

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Université Mohamed Khider – Biskra
Faculté des Sciences et de la technologie
Département de Génie civil et d'Hydraulique
Réf :.....



جامعة محمد خيضر بسكرة
كلية العلوم والتكنولوجيا
قسم: الهندسة المدنية والري
المرجع:.....

Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de
Magister

Spécialité : **Hydraulique**

Option : **Hydraulique Urbaine et Ouvrages**

Thème

**Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution a sa
gestion à l'aide d'un système d'information géographique.
Étude de la rive gauche de la ville de SIDI AICHE**

Présenté par : **AZZI LYES**

Soutenu le :

Jury :

Président : OUAMENE AHMED

Professeur

Université de Biskra

Rapporteur : BOUZIANE Mohamed Tewfik

Professeur

Université de Biskra

Examineur : MESAMEH Abdelhamid

M.C.A

Université de Biskra

Dédicace

Ce modeste travail, achevé avec l'aide de BON DIEU le tout puissant, est dédié à ceux que j'aime

Aux deux êtres les plus chers au monde, mes parents qui n'ont pas cessé de m'encourager en me prodiguant de précieux conseils ;

Ames cher frères et mes chères sœurs ;

A mes deux amours DOUDA et HAMOUZOU ;

A ma fiancée RANDA ;

A toute ma famille sans exception ;

A tous mes amis.

Résumé : Ce travail consiste à modéliser le réseau d'alimentation en eau potable et de contribuer à la mise en place d'un SIG pour sa gestion. Nous avons choisies la rive gauche de sidi aiche comme zone d'étude et cela vus la complexités du système d'AEP de cette zone et les nombreuse problèmes a résoudre : le' manques des plans de réseau , taux de fuites très élevés Le manque d'eau pour certain zone et localités ,aménagement pour renforcer la chaine de d'adduction en cours et prévus pour la zone d'extension , ce qui rend la gestion très délicate et difficile du fait de l'utilisation d'outils d'investigation archaïques (archivage manuel, plans...). La croissance sociale suit une dynamique conjuguée à la concentration de la population dans le centre ville et à l'acuité des problèmes techniques liés à l'alimentation en eau confronte la maîtrise de la gestion du réseau et les interpelle pour une meilleure exploitation, voire pour une optimisation via l'acquisition et l'utilisation d'outils des désordres pouvant s'y produire, la simulation de son fonctionnement, le dimensionnement des extensions, la prévision des branchements particuliers, la décision sur le choix de l'emplacement et les situations futures, seule la modélisation et la gestion à l'aide d'un SIG pourra répondre à cette problématique. Dans un souci d'efficacité, une démarche méthodologique a été adoptée pour la modélisation et la du réseau d'AEP de la rive gauche de la ville de SIDI par Epanet pour ce qui est de modélisation et Arc-gis pour la mise en place d'un SIG.

Mots clés : démarche méthodologique, Modélisation, SIG, Epanet, Réseau d'AEP, Gestion.

Abstract: This work is consists on modeling the water supply system and to contribute the setting up of GIS for this reason Algeria looked at a management approach through a powerful tools of investigations, we chose SIDI AICHE lefts bank as a study area for his complexes water supply system, and it's contains at many problems that must be solved as lack of water in some area and localities; planning to strong then and planed for the extension area Elements that makes management very difficult and delicate is the use for the old investigation tools as (manual archiving; maps) social growth follows a dynamic combined with population concentration in down towns and the acuity of technical problems related to the water supply wish confronts the control of the network management and it is necessary to challenge them to get a better exploitation and even for the optimization through the acquisition and the use of tools.

Only modeling and managements of using a GIS can answer to this problematic, in preoccupation with an effectiveness a methodological approach was adopted to modeling the water supply network of SIDI AICH left bank bay EPANET to modeling and ARC-GIS to setting a geographic information system

Keywords: methodological approach, modeling, GIS, Epanet, Management water supply network, water supply network.

ملخص: يهدف هذا العمل إلى نمذجة شبكة المياه الصالحة للشرب و البحث عن طريقة لتسيير هاته الأخيرة باستعمال أنظمة جد مهمة ألا وهي أنظمة الإعلام الجغرافي. وقد وقع اختيارنا على الضفة اليسرى لسيدي عيش و ذلك نظرا للمشاكل العديدة التي يجب معالجتها (و'عدم وجود مخططات الشبكة , ومعدلات التسرب جدا عالية, نقص المياه بالنسبة لبعض المناطق والمحليات, والتخطيط لتعزيز سلسلة التوريد الحالية والمخطط لها في مجال الإرشاد, الأمر الذي يجعل تسيير هذه الشبكة جد صعب نظرا لاستخدام قديمة من أدوات للتحقيق (الأرشفة اليدوية والخرائط...). إن مشاكل الإمداد بالمياه الصالحة للشرب تتزايد مع النمو الاجتماعي, الاقتصادي, الثقافي للمجمع, وعليه فانه من المطلوب ترشيد استعمال المياه الصالحة للشرب. كما أن التزايد السكاني و كثافته على مستوى هذا المجمع يدعو مسيري المياه إلى إتقان طرق التسيير و الاستغلال وكذا أخذ القرارات المناسبة فيما يخص الدراسات الخاصة بالترميم و التجديد وكذا توسيع شبكة المياه الصالحة للشرب. ولحل هذه المشاكل التقنية تعتبر نمذجة شبكة المياه وتسييرها باستعمال وهي أنظمة الإعلام الجغرافي احد أهم الوسائل الحديثة, و من اجل إعطاء أكثر فعالية لنظام التسيير المقترح في

هذا العمل قمنا باقتراح مقارنة منهجية للنمذجة شبكة إمدادات المياه على الضفة اليسرى لمدينة سيدى عيش باستخدام Epanet من حيث النمذجة ونظام Arc-GIS لإنشاء نظام الإعلام الجغرافي.

كلمات مفتاحيه: مقارنة نظامية، نمذجة، أنظمة الإعلام الجغرافية، شبكة الإمداد بالمياه الصالحة للشرب، تسيير Epanet،

LISTE DES TABLEAUX

CHAPITRE I

Tableau I.1: Valeurs recommandées par l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse ...	12
Tableau I.2 : Valeurs recommandées par l'Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse.....	13
Tableau 1.3 : Valeurs du coefficient β_{\max} en fonction du nombre d'habitants	20
Tableau 1 : Coefficient de rugosité pour les tuyaux neufs	21
Tableau I.5 : Démarche MERISE	34
Tableau I.6 : Attributs de la table « Conduite »	35
Tableau III.4 : Exemple de dictionnaire de données.....	40

CHAPITRE II

Tableau II. 2 : Liste des réservoirs de stockage	47
Tableau II. 3 : Liste des stations de pompage	47
Tableau II. 4 : Liste des Forages	47
Tableau II.4 : Caractéristiques du réservoir Imadalou	52
Tableau II.5 : Caractéristiques du réservoir Ighaouzene.....	53
Tableau II.6 : Caractéristiques du réservoir Hôtel	54
Tableau II.7: Caractéristiques du réservoir Hôpital	55
Tableau II.8 : Caractéristiques du réservoir Remila.....	56
Tableau II.9 : Caractéristiques de la station de reprise Imadalou	57
Tableau II.10 : Tableau récapitulatif des longueurs par type de matériaux et diamètres.....	60
Tableau II.11 : Tableau récapitulatif des longueurs par type de matériaux et diamètres.....	61
Tableau II.12 : Analyse de la production/consommation Année 2010	63
Tableau II.13: Analyse de la production/consommation Année 2011	63
Tableau II.14: Analyse de la production/consommation Année 2012	63
Tableau II. 15 : Rendement du réseau	64
Tableau II.17: Indice linéaire de consommation	64
Tableau II.18: Indice linéaire de perte.....	64
Tableau II.19: Evolution de la population de la commune de Sidi Aïch (1966-2008)	66
Tableau II. 20 : Projection de la population	67
Tableau II.21 : Etude comparative de l'évolution de la population de la commune de Sidi Aïch	68

Tableau II.22: Distribution de la population par district	70
Tableau II.23: calcul de la dotation unitaire actuelle	70
Tableau II.24: Demande unitaire future	71
Tableau II.25 : Equipements existants	75
Tableau II.26 : Détermination des besoins domestiques	76
Tableau II.27 : Détermination des besoins scolaires	76
Tableau II.28: Détermination des besoins sanitaires.....	77
Tableau II.29 : Détermination des besoins administratifs	77
Tableau II.30 : Détermination des besoins commerciaux	78
Tableau II.31: Détermination des besoins industriels	78
Tableau II.32 : Détermination des besoins socioculturels.....	79
Tableau II.33: Récapitulation des besoins journaliers en eau pour l'année 2014 et l'horizon d'étude 2030	79
Tableau II.34: Ville de Sidi Aïch (Rive gauche) – Projection de la demande	81
Tableau II.35: demande moyenne en distribution par secteur.....	82
Tableau II.36 : Evolution des besoins selon la population.....	83
Tableau II.37: Bilan besoins – ressources	86
Tableau II.38: Calcul de la pression nominale (PN) de la conduite d'adduction.....	101
Tableau II.39 : Calcul de la pression nominale (PN) de la conduite d'adduction.....	103
Tableau II.40 : Calcul des besoins de la zone d'extension.....	106
Tableau II.41 : Calcul des frais d'exploitation	106
Tableau 5 : Calcul des frais d'amortissement	107
Tableau II.43 : Bilan.....	107
Tableau II.44 : Calcul de la pression nominale (PN) de la conduite d'adduction.....	108
Tableau 6 : Répartition des débits et dimensions des conduites d'adduction	121
Tableau II.46: Récapitulatif des ouvrages à réalisés sur la distribution.....	122
Tableau II.47: Récapitulatif des ouvrages à réalisés sur les adductions	122

LISTE DES FIGURES

CHAPITRE I

Figure (I.1) : Shama d'alimentation en eau potable	3
Figure 1.2.a : Château d'eau	5
Figure 1.2.b : Réservoir d'eau	5
Figure I.3. Evolution de la population.....	14
Fig. I.4 : Situation année 0	15
Fig. I.5 : Situation à l'horizon 5 ans	16
Fig. I.6 : Situation à l'horizon 10 ans	17
Figure I.7: Structure d'un Système d'Information Géographique.....	26
Figure I.8: Spectre des constituants et de l'action du SIG	26
Figure I.9 : Modèle de représentation des données géographiques.....	27
Figure I.10 : Acquisition de l'information géographique.....	29
Figure I.11 : Les composantes informatiques d'un SIG.....	31
Figure I.12 : Exemple de relation	36
Figure I.13 : Schéma conceptuel du réseau d'AEP	38
Figure I.14: Passage du schéma conceptuel au schéma relationnel	43
Figure I.15: Passage du schéma relationnel à la table relationnelle.....	43

CHAPITRE II

Figure II. 1: Plan de situation de la zone d'étude.....	46
Figure II.2 : Schéma de fonctionnement du réseau de la rive gauche de Sidi Aïch.....	49
Figure II.3 : Répartition des longueurs en fonction de la nature des conduites.....	60
Figure II.4 : Répartition des longueurs en fonction de la nature des conduites.....	61
Figure II.5: Projection de la population de la commune de Sidi Aïch	68
Figure II.6: Profil de consommation horaire (quartier Alliche et Daïra)	73
Figure II.7: Coefficient de variation horaire théorique	74
Figure II.8 : modélisation du réseau de la ville de sidi aiche sous la condition actuelle (instantané)	88
Figure II.9 : modélisation du réseau de la ville de sidi aiche sous la condition actuelle sur 24 h pour le jour et l'heure du point.....	90
Figure II.10: modélisation du réseau de la nouvelle ville de RMILA sous les conditions actuelle sur 24 h pour le jour et l'heure du pointe	91
Figure II.11 : modélisation du réseau de la nouvelle ville de RMILA sous les conditions	92
actuelle sur 24 h pour le jour et l'heure du pointe Après installation des réducteur de pression	

LISTE DES FIGURES

Figure II.12 : modélisation du réseau de la nouvelle ville de RMILA sous les conditions actuelle sur 24 h pour le jour et 14heur du pointe Après installation des réducteurs de pression	93
Figure II.13. : Aménagement projeté pour la zone Remila	96
Figure II.14 : réseau de distribution de l'agglomération de Remila.....	97
Figure II.15: marnage du réservoir 100 m3 de Remila le jour moyenne	98
Figure II.16: marnage du réservoir 100 m3 de Remila le jour de pointe	98
Figure III.17: Evolution de la pression au nœud 14 alimenté par le réservoir 100 m3 de Remila.	99
Figure III.18: Evolution de la pression au nœud 4 alimenté par le réservoir 100 m3 de Remila.	100
Figure III.19: Evolution du débit a la sortie du réservoir 100 m3 de Remila	100
Figure III.20: Evolution du débit à l'entrée du réservoir 100 m3 de Remila	101
Figure 21: Evolution du débit à l'entrée de la nouvelle SR 2x500 m3 de Remila.....	102
Figure 2: Aménagement de la zone d'extension	105
Figure III. 3: modélisation du réseau de la rive gauche situation future	110
Figure 429: zone d'influence du réservoir Ighaouzene.	111
Figure 5: marnage du réservoir Ighaouzene 100 m3 de le jour moyen	112
Figure 6: marnage du réservoir Ighaouzene 200 m3 de le jour de pointe	112
Figure III 32: Evolution du débit à la sortie du réservoir Ighaouzene 200 m3	113
Figure 733: zone d'influence du réservoir hôpital.	114
Figure III.34: marnage du réservoir hôpital 200 m3 le jour moyen	114
Figure 835: marnage du réservoir hôpital 200 m3 le jour de pointe	115
Figure III .36: Evolution du débit à la sortie du réservoir Hôpital Ighaouzene 200 m3	115
Figure III.37: zone d'influence du réservoir Hôtel.	116
Figure III.38: Marnage du réservoir hôtel 100 m3 le jour moyen.....	116
Figure III.39: Marnage du réservoir hôpital 100 m3 le jour de pointe.....	117
Figure III. 40 : Evolution du débit à la sortie du réservoir Hôtel 200 m3 vers le réseau de distribution.....	118
Figure III. 41: (<i>zone d'influence des réservoirs Imadalou</i>).	118
Figure III.42: Marnage du réservoir Imadalou 300 m3 (le jour moyen)	119
Figure III.43: Marnage du réservoir Imadalou 300 m3 (le jour de pointe)	119
Figure III.44: Evolution du débit à la sortie des réservoirs Imadalou 2x300 m3.....	120

LISTE DES FIGURES

CHAPITRE III

Figure: VI.1 : Organisation structurelle d'un système d'AEP de la rive gauche de la ville de SIDI AICHE	125
Figure III.1 : La première étape de géo référencement sous Auto-Cade.....	127
Figure III.2 : Enregistrement de l'image satellitaire de la ville de sidi aiche sous Google Earth.....	127
Figure III.3 : Calage de l'image satellitaire de la ville de sidi aiche Google Earth sous Auto Cade.....	128
Figure III.4 : Réseau d'alimentation de la rive gauche de sidi aiche sous-ArcGis.....	129
Figure IV.5 : Structure de la table « Conduites ».....	130
Figure IVI.6 : Interfaces et Import/Export de données.....	131
Figure IV : La base des données du réseau d'alimentation de la rive gauche de la ville de sidi aiche sous ARCGIS.....	132

HAPITRE II

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier : Tout d'abord le bon Dieu de m'avoir donné le courage et la patience de mener à bien ce travail.

Je tiens particulièrement à remercier mon promoteur M.BOUZIANE MOHAMED TEWFIK pour ses conseils, ses orientations et son aide durant l'encadrement.

Je remercie également les membres de jury, pour l'honneur qu'ils me font en acceptant de juger ce travail et de participer à la soutenance.

Je terminerai mes remerciements par les personnes qui nous sont chères. Ma famille, plus particulièrement mes parents, dont le soutien inconditionnel m'a aidé à surmonter les difficultés et les moments de doute inhérents à cette aventure. Qu'ils trouvent, dans la réalisation de ce travail, l'aboutissement de leurs efforts ainsi que l'expression de ma plus affectueuse gratitude.

Introduction générale

L'Algérie parmi les pays qui se situent en dessous du seuil de pénurie de la disponibilité en eau, fixée internationalement à 1000 m³/an/habitant. La disponibilité de l'eau est en effet actuellement, avec une population de plus 30 millions d'habitants, de 383 m³/an/habitant et passera en 2020 avec une population de 44 millions d'habitants environ, à 261 m³/an/habitant, pour ce qui concerne les ressources mobilisables [31].

A présent, les taux de raccordement des populations à des systèmes d'alimentation en eau potable sont de 93% à l'échelle nationale, et qui sont très élevés dans les agglomérations et un peu plus faibles dans les zones rurales. Mais la régularité et la continuité de la distribution, objectifs principaux de l'Algérienne Des Eaux (ADE), ne sont atteintes que dans un nombre restreint des agglomérations. Et dans bien des cas, on ne peut pas accuser l'insuffisance de ressources disponibles. Une partie seulement de l'eau potable produite est réellement distribuée aux usagers en raison des fuites dans les réseaux : les taux de pertes sont très importants, atteignant dans certains cas 50% [32].

Cette situation problématique s'explique principalement par l'état défectueux des réseaux. Les actions qui permettent d'assurer la continuité et la qualité du service public ces actions sont ; la réparation des réseaux, la réduction des fuites et des gaspillages à l'aide des outils de modélisation et d'aide à la décision.

L'amélioration de la qualité de service rendu aux abonnés, la collecte et le rassemblement des informations liés à la localisation géographique du réseau de distribution sur un même support informatique devient alors nécessaire, Pour mettre en exergue les performances des Systèmes d'Information Géographiques (SIG) dans la gestion d'un réseau de distribution d'eau potable, notre choix a porté sur la rive gauche de la ville de SIDI AICHE d'autant plus qu'il est complexe et difficile à mettre en œuvre.

Le travail présenté s'articule comme suit :

Le chapitre I : Généralité et méthodologie de diagnostic et de modélisation du réseau d'AEP et étape de mise en place d'un système d'information géographique et la base de données du système.

Le chapitre II : Consiste à présenter la rive gauche de la ville de SIDI AICHE, les ressources en eau alimentant la rive gauche de la ville de sidi aiche ainsi que les performances du réseau d'alimentation en eau potable, estimation des besoins aux divers horizons, modalisation du

INTRODUCTION GENERALE

réseau par EPANET et les décisions à prendre pour l'amélioration des performances de ce dernier aux divers horizons.

Le chapitre III : Consiste à la mise en place d'un système d'information géographique de la rive gauche de la ville de SIDI AICHE.

I. Introduction

L'objet de ce chapitre s'articule sur quelques définitions nécessaires que l'on rencontre au cours de cette étude, telle que la définition du réseau d'alimentation en eau potable, les différents types des réseaux, la modélisation et la gestion des réseaux et le système d'information géographique.

On donnera également les différentes contraintes rencontrées dans le domaine de la gestion des réseaux d'AEP qui sera l'objectif du deuxième chapitre.

I.1. Présentation du réseau d'alimentation en eau potable

Habituellement le réseau d'A.E.P est constitué d'un ensemble d'ouvrages, d'accessoires qui sont enchaînés à partir de la source jusqu'aux usagers permettant la satisfaction des besoins actuels et futurs.

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

Parmi ces dernières on distingue :

- **Le Captage** : cette étape consiste à recueillir les eaux souterraines ou de surfaces de la source telle que les barrages, les prises en rivières et les champs captants.
- **L'adduction** : elle nous permet de transférer l'eau de la zone de captage jusqu'au réservoir ceci soit gravitaire ou par refoulement.
- **Le traitement** : ce qui permet de transformer l'eau brute en eau potable.

Le schéma suivant représente les principaux ouvrages constituant un réseau d'AEP :

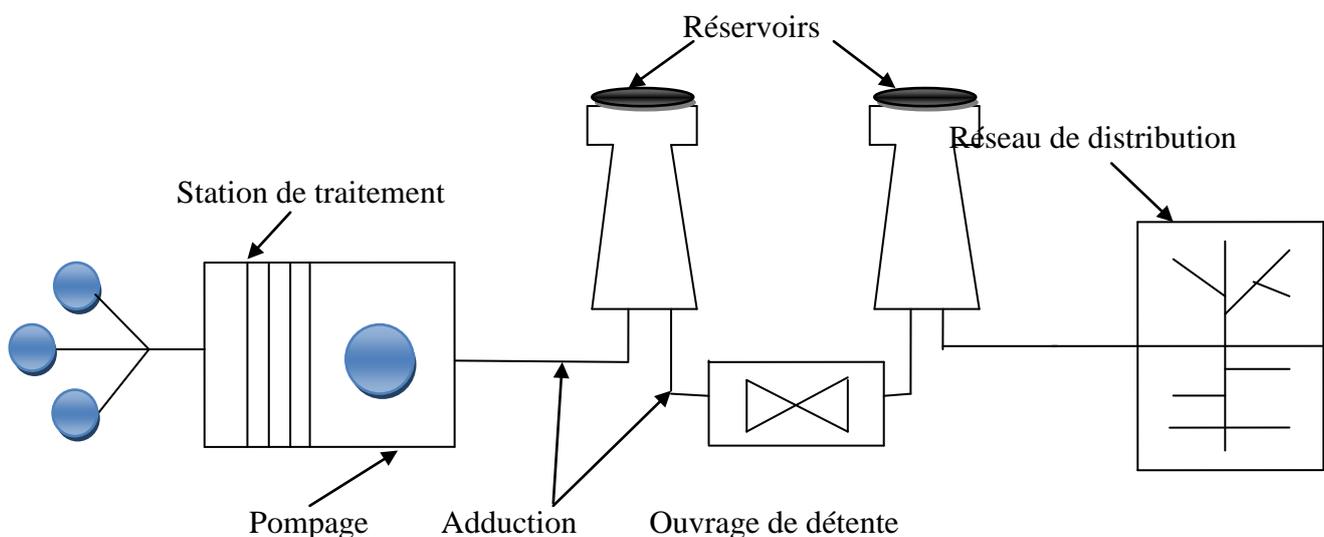


Figure (I.1) : Schéma d'alimentation en eau potable [4].

I.1.1 Captages : Les captages sont les travaux effectués pour prélever les eaux naturelles en vue de l'alimentation, ils peuvent concerner soit l'eau présente dans le sous-sol, sous forme de nappes aquifère, soit celle qui surgit du sous-sol à la surface par des sources, soit encore celle que l'on trouve à la surface du sol, dans les rivières ou dans des étangs naturels ou artificiels [1].

I.1.2. Traitement des eaux : Les eaux captées dans la nature, exactement les eaux de surface (lacs et rivières), ne présentent pas les qualités physiques, chimiques et biologiques désirables pour la consommation [1]. Pour rendre ces eaux potables, il faut les traiter. Le traitement d'une eau brute dépend de sa qualité, laquelle est fonction de son origine et peut varier dans le temps. L'eau à traiter doit donc être en permanence analysée car il est primordial d'ajuster le traitement d'une eau à sa composition et, si nécessaire, de le moduler dans le temps en fonction de la variation observée de ses divers composants. Il peut arriver cependant qu'une pollution subite ou trop importante oblige l'usine à s'arrêter momentanément [2], (**figure 1.2**). 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 de corps chimiques appropriés, soit par adsorption de corps nuisibles à supprimer.

I.1.2.L'Adduction

L'adduction d'eau regroupe les techniques permettant d'amener l'eau depuis sa source à travers un réseau de conduites ou d'ouvrages architecturaux (aqueducs) vers les lieux de consommation.

I.1.2.1. Types d'adduction Il ya deux types d'adduction :

A.L'adduction gravitaire : Où l'écoulement de l'eau à des pressions importantes est causé par la différence des niveaux hydrauliques : l'altitude de la source est supérieure à l'altitude du point de consommation, et se déplace donc grâce à la force de gravitation d'où son nom. C'est le principe du Château d'eau.

B.L'adduction par refoulement : Où la pression sur le réseau et l'acheminement de l'eau se fait à l'aide de pompes à l'intérieur de stations de pompage.

C.L'accumulation (stockage) : Les réservoirs doivent maintenir l'eau à l'abri des risques de contaminations, et autant que possible des fortes variations de température [3]. Il sert aussi à deux choses :

- Constituer une réserve d'eau disponible même si le pompage est arrêté.
- Séparer le pompage de la distribution

Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution a sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique.

A partir du réservoir, l'eau s'écoule dans les tuyaux par son propre poids, donc plus le réservoir sera plus haut, plus l'eau pourra aller loin et vite. C'est pour que certains réservoirs sont au sol (**figure 1.2-b**) mais que d'autre doivent être surélevés (château d'eau) pour que l'eau ait une pression suffisante pour alimenter tout le village. Les châteaux d'eau (**figure 1.2-a**) sont soit en métal (lorsqu'une petite capacité est nécessaire) soit en béton armé (pour les plus grosses capacités).



Figure 1.2.a : Château d'eau

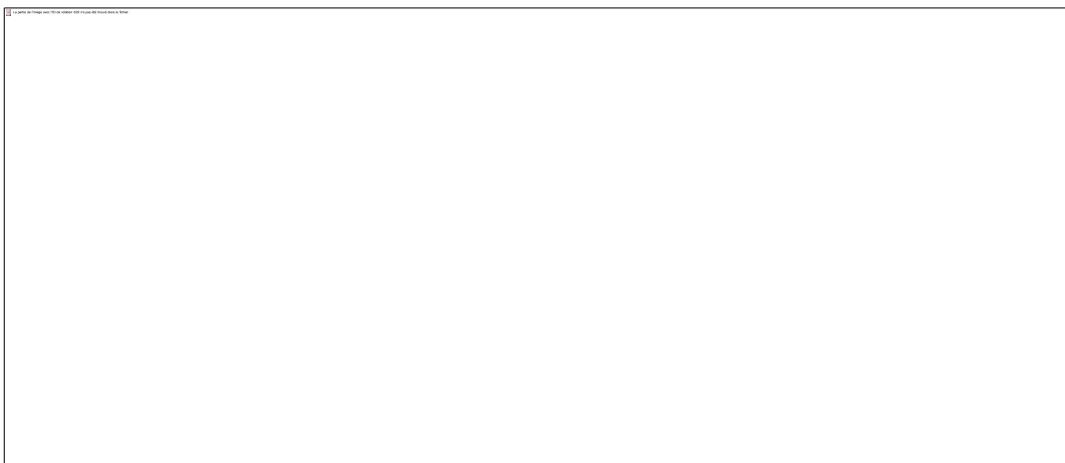


Figure 1.2.b : Réservoir d'eau

I.1.3.La distribution : Dans cette étape le transport de l'eau potable aux consommateurs ce fait grâce au réseau de distribution qui peut être un réseau maillé, ramifié, étagé, combiné ou réseau à alimentation distincte

I.1. 3.1 Structure du réseau de distribution

La structure du réseau AEP dépend de la localisation des abonnés, de leur importance et du niveau de demande à assurer. La structure traduit les dimensions des conduites, la capacité des réservoirs, le nombre de pompes et la puissance fournie. Elle tient compte d'éléments géographiques tels que : la dispersion des abonnés, la présence d'obstacles naturels, la présence de routes, chemin de fer, jardins, d'autres réseaux enterrés. Tous ces éléments vont permettre au service de l'eau de définir des caractéristiques propres à chaque composant du réseau afin d'assurer son bon fonctionnement. [5]

I.2.Modélisation des réseaux d'AEP

I.2.1Définition

La modélisation est une représentation logique et mathématique du comportement du système réel dans un contexte donnée et une problématique donnée, le modèle prend dans la majorité des cas la forme d'une série d'hypothèse concernant le fonctionnement du système et qui sont exprimer a l'aide de relation mathématique, logique ou symboliques entre les entités. Ces modèles sont dite analytiques. Lorsque le système est assez complexe à modéliser de manière analytique, les praticiens utilisent un modèle descriptif qui détaille les différents évènements et actions décrivant son comportement. [6]

I.2.2.Modélisation des réseaux d'AEP

Pour décrire la réalité complexe de l'hydraulique et de la gestion des réseaux d'alimentation en eau potable, un important effort de développement des modèles mathématiques a été réalisé, depuis trente ans. Cet effort a été grandement favorisé par le développement des moyens informatiques.

La modélisation constitue une démarche d'investigation non destructive, lorsqu'elle est menée dans de bonnes conditions, permet :

- Dans le cadre d'une étude diagnostique, de connaître le fonctionnement hydraulique du réseau en situation actuelle et prochaine, afin de déterminer ses points faibles et de planifier les renforcements nécessaires à court terme ;
- De coordonner et valider, par les responsables de la distribution, les petits travaux en vérifiant l'adéquation et la consistance.

□ Du point de vue de l'exploitation, d'étudier les situations critiques liées à l'indisponibilité d'une ressource, d'ouvrages de pompage ou de stockage, ou d'une canalisation maîtresse, ou de rechercher les dispositions les mieux adaptées pour parvenir à un contrôle adéquat de la pression de distribution tout en réduisant les coûts d'exploitation.

□ D'autre part, de concevoir, dimensionner et planifier les aménagements rendus nécessaires par l'évolution des consommations ou de la réglementation en matière de sécurité [7].

I.2.3. Les logiciels de modélisation des réseaux d'AEP

De nos jours, les outils de modélisation sont devenus incontournables à la gestion des réseaux d'eau potable. De plus en plus, les gestionnaires des réseaux d'eau potable se dotent d'outils de modélisation pour mieux concevoir, gérer et prévoir l'évolution des ouvrages hydrauliques et la qualité de l'eau distribuée. Actuellement, il existe plusieurs logiciels pour la modélisation et la gestion des eaux, parmi ces logiciels on peut citer :

➤ AQUIS

AQUIS (B. Coelho & A. Andrade-Campos, 2014) est un outil pour la modélisation et la gestion de la distribution de l'eau, c'est un programme qui comprend non seulement la simulation hydraulique mais également la conception et optimisation du réseau. Il intègre des modules de calibrage, SCADA et SIG. Il a la capacité à travailler en temps réel et en ligne.

AQUIS a été développé par la société danoise Sept Technologies et est basé sur la technologie de deux plates-formes établies - LICWATER et WATNET [08]

➤ **Aquadapt**, qui permet l'optimisation de l'énergie pour l'ensemble de réseau. il intègre un module SCADA; [09]

➤ EauSynergiee

L'eau est le successeur SynergieeStoner à leur origine les services Workstation Stoner.

Eau Synergiee est basé autour du produit de base Synergiee développé pour le gaz et d'électricité et d'eau bien sûr. Stoner fait l'affirmation audacieuse que « Synergiee est la famille la plus avancée de la modélisation des réseaux et des applications de gestion des modules disponibles dans le commerce". Offert en format modulaire, a Synergiee modules pour permettre de relier les systèmes d'information à la clientèle, SCADA reliant, à l'isolement et la simplification du modèle principal [10].

➤ ElyxAqua

ElyxAqua est une application logicielle de gestion cartographique des réseaux, dédiée aux métiers de l'eau et de l'assainissement. Cette solution repose sur les modules de la suite logicielle Elyx : Elyx Office, Elyx Web, Elyx Manager et Elyx Mobile. Elyx Aqua s'appuie sur un modèle

des données éprouvées, complet et adaptable afin d'intégrer toutes les données et ainsi répondre aux besoins fonctionnels exprimés. Les logiciels du Groupe STAR-APIC sont considérés comme les meilleures solutions SIG pour la gestion des réseaux d'eau et d'assainissement et ce, depuis de nombreuses années. En France et à ailleurs, de très nombreux gestionnaires de réseaux ont opté pour cette technologie [11].

➤ **EPANET**

Le logiciel Epanet est né suite à une initiative du Congrès des Etats-Unis qui visait à protéger les ressources naturelles du pays. Dès lors, l'EPA (US Environmental Protection Agency) a été chargée de développer des techniques permettant de mieux appréhender les écoulements et les transformations de l'eau dans un réseau d'adduction d'eau potable [12].

I.2.4. Les modèles

Les modèles mathématiques, d'une façon très générale, sont constitués

- D'un ensemble de variables, choisies pour représenter l'objet étudié ;
- D'un ensemble de relations mathématiques entre ces variables, choisies pour représenter son fonctionnement ;

Ces relations, qui doivent permettre de calculer les variables de sortie en fonction des variables d'entrée, font aussi intervenir d'autres paramètres. Cette imitation recouvre deux fonctions essentielles, complémentaires et indispensables :

L'une de représentation simplifiée de la réalité, perçue d'un certain point de vue par le modélisateur, à travers un filtre conceptuel : un modèle est donc une interprétation et non simple reproduction,

- L'autre, d'instrument d'étude de cette réalité, conçu pour répondre à un certain objectif guidant l'ensemble des choix faits au cours de la modélisation : un modèle est donc aussi une représentation orientée et sélective.

D'où le caractère doublement relatif d'un modèle, qui dépend tout à la fois de la justesse des Conceptions et des hypothèses sur lesquelles il repose, et de l'objectif poursuivi.

Ainsi il est nécessaire, bien que cela soit trop souvent oublié, d'explicitier clairement les objectifs poursuivis, les choix, hypothèses et approximations de l'outil, et enfin définir, si c'est possible, les limites de son domaine de validité et donc définir son champ d'application.

I.2.5. Intérêts de la modélisation des réseaux d'AEP

La modélisation des données est une étape fondamentale dans la conception des bases de données qui seront utiles pour la gestion du réseau d'eau potable elle permet de traduire le monde réel par toute sa complexité, et par des structures de données.

Elle a pour objet d'abstraire la réalité en mettant l'emphase sur les phénomènes d'intérêt et en éliminant ce qui ne concerne pas l'objectif poursuivi ce qui permet :

➤ **Du point de vue hydraulique**

Connaitre le fonctionnement hydraulique du réseau sur les déférant horizon actuelle et future et aussi d'estimer les besoins en renforcement et en extension du réseau enter mes d'infrastructure [13].

D'obtenir une vision du fonctionnement du réseau en toute condition au degré de précision désiré.

Permet de déterminer les défaillances et les points noirs non apparents sur notre réseau qui serait la base pour l'établissement des plannings de gestion et de renforcement à court et long termes.

➤ **Du point de vue économique**

Coté exploitation, elle permet d'étudier les situations critiques liées à l'indisponibilité des ressources, d'ouvrages de stockages ou de pompages ou d'une canalisation maitresse, ou de rechercher les dépositions les mieux adaptées pour les couts d'exploitation [13].

Un outil d'aide à la décision pour l'établissement des programmes de d'développement durable et des projets de mobilisation à l'échelle sectorielle

➤ **Du point de vue sécurité**

Elle permet d'intervenir plus rapidement, et limiter les dégâts qui peuvent être rencontré en cas d'incendier ou de contamination.

Elle permet aussi de classer, d'identifier les zones selon leurs degrés de risque, et de planifier les méthodes d'intervention à l'avance.

D'autre part de concevoir, de dimensionner, et planifier les aménagements rendus nécessaires par l'évolution des consommations ou de réglementation en matière de sécurité [13].

Les modèles

Les modèles mathématiques, d'une façon très générale, sont constitués

- D'un ensemble de variables, choisies pour représenter l'objet étudié ;
- D'un ensemble de relations mathématiques entre ces variables, choisies pour représenter son fonctionnement.

Ces relations, qui doivent permettre de calculer les variables de sortie en fonction des variables d'entrée, font aussi intervenir d'autres paramètres. Cette imitation recouvre deux fonctions essentielles, complémentaires et indispensables :

L'une de représentation simplifiée de la réalité, perçue d'un certain point de vue par le modélisateur, à travers un filtre conceptuel : un modèle est donc une interprétation et non simple reproduction,

- l'autre, d'instrument d'étude de cette réalité, conçu pour répondre à un certain objectif guidant l'ensemble des choix faits au cours de la modélisation : un modèle est donc aussi une représentation orientée et sélective.

D'où le caractère doublement relatif d'un modèle, qui dépend tout à la fois de la justesse des Conceptions et hypothèses sur lesquelles il repose et de l'objectif poursuivi.

Ainsi, il est nécessaire, bien que cela soit trop souvent oublié, d'explicitier clairement les objectifs poursuivis, les choix, hypothèses et approximations de l'outil, et enfin, définir si c'est possible, les limites de son domaine de validité et donc définir son champ d'application[13].

I.3.Etapes de la modélisation

I.3.1 Connaissance de l'existant

Il est indispensable de bien connaître la position et le linéaire des différentes conduites du réseau, leur matériau, leur diamètre et leur âge, de même que la localisation et le type des différents appareils (mesures, protection du réseau, etc.). Cette connaissance doit être transposée sur des plans du réseau mis à jour régulièrement. Les plans sont habituellement de deux types :

- Des plans généraux à échelle relativement petite entre 1/2000 et 1/1000 qui permettent d'avoir l'ensemble du réseau et facilitent la compréhension de son fonctionnement notamment lorsqu'il faut isoler un secteur.

C'est l'outil de base du fontainier (employé responsable de la production et de la distribution d'eau potable). De nombreux services possèdent ce type de plans, mais tous ne sont pas remis systématiquement à jour. Trop souvent, chaque agent reporte les modifications dont il a connaissance sur son propre plan sans faire remonter cette information. L'utilisation des « Systèmes d'Information Géographiques » (SIG), lorsqu'ils sont adaptés aux besoins des utilisateurs, faciliteraient cette tâche. Sur ces plans doivent figurer :

- Tous les équipements et appareils liés au fonctionnement du réseau (réservoirs, vannes des sectionnements, appareils de régulation,...) ;
- Le diamètre et le matériau des conduites ;
- Quelques côtes altimétriques du terrain.
- Des plans précis à grande échelle (au 1/200, 1/500), définis par rue, sur lesquels figureront :
 - L'emplacement des branchements et la triangulation des robinets de prise en charge ;

- Le positionnement exact du réseau (en 3D) et de ces appareils annoncés (appelés à vidanges et ventouses) ;
- La position des réseaux voisins ;
- le matériau, le diamètre, et l'âge de la conduite, et des branchements.

Les éléments indiqués ci-dessus ne sont pas exhaustifs. L'utilisation de l'informatique notamment, permet aujourd'hui de prendre en compte de nombreux paramètres supplémentaires et d'utiliser facilement les sémiologies (forme et couleur) numériques [14].

I.3.2. Informations relatives au fonctionnement du réseau

Il s'agit là d'un aspect de la connaissance moins habituel que le précédent mais certainement, tout aussi important et en outre très complémentaire.

Dés qu'il atteint une certaine importance soit 100000 m^3 mis en distribution par an, par exemple, le réseau doit être organisé en secteur de distribution, et il est impératif de bien connaître les différentes catégories de volumes pour l'ensemble du réseau et pour chacun des secteurs, notamment :

- le volume mis en distribution annuellement ;
- les volumes comptabilisés pendant la même période ;
- les divers volumes non comptabilisés (les pertes d'eau, le volume consommé pour les incendies...);
- les paramètres hydrauliques de chaque tronçon [15].

A partir de ces différentes catégories de données et des caractéristiques du réseau, seront calculés les rendements (R) et indices habituels, comme les rendements primaires (R_p) et nets (R_n), les indices linéaires de pertes (ILP) en distribution ou en réparation [16]

Avec :

Il peut également être intéressant d'avoir une idée des principales lignes piézométriques à différentes périodes, de connaître l'évolution des caractéristiques de l'eau, de même que, de réaliser périodiquement des analyses de débit sur les compteurs des différents secteurs de distribution.

Tous ces informations nous permettent de déterminer certains paramètres qui peuvent nous donner une idée sommaire sur l'état du réseau D'AEP.

I.3.2.1.. Rendement du réseau

Le rendement du réseau est le rapport entre les volumes comptabilisés ou facturés (volumes distribués) et les volumes mis en distribution (volumes produits) multiplié par 100. Le rendement s'exprime en pourcentage (%) [17].

$$\eta_d = \frac{V \text{ facturés}}{V \text{ mis en distribution}} * 100 \quad (\text{Réseau de distribution})$$

$$\eta_{ad} = \frac{V \text{ mis en distribution}}{V \text{ produit}} * 100 \quad (\text{Réseau d'adduction})$$

I.3.2.2.Indice linéaire de consommation (ILC)

L'indice linéaire de consommation (ILC) est donné dans l'équation suivante [17] :

$$ILC = \frac{\text{Volume facturés } (\frac{m^3}{j})}{\text{linéaire du réseau (km)}}$$

L'indice linéaire de consommation ILC ($m^3/j/km$) nous permet de qualifier le type de réseau. Le barème de ces qualifications est extrait du tableau de l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse est donné ci-après [18] :

Tableau (I.1): Valeurs recommandées par l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse [18]

Type du réseau	ILC ($m^3/jour/km$)	ILC ($m^3/h/km$)
Rural	< 10	< 0.416
Semi-rural	10 < ILC < 30	0.416 < ILC < 1.25
Urbain	ILC > 30	ILC > 1.25

I.3.2.3Indice linéaire de perte (ILP)

Le linéaire de canalisation du réseau de la commune de Sidi Aïch est de 40000 ml hors branchements. Le rendement est un critère relatif d'appréciation, car il ne permet pas de comparer l'état de fonctionnement des réseaux de configuration différente, mais seulement de suivre l'état d'un réseau en observant les variations d'une année sur l'autre.

Nous avons donc calculé l'indice linéaire de perte (ILP) [17].

$$ILP = x \frac{\text{débit de perte en distribution}}{\text{longueur du réseau (hors branchement)}} \text{ en } m^3/h/km$$

Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution à sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique.

Le débit de pertes en distribution est défini comme la somme des débits gaspillés, des débits détournés et du débit des fuites. On exprime cet indice en mètre cube par heure et par kilomètre ($m^3/h/km$). Il constitue un indicateur intéressant puisqu'il prend en compte la longueur du réseau. On peut le rapporter à des valeurs de référence, proposées à titre indicatif par l'agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse (toujours en $m^3/h/km$) :

Tableau I.2 : Valeurs recommandées par l'Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse [18]

Catégorie de réseau	Rural	Semi-rural	Urbain
bon	< 0,06	< 0,13	< 0,3
acceptable	< 0,1	< 0,2	< 0,4
médiocre	$0,1 < ILP < 0,16$	$0,2 < ILP < 0,33$	$0,4 < ILP < 0,63$
mauvais	> 0,16	> 0,33	> 0,63

L'indice de perte a l'avantage de permettre des comparaisons entre les différentes zones d'un même réseau ou entre plusieurs réseaux. La connaissance de l'indice de perte permet de mieux orienter le choix des tronçons à examiner en priorité.

I.3.3.Détermination des données de base

La demande en eau est déterminée par de nombreux facteurs dont le plus marquant est bien sûr la croissance démographique. On perçoit l'étroite corrélation entre la démographie et la demande domestique. De même, le développement de divers secteurs socio-économiques (administration, commerces et services) dépend largement de la croissance de la population. Les besoins d'approvisionnement en eau de ces secteurs ont de ce fait un lien avec la démographie.

I.3.3.1. Démographie – Urbanisme – Méthodologie

L'établissement de prévisions démographiques représente une étape clé pour toute étude de modélisation du réseau d'AEP :

Ces prévisions seront élaborées aux 2 niveaux suivants :

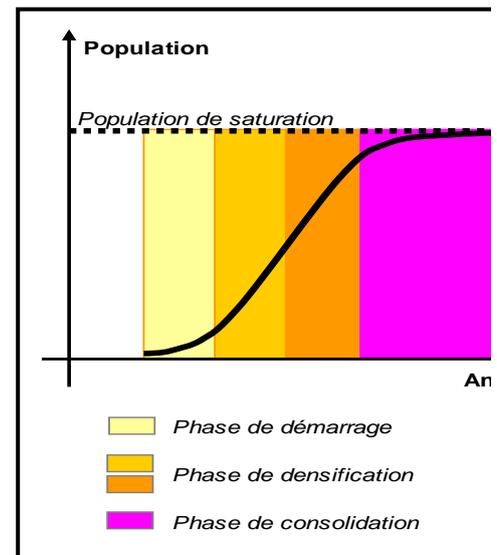
- le niveau de l'agglomération prise dans son ensemble ;
- et celui des différents secteurs urbains qui la composent.

Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution à sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique.

Dans un secteur donné le processus d'urbanisation (et par conséquent d'installation de la population) suit une dynamique qui lui est propre, étalée dans le temps et pour laquelle on peut distinguer trois phases illustrées par la figure ci-après :

- Une phase de démarrage, lente qui correspond à l'équipement des terrains, la construction des premiers logements et l'accueil des premiers habitants ;
- Une phase de densification où la livraison des logements atteint son rythme de croisière. La population croît de façon assez régulière ;
- Une phase de consolidation qui marque un ralentissement net dans l'installation de la population. L'urbanisation semble terminée mais il reste çà et là quelques parcelles vides pour lesquelles la construction peut tarder très longtemps. De même, les fers en attente présents sur certaines maisons laissent prévoir la perspective d'agrandissement de la famille. La croissance de la population est lente, tendant asymptotiquement vers le seuil de saturation.

Fig. N°I.3. Evolution de la population,



La compréhension des mécanismes décrits ci-dessus est utile pour effectuer de façon rationnelle la distribution de la population au cours du temps.

La méthode est explicitée ci-après, le raisonnement porte sur un cas théorique ayant valeur d'exemple.

On suppose une agglomération dont les conditions de développement urbain sont schématisées sur la figure N°4 (situation existante à l'année de départ définie comme l'année zéro) qui montre les différents secteurs urbains (S1 à S8) et leur niveau de densification. Le plan d'urbanisme prévoit la construction future d'une rocade et d'un axe de liaison (trait rouge en pointillé) qui permettront d'ouvrir de nouveaux secteurs à l'urbanisation (secteurs numérotés AU 1 à AU 5, AU signifiant zone à urbaniser).

Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution à sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique.

Les projections de population ont été effectuées et il a été calculé que la population passerait de Po (année de départ) à P5 (à l'horizon 5 ans) puis à P10 (à l'horizon 10 ans).

Situation existante (année 0)

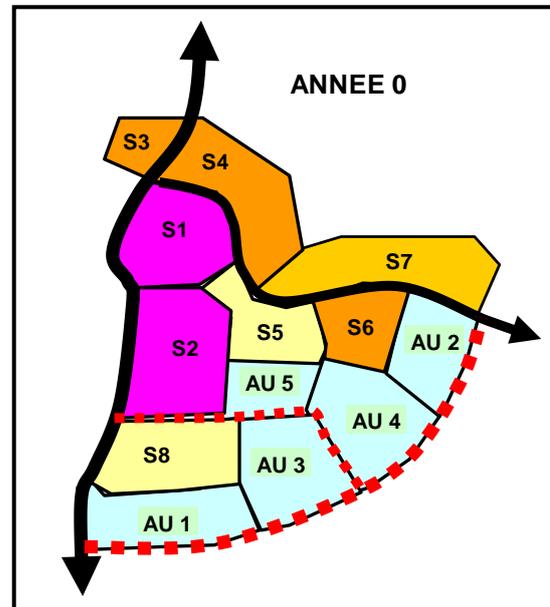
Fig. I.4 – Situation année 0

A l'année de départ, la population P0 est répartie entre les différents secteurs S1 à S8.

Ceux-ci présentent différents niveaux de densification.

Certains sont dans une phase de consolidation ; c'est le cas des secteurs S1 et S2 (par exemple des secteurs de centre ville).

D'autres se trouvent dans une phase de densification plus ou moins avancée (secteurs S3, S4, S6 et S7) ou dans une phase de démarrage de l'urbanisation (secteurs S5 et S8)



A l'horizon 5 ans la population de la ville aura augmenté passant de P0 à P5. L'accroissement correspondant (P5-P0) devra être absorbé :

- Par la densification des secteurs urbains existants S1 à S8, dont la croissance se poursuivra selon une dynamique propre, c'est-à-dire en suivant une loi de croissance dont l'allure est donnée par la courbe de la figure N°1 ;
- Et probablement par l'ouverture des nouveaux secteurs à l'urbanisation, parmi ceux prévus à cet effet dans les documents d'urbanisme (secteurs AU).

L'évolution à l'horizon 5 ans pourrait donc se présenter comme suit.

Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution a sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique.

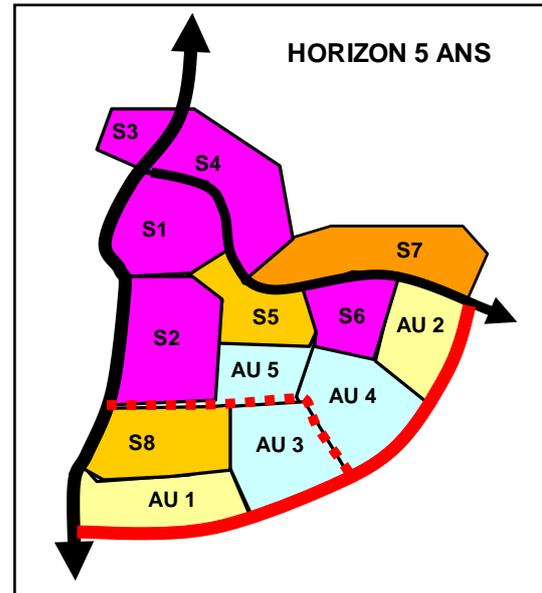
Situation à l'horizon 5 ans

Fig. I.5 : Situation à l'horizon 5 ans

La population des secteurs S1 à S8 aura progressé de façon différenciée :

- Faiblement dans les quartiers déjà consolidés à l'année 0. La densification sera alors proche de la saturation ;
- Plus rapidement dans les autres secteurs dont certains entreront dans une étape de consolidation (S3, S4 et S6).

Si l'accroissement de population absorbé sur la période par les secteurs S1 à S8 n'est pas suffisant par rapport aux prévisions démographiques, il faudra ouvrir des nouveaux secteurs à l'urbanisation, ici les secteurs AU 1 et AU 2. Ces derniers suivront à leur tour une dynamique de croissance propre.



Pour l'horizon suivant (horizon 10 ans) la logique reste la même.

Situation à l'horizon 10 ans

Fig. I.6. : Situation à l'horizon 10 ans

Le processus de densification se poursuit dans les secteurs urbanisés ou en voie d'urbanisation à l'horizon précédent, absorbant ainsi tout ou une partie de la croissance démographique projetée sur la période.

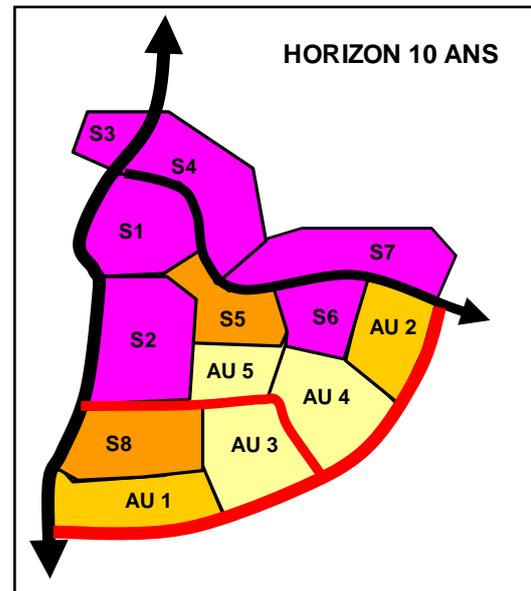
Si, compte tenu du rythme de densification, la capacité d'accueil n'est pas suffisante, il convient d'engager l'urbanisation de nouveaux secteurs (ici à titre d'exemple les secteurs AU3 à AU5).

Le développement de ces nouveaux secteurs sera facilité par la construction en temps opportun, des grandes infrastructures, et des équipements primaires (voirie de liaison, réseaux principaux, etc.).

L'application de la méthode décrite précédemment sera d'autant plus aisée qu'il existe des documents d'urbanisme officiels précisant les conditions d'aménagement futures.

