis de poser les bases théoriques nécessaires à la compréhension des réseaux AEP, de leurs composants et de leurs caractéristiques de fonctionnement. Nous avons ensuite examiné les principales approches de gestion de ces réseaux, en identifiant les problèmes fréquemment rencontrés, notamment les pertes d'eau et les fuites, ainsi que les techniques modernes de leur détection et de leur réduction.

La présentation détaillée de la zone d'étude, le pôle urbain Ahmed Zabana, a permis de contextualiser notre travail et de prendre en compte les spécificités locales – climatiques, démographiques, sociales et économiques – pour une estimation réaliste des besoins en eau. Cette étape a constitué une base solide pour la modélisation du réseau

Par la suite, l'étude s'est appuyée sur l'utilisation combinée de plusieurs logiciels spécialisés – AutoCAD, ArcGIS, Mike Urban et EPANET – pour élaborer une modélisation fiable du réseau. L'intégration de ces outils a permis non seulement de concevoir le réseau de manière précise, mais aussi de simuler son fonctionnement et d'évaluer ses performances selon différents scénarios.

Enfin, la simulation et l'interprétation des résultats ont mis en évidence les points forts du réseau proposé, mais aussi ses éventuelles limites. Ces résultats permettent de formuler des recommandations pour une gestion plus efficace et durable du réseau AEP, notamment en matière d'entretien préventif, de surveillance en temps réel et de gestion des ressources.

Ainsi, ce mémoire a permis de démontrer l'importance de l'intégration entre l'approche technique, la connaissance du terrain et l'utilisation d'outils numériques dans la gestion des réseaux hydrauliques. Il constitue une base de réflexion et d'action pour les décideurs, les ingénieurs et les urbanistes appelés à concevoir et gérer les infrastructures hydrauliques de demain

Références bibliographiques

- [1] : **MOHAMED BOULOUARD**, *Gestion et exploitation de d'eau potable, Formation Maroc, 2014, cité dans MFE, Etude d'un réseau d'AEP à partir d'un réservoir de stockage des eaux potable, BAKHADDA HANANE-ZARGHAF AICHA, université Adrar, 2022.*
- [2] : **BOUHARI HADJER-BACHA ASMA NEDJMA**, MFE, université Badji-Mokhtar ANNABA, juin 2018.
- [3] : Université Badji-Mokhtar ANNABA, polycopie, installation de captage, consultée le site ; <https://elearning-fasci.univ-annaba.dz>
- [4] : Université de Lisala, www.cirep.ac.cd
- [5] : **MESSELMY, H.** (2012) ; dimensionnement de système d'AEP de la ville de Dar-chioukh de la wilaya de Djelfa, projet de fin d'étude. L'école Nationale Supérieure d'Hydraulique-**ARBOUI ABDELLAH**.
- [6] : **JULIETTE O'keeffe**, Mar8, 2024, « Le stockage d'eau et les défis émergents d'un climat changeant, National Collaboration centre for environmental Health / centre de calibration nationale en santé environnementale.
- [7] : **HUGUES GODART**, 10 février 2000, « Réservoirs, Adduction et distribution d'eau, ARTICLE de réf : C5195V2, Techniques de l'ingénieur, <https://www.technique-ingenieur.fr>
- [8] : **BOUCHELAGHEM ANIS- BOUMAIZA MOHAMED SOUHAIB**, MFE, Juin 2019, « modélisation du réseau d'eau potable de la nouvelle ville Draa Erich et l'élaboration d'un système d'information géographique, université Badji-Mokhtar ANNABA.
- [9] : **Français, G.** (2000); « Distribution et collecte des eaux usées », Presses Internationales Polytechnique.
- [10] : **ADDOUR-GARONNE, L.** d (2005) ; connaissance et maîtrise des pertes dans les réseaux d'eau potable.
- [11] : **Dr. BENZANNACHE NAZIHA**, polycopie du cours « alimentation en eau potable » ; département de génie civile&hydraulique, 2020-2021; université 8 Mai 1945, GUELMA.
- [12] : **ABDELBAKI, C, ALLAL M.A et DJELLOUL SMIR S.M** ; Une démarche qualité pour la gestion des réseaux d'alimentation en eau potable ; cas de GUT (ALGERIE), 6^{ème} conférence internationale des ressources en eau dans le bassin méditerranéen, Sousse, Tunisie, 10-12 OCT.2012.
- [13] : Polycopie du cours, université of BATNA 2, <https://sc-st.univ-batna2.dz>
- [14] : **JEAN-BERNARD BARDIAUX**, Enseignant chercheur, ENGEES/ICUBE, « description des réseaux d'eau potable.