C'est le rôle des plans d'aménagement et d'urbanisme (PDAU) ainsi que les POS. Le PDAU constitue un document de prospective élaboré pour fixer une stratégie de développement urbain, définir les axes de développement, l'occupation des sols, les besoins nouveaux en surfaces urbanisables et leur vocation ainsi que les grandes infrastructures et équipements. Il revient ensuite aux plans d'occupation des sols (POS) de préciser les détails d'aménagement des nouveaux secteurs et les normes applicables (COS, CES, etc.).

Il s'agit non seulement d'une question de programmation mais aussi de moyens pour construire les grandes infrastructures, réseaux, et autres équipements structurants nécessaires à l'organisation rationnelle de l'urbanisation.



I.3.3.2. détermination de la demande

I.3.3.2.1. Les composantes de la demande

On distinguera les composantes suivantes de la demande :

- **Demande des usagers :** Cette demande se réfère à la consommation des usagers.

On la détaillera en deux rubriques principales :

- La demande domestique qui correspond à la consommation des ménages sur leur lieu de résidence ;
 - La demande non domestique ; concerne les autres catégories de consommation : administration, commerces, industrie et tourisme.
- **Pertes en distribution :** Ces pertes correspondent à la différence entre les volumes mis en distribution et ceux réellement consommés. Elles sont composées par les fuites le long du réseau de distribution et des branchements.

L'objectif de tout service des eaux est de réduire les pertes à des niveaux techniquement et économiquement acceptables.

Le taux de pertes auquel il est fait référence est défini comme le rapport ci-après :

$$\text{Taux de pertes} = (V \text{ mis en distribution} - V \text{ livré aux usagers}) / V \text{ mis en distribution}$$

Il s'agit donc d'un taux de pertes techniques. A ce taux de pertes est associé le rendement technique qui exprimé en pourcentage vaut :

$$\text{Rendement technique} = 100 - \text{taux de pertes techniques}$$

- **Pertes en adduction :** Il s'agit de la différence entre les volumes produits et ceux mis en distribution. Elles correspondent aux fuites le long des lignes d'adduction plus éventuellement celles pouvant survenir au niveau des installations de pompage ou de stockage (par exemple débordement des trop pleins).

La somme des composantes précédentes constitue la demande totale, c'est-à-dire le niveau de production à assurer.

Cette demande est susceptible de variations saisonnières, c'est pourquoi on définit :

- Une demande moyenne journalière ;

- Une demande de pointe journalière, calculée à partir de la précédente par application d'un coefficient de pointe, dont la valeur est généralement comprise entre 1,1 et 1,3.

La capacité de production disponible doit être en mesure de couvrir la pointe journalière.

I.3.3.2.Demande – coefficients à prendre en compte

A. La consommation moyenne journalière

La consommation moyenne journalière se détermine en tenant compte des différents types de consommations :

- Domestiques ;
- Socioculturelles ;
- Scolaires ;
- Commerciales ;
- Administratives ;
- Sanitaires.

Elle est donnée par la formule suivante [19] :

$$Q_{\text{moy},j} = \sum ((q * N_i) / 1000) \text{ (m}^3/\text{j)}$$

Avec :

- $Q_{\text{moy},j}$: Consommation moyenne journalière domestique en m^3/j ;
- q : Dotation moyenne journalière en $\text{l}/\text{j}/\text{hab.}$;
- N_i : Nombre de consommateurs.

B. Variation de la consommation journalière

La consommation d'eau potable quotidienne n'est pas constante mais varie en présentant des maximums et des minimums, et cette variation est caractérisée par deux coefficients dits : coefficients d'irrégularité $K_{\text{max},j}$ et $K_{\text{min},j}$ [19].

$$K_{\text{max},j} = \frac{\text{consommation maximale journalière}}{\text{consommation moyenne journalière}}$$

$$K_{\text{min},j} = \frac{\text{consommation minimale journalière}}{\text{consommation moyenne journalière}}$$

D'où :

$$Q_{\text{max},j} = K_{\text{max},j} \cdot Q_{\text{moy},j}$$

$$Q_{\text{min},j} = K_{\text{min},j} \cdot Q_{\text{moy},j} \text{ (III.6)}$$

Avec:

- $Q_{\max.j}$: Débit d'eau maximal du jour le plus chargé de l'année.
- $Q_{\min.j}$: Débit journalier du jour le moins chargé de l'année.
- $K_{\max.j}$: Coefficient d'irrégularité maximale qui dépend de l'importance de L'agglomération ; sa valeur est comprise entre 1.1 et 1.3, dans notre étude on
- $K_{\min.j}$: Coefficient d'irrégularité minimale qui varie entre 0.7 et 0.9, pour notre étude,

C. Variation de la consommation horaire

La variation de la consommation horaire est donnée par les équations suivantes :

$$\text{Consommation moyenne horaire} \quad Q_{\text{moy.h}} = Q_{\text{max.j}} / 24$$

$$\text{Consommation maximale horaire} \quad Q_{\text{max.h}} = Q_{\text{moy.h}} * K_{\text{max.h}}$$

$$\text{Consommation minimale horaire} \quad Q_{\text{min.h}} = Q_{\text{moy.h}} * K_{\text{min.h}}$$

Cette variation est caractérisée par les coefficients $K_{\text{max.h}}$ et $K_{\text{min.h}}$ qui sont respectivement coefficients de consommation maximale et minimale horaires : [19]

$$K_{\text{max.h}} = \frac{\text{consommation maximale horaire}}{\text{consommation moyenne horaire}}$$

$$K_{\text{min.h}} = \frac{\text{consommation minimale horaire}}{\text{consommation moyenne horaire}}$$

Par ailleurs, le coefficient $K_{\text{max.h}}$ est défini comme suit:

$$K_{\text{max.h}} = \alpha_{\text{max}} * \beta_{\text{max}}$$

Avec :

- α_{max} : Dépend du niveau de vie et du confort, il varie de 1.2 à 1.4. On prend $\alpha_{\text{max}} = 1.3$.
- β_{max} : Dépend du nombre d'habitant et sera déterminé par interpolation (Tableau (I.3.) [19]).

Tableau (I.3) : Valeurs du coefficient β_{max} en fonction du nombre d'habitants [19].

Nombre d'habitant *(10 ³)	< 1	1.5	2.5	4	6	10	20	30	100	300	>10 ³
β_{max}	2	1.8	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.15	1.10	1.03	1.00

I.3.4. Dimensionnement du réseau de distribution

- Vitesse dans les conduites

La vitesse maximum dans les conduites de distribution n'excèdera pas 1 m/s [19].

$$V = Q/S$$

Avec :

- V : la vitesse en m/s ;
- Q : le débit en m³/s ;
- S : la section du tuyau en m².

- La perte de charge est calculée en utilisant la formule suivante :

$$\Delta H = A * Q^B$$

Pour la formule de Hazen-Williams :

$$A = 10.674 * C^{-1.852} * D^{-4.871} * L$$

$$B = 1.852$$

Avec :

- ΔH : Perte de charge linéaire m/m ;
- C : coefficient de rugosité de Hazen-Williams ;
- D : Diamètre du tuyau en m ;
- L : longueur du tuyau en m.

Tableau 1 : Coefficient de rugosité pour les tuyaux neufs

Matériau	Coefficient de Hazen-Williams
	Universel
Fonte	130-140
Béton	120-140
Plastic	140-150
Acier	140-150
Fer Galvanisé	120

I.3.5. Dimensionnement des conduites de refoulement

I.3.5.1. Etude technico-économique sur le choix des diamètres des conduites :

Le choix des diamètres résulte d'une combinaison entre les dépenses d'exploitation et les dépenses d'investissement, cela en se basant sur deux critères qui sont :

Plus le diamètre est réduit, plus son coût de revient est faible, mais plus la vitesse d'écoulement augmente. Ce qui entraîne l'augmentation des pertes de charge donc l'augmentation de l'énergie nécessaire de refoulement qui répercute négativement sur les frais d'exploitation.

Plus le diamètre est grand, plus les frais de réalisation augmentent et plus la vitesse d'écoulement diminue, donc les pertes de charges également. En conséquence, l'énergie à fournir par la pompe diminue, d'où la diminution des frais d'exploitation.

La vitesse d'écoulement de l'eau sera comprise entre 0,5 et 1,5m/s.

Nous allons calculer les diamètres économiques par les formules suivantes [19] :

$$\text{Formule de Bonin : } D = \sqrt{Q}$$

$$\text{Formule de Bresse : } D = 1,5\sqrt{Q}$$

A. Calcul des frais d'exploitation :

Le calcul des frais d'exploitation est donné par la formule suivante : [19]

$$F_{\text{exp}} = E * e \dots \dots (\text{DA})$$

Avec :

- e : le prix d'un KWh de l'énergie électrique 2.269 DA le KWh;
- E : l'énergie consommée par la pompe en KWh, elle est donnée par la formule suivante :

$$E = P * T * 365 \dots \dots (\text{KWh})$$

Avec :

- T : la durée de pompage en heures ;
- P : la puissance absorbée par la pompe, elle est donnée par la formule suivante [19] :

$$P = \frac{\rho \cdot g \cdot HMT \cdot Q}{\eta}$$

Avec :

- P : Puissance absorbée par la pompe (KW) ;
- ρ : Masse volumique de l'eau (10^{-3} kg/m^3) ;
- Q : Débit transitant la conduite (m^3/s) ;
- η : Rendement de la pompe.

Nous allons prendre $\eta = 70\%$.

B. Calcul des frais d'amortissement [19]

Les frais d'amortissement sont calculés en fonction du prix de revient de chaque tronçon de la conduite et de l'amortissement annuel :

$$F_{am} = A * P_{rc} * L$$

Avec :

- P_{rc} : Prix de revient unitaire de la conduite en (DA) ;
- L : Longueur de la conduite en(m) ;
- $E A$: Amortissement annuel qui est donné par la formule suivante :

$$A = [i / (1+i)^n] + i$$

Avec :

- i : Taux d'annuité, pris égale à 8% (adopté en Algérie) ;
- n : Nombre d'année d'amortissement, $n=25$ ans ;
- Donc nous aurons $A = 0.0917$.

I.3.5.2. Détermination de la pression nominale des conduites

Connaissant la pression de service, on peut alors déterminer la pression nominale (PN) des tubes (ou pression maximale de service) qui composent la conduite.

La pression nominale est déterminée à l'aide des deux expressions suivantes [19] :

i) $PMS = PS + \Delta h$

ii) $PMS < PN$

Avec :

- PN = pression nominale [bar] ;
- PMS = pression maximale de service [bar] ;
- PS = pression de service [bar] ;
- Δh = surpression de coup de bélier [bar] ;

La pression de service correspond à la pression maximale que subit la conduite pendant son fonctionnement.

La surpression générée par le coup de bélier dépend uniquement de la vitesse de propagation de l'onde de pression et de la vitesse de refoulement précédant la variation du régime hydraulique. Elle s'écrit de la manière suivante [19] :

$$\Delta h = \frac{axV_0}{9,81}$$

Avec :

- Δh = surpression de coup de bélier [m] ;
- a = célérité de l'onde de pression [m/s] ;
- V_0 = vitesse d'écoulement en régime permanent [m/s].

La vitesse de propagation de l'onde de pression, appelée également « célérité », elle se calcule par la formule ci-dessous:

$$a = \frac{1}{\sqrt{\rho\left(\frac{1}{\varepsilon} + \frac{D}{Ee}\right)}}$$

Avec :

- a = célérité de l'onde de pression [m/s] ;
- ρ = masse volumique de l'eau [kg/m³] ;
- ε = coefficient de compressibilité de l'eau [N/m²] ;
- E = module d'élasticité de la conduite [N/m²] ;
- D = diamètre intérieur de la conduite [mm] ;
- e = épaisseur de la paroi de la conduite [mm].

Pour une eau de température égale à 20 °C, on fixe les valeurs suivantes :

- $\rho = 998,2$ [kg/m³] ;
- $\varepsilon = 2,18 \times 10^9$ [N/m²].

Les modules d'élasticité des divers matériaux retenus sont les suivants :

- PEHD : 790×10^6 [N/m²] ;
- Fonte : $1,7 \times 10^{11}$ [N/m²].

La célérité de l'onde varie donc essentiellement en fonction des caractéristiques physiques de la conduite, soit le matériau, le diamètre et l'épaisseur de la paroi du tube.

II. SYSTEMES D'INFORMATION GEOGRAPHIQUE

Le concept de système d'information géographique (SIG) est apparu dans les années 1960-1970 avec un premier essai par [Tomlinson (1967)]. Depuis ce temps, des définitions plus ou moins similaires et cohérentes ont fait leur apparition [Burroughs(1986)]; [Fischer et Nijdam, (1993)]; [Gagnon et Coleman, (1990)]; [Goodchild et Kemp, (1990)]; [Laurini et Milleret- Raffort, (1993)]; [Maguire, (1991)]; [Star et Estes, (1990)]; [Tomlin, (1990) in (Pouliot, (1999))]. Afin de bien situer le rôle et l'usage du SIG dans ce travail, nous allons également préciser sa définition. [20].

II.1.Définitions

Un système d'information géographique (SIG) est un ensemble de données repérées dans l'espace, structuré de façon à pouvoir et extraire commodément des synthèses utiles à la décision.

Un (SIG) est un système d'informatique permettant à partir de diverses sources, de rassembler, d'organiser, de gérer, d'analyser, de combiner, d'élaborer et de présenter des informations localisées géographiquement contribuant notamment à la gestion de l'espace [20].

La troisième façon de définir un SIG renvoie à l'analyse systémique [Le Moigne, (1990)]. Un SIG englobe en général quatre sous-systèmes (figure I.7) [21] :

- Un sous-système pour l'acquisition des données géographiques qui peuvent être d'origines diverses (environnement de la conduite avec les caractéristiques des sols, la géologie, la sismique) ;
- Un sous-système de gestion de données pour le stockage, l'organisation et la recherche de données ;
- Un sous-système d'analyse spatiale pour le traitement et l'exploitation des données géographiques ;
- Un système de présentation des résultats, soit sous forme de carte par l'affichage graphique à l'écran ou par sorties cartographiques sur papier, soit sous forme de listes ou de tableaux.

Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution a sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique.

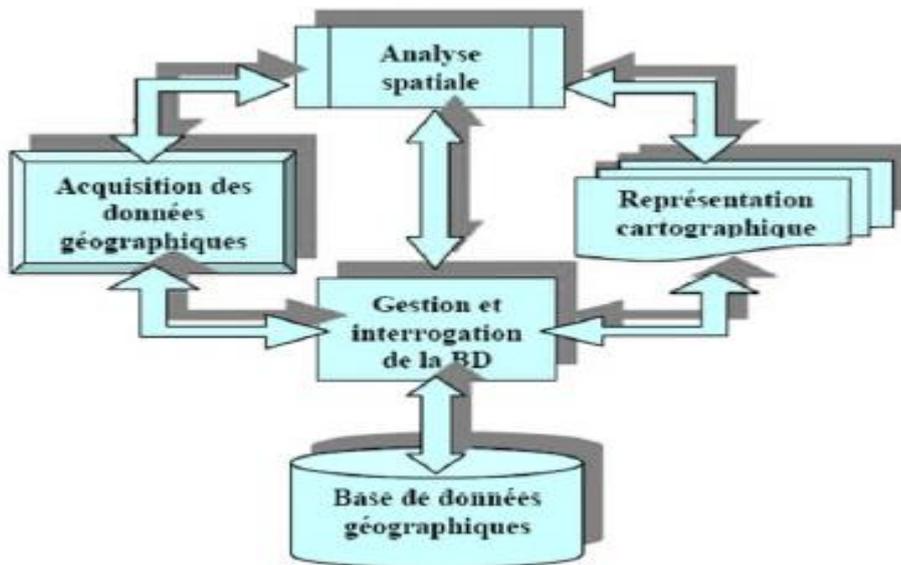


Figure I.07: Structure d'un Système d'Information Géographique [21]

Un système d'information géographique est un ensemble d'équipements informatiques, de logiciels et de méthodologies pour la saisie, la validation, le stockage et l'exploitation de données, dont la majorité est spatialement référencée, destinée à la simulation de comportement d'un phénomène naturel, à la gestion et l'aide à la décision [22].

Le SIG se caractérise donc par des fonctionnalités de saisie, de stockage, de manipulation, d'analyse et de diffusion d'information à référence spatiale et où celui-ci peut soutenir diverses activités comme la gestion, la recherche et la planification. Afin de bien désigner et délimiter les actions du SIG, le spectre de ses constituants et de ses actions est résumé dans la Figure II.2.

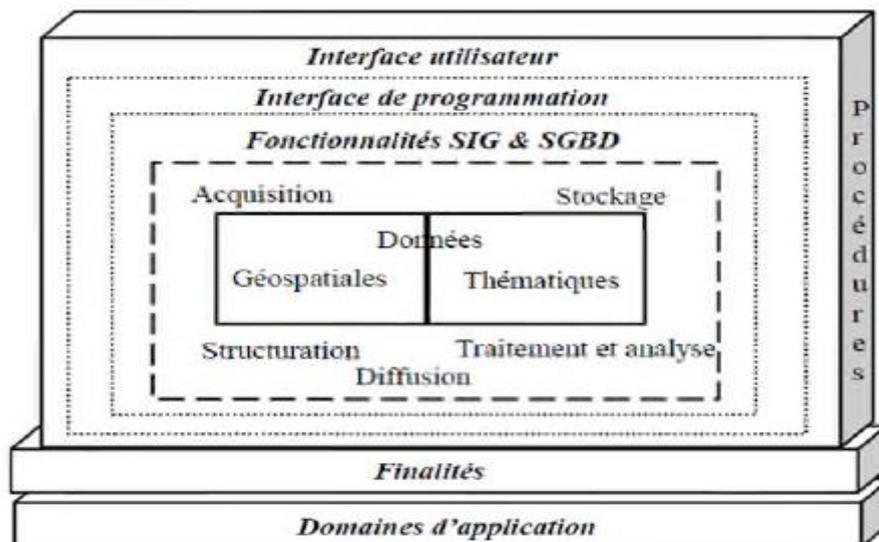


Figure I.08: Spectre des constituants et de l'action du SIG [23]

Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution a sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique.

Un système d'information géographique peut être aussi défini par les questions auxquelles il apporte des réponses [24] :

- Qu'y a t il à cet endroit? Expriment une localisation

Cette localisation peut être une adresse, un nom de rue ou de quartier ;

- Où est ce? Expriment une condition : Elle permet de trouver les localisations correspondantes à certaines conditions: où sont les canalisations en PVC ;
- Qu'est ce qui a changé depuis? Expriment les tendances ; permet de chercher les changements effectués pour les tronçons du réseau d'AEP ;
- Quelle est la répartition spatiale de ce phénomène? Expriment une répartition.

Elle permet de savoir la répartition spatiale des réservoirs, des points de piquage, des industries ;

- Qu'est ce qui ce passe si? Expriment une modélisation : Elle permet de savoir les perturbations qui peuvent être provoquées par un piquage sur un réseau existant d'AEP.

II.2. Mode de représentation des données géographiques

Il existe deux modes de représentation des données spatiales :

- Le mode raster ;
- Le mode vecteur.

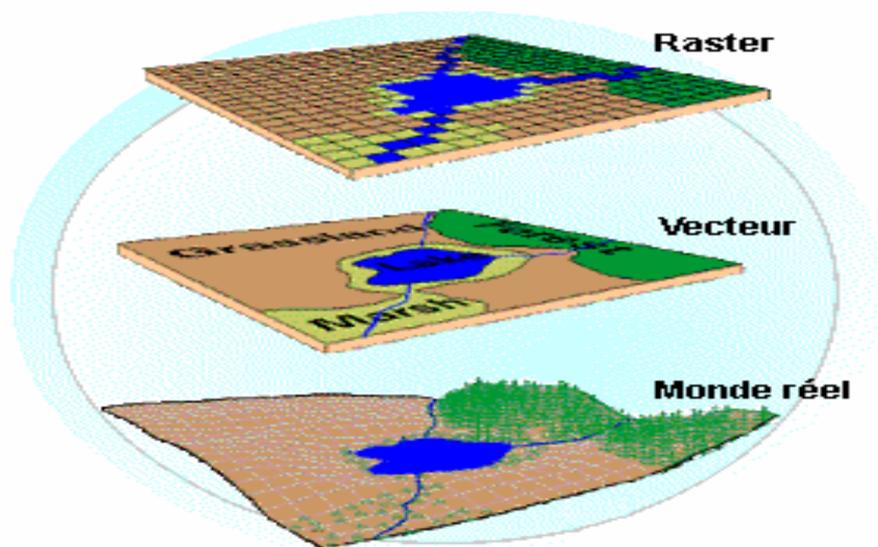


Figure I.09 : Modèle de représentation des données géographiques

II.2.1.Mode de représentation raster

Le mode raster correspond à une division régulière de l'espace sous forme de cellules rectangulaires ou carrées. Il est fortement lié à la notion d'image. Chaque cellule (ou pixel) est référencée en ligne et en colonne. Elle contient une valeur qui correspond à une grandeur numérique (valeur radio métrique par exemple) ou alphanumérique (dans ce cas, on lui attribue un code correspondant à un attribut descriptif).

Il existe deux manières d'attribuer les valeurs aux cellules :

- méthode manuelle :

- Cellule par cellule ;

- Par chaîne de valeurs, quand les valeurs sont identiques, on saisit alors la longueur Puis la valeur.

- méthode automatique :

- Par scénarisation de document ;

- Par récupération de document numérique telles les images satellites.

II.2.2.Mode de représentation vecteur

Le mode vecteur permet la représentation des objets dans un espace continu, et non pas discrétisé. Les objets et leurs limites sont localisés avec précision dans un référentiel géographique ou cartésien. Cette structure de données est liée à la notion de carte.

En mode vecteur, les objets géographiques se ramènent à trois classes d'entités qui sont :

- Les points (un point d'eau) ;

- Les lignes (cour d'eau) ;

- Les surfaces (un bassin versant).

Le principe de la numérisation du modèle vecteur repose essentiellement sur l'utilisation de la digitalisation, c'est-à-dire on saisit les coordonnées x, y d'un objet graphique (parcelle, route, bâtiment) en parcourant sa forme géométrique à l'aide d'un curseur.

Ces deux modèles sont complémentaires. Le raster est mieux adapté à certains types d'applications qui se contente de scanner des fonds de plans, et le vecteur pour les types d'applications qui nécessite des définitions par formes géométriques, la gestion des données localisées et la manipulation des relations entre objets spatiaux.

Cependant, il existe des méthodes permettant le passage du modèle vecteur au modèle raster et vis versa.

II.3.Saisie de l'information géographique

II.3.1.Entrée des données spatialement référencées

L'entrée des informations afin de créer une base de données géographique peut être réalisée par plusieurs méthodes (figure I.4). Les plus courantes et les plus classiques utilisent les cartes existantes. Pour se faire plusieurs moyens sont utilisés pour numériser les papiers existants :

- Digitalisation ;
- Le balayage électronique (scénarisation) ;
- La télédétection.

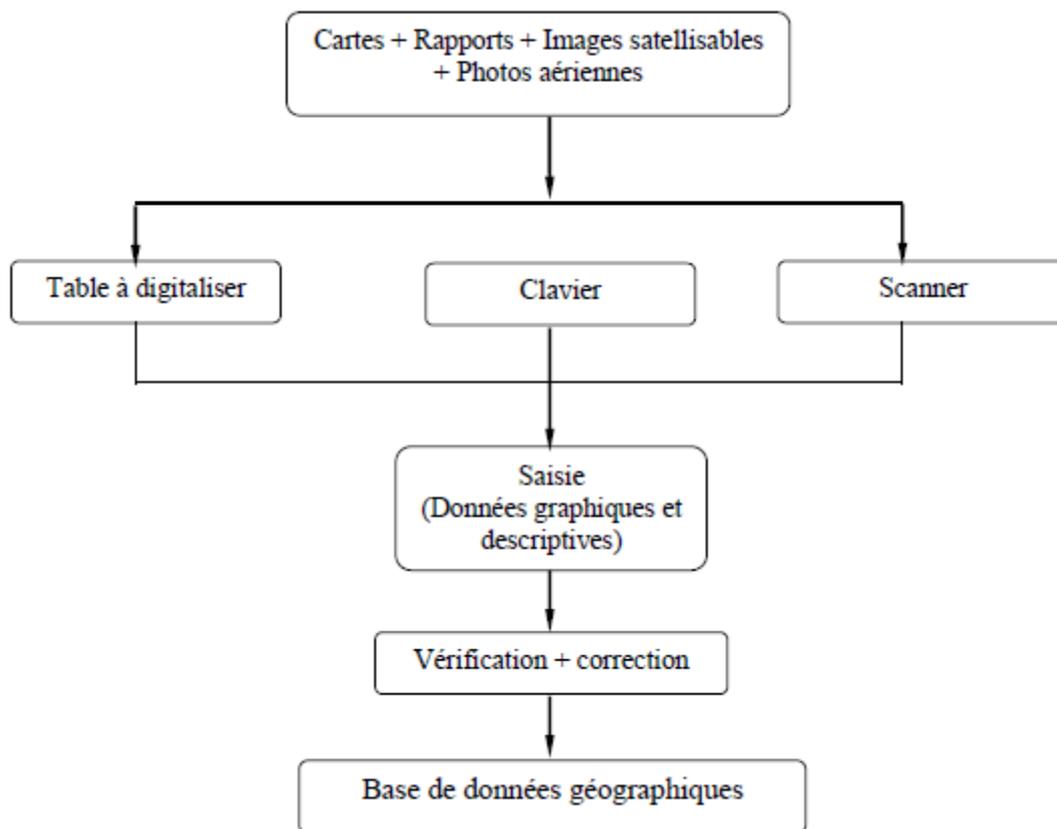


Figure I.10 : Acquisition de l'information géographique

a. La digitalisation

La digitalisation permet de récupérer des objets disposés sur un plan ou une carte préexistante. Elle consiste à faire évoluer un curseur sur un plan posé sur une table à digitaliser, et préalablement calée en coordonnées. La carte est réceptive aux signaux électriques émis par le curseur. Chaque objet ainsi digitalisé est introduit avec son code identifiant sa géométrie (point, ligne, surface fermée), le plus généralement à l'aide des boutons du curseur.

b. La scénarisation

Le balayage électrique (réaliser à l'aide d'un scanner) est un autre moyen de saisir une carte ou un plan existant. Il enregistre l'intensité de la réflexion d'un faisceau lumineux venant balayer ligne par ligne le document source. Chaque niveau d'intensité enregistré concerne une zone du document balayé est désigné par son numéro de ligne et son numéro de colonne.

Le scanner fournit comme résultat une trame, dont la qualité dépend fortement de celle de l'originale.

c. La télédétection

II.3.2. Entrée des données descriptives

On a plusieurs types de données descriptives (sémantiques) :

- Les attributs associés aux objets ;
- Les données textuelles ;
- Les données graphiques ;
- Les images, vidéo.

L'entrée de ces données peut se faire de plusieurs manières :

- Par saisie manuelle à l'aide du clavier ;
- Par récupération de fichiers de données créés par ailleurs ;
- De manière interactive : l'utilisateur choisit une entité spatiale et y affecte directement des attributs descriptifs.

II.4. Structure et composantes d'un SIG

Les éléments d'information nécessaires pour les décideurs comprennent à la fois des données et des traitements. Les données associent une description spatiale et alphanumérique des entités et de leurs interrelations. Les traitements sont plus diversifiés, et correspondent à trois rôles fondamentaux [25] et [26] : (i) l'alimentation du système au travers d'une numérisation des données; (ii) l'exploitation des données au travers de traitements statistiques, topologiques et géométriques ; et (iii) la diffusion de l'information, sous forme des cartes graphiques, tableaux, etc. Les différentes composantes d'un SIG qui permettent de gérer les données et les traitements sont illustrées en figure I.3.

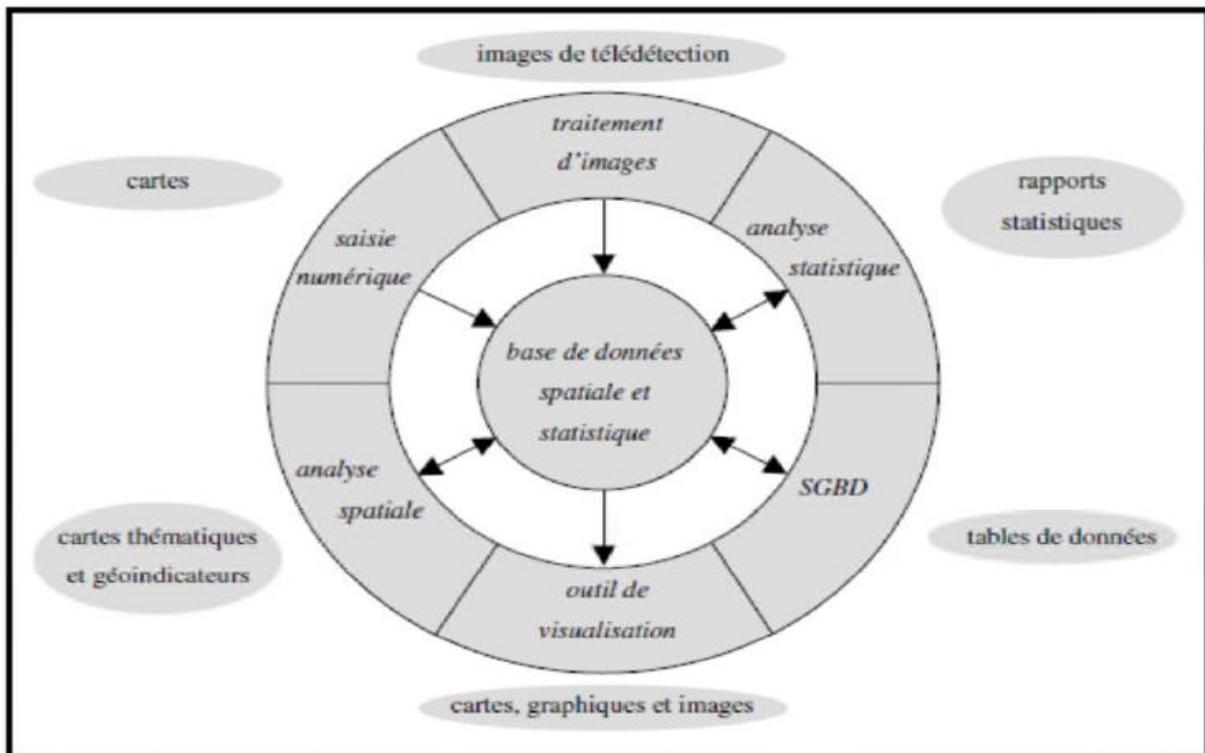


Figure I.11 : Les composantes informatiques d'un SIG, [26]

II.5. Base de données et système de gestion

Le constituant fondamental du SIG correspond à sa base de données et son système de gestion associé [23].

II.5.1. Base de données

Une base de données est un ensemble organisé et intégré de données. Elle correspond à une représentation fidèle de données et de leurs structures, avec le minimum possible de contraintes imposées par le matériel. Elle doit pouvoir être utilisée pour toutes les applications pratiques désirées sans duplication de données.

Une base de données sur une thématique est un ensemble de renseignements, qui répond à trois critères : l'exhaustivité, la non-redondance et la structure [27].

Selon M. Adiba et C. Delobel, une base de données est un ensemble structuré de données enregistrées sur des supports accessibles par l'ordinateur pour satisfaire simultanément plusieurs utilisateurs de façon sélective et en temps réel [28].

La base de données incarne la mémoire du système en enregistrant, en stockant et en structurant les informations. Ces informations peuvent provenir de différentes sources mais doivent être représentées de manière numérique. Elles se distinguent par des données thématiques et géo-référencées. Ces données représentent respectivement la base descriptive des propriétés thématiques et spatiales du système. Les données thématiques et géo-référencées permettent

donc de décrire et de caractériser le comportement du phénomène étudié. Les phénomènes et les propriétés sont respectivement nommés “entités” et “attributs” dans le contexte des SIG [23]. L'ensemble des informations constituant cette base de données est inter-reliée et exploité par des applications via un logiciel du type Système de Gestion de Base de Données (SGBD). Ses informations sont classées sous forme de fichiers et consultées à partir de critères précis.

II.5.2. Système de gestion de base de données

Un système de gestion de base de données est l'environnement adéquat conçu pour gérer les bases de données. Adapté à la particularité des ces dernières, il symbolise l'accumulateur de données, le fidèle agent et le juge compétent ; tantôt les interrogeant, tantôt les mettant à jour. Il coordonne les accès des programmes et la cohérence de la circulation des données et représente l'émérite technicien œuvrant pour l'optimisation de toutes les ressources [21]. Les notions de description, mémorisation, manipulation, traitement, sécurité, confidentialité et intégrité de données sont les actions spécifiques des systèmes de gestion de base de données [27]. Les SIG ont leurs propres SGBD, qui possèdent la particularité de gérer la composante spatiale.

Ces SGBD géographiques s'appuient à la fois sur un module de gestion de bases de données relationnelles et sur un système de fichiers pour les données spatiales. La correspondance entre les deux est assurée par un identifiant unique.

Les SIG ont également leur propre outil de visualisation. Il permet de représenter les données sous forme de cartes, de graphiques ou autres types d'images.

II.5.3. Les modèles des SGBD

Les modèles des systèmes de gestion de base de données utilisés se distinguent par la façon dont sont représentées les relations entre les données. La plupart des modèles traitent de manière identique les relations d'attributs, la différence existe dans le traitement des associations. Les modèles existants sont :

Le modèle hiérarchique

Les données dans ce modèle sont représentées sous forme d'arbre par des enregistrements logiques reliés. La structure arborescente du modèle fait apparaître plusieurs niveaux d'informations successivement décroissantes et univoques, ce qui impose un chemin d'accès unique ; Un nœud père peut avoir plusieurs fils, un fils ne peut exister indépendamment de son père. L'inconvénient de ce modèle est principalement la redondance et la dissymétrie. En revanche, l'avantage d'un tel modèle est la représentation directe des liens et une rapidité lors de la recherche des données si la hiérarchie est bien définie au préalable [21].

Le modèle réseau

Ce modèle permet de remédier aux inconvénients du modèle précédent, à savoir la redondance et la dissymétrie. L'organisation des données est structurée en enregistrements. Les associations entre les ensembles d'entités sont représentées par des liens multiples. L'accès aux données n'est pas uniquement limité aux chemins descendants / ascendants, les relations sont donc de tous types. La recherche d'une donnée peut être lente et dépend beaucoup de la structure de la base [27].

Le modèle orienté objet

Le but de sa conception récente est d'assurer globalement la cohérence, la sécurité, l'intégrité et la fiabilité des données géographiquement regroupées en un contexte unique d'objet [21].

Le modèle relationnel

Ce modèle envisage l'organisation de données sous forme des tables à deux dimensions, dans lesquelles les lignes sont des enregistrements et les colonnes des attributs. Ce modèle possède plusieurs objectifs :

- Proposer des schémas de données faciles à utiliser ;
- Améliorer l'indépendance logique et physique ;
- Optimiser les accès à la base de données ;
- Améliorer l'intégrité et la confidentialité ;
- Prendre en compte une variété d'applications.

Le système de gestion de base de données relationnel a réussi à s'imposer en tant que système et modèle dans le monde de l'informatique [27].

II.6.Modélisation conceptuelle du système d'AEP

Pour concevoir et mettre en œuvre les systèmes d'informations du système d'AEP, on a recours aux modèles conceptuels. Ces modèles sont assimilables à des schémas respectant un certain nombre de formalismes et permettant à plusieurs concepteurs d'un même projet de se comprendre. C'est en s'appuyant sur les modèles que sont nées les méthodes présentes sur le marché de développement des logiciels. Parmi ces méthodes, MERISE occupe une place prépondérante. Le résultat de la modélisation conceptuelle se traduit concrètement par un modèle conceptuel de données (MCD), un modèle logique de données(MLD) et un modèle physique de données (MPD).Le MCD schématise la réalité en montrant, sans redondance, les entités à inclure dans la base de données, leurs propriétés ainsi que leurs relations et les cardinalités de ces dernières [20].

Ce modèle est un excellent outil suscitant la discussion et le dialogue entre les utilisateurs, cela va de soit qu'un bon modèle conceptuel doit être compréhensible et avoir l'aval des différents utilisateurs concernés par la conception de la future base de données.

II.6.1.Présentation de la méthode MERISE

MERISE n'est pas uniquement une méthode d'analyse, c'est aussi une démarche de conception et de développement du système d'information. En tant que méthode, MERISE se caractérise par une double démarche, par étapes et par niveaux [29].

La démarche par étapes vise à rendre le travail efficace et rigoureux, en intégrant dans l'étude des paramètres qui font qu'un système d'information se développe dans les règles de l'art.

La démarche par niveaux a pour objectif la formalisation du futur système sous ses différents aspects. Cette démarche constitue un des points forts de la méthode MERISE, elle tire parti de la modélisation des données qui se traduit par trois niveaux (tableau I.5):

- Le niveau conceptuel qui donne lieu à un modèle conceptuel de données (MCD);
- Le niveau organisationnel qui donne lieu à un modèle logique de données (MLD);
- Le niveau opérationnel qui donne lieu à un modèle physique de données (MPD).

Tableau I.5 : Démarche MERISE [29]

Niveau	Traitement	Données	Choix
Conceptuel	Model conceptuel	Model conceptuel	De gestion
Organisationnel	Model organisationnel	Model logique	D'organisation
Opérationnel	Model opérationnel	Model physique	Technique

II.6.2.Modèle conceptuel de données

Le MCD schématise la réalité en montrant, sans redondance, les entités à inclure dans la base de données, leurs propriétés ainsi que leurs relations et les cardinalités de ces dernières.

Ce modèle est un excellent outil suscitant la discussion et le dialogue entre les utilisateurs, cela va de soit qu'un bon modèle conceptuel doit être compréhensible et avoir l'aval des différents utilisateurs concernés par la conception de la future base de données.

Le formalisme le plus utilisé pour le niveau conceptuel est le modèle entité – relation baptisé entité – association. Les concepts de ce dernier sont simples à comprendre car proches du monde réel.

➤ **Entités**

Le monde réel est constitué d'objets ou d'entités groupés en catégories appelées classes d'entités [Laurini, 1993, Mojeron, (1991)].

Point : PT (Vanne, Forage, Réservoir...) Exemple : **Vanne.PT**

Ligne : LIN (Conduite, Cours d'eau...) Exemple : **Conduite.LIN**

Surface : **SUR (Ilot, Bâti ...)** Exemple : **Ilot.SUR**

➤ **Attributs (Identifiants)**

Les entités d'une même classe sont décrites par des informations appelées propriétés, attributs ou encore rubriques. Chaque entité de la classes d'entités doit être unique et être identifiable à l'aide d'un identifiant (clé). Elle peut posséder autant d'attributs que nécessaires .La classe d'entités « Conduite » est caractérisée par des attributs tels que ID_ Conduite, Numéro, Longueur, Diamètre, ...

ID_ Conduite est un identifiant, car il permet d'identifier de manière unique la Conduite

Un exemple est donné en tableau I.6.

Tableau I.6 : Attributs de la table « Conduite »

Conduite. LINE
Identificateur
Classe
Nom
Diamètre en mm
Longueur en m
Débit en l/s
Matériau
Nature
Rugosité en mm
Date de mise en service
Etat d'entretien

➤ **Associations (Relations)**

Les entités des différentes classes d'entités sont susceptibles d'avoir des relations appelées associations avec d'autres classes [29].

Ainsi, si on précise que la Vanne 1-2 appartient au Tronçon 1-2, on met ainsi une évidence qu'il existe une association « Appartenir » entre la classe d'entités « Vanne » à laquelle appartient « Vanne 1-2 » et la classe d'entités Conduite dont fait partie le Tronçon 1-2

Comme le montre l'exemple donné dans la figure I.7.

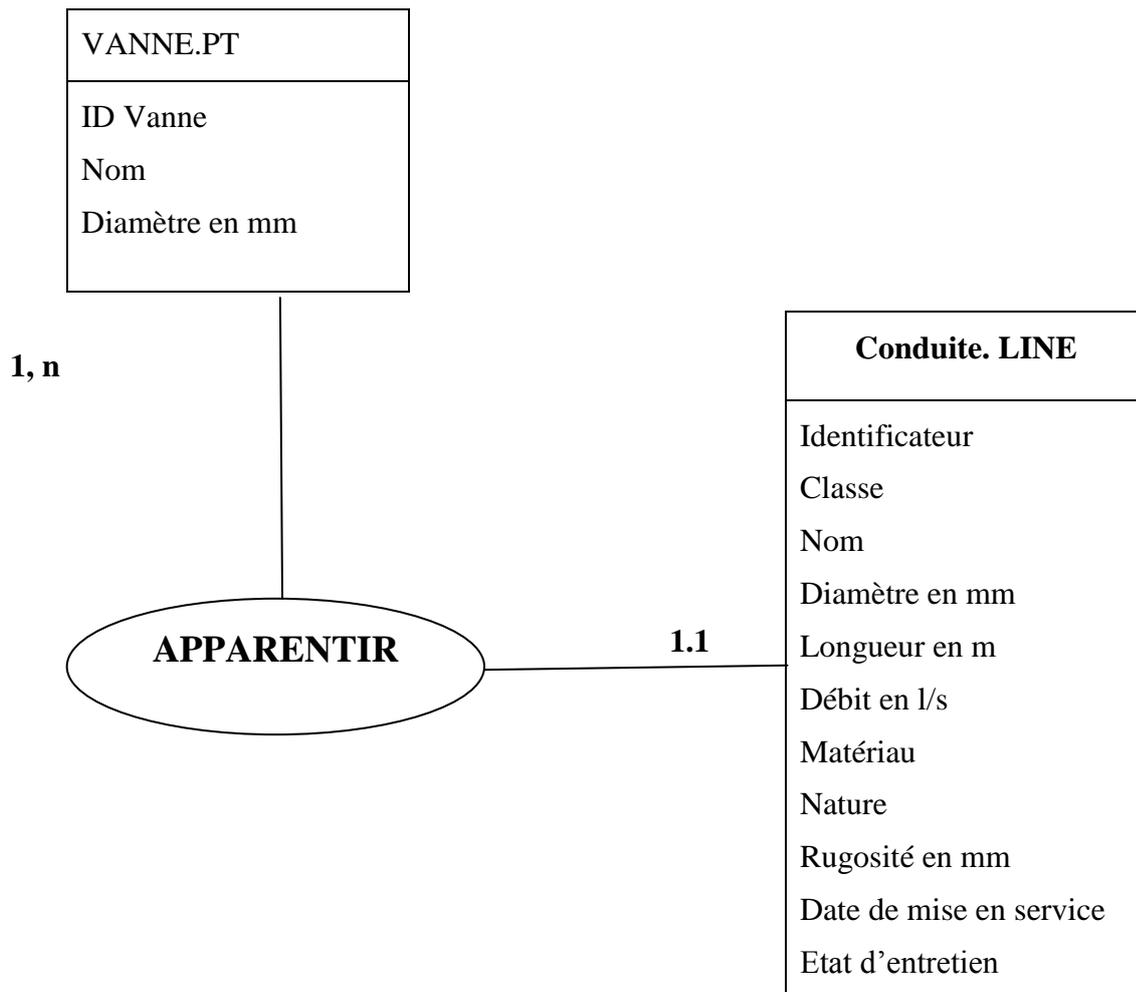


Figure I.12 : Exemple de relation [13]

II.6.2.1.Schéma Conceptuel de Données

Le schéma conceptuel de données décrit l'organisation d'un jeu de données conformément au Modèle Conceptuel de Données. Il précise les éléments (objets géographiques, primitives géométriques, relations, attributs) relatifs aux réseaux d'AEP. Le schéma conceptuel permettra de définir les types de données élémentaires définissant les attributs, celles composées permettant de regrouper les attributs afin de décrire les entités et associations du monde réel et éventuellement les règles que devront suivre les données au cours de leur cycle de vie. Le schéma conceptuel de réseau d'AEP est illustré en figure I.6.

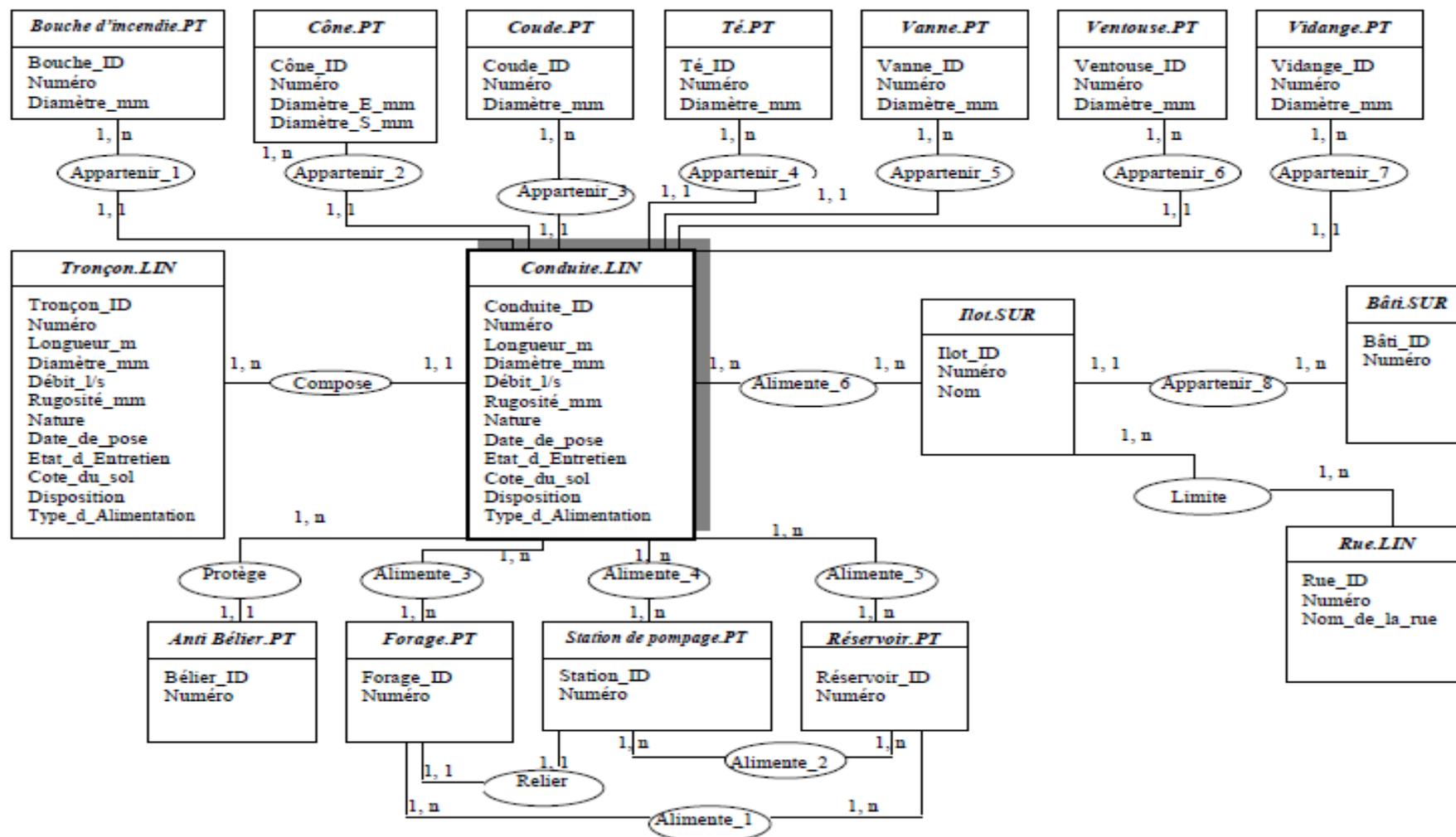


Figure I.13 : Schéma conceptuel du réseau d'AEP

Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution à sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique.

II.6.2.2. Dictionnaire de Données

Savoir sur quel site et dans quelle base est stockée une donnée est une exigence fondamentale dans les bases de données réparties, et l'usage d'un dictionnaire de données (DD) s'avère être une solution intéressante pour résoudre les discordances. De manière plus précise, le DD est un répertoire structuré et exhaustif, développé en vue d'identifier les données et de leur attribuer une définition propre conforme aux normes majoritaires préétablies. Il inclut les différents schémas, règles et descriptions des données du Modèle Conceptuel de Données des réseaux d'AEP.

Le DD favorise l'utilisation optimale des données et complète la documentation des manuels du système en vue d'une connaissance parfaite de ses différentes composantes. Le DD peut être lui-même implanté dans le système comme une base de données. Il constitue alors un méta - base, c'est à dire une base décrivant les autres bases. Le tableau III.4 en illustre un exemple

Tronçon AEP	SECTION
DEFINITION : Une portion de la conduite d'AEP, spécialisé dans le transport de l'eau potable ayant une section constante et un même sens d'écoulement.	
TYPE DE REFERENCE :	LIN
ATTRIBUTS :	
Tronçon ID : Identifiant unique.	
Domaine variable : Type Entier	
Numéro : Numéro du tronçon.	
Domaine variable : Type Caractère	
Longueur-m : Longueur du tronçon exprimée en mètres.	
Domaine variable : Type Flottant	
Diamètre mm : Diamètre de la conduite exprimé en millimètres	
Domaine variable : Type Entier	
Débit_ l/s : Débit des eaux qui transitent par la conduite en litres par secondes.	
Domaine variable : Type Numérique (Virgule Fixe)	
Rugosité mm : Rugosité de la conduite exprimée en mm.	
Domaine variable : Type Flottant	
Nature : Nature du matériau de la conduite (Fonte, Acier, Amiante - Ciment).	
Domaine variable : Type Caractère	
Date_ de_ pose : Date de pose de la conduite indiquant l'année de la réalisation ou du changement de la conduite.	
Domaine variable : Type Caractère	
Etat d'entretien : Etat d'entretien de la conduite (Bon, Moyen, Mauvais, Inconnu).	
Domaine variable : Type Caractère	
Côte_ du_ sol_ m : Côte du sol exprimée en mètres.	
Domaine variable : Type Flottant	
Disposition : Disposition de la conduite (Principale, secondaire).	
Domaine variable : Type Caractère	
Type d'alimentation : Type d'Alimentation de la conduite (Distribution, Refoulement).	
Domaine variable : Type Caractère	
RELATIONS :	
Compose : Conduite	

Tableau III.4 : Exemple de dictionnaire de données [13]

II.6.3. Modèle logique de données (MLD)

Le MLD est un outil formel utilisé pour comprendre et interpréter le monde réel. Il permet de regrouper les objets en classes d'objets de nature identique et de décrire les associations entre classes d'entités. Il a pour objectifs :

- Traduire dans un formalisme plus proche du langage de l'ordinateur ;
- Définir l'organisation logique des données traduisant le modèle conceptuel.

Le modèle le plus utilisé pour le niveau logique est le modèle relationnel. Il est une manière d'organiser les données sous forme de tables à deux dimensions, dans lesquelles les lignes sont des enregistrements et les colonnes des attributs.

Une grande souplesse caractérise son adaptabilité et son évolutivité (il possède des opérateurs de joins relationnels et des capacités d'interrogation très importantes)

Les concepts de base du modèle relationnel [29] sont :

- **Domaine**

Un domaine est un ensemble des valeurs atomiques, où chaque domaine est spécifié par un type de données (entier, réel, caractère...) dans lesquels ces dernières prennent leurs valeurs. Par exemple: Tronçon est un nom du réseau d'AEP sur 10 caractères, Rugosité est un ensemble de valeurs numériques sur 05 chiffres.

- **Attribut**

On appelle attribut le nom d'un rôle joué par un domaine D dans une relation. Il prend ses valeurs dans le domaine qui lui correspond. Il est caractérisé par un nom pour le distinguer du domaine.

- **Schéma de relation**

Un schéma de relation R, noté R (A1, A2, A3, ... An), est un ensemble d'attributs R= (A1, A2, A3,...) qui correspond à une table.

Ex. : TRONÇON (ID Tronçon, Numéro, Diamètre, Matériaux...) est le schéma de la relation dans lequel TRONÇON est le nom de la relation, ID Tronçon qui représente sa clé, Numéro, Diamètre, Matériaux sont les attributs issus chacun d'un domaine.

- **N - uplets**

On appelle n - uplets (tuple en anglais) une suite ordonnée de n valeurs correspondant chacune à un attribut. L'ensemble des n- uplets représente l'extension de la relation R.

- **Clés ou identifiants**

Dans chaque relation, un ou plusieurs attributs deviennent des clés ou des identifiants.

II.6.4.Modèle physique de données (MPD)

Le MPD correspond à la structure de stockage supportant les données. Il permet de décrire les données telles qu'elles sont stockées dans la machine. Il a pour objectif de proposer une solution technique optimale pour l'implantation physique des données et décrire celles-ci, ainsi que leurs liens dans le langage spécifique du système utilisé.

Les systèmes de gestion des bases de données (SGBD) proposent généralement deux types de langages : le Langage de Description de Données (LDD) et le Langage de Manipulation de Données (LMD). Ils permettent une déconnexion complète de la programmation. Le LDD permet d'exprimer la traduction du Modèle Logique de Données en Modèle physique de Données ainsi que la communication de certains paramètres concernant l'implantation physique des données. Le LMD permet quant à lui de naviguer dans la base afin de retrouver des éléments de données en vue de satisfaire une requête, de modifier ou supprimer ces données. Le LMD offre la possibilité d'accéder aux différentes données de la base sans qu'il soit nécessaire de spécifier les chemins physiques à suivre, cette tâche étant prise en compte automatiquement par le système [29].

II.6.5.Passage du modèle conceptuel au modèle logique de données

Le passage du modèle conceptuel (entité – associations) au modèle logique (modèle relationnel) est une des étapes primordiales dans la conception des bases de données. Les principales règles de passage sont :

- Toute entité ou relation du modèle conceptuel de données se transforme en une table relationnelle ;
- L'identifiant de l'entité ou de la relation devient la clé principale de la table ;
- Les autres propriétés deviennent des attributs de la table.

Les figures I.4 et I.5 illustrent le passage du modèle conceptuel au modèle logique.

Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution à sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique.

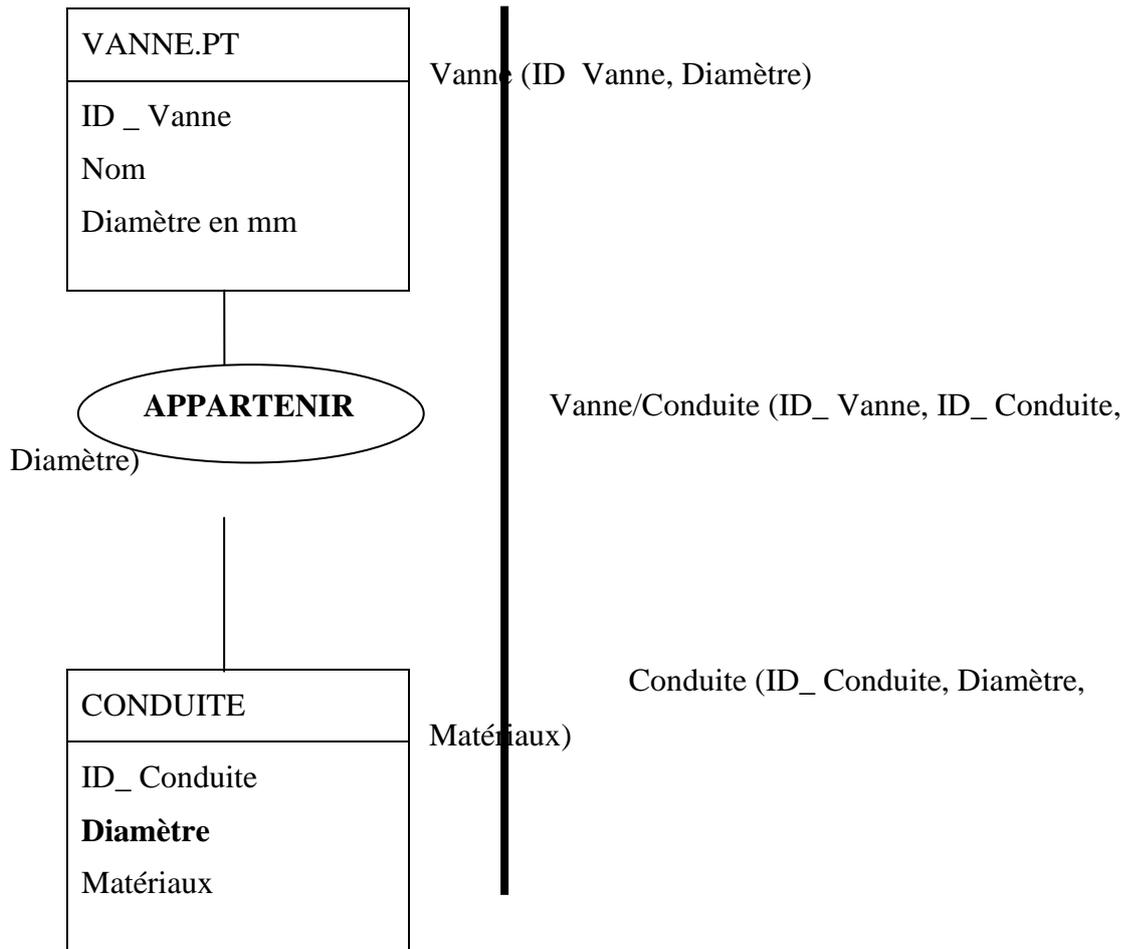


Figure I.14: Passage du schéma conceptuel au schéma relationnel [13]

Vanne (ID Vanne, Diamètre)

Vanne	ID_Vanne	Diamètre

Vanne/ Conduite (ID Vanne, ID Conduite,
Diamètre)

Vanne / Conduite	ID Vanne	ID Conduite

Tronçon (ID Conduite, Diamètre, Matériaux)

Conduite	ID conduite	ID Conduite

Figure I.15: Passage du schéma relationnel à la table relationnelle

Conclusion :

A travers ce chapitre nous avons abordées le fondement théorique et nous avons présenté un aperçu général sur la modélisation du réseau d'AEP et la gestion des réseaux, ainsi que le mode de conception d'un système d'information géographique.

Ces démarches d'étude et de diagnostic. Ainsi que de dimensionnement seras poursuit lors de l'étude du cas pratique au chapitre II,

Pour cela une démarche a été adoptée de manière à définir un modèle conceptuel de données (MCD) qui constitue la base du système d'information géographique (SIG) développé dans le chapitre III. En parallèle à cette réflexion, il est bien souvent nécessaire de sélectionner des solutions logicielles et informatiques qui seront nécessaires à la réalisation de ce travail.

Introduction

La modélisation du réseau d'alimentation en eau potable consiste à porter pour la situation actuelle, une réflexion sur l'organisation du système d'alimentation en eau potable, en spécifiant en particulier les fonctions à remplir par les différentes composantes du système et des conditions à accomplir pour que ses fonctions soient correctement assurées.

1. CHOIX DU SITE D'ETUDE

Notre choix a porté sur la commune de sidi aiche (rive gauche) pour les raisons suivantes :

- La commune de sidi aiche possède un plan cadastral (cadastre urbain) ;
- Disponibilité de certaines données nécessaires pour la modélisation du réseau d'AEP plan de recollement schéma de montage, PDAU, plans de réseau, levées topographiques.

2. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

La commune de SIDI AICH se situe dans la vallée de la Soummam à une altitude d'environ 100 m NGA. Elle est à environ 45 kilomètres au Sud Ouest du chef lieu de la wilaya de Bejaïa et environ 220 kilomètres à l'est de la capitale. Après le découpage administratif de 1984, la commune de Sidi Aïch a vue sa superficie passer de 51.15 km² à 7.70 km² au profil de la création de cinq nouvelles communes. Actuellement elle est délimitée comme suit :

- Au nord et au nord Est par la commune de Tinebdar et Fenaia II-Maten ;

Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution a sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique.

- A l'ouest par la commune d'El-Flay ;
- A l'est par la commune de Timezrit ;
- Au sud par la commune de Sidi Ayad.

La commune de Sidi Aïch est traversée par la route nationale N°26, axe principale qui traverse toute la wilaya de Bejaïa à travers la vallée de la Soummam. Sa population se caractérise par sa forte densité au km² (1773 habitants/km²). Cette situation révèle la forte attractivité de la commune.

La commune de Sidi Aïch, est une commune de la daïra de Sidi Aïch wilaya de Bejaïa. Elle est composée de 02 localités, ACL de Sidi Aïch et l'agglomération de Remila.

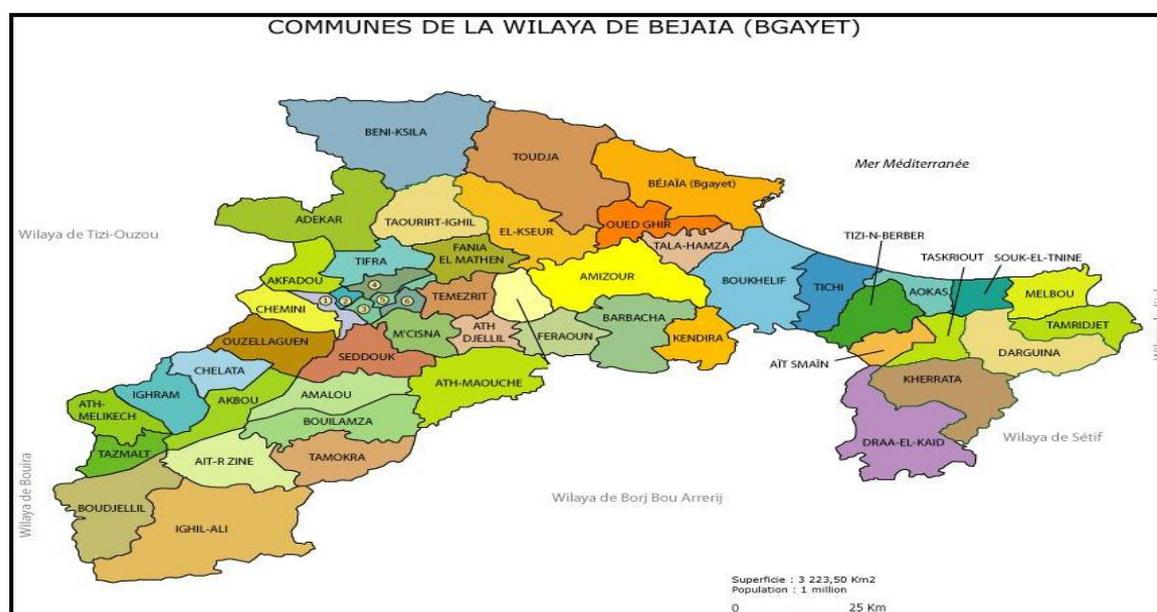


Figure II. 1: Plan de situation de la zone d'étude

3. STRUCTURE ET FONCTIONNEMENT DU RESEAU

3.1. Structure du réseau

Le réseau d'eau potable de la Rive gauche de la ville de Sidi Aïch dessert 02 Agglomérations. Le nombre d'abonnés desservi par le réseau est de 3717 abonnés en 2012 (*Source : ADE Sidi Aïch*). Son linéaire est estimé à environs 58.60 km (hors branchements).

Au terme de la présente phase, nous avons procédé à l'élaboration d'un plan de recollement du réseau principal, secondaire et tertiaire de distribution d'eau potable de la rive gauche de l'agglomération chef lieu de Sidi Aïch et sa zone éparse (Remila).

La totalité du réseau est alimenté par 03 ressources :

- Le forage d'Aghernouz, qui alimente la rive gauche de l'agglomération chef lieu de la commune de Sidi Aïch.
- Le forage de Remila, qui alimente l'agglomération de Remila.

Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution à sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique.

- Le barrage Tichy Haft qui alimente l'agglomération chef lieu de la commune de Sidi Aïch.

Le réseau est composé de quatre réservoirs de stockage, de trois stations de refoulement et de deux forages.

Une synthèse de l'ensemble des ouvrages est présentée dans les tableaux ci-dessous:

Tableau II. 2 : liste des réservoirs de stockage

Rive Gauche			
Nom de l'ouvrage	Capacité (m³)	Côte radier (mNGF)	Côte de trop plain (mNGF)
Réservoir de l'Hôtel	100	273.75	276.21
Réservoir de l'Hôpital	100	175.96	179.26
Réservoir Imadalou	2x300	161.31	164.81
Réservoir Ighaouzene	100	217.20	220.20
Remila			
Nom de l'ouvrage	Capacité (m³)	Côte radier (mNGF)	Côte de trop plain (mNGF)
Réservoir Remila	100	210.50	213.00

☞ La capacité de stockage totale est de 1000 m³.

Tableau II. 3 : liste des stations de pompage

Rive Gauche			
Nom de la station	Débit nominal (m³/h)	Hauteur manométrique totale HMT (mCE)	Capacité de la bache (m³)
Station de pompage IMADALOU (*)			
Vers réservoir Ighaouzene	39.6	86	300
Vers réservoir hôtel	25.2	168	

☞ La capacité de stockage totale est de 300m³.

Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution à sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique.

(*) La station de pompage IMADALOU regroupe deux groupes de pompe. Le premier assure l'alimentation du réservoir de l'hôtel, et le deuxième groupe alimente le réservoir de l'hôpital.

Tableau II. 4 : liste des Forages

Forage	Débit nominal (m ³ /h)	Hauteur manométrique totale HMT (mCE)	Profondeur de la pompe (m)
Aghernouz	95	153	27
Remila	19.8	175	38

3.2. Fonctionnement du réseau

Le réseau de la rive gauche est alimenté par les réservoirs Imadalou (2x300 m³), le réservoir Ighaouzen, le réservoir de l'Hôtel et le réservoir de l'Hôpital. Les réservoirs Ighaouzen et Hôtel sont alimentés par la station de pompage Imadalou (composée de deux groupes de pompes, $Q_n = 39.6 \text{ m}^3/\text{h}$, HMT = 86 mce et $Q_n = 25.2 \text{ m}^3/\text{h}$, HMT = 168 mce respectivement, vers le réservoir Ighaouzen et le réservoir de l'Hôtel). Le réservoir de l'Hôpital est alimenté par le réservoir de l'Hôtel.

Les réservoirs Imadalou 3x300 m³ (bâche de la station incluse), sont alimentés principalement par les eaux du barrage Tichy Haft, grâce à un By-pass réalisé entre la conduite de refoulement venant du forage Aghernouz et le branchement Tichy Haft - réservoirs 2x2500 m³ et en appoint par le forage Aghernouz.

La conduite venant du barrage de Tichy-Haft passe par la ville de Sidi Aïch avec un DN 1200 aciers.

- Un premier piquage Pk 27.5 est réalisé en DN 350 fonte sur cette conduite à l'entrée de la ville sur la rive gauche, pour alimenter les communes de Sidi Aïch, El-Flay, Tibane et Tinebdar via les réservoirs 2x2500 m³. Actuellement, la ville de Sidi Aïch est alimentée par le barrage Tichy-Haft grâce à un By-pass réalisé entre la conduite de refoulement venant du forage Aghernouz et le branchement DN 350 fonte Tichy Haft-réservoirs 2x2500 m³.

La figure (II.1) ci-dessous donne une schématisation du réseau de la zone étudiée.

Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution a sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique.

3.3. Différents schémas d'aménagement pour le moyen horizon 2030

A partir de la conduite principale sortante de la station de traitement, plusieurs adductions secondaires ont été réalisées et leurs études été réparties en 5 lots :

- Lot 1 : subdivision d'Akbou ;
- Lot 2 : Subdivision de Seddouk ;
- Lot 3 : subdivision Sidi Aïch ;
- Lot 4 : Subdivision d'Amizour ;
- Lot 3 : Subdivision de Bejaïa.

Ces adductions secondaires permettront de satisfaire les besoins en eau des 23 agglomérations sur les 52 existantes dans la wilaya de Bejaïa.

Les études établies pour le lot 3 concernent les communes de Sidi Aïch, El-Flaye, Timezrit, Chemini, Souk Ouffela, Tibane, Tinebdar et Fenaia-il Maten.

Ces études ont abouti à la réalisation pour la commune de Sidi Aïch, d'une chaine de refoulement pour alimenter tous ses réservoirs, en eau du barrage de Tichy-Haft.

La conduite principale venant du barrage de Tichy-Haft qui traverse l'agglomération de Sidi Aïch est une conduite DN 1200 acier. Deux piquages ont été réalisés :

- Un premier piquage Pk 27.5 est réalisé en DN 350 fonte sur cette conduite à l'entrée de la ville sur la rive gauche, pour alimenter les commune de Sidi Aïch, El-Flay, Tibane et Tinebdar via les réservoirs 2x2500 m³ ;
- Actuellement, le rive gauche de la ville de Sidi Aïch est alimentée par le barrage Tichy-Haft grâce à un By-pass réalisé entre la conduite de refoulement venant du forage AGHERNOUZ et le branchement DN 350 fonte TICHY HAFT-réservoirs 2x2500 m³.

Station de Reprise 2x2500m³ : en cour de réalisation, cette station de reprise reçoit les eaux du barrage de Tichy-Haft à partir du Pk 27.5. Elle est destinée à alimenter les communes de Sidi Aïch, Tinebdar, El-Flaye et Tibane. Une adduction gravitaire est réalisée en DN 400 PEHD vers une station de reprise SR1 située dans le quartier des oliviers (Sidi Aïch), cette conduite véhicule le quotta réservé pour sidi Aïch (55l/s) et Tinebdar (24l/s).

Station de Reprise SR1 : En cour de réalisation, Cette station de reprise SR1 refoule les eaux en DN 350 Fonte vers une autre station de reprise SR2 situé sur le versant nord de l'agglomération de Sidi Aïch au dessus des réservoirs Imadalou. A cette station est incorporée une bâche rectangulaire de 500 m³.

Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution a sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique.

Station de Reprise SR2 : En cour de réalisation, Cette station de reprise SR2 refoule les eaux en DN 250 Fonte vers une autre station de reprise SR3 situé à Tinebdar (Sous le stade). A cette station est incorporé un réservoir circulaire de 500 m³. A partir de ce réservoir, une conduite DN 315 PEHD alimente les réservoirs Imadalou.

Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution a sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique.

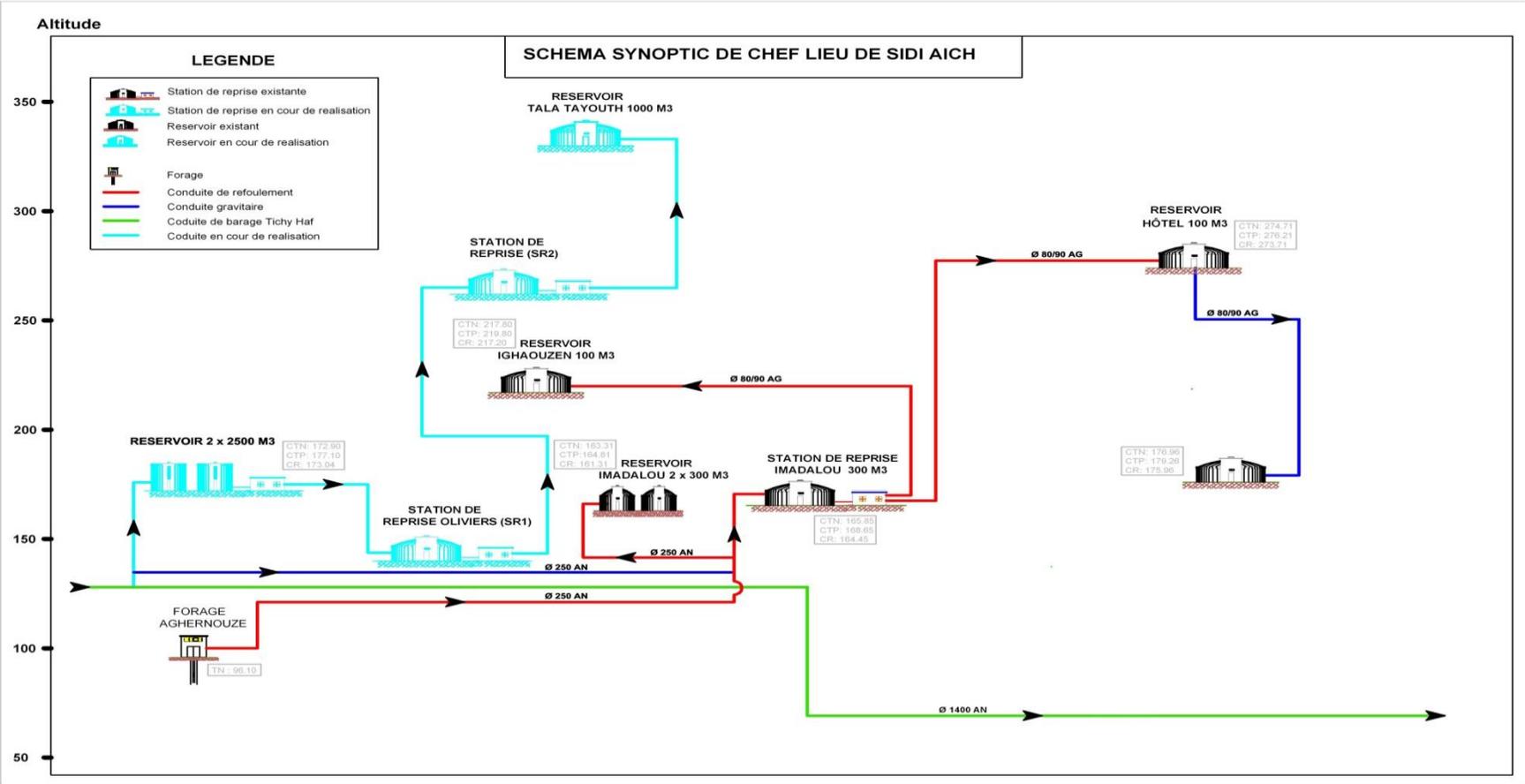


Figure II.2 : Schéma de fonctionnement du réseau de la rive gauche de Sidi Aïch

Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution a sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique.

3.4 Description des ouvrages

3.4.1. Ouvrages de stockage

3.4.1.1. Réservoir Imadalou

Les caractéristiques de cet ouvrage et son état sont décrits dans le tableau (II.4) ci-dessous :

Tableau (III.4) : Caractéristiques du réservoir Imadalou

Réservoir IMADALOU					
Caractéristiques					
Capacités (m ³)		Type de cuve	Cote radier (m)	Cote de trop plein (m)	
2x300		Circulaire semi enterrée	161.31	164.81	
Fonctionnement					
Origine de l'Alimentation	Mode d'alimentation	Remplissage	Comptage	Télégestion	Commentaires
- Forage Aghernouz - Conduite Tichy Haft	Refoulement Gravitaire	Sur verse	Oui	Non	/
Distribution					
Volume incendie (120m ³)	Cotes de dessertes	Secteurs desservis			
Non	/	Centre ville – quartier IMADALOU			
Etat et entretien					
Voie d'accès	Clôture	Echelle d'accès	Grilles d'aération	Robinetterie (Vanne, Clapet, ...etc.)	
Oui	Oui	Non conformes	conforme	Non conforme	
 <p>Vue extérieure du réservoir</p>			 <p>Chambre de vannes</p>		
Etanchéité de la Cuve	Etat du génie civil interne		Etat du génie civil externe	Lavage annuel	
Bon	Bon		Bon	Oui	

☞ Pour cet ouvrage, nous préconisons de :

Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution à sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique.

- Rénover la robinetterie dans la chambre des vannes ;
- Réhabiliter l'échelle d'accès ;
- Réaliser un mur de clôture sur le côté Nord de la station.

3.4.1.2. Réservoir Ighaouzene

Les caractéristiques de cet ouvrage et son état sont décrits dans le tableau (II.5) ci-dessous :

Tableau (III.5) : Caractéristiques du réservoir Ighaouzene

Réservoir IGHAOUZENE					
Caractéristiques					
Capacité (m ³)	Type de cuve	Cote radier (m)	Cote de trop plein (m)		
100	Circulaire semi enterrée	217.20	220.20		
Fonctionnement					
Origine d'Alimentation	Mode d'alimentation	Remplissage	Comptage	Télégestion	Commentaires
SR Imadalou	Refoulement	Sur verse	Oui	Non	/
Distribution					
Volume incendie (120m ³)	Cotes de dessertes	Secteurs desservis			
Non	/	Ighaouzene - Quartier Cavalier – Quartier des oliviers			
Etat et entretien					
Voie d'accès	Clôture	Echelle d'accès	Grilles d'aération	Robinetterie (Vanne, Clapet, ...etc.)	
Non	Non	Non conforme	Non conformes	Non conforme	
 <p>Chambre de vannes</p>			 <p>Vue extérieure du réservoir</p>		
Etanchéité de la Cuve	Etat du génie civil interne		Etat du génie civil externe	Lavage annuel	
Dégradée	Dégradé		Dégradé	Oui	



Pour cet ouvrage, nous préconisons de :

Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution a sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique.

- Mettre une clôture en grillage ;
- Refaire l'étanchéité de la coupole et la toiture de la chambre à vannes ;
- Faire une couche de peinture pour les parois de l'ouvrage ;
- Réaliser une évacuation pour les eaux de fuites dans la chambre à vanne ;
- Réhabiliter l'échelle d'accès.

3.4.1.3 Réservoir Hôtel

Les caractéristiques de cet ouvrage et son état sont décrits dans le tableau (II.6) ci-dessous :

Tableau II.6: Caractéristiques du réservoir Hôtel

Réservoir Hôtel					
Caractéristiques					
Capacité (m ³)	Type de cuve	Cote radier (m)	Cote de trop plein (m)		
100	Circulaire semi enterrée	273.75	276.21		
Fonctionnement					
Origine de l'Alimentation	Mode d'alimentation	Remplissage	Comptage	Télégestion	Commentaires
SR Imadalou	Refoulement	Sur verse	Oui	Non	/
Distribution					
Volume incendie (120 m ³)	Cotes de dessertes	Secteurs desservis			
Non	/	Quartier Bouzermane – Réservoir Hôpital			
Etat et entretien					
Voie d'accès	Clôture	Echelle d'accès	Grilles d'aération	Robinetterie (Vanne, Clapet, etc...).	
Non	Non	Non conforme	Non conformes	Non conforme	
					
Vue extérieure du réservoir			Chambre de vannes		
Etanchéité de la Cuve		Etat du génie civil interne		Etat du génie civil externe	Lavage annuel
Dégradée		Très dégradé		Très dégradé	Oui

☞ **Pour cet ouvrage, nous préconisons de :**

- Mettre une clôture en grillage ;
- Refaire l'étanchéité de la coupole et la toiture de la chambre à vannes ;

Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution à sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique.

- Faire une couche de peinture pour les parois de l'ouvrage ;
- Réaliser une évacuation pour les eaux de fuites dans la chambre à vanne ;
- Réhabiliter l'échelle d'accès ;
- Reconstruire la chambre de vannes.

3.4.1.4 Réservoir Hôpital

Les caractéristiques de cet ouvrage et son état sont donnés dans le tableau (II.7) ci-dessous :

Tableau II.7 : Caractéristiques du réservoir Hôpital

Réservoir HOPITAL					
Caractéristiques					
Capacité (m ³)	Type de cuve	Cote radier (m)	Cote de trop plein (m)		
50	Circulaire semi enterrée	175.96	179.26		
Fonctionnement					
Origine de l'Alimentation	Mode d'alimentation	Remplissage	Comptage	Télégestion	Commentaires
Réservoir Bouzermane	Gravitaire	Sur verse	Oui	Non	/
Distribution					
Volume incendie (120 m ³)	Cotes de dessertes	Secteurs desservis			
Non	/	Quartier Bouhlou - Quartier Hôpital			
Etat et entretien					
Voie d'accès	Clôture	Echelle d'accès	Grilles d'aération	Robinetterie (Vannes, Clapet, ...etc.)	
Non	Non	Non conforme	Non conformes	Non conforme	
 <p>Vue extérieure du réservoir</p>			 <p>Chambre de vannes</p>		
Etanchéité de la Cuve	Etat du génie civil interne		Etat du génie civil externe		Lavage annuel
Dégradée	Dégradé		Très dégradé		Oui

Pour cet ouvrage, nous préconisons de :

- Mettre une clôture en grillage et refaire l'étanchéité de la coupole ;
- Faire une couche de peinture pour les parois de l'ouvrage ;
- Réaliser une évacuation pour les eaux de fuites dans la chambre à vanne ;
- Mettre en place une l'échelle d'accès.

3.4.1.5 Réservoir Remila

Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution à sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique.

Les caractéristiques de cet ouvrage et son état sont regroupés dans le tableau (II.8) ci-dessous :

Tableau II.8 : Caractéristiques du réservoir Remila

Réservoir de REMILA					
Caractéristiques					
Capacité (m ³)	Type de cuve	Cote radier (m)	Cote de trop plein (m)		
100	Circulaire semi enterrée	210.50	213.00		
Fonctionnement					
Origine de l'Alimentation	Mode d'alimentation	Remplissage	Comptage	Télégestion	Commentaires
Forage Remila	Refoulement	Sur verse	Oui	Non	/
Distribution					
Volume incendie (120 m ³)	Cotes de dessertes	Secteurs desservis			
Non	/	Agglomération de Remila			
Etat et entretien					
Voie d'accès	Clôture	Echelle d'accès	Grilles d'aération	Robinetterie (Vanne, Clapet, ...etc.)	
Non	Dégradée	Dégradée	Oui	Dégradée	
 <p>Vue extérieure du réservoir</p>			 <p>Chambre des vannes</p>		
Etanchéité de la Cuve	Etat du génie civil interne	Etat du génie civil externe		Lavage annuel	
Bonne	Bon	Fissure sur les murs de la chambre à vanne		Oui	

☞ **Pour cet ouvrage, nous préconisons de :**

- Refaire une clôture en grillage et remettre en état le portail ;
- Mettre une voie d'accès.
- Reconstruire la chambre à vanne qui présente un risque d'effondrement ;
- Mettre en place une échelle d'accès ;
- Refaire la robinetterie.

3.5. Ouvrages de transfert

Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution à sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique.

3.5.1. Station de reprise Imadalou

Les caractéristiques de cette station et son état sont décrits dans le tableau (III.9) ci-dessous :

Tableau II.9 : Caractéristiques de la station de reprise Imadalou

Nombre de pompes		Débit nominal (m ³ /h)		HMT (hauteur manométrique totale) (mce)	
1+1		25.2 vers Hôtel		168 vers Réservoir Hôtel	
1+1		39.6 vers Ighaouzene		85 vers Réservoir Ighaouzene	
Anti-Bélier					
Type	Pression de service (bars)	Pression d'épreuve (bars)	Comptage	Télégestion	Commentaires
/	/	/	Oui	Non	Refoulement
Distribution					
Ouvrages alimentés			Secteurs desservis		
Réservoir Ighaouzene - Réservoir Hôtel			-		
Etat et entretien					
Voie d'accès	Clôture	Robinetterie (Vanne, Clapet, ...etc.)			
Oui	Oui	Non conforme			
					
Vue extérieure du réservoir			Chambre de pompe		
Etanchéité de la Cuve	Etat du génie civil interne	Etat du génie civil externe		Lavage annuel	
Bonne	Bon	Bon		Oui	

☞ **Pour cet ouvrage, nous préconisons de :**

- Refaire la robinetterie ;
- Drainage des eaux de fuites ;
- Remettre en place les câbles électriques ;
- Entretien le local.

.4 Diagnostic préliminaire

IL s'agit de faire un diagnostic physique et fonctionnel du réseau d'AEP de la rive gauche de la ville de sidi aiche.

Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution a sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique.

.4.1. Diagnostic physique

En plus des désordres constatés et illustrés concernant les ouvrages de stockage et de transfert d'eau potable, on illustre quelques uns dans les photos (II.1), (II.2) et (II.3) ci-dessous :



Photo II.1 : Conduite DN 250 acier noir venant de la station de reprise Timezghra vers le réservoir Imadalou



Photo II.2: Conduite d'alimentation en eau potable



Photo II.3 : Vanne sur la conduite de distribution (Réservoir Hôpital)

On constate que :

- La conduite DN 250 acier noir venant de la station de reprise Timezeghra vers le réservoir Imadalou est suspendue au pont des piétons à Sidi Aïch. La vétusté de cette conduite engendre des fuites fréquentes. Pour cette conduite, on recommande son changement ;
- Pour la conduite d'alimentation, on recommande son changement car son état est dégradé et a subi plusieurs réparations ;
- La vanne sur la conduite de distribution (Réservoir Hôpital) est dégradée.
Les autres vannes auront le même sort si on n'aménage pas un regard pour protéger ses accessoires.

4.2. Diagnostic fonctionnel :

4.2.1 Statistiques sur le réseau :

On a procédé à la collecte de tous les plans de recollement établis par les entreprises ayant intervenue dans les opérations de rénovation ou de projection de nouveaux réseaux d'eau potable. Mis à part ces opérations, aucun plan du réseau n'est disponible au niveau du service technique de la commune et même au niveau de la Subdivision de l'Hydraulique de Sidi Aïch. Ceci est dû essentiellement au fait que la majorité des canalisations installées, il y a presque 40 ans, n'ont pas fait l'objet des plans.

4.2.1.1 Réseau de distribution :

Toutes les informations concernant la nature du matériau, la longueur et le diamètre des conduites de distribution sont mentionnées dans le tableau II.10 ci-dessous :

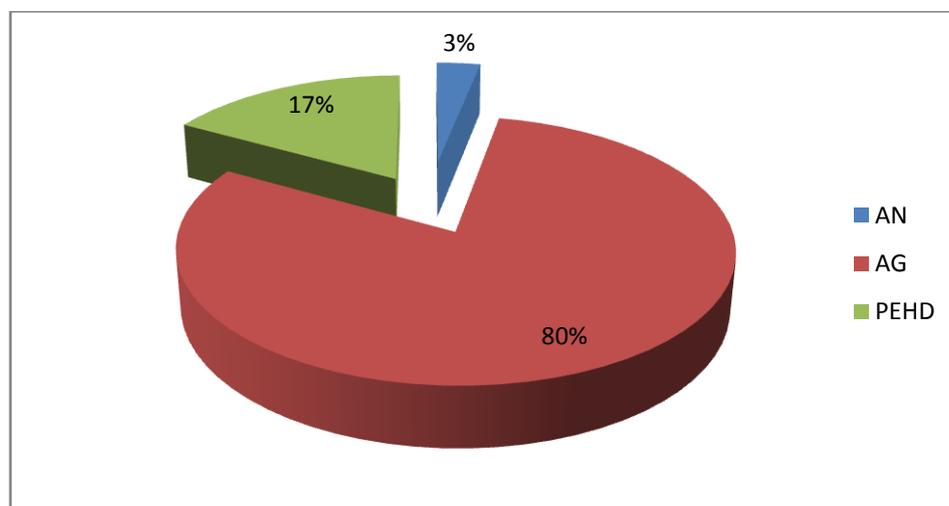
Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution a sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique.

Tableau II.10: Tableau récapitulatif des longueurs par type de matériaux et diamètres

Diamètre DN (mm)	Longueur selon le type du matériau			Total (m)
	AN	AG	PEHD	
102/114	/	2440	/	2440
125/140	119	/	/	119
15/21	42	392	/	434
20/27	/	577	/	577
200	327	/	/	327
250	219	/	/	219
26/34	/	129	/	129
33/42	/	1091	/	1091
40/49	/	6224	/	6224
50/60	/	4525	/	4525
66/76	/	1706	/	1706
80/90	/	1245	/	1245
110	/	/	122	122
40	/	/	599	599
50	/	/	1149	1149
63	/	/	1894	1894
75	/	/	84	84
Total (m)	707	18329	3848	22884

- AN : Acier Noir ;
- AG : Acier Galvanisé ;
- PEHD : Polyéthylène Haute Densité.

La représentation graphique et l'analyse de ces valeurs sont représentées dans la figure (II.2) ci-dessous :



Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution à sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique.

Figure II.3 : Répartition des longueurs en fonction de la nature des conduites

Le réseau de distribution est constitué à 80,09 % de conduites en acier galvanisé avec un linéaire de 18.329 km. Les conduites en PEHD représentent un taux de 16,82 % avec un linéaire de 3.848 km. Par contre, l'acier noir ne représente que 3,089 % avec un linéaire de 0.707 km. On remarque que la majorité des conduites de distribution sont en acier galvanisé ce qui veut dire que le réseau est ancien.

4.2.1.2. Réseau d'adduction :

Toutes les informations concernant la nature du matériau, la longueur et le diamètre des conduites d'adduction sont mentionnées dans le tableau (II.11) ci-dessous :

Tableau II.11 : Tableau récapitulatif des longueurs par type de matériaux et diamètres

Diamètre	Longueur par type de matériau			TOTAL
DN (mm)	FONTE	PEHD	AN	ML
110	/	2905	/	2905
125	6549	1120	/	7669
200	/	2377	/	2377
250	/	/	343	343
Total	6549	6402	343	13294

La représentation graphique et l'analyse de ces valeurs sont représentées dans la figure (II.3) ci-dessous :

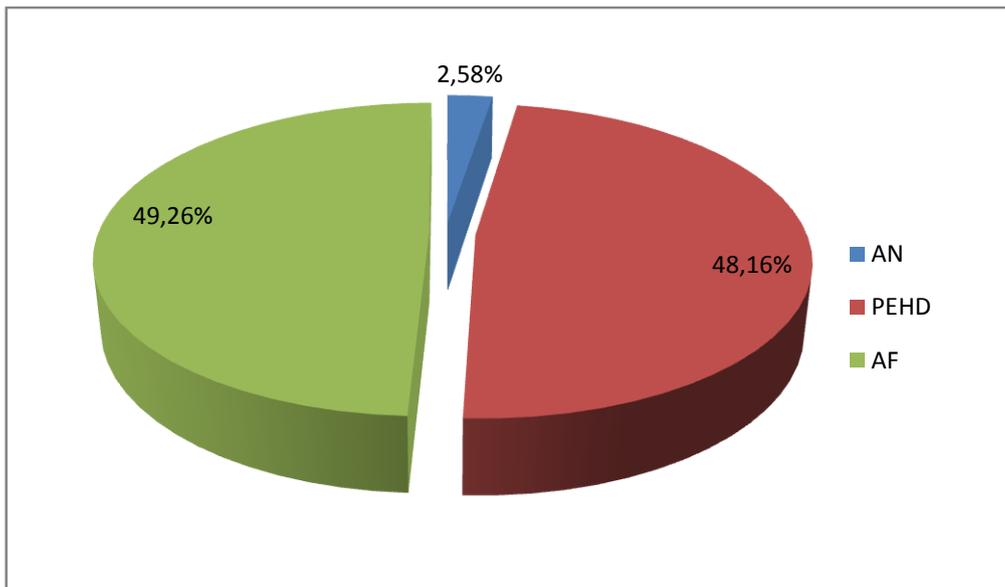


Figure II.4 : Répartition des longueurs en fonction de la nature des conduites

Le réseau d'adduction est constitué à 49.26 % de conduites en acier fonte sur un linéaire de 6.549 km, de 48.16 % de conduites en PEHD sur un linéaire de 6.402 Km et de 2.58 % en acier noir. On remarque que la majorité des conduites d'adduction sont en acier Fonte et en PEHD.

4.2.1.3 Analyse de la production et de la consommation :

Ce diagnostic concerne l'analyse de la production et la consommation à partir des chiffres enregistrés par l'exploitant.

La gestion des abonnés présente de multiples lacunes qui induisent une sous estimation de la consommation réelle des usagers, mais elle reste la seule base sur laquelle on peut fonder une approche. Les causes de cette situation sont multiples et interférentes :

- Mauvaise qualité du comptage et des procédures de relève ;
- Branchements non répertoriés ou clandestins ;
- Fraude des usagers, ...etc.

La relève des compteurs sur la production, distribution et chez l'abonné, a permis d'avoir des informations et données regroupées dans les tableaux (III.12), (III.13) et (III.14) qui suivent .

Tableau II.12 : Analyse de la production/consommation Année 2010

Année 2010			
Trimestres	Volumes	Volumes	Volumes facturés

Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution a sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique.

	produits (m3)	distribués (m3)	Rive Gauche (m3)	Rive droite (m3)	Remila (m3)	Catégories II, III et IV (m3)
1er	427 969	189 995	38 021	40 972	3 509	26 101
2eme	420 290	232 992	34 234	41 873	3 706	22 716
3eme	533 515	345 116	41 764	47 309	5 077	25 192
4eme	430 390	314 939	42 294	48 800	4 599	25 889
Total	1 812 164	1 083 042	156 313	178 954	16 891	99 898

Source : ADE Sidi Aïch

Tableau II.13: Analyse de la production/consommation Année 2011

Année 2011						
Trimestres	Volumes produits (m3)	Volumes distribués (m3)	Volumes facturés			
			Rive Gauche (m3)	Rive droite (m3)	Remila (m3)	Catégories II, III et IV (m3)
1er	384 709	285 785	39 444	47 172	3 679	16 770
2eme	461 915	225 850	30 149	38 789	4 628	19 117
3eme	419 571	326 091	45 022	57 119	4 751	21 290
4eme	443 204	290 705	37 793	42 947	5 154	25 779
Total	1 709 399	1 128 431	152 408	186 027	18 212	82 956

Source : ADE Sidi Aïch

Tableau II.4: Analyse de la production/consommation Année 2012

Année 2012						
Trimestres	Volumes produits (m3)	Volumes distribués (m3)	Volumes facturés			
			Rive Gauche (m3)	Rive droite (m3)	Remila (m3)	Catégories II, III et IV (m3)
1er	368 393	252 180	27 335	64 781	3 247	5 672
2eme	421 530	290 009	35 776	40 655	4 879	34 349
3eme	444 527	328 158	45 680	51 909	6 229	38 041
4eme	373 253	314 487	43 087	48 962	5 875	40 135
Total	1 607 703	1 184 834	151 877	206 307	20 230	118 197

Source : ADE Sidi Aïch

D'après l'analyse statistique de la production/consommation sur les trois dernières années, on peut conclure que la consommation non domestique représente en moyenne 22 % de la consommation domestique.

4.2.1.4 Rendement du réseau :

Le rendement du réseau est représenté sur le tableau N° 15

Tableau II. 15 : Rendement du réseau

Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution à sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique.

Années	Volumes produits	Volumes mis en distribution	Volumes facturés	η_p (Distribution)	η_p (Adduction)
2010	1 812 164	1 083 042	452 056	42%	60%
2011	1 709 399	1 128 431	439 602	39%	66%
2012	1 607 703	1 184 834	496 611	42%	74%

Le tableau ci dessus met en évidence des rendements du réseau très faible, que ça soit en distribution ou en adduction. Ces chiffres montre que presque la moitié des eaux produites est perdu, et un peut plus que la moitié des eaux distribuées est perdue aussi.

4.2.1.5 Indice linéaire de consommation (ILC)

Pour le réseau de la commune de Sidi Aïch (agglomération Chef lieu et Remila), l'indice linéaire de consommation sur ces trois dernières années est reprise dans le tableau ci-dessous :

Tableau II.17: Indice linéaire de consommation

Année	2010		2011		2012	
	Sidi Aïch	Remila	Sidi Aïch	Remila	Sidi Aïch	Remila
Linéaire de réseau (km)	40,09	6,15	40,09	6,15	40,09	6,15
Volumes facturés (m3/j)	1192,23	46,28	1154,49	49,89	1305,15	55,42
ILC (m3/j/km)	29,74	7,53	28,80	8,11	32,56	9,01

4.2.1.6 Indice linéaire de perte (ILP)

Le tableau ci-dessous montre que sur ces trois dernières années, l'indice linéaire de perte est qualifié de « mauvais ». Ceci témoigne d'un réseau vétuste

Tableau II.18: Indice linéaire de perte

Année	2010	2011	2012
Linéaire de réseau (km)	46.24	46.24	46.24
Volumes en distribution (m3/j)	2967.24	3091.59	3246.12
Volumes facturés (m3/j)	1238.51	1204.39	1360.58
Pertes (m3/h)	72.03	78.63	78.56
ILP (m3/h/km)	1.56	1.70	1.70

5. Détermination des données de base :

5.1. Démographie – Urbanisme – Méthodologie :

Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution à sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique.

La démarche doit suivre l'ordre précité, c'est-à-dire s'intéresser d'abord à l'évolution générale avant d'en tirer les incidences à une échelle détaillée.

La 1^{ère} étape consistera à établir la population actuelle. Ce travail a pu bénéficier des résultats préliminaires du recensement mené au cours des mois d'avril et mai 2008.

Les projections de la population aux horizons (2020, 2025 et 2030) seront établies en fixant les taux de croissance annuels moyens par période. Il s'agit, on s'en doute, de l'exercice le plus délicat. La croissance démographique fait intervenir de multiples paramètres dont les effets combinés sont souvent difficiles à prévoir.

Après avoir défini la projection de la population aux différents horizons on procédera à l'étude de sa distribution au sein des secteurs de l'agglomération.

Ce travail s'appuiera principalement sur les documents d'urbanisme officiels (PDAU, POS,..) qui définissent la vocation des secteurs, les normes d'urbanisation, les projets d'équipements et d'infrastructures.

De façon schématique une ville peut être décomposée en secteurs plus ou moins homogènes qui se différencient par leur typologie urbaine (habitat collectif, lotissements, etc.), leur vocation actuelle (résidentielle, administrative, mixte, zone industrielle, etc.) et future (zone à urbaniser, espace protégé, etc.). On y rencontre des zones totalement densifiées, et d'autres en cours d'urbanisation.

Pour la rive gauche ville de Sidi Aïch, tous les POS sont ouverts à des aménagements sauf le POS deux qui est approuvé et clôturé. Le POS dix situé dans l'agglomération de Remila, est prévu pour une zone d'extension, actuellement en étude. D'après les documents consultés (proposition d'aménagement), il y'aurait une projection d'un grand nombre de logements et équipements.

Une variante a été retenue pour notre cas d'études :

◆ Variante II :

- La projection de 4550 logements soit 22750 habitants à raison de 5 hab. /logt ;
- La projection d'une dizaine d'équipements (CEM, Primaire, crèche,.....).

Comme on peut le constaté, il s'agit d'une nouvelle ville à Remila.

. Dans la mesure où ces documents existent (ce qui est le cas pour les villes de Sidi Aïch) on s'appuiera sur les dispositions prévues sauf à constater des remises en cause ou des dérives dans leur mise en œuvre. De même, des ajustements pourraient s'avérer nécessaires en fonction des résultats du dernier recensement.

Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution a sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique.

Quelles que soient la qualité et pertinence des documents d'urbanisme, leurs résultats restent liés à la capacité des services de planification à assurer leur mise en œuvre. On parle alors d'urbanisme opérationnel.

5.2. Evolution de la population et des besoins :

5.2.1. Evolution de la population :

La population de Sidi Aïch serait selon les chiffres préliminaires du recensement d'avril 2008 de 12877 habitants pour le chef lieu et de 898 habitants pour l'agglomération de Remila. Au total la ville de Sidi Aïch compterait donc 13775habitants.

L'évolution passée de la population de la commune sur la période 1966-2008 est reportée dans le tableau ci-après.

Tableau II.19: Evolution de la population de la commune de Sidi Aïch (1966-2008)

<i>ANNEE</i>	1966	1977	1987	1998	2008
population	4865	6430	8740	13775	13775
taux de croissance	2,56	3,12	2,3	2,073	

Source : PDAU (Révision 2012)

La commune de Sidi Aïch connaît une croissance soutenue qui marque toutefois un ralentissement au cours des dernières décennies à l'instar de la tendance observée au niveau national.

5.2.2. Projection aux horizons du schéma directeur :

Les projections de population ont été

Tableau II. 20 : projection de la population

Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution à sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique.

établies sur la base d'une hypothèse qui tient compte des tendances récentes de l'accroissement démographique à savoir l'accroissement moyen annuel constaté durant la dernière décennie qui correspond à un taux de 2.073% (*Source PDAU 2012*). Ce dernier prévoit une stabilité de ce taux durant les vingt années à venir entre 2008 et 2028. Nous supposons que cette stabilisation continuerait jusqu'à 2030.

La population devrait ainsi passer de 14 951 habitants en 2012 à 21 620 habitants en 2030, ce qui représente un accroissement de 6669 habitants sur la période.

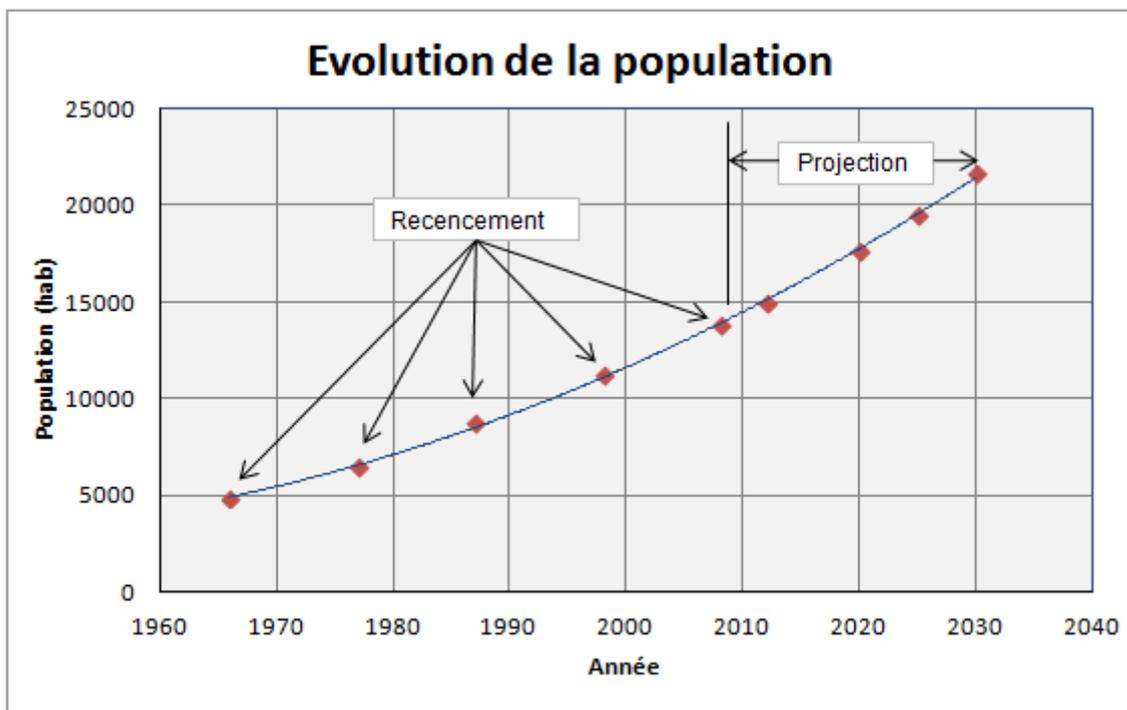
Le résultat des projections est reporté sur le tableau ci-contre et sur le graphique ci-après.

ANNEE	POPULATION	TAUX(*)
1966	4865	2,56
1977	6430	3,12
1987	8740	2,3
1998	11220	2,07
2008	13775	2,07
2012	14951	2,07
2020	17614	2,07
2025	19515	2,07
2030	21620	2,07

(*): Taux d'accroissement moyen annuel

Figure. II.5: Projection de la population de la commune de Sidi Aïch

Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution à sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique.