- [15] : **TECHNIQUES DE L'INGENIEURE**, ARTICLE scientifique et techniques, réf : TBA2515.
- [16] : **Mdm. BENSAKLIA**, polycopie de cour 3 ème année licence, département hydraulique université Belhadj-Bouchaib, 2022-2023.
- [17] : *Canalisation d'eau potable*, -matériaux net.com ; <https://www.matériaux.com/reseau/canalisations-d-eau-potable.html>
- [18] : *Les différents types de canalisation*, consultées le site ; <https://www.wikitp.fr/distribution/les-types-de-canalisation>, 06-2018.
- [19] : (Photo prise par **Baba Hamed** à la souterraine-Office internationale de l'eau-Limoge, 2011).
- [20] : **DERRAR HADJER** , rapport de stage , bâtiment technologie SEOR d'Oran.
- [21] : **Dr.IKRAM KEHA**, M1 Aménagement touristique et patrimoine « Matière Informatique SIG(AutoCAD) ;Département des sciences géographique et topographique ;2019/2020.
- [22] : **AZZEDINE CHARIF** et **STITA DJAMEL**,MFE « Simulation d'un réseau d'AEP par EPANET et WaterCAD avec son Implantation sur ArcGIS », Université 08mai 1945 de Guelma, Juillet 2019 ; consulté le site : <https://resourcesarcgis.com/fr>
- [23] : **Dr.WAHIBA MENAD**, polycopie du cours « système d'Information Géographique » ;2017/2018.
- [24] : **DERRAR HADJER** , MFE de Master HYDRAULIQUE ; « modélisation d'un réseau de distribution d'AEP par Mike URBAN ; Université BELHADJ BOUCHAIB ;2022/2023.
- [25] : **ELIES GUZMAN**, « Nouveautés d'AutoCAD 2023 », consulté le site www.autocad.fr
- [26] : **MOHAMED BOUAZZA** et **YOUCEF KOUCHA**,MFE DE Master « Modélisation hydrologique du bassin versant du collecteur Oued M'kacel et la modélisation hydraulique du nouveau collecteur drainant le bassin versant avec prise en compte des ouvrages d'intégration »ENP,2018 ;Ecole Nationale Polytechnique ;page.83/84.
- [27] : PDAU du pôle urbain d'Oran Ahmed ZABANA. Source d'information bureau d'étude URBAB. Maitre d'ouvrage direction d'hydraulique wilaya d'Oran.
- [28] : Polycopie, chapitre 02, p.52 ; Université Oran2 ; <https://ds.univ-oran2.dz:8443>
- [29] : Wildi, 1983 ; DOMZING al. 2006
- [30] : **MOULAY IDRIS HASSANI**, Hydrogéologie d'un bassin endoréique semi-aride: le bassin versant de la grande sebkha d'Oran (Algérie), géologie appliquée. Université Scientifique et Médicale de Grenoble, 1987. Français
- [31] : **BAGHDADI MANSOUR**, MFE de Master « Le phénomène de dissolution des formations géologiques et leur impact sur les risques urbains de la région d'Oran », université Oran2 Mohamed Ben Ahmed, Juin 2018.

[32] : **Melle.MAHAMANE MATO AMINA**, mfe master « Contribution à l'étude hydrogéologique et environnementale de la zone des hassi (aquifère plio-quadernaire)ORAN-EST, université d'Oran2 Mohamed Ben Ahmed,2020.

[33] : Consulté le site : <https://meteostat.net> station Es-sénia Oran, le 16-23 Avril 2022.

[34] : Article, « Projet de la nouvelle ville d'Ahmed ZABANA ; site : <https://www.guideoran.com>

[35] : Pole urbain Ahmed ZABANA, capdz.dz

[36] : **SOUDANI MOUSTAFA**, le 17 Septembre 2023, « La gestion des réseaux d'alimentation eau potable ».

[37] : **Dr.ELMEDDAHI YAMINA**, Polcopie du cours, « Alimentation en eau potable »

[38] : Article transféré par **SOHAIB HOUDA** le Mars 05,2021 ; « Présentation du logiciel EPANET ».

[39] : **Zenidi Aicha - Zenidi Fatoum** , MFE, université Badji-Mokhtar ANNABA, juin 2019.

[40] : **LEBBOUZ KAOUTHER** , MFE de Master «etude du réseau d'AEP de cite Ennacer Ouargla »,université Ouargla Kasdi Merbah,2023/2024.