5.2.3. Etude comparative :

Sur la base des recensements effectués antérieurement, on peut faire une étude comparative de l'évolution de la population entre les études qui ont été faites par le bureau d'étude Géo-Système 1995 et en 2007 et les résultats fournis dans le tableau 16 (cette présente étude).

Tableau II.21 : Etude comparative de l'évolution de la population de la commune de Sidi Aïch

BET Géo-Système			L'étude de modélisation
Années	1995 Population (hab.)	2007 Population (hab.)	2012 Population (hab.)
1987	8766	8740	8740
1998	11579	11373	11220
2008	15129	13675	13775
2015	18242	16366	15899
2025	23834	19897	19515
2035	-	23750	23952

- La projection de la population aux horizons futurs établit par le bureau d'étude Géo-Système en 1995 semble être surestimé comparé à la projection établit par le même bureau d'étude en 2007. Cette dernière est considérée comme acceptable du moment qu'elle coïncide avec la projection de la population aux horizons futurs établit par nos soins

Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution à sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique.

sur la base du recensement de l'année 2008 et les hypothèses fixés par le PDAU (révisé en 2012).

5.2.4. Projection par secteurs :

La distribution de la population par secteurs a été effectuée selon la méthodologie détaillée au chapitre 1 Elle repose sur un travail d'analyse urbaine prenant en compte :

- Les programmes d'habitations achevés ou en cours de construction,
- l'examen des caractéristiques urbaines actuelles : typologie de l'habitat, densification, niveaux de saturation, etc. ;
- l'analyse des projets et opérations en cours ou programmées à travers les documents d'urbanisme (PDAU, POS) et les renseignements recueillis auprès des organismes en charge des questions d'aménagement.

Pour la rive gauche de sidi ville de Sidi Aïch, tous les POS sont ouverts à des aménagements sauf le POS deux qui est clôturé. Une partie du POS 1 (terrain nu de 8.5 ha situer entre le chemin w n°15 et le quartier résidentiel) se trouve dans une situation bloquée, du fait qu'il est situé sur une propriété privée. Néanmoins nous avons tenu compte en considérant une densité de 40 hab. /ha (situation existante du POS 1), soit une population de 340 habitants.

Le POS 10 situé dans l'agglomération de Remila avec une superficie de 40 ha, est prévu pour une zone d'extension, actuellement en étude. D'après les documents consultés (POS10, rapport écrit et esquisse d'aménagement), il y'aurait une projection d'un grand nombre de logements et équipements.

Deux variantes on été proposée :

◆ **Variante I :**

- La projection de 5150 logements soit 25750 habitants à raison de 5 hab. /logt ;
- La projection d'une dizaine d'équipements (CEM, Primaire, Crèche, Maison de jeunes, Mosquée, Poste, Protection civil, Bibliothèque.....).

◆ **Variante II :**

- La projection de 4550 logements soit 22750 habitants à raison de 5 hab. /logt ;
- La projection d'une dizaine d'équipements (CEM, Primaire, Crèche, Maison de jeunes, Mosquée, Poste, Protection civil, Bibliothèque.....).

Pour notre cas d'étude nous avons retenus la variante N° 02 Comme on peut le constaté, il s'agit d'une nouvelle ville à Remila. Le nombre d'habitant projeté à ce POS10 et presque équivalent à celui de la commune de Sidi Aïch à 2030.

Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution à sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique.

La rive gauche ville a été découpée en sept secteurs dont la délimitation est figurée sur la figure de annexe 1. Les secteurs définis représentent les districts. La population par secteur pour l'année 2008 a été calculée en adoptant une clé de répartition basée principalement sur le nombre d'habitant par district.

Pour les projections il a été considéré des rythmes de croissance différenciés selon les districts en fonction des dynamiques d'urbanisation observées et des orientations des documents d'urbanisme pour les zones d'extension POS10 (E1). Ces dernières sont repérées dans la liste des secteurs par la lettre E.

Le résultat des projections est donné dans le tableau ci-après.

Tableau II.22: Distribution de la population par district de la rive gauche de la ville de sidi aiche

DISTRICTE	2008	2012	2020	2025	2030
1	898	1015	1119	1227	1285
2	847	958	1139	1304	1304
3	906	1025	1006	1024	1033
4	671	759	858	858	1027
5	952	1077	1217	1217	1456
6	720	814	920	920	920
7	599	677	766	766	766
E		0	447	553	1240

5.3. Projection de la demande domestique :

5.3.1 Demande unitaire actuelle :

En se référant aux volumes facturés indiqués dans les tableaux 8, 9 et 10 et en estimant la population pour les années 2010, 2011 et 2012 les dotations unitaires pour ces trois dernières années sont indiquées dans le tableau ci-dessous:

Tableau II.23: calcul de la dotation unitaire actuelle

Année	2010	2011	2012
Population (hab.)	7550	7706	7866
Volumes facturés (m3/j)	653.63	759.70	782.36
Dotation unitaire (l/j/hab.)	86,30	98.58	99.46

Plusieurs études en ce sens ont été programmées par le ministère des ressources en eaux (MRE) afin de ressortir la vraie dotation unitaire actuelle, à ce titre on site;

Etude de diagnostic du réseau d'eau potable de Souk Ahras : élaboré par (BCEOM-2007) prévoit une dotation unitaire actuelle de 90 à 100 litres/jours/hab.

Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution à sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique.

L'étude de tarification de l'eau à usage domestique et industrielle en Algérie élaborée par SOGREAH (2002) dégage une dotation unitaire moyenne de 100 litres/jour/hab.

Les considérations précédentes conduisent à retenir un niveau de 105 l/jour/hab. comme représentatif de la demande unitaire moyenne domestique actuelle.

5.3.3. Demande unitaire future :

La démarche pour estimer la demande s'appuiera sur une approche normative bâtie sur des hypothèses raisonnables.

On considèrera que le contexte économique permettra une réelle amélioration des niveaux de vie de la population tout en procurant au secteur de l'eau les ressources financières nécessaires pour investir massivement.

Dans cette optique une augmentation des niveaux de demande unitaire apparaît logique, la question est de s'accorder sur un rythme de progression.

C'est pourquoi on propose de retenir comme hypothèse de travail les niveaux de demande unitaire domestique de 1% par an.

Tableau II.24: Demande unitaire future

Année	2012	2020	2025	2030
Demande (l/j/hab.)	105	113	118	123

5.3.4. Demande non domestique

La demande non domestique regroupe selon la classification de l'ADE les catégories « Administration », « commerces et services » et « Industrie et tourisme ». Parmi celles-ci, l'Administration est de très loin prépondérante en volume.

La plupart des équipements de la rive gauche de Sidi-Aïch sont localisés dans le chef lieu en particulier les équipements administratifs, sanitaires et scolaires.

5.3.5. Les pertes en distribution :

5.3.5.1. Considérations générales

On considère généralement qu'un taux de pertes de 20% à 25% constitue un objectif satisfaisant et caractéristique d'un réseau en bon état.

En faisant preuve d'un optimisme raisonné, il a été considéré que l'établissement d'un service continu pourrait être obtenu à l'horizon 2020 avec un taux de pertes de 30%.

Dans cette optique il a été pris en compte comme hypothèse de travail un taux de pertes de 25% à partir de l'horizon 2020.

Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution à sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique.

5.3.6. Les pertes en adduction

Faisant référence au tableau 7, le rendement du réseau d'adduction est de l'ordre de 60%. Ceci dit un taux de perte de l'ordre de 40% ce qui représente une perte significatif.

Le taux de fuites acceptable dans un système d'adduction doit rester faible au regard des volumes acheminés.

On visera à ne pas dépasser quelques pour cents (2 à 3%).

5.4. Normes et critères techniques de conception

L'étude des solutions techniques pour satisfaire à l'évolution future des besoins repose sur des normes et critères techniques de conception qui sont passés en revue ci-après.

5.4.1. Demande – coefficients à prendre en compte

La demande constitue le paramètre principal pour le dimensionnement de l'infrastructure. Elle est déterminée aux différents horizons selon la méthodologie exposée précédemment. On distingue habituellement trois composantes ; la demande des usagers, les pertes en distribution et les pertes en adduction ; la somme constituant la demande totale qui correspond aux besoins de production à assurer.

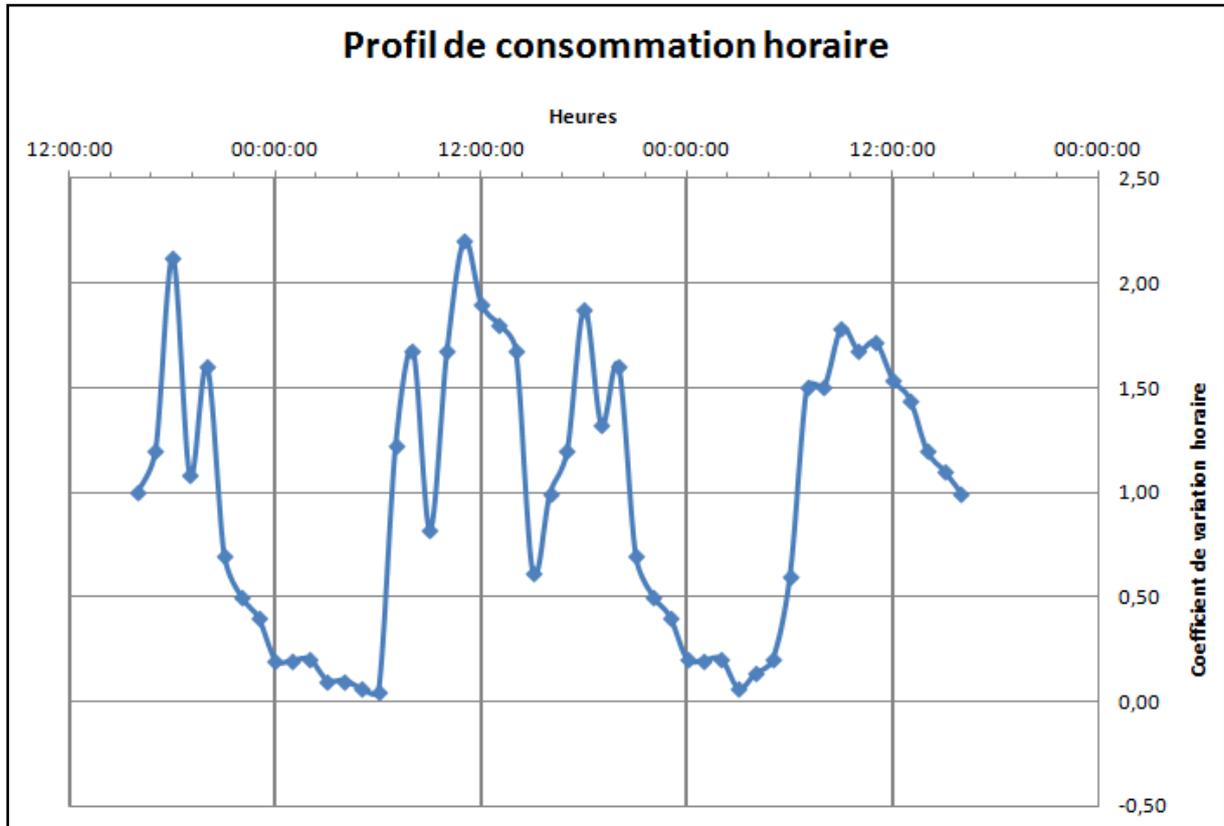
Selon le niveau de l'infrastructure auquel on se situe, des coefficients sont appliqués pour le dimensionnement sur lesquels on reviendra plus loin.

5.4.1.1 Distribution

La détermination d'un profil de consommation et d'un coefficient de pointe horaire est tirée habituellement de mesures de débit faites, par exemple en sortie des réservoirs de distribution. Pour être représentatives, ces mesures doivent être menées sur des réseaux qui présentent un fonctionnement conventionnel durable, c'est-à-dire assurant un service continu H24.

Une lecture du volume horaire mis en distribution a été effectué sur le compteur de distribution DN 150 du réservoir Imadalou alimentant le quartier Alliche et la Daïra (quartiers alimentés 24H/24), pendant 48 heures

Figure II.6: Profil de consommation horaire (quartier Alliche et Daira)

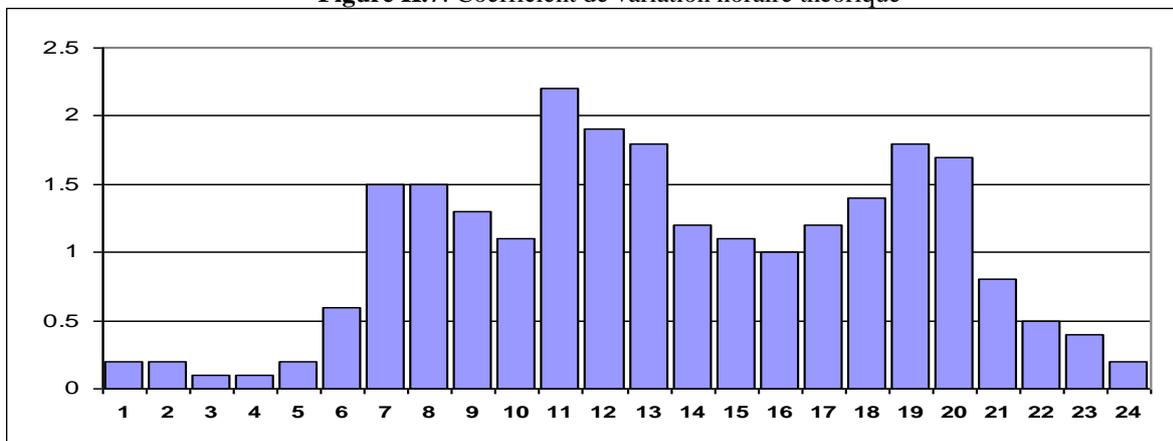


Malheureusement, cette lecture n'est pas fiable car la lecture sur un compteur de facteur 10 n'est pas trop précise. Les seules indications pratiques déduites de cette lecture sont la présence de trois pics le matin, midi et le soir et l'existence probable d'une pointe de consommation vers 10 -11H

Ces considérations conduisent le Consultant à adopter un profil de consommation basé sur l'expérience. Ce profil est illustré par le coefficient de variation horaire de la figure ci-contre.

Il prend en compte une pointe horaire avec un coefficient $C_{ph}=2,2$

Figure II.7: Coefficient de variation horaire théorique



Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution à sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique.

Il convient également de tenir compte de la pointe journalière pour laquelle on définit un coefficient de pointe qui est égal pour une année donnée, à :

$$\text{Cpj} = \frac{\text{Consommation maximum journalière}}{\text{Consommation moyenne journalière}}$$

Ce coefficient dépend des particularismes saisonniers : climat, tourisme.

Pour la rive gauche de la ville de Sidi Aïch il a été retenu **un coefficient de pointe journalier CPj = 1,2**

Enfin, le dernier point à prendre en considération correspond aux pertes. Celles-ci sont calculées comme un pourcentage du volume moyen journalier mis en distribution. Dans un réseau de distribution bien structuré le débit de pertes est sensiblement constant au cours de la journée. Il a été retenu **un taux de pertes en distribution Txp = 20%** à partir de l'horizon 2025.

5.4.1.2 La demande non domestique actuelle

Les lacunes du fichier des abonnés et des ventes d'eau ne permettent malheureusement pas une détermination fiable de la consommation non domestique en volume total, pour les mêmes raisons que celles explicitées pour la consommation domestique. En revanche, on accordera plus de crédit à une analyse comparative des données de ce fichier pour estimer le poids relatif des différentes catégories d'abonnés les une par rapport aux autres. On calculera ainsi quel pourcentage représente la consommation de la catégorie non domestique par rapport à celle de la catégorie domestique. La part des diverses sous-catégories sera déterminée selon le même principe.

On obtiendra ainsi une clé de répartition (structure de la demande), à partir de laquelle et par référence à la demande de la catégorie domestique on déterminera la demande de la catégorie non domestique et de ses sous-composantes.

En se référant aux tableaux(III12.13.14), la consommation non domestique représente 22% de la consommation des usagers.

Une autre manière peut être envisagée pour l'estimation des besoins non domestique. Celle-ci consiste à recenser tout les équipements avec leurs effectifs et affecter une dotation équivalente pour chaque type d'équipements.

La demande non domestique est répartie de manière beaucoup plus hétérogène que la demande domestique. Certains secteurs concentrent davantage que d'autres les administrations ou les commerces.

Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution à sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique.

5.4.2. Projection de la demande non domestique

Pour les projections de la demande non domestique aux différents horizons on prend comme hypothèse que la croissance de cette demande est corrélée avec celle de la demande domestique

5.4.2.1 Evolution des équipements

5.4.2.1.1 Equipements existants

Les équipements existants, dans la rive gauche de Sidi Aïch sont donnés dans le tableau (III.25) suivant :

Tableau II.25 : Equipements existants

Secteur	Equipements
Scolaire	05 Ecoles primaires 01 C.E.M
Sanitaire	01 Hôpital 01 Polyclinique 01 Douche 02 Pressings
Administratif	01 CNEP 01 Banque BDL 01 Banque BADR 01 Banque CPA 01 Siège Daïra 01 Siège APC 01 Contribution 01 Subdivision de l'hydraulique 01 Subdivision des travaux publics 01 ONA (Office National d'Assainissement) 01 Algérie Poste 01 Tribunal
Socioculturel	02 Mosquées 01 Cinéma 01 Maison de jeunes 01 Bibliothèque
Industriel	04 Menuiseries 03 Soudeurs 02 Stations service 05 Mécaniciens
Commerciale	14 Fast-food 03 Pizzerias 01 Boulangerie 04 Pâtisseries 05 Pharmacies 01 Marché

5.4.2.1.2 Estimation des besoins à différents horizons

➤ Besoins domestiques

Les besoins domestiques à l'horizon d'étude sont donnés dans le tableau (III.4) ci-dessous :

Tableau II.26 : Détermination des besoins domestiques

N° DISTRICT	POPULATION		Dotation (l/j/hab.)	Besoins (m ³ /j)	
	2012	2030		2012	2030
1	1015	1285	180	106,58	158,95
2	958	1304	180	100,59	160,39
3	1025	1033	180	107,63	127,06
4	759	1027	180	79,7	126,32
5	1077	1456	180	113,9	179,01
6	814	920	180	85,47	113,16
7	677	766	180	71,09	94,22
E		1240			152,52
Total	6325	9031	/	664,96	1111,63

➤ Besoins scolaires

Le tableau (III.5) ci-dessous donne les besoins scolaires à l'horizon d'étude.

N°DISTRICT	Type d'équipements	Nombre d'élèves	Dotation (l/j/élève)	Besoins (m ³ /j)	
				2012	2030
1	(01) Ecole primaire	96	15	1.44	1.44
3	(02) Ecoles primaires	182	15	1.23	1.23
1	(01) Ecole primaire	96	15	1.44	1.44
5	(02) Ecoles primaires (01) CEM	198 365	15	2.97	2.97

Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution a sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique.

6	(01) Ecole primaire	105	15	1.575	1.575
Total	-	846	15	12.69	12.69

Tableau II.27 : Détermination des besoins scolaires

➤ **Besoins sanitaires**

Les besoins sanitaires sont donnés dans le tableau II.28 ci-après.

Tableau II.28: Détermination des besoins sanitaires

N° DIST	Type D'équipements	Places Ou kg	Dotation (l/j/place) Ou Kg	Besoins (m ³)	
				2012	2030
4	(01) Polyclinique	40 places	60	2.4	2.4
6	01) Hôpital	300 places	60	18	18
3	(01) Douche	20 places	60	1.2	1.2
	(02) Pressings	250 Kg	10	2.5	2.5

➤ **Besoins administratifs**

Le tableau (III.29) ci-dessous donne les besoins administratifs à l'horizon projet.

Tableau (III.29) : Détermination des besoins administratifs

N° district	Types d'équipements	Nombre d'employés	Dotation (l/j/empl)	Besoins (m ³ /j)	
				2012	2030
3	(01) Algérie poste	15	15	0.225	0.225
	(01) Tribunal	22		0.33	0.33
	(01) Contribution	09		0.135	0.135
	(01) Siège APC	36		0.54	0.54
5	(01) Siège Daïra	16	15	0.24	0.24
	(01) Banque CPA	18		0.27	0.27
	(01) Banque CNEP	17		0.255	0.255
	(01) ONA	11		0.165	0.165

Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution a sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique.

7	(01) Banque BADR	11	15	0.165	0.165
	(01) Banque BDL	12		0.18	0.18
	(01) Subdivision hydraulique	11		0.165	0.165
	(01) Subdivision de travaux publics	13		0.165	0.165
Total	/	191	/	2.865	2.865

➤ **Besoins commerciaux**

Les besoins commerciaux sont donnés dans le tableau II.30.

Tableau II.30: Détermination des besoins commerciaux

N° DISTRICT	Type de commerce	Surface (m ²)	Dotation (l/h/j)	Besoins (m ³ /j)	
				2012	2030
1	(04) Fast-food	108	5	0.54	0.54
3	(01) Pâtisserie	24	5	0.12	0.12
	(02) Pharmacies	48		0.24	0.24
	(07) Fast-food	189		0.945	0.945
	(01) Marché	360		1.8	1.8
5	(02) Fast-food	54	5	0.27	0.27
	(03) Pharmacies	90		0.45	0.45
	(02) Pizzerias	60		0.3	0.3
	(03) Pâtisseries	95		0.475	0.475
7	(01) Pizzeria	30	5	0.15	0.15
	(01) Fast-food	27		0.135	0.135
Total	/	/	/	5.425	5.425

➤ **Besoins industriels**

Le tableau II.31 ci-dessous donne les besoins industriels à l'horizon 2030.

Tableau II.31: Détermination des besoins industriels

N° DIST RICT	Type d'industrie	Besoins (m ³ /j)	
		2012	2030
3	(01) Menuiserie	0.5	0.5
	(01) Station de service	1	1
	(01) Mécanicien	0.5	0.5
5	(01) Mécanicien	1	1
	(01) Soudeur	0.5	0.5
6	(02) Mécaniciens	1	1
1	(03) Menuiseries	1.5	1.5
	(02) Soudeurs	1	1
	(01) Mécanicien	0.5	0.5
	(01) Station de service	1	1

Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution a sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique.

Total	/	8.5	8.5

➤ **Besoins socioculturels**

Les besoins socioculturels sont regroupés dans le tableau II.32.

Tableau II.32 : Détermination des besoins socioculturels

N° DISTRICT	Type D'équipements	Nombre d'usagers	Dotation (l/h/p)	Besoins (m ³ /j)	
				2012	2030
2	(01) Maison de jeunes	150	20	3	3
3	(01) Bibliothèque	200	20	4	4
	(01) Mosquée	120	30	3.6	3.6
7	(01) Cinéma	250	20	5	5
1	(01) Mosquée	120	30	3.6	3.6
Total	/	/	/	19.2	19.2

5.4.2.1.3 La consommation moyenne journalière totale pour la rive gauche

La consommation moyenne journalière totale est donnée dans le tableau II.33

Tableau II.33 : Récapitulation des besoins journaliers en eau pour l'année 2012 et l'horizon d'étude 2030

Horizon	besoins domestique	besoins non domestique	Besoins des
---------	--------------------	------------------------	-------------

			<i>usagers</i>
<i>2012</i>	664.96	<i>72.78</i>	<i>737.74</i>
<i>2030</i>	1111,63	<i>72.78</i>	<i>1184.41</i>

D'après cette méthode la demande non domestique reste constante qui n'est pas le cas car la demande non domestique a un rythme de croissance similaire à la demande domestiques

On constate d'après l'horizon 2012 que la consommation non domestique représente 10 % de la consommation des usagers.

Les deux manières d'estimer les besoins non domestique, nous mènent à conclure et à prendre une moyenne de 15 % l'estimation de celle-ci à ce taux est plus large et plus réconfortante.

Il a été admis que cette proportion se maintiendrait, ce qui revient à considérer un rythme de croissance similaire des usages domestiques et non domestiques.

Les pertes en distribution

Un des objectifs principaux de la gestion du réseau d'AEP vise à réhabiliter et restructurer le réseau pour réduire les pertes. Cet objectif implique également un renforcement des services d'exploitation à travers la mise en place d'une cellule permanente de recherche des fuites.

Ces actions permettront dans un premier temps d'améliorer la continuité du service. On estime que, moyennant des efforts soutenus, celle-ci pourrait être rétablie à l'horizon 2020 avec un taux de pertes ramené à 25% qui irait par la suite en s'améliorant (20%).

➤ La demande en distribution

Cette demande correspond aux volumes mis en distribution, en distinguant:

- La demande moyenne journalière qui équivaut à la demande moyenne journalière des usagers + les pertes en distribution ;
- La demande de pointe journalière qui correspond au volume mis en distribution le jour de pointe de l'année considérée. Elle est égale à la demande de pointe journalière des usagers + les pertes en distribution ;
- La demande de pointe journalière des usagers est déduite de leur demande moyenne journalière multipliée par un facteur de pointe journalière, ici pris égal à 1,2 ;

Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution à sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique.

- La demande de pointe journalière en distribution joue un rôle vis-à-vis des capacités de stockage (réservoirs). Il faut que celles-ci permettent de réguler correctement la pointe journalière en distribution.

➤ Les pertes en adduction

Les pertes en adduction (fuites le long des conduites principales) doivent être combattues résolument. L'objectif est de ramener le taux de pertes à des valeurs n'excédant pas 3% des volumes mis en distribution.

➤ La demande totale

La demande totale détermine le niveau de production à assurer. On définit :

- La demande moyenne journalière qui correspond à la somme de la moyenne journalière en distribution et des pertes en adduction ;
- La demande de pointe journalière correspond au volume mis en distribution le jour de pointe de l'année considérée. Elle est égale à la demande de pointe journalière des usagers + les pertes en distribution + les pertes en adduction.

Les résultats des projections montrent une croissance régulière de la demande (voir tableau qui suit). En 2030 les besoins de production devraient presque augmenter de 50% par rapport au niveau de production actuel.

Tableau II.34: Ville de Sidi Aïch (Rive gauche) – Projection de la demande

projection de la population	ANNEE			
	2012	2020	2025	2030
Population	6071	7471	7869	9031
taux de croissance moyen annuel	2,07	2,07	2,07	2,07
projection de la demande				
Demande des usagers m3/jour	749,70	1055,32	1160,61	1388,55
a-domestique m3/jour	637,25	844,26	928,49	1110,84
dotation L/J/hab.	105,00	113,00	118,00	123,00
B:Non Domestique	112,46	184,68	203,11	243,00
en %	0,150	0,175	0,175	0,175
Pertes en distribution	321,30	351,77	386,87	347,14
en %	0,30	0,25	0,25	0,20
demande en distribution				
moyenne jour m3/jour	1071	1407,09516	1547,47929	1735,683127
pertes en adduction M3/jour	53,55	42,2128548	38,6869822	34,71366255

Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution à sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique.

en % de la demande moy jour	5%	3%	2,50%	2%
demande totale				
moyenne journalier m3/jour	1124,55	1449,31	1586,17	1770,40
pointe journalier m3/jour	1274,49	1660,37229	1818,28816	2048,10609

La demande globale déterminée précédemment a fait l'objet d'une distribution par secteurs selon le découpage adopté pour les projections de population.

Le tableau ci après montre l'évolution des besoins en distribution par secteurs jusqu'à l'horizon 2030.

Tableau II.35: demande moyenne en distribution par secteur

secteur	2012		2020		2025		2030	
	Demande (L/s)	PERTES (l/s)						
1	1,991421569	0,597	2,296	0,574	2,629	0,657	2,690	0,538
2	1,877042484	0,563	2,337	0,584	2,794	0,698	2,730	0,546
3	2,007761438	0,602	2,064	0,516	2,194	0,548	2,163	0,433
4	1,486928105	0,446	1,760	0,440	1,838	0,460	2,150	0,430
5	2,109885621	0,633	2,497	0,624	2,607	0,652	3,048	0,610
6	1,595179739	0,479	1,887	0,472	1,971	0,493	1,926	0,385
7	1,327938225	0,398	1,571	0,393	1,641	0,410	1,604	0,321
E	0	0,000	0,915	0,229	1,185	0,296	2,596	0,519
TOTAL	12,39615718	3,719	15,327	3,832	16,858	4,215	18,907	3,781

5.4.2.1.4 La consommation moyenne journalière totale pour Zone d'extension :

La répartition de la population pour la zone d'extension « E1 » indiquée dans le tableau 18, représente la population à délocalisé vers la zone d'extension après saturation de la ville de Sidi Aïch.

Comme il a été évoqué précédemment, La zone d'extension (le POS 10), est ouverte à un programme d'urbanisation ambitieux. On doit s'attendre à plusieurs vocation d'habitations, habitations sociales, promotionnelle, AADL, individuelle, ..., etc.

Dans nos estimations, on s'appuiera sur les dispositions prévues sauf à constater des remises en cause ou des dérives dans leur mise en œuvre.

Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution a sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique.

22750 habitants sont prévus pour la zone d'extension « POS 10 » pour un terme qu'on ne peut pas définir car Quelles que soient la qualité et la pertinence des documents d'urbanisme « POS 10 », leurs résultats restent liés à la capacité des services de planification à assurer leurs mise en œuvre. On parle alors d'urbanisme opérationnel. Il s'agit non seulement d'une question de programmation mais aussi des moyens pour construire les grandes infrastructures, réseaux et autres équipements structurants nécessaires à l'organisation rationnelle de l'urbanisation.

A cet effet, nous étudierons l'évolution de la population de la zone d'extension E1 séparément en indiquant pour chaque niveau d'évolution de la population les besoins nécessaires à prévoir.

Tableau II.36 : Evolution des besoins selon la population

Population (hab.)	Débit Moyen le jour de pointe (l/s)
22750	56,2
21233	52,45
19717	48,7
18200	44,96
16683	41,21
15167	37,46
13650	33,72
12133	29,97
10617	26,228
9100	22,48
7583	18,73
6067	17,98
4550	11,24
3387	8,4

En ce moment, on va satisfaire une population de 5810 habitants d'ici 2030 dans la zone d'extension soit 1/3 de la population actuelle de la commune de Sidi Aïch.

Cette population est répartie comme suit :

1285 habitants représentent, la population de l'agglomération de Remila voir le tableau 18 district 1.

Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution à sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique.

1240 habitants représentent, la population à délocalisée à la zone d'extension après la saturation de l'agglomération de Sidi Aïch voir le tableau 18 district E1.

3387 habitants représentent, la population issue d'un programme de type AADL, promotionnel dont leurs existences reste liée à la capacité des services de planification à assurer leurs mises en œuvre.

A cette population, 5912 habitants, on doit transférer un débit de 15 l/s. au-delà, les pouvoirs publics doivent trouver une autre source pour satisfaire les besoins de toute la zone d'extension soit 58.7 l/s.

Le débit maximal que peut transporter cette conduite est de 26 l/s, c'est-à-dire couvrir une population d'environ 10075 habitants, au delà il faut augmenter la section de la conduite.

5.5. Bilan besoins-ressources :

Le comparatif besoins - ressources est établi pour le jour de pointe en 2030. Il met en balance les besoins (demande journalière de pointe) et les capacités de la ressource.

A ce stade de l'étude, le raccordement du système d'AEP de la rive gauche de la ville de SIDI AÏCH sur la conduite DN 1200 acier venant du barrage TICHY-HAFT est provisoire sur le point de piquage Pk 27.5 et définitif pour le point de piquage Pk 30.5. On considère d'ici le court terme, un volume disponible au niveau des ressources (barrage TICHY-HAFT) de 55 l/s soit 4752 m³/j.

Tableau II.37: Bilan besoins – ressources

Demande journalière de pointe (m3/j)		Ressource Barrage Tichy-Haft (m3/j)	Ressource Forage Aghernouz (m3/j)	Ressource Forage Remila (m3/j)	Bilan (m3/j)
Court terme (2020)	1660,372	4752	2160	396	+5647,628
Moyen terme (2025)	1818,28	4752	2160	396	+5489,72
Long terme (2030)	2048,106	4752	2160	396	+5259,894

☞ Ce tableau montre qu'à long terme, le volume disponible des trois ressources peut faire face à cette demande

6. Modélisation du système d'AEP de SIDI AICH

6.1. Principe

Nous avons construit un modèle mathématique sous le logiciel EPANET. La construction du modèle a consisté à créer un schéma reflétant les caractéristiques physiques des composantes

Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution à sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique.

du système : réservoirs, canalisations, jonctions, etc. et à renseigner ces différents objets, par exemple:

- Pour un tronçon de canalisation : longueur, diamètre, rugosité, présence ou non d'une vanne de sectionnement fermée, d'un clapet;
- Pour une jonction (ou nœud) : altitude, demande, type de courbe de modulation ;
- Pour un réservoir : altitude radier, diamètre, niveau bas, niveau haut, niveau de départ.

La construction a été menée selon une procédure pas à pas, à partir de la cartographie du réseau que le logiciel permet de poser en fond de plan.

Une fois le modèle construit et renseigné, le logiciel permet de calculer les paramètres de fonctionnement : débits circulants, vitesses, pressions, etc.

Deux modes de calcul peuvent être utilisés:

- ◆ Simulation instantanée : Elle permet de calculer les paramètres de fonctionnement pour des conditions initiales données. Ce mode de calcul est généralement suffisant pour vérifier le bon dimensionnement du réseau de distribution à partir d'un réservoir, où il s'agit surtout de s'assurer que le réseau est capable de supporter la demande de pointe ;
- ◆ Simulation longue durée : Elle permet de simuler l'évolution des paramètres de fonctionnement sur une période donnée (24H, 48H, etc.) avec un pas de temps déterminé. L'intérêt est de suivre la réponse du système à la modulation de la demande : variation de niveau des réservoirs, variation des pressions (ou des débits) en tel point du système, fonctionnement des pompes, etc.

Ce type de simulation permet de tester des scénarii d'exploitation en vue d'optimiser la gestion hydraulique du système. Le logiciel permet en effet de simuler:

- Des commandes simples : par exemple marche et arrêt d'une pompe en fonction du niveau dans un réservoir ;
- Des commandes complexes qui s'apparentent à la programmation d'automates.

En résumé, le logiciel EPANET constitue un puissant outil de simulation et d'appui à l'exploitation quand la conception du modèle a été bien élaborée et que les fonctionnalités en sont bien maîtrisées.

6.2. Situation actuelle :

La modélisation du réseau sous les conditions actuel (diamètres actuels, demandes de pointe actuel) illustré dans la figure 08 a permet de mettre en évidence :

Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution a sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique.

Les zones à forte pression et les zones à pression modérée : on enregistre des pressions qui dépassent les 8 bars dans les quartiers suivants

6.2.1. Simulation instantané

Une première simulation instantanée est nécessaire pour vérifier le dimensionnement du réseau de distribution et les conditions d'écoulement hydraulique (Figure III.7).

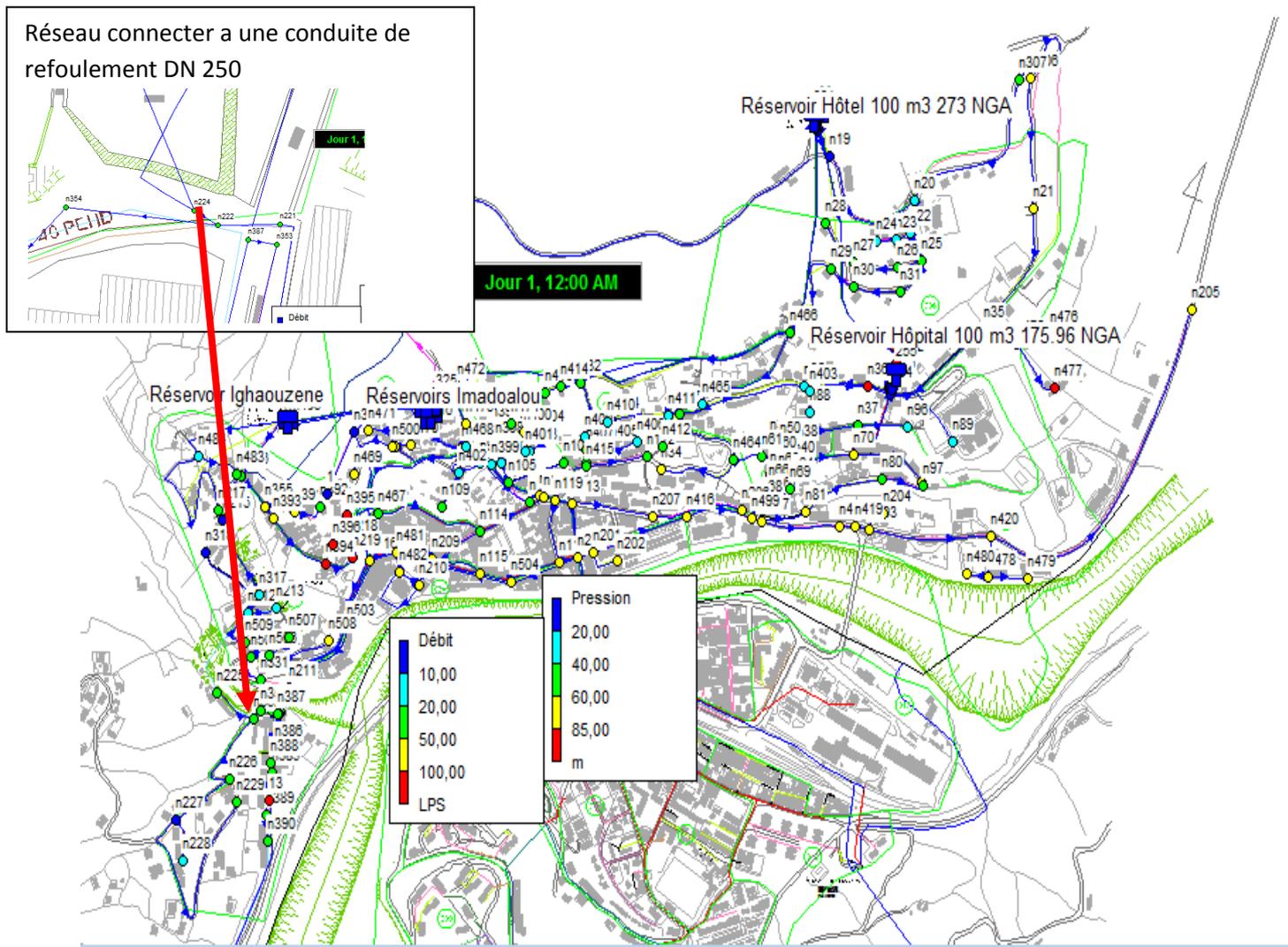


Figure II.8 : modélisation du réseau de la ville de sidi aiche sous la condition actuelle (instantané)

D'après cette figure de simulation instantané on peut constater que le réseau de la rive gauche de la ville de sidi aiche est bien dimensionner mais la simulation sur une long durée n'a pas put réussir, un rapport nous signale qu'il ya des pressions négative après certain heurs de fonctionnemet et cella dû aux contraintes suivantes :

Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution a sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique.

- Le réseau qui alimente la citée police est connecter sur la conduite de refoulement DN 250 qui est strictement interdit ;
- Le tronçon N°11 relie entre le nœud n300 et n01 et connecter aussi a la conduite de refoulement DN 250 ;
- Pour cella nous proposons de Déconnecter le réseau qui alimente la citée police du refoulement et le connecté au réseau venant du réservoir IGHAOUZENE et le renforcement de son diamètre.

6.2.2. Simulation sur une longue durée sur 24h

Les résultats de simulation sont représentés sur les figure (III.9, III.10). D'après ces figures on constate qu'il ya des zones à forte pression et les zones à pression modérée : on enregistre des pressions qui dépassent les 8 bars dans certaine zones et pour remédier a ce problème il ya lieux d'installer sur ces tronçon des réducteur de pression.

- Pour la zone à fort pression on préconise d'installer un réducteur de pression sur le tronçon reliant entre le Nœud n317 et n 212 voir figure III.12 ;
- Pour la zone RMILA on préconisé d'installer trois réducteur de pression un premier entre n506 - n06 le deuxième entre n236- n1 et n236 - n2 voir figure III.11.

Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution a sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique.

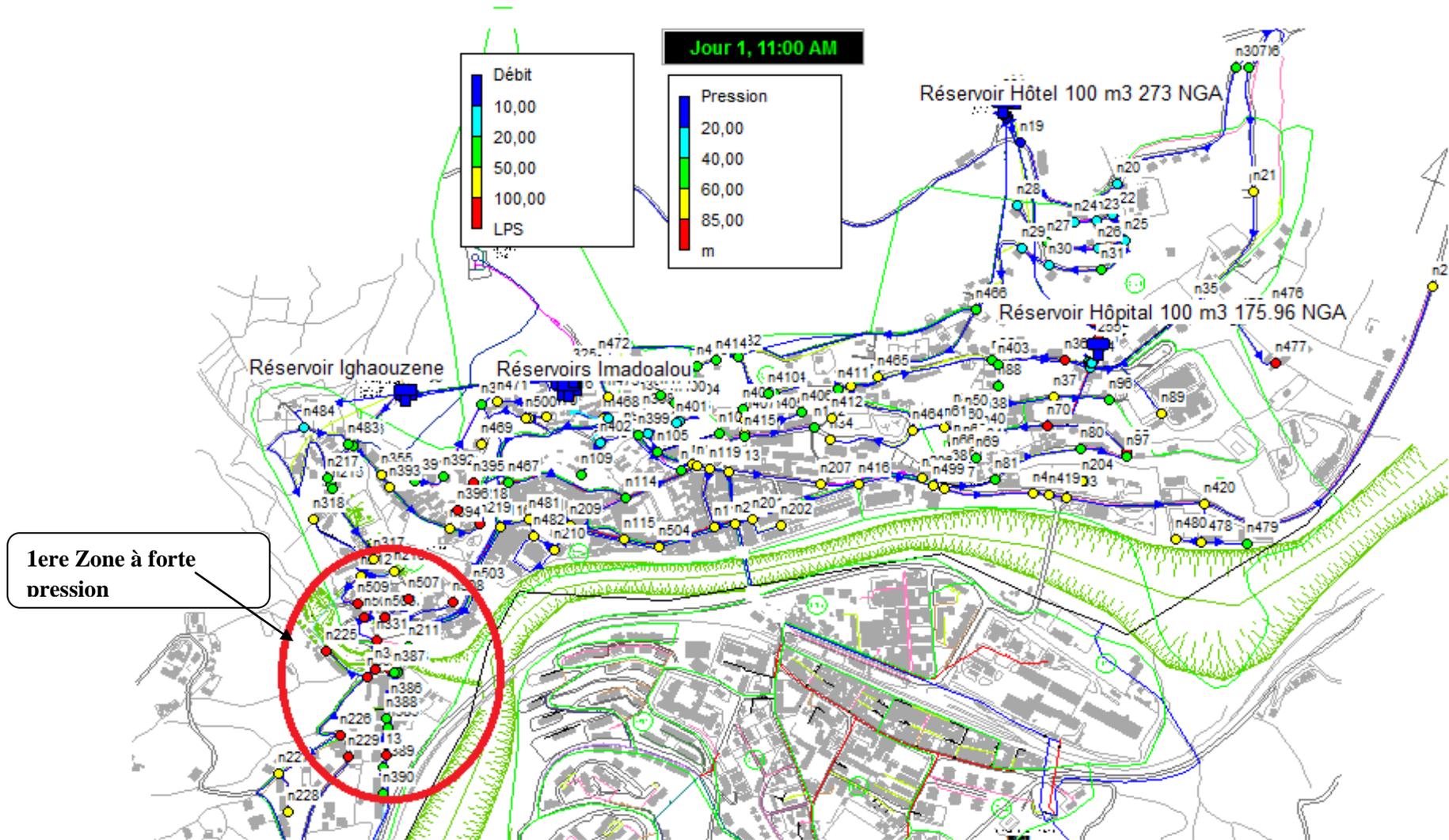


Figure II.9 : modélisation du réseau de la ville de sidi aiche sous la condition actuelle sur 24 h pour le jour et l'heure du pointe

Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution a sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique.

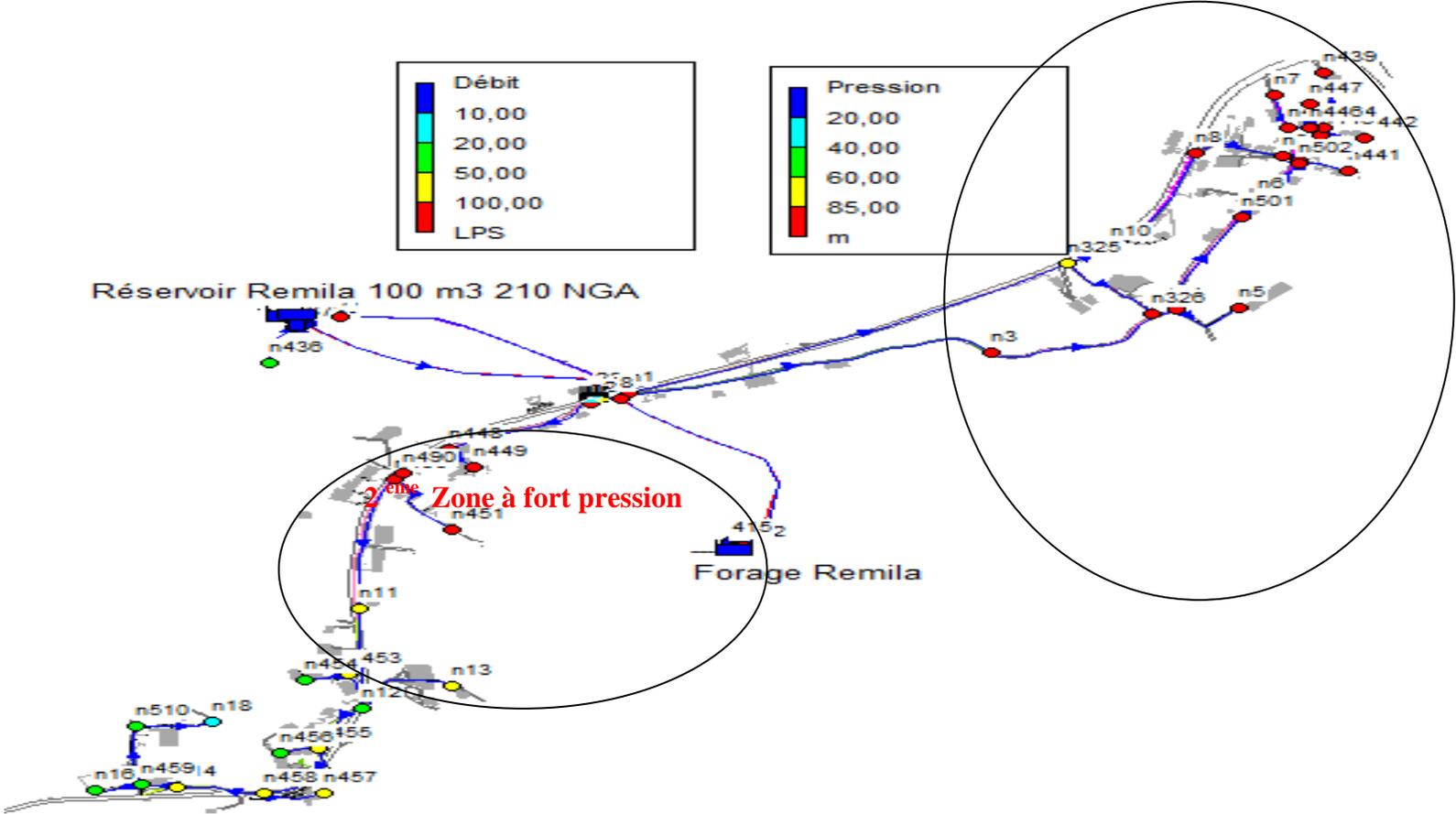


Figure II.10: modélisation du réseau de la nouvelle ville de RMILA sous les conditions actuelle sur 24 h pour le jour et 14heure du pointe

Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution a sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique.

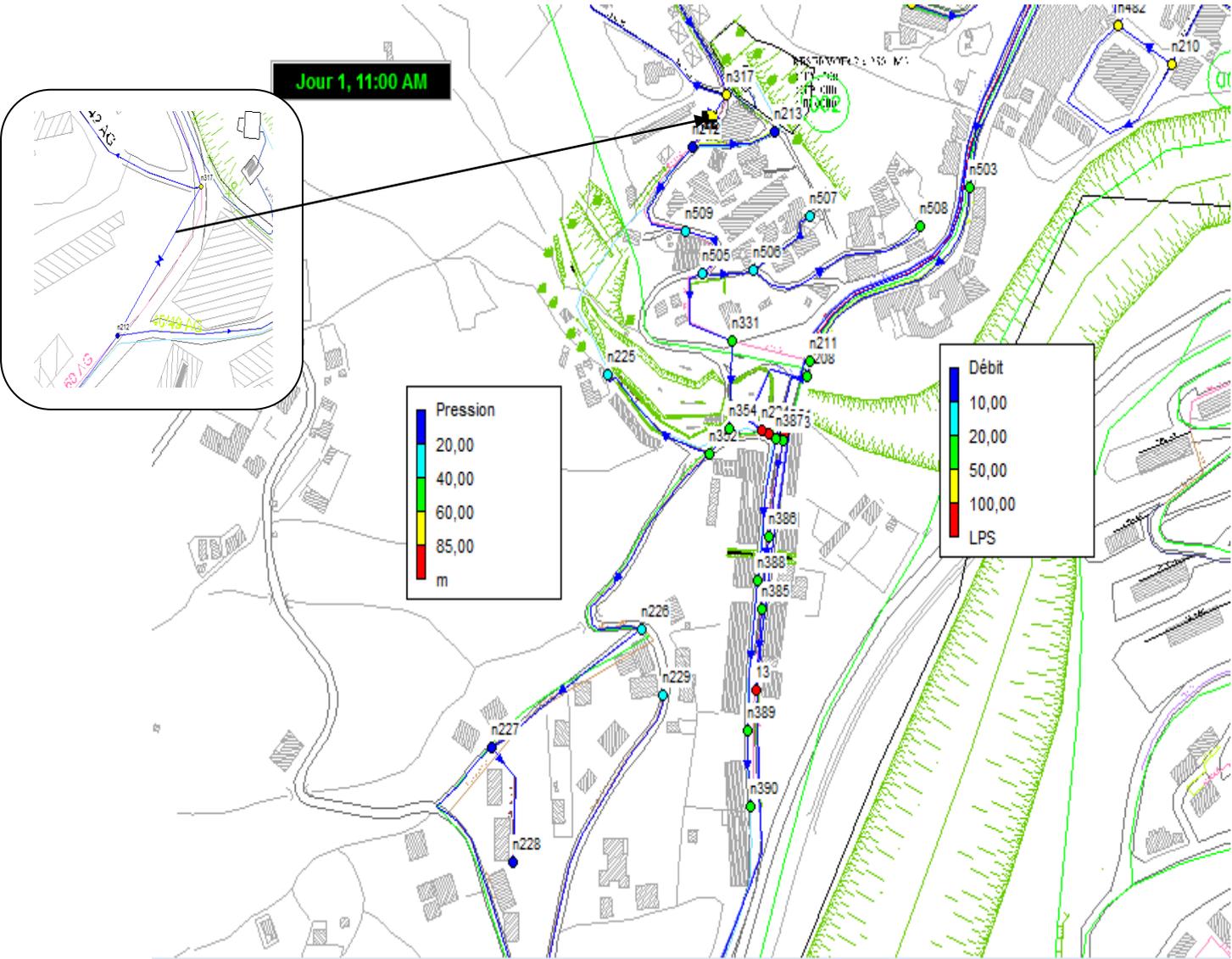


Figure II.11 : modélisation du réseau de la rive gauche sous les conditions actuelle sur 24 h pour le jour et l'heure du pointe Après installation des réducteur de pression

Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution a sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique.

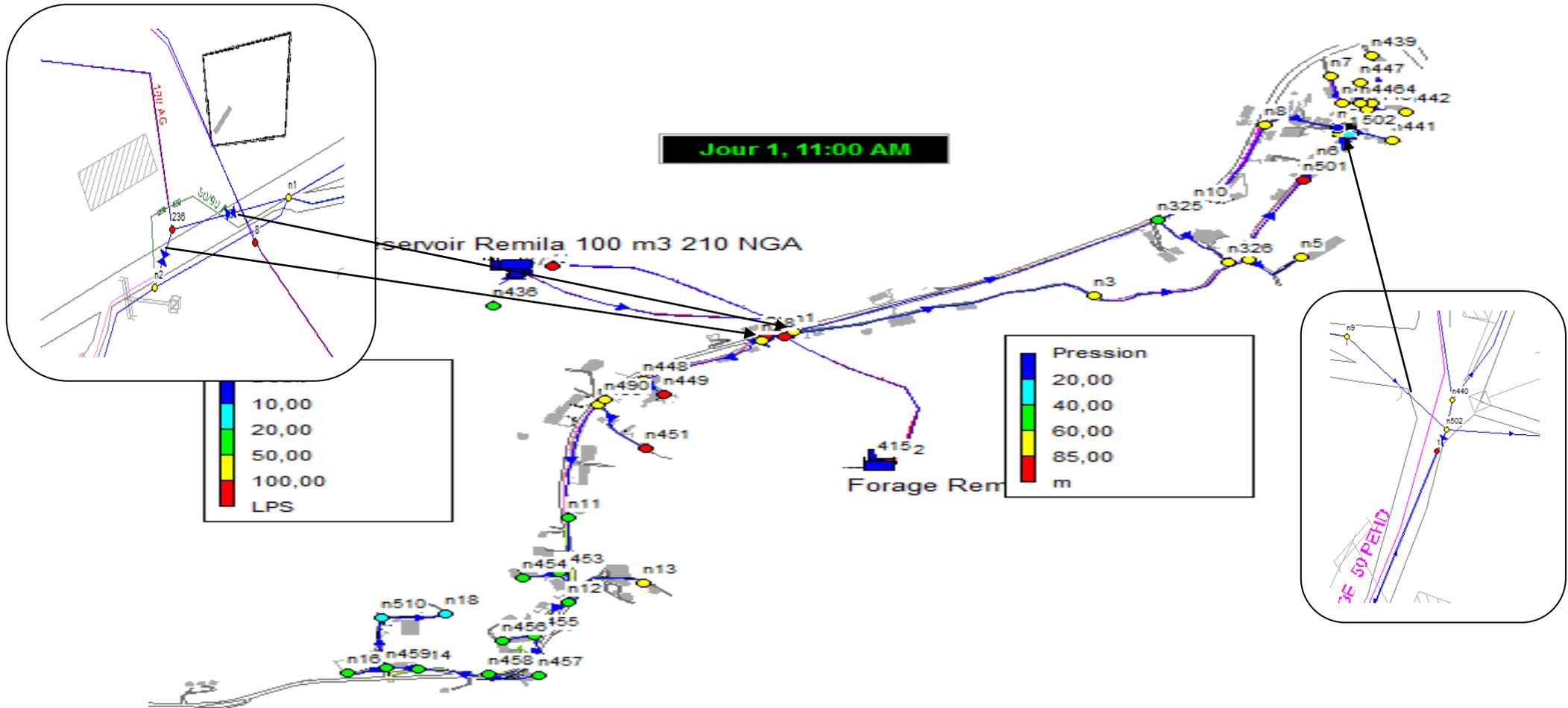


Figure II.12 : modélisation du réseau de la nouvelle ville de RMILA sous les conditions actuelle sur 24 h pour le jour et 14heur du pointe
Après installation des réducteurs de pression

Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution à sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique.

6.3. Situation future

l'objectif du projet étant de rétablir dès que possible des conditions la continuité du service à travers des opérations de réhabilitation et une politique volontariste de réparation des fuites, on peut dans un premier temps se placer dans l'hypothèse d'une réhabilitation du réseau dans ses caractéristiques dimensionnelles actuelles et d'une réduction des fuites à un niveau acceptable (on prendra un taux de pertes de 20%) et se poser la question de savoir :

- Si le réseau est dimensionné pour supporter la demande future ;
- Si non, quels sont les secteurs à renforcer ;
- Et enfin vérifier si les capacités des réservoirs sont en adéquation avec les besoins de leur zone de desserte.

La somme des demandes domestiques et non domestiques et des pertes donne la demande totale moyenne qui a été répartie sur les nœuds de chaque secteur.

Pour la demande de pointe horaire, celle-ci a été calculée en appliquant un facteur de pointe de 1.2 sur la composante consommation.

6.3.1. Nouveaux aménagements

Afin d'intégrer les eaux du barrage dans le système d'alimentation en eau de la commune de Sidi Aïch, il a été réalisé :

- ◆ Le piquage Pk 27.5 en DN 350 fonte qui alimente les réservoirs 2x2500 m³. Deux adductions sont prévues ;
 - La première pour alimenter les communes d'El Flay et Tibane grâce à une station de refoulement qui sera intégrée aux réservoirs ;
 - La seconde pour alimenter les communes de Tinebdar 24 l/s et Sidi Aïch 55 l/s.

La seconde adduction est en cour de réalisation, elle est constituer de plusieurs tronçons:

- **Réservoir 2x2500 m³-SR1** : Ce tronçon est réalisé en DN 400 PEHD sur 2650 ml, il véhicule un débit de 79 l/s pour la rive gauche de l'agglomération de Sidi Aïch, Remila et la commune de Tinebdar. Le réservoir de la SR1 à une capacité de 500 m³ de forme rectangulaire.
- **Station de reprise SR1-SR2** : Ce tronçon est réalisé en DN 350 Fonte sur 970 ml, il véhicule un débit de 94 l/s en refoulement avec une durée de pompage de 20 heures. Le réservoir de la SR2 à une capacité de 500 m³ de forme circulaire.

Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution à sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique.

- **Station de reprise SR2-SR3** : Ce tronçon est réalisé en DN 250 Fonte sur 330 ml, il véhicule un débit de 76.5 l/s en refoulement avec une durée de pompage de 20 heures. Le réservoir de la SR3 a une capacité de 1000 m³ de forme circulaire.
- **Station de reprise SR2-Réservoirs Imadalou** : Ce tronçon est réalisé en DE 315 PEHD sur 340 ml.

6.3.2. Agglomération de Remila

Plusieurs aménagements sont prévus pour l'agglomération de Remila :

- La projection d'une nouvelle station de pompage de 2x500 m³ à la côte radier 194 m NGA, pour alimenter la zone d'extension inférieure et une partie de l'agglomération de Remila voir la figure II.13 ;
- La projection d'un nouveau réservoir de 2x500 m³ à la côte radier 270 m NGA, pour alimenter la zone d'extension supérieure et l'ancien réservoir de Remila de 100 m³ voir la figure II.13 ;
- La création d'une nouvelle conduite entre le réservoir Hôtel et la nouvelle station de pompage 500 m³ POS10 en DE 200 PEHD sur 3665 ml ;
- La création d'une nouvelle conduite de refoulement entre la nouvelle station de pompage 2x500 m³ et le nouveau réservoir 2x500 m³ en DE 250 PEHD sur 495 ml ;
- La création d'une nouvelle conduite entre le nouveau réservoir 2x500 m³ et le réservoir de Remila en DE 110 PEHD sur 2125 ml ;
- La mise en place d'un réducteur de pression DN 50 sur la conduite de distribution de l'ancien réservoir de Remila ;
- La mise en place d'un réducteur de pression DN 50 sur la conduite de distribution de l'ancien réservoir de Remila ;
- La mise en place d'un réducteur de pression DN 100 sur la conduite reliant le réservoir Hôtel et la nouvelle station de pompage 500 m³;
- Augmenter le diamètre des conduites qui présentent des vitesses supérieures à 0.8 m/s ;
- Réduire le diamètre des conduites qui présentent des vitesses inférieures à 0.1 m/s.

Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution a sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique.

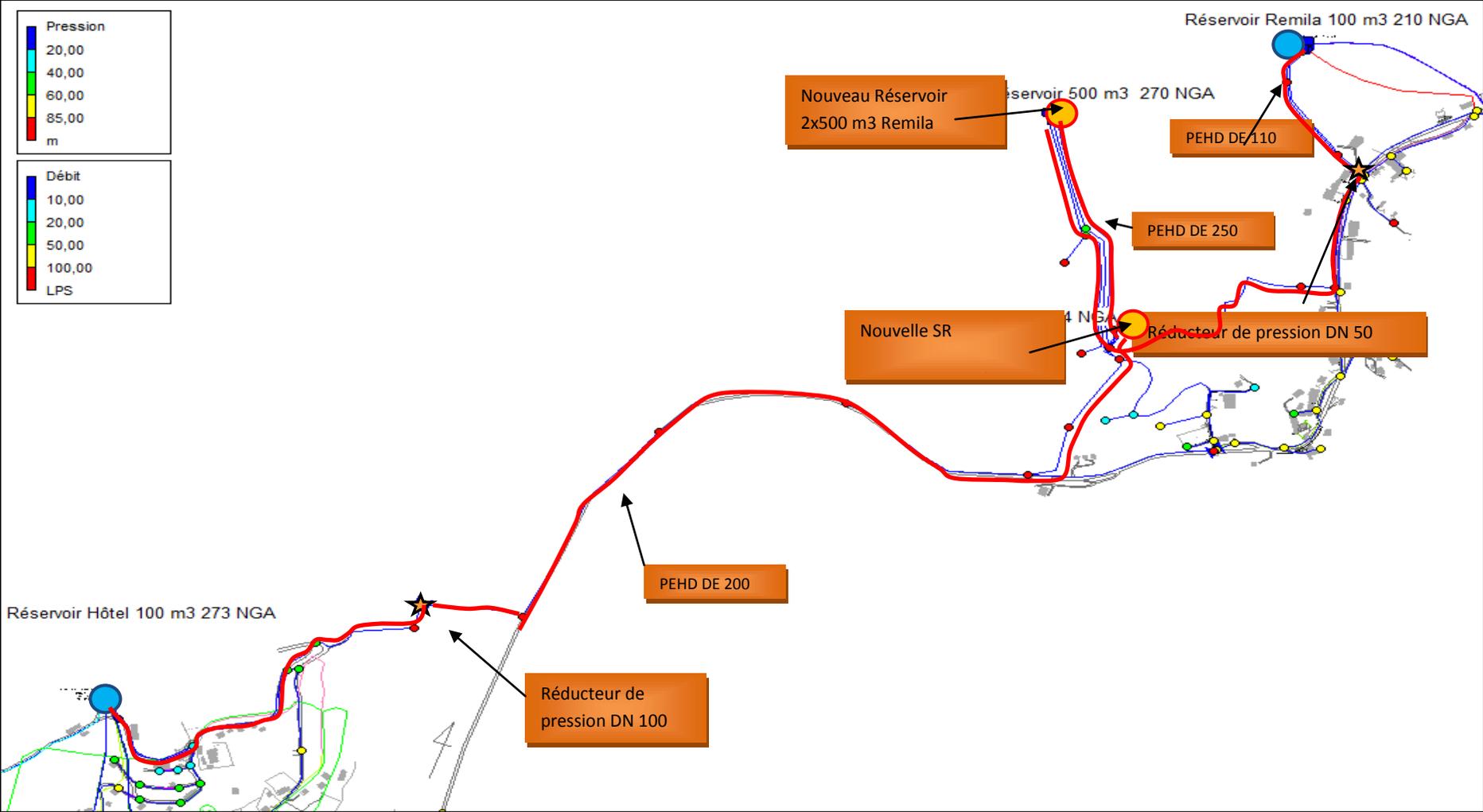


Figure III.13. : Aménagement projeté pour la zone Remila

6.3.2.1. Réseau de distribution

Le réseau de distribution en eau de l'agglomération de Remila a été calcul de façon à être alimenté par l'ancien réservoir de capacité 100 m³ implanté à une cote radier de 210.50 m. Un réducteur de pression DN 50 (voir le dispositif d'installation en Annexe 3) sera placé en aval de la conduite de distribution DE 125 PEHD entre le nœud 368 et 616, afin de réduire la pression au sol de 95 m à 65 m (voir l'emplacement sur la figure 18).

Ce réservoir sera alimenté à partir du nouveau réservoir projeté 2x500 m³ à la côte radier 270 m NGA (Eaux du barrage Tichy Haft) avec une conduite DE 110 PEHD et en appoint par le forage de Remila.

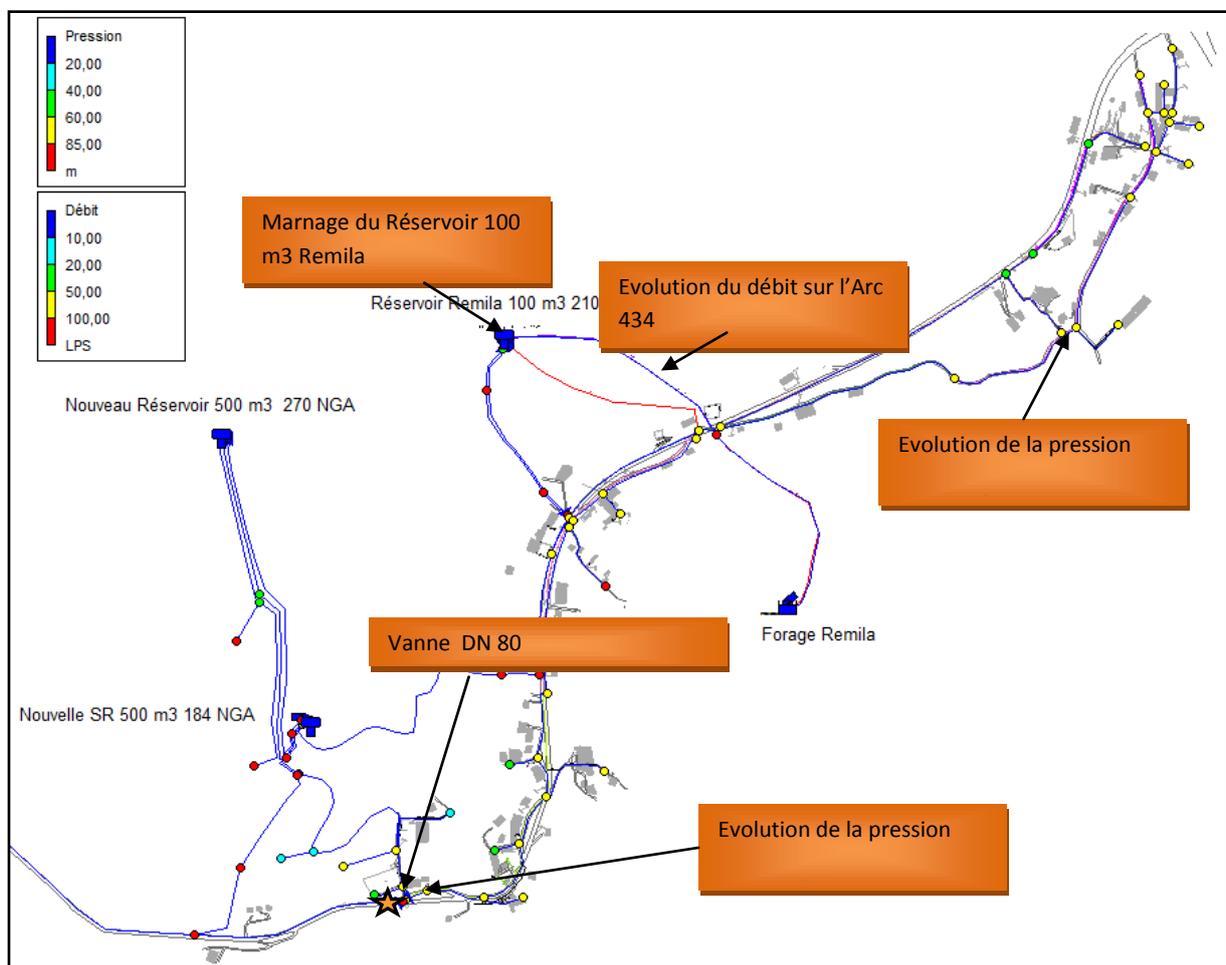


Figure II.14 : réseau de distribution de l'agglomération de Remila

Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution à sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique.

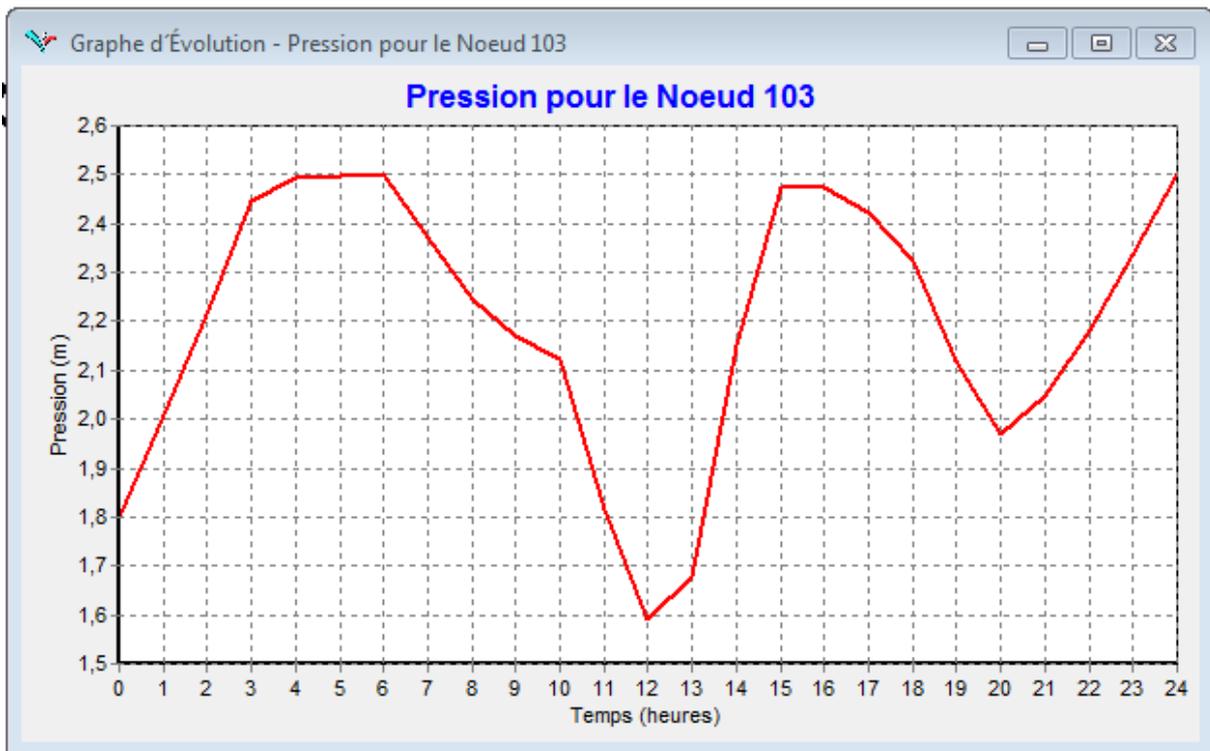


Figure II.15: marnage du réservoir 100 m³ de Remila le jour moyenne

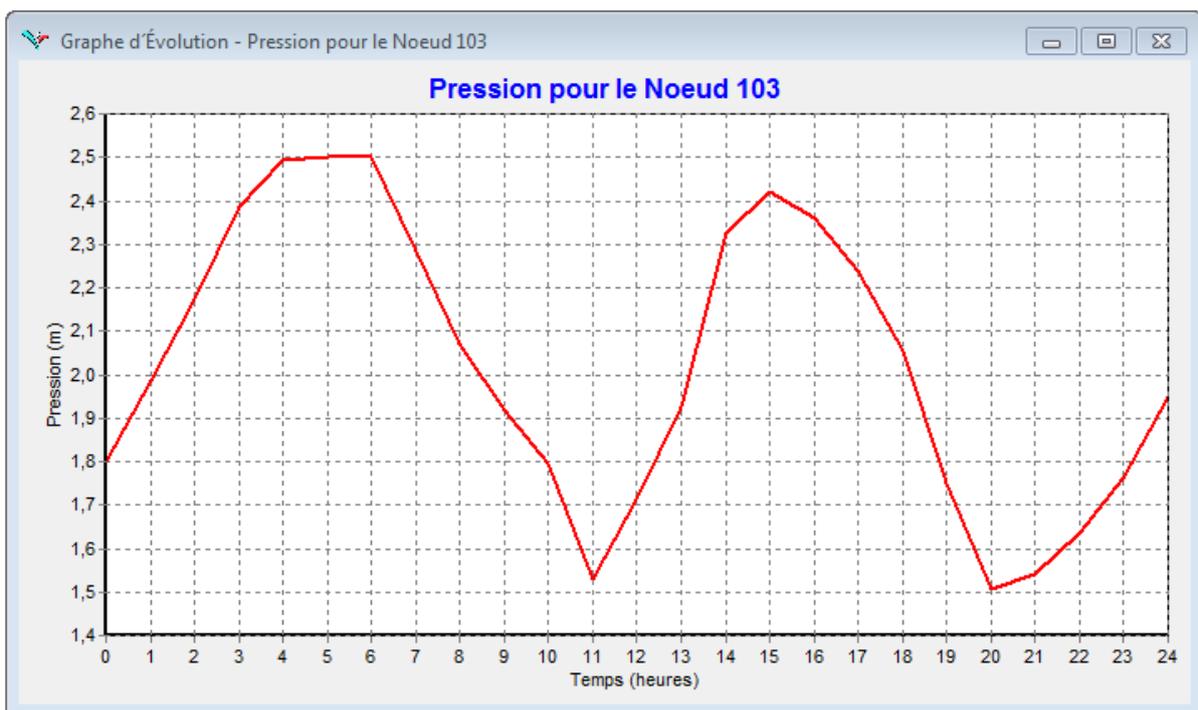


Figure 2: marnage du réservoir 100 m³ de Remila le jour de pointe

D'après les figures II.15, II.16 Le marnage du réservoir est autour de 0.9 cm et 99 cm pour le jour moyen et le jour de pointe respectivement. Donc la capacité du réservoir peut faire face à la pointe journalière.

Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution à sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique.

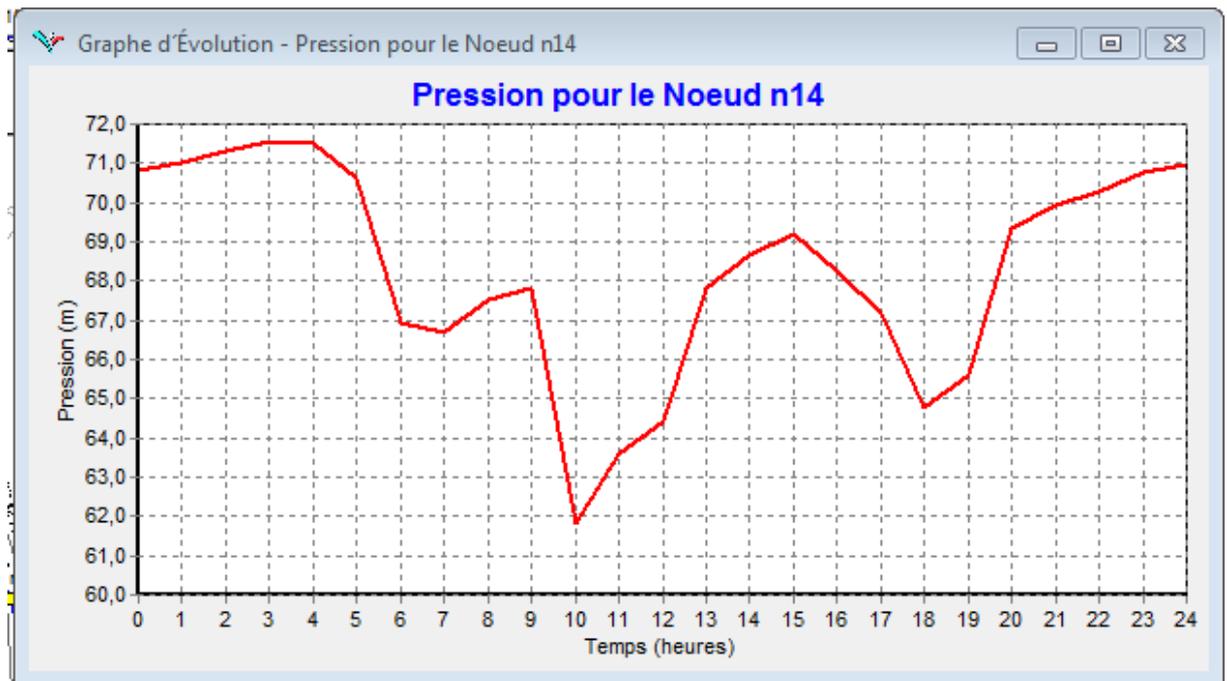


Figure III.17: Evolution de la pression au nœud 14 alimenté par le réservoir 100 m³ de Remila

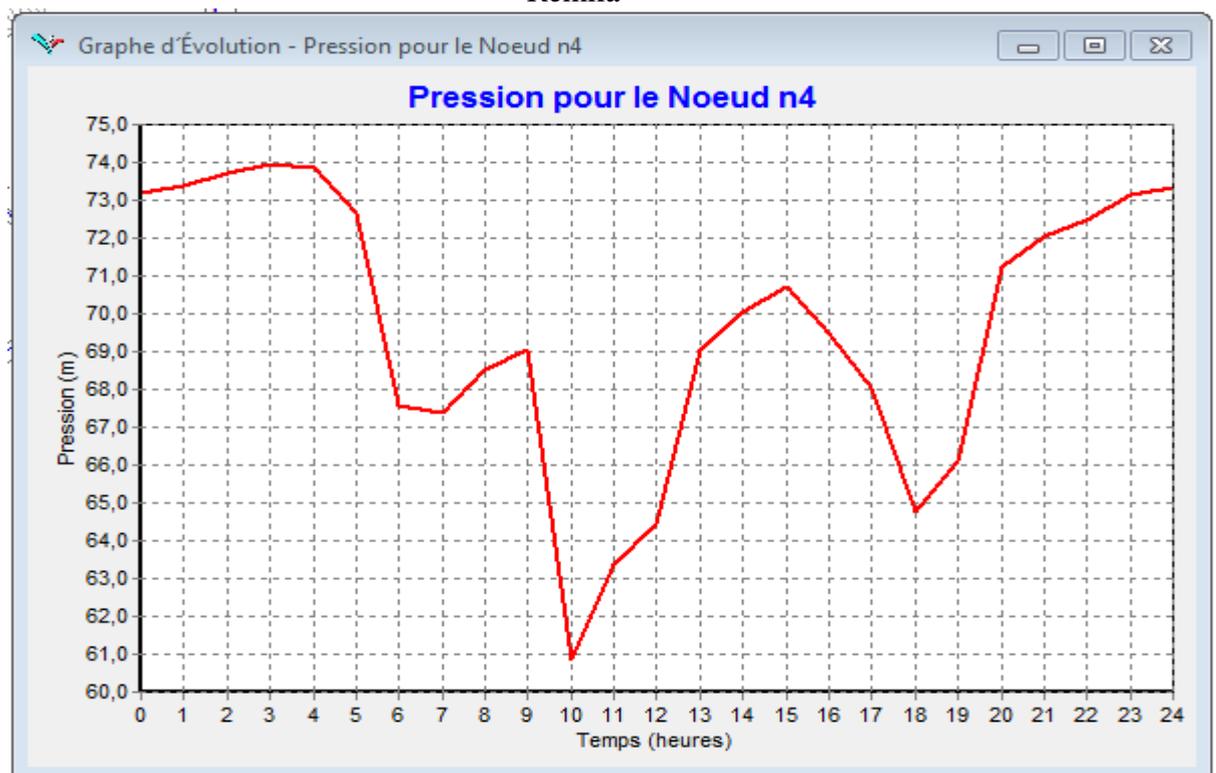


Figure II.18: Evolution de la pression au nœud 4 alimenté par le réservoir 100 m³ de Remila.

Ces lecture de pression correspondent à des lectures aux points des sous réseau « nœud 14 » et « nœud 04 » en aval du réservoir de Remila 100 m³.

Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution à sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique.

On voit clairement en comparant les profils de pression au marnage du réservoir de Remila que c'est la hauteur d'eau dans le réservoir qui fait varier la pression dans cette partie du sous réseau en distribution simple.

La figure 17 et 18, montre de petites variations dans le niveau du réservoir induisant des variations de pressions de l'ordre de 0.97 bars et 1.309 bars pour le nœud 14 et 04 respectivement.

Le réseau de Remila fonctionne sous des variations de pressions comprises entre 0.5 et 1.5 bars, donc le réseau est bien dimensionné.

On a réduit la pression de 3 bars (de 9.5 à 6.5 bars) avec un réducteur de pression DN 50 et la pression dans ce réseau est maintenant de l'ordre 7.0 bars.

6.3.2.2. Débit mis en distribution

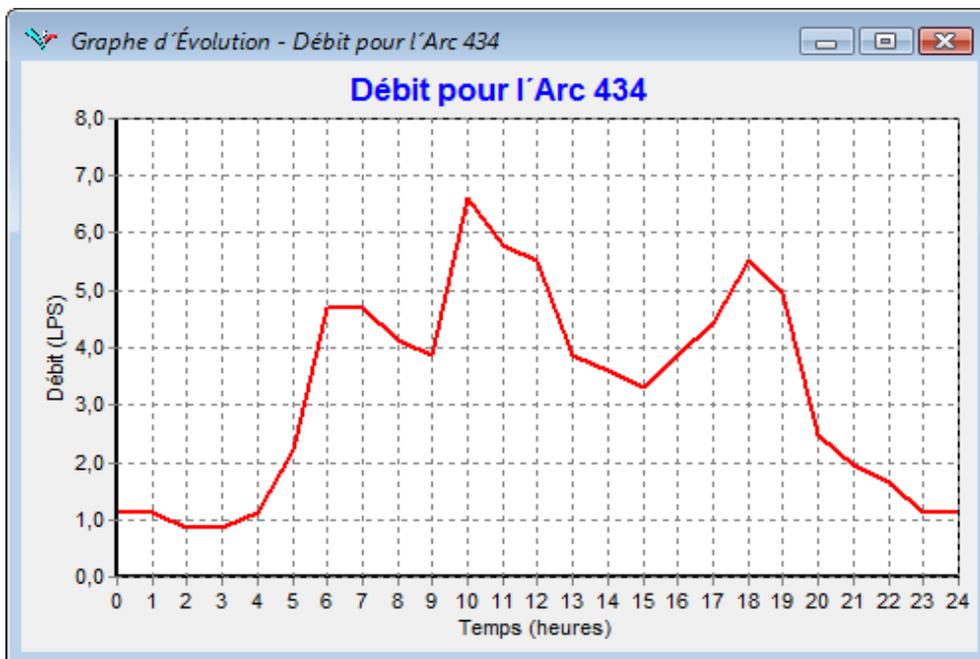


Figure II.19: Evolution du débit a la sortie du réservoir 100 m3 de Remila

D'après la figure II.19. Pour cette partie du sous réseau et pour le jour de pointe, le débit maximum horaire est de 6.61 l/s.

Une vanne DN80 sera installée sur la conduite DE 90 PEHD entre les nœuds n17 et n424. Cette vanne sera en position fermée en cas d'alimentation d'une partie de l'agglomération de Remila à partir de la nouvelle station de pompage 2x500 m3 voir la figure II.14 ci dessus.

6.3.2.3.1. Adduction Nouveau Réservoir 2x500 m³ – Ancien Réservoir 100 m³ (Remila)

Une nouvelle conduite d'adduction sera projetée entre le réservoir projeté 2x500 m³ à la côte 270 m NGA et l'ancien réservoir 100 m³ de Remila (Arc 344). Cette conduite sera en DE 110 PEHD sur environ 2125 ml.

Une vanne DN 100 sera installée sur la conduite à l'arrivée du réservoir 100 m³ afin de réguler le débit entrant au réservoir à environ 3.32 l/s pour assurer une vitesse de 0.52 m/s.

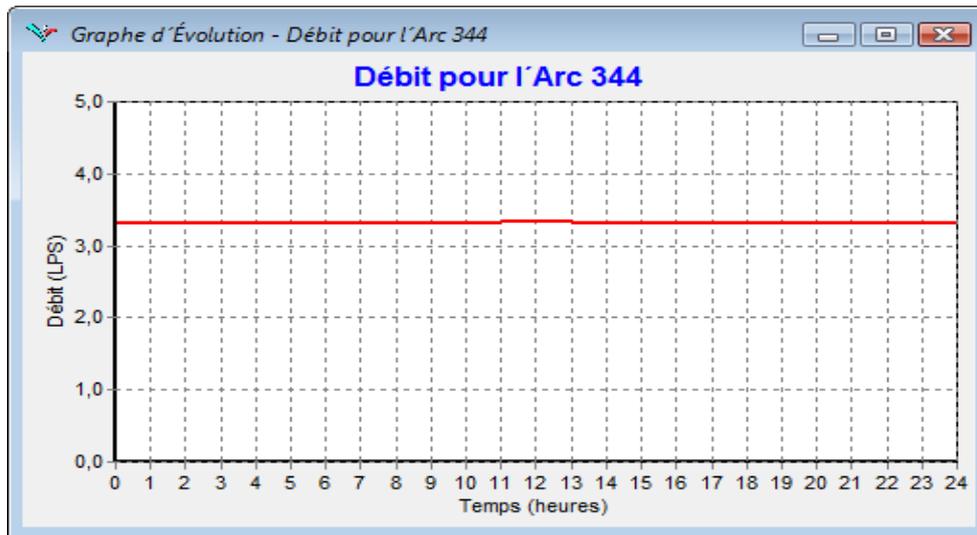


Figure II.20: Evolution du débit à l'entrée du réservoir 100 m³ de Remila

Ce débit entrant 3.32 l/s avec l'épure de la figure II.20 nous a permis d'obtenir le marnage du réservoir et le volume utile représenté sur la figure II.15.

Pour le jour de pointe, la hauteur de marnage est de 0.99 m avec un volume utile de 40 m³ et une réserve de sécurité de 60 m³.

Pour le jour moyen, l'autonomie du réservoir est de 6 heures 20 minutes.

6.3.2.3.2. Détermination de la pression nominale des conduites

La pression nominale des conduites sera calculée selon les critères de conception cités précédemment au chapitre 1.

Le calcul détaillé de la pression nominale (PN) de chaque tronçon est alors présenté dans le Tableau 38. Voir le tracé et le profil en long.

Tableau II.38: Calcul de la pression nominale (PN) de la conduite d'adduction

Tronçons	Matériau de la conduite	DN (mm)	D _{int} (mm)	e (mm)	a (m/s)	V _o (m/s)	Δh (m)	PS (bar)	PMS (bar)	PN (bar)
R 2x500 m ³ Remila – Nœud 438	PEHD	110	96.8	6.60	229.48	0.45	10.53	6.07	4.11	10
Nœud 438 – Nœud 437	PEHD	110	90.0	10.00	290.74	0.52	15.41	8.93	10.46	16
Nœud 437 – Nœud 429	PEHD	110	85.4	12.30	329.14	0.58	19.46	13.25	15.19	20
Nœud 429 – Nœud 428	PEHD	110	85.4	12.30	329.14	0.58	19.46	15.39	17.33	20
Nœud 428 – Nœud 435	PEHD	110	85.4	12.30	329.14	0.58	19.46	13.70	15.64	20
Nœud 435 – R 100 m ³ Remila	PEHD	110	90.0	10.00	290.74	0.52	15.41	10.47	12.00	16

Le PEHD est un matériau plus flexible que d'autres matériaux, ce qui a pour effet de diminuer significativement l'amplitude de la surpression.

- ☞ On analysant le tableau 38, la pression maximale de service est toujours inférieure à la pression nominale de la conduite. Nous préconisons l'utilisation des conduites avec les pressions nominales tel que indiqué dans le tableau 38.

6.3.2.4.1 Adduction Réservoir Hôtel – Nouvelle station de reprise 2x500 m³ (Remila)

Une nouvelle conduite d'adduction sera projetée entre le réservoir Hôtel 100 m³ et la nouvelle station de reprise 2x500 m³ de Remila qui sera implantée à la côte radier 194 m NGA. Cette conduite sera en DE 200 PEHD sur environ 3796 ml.

Une vanne DN 200 sera installée sur la conduite à l'arrivée de la nouvelle SR 2x500 m³ pour réguler le débit entrant au réservoir à environ 15.0 l/s, Cette conduite a une capacité, de transporter un débit maximum d'environ 26 l/s.

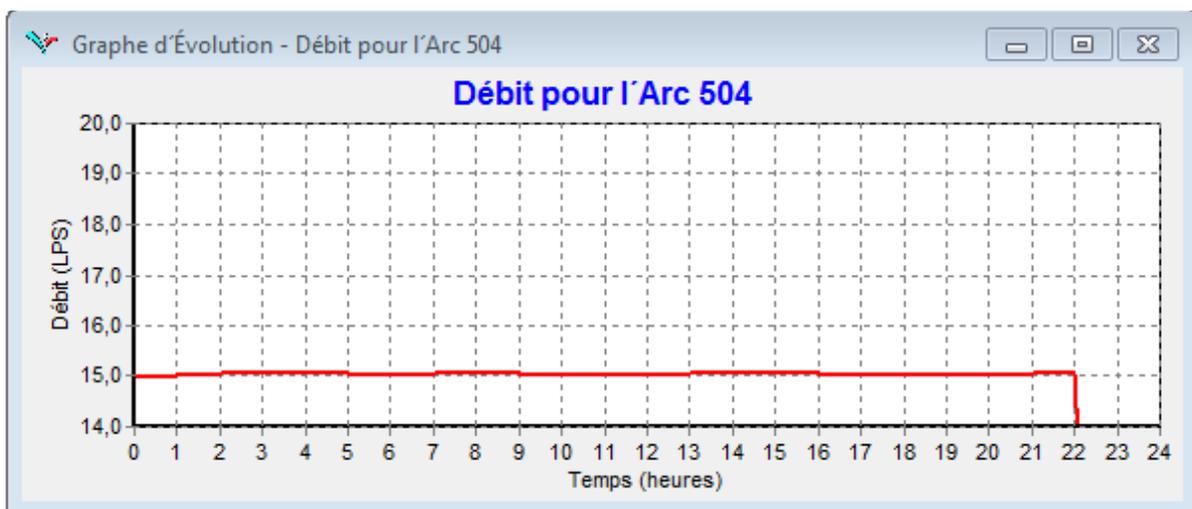


Figure 21: Evolution du débit à l'entrée de la nouvelle SR 2x500 m³ de Remila

Cette nouvelle conduite a pour objectif d'alimenter la nouvelle SR 2x500 m³ de Remila.

Etant donné que ce réservoir n'est pas encore construit, elle sera utilisée pour alimenter provisoirement l'agglomération de Remila.

Deux réducteurs de pression s'avèrent donc nécessaire pour réduire la pression dans le réseau de distribution entre les nœuds n489 et n488 (réducteur DN 50 de 13.8 à 8.3 bars) et dans la conduite d'adduction entre les nœuds n374 et n475 (Réducteur DN 100 de 11 à 9 bars) voir l'emplacement du réducteur de pression dans la figure 13.

6.3.2.4.2 Détermination de la pression nominale des conduites

Le calcul détaillé de la pression nominale (PN) de chaque tronçon est alors présenté dans le Tableau 39. Voir le tracé et le profil en long.

Tableau II.39 : Calcul de la pression nominale (PN) de la conduite d'adduction

Tronçons	Matériau de la conduite	DN (mm)	D _{int} (mm)	e (mm)	a (m/s)	V _o (m/s)	Δh (m)	PS (bar)	PMS (bar)	PN (bar)
R Hôtel – Nœud 368	PEHD	200	176,2	11,9	228.42	0,62	14.44	5,14	6,58	10
Nœud 368 – Nœud 374	PEHD	200	163,6	18,2	290.92	0,72	21.06	10,96	13,07	16
Nœud 374 – Nœud362	PEHD	200	145,2	27,4	373.88	0,91	34.68	18,58	22,05	25
Nœud 362 – Nœud 426	PEHD	200	155,2	22,4	329.47	0,79	26.53	15,71	18,36	20
Nœud 551 – Nœud 427	PEHD	200	163,6	18,2	290.92	0,71	21.06	11,74	13.85	16
Nœud 14 – SR 500 m3	PEHD	200	176,2	11,9	228.42	0,39	14.44	8.14	9.58	10

Le PEHD est un matériau plus flexible que d'autres matériaux, ce qui a pour effet de diminuer significativement l'amplitude de la surpression.

- ☞ On analysant le tableau 39, la pression maximale de service est toujours inférieure à la pression nominale de la conduite. Nous préconisons l'utilisation des conduites avec les pressions nominales tel que indiqué dans le tableau 38. Le tronçon entre les nœuds 464 et 488 présente une pression maximale de 22,05 bars, à cet effet, pour mieux protéger la conduite, nous préconisons l'installation d'un réducteur de pression DN 100 au nœud 362 ;
- ☞ Les valeurs des pressions de service données dans le tableau 39, sont des pressions sans réducteur de pression.

6.3.2.5.1 Adduction Nouvelle station de reprise 2x500 m3 (Remila) – Nouveaux réservoirs 2x500 m3 (Remila)

Une nouvelle station de reprise sera projetée à la côte radié 194m NGA. Cette station refoulera les eaux vers les réservoirs projetés 2x500 m3 à la côte radié 270m NGA, soit une hauteur géométrique de 80m. Les réservoirs 2x500 m3 de cette station de reprise assurent aussi la distribution vers la partie inférieure de la zone d'extension ainsi que la partie Sud Ouest de l'agglomération de Remila comme le montre la figure 27.

La population de la zone d'extension est répartie de la manière suivante:

- Population totale : 22750 habitants ;
- Population de la partie supérieure : 9500 habitants ;
- Population de la partie inférieure : 13250 habitants ;
- Population estimée de la partie Sud Ouest de l'agglomération de Remila : 450 habitants.

Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution à sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique.

La partie sud ouest de l'agglomération de Remila sera alimentée par le réseau de distribution de la zone d'extension (POS 10), le raccordement se fera aux alentours de l'école primaire et du centre de santé via une conduite DE 90 PEHD. Une vanne DN 80 en position fermée sera installée sur la conduite KA-DE 90 PEHD entre les nœuds.

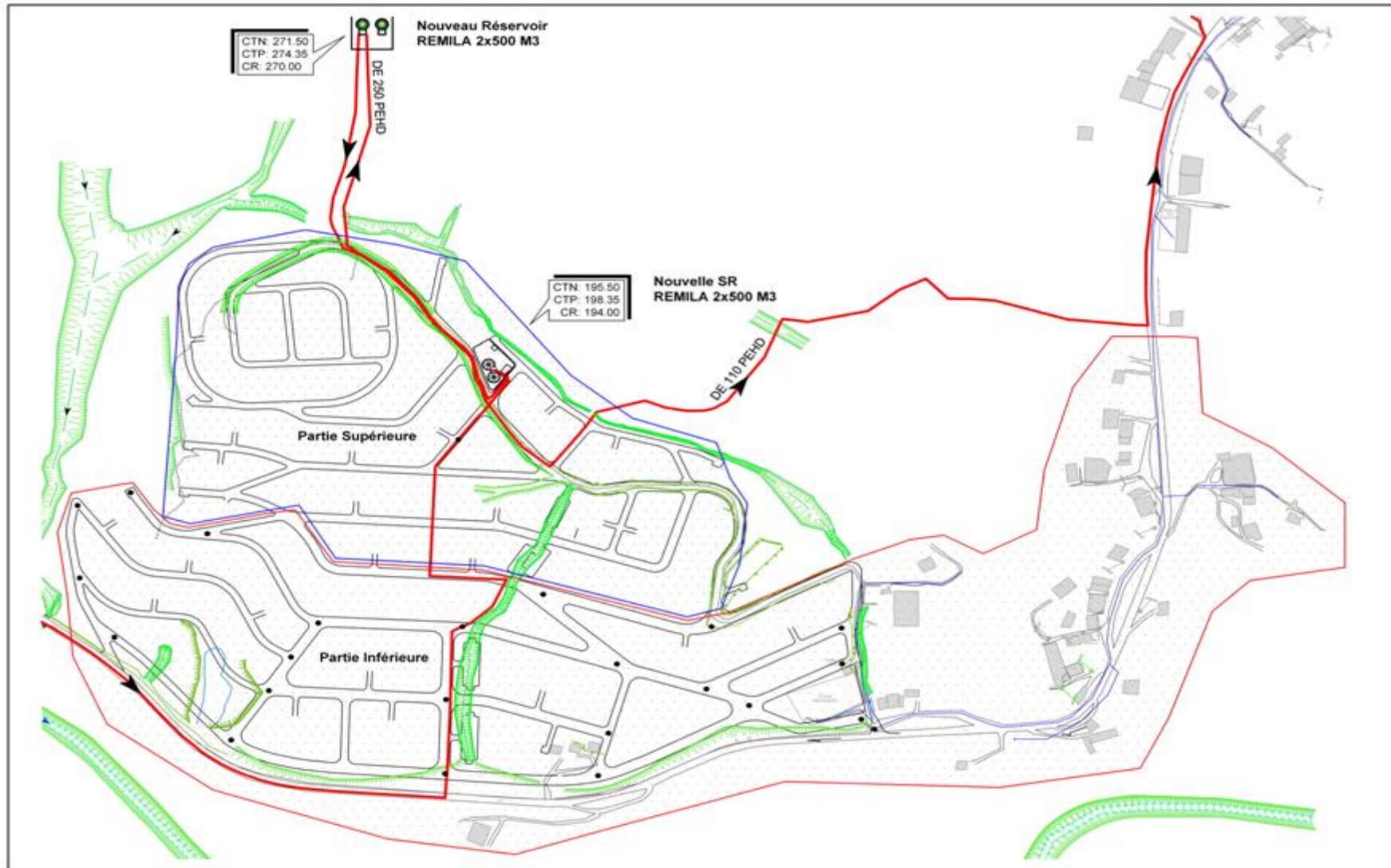


Figure 3: Aménagement de la zone d'extension

Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution a sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique.

6.3.2.5.2 Calcul des besoins de la zone d'extension

Les besoins en eaux de la zone d'extension sont répartis comme suit :

Tableau II.40 : Calcul des besoins de la zone d'extension

Zones	Population (hab)	Surface (ha)	Débit moyen (l/s)	Débit le jour de pointe (l/s)
Partie supérieur	9500	18.44	19.88	23.5
Partie inférieur	13250	25.71	27.73	32.732
Remila	1285	-	2.69	3.174
Total	22750	44.15	50.3	59.366

Le débit refoulé par la nouvelle station de reprise, représente le débit de la partie supérieure de la zone d'extension (23.46 l/s) et le débit à véhiculer vers l'ancien réservoir 100 m³ de Remila (3.174 l/s).

Le débit disponible qu'on peut assurer actuellement à partir du réservoir Hôtel est de 15.0 l/s. Le débit de refoulement de la nouvelle station de reprise est de l'ordre de 23.5 l/s. Avant la saturation de la zone d'extension, les pouvoirs publics doivent donc assurer une autre source d'alimentation équivalente à 44.366 l/s.

6.3.2.5.3. Détermination du diamètre de la conduite de refoulement

6.3.2.5.3. 1.Choix du diamètre économique

Le diamètre de la conduite de refoulement est calculé les expressions indiquées au chapitre I:

$$\text{Bonin ; } D = \sqrt{Q} \Rightarrow D = \sqrt{0.02346} \Rightarrow D = 0,153m$$

$$\text{Bresse ; } D = 1,5\sqrt{Q} \Rightarrow D = 1,5\sqrt{0.02346} \Rightarrow D = 0.229m$$

➤ Calcul des frais d'exploitation

Tableau II.41 : Calcul des frais d'exploitation

D ext (mm)	D int (mm)	V (m/s)	J (m)	HMT (m)	P (KW)	E (KWh)	e (DA/KWh)	Fexp (DA)
200	163,6	1,32	6,04	86,04	33,56	293960,30	2,27	666995,92
250	204,6	0,85	2,2	82,2	32,06	280840,73	2,27	637227,62
315	257,3	0,54	0,89	80,89	31,55	276365,05	2,27	627072,29

Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution à sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique.

➤ **Calcul des frais d'amortissement**

Tableau 5 : Calcul des frais d'amortissement

D ext (mm)	D int (mm)	Prix (DA)	L (m)	Dépense (DA)	A	Fam (DA)
200	163,6	7 600,00	501,43	3 810 868,00	0,0917	349 456,60
250	204,6	8 125,00	501,43	4 074 118,75	0,0917	373 596,69
315	257,3	11 466,00	501,43	5 749 396,38	0,0917	527 219,65

➤ **Bilan**

Tableau III.43 : Bilan

D ext (mm)	D int (mm)	Fexp	Fam	Bilan
200	163,6	666 995,92	349 456,60	1 016 452,52
250	204,6	637 227,62	373 596,69	1 010 824,31
315	257,3	627 072,29	527 219,65	1 154 291,94

☞ Nous préconisons le PEHD 250 pour la conduite de refoulement, une pompe de débit de 27.83 l/s et une HMT de 82.20 m.

La station de pompage sera équipée de deux groupes électropompes à axes horizontaux fonctionnant alternativement, chacun étant capable de refouler le débit prévu. Et une pompe en secours (notation conventionnelle : 2 + 1 pompes).

6.3.2.5.3.2 Dimensionnement du transformateur

La puissance du moteur :

$$P_m = P_{abs} \times 1.20$$

P_{abs} : puissance absorbée par la pompe, égale à 32.06 Kw.

$$P_m = 1.2 \times 32.06 = 38.47 \text{ Kw}$$

La Puissance du transformateur = $P_{mot} / \cos \theta$

$$\cos \theta = 0.81$$

La puissance du transformateur = 47.50 KVA.

Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution à la gestion à l'aide d'un système d'information géographique.

6.3.2.5.3. 3.Détermination de la pression nominale de la conduite de refoulement

Le calcul détaillé de la pression nominale (PN) de ce tronçon est alors présenté dans le Tableau 46. Voir le tracé et le profil en long.

Tableau II.44 : Calcul de la pression nominale (PN) de la conduite d'adduction

Tronçons	Matériau de la conduite	DN (mm)	D _{int} (mm)	e (mm)	a (m/s)	V _o (m/s)	Δh (m)	HMT (bar)	PMS (bar)	PN (bar)
SR 500 m3 Remila – SR 500 m3 Remila	PEHD	250	204.6	22.70	290.54	0.85	25.17	8.22	10.74	16

Le PEHD est un matériau plus flexible que d'autres matériaux, ce qui a pour effet de diminuer significativement l'amplitude de la surpression.

☞ On analysant le tableau II.45, la pression maximale de service est toujours inférieure à la pression nominale de la conduite. Nous préconisons l'utilisation des conduites avec les pressions nominales tel que indiqué dans le tableau III.45.

6.3. 2.Rive gauche

Suite à notre première analyse et simulation par Epanet du réseau de la rive gauche de la ville de Sidi Aiche plusieurs aménagements doivent être projetés pour assurer l'alimentation en eau potable des abonnés sur 24h, pour cela plusieurs aménagements sont prévus pour l'agglomération de Rive gauche :

- Le renforcement de la capacité de stockage du réservoir Hôtel ;
- Le renforcement de la capacité de stockage du réservoir Ighaouzene ;
- Déconnecter le réseau qui alimente la cité police du refoulement et le connecter au réseau venant du réservoir Ighaouzene et le renforcement de son diamètre ;
- La création d'une nouvelle conduite entre le réservoir de la SR2 et le réservoir Ighaouzene en DN 110 PEHD sur 490 m ;
- La création d'une nouvelle conduite By-pass DE 250 PEHD sur 215 m entre la conduite de refoulement (Aghernouz- Imadalou) et la nouvelle station de pompage SR01. Deux vannes seront installées pour faire fonctionner le système de refoulement soit vers les réservoirs Imadalou soit vers la nouvelle station de reprise SR01 selon les besoins de l'exploitant ;
- Alimentation du quartier Djouadi (Sortie de l'agglomération) à partir du réservoir Imadalou ;
- Augmenter le diamètre des conduites qui présentent des vitesses supérieures à 0.8 m/s ;
- Réduire le diamètre des conduites qui présentent des vitesses inférieures à 0.1 m/s.

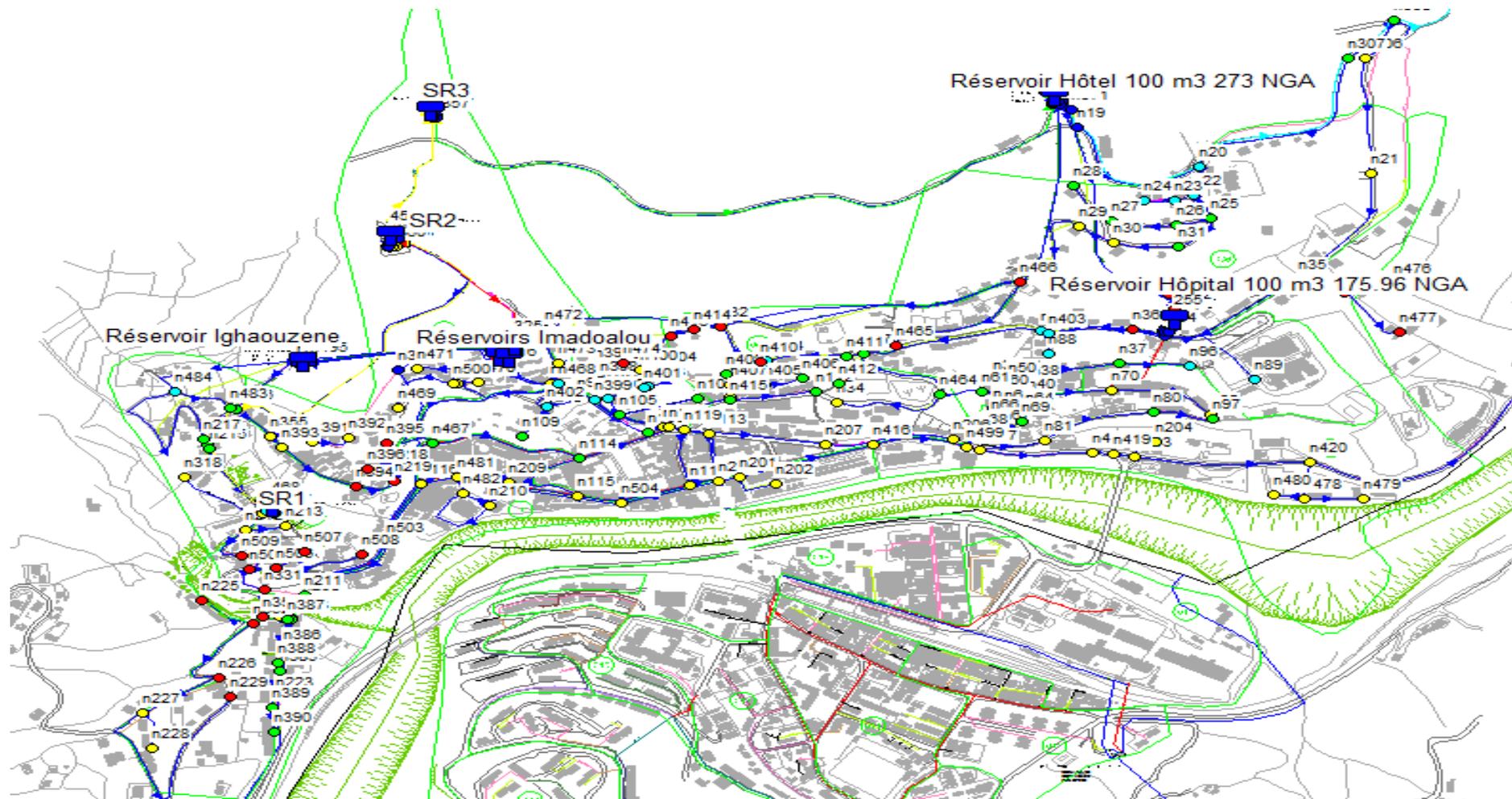


Figure III. 4: modélisation du réseau de la rive gauche situation future

Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution a sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique.

6.3.2.1. Réseau de distribution

A. Réservoir Ighaouzene 200 m3

Le réseau de distribution en eau de la zone d'influence du réservoir Ighaouzene à été profondément remanié. La cité police, le quartier Imadalou et le quartier Alliche supérieur seront alimentés par ce réservoir dont la capacité devient 200 m3 et une côte radier de 217.20m NGA.

Ce réservoir sera alimenté à partir de la station de reprise SR2 avec une conduite projetée DE 110 PEHD.

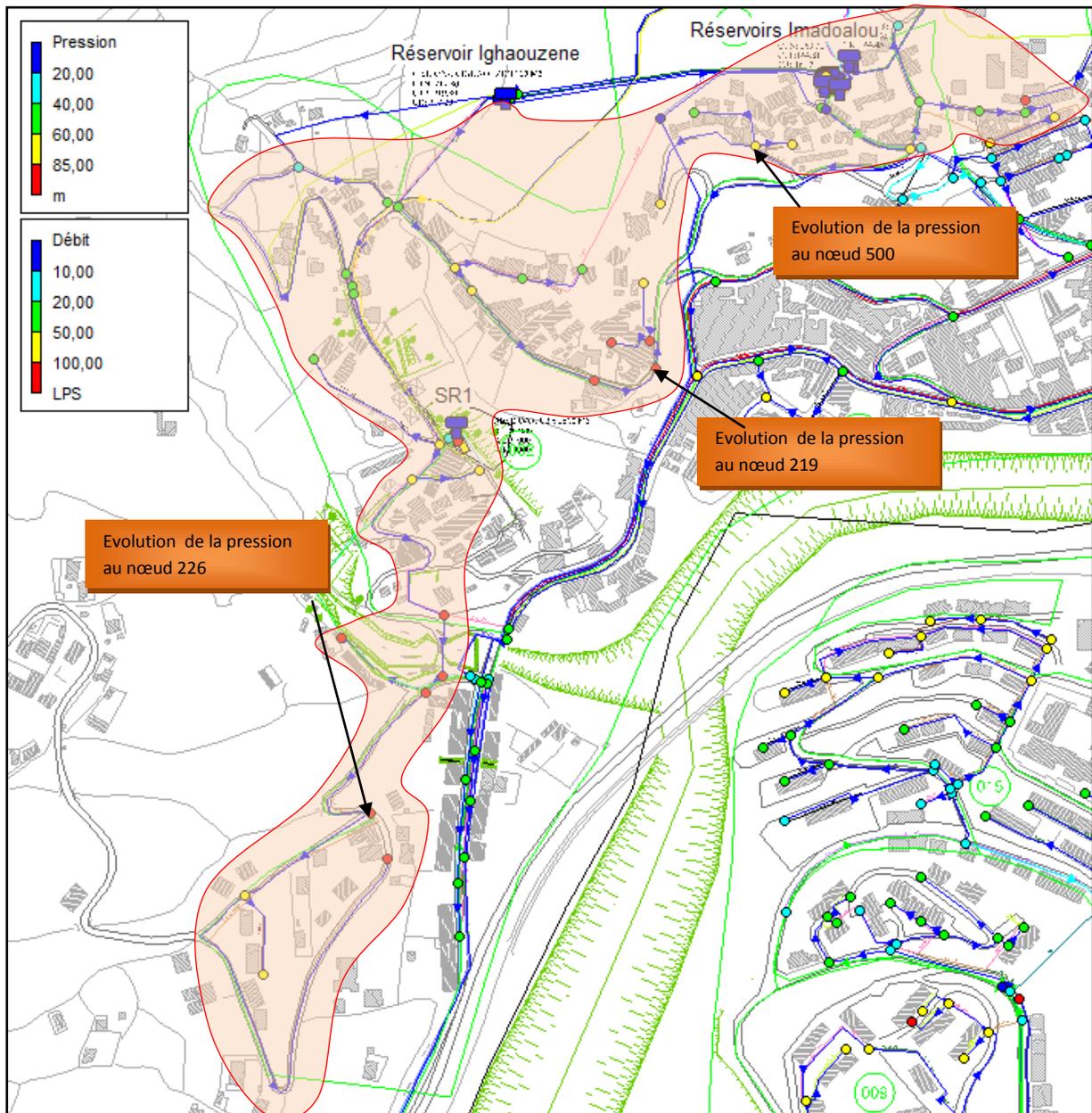


Figure 529: zone d'influence du réservoir Ighaouzene.

Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution à sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique.

A.1.Marnage du Réservoir et pression au sol

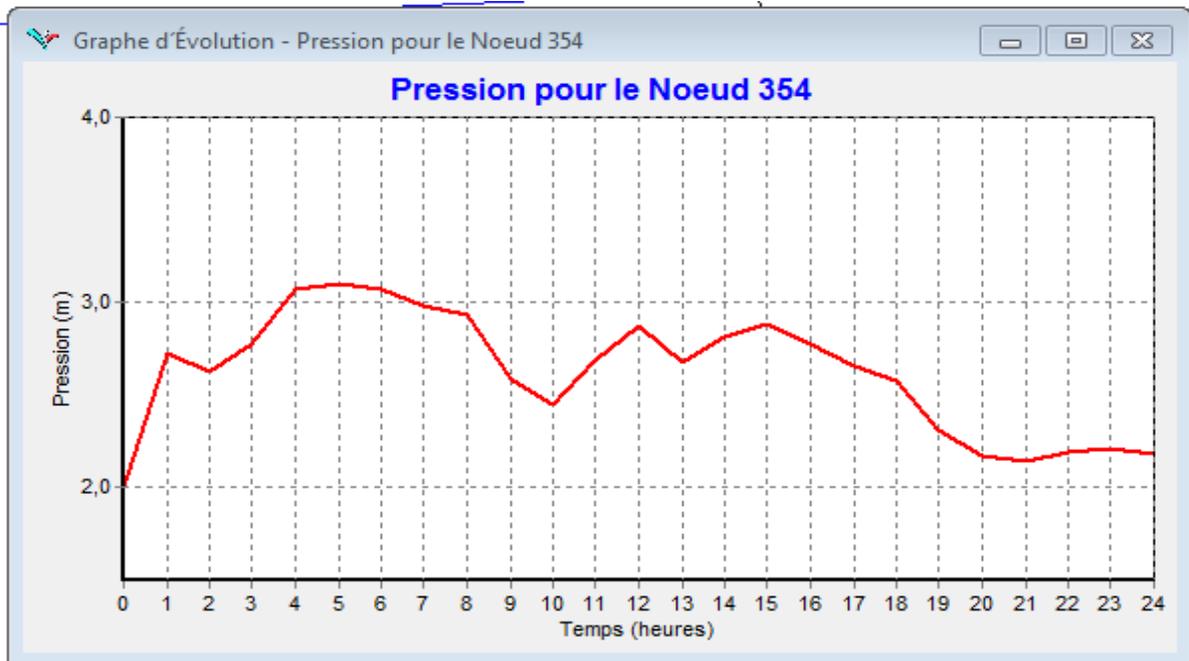


Figure 6: marnage du réservoir Ighaouzene 100 m³ de le jour moyen

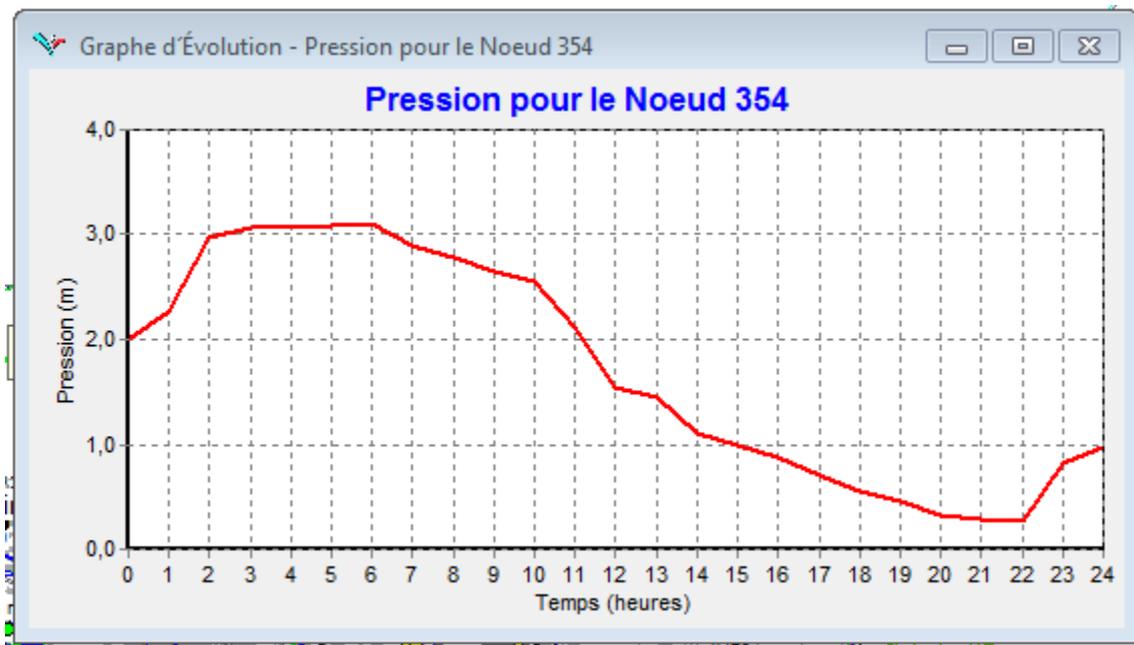


Figure 7: marnage du réservoir Ighaouzene 200 m³ de le jour de pointe

D'après la figure 30 et 31, la nouvelle capacité du réservoir Ighaouzene 200 m³ peut faire face à la pointe journalière.

Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution à sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique.

Pour le jour de pointe, la hauteur de marnage est de 2.7 m avec un volume utile de 171.67 m³ et une réserve de sécurité de 29 m³.

Pour le jour moyen, l'autonomie du réservoir Ighaouzene 200 m³ est de 8 heures.

A.2. Débit mis en distribution



Figure II 32: Evolution du débit à la sortie du réservoir Ighaouzene 200 m³

Pour cette partie du sous réseau et pour le jour de pointe, le débit maximum horaire est de 12.07 l/s.

Le réseau de distribution du secteur Ighaouzene a été structuré de la manière suivante :

- Prolongement de la conduite principale jusqu'à la citée police afin d'alimenter celle-ci ;
- Création d'une nouvelle conduite qui prend départ du réservoir Ighaouzene 200 m³ pour alimenter les habitations situées autour du réservoir Imadalou, le quartier Bouamar et le quartier Alliche supérieur (voir le plan d'ossature secteur Ighaouzene).

B.1. Réservoir Hôpital 50 m³

Le réseau de distribution en eau de la zone d'influence du réservoir Hôpital a été profondément remanié. Renforcer la capacité de stockage du réservoir par un autre réservoir de 150 M³ donc la capacité de stockage du réservoir hôpital devient 200 m³.

Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution a sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique.

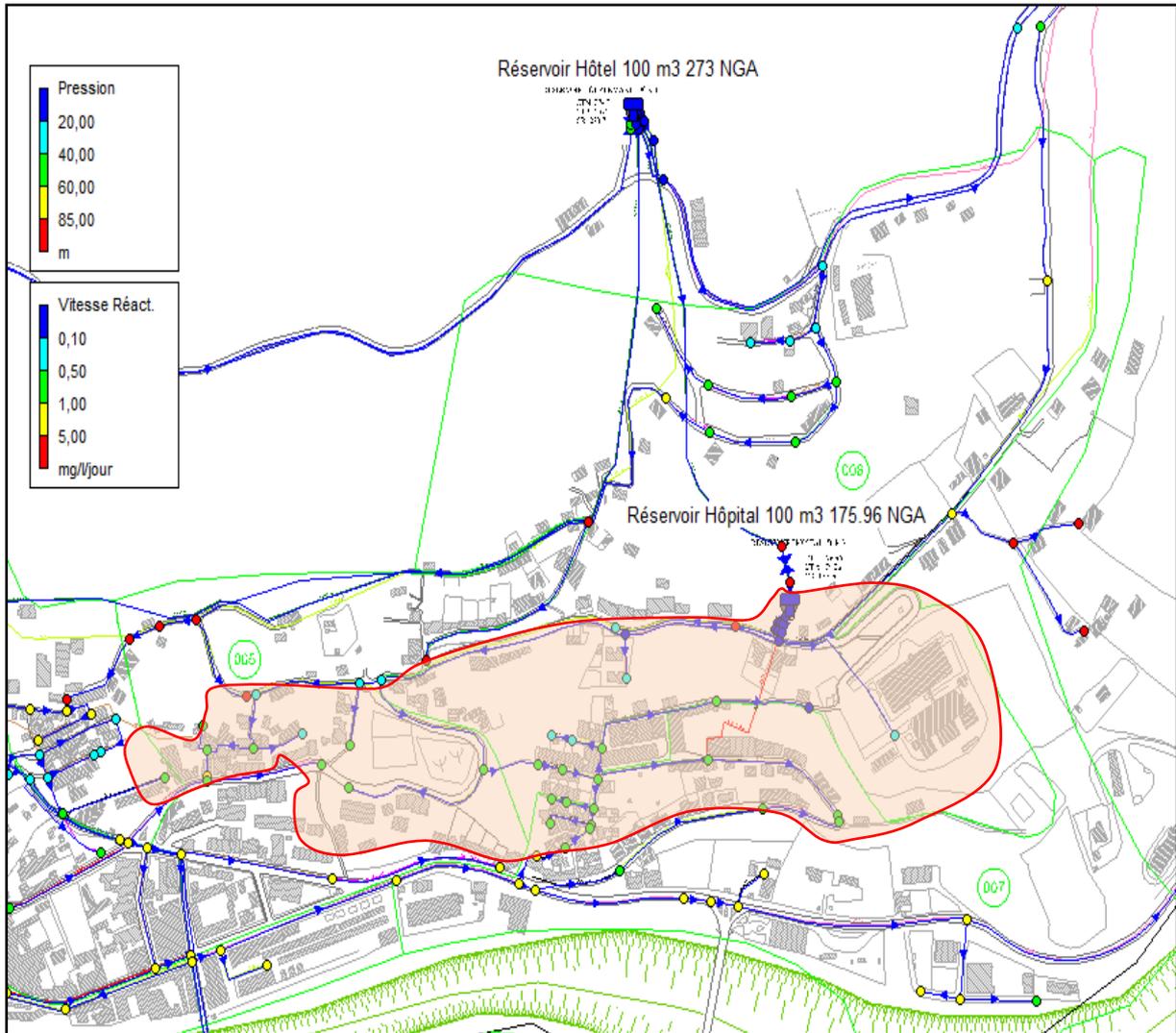


Figure 833: zone d'influence du réservoir hôpital.

B.1.Marnage du Réservoir et pression au sol

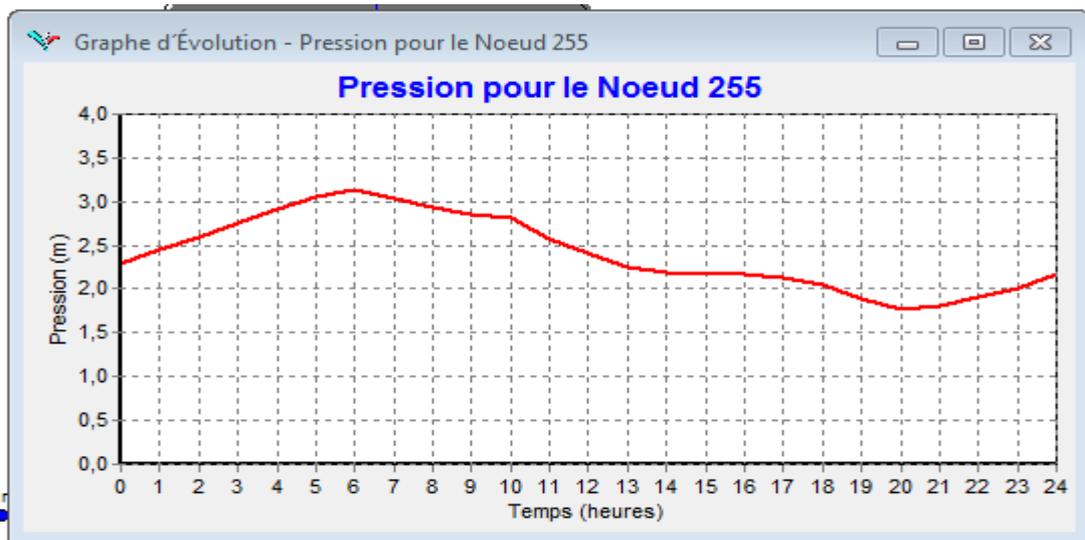


Figure II.34: marnage du réservoir hôpital 200 m3 le jour moyen

Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution à sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique.

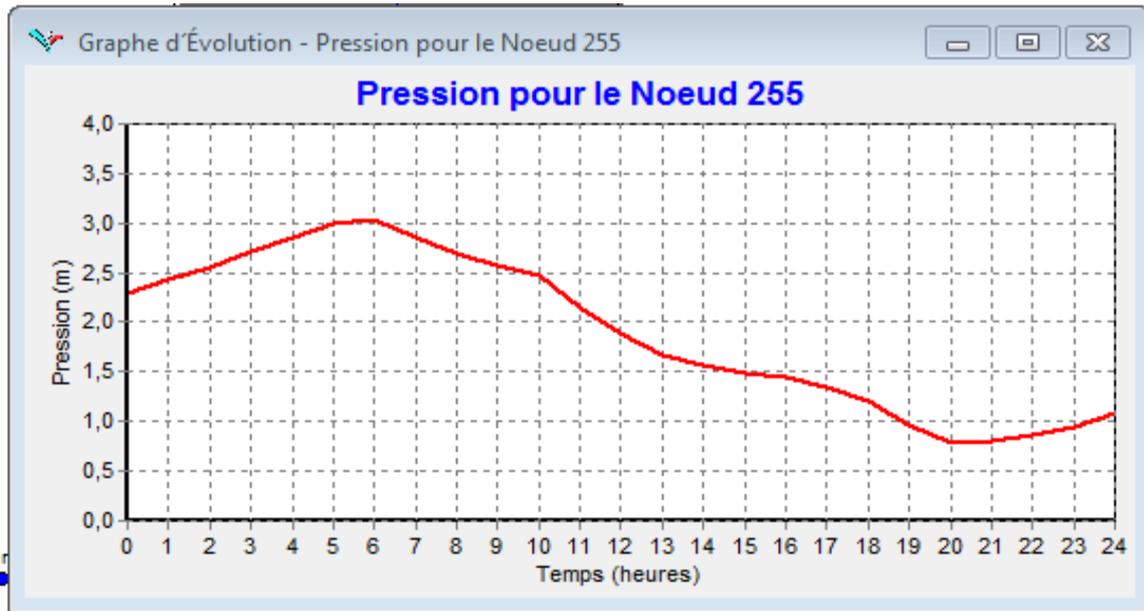


Figure 935: marnage du réservoir hôpital 200 m³ le jour de pointe

D'après la figure 35, la capacité du réservoir Hôpital 200 m³ peut faire face à la pointe journalière.

Pour le jour de pointe, la hauteur de marnage est de 2,24 m avec un volume utile de 142.43 m³ et une réserve de sécurité de 57.57 m³.

Pour le jour moyen, l'autonomie du réservoir Hôpital 200 m³ est de 8 heures.

B.2.Débit mis en distribution

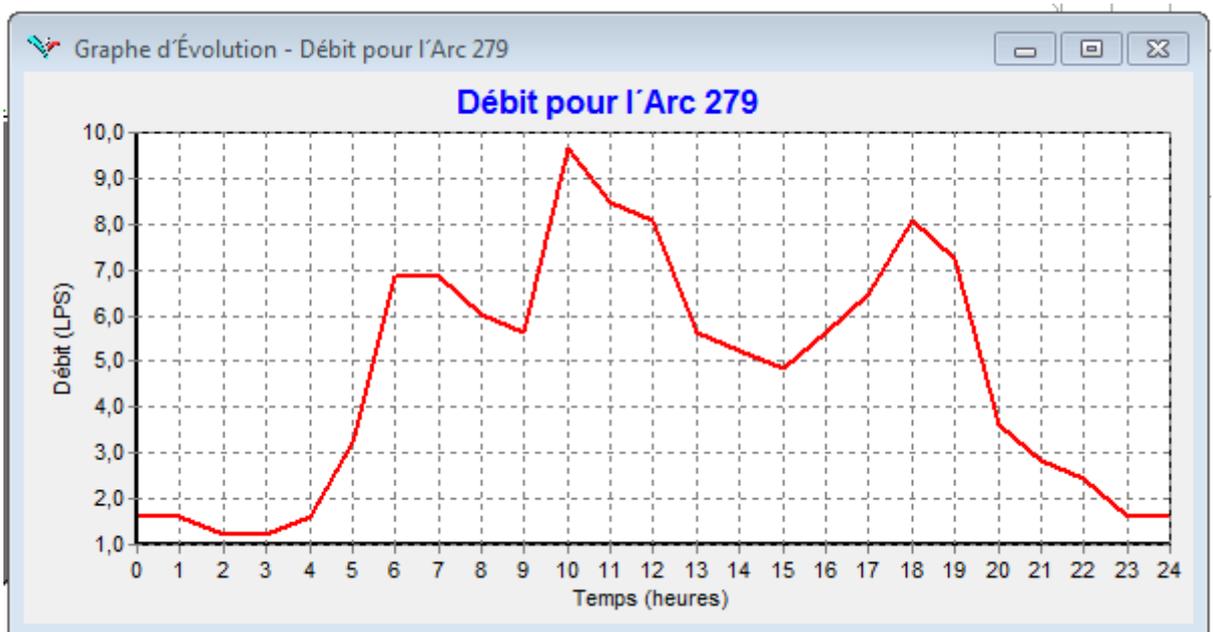


Figure III .36: Evolution du débit à la sortie du réservoir Hôpital Ighaouzene 200 m³

Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution à sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique.

Pour cette partie du sous réseau et pour le jour de pointe, le débit maximum horaire est de 9.67 l/s.

C. Réservoir Hôtel 100 m³

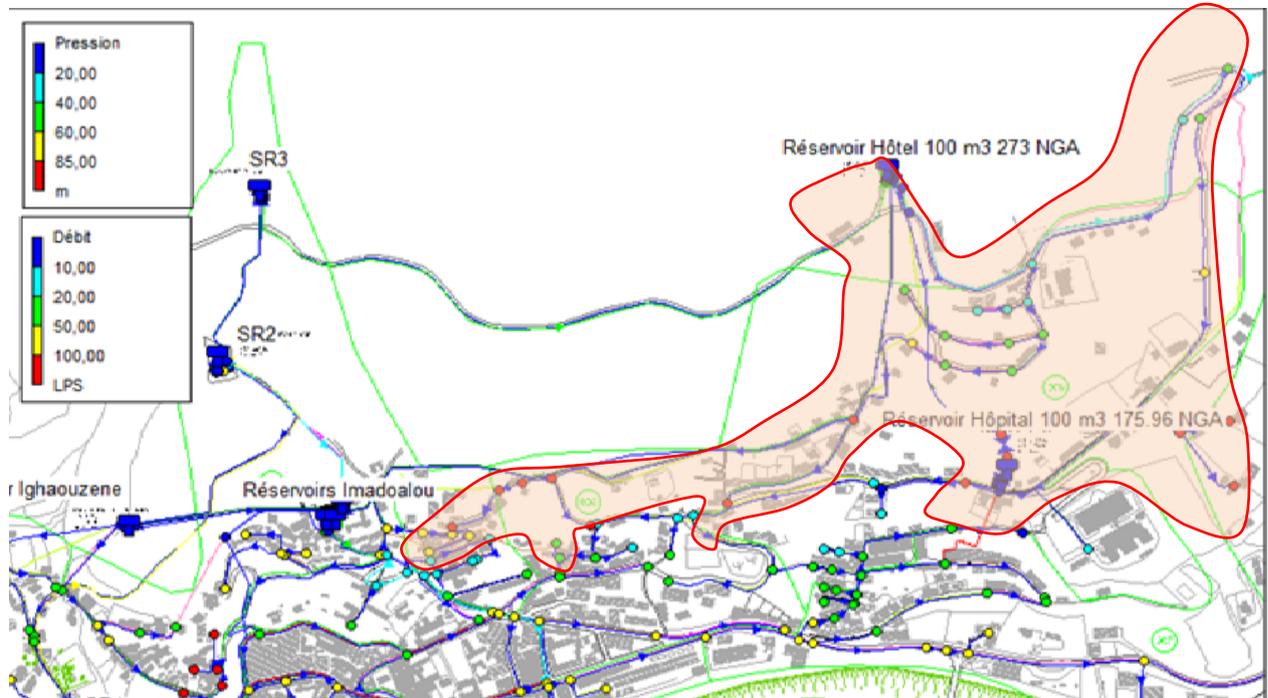


Figure II.37: zone d'influence du réservoir Hôtel.

C.1. Marnage du Réservoir et pression au sol

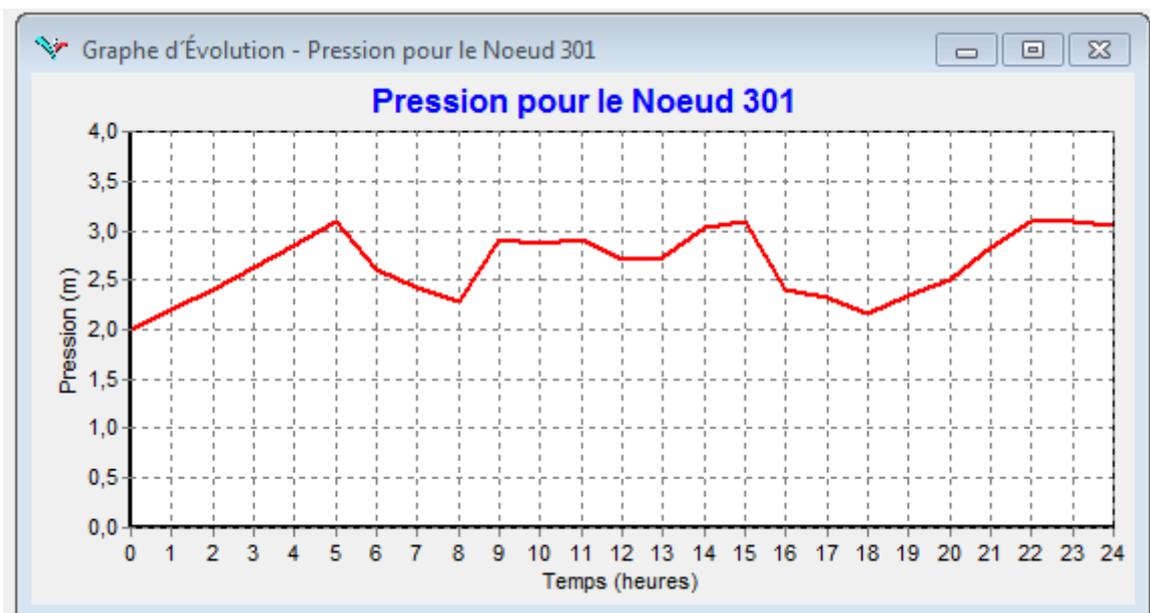


Figure II.38: marnage du réservoir hôtel 100 m³ le jour moyen

Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution à sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique.

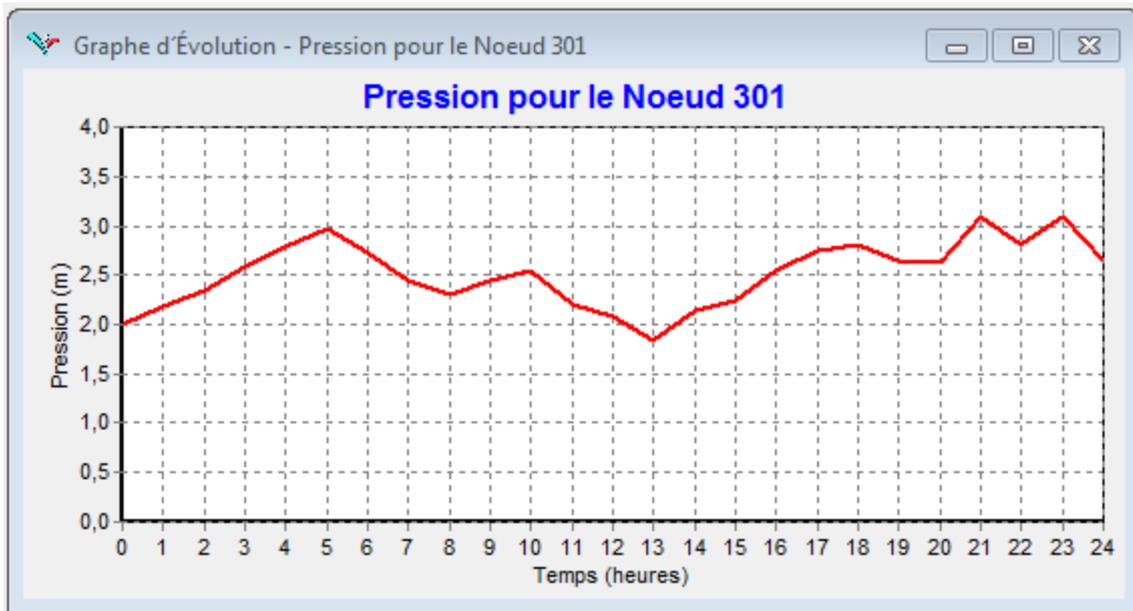


Figure II.39: marnage du réservoir hôpital 100 m³ le jour de pointe

D'après la figure 39, la capacité du réservoir Hôtel 100 m³ peut faire face à la pointe journalière. Pour le jour de pointe, la hauteur de marnage est de 1.26m avec un volume utile de 47.84 m³ et une réserve de sécurité de 52.15 m³.

C.2.Débit mis en distribution

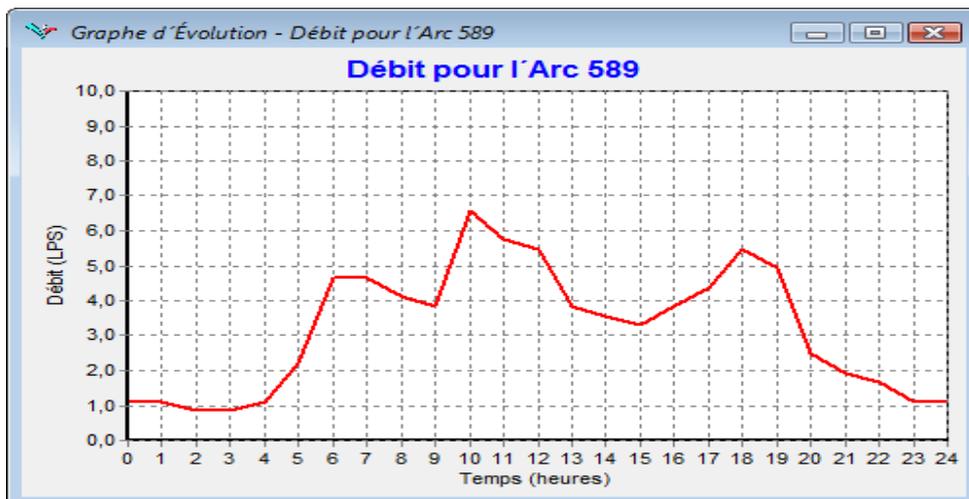


Figure II. 40 : Evolution du débit à la sortie du réservoir Hôtel 200 m³ vers le réseau de distribution

Pour cette partie du sous réseau et pour le jour de pointe, le débit maximum horaire est de 6.57 l/s.

Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution à sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique.

D. Réservoirs Imadalou 2x300 m³

Le réseau de distribution en eau de la zone d'influence des réservoirs Imadalou a été remanié. Il a été rajouté à sa zone d'influence les quartiers Bouhlou inférieur, dock et le quartier Djouadi. Ces réservoirs seront alimentés à partir de la nouvelle sr02.

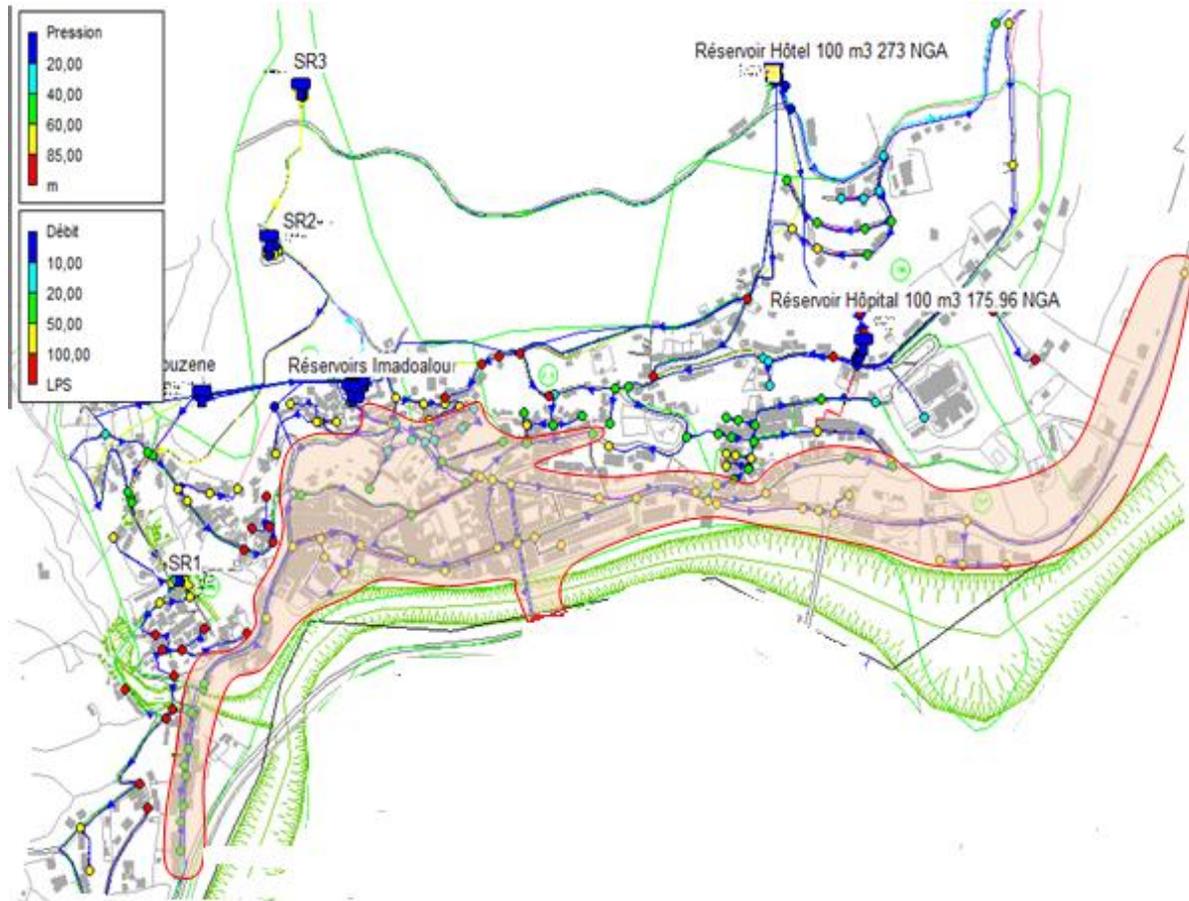


Figure II. 41: (zone d'influence des réservoirs Imadalou).

D.1. Marnage du Réservoir et pression au sol

Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution à sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique.

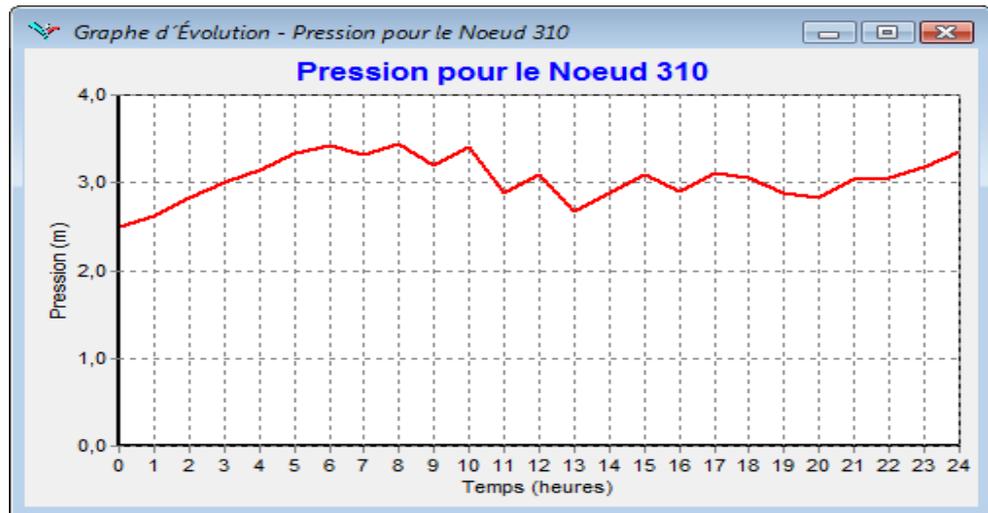


Figure II.42: marnage du réservoir Imadalou 300 m³ (le jour moyen)

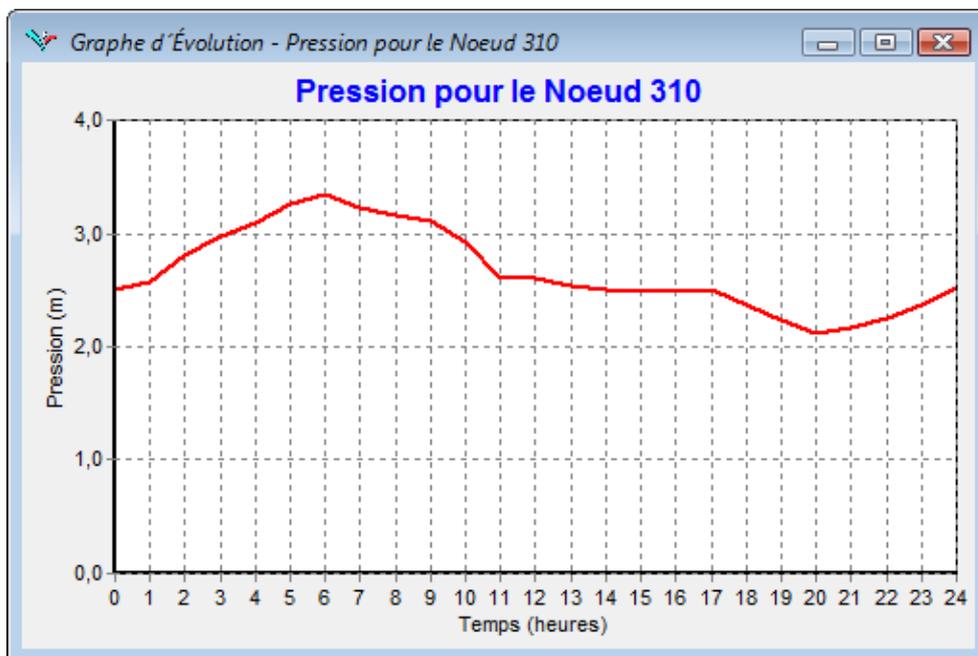


Figure II.43: marnage du réservoir Imadalou 300 m³ (le jour de pointe)

D'après la figure 43, la nouvelle capacité des réservoirs Imadalou 2x300 m³ peut faire face à la pointe journalière.

Pour le jour de pointe, la hauteur de marnage est de 1.36 m avec un volume utile total de 233 m³ et une réserve de sécurité totale de 358 m³.

Pour le jour moyen, l'autonomie des réservoirs Imadalou 2x300 m³ est de 11 heures.

Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution à sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique.

D.2. Débit mis en distribution

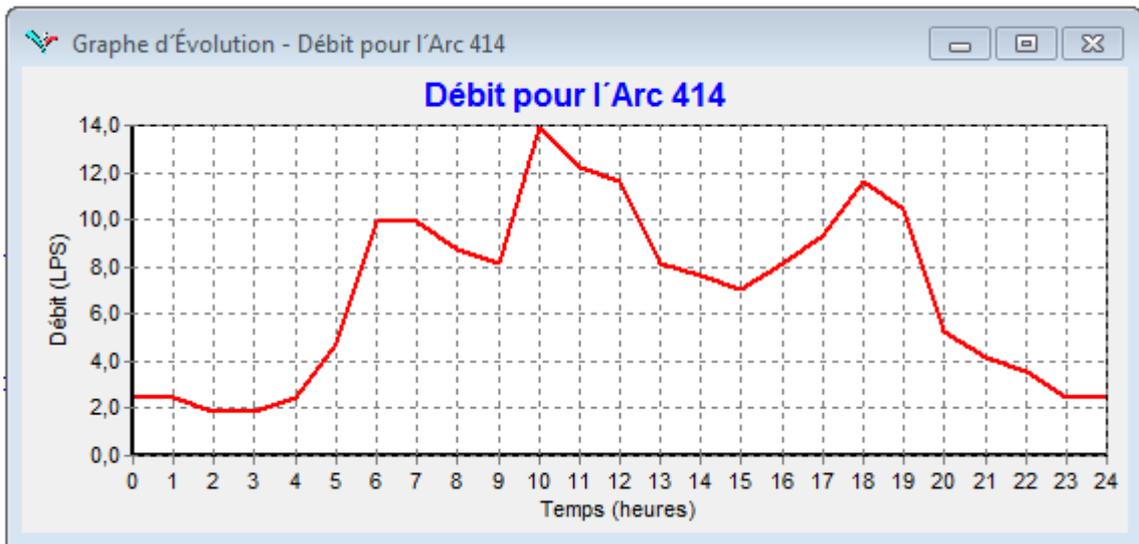


Figure II.44: Evolution du débit à la sortie des réservoirs Imadalou 2x300 m3

Pour cette partie du sous réseau et pour le jour de pointe, le débit maximum horaire est de 13.86 l/s.

Le réseau de distribution du secteur Imadalou a été légèrement remanié.

Le réseau de distribution à l'entrée de l'agglomération de Sidi Aïch (quartier Djouadi) a été reconnecté au réseau du secteur Imadalou voir les conduites.

Sur l'avenue du 1^{er} novembre, entre l'entrée de l'agglomération et le siège de l'APC, deux conduites seront réalisées de part et d'autre, la conduite CH et la conduite CF. cette dernière en DE 90 PEHD réduite en De 75 PEHD permettra l'alimentation des 61 logements en cours de construction.

6.3.3. Dimensions et répartitions des débits sur les conduites d'adduction

La modélisation nous a permis de faire la répartition des débits sur les conduites d'adductions et ainsi dimensionné les conduites projetées, et de vérifier le dimensionnement des conduites existantes.

On distingue deux fonctionnements pour le système d'AEP de la ville Sidi Aïch :

6.3.3.1 Alimentation à partir du Barrage :

L'alimentation de la commune de Sidi Aïch s'effectue à partir des piquages 30.5 et 27.50. Le premier alimente la rive droite et le second alimente la rive gauche. Le débit soutiré pour la rive gauche du piquage 27.5 est de 26.4 l/s.

Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution a sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique.

Tableau 6 : Répartition des débits et dimensions des conduites d'adduction

Rive gauche et Remila			
Tronçon	Débit (l/s)	Diamètre (mm)	Observation
Réservoir 2x2500 – SR1	85	400 PEHD	Gravitaire (Nouvellement réalisée)
SR1 – SR2	85	350 Fonte	Refoulement (Nouvellement réalisée)
SR2 – Réservoir Imadalou	11,83	315 PEHD	Gravitaire (Nouvellement réalisée)
SR2 – Réservoir Ighaouzene	5,68	110 PEHD	Gravitaire (projetée)
SR2 – SR3	67,49	250 Fonte	Refoulement (Nouvellement réalisée)
SR3 – Tinebdar et Tifra	45.26	-	Refoulement (Non réalisé)
SR3 – Réservoir Hôtel	22,23	200 PEHD	Gravitaire (conduite posée)
Réservoir Hôtel – Réservoir Hôpital	3,93	90 PEHD	Gravitaire (Renouvelé)
Réservoir Hôtel – Réservoir Remila (Nouveau)	15,00	200 PEHD	Gravitaire (Projetée)
Réservoir Remila (Nouveau) – Réservoir Remila	3,32	110 PEHD	Gravitaire (Projetée)

☞ On analysant le tableau 58, et étant donné que le quotta de la commune de Tinebdar et de 24 l/s, le débit qu'on peut allouer à la commune de Tifra est de moins de 21.26 l/s.

6.3.3.2 Récapitulatif des ouvrages à réalisés

Ces opérations de réorganisation des zones de services à donner lieu à la mise en place d'un réseau structuré, dimensionné pour les besoins à long terme c'est-à-dire à l'horizon 2030, de nouveaux réservoirs de stockages et des réducteurs de pression.

Les résultats du dimensionnement de calculs des conduites de distribution sont représentés en Annexe II.

Tableau II.46: Récapitulatif des ouvrages à réalisés sur la distribution

Zone d'influence	Linéaire (ml)	Réservoirs	Réducteur de pression
<i>Réservoir Ighaouzene</i>	4879,23	200 m3	-
<i>Réservoir Hôtel</i>	4629,37	200 m3	-
<i>Réservoir Hôpital</i>	3025,8	-	-
<i>Réservoir Imadalou</i>	9783,82	-	-
<i>Réservoir Remila</i>	7614,61	-	DN 50
Total	48009,68	-	-

6.3.3.4 Adduction :

Les résultats du dimensionnement des conduites d'adduction sont représentés sur le tableau 47.

Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution à sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique.

Tableau II.47: Récapitulatif des ouvrages à réalisés sur les adductions

Village	Linéaire	Réservoir	Réducteur de pression
<i>Réservoir Hôtel - SR Remila 2x500 m3</i>	3795.82	2x500 m3	DN 100 et DN 50
<i>SR Remila 2x500 m3 - Réservoir 2x500 m3</i>	492.24	2x500 m3	
<i>Réservoir 2x500 m3 - Réservoir Remila 100 m3</i>	2124.66		
<i>Réservoir Hôtel - Réservoir Hôpital</i>	1484.55		
<i>SR 02 - Réservoirs Ighaouzene</i>	486.41		
<i>Forage Aghernouz - SR01</i>	3440.47		
<i>SR 1000 m3 Tinebdar - Réservoirs Hôtel</i>	1465.90		
<i>Total</i>	13289.34		

6.4. CONCLUSION :

La modélisation du réseau d'alimentation de la rive gauche de la ville de Sidi Aiche nous a permis de bien comprendre le fonctionnement et les points noirs de ce dernier, et à l'aide de ces résultats de modélisation on a pu développer, un programme de travaux prioritaires peut être dégagé selon la programmation suivante:

Court terme

- Lancer la construction des réservoirs projetés un 500 m3 sur la nouvelle station de reprise à Remila et un 500 m3 au sommet du POS 10 ;
- Renforcer la capacité des réservoirs Hôtel et Ighaouzene ;
- Réhabilité 15.3 km du réseau de distribution et 7.1 Km du réseau d'adduction.

Moyen terme

- Réhabilité 18.5 km du réseau de distribution et 5.9 Km du réseau d'adduction.

Long terme

- Lancer la construction des autres réservoirs jumelés projetés un 500 m3 sur la nouvelle station de reprise à Remila et un 500 m3 au sommet du POS 10.

Conception d'un SIG du réseau eau potable pour la rive gauche de la ville de SIDI AICHE :

Les décisions à prendre dans les services gestionnaires des réseaux d'AEP vont au delà du simple fait d'afficher une carte ou de retrouver une adresse. Il s'agit de construire un équipement, d'aménager ou de gérer une zone, de gérer un service public, ou encore d'intervenir en cas d'incident sur le réseau. Cela suppose de prendre des décisions impliquant de nombreuses personnes et d'agir en mettant en œuvre des moyens importants.

En effet, il peut s'avérer plus rentable de mettre en place une information organisée, entretenue et gérée en permanence, prête pour plusieurs besoins ou pour un besoin imprévu, plutôt que de réagir au coup par coup avec les moyens du bord (déplier une carte, faire appel aux souvenirs, faire une visite sur le terrain...).

Dans ce cadre, un des préalables essentiels avant de se lancer dans la mise en œuvre d'une application SIG est le questionnement relatif à l'utilisation envisagée (ou envisageable) de l'information géographique. Ces possibilités peuvent être regroupées en grandes catégories:

– *l'accumulation de connaissances éparses*. Il est souvent difficile pour un problème donné d'acquérir une connaissance rapide et exacte du terrain. Les informations sont souvent réparties entre plusieurs gestionnaires (réseaux, géologie, etc.), d'origine plus ou moins ancienne, connues éventuellement d'un groupe restreint de spécialistes (données archéologiques). Dans ce cas, actualisation et connaissance de la précision des données sont impératives ;

– *l'usage opérationnel de plans actualisés*. L'utilisateur souhaite disposer d'informations précises (cartographiques et alphanumériques) et homogènes de la réalité du terrain au moment où il doit intervenir (par exemple, canalisations diverses enterrées sous une voirie). Toutefois, ces données (érosion, modification de tracés, modification de caractéristiques...) évoluent dans le temps ;

L'actualisation est donc indispensable, de même que la traçabilité du mode de collecte des Informations

– *la représentation de « clichés instantanés » archivés*. Certaines situations nécessitent de conserver l'image de situations antérieures, notamment pour l'étude de phénomènes évolutifs, que ce soit pour les données graphiques (par exemple, l'évolution d'une zone inondée) ou pour les données descriptives (évolution de la population) ;

– *la simulation d'événements*. L'étude de l'impact d'un événement (accident, aménagement d'une zone, effet de la fermeture d'une vanne d'un réseau) nécessite une lisibilité des résultats et

Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution à la gestion à l'aide d'un système d'information géographique.

un caractère opérationnel des données. La modélisation nécessite alors d'établir des relations fonctionnelles entre les données aussi précises que possible (relations topologiques notamment) [20] ;

Étapes de création du SIG du réseau d'AEP de la rive gauche de la ville de SIDI AICHE

III.1.Choix du SIG

Confrontés aux nombreux systèmes d'information géographique adaptés au monde de la micro informatique, Le choix s'est porté sur les systèmes d'informations géographiques et Arc Gis pour cette phase, et pour bénéficier d'un produits performante évolutif. Ce produit permettent de créer, d'afficher, de modifier toutes formes d'informations géographiquement référencées.

On peut résumer leurs principales caractéristiques comme suit :

- Opérations de superpositions : superposition de couches thématiques ;
- Traitements statistiques ;
- Types de sortie : représentations cartographiques, valeurs numériques ou textuelles, histogrammes, graphiques, ..., etc.;
- Disponibilité d'une bibliothèque de symboles, de traits, de trames et de légende modifiables de façon interactive ;
- Echange de données avec les logiciels de CAO et DAO tel qu'AUTOCAD ;
- Doté d'un langage SQL étendu pour la gestion des données descriptives.

Parmi leurs fonctionnalités, on peut citer :

- Efficacité dans la gestion des bases de données ;
- Fonctionnalités graphiques sont importantes ;
- Puissant langage de requêtes permet de mixer les entrées graphiques et non graphiques ;
- Indépendance vis à vis du choix du matériel ;
- Capacité à intégrer de données externes et à exporter des données vers d'autres systèmes.

III.2 Acquisition et inventaire des données

Le volume important d'informations à collecter, la grande quantité de documents à inventorier ainsi que la diversité des organismes détenteurs d'informations représentent une grande difficulté dans le processus d'élaboration d'une base de données. L'opération d'inventaire consiste à identifier, décrire et localiser les données relatives au réseau d'Alimentation en eau potable.

Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution à sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique.

Tous les données du réseau d'alimentation en eau potable de la rive gauche de la ville de Sidi Aiche sont décrit au chapitre précédent (chapitre II).

III.3 Organisation structurelle du système D'AEP de la rive gauche de la ville de Sidi Aiche

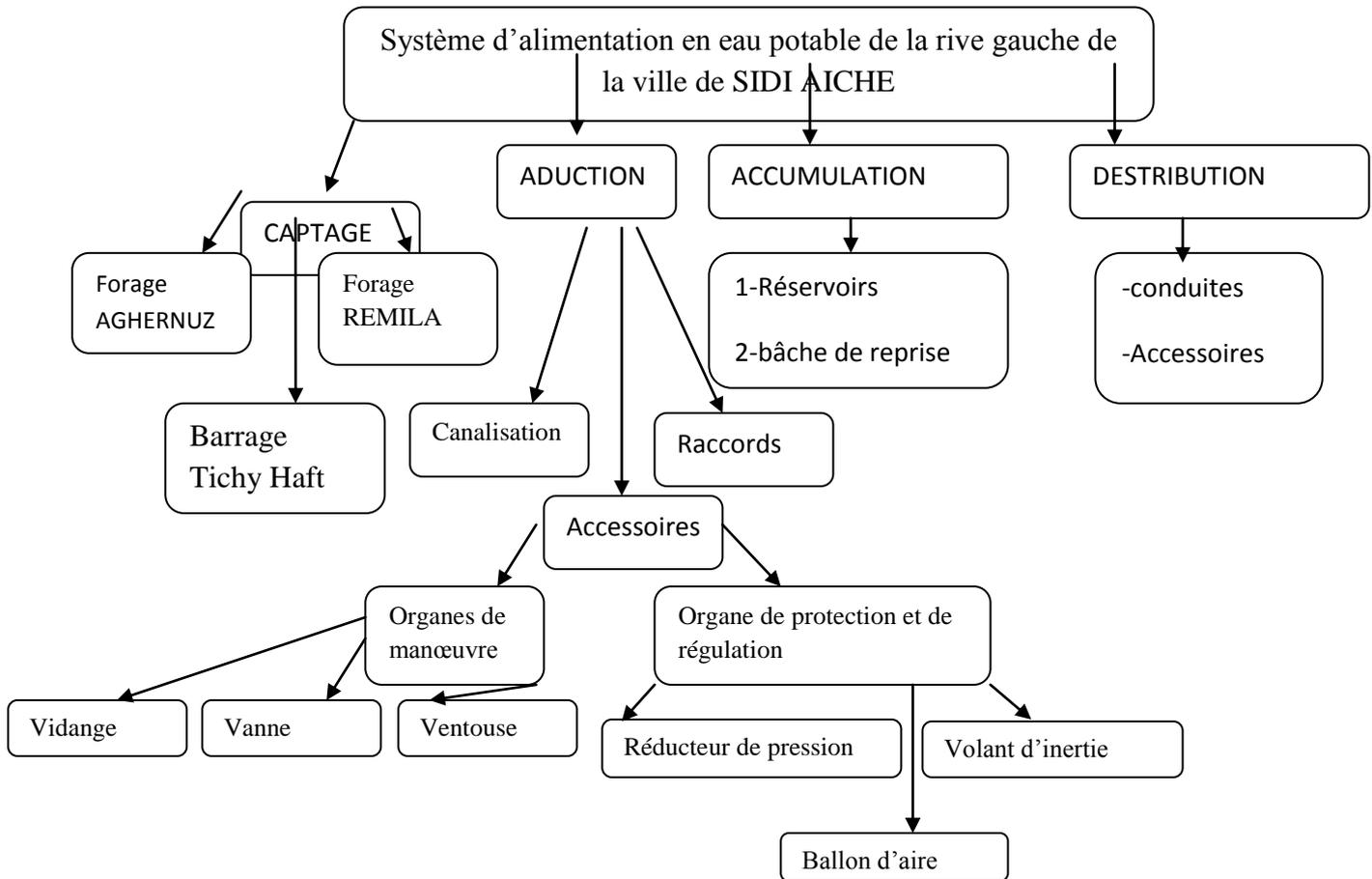


Figure VI.1 : organisation structurelle d'un système d'AEP de la rive gauche de la ville de SIDI AICHE

La modélisation conceptuelle du système d'alimentation en eau potable est au centre de l'organisation structurelle, donnant naissance au système d'information géographique du réseau de la rive gauche de la ville de Sidi Aiche

III.4. Analyse des données

L'analyse des données consiste à déterminer les caractéristiques des documents à retenir, pour bien appréhender et supporter la représentation du réseau d'AEP de la rive gauche de la ville de SIDI AICHE. Car il est difficile de définir à l'avance toutes les utilisations possibles et imaginables qui pourraient être faites par le système d'information géographique. Ajoutant à ces difficultés, les nombreuses lacunes enregistrées au niveau de la cartographie des réseaux d'AEP, dont nous avons récapitulé les plus importantes :

Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution a sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique.

- Fond de plan non géo référence;
- Absence de légende récapitulant les signes conventionnels relatifs aux réseaux ;
- Plans anciens non actualisés.

III.5. Numérisation des données

La numérisation consiste à remplacer les traditionnels plans papier difficiles à manipuler et complexes à mettre à jour par des plans numérisés où l'on retrouve de manière bien différenciée (symboles, couleurs...), les rues, les bâtis... issus du plan vectorisé avec l'ensemble du réseau d'AEP qui y a été reporté. Cette méthode se révèle la mieux adaptée aux nécessités de ce travail, car elle permet de saisir la géométrie des objets graphiques élémentaires : Point, Ligne ou Polygone.

Vues le manques des plans numériser de la ville de sidi aiche nous avons procéder d'effectuer les déférentes étapes de calages et de géo référencement par Google sous auto-cade.

Une fois notre plan sur Auto-cade de la ville de sidi aiche est géo-référencie par Google Earth sous Auto Cade on nous pouvant l'utiliser sous Arc Gis et de procéder a la création de la base de données du réseau d'AEP.

Pour cela nous avons suivie les étapes suivantes :

- La première étape consiste à ouvrir une nouvelle page vierge sur auto cade sur la barre d'outil insert on clique sur référence externe.
Sur la fenêtre du référence externe on choisie attache DWG et on ouvre notre plan de la ville de sidi aiche sous Auto-cade ;
 - La deuxième étape consiste à localiser la ville de sidi aiche sur Google Earth l'image satellitaire avec deux borne de référence.
 - la troisième étape consiste sur de caler cette image satellitaire sur Auto-Cade on utilisant sur la fenêtre référence externe en clique sur attache image et on attache l'image satellitaire de la ville de sidi aiche et on introduits les cordonnées des deux borne enregistrés sur Google Earth de l'image satellitaires de notre ville.
- Et en fin on obtient notre plan sur Auto Cade seras bien callé par-rapport a 'l'image satellitaires de Google Earth

Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution a sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique.

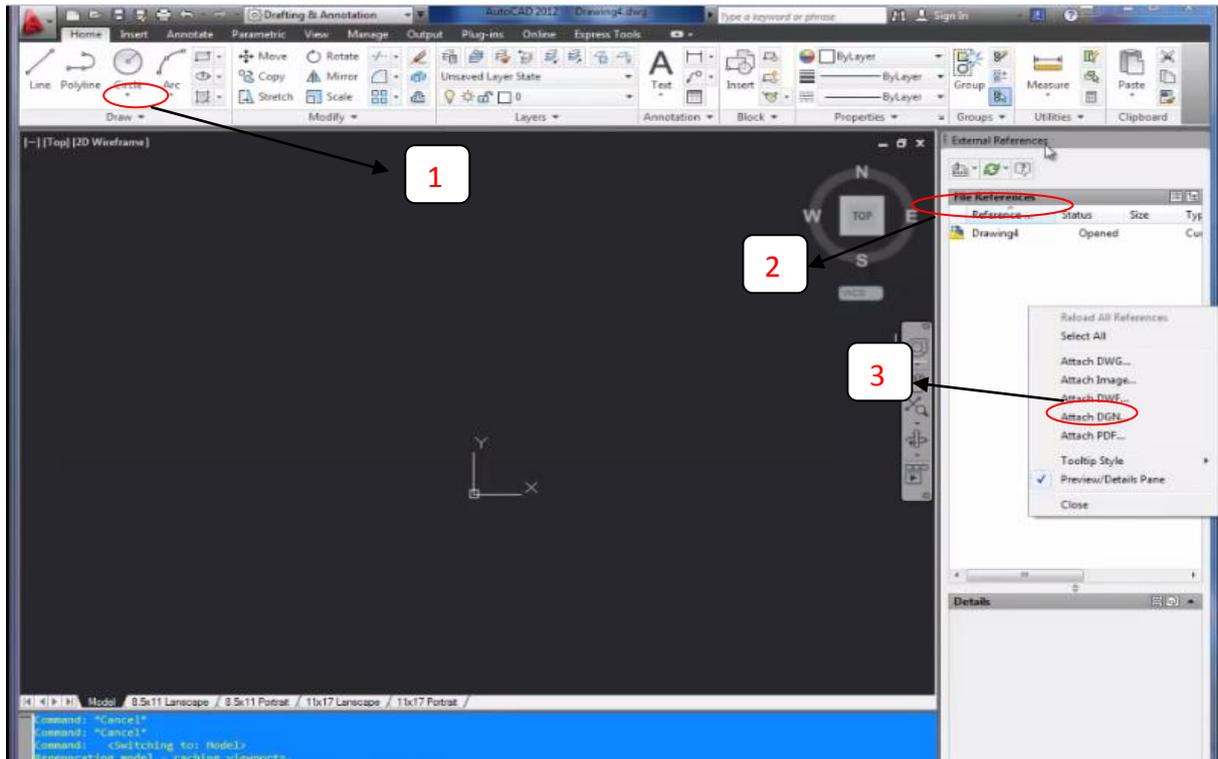


Figure III.1 : la première étape de géo référencement sous Auto-Cade.

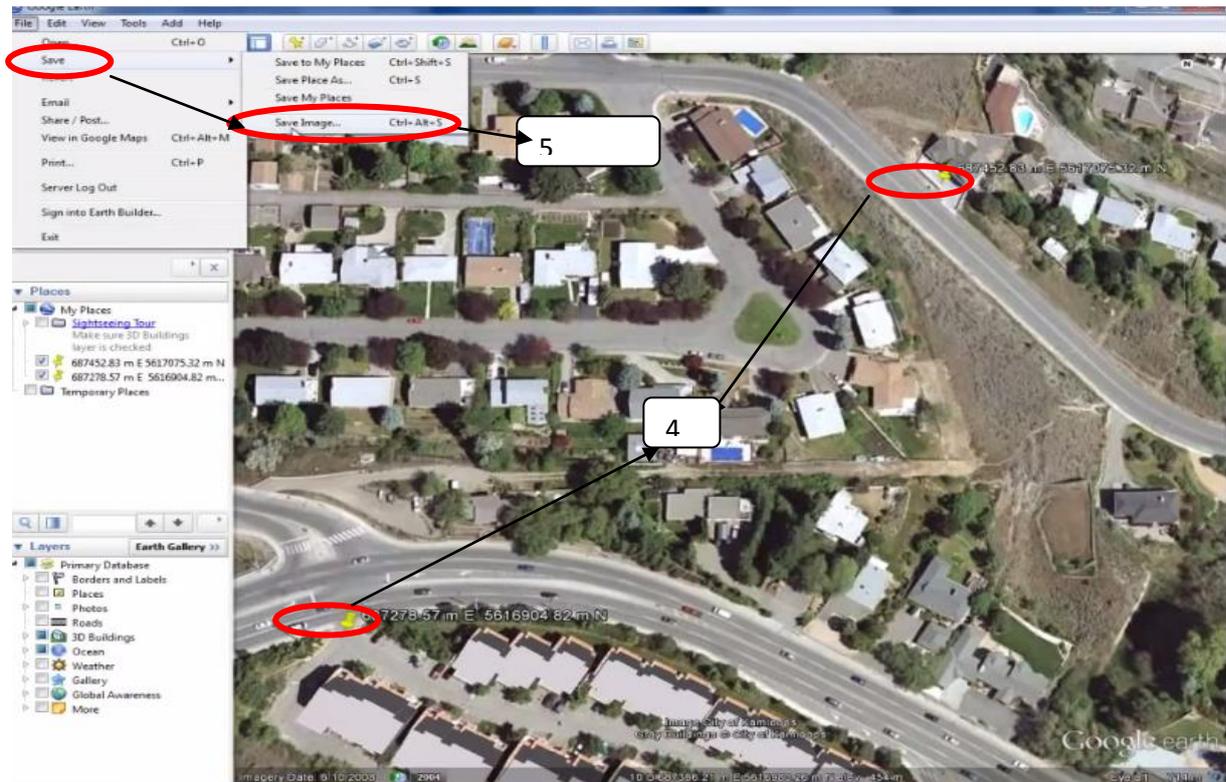


Figure III.2 : enregistrement de l'image satellitaire de la ville de sidi aiche sous Google Earth.

Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution a sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique.

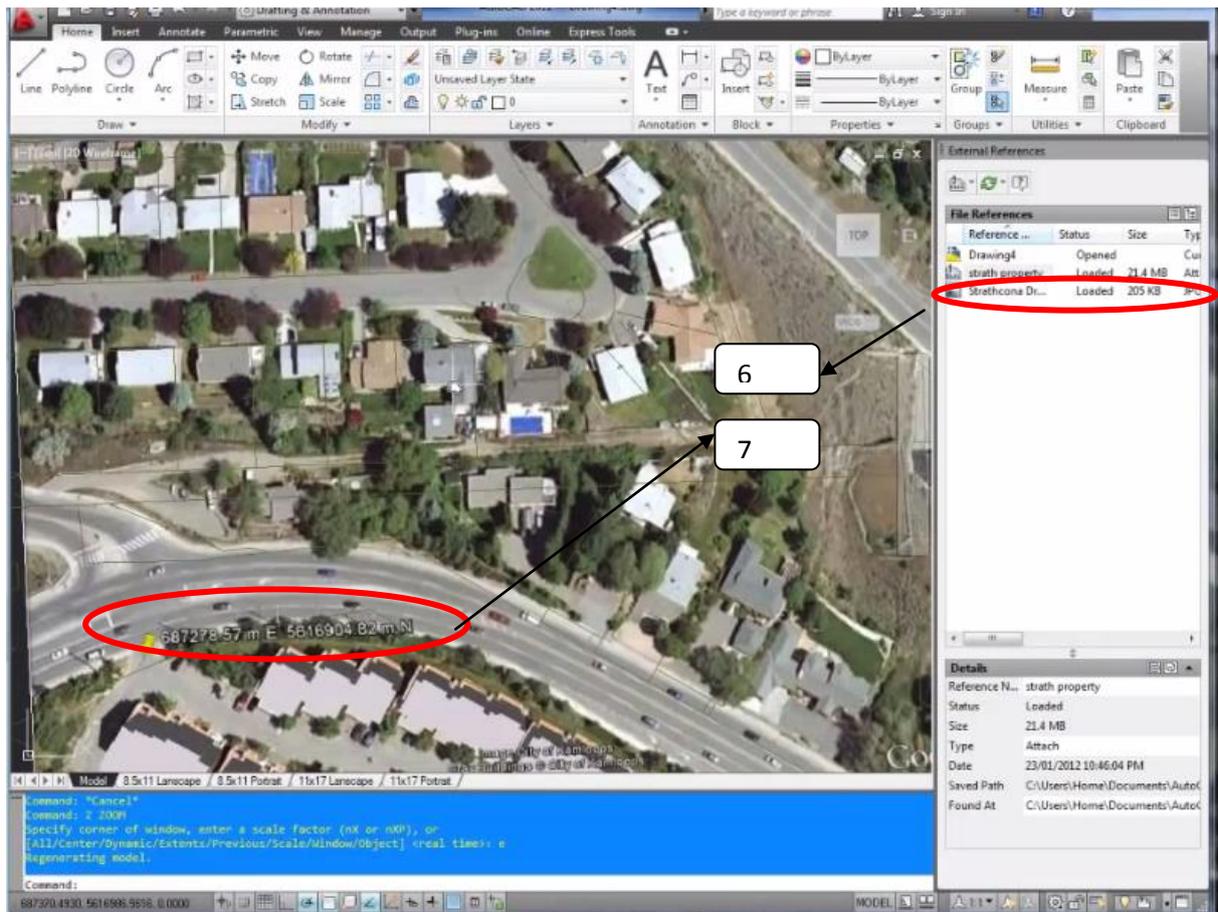


Figure III.3 : Calage de l'image satellitaire de la ville de sidi aiche Google Earth sous Auto Cade.

Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution a sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique.

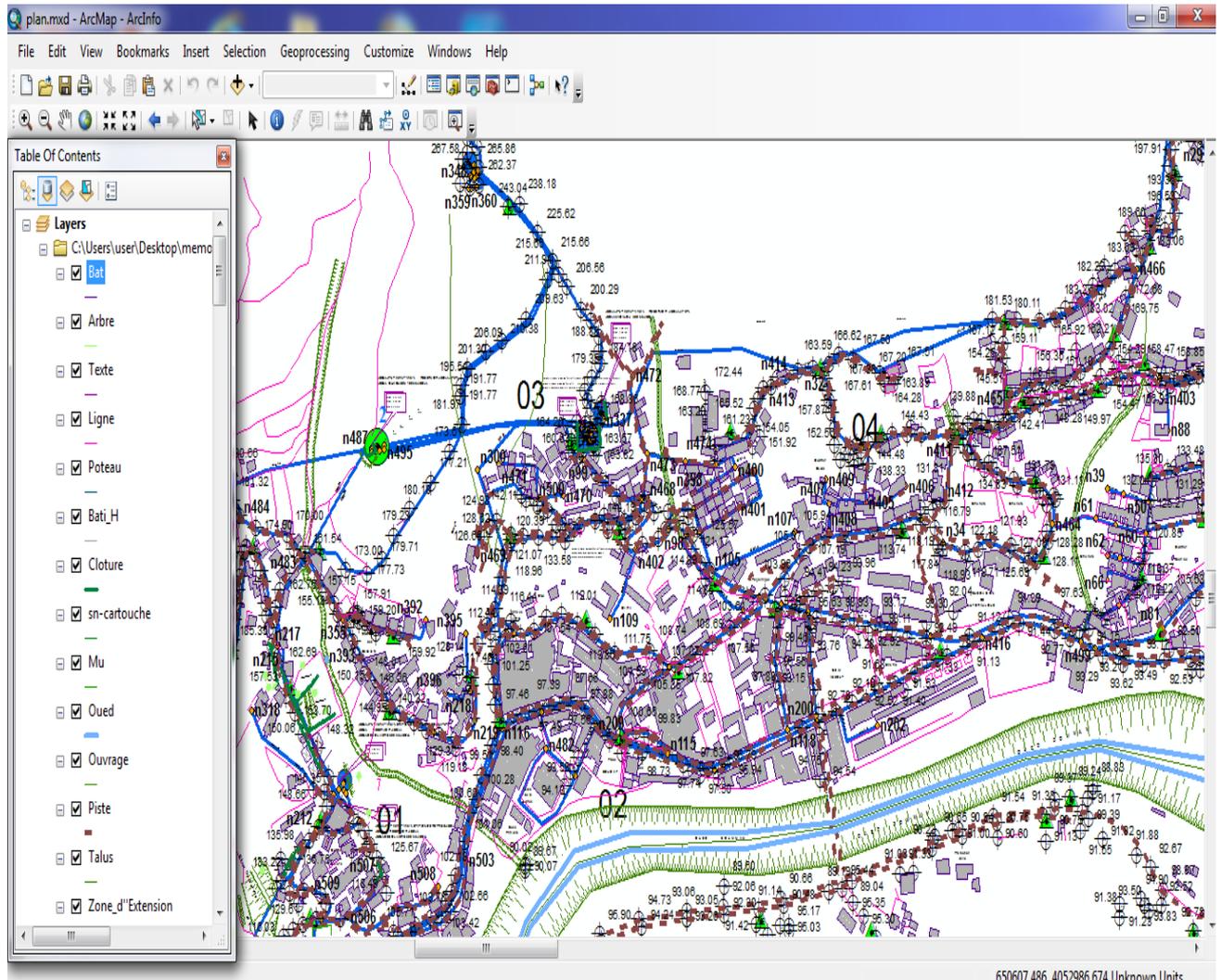


Figure III.4 : réseau d'alimentation de la rive gauche de sidi aiche sous Arc Gis.

III.6.1. Création de la base de données

Les données sont des observations brutes. Après leur traitement, on arrive à des

Informations utiles pour la conception de la base de données. Ils sont de différentes natures:

- nature variable (fichier géographique)
 - Un point (vanne, forage, réservoir ...);
 - Une ligne (conduite, route ...);
 - Une surface ou région (îlot, bâti ...).
- structure variable
 - Maillée ou raster (image satellitaire...);
 - Vectorielle (limites des îlots...).
- source variable

Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution à sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique.

- Soit des tableaux de chiffres (fichiers de forages...);
- Soit différentes cartes et plans réalisés pour la zone d'étude considérée (Plans de réseaux, profils en long...).

Les données associées sont organisées sous forme de tables. Les noms d'attributs sont introduits champ par champ selon leurs types (caractère, entier, flottant, virgule fixe, date...). Chaque entité géométrique (conduite) est reliée à sa description exhaustive, ce lien se fait au moyen d'un identifiant interne. III.5 montre la définition et la structure de la table Conduites :

OJD	ZID	ID	TAG	DIAMETER	LENGTH	ROUGHNESS	BULKCOEFF	WALLCOEFF	FLOW	VELOCITY	HEADLOSS	FRICTION	REAC
0	1	234		73.6	540	130	0	0	0.28	0.06	0.11	0.038	
1	2	235		73.6	317.15	130	0	0	0.26	0.06	0.11	0.038	
2	3	236		32.6	129.41	130	0	0	0.02	0.02	0.04	0.05	
3	4	239		40.8	143.83	130	0	0	-0.02	0.02	0.01	0.052	
4	5	240		40.8	260	130	0	0	0.04	0.03	0.05	0.047	
5	6	244		32.60	189.83	130	0	0	0.02	0.02	0.04	0.05	
6	7	251		102.2	268.79	130	0	0	0.84	0.1	0.17	0.033	
7	8	253		90	61.44	130	0	0	0.56	0.09	0.15	0.035	
8	9	254		51.4	40	130	0	0	0.06	0.03	0.04	0.045	
9	10	255		40.8	39.18	130	0	0	0.03	0.02	0.04	0.048	
10	11	256		90	58.37	130	0	0	0.46	0.07	0.11	0.036	
11	12	257		51.4	60	130	0	0	0.1	0.05	0.09	0.042	
12	13	258		40.8	100	130	0	0	0.06	0.05	0.13	0.043	
13	14	259		32.6	87.65	130	0	0	0.03	0.04	0.11	0.047	
14	15	260		61.4	80.71	130	0	0	0.33	0.11	0.37	0.036	
15	16	261		61.4	100	130	0	0	0.3	0.1	0.3	0.036	
16	17	262		61.4	60	130	0	0	0.26	0.09	0.25	0.037	
17	18	266		51.4	260	130	0	0	0.15	0.07	0.22	0.039	
18	19	267		32.6	307.27	130	0	0	0.03	0.04	0.11	0.047	
19	20	271		73.6	179.08	130	0	0	0.03	0.01	0	0.052	
20	21	274		40.8	263.07	130	0	0	0.03	0.02	0.04	0.046	
21	22	276		125	3.45	100	0	0	-0.03	0	0	0	
22	23	277		125	2.92	100	0	0	-0.97	0.08	0.14	0.055	

Figure IV.5 : Structure de la table « Conduites ».

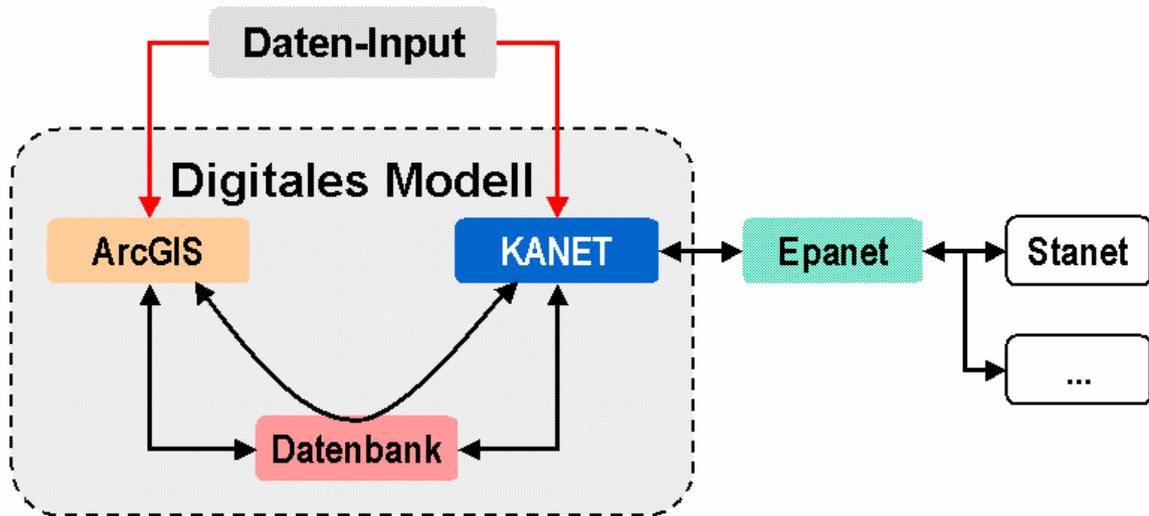
Pour la création de la base de données du réseau d'alimentation en eau potable de la rive gauche de la ville de Sidi Aiche nous avons utilisé l'application KANET qui nous permet d'importer tous les données du réseau sous Epanet et les scénarios enregistrer du réseau d'eau potable de la ville de Sidi Aiche Arc-Gis

III.6.1.1. Interfaces et Import/Export de données

La numérisation des données concernant le réseau et l'entrée de données peut de faire et à l'aide de la surface d'utilisateur de KANET et à l'aide d'Arc-Gis. De plus, il y a la possibilité d'importer des ensembles de données ayant été créés à l'aide d'EPANET dans le format « *.inp ». En outre il est possible d'enregistrer les données concernant le réseau provenant de KANET dans le format *.inp.

Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution à sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique.

La possibilité de traiter et d'enregistrer des données provenant de KANET également dans Arc-Gis permet l'utilisation d'outils Arc-Gis et celle d'outils ayant été programmé par l'utilisateur (VBA – Applications Visual BASIC). En outre il est possible d'utiliser les diverses fonctionnalités d'Arc-Gis dans le domaine du traitement de données.



Interfaces et Import/Export de données

III.6.1.2. Environnement de Travail : Interface Graphique d'Utilisateur (GUI) et Banque de Données

- Gestion des données des scénarios différents ;
- Gestion de données dans le format d'Access ;
- Gestion de données dans la banque de données Géo-Data-Base d'ESRI ;
- Gestion de données soit dans Arc-Map d'ESRI ou dans KANET ;
- Interface pour communiquer entre KANET et EPANET (modèle de la simulation d'EPA).

A l'aide de ce dernier nous avons pu créer une base de données pour notre réseau, cette base de données contient toutes les données du réseau des villes de Sidi Aiche voir la figure IV.6

Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution a sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique.

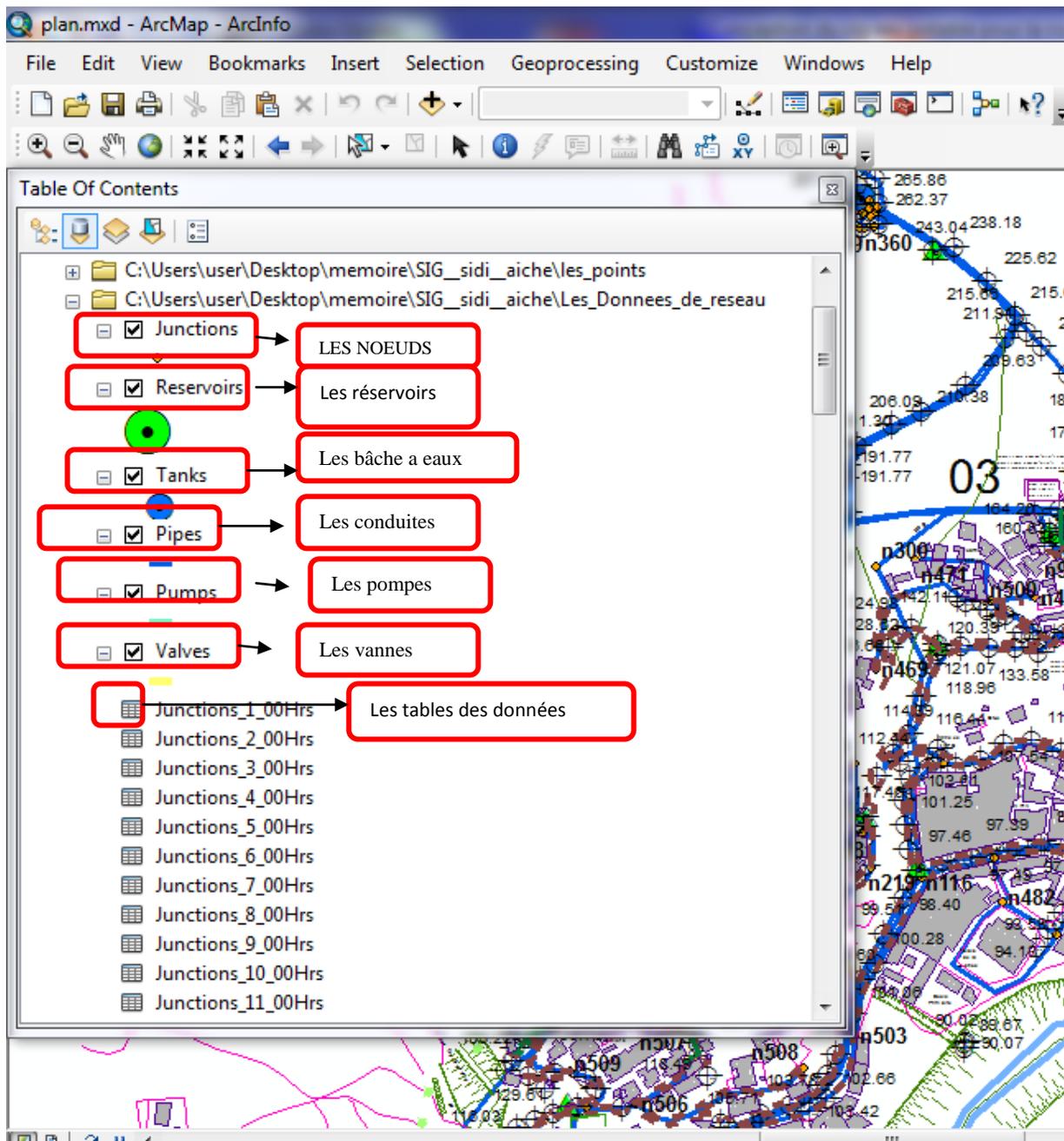


Figure IV : La base des données du réseau d'alimentation de la rive gauche de la ville de sidi aiche sous ARCGIS

III.7.requêtes SQL et analyses thématiques

L'établissement d'une base de données consiste à ressortir des requêtes.

L'interrogation des bases des données relationnelles se fait grâce à l'algèbre relationnelle ou mieux par l'intermédiaire d'un langage de requêtes qui s'appuie sur cette dernière. Grâce à l'algèbre relationnelle et à ses opérateurs ensemblistes, il est possible de rechercher toutes les

Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution à sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique.

informations répondant à un ensemble de critères sur les attributs. Ce sont des requêtes alphanumériques ou attributaires.

Le langage SQL (Structured Query Language) permet de formuler des requêtes sur une base de données en s'appuyant sur les opérateurs de l'algèbre relationnelle. La commande SQL la plus importante et la plus riche sémantiquement est l'ordre SELECT dont la forme la plus simple comprend les clauses : SELECT, FROM et WHERE :

SELECT (liste d'attributs)

FROM (liste des tables)

WHERE (condition)

La clause SELECT permet d'exprimer la projection sur la liste d'attributs que l'on désire conserver, la clause FROM permet de citer la liste des tables concernées par la requête SQL. Et la clause WHERE regroupe un ensemble de conditions et permet aussi d'exprimer l'objet de la restriction [21].

Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution à sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique.

CONCLUSION :

A travers ce chapitre nous avons donnée une première démarche comme contribution à la mise en place d'un système information géographique pour le réseau d'alimentation en eau potable de la rive gauche de SIDI AICHE, nous avons utilisé l'arc-gis ce logiciel est le plus performants dans le domaine de SIG.

Le SIG de la rive gauche de SIDI AICHE permet un accès rapide au données et une analyse plus efficace de ces derniers il représente aussi un outil d'aide à la décision aux responsables des ressources en eau, ce qui permet une gestion intégrer du réseau d'alimentation en eau potable et de satisfaire les déferents besoins en eau sur les divers horizons.

Introduction

La modélisation du réseau d’alimentation en eau potable consiste à porter pour la situation actuelle, une réflexion sur l’organisation du système d’alimentation en eau potable, en spécifiant en particulier les fonctions à remplir par les différentes composantes du système et des conditions à accomplir pour que ses fonctions soient correctement assurées.

1. CHOIX DU SITE D’ETUDE

Notre choix a porté sur la commune de sidi aiche (rive gauche) pour les raisons suivantes :

- La commune de sidi aiche possède un plan cadastral (cadastre urbain) ;
- Disponibilité de certaines données nécessaires pour la modélisation du réseau d’AEP plan de recollement schéma de montage, PDAU, plans de réseau, levées topographiques.

2. PRESENTATION DE LA ZONE D’ETUDE

La commune de SIDI AICH se situe dans la vallée de la Soummam à une altitude d’environ 100 m NGA. Elle est à environ 45 kilomètres au Sud Ouest du chef lieu de la wilaya de Bejaïa et environ 220 kilomètres à l’est de la capitale. Après le découpage administratif de 1984, la commune de Sidi Aïch a vue sa superficie passer de 51.15 km² à 7.70 km² au profil de la création de cinq nouvelles communes. Actuellement elle est délimitée comme suit :

- Au nord et au nord Est par la commune de Tinebdar et Fenaia II-Maten ;
- A l’ouest par la commune d’El-Flay ;
- A l’est par la commune de Timezrit ;
- Au sud par la commune de Sidi Ayad.

La commune de Sidi Aïch est traversée par la route nationale N°26, axe principale qui traverse toute la wilaya de Bejaïa à travers la vallée de la Soummam. Sa population se caractérise par sa forte densité au km² (1773 habitants/km²). Cette situation révèle la forte attractivité de la commune.

La commune de Sidi Aïch, est une commune de la daïra de Sidi Aïch wilaya de Bejaïa. Elle est composée de 02 localités, ACL de Sidi Aïch et l’agglomération de Remila.

CHAPITRE II- MODELISATION DU RESEAU D’AEP CAS LE LA RIVE GAUCHE DE LA VILLE DE SIDI AICHE

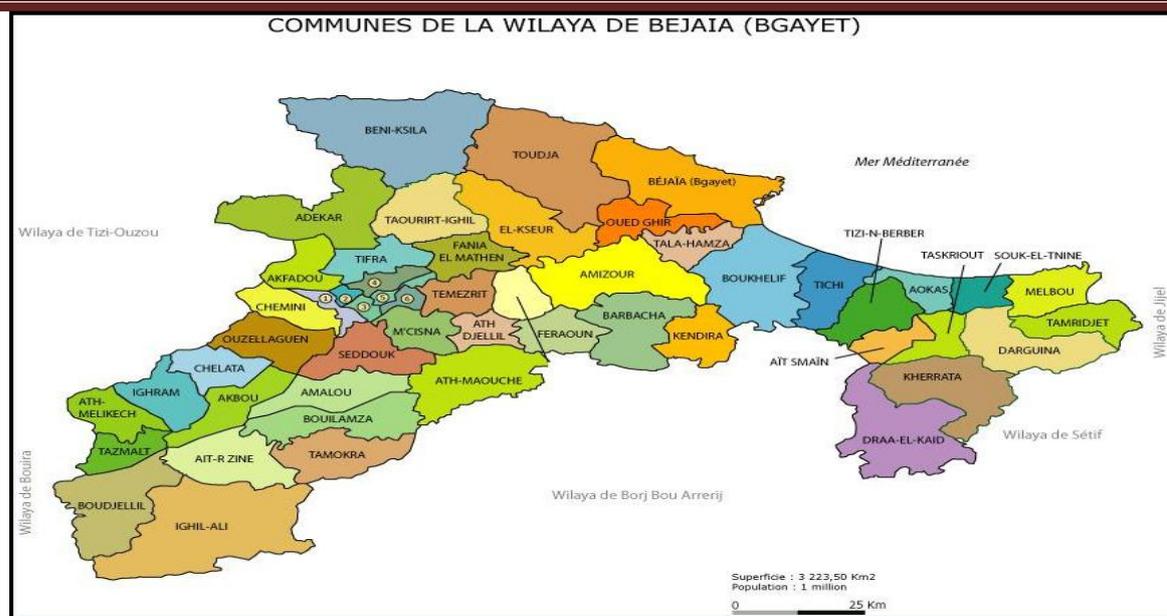


Figure II. 1: Plan de situation de la zone d'étude

3. STRUCTURE ET FONCTIONNEMENT DU RESEAU

3.1. Structure du réseau

Le réseau d'eau potable de la Rive gauche de la ville de Sidi Aïch dessert 02 Agglomérations. Le nombre d'abonnés desservi par le réseau est de 3717 abonnés en 2012 (*Source : ADE Sidi Aïch*). Son linéaire est estimé à environ 58.60 km (hors branchements). Au terme de la présente phase, nous avons procédé à l'élaboration d'un plan de recollement du réseau principal, secondaire et tertiaire de distribution d'eau potable de la rive gauche de l'agglomération chef lieu de Sidi Aïch et sa zone éparse (Remila).

La totalité du réseau est alimenté par 03 ressources :

- Le forage d'Aghernouz, qui alimente la rive gauche de l'agglomération chef lieu de la commune de Sidi Aïch.
- Le forage de Remila, qui alimente l'agglomération de Remila.
- Le barrage Tichy Haft qui alimente l'agglomération chef lieu de la commune de Sidi Aïch.

Le réseau est composé de quatre réservoirs de stockage, de trois stations de refoulement et de deux forages.

Une synthèse de l’ensemble des ouvrages est présentée dans les tableaux ci-dessous:

Tableau II. 1 : liste des réservoirs de stockage

Rive Gauche			
Nom de l’ouvrage	Capacité (m³)	Côte radier (mNGF)	Côte de trop plain (mNGF)
Réservoir de l’Hôtel	100	273.75	276.21
Réservoir de l’Hôpital	100	175.96	179.26
Réservoir Imadalou	2x300	161.31	164.81
Réservoir Ighaouzene	100	217.20	220.20
Remila			
Nom de l’ouvrage	Capacité (m³)	Côte radier (mNGF)	Côte de trop plain (mNGF)
Réservoir Remila	100	210.50	213.00

☞ La capacité de stockage totale est de 1000 m³.

Tableau II. 2 : liste des stations de pompage

Rive Gauche			
Nom de la station	Débit nominal (m³/h)	Hauteur manométrique totale HMT (mCE)	Capacité de la bêche (m³)
Station de pompage IMADALOU (*)			
Vers réservoir Ighaouzene	39.6	86	300
Vers réservoir hôtel	25.2	168	

☞ La capacité de stockage totale est de 300m³.

(*) La station de pompage IMADALOU regroupe deux groupes de pompe. Le premier assure l’alimentation du réservoir de l’hôtel, et le deuxième groupe alimente le réservoir de l’hôpital.

Tableau II. 3 : liste des Forages

Forage	Débit nominal (m³/h)	Hauteur manométrique totale HMT (mCE)	Profondeur de la pompe (m)
Aghernouz	95	153	27
Remila	19.8	175	38

3.2. Fonctionnement du réseau

Le réseau de la rive gauche est alimenté par les réservoirs Imadalou (2x300 m³), le réservoir Ighaouzen, le réservoir de l'Hôtel et le réservoir de l'Hôpital. Les réservoirs Ighaouzen et Hôtel sont alimentés par la station de pompage Imadalou (composée de deux groupes de pompes, $Q_n = 39.6 \text{ m}^3/\text{h}$, HMT = 86 mce et $Q_n = 25.2 \text{ m}^3/\text{h}$, HMT = 168 mce respectivement, vers le réservoir Ighaouzen et le réservoir de l'Hôtel). Le réservoir de l'Hôpital est alimenté par le réservoir de l'Hôtel.

Les réservoirs Imadalou 3x300 m³ (bâche de la station incluse), sont alimentés principalement par les eaux du barrage Tichy Haft, grâce à un By-pass réalisé entre la conduite de refoulement venant du forage Aghernouz et le branchement Tichy Haft - réservoirs 2x2500 m³ et en appoint par le forage Aghernouz.

La conduite venant du barrage de Tichy-Haft passe par la ville de Sidi Aïch avec un DN 1200 aciers.

- Un premier piquage Pk 27.5 est réalisé en DN 350 fonte sur cette conduite à l'entrée de la ville sur la rive gauche, pour alimenter les communes de Sidi Aïch, El-Flay, Tibane et Tinebdar via les réservoirs 2x2500 m³. Actuellement, la ville de Sidi Aïch est alimentée par le barrage Tichy-Haft grâce à un By-pass réalisé entre la conduite de refoulement venant du forage Aghernouz et le branchement DN 350 fonte Tichy Haft-réservoirs 2x2500 m³.

La figure (II.1) ci-dessous donne une schématisation du réseau de la zone étudiée.

3.3. Différents schémas d'aménagement pour le moyen horizon 2030

A partir de la conduite principale sortante de la station de traitement, plusieurs adductions secondaires ont été réalisées et leurs études ont été réparties en 5 lots :

- Lot 1 : subdivision d'Akbou ;
- Lot 2 : Subdivision de Seddouk ;
- Lot 3 : subdivision Sidi Aïch ;
- Lot 4 : Subdivision d'Amizour ;
- Lot 3 : Subdivision de Bejaïa.

Ces adductions secondaires permettront de satisfaire les besoins en eau des 23 agglomérations sur les 52 existantes dans la wilaya de Bejaïa.

Les études établies pour le lot 3 concernent les communes de Sidi Aïch, El-Flaye, Timezrit, Chemini, Souk Ouffela, Tibane, Tinebdar et Fenaia-il Maten.

Ces études ont abouti à la réalisation pour la commune de Sidi Aïch, d'une chaîne de refoulement pour alimenter tous ses réservoirs, en eau du barrage de Tichy-Haft.

La conduite principale venant du barrage de Tichy-Haft qui traverse l'agglomération de Sidi Aïch est une conduite DN 1200 acier. Deux piquages ont été réalisés :

- Un premier piquage Pk 27.5 est réalisé en DN 350 fonte sur cette conduite à l'entrée de la ville sur la rive gauche, pour alimenter les communes de Sidi Aïch, El-Flay, Tibane et Tinebdar via les réservoirs 2x2500 m³ ;
- Actuellement, le rive gauche de la ville de Sidi Aïch est alimentée par le barrage Tichy-Haft grâce à un By-pass réalisé entre la conduite de refoulement venant du forage AGHERNOUZ et le branchement DN 350 fonte TICHY HAFT-réservoirs 2x2500 m³.

Station de Reprise 2x2500m³ : en cour de réalisation, cette station de reprise reçoit les eaux du barrage de Tichy-Haft à partir du Pk 27.5. Elle est destinée à alimenter les communes de Sidi Aïch, Tinebdar, El-Flaye et Tibane. Une adduction gravitaire est réalisée en DN 400 PEHD vers une station de reprise SR1 située dans le quartier des oliviers (Sidi Aïch), cette conduite véhicule le quota réservé pour Sidi Aïch (55l/s) et Tinebdar (24l/s).

Station de Reprise SR1 : En cour de réalisation, Cette station de reprise SR1 refoule les eaux en DN 350 Fonte vers une autre station de reprise SR2 situé sur le versant nord de l'agglomération de Sidi Aïch au dessus des réservoirs Imadalou. A cette station est incorporée une bache rectangulaire de 500 m³.

CHAPITRE II- MODELISATION DU RESEAU D'AEP CAS LE LA RIVE GAUCHE DE LA VILLE DE SIDI AICHE

Station de Reprise SR2 : En cour de réalisation, Cette station de reprise SR2 refoule les eaux en DN 250 Fonte vers une autre station de reprise SR3 situé à Tinebdar (Sous le stade). A cette station est incorporé un réservoir circulaire de 500 m³. A partir de ce réservoir, une conduite DN 315 PEHD alimente les réservoirs Imadalou.

CHAPITRE II- MODELISATION DU RESEAU D'AEP CAS LE LA RIVE GAUCHE DE LA VILLE DE SIDI AICHE

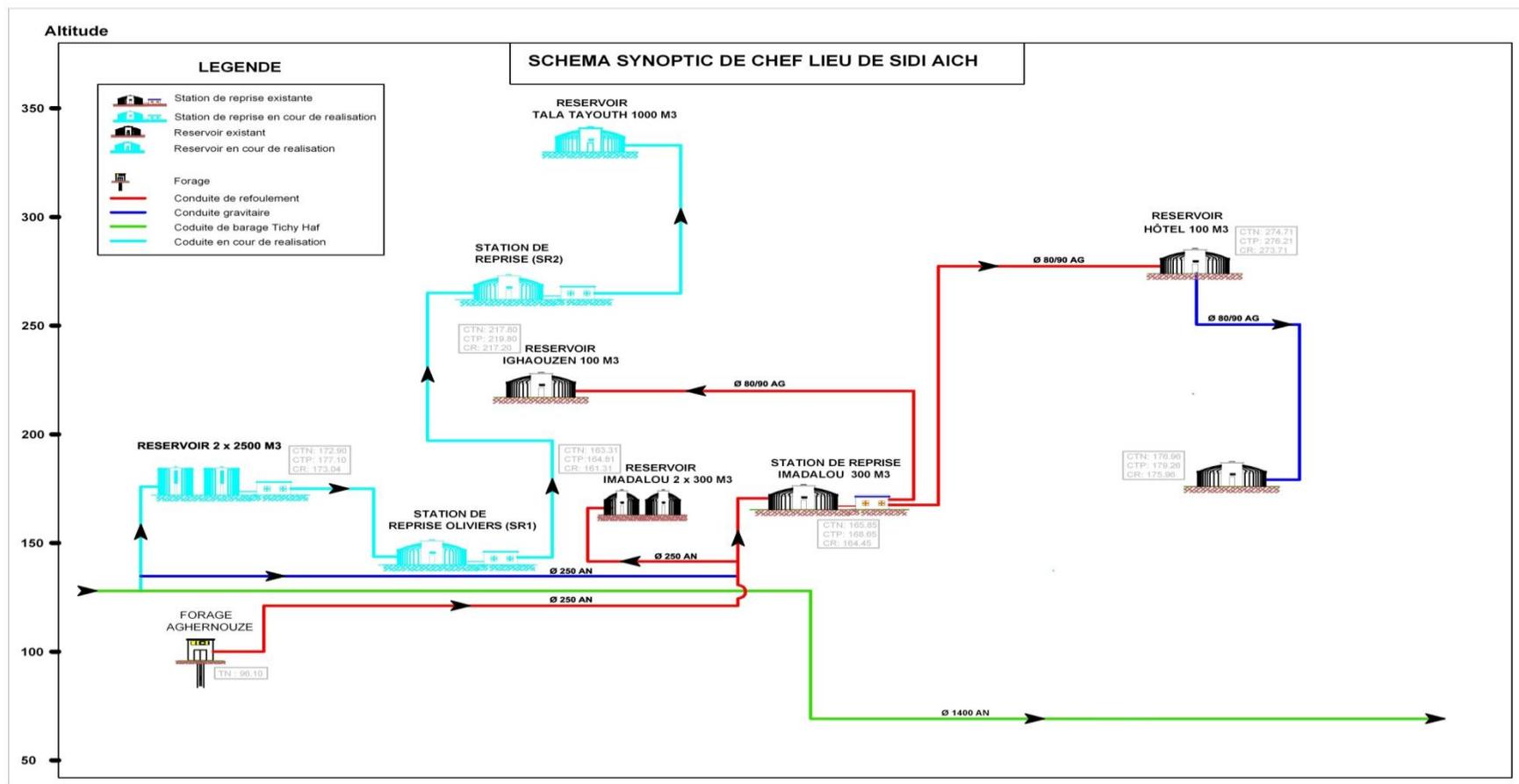


Figure II.2 : Schéma de fonctionnement du réseau de la rive gauche de Sidi Aïch

3.4 Description des ouvrages

3.4.1. Ouvrages de stockage

3.4.1.1. Réservoir Imadalou

Les caractéristiques de cet ouvrage et son état sont décrits dans le tableau (II.4) ci-dessous :

Tableau (III.4) : Caractéristiques du réservoir Imadalou

Réservoir IMADALOU					
Caractéristiques					
Capacités (m ³)	Type de cuve	Cote radier (m)	Cote de trop plein (m)		
2x300	Circulaire semi enterrée	161.31	164.81		
Fonctionnement					
Origine de l’Alimentation	Mode d’alimentation	Remplissage	Comptage	Télégestion	Commentaires
- Forage Aghernouz - Conduite Tichy Haft	Refoulement Gravitaire	Sur verse	Oui	Non	/
Distribution					
Volume incendie (120m ³)	Cotes de dessertes	Secteurs desservis			
Non	/	Centre ville – quartier IMADALOU			
Etat et entretien					
Voie d’accès	Clôture	Echelle d’accès	Grilles d’aération	Robinetterie (Vanne, Clapet, ...etc.)	
Oui	Oui	Non conformes	conforme	Non conforme	
 <p>Vue extérieure du réservoir</p>			 <p>Chambre de vannes</p>		
Etanchéité de la Cuve	Etat du génie civil interne		Etat du génie civil externe		Lavage annuel
Bon	Bon		Bon		Oui

☞ **Pour cet ouvrage, nous préconisons de :**

- Rénover la robinetterie dans la chambre des vannes ;
- Réhabiliter l’échelle d’accès ;
- Réaliser un mur de clôture sur le côté Nord de la station.

3.4.1.2. Réservoir Ighaouzene

Les caractéristiques de cet ouvrage et son état sont décrits dans le tableau (II.5) ci-dessous :

Tableau (III.5) : Caractéristiques du réservoir Ighaouzene

Réservoir IGHAOUZENE					
Caractéristiques					
Capacité (m ³)	Type de cuve	Cote radier (m)	Cote de trop plein (m)		
100	Circulaire semi enterrée	217.20	220.20		
Fonctionnement					
Origine d’Alimentation	Mode d’alimentation	Remplissage	Comptage	Télégestion	Commentaires
SR Imadalou	Refoulement	Sur verse	Oui	Non	/
Distribution					
Volume incendie (120m ³)	Cotes de dessertes	Secteurs desservis			
Non	/	Ighaouzene - Quartier Cavalier – Quartier des oliviers			
Etat et entretien					
Voie d’accès	Clôture	Echelle d’accès	Grilles d’aération	Robinetterie (Vanne, Clapet, ...etc.)	
Non	Non	Non conforme	Non conformes	Non conforme	
 <p align="center">Chambre de vannes</p>			 <p align="center">Vue extérieure du réservoir</p>		
Etanchéité de la Cuve	Etat du génie civil interne		Etat du génie civil externe	Lavage annuel	
Dégradée	Dégradé		Dégradé	Oui	



Pour cet ouvrage, nous préconisons de :

- Mettre une clôture en grillage ;
- Refaire l’étanchéité de la coupole et la toiture de la chambre à vannes ;
- Faire une couche de peinture pour les parois de l’ouvrage ;
- Réaliser une évacuation pour les eaux de fuites dans la chambre à vanne ;
- Réhabiliter l’échelle d’accès.

3.4.1.3 Réservoir Hôtel

Les caractéristiques de cet ouvrage et son état sont décrits dans le tableau (II.6) ci-dessous :

Tableau II.6: Caractéristiques du réservoir Hôtel

Réservoir Hôtel					
Caractéristiques					
Capacité (m ³)	Type de cuve	Cote radier (m)	Cote de trop plein (m)		
100	Circulaire semi enterrée	273.75	276.21		
Fonctionnement					
Origine de l’Alimentation	Mode d’alimentation	Remplissage	Comptage	Télégestion	Commentaires
SR Imadalou	Refoulement	Sur verse	Oui	Non	/
Distribution					
Volume incendie (120 m ³)	Cotes de dessertes	Secteurs desservis			
Non	/	Quartier Bouzermane – Réservoir Hôpital			
Etat et entretien					
Voie d’accès	Clôture	Echelle d’accès	Grilles d’aération	Robinetterie (Vanne, Clapet, etc....).	
Non	Non	Non conforme	Non conformes	Non conforme	
					
Vue extérieure du réservoir			Chambre de vannes		
Etanchéité de la Cuve	Etat du génie civil interne	Etat du génie civil externe	Lavage annuel		
Dégradée	Très dégradé	Très dégradé	Oui		

☞ **Pour cet ouvrage, nous préconisons de :**

- Mettre une clôture en grillage ;
- Refaire l’étanchéité de la coupole et la toiture de la chambre à vannes ;
- Faire une couche de peinture pour les parois de l’ouvrage ;
- Réaliser une évacuation pour les eaux de fuites dans la chambre à vanne ;
- Réhabiliter l’échelle d’accès ;
- Reconstruire la chambre de vannes.

3.4.1.4 Réservoir Hôpital

Les caractéristiques de cet ouvrage et son état sont donnés dans le tableau (II.7) ci-dessous :

Tableau II.7 : Caractéristiques du réservoir Hôpital

Réservoir HOPITAL					
Caractéristiques					
Capacité (m ³)	Type de cuve	Cote radier (m)	Cote de trop plein (m)		
50	Circulaire semi enterrée	175.96	179.26		
Fonctionnement					
Origine de l’Alimentation	Mode d’alimentation	Remplissage	Comptage	Télégestion	Commentaires
Réservoir Bouzermane	Gravitaire	Sur verse	Oui	Non	/
Distribution					
Volume incendie (120 m ³)	Cotes de dessertes	Secteurs desservis			
Non	/	Quartier Bouhlou - Quartier Hôpital			
Etat et entretien					
Voie d’accès	Clôture	Echelle d’accès	Grilles d’aération	Robinetterie (Vannes, Clapet, ...etc.)	
Non	Non	Non conforme	Non conformes	Non conforme	
 <p align="center">Vue extérieure du réservoir</p>			 <p align="center">Chambre de vannes</p>		
Etanchéité de la Cuve	Etat du génie civil interne	Etat du génie civil externe	Lavage annuel		
Dégradée	Dégradé	Très dégradé	Oui		

Pour cet ouvrage, nous préconisons de :

- Mettre une clôture en grillage et refaire l’étanchéité de la coupole ;

CHAPITRE II- MODELISATION DU RESEAU D’AEP CAS LE LA RIVE GAUCHE DE LA VILLE DE SIDI AICHE

- Faire une couche de peinture pour les parois de l’ouvrage ;
- Réaliser une évacuation pour les eaux de fuites dans la chambre à vanne ;
- Mettre en place une l’échelle d’accès.

3.4.1.5 Réservoir Remila

Les caractéristiques de cet ouvrage et son état sont regroupés dans le tableau (II.8) ci-dessous :

Tableau II.8 : Caractéristiques du réservoir Remila

Réservoir de REMILA					
Caractéristiques					
Capacité (m ³)	Type de cuve	Cote radier (m)	Cote de trop plein (m)		
100	Circulaire semi enterrée	210.50	213.00		
Fonctionnement					
Origine de l’Alimentation	Mode d’alimentation	Remplissage	Comptage	Télégestion	Commentaires
Forage Remila	Refoulement	Sur verse	Oui	Non	/
Distribution					
Volume incendie (120 m ³)	Cotes de dessertes	Secteurs desservis			
Non	/	Agglomération de Remila			
Etat et entretien					
Voie d’accès	Clôture	Echelle d’accès	Grilles d’aération	Robinetterie (Vanne, Clapet, ...etc.)	
Non	Dégradée	Dégradée	Oui	Dégradée	
 <p style="text-align: center;">Vue extérieure du réservoir</p>			 <p style="text-align: center;">Chambre des vannes</p>		
Etanchéité de la Cuve	Etat du génie civil interne	Etat du génie civil externe		Lavage annuel	
Bonne	Bon	Fissure sur les murs de la chambre à vanne		Oui	

☞ **Pour cet ouvrage, nous préconisons de :**

- Refaire une clôture en grillage et remettre en état le portail ;
- Mettre une voie d’accès.

CHAPITRE II- MODELISATION DU RESEAU D’AEP CAS LE LA RIVE GAUCHE DE LA VILLE DE SIDI AICHE

- Reconstruire la chambre à vanne qui présente un risque d’effondrement ;
- Mettre en place une échelle d’accès ;
- Refaire la robinetterie.

3.5. Ouvrages de transfert

3.5.1. Station de reprise Imadalou

Les caractéristiques de cette station et son état sont décrits dans le tableau (III.9) ci-dessous :

Tableau II.9 : Caractéristiques de la station de reprise Imadalou

Nombre de pompes		Débit nominal (m ³ /h)		HMT (hauteur manométrique totale) (mce)	
1+1		25.2 vers Hôtel		168 vers Réservoir Hôtel	
1+1		39.6 vers Ighaouzene		85 vers Réservoir Ighaouzene	
Anti-Bélier					
Type	Pression de service (bars)	Pression d’épreuve (bars)	Comptage	Télégestion	Commentaires
/	/	/	Oui	Non	Refolement
Distribution					
Ouvrages alimentés			Secteurs desservis		
Réservoir Ighaouzene - Réservoir Hôtel			-		
Etat et entretien					
Voie d’accès	Clôture	Robinetterie (Vanne, Clapet, ...etc.)			
Oui	Oui	Non conforme			
					
Vue extérieure du réservoir			Chambre de pompe		
Etanchéité de la Cuve	Etat du génie civil interne	Etat du génie civil externe		Lavage annuel	
Bonne	Bon	Bon		Oui	

☞ **Pour cet ouvrage, nous préconisons de :**

- Refaire la robinetterie ;
- Drainage des eaux de fuites ;
- Remettre en place les câbles électriques ;

- Entretien le local.

.4 Diagnostic préliminaire

IL s'agit de faire un diagnostic physique et fonctionnel du réseau d'AEP de la rive gauche de la ville de sidi aiche.

.4.1. Diagnostic physique

En plus des désordres constatés et illustrés concernant les ouvrages de stockage et de transfert d'eau potable, on illustre quelques uns dans les photos (II.1), (II.2) et (II.3) ci-dessous :



Photo II.1 : Conduite DN 250 acier noir venant de la station de reprise Timezghra vers le réservoir Imadalou



Photo II.2: Conduite d'alimentation en eau potable



Photo II.3 : Vanne sur la conduite de distribution (Réservoir Hôpital)

On constate que :

- La conduite DN 250 acier noir venant de la station de reprise Timezeghra vers le réservoir Imadalou est suspendue au pont des piétons à Sidi Aïch. La vétusté de cette conduite engendre des fuites fréquentes. Pour cette conduite, on recommande son changement ;
- Pour la conduite d'alimentation, on recommande son changement car son état est dégradé et a subi plusieurs réparations ;
- La vanne sur la conduite de distribution (Réservoir Hôpital) est dégradée.
Les autres vannes auront le même sort si on n'aménage pas un regard pour protéger ses accessoires.

4.2. Diagnostic fonctionnel :

4.2.1 Statistiques sur le réseau :

On a procédé à la collecte de tous les plans de recollement établis par les entreprises ayant intervenue dans les opérations de rénovation ou de projection de nouveaux réseaux d’eau potable. Mis à part ces opérations, aucun plan du réseau n’est disponible au niveau du service technique de la commune et même au niveau de la Subdivision de l’Hydraulique de Sidi Aïch. Ceci est dû essentiellement au fait que la majorité des canalisations installées, il y a presque 40 ans, n’ont pas fait l’objet des plans.

4.2.1.1 Réseau de distribution :

Toutes les informations concernant la nature du matériau, la longueur et le diamètre des conduites de distribution sont mentionnées dans le tableau II.10 ci-dessous :

Tableau II.10: Tableau récapitulatif des longueurs par type de matériaux et diamètres

Diamètre	Longueur selon le type du matériau			Total (m)
	AN	AG	PEHD	
DN (mm)				ML
102/114	/	2440	/	2440
125/140	119	/	/	119
15/21	42	392	/	434
20/27	/	577	/	577
200	327	/	/	327
250	219	/	/	219
26/34	/	129	/	129
33/42	/	1091	/	1091
40/49	/	6224	/	6224
50/60	/	4525	/	4525
66/76	/	1706	/	1706
80/90	/	1245	/	1245
110	/	/	122	122
40	/	/	599	599
50	/	/	1149	1149
63	/	/	1894	1894
75	/	/	84	84
Total (m)	707	18329	3848	22884

- **AN** : Acier Noir ;
- **AG** : Acier Galvanisé ;
- **PEHD** : Polyéthylène Haute Densité.

La représentation graphique et l’analyse de ces valeurs sont représentées dans la figure (II.2) ci-dessous :

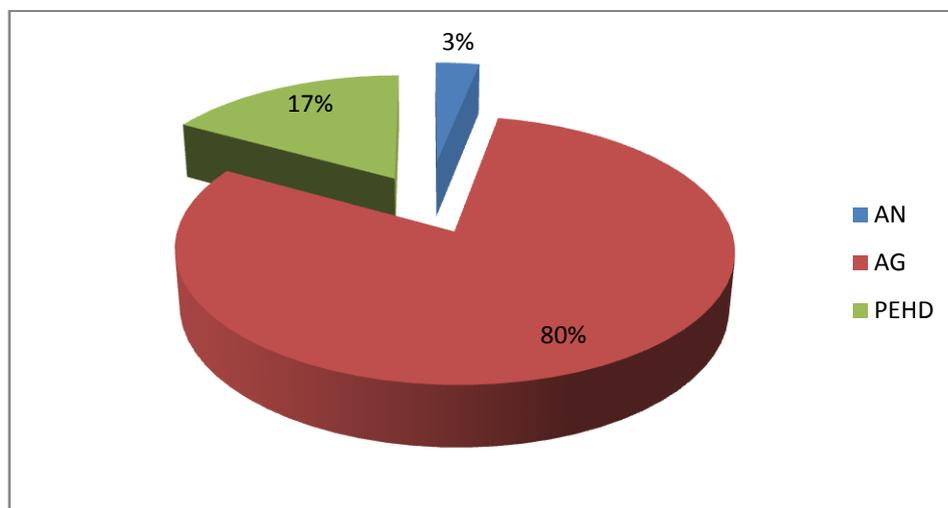


Figure II.3 : Répartition des longueurs en fonction de la nature des conduites

Le réseau de distribution est constitué à 80,09 % de conduites en acier galvanisé avec un linéaire de 18.329 km. Les conduites en PEHD représentent un taux de 16,82 % avec un linéaire de 3.848 km. Par contre, l’acier noir ne représente que 3,089 % avec un linéaire de 0.707 km. On remarque que la majorité des conduites de distribution sont en acier galvanisé ce qui veut dire que le réseau est ancien.

4.2.1.2. Réseau d’adduction :

Toutes les informations concernant la nature du matériau, la longueur et le diamètre des conduites d’adduction sont mentionnées dans le tableau (II.11) ci-dessous :

Tableau II.11 : Tableau récapitulatif des longueurs par type de matériaux et diamètres

Diamètre	Longueur par type de matériau			TOTAL
	FONTE	PEHD	AN	ML
110	/	2905	/	2905
125	6549	1120	/	7669
200	/	2377	/	2377
250	/	/	343	343
Total	6549	6402	343	13294

La représentation graphique et l'analyse de ces valeurs sont représentées dans la figure (II.3) ci-dessous :

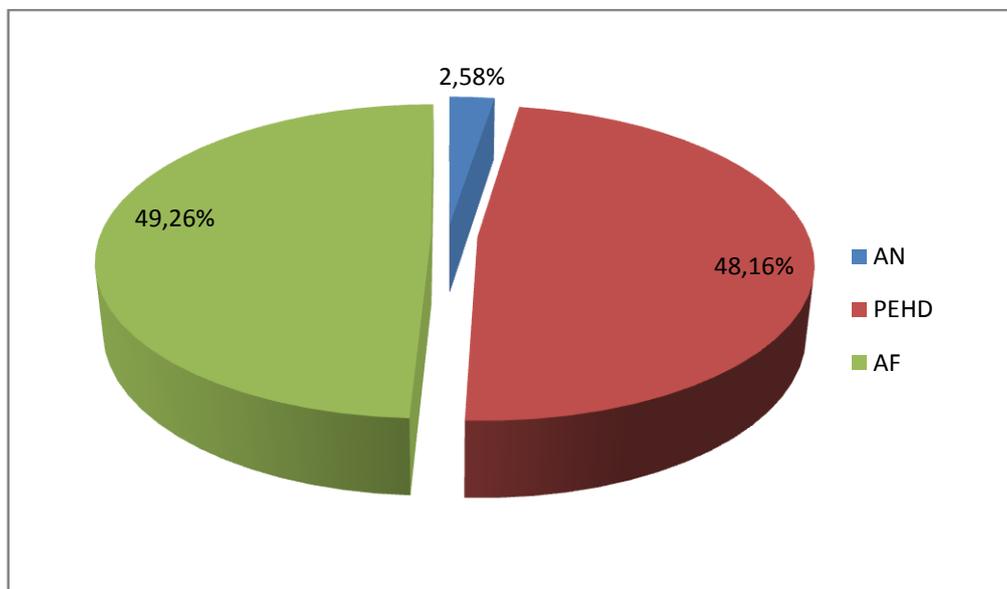


Figure II.4 : Répartition des longueurs en fonction de la nature des conduites

Le réseau d'adduction est constitué à 49.26 % de conduites en acier fonte sur un linéaire de 6.549 km, de 48.16 % de conduites en PEHD sur un linéaire de 6.402 Km et de 2.58 % en acier noir. On remarque que la majorité des conduites d'adduction sont en acier Fonte et en PEHD.

4.2.1.3 Analyse de la production et de la consommation :

Ce diagnostic concerne l'analyse de la production et la consommation à partir des chiffres enregistrés par l'exploitant.

La gestion des abonnés présente de multiples lacunes qui induisent une sous estimation de la consommation réelle des usagers, mais elle reste la seule base sur laquelle on peut fonder une approche. Les causes de cette situation sont multiples et interférentes :

- Mauvaise qualité du comptage et des procédures de relève ;
- Branchements non répertoriés ou clandestins ;
- Fraude des usagers, ... etc.

La relève des compteurs sur la production, distribution et chez l'abonné, a permis d'avoir des informations et données regroupées dans les tableaux (III.12), (III.13) et (III.14) qui suivent .

Tableau II.12 : Analyse de la production/consommation Année 2010

Année 2010						
Trimestres	Volumes produits (m3)	Volumes distribués (m3)	Volumes facturés			
			Rive Gauche (m3)	Rive droite (m3)	Remila (m3)	Catégories II, III et IV (m3)
1er	427 969	189 995	38 021	40 972	3 509	26 101
2eme	420 290	232 992	34 234	41 873	3 706	22 716
3eme	533 515	345 116	41 764	47 309	5 077	25 192
4eme	430 390	314 939	42 294	48 800	4 599	25 889
Total	1 812 164	1 083 042	156 313	178 954	16 891	99 898

Source : ADE Sidi Aïch

Tableau II.13: Analyse de la production/consommation Année 2011

Année 2011						
Trimestres	Volumes produits (m3)	Volumes distribués (m3)	Volumes facturés			
			Rive Gauche (m3)	Rive droite (m3)	Remila (m3)	Catégories II, III et IV (m3)
1er	384 709	285 785	39 444	47 172	3 679	16 770
2eme	461 915	225 850	30 149	38 789	4 628	19 117
3eme	419 571	326 091	45 022	57 119	4 751	21 290
4eme	443 204	290 705	37 793	42 947	5 154	25 779
Total	1 709 399	1 128 431	152 408	186 027	18 212	82 956

Source : ADE Sidi Aïch

Tableau II.4: Analyse de la production/consommation Année 2012

Année 2012						
Trimestres	Volumes produits (m3)	Volumes distribués (m3)	Volumes facturés			
			Rive Gauche (m3)	Rive droite (m3)	Remila (m3)	Catégories II, III et IV (m3)
1er	368 393	252 180	27 335	64 781	3 247	5 672
2eme	421 530	290 009	35 776	40 655	4 879	34 349
3eme	444 527	328 158	45 680	51 909	6 229	38 041
4eme	373 253	314 487	43 087	48 962	5 875	40 135
Total	1 607 703	1 184 834	151 877	206 307	20 230	118 197

Source : ADE Sidi Aïch

D’après l’analyse statistique de la production/consommation sur les trois dernières années, on peut conclure que la consommation non domestique représente en moyenne 22 % de la consommation domestique.

4.2.1.4 Rendement du réseau :

Le rendement du réseau est représenté sur le tableau N° 15

Tableau II. 15 : Rendement du réseau

Années	Volumes produits	Volumes mis en distribution	Volumes facturés	η_p (Distribution)	η_p (Adduction)
2010	1 812 164	1 083 042	452 056	42%	60%
2011	1 709 399	1 128 431	439 602	39%	66%
2012	1 607 703	1 184 834	496 611	42%	74%

Le tableau ci dessus met en évidence des rendements du réseau très faible, que ça soit en distribution ou en adduction. Ces chiffres montre que presque la moitié des eaux produites est perdu, et un peut plus que la moitié des eaux distribuées est perdue aussi.

4.2.1.5 Indice linéaire de consommation (ILC)

Pour le réseau de la commune de Sidi Aïch (agglomération Chef lieu et Remila), l’indice linéaire de consommation sur ces trois dernières années est reprise dans le tableau ci-dessous :

Tableau II.17: Indice linéaire de consommation

Année	2010		2011		2012	
	Sidi Aïch	Remila	Sidi Aïch	Remila	Sidi Aïch	Remila
Linéaire de réseau (km)	40,09	6,15	40,09	6,15	40,09	6,15
Volumes facturés (m3/j)	1192,23	46,28	1154,49	49,89	1305,15	55,42
ILC (m3/j/km)	29,74	7,53	28,80	8,11	32,56	9,01

4.2.1.6 Indice linéaire de perte (ILP)

Le tableau ci-dessous montre que sur ces trois dernières années, l’indice linéaire de perte est qualifié de « mauvais ». Ceci témoigne d’un réseau vétuste

Tableau II.18: Indice linéaire de perte

Année	2010	2011	2012
Linéaire de réseau (km)	46.24	46.24	46.24
Volumes en distribution (m3/j)	2967.24	3091.59	3246.12
Volumes facturés (m3/j)	1238.51	1204.39	1360.58
Pertes (m3/h)	72.03	78.63	78.56
ILP (m3/h/km)	1.56	1.70	1.70

5. Détermination des données de base :

5.1. Démographie – Urbanisme – Méthodologie :

La démarche doit suivre l'ordre précité, c'est-à-dire s'intéresser d'abord à l'évolution générale avant d'en tirer les incidences à une échelle détaillée.

La 1^{ère} étape consistera à établir la population actuelle. Ce travail a pu bénéficier des résultats préliminaires du recensement mené au cours des mois d'avril et mai 2008.

Les projections de la population aux horizons (2020, 2025 et 2030) seront établies en fixant les taux de croissance annuels moyens par période. Il s'agit, on s'en doute, de l'exercice le plus délicat. La croissance démographique fait intervenir de multiples paramètres dont les effets combinés sont souvent difficiles à prévoir.

Après avoir défini la projection de la population aux différents horizons on procèdera à l'étude de sa distribution au sein des secteurs de l'agglomération.

Ce travail s'appuiera principalement sur les documents d'urbanisme officiels (PDAU, POS,..) qui définissent la vocation des secteurs, les normes d'urbanisation, les projets d'équipements et d'infrastructures.

De façon schématique une ville peut être décomposée en secteurs plus ou moins homogènes qui se différencient par leur typologie urbaine (habitat collectif, lotissements, etc.), leur vocation actuelle (résidentielle, administrative, mixte, zone industrielle, etc.) et future (zone à urbaniser, espace protégé, etc.). On y rencontre des zones totalement densifiées, et d'autres en cours d'urbanisation.

Pour la rive gauche ville de Sidi Aïch, tous les POS sont ouverts à des aménagements sauf le POS deux qui est approuvé et clôturé. Le POS dix situé dans l'agglomération de Remila, est prévu pour une zone d'extension, actuellement en étude. D'après les documents consultés (proposition d'aménagement), il y'aurait une projection d'un grand nombre de logements et équipements.

Une variante a été retenue pour notre cas d'études :

◆ Variante II :

- La projection de 4550 logements soit 22750 habitants à raison de 5 hab. /logt ;
- La projection d'une dizaine d'équipements (CEM, Primaire, crèche,.....).

Comme on peut le constaté, il s'agit d'une nouvelle ville à Remila.

. Dans la mesure où ces documents existent (ce qui est le cas pour les villes de Sidi Aïch) on s'appuiera sur les dispositions prévues sauf à constater des remises en cause ou des

CHAPITRE II- MODELISATION DU RESEAU D'AEP CAS LE LA RIVE GAUCHE DE LA VILLE DE SIDI AICHE

dérives dans leur mise en œuvre. De même, des ajustements pourraient s'avérer nécessaires en fonction des résultats du dernier recensement.

Quelles que soient la qualité et pertinence des documents d'urbanisme, leurs résultats restent liés à la capacité des services de planification à assurer leur mise en œuvre. On parle alors d'urbanisme opérationnel.

5.2. Evolution de la population et des besoins :

5.2.1. Evolution de la population :

La population de Sidi Aïch serait selon les chiffres préliminaires du recensement d'avril 2008 de 12877 habitants pour le chef lieu et de 898 habitants pour l'agglomération de Remila. Au total la ville de Sidi Aïch compterait donc 13775habitants.

L'évolution passée de la population de la commune sur la période 1966-2008 est reportée dans le tableau ci-après.

Tableau II.19: Evolution de la population de la commune de Sidi Aïch (1966-2008)

<i>ANNEE</i>	1966	1977	1987	1998	2008
population	4865	6430	8740	13775	13775
taux de croissance	2,56	3,12	2,3	2,073	

Source : PDAU (Révision 2012)

La commune de Sidi Aïch connaît une croissance soutenue qui marque toutefois un ralentissement au cours des dernières décennies à l'instar de la tendance observée au niveau national.

5.2.2. Projection aux horizons du schéma directeur :

Les projections de population ont été établies sur la base d'une hypothèse qui tient compte des tendances récentes de l'accroissement démographique à savoir l'accroissement moyen annuel constaté durant la dernière décennie qui correspond a un taux de 2.073% (*Source PDAU 2012*). Ce dernier prévoit une stabilité de ce taux durant les vingt années à venir entre 2008 et 2028. Nous supposons que cette stabilisation continuerait jusqu'à 2030.

La population devrait ainsi passer de 14 951 habitants en 2012 à 21 620 habitants en 2030, ce qui représente un accroissement de 6669 habitants sur la période.

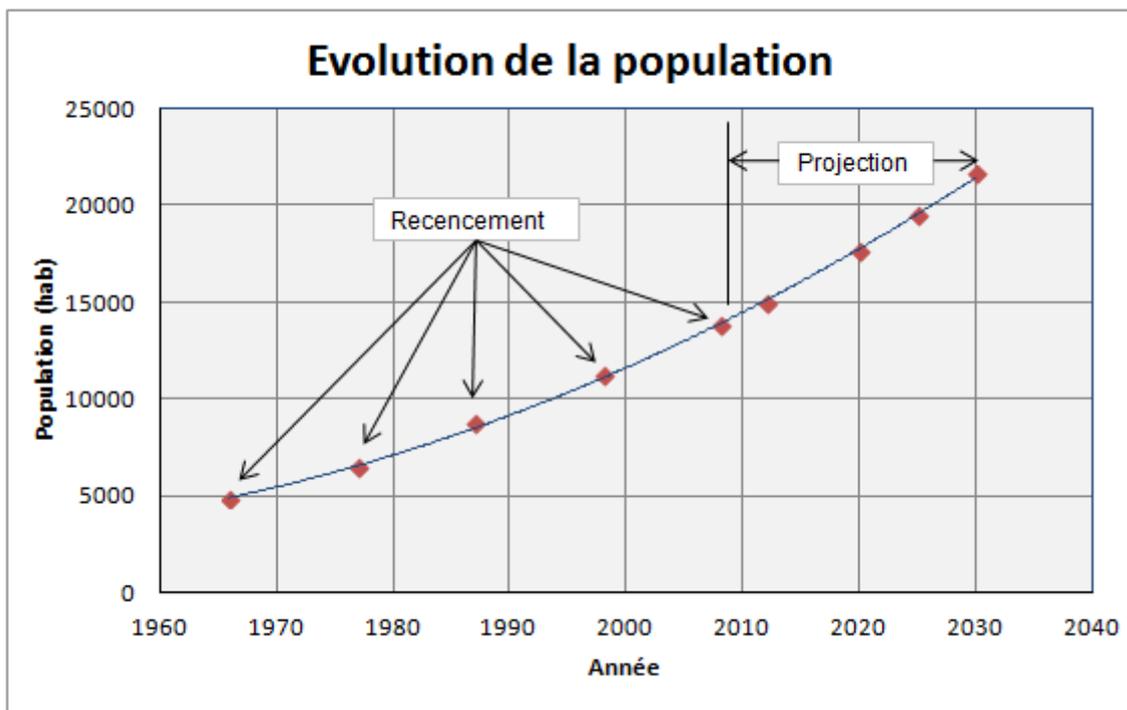
Le résultat des projections est reporté sur le tableau ci-contre et sur le graphique ci-après.

Tableau II. 20 : projection de la population

ANNEE	POPULATION	TAUX(*)
1966	4865	2,56
1977	6430	3,12
1987	8740	2,3
1998	11220	2,07
2008	13775	2,07
2012	14951	2,07
2020	17614	2,07
2025	19515	2,07
2030	21620	2,07

(*): Taux d'accroissement moyen annuel

Figure. II.5: Projection de la population de la commune de Sidi Aïch



5.2.3. Etude comparative :

Sur la base des recensements effectués antérieurement, on peut faire une étude comparative de l'évolution de la population entre les études qui ont été faites par le bureau d'étude Géo-Système 1995 et en 2007 et les résultats fournis dans le tableau 16 (cette présente étude).

Tableau II.21 : Etude comparative de l'évolution de la population de la commune de Sidi Aïch

BET Géo-Système			L'étude de modélisation
Années	1995 Population (hab.)	2007 Population (hab.)	2012 Population (hab.)
1987	8766	8740	8740
1998	11579	11373	11220
2008	15129	13675	13775
2015	18242	16366	15899
2025	23834	19897	19515
2035	-	23750	23952

- La projection de la population aux horizons futurs établit par le bureau d'étude Géo-Système en 1995 semble être surestimé comparé à la projection établit par le même bureau d'étude en 2007. Cette dernière est considérée comme acceptable du moment

qu'elle coïncide avec la projection de la population aux horizons futurs établit par nos soins sur la base du recensement de l'année 2008 et les hypothèses fixés par le PDAU (révisé en 2012).

5.2.4. Projection par secteurs :

La distribution de la population par secteurs a été effectuée selon la méthodologie détaillée au chapitre 1 Elle repose sur un travail d'analyse urbaine prenant en compte :

- Les programmes d'habitations achevés ou en cours de construction,
- l'examen des caractéristiques urbaines actuelles : typologie de l'habitat, densification, niveaux de saturation, etc. ;
- l'analyse des projets et opérations en cours ou programmées à travers les documents d'urbanisme (PDAU, POS) et les renseignements recueillis auprès des organismes en charge des questions d'aménagement.

Pour la rive gauche de sidi ville de Sidi Aïch, tous les POS sont ouverts à des aménagements sauf le POS deux qui est clôturé. Une partie du POS 1 (terrain nu de 8.5 ha situer entre le chemin w n°15 et le quartier résidentiel) se trouve dans une situation bloquée, du fait qu'il est situé sur une propriété privée. Néanmoins nous avons tenu compte en considérant une densité de 40 hab. /ha (situation existante du POS 1), soit une population de 340 habitants.

Le POS 10 situé dans l'agglomération de Remila avec une superficie de 40 ha, est prévu pour une zone d'extension, actuellement en étude. D'après les documents consultés (POS10, rapport écrit et esquisse d'aménagement), il y'aurait une projection d'un grand nombre de logements et équipements.

Deux variantes on été proposée :

◆ **Variante I :**

- La projection de 5150 logements soit 25750 habitants à raison de 5 hab. /logt ;
- La projection d'une dizaine d'équipements (CEM, Primaire, Crèche, Maison de jeunes, Mosquée, Poste, Protection civil, Bibliothèque.....).

◆ **Variante II :**

- La projection de 4550 logements soit 22750 habitants à raison de 5 hab. /logt ;
- La projection d'une dizaine d'équipements (CEM, Primaire, Crèche, Maison de jeunes, Mosquée, Poste, Protection civil, Bibliothèque.....).

Pour notre cas d'étude nous avons retenus la variante N° 02 Comme on peut le constaté, il s'agit d'une nouvelle ville à Remila. Le nombre d'habitant projeté à ce POS10 et presque équivalent à celui de la commune de Sidi Aïch à 2030.

**CHAPITRE II- MODELISATION DU RESEAU D’AEP CAS LE LA RIVE GAUCHE DE LA VILLE DE SIDI
AICHE**

La rive gauche ville a été découpée en sept secteurs dont la délimitation est figurée sur la figure de annexe 1. Les secteurs définis représentent les districts. La population par secteur pour l’année 2008 a été calculée en adoptant une clé de répartition basée principalement sur le nombre d’habitant par district.

Pour les projections il a été considéré des rythmes de croissance différenciés selon les districts en fonction des dynamiques d’urbanisation observées et des orientations des documents d’urbanisme pour les zones d’extension POS10 (E1). Ces dernières sont repérées dans la liste des secteurs par la lettre E.

Le résultat des projections est donné dans le tableau ci-après.

Tableau II.22: Distribution de la population par district de la rive gauche de la ville de sidi aiche

DISTRICTE	2008	2012	2020	2025	2030
1	898	1015	1119	1227	1285
2	847	958	1139	1304	1304
3	906	1025	1006	1024	1033
4	671	759	858	858	1027
5	952	1077	1217	1217	1456
6	720	814	920	920	920
7	599	677	766	766	766
E		0	447	553	1240

5.3. Projection de la demande domestique :

5.3.1 Demande unitaire actuelle :

En se référant aux volumes facturés indiqués dans les tableaux 8, 9 et 10 et en estimant la population pour les années 2010, 2011 et 2012 les dotations unitaires pour ces trois dernières années sont indiquées dans le tableau ci-dessous:

Tableau II.23: calcul de la dotation unitaire actuelle

Année	2010	2011	2012
Population (hab.)	7550	7706	7866
Volumes facturés (m3/j)	653.63	759.70	782.36
Dotation unitaire (l/j/hab.)	86,30	98.58	99.46

Plusieurs études en ce sens ont été programmées par le ministère des ressources en eaux (MRE) afin de ressortir la vrais dotation unitaire actuelle, à ce titre on site;

Etude de diagnostic du réseau d'eau potable de Souk Ahras : élaboré par (BCEOM-2007) prévoit une dotation unitaire actuelle de 90 à 100 litres/jours/hab.

L'étude de tarification de l'eau à usage domestique et industrielle en Algérie élaborée par SOGREAH (2002) dégage une dotation unitaire moyenne de 100 litres/jour/hab.

Les considérations précédentes conduisent à retenir un niveau de 105 l/jour/hab. comme représentatif de la demande unitaire moyenne domestique actuelle.

5.3.3. Demande unitaire future :

La démarche pour estimer la demande s'appuiera sur une approche normative bâtie sur des hypothèses raisonnables.

On considèrera que le contexte économique permettra une réelle amélioration des niveaux de vie de la population tout en procurant au secteur de l'eau les ressources financières nécessaires pour investir massivement.

Dans cette optique une augmentation des niveaux de demande unitaire apparaît logique, la question est de s'accorder sur un rythme de progression.

C'est pourquoi on propose de retenir comme hypothèse de travail les niveaux de demande unitaire domestique de 1% par an.

Tableau II.24: Demande unitaire future

Année	2012	2020	2025	2030
Demande (l/j/hab.)	105	113	118	123

5.3.4. Demande non domestique

La demande non domestique regroupe selon la classification de l'ADE les catégories « Administration », « commerces et services » et « Industrie et tourisme ». Parmi celles-ci, l'Administration est de très loin prépondérante en volume.

La plupart des équipements de la rive gauche de Sidi-Aïch sont localisés dans le chef lieu en particulier les équipements administratifs, sanitaires et scolaires.

5.3.5. Les pertes en distribution :

5.3.5.1. Considérations générales

On considère généralement qu'un taux de pertes de 20% à 25% constitue un objectif satisfaisant et caractéristique d'un réseau en bon état.

En faisant preuve d'un optimisme raisonné, il a été considéré que l'établissement d'un service continu pourrait être obtenu à l'horizon 2020 avec un taux de pertes de 30%.

Dans cette optique il a été pris en compte comme hypothèse de travail un taux de pertes de 25% à partir de l’horizon 2020.

5.3.6. Les pertes en adduction

Faisant référence au tableau 7, le rendement du réseau d’adduction est de l’ordre de 60%. Ceci dit un taux de perte de l’ordre de 40% ce qui représente une perte significatif.

Le taux de fuites acceptable dans un système d’adduction doit rester faible au regard des volumes acheminés.

On visera à ne pas dépasser quelques pour cents (2 à 3%).

5.4. Normes et critères techniques de conception

L’étude des solutions techniques pour satisfaire à l’évolution future des besoins repose sur des normes et critères techniques de conception qui sont passés en revue ci-après.

5.4.1. Demande – coefficients à prendre en compte

La demande constitue le paramètre principal pour le dimensionnement de l’infrastructure. Elle est déterminée aux différents horizons selon la méthodologie exposée précédemment. On distingue habituellement trois composantes ; la demande des usagers, les pertes en distribution et les pertes en adduction ; la somme constituant la demande totale qui correspond aux besoins de production à assurer.

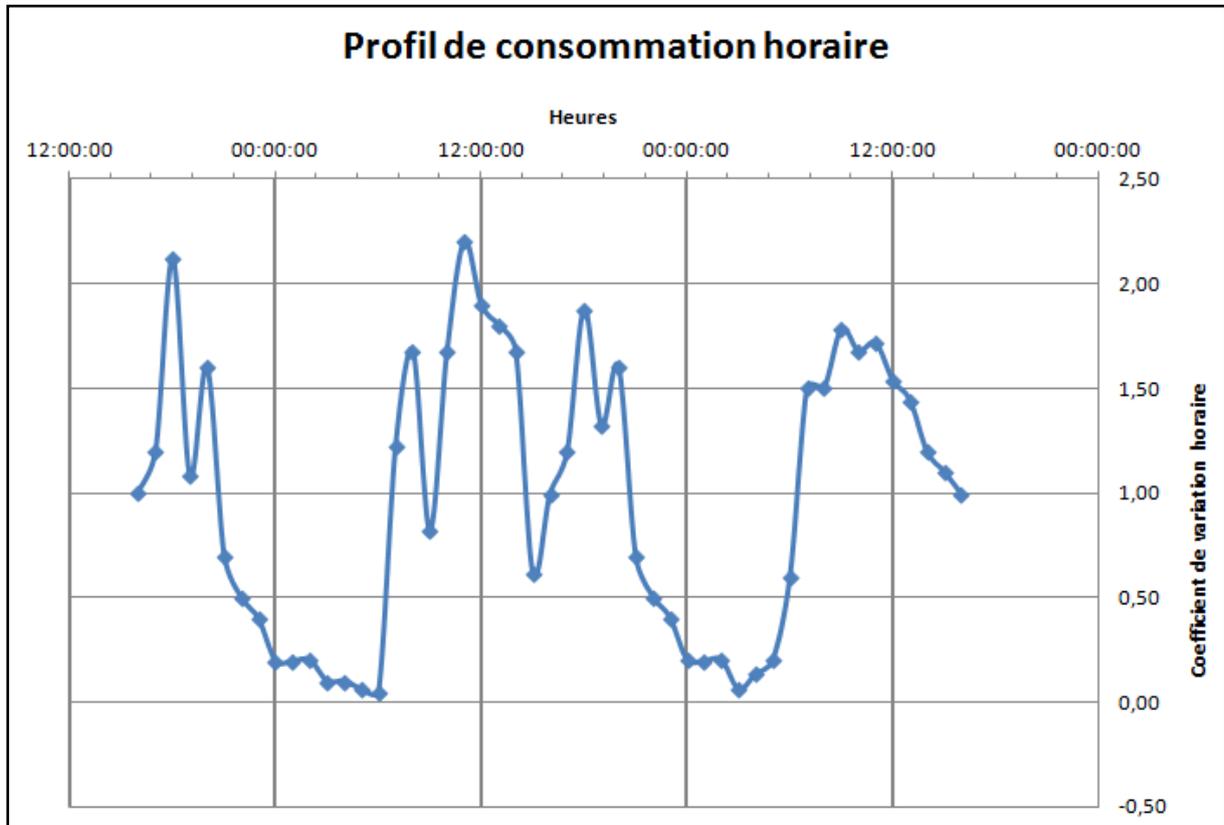
Selon le niveau de l’infrastructure auquel on se situe, des coefficients sont appliqués pour le dimensionnement sur lesquels on reviendra plus loin.

5.4.1.1 Distribution

La détermination d’un profil de consommation et d’un coefficient de pointe horaire est tirée habituellement de mesures de débit faites, par exemple en sortie des réservoirs de distribution. Pour être représentatives, ces mesures doivent être menées sur des réseaux qui présentent un fonctionnement conventionnel durable, c'est-à-dire assurant un service continu H24.

Une lecture du volume horaire mis en distribution a été effectué sur le compteur de distribution DN 150 du réservoir Imadalou alimentant le quartier Alliche et la Daïra (quartiers alimentés 24H/24), pendant 48 heures

Figure II.6: Profil de consommation horaire (quartier Alliche et Daira)

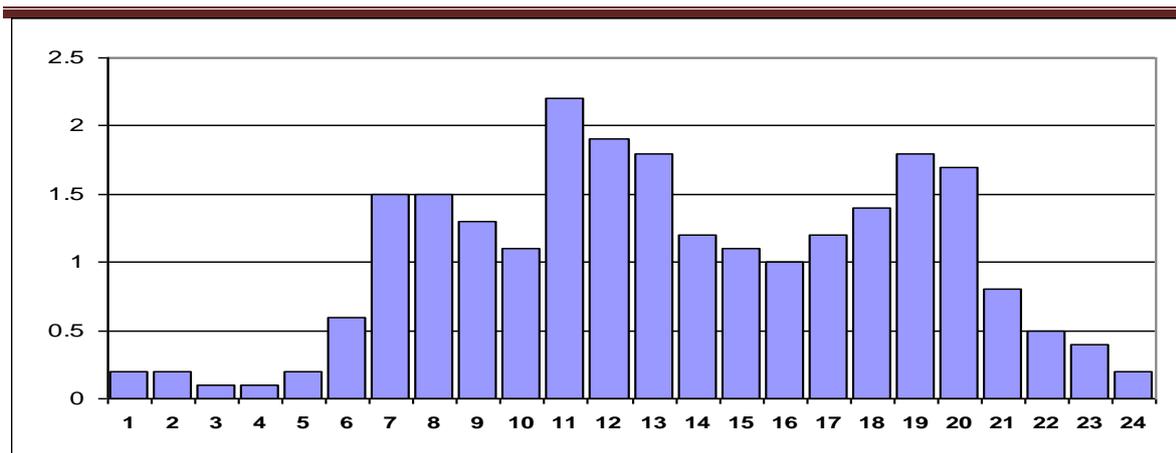


Malheureusement, cette lecture n'est pas fiable car la lecture sur un compteur de facteur 10 n'est pas trop précise. Les seules indications pratiques déduites de cette lecture sont la présence de trois pics le matin, midi et le soir et l'existence probable d'une pointe de consommation vers 10 -11H

Ces considérations conduisent le Consultant à adopter un profil de consommation basé sur l'expérience. Ce profil est illustré par le coefficient de variation horaire de la figure ci-contre.

Il prend en compte une pointe horaire avec un coefficient $C_{ph}=2,2$

Figure II.7: Coefficient de variation horaire théorique



Il convient également de tenir compte de la pointe journalière pour laquelle on définit un coefficient de pointe qui est égal pour une année donnée, à :

$$C_{pj} = \frac{\text{Consommation maximum journalière}}{\text{Consommation moyenne journalière}}$$

Ce coefficient dépend des particularismes saisonniers : climat, tourisme.

Pour la rive gauche de la ville de Sidi Aïch il a été retenu **un coefficient de pointe journalier CPj = 1,2**

Enfin, le dernier point à prendre en considération correspond aux pertes. Celles-ci sont calculées comme un pourcentage du volume moyen journalier mis en distribution. Dans un réseau de distribution bien structuré le débit de pertes est sensiblement constant au cours de la journée. Il a été retenu **un taux de pertes en distribution Txp = 20%** à partir de l'horizon 2025.

5.4.1.2 La demande non domestique actuelle

Les lacunes du fichier des abonnés et des ventes d'eau ne permettent malheureusement pas une détermination fiable de la consommation non domestique en volume total, pour les mêmes raisons que celles explicitées pour la consommation domestique. En revanche, on accordera plus de crédit à une analyse comparative des données de ce fichier pour estimer le poids relatif des différentes catégories d'abonnés les une par rapport aux autres. On calculera ainsi quel pourcentage représente la consommation de la catégorie non domestique par rapport à celle de la catégorie domestique. La part des diverses sous-catégories sera déterminée selon le même principe.

On obtiendra ainsi une clé de répartition (structure de la demande), à partir de laquelle et par référence à la demande de la catégorie domestique on déterminera la demande de la catégorie non domestique et de ses sous-composantes.

En se référant aux tableaux(III.12.13.14), la consommation non domestique représente 22% de la consommation des usagers.

Une autre manière peut être envisagée pour l’estimation des besoins non domestique. Celle-ci consiste à recenser tout les équipements avec leurs effectifs et affecter une dotation équivalente pour chaque type d’équipements.

La demande non domestique est répartie de manière beaucoup plus hétérogène que la demande domestique. Certains secteurs concentrent davantage que d’autres les administrations ou les commerces.

5.4.2. Projection de la demande non domestique

Pour les projections de la demande non domestique aux différents horizons on prend comme hypothèse que la croissance de cette demande est corrélée avec celle de la demande domestique

5.4.2.1 Evolution des équipements

5.4.2.1.1 Equipements existants

Les équipements existants, dans la rive gauche de Sidi Aïch sont donnés dans le tableau (III.25) suivant :

Tableau II.25 : Equipements existants

Secteur	Equipements
Scolaire	05 Ecoles primaires 01 C.E.M
Sanitaire	01 Hôpital 01 Polyclinique 01 Douche 02 Pressings
Administratif	01 CNEP 01 Banque BDL 01 Banque BADR 01 Banque CPA 01 Siège Daïra 01 Siège APC 01 Contribution 01 Subdivision de l’hydraulique 01 Subdivision des travaux publics 01 ONA (Office National d’Assainissement) 01 Algérie Poste 01 Tribunal
Socioculturel	02 Mosquées 01 Cinéma

**CHAPITRE II- MODELISATION DU RESEAU D’AEP CAS LE LA RIVE GAUCHE DE LA VILLE DE SIDI
AICHE**

	01 Maison de jeunes 01 Bibliothèque
Industriel	04 Menuiseries 03 Soudeurs 02 Stations service 05 Mécaniciens
Commerciale	14 Fast-food 03 Pizzerias 01 Boulangerie 04 Pâtisseries 05 Pharmacies 01 Marché

5.4.2.1.2 Estimation des besoins à différents horizon

➤ Besoins domestiques

Les besoins domestiques à l'horizon d'étude sont donnés dans le tableau (III.4) ci-dessous :

Tableau II.26 : Détermination des besoins domestiques

N° DISTRICT	POPULATION		Dotation (l/j/hab.)	Besoins (m ³ /j)	
	2012	2030		2012	2030
1	1015	1285	180	106,58	158,95
2	958	1304	180	100,59	160,39
3	1025	1033	180	107,63	127,06
4	759	1027	180	79,7	126,32
5	1077	1456	180	113,9	179,01
6	814	920	180	85,47	113,16
7	677	766	180	71,09	94,22
E		1240			152,52
Total	6325	9031	/	664.96	1111,63

➤ Besoins scolaires

Le tableau (III.5) ci-dessous donne les besoins scolaires à l'horizon d'étude.

Tableau II.27 : Détermination des besoins scolaires

N° DISTRICT	Type d'équipements	Nombre d'élèves	Dotation (l/j/élève)	Besoins (m ³ /j)	
				2012	2030
1	(01) Ecole primaire	96	15	1.44	1.44
3	(02) Ecoles primaires	182	15	1.23	1.23
1	(01) Ecole primaire	96	15	1.44	1.44
5	(02) Ecoles primaires (01) CEM	198 365	15	2.97	2.97
6	(01) Ecole primaire	105	15	1.575	1.575
Total	-	846	15	12.69	12.69

➤ **Besoins sanitaires**

Les besoins sanitaires sont donnés dans le tableau II.28 ci-après.

Tableau II.28: Détermination des besoins sanitaires

N° DIST	Type D'équipements	Places Ou kg	Dotation (l/j/place) Ou Kg	Besoins (m ³)	
				2012	2030
4	(01) Polyclinique	40 places	60	2.4	2.4
6	01) Hôpital	300 places	60	18	18
3	(01) Douche	20 places	60	1.2	1.2
	(02) Pressings	250 Kg	10	2.5	2.5

➤ **Besoins administratifs**

Le tableau (III.29) ci-dessous donne les besoins administratifs à l'horizon projet.

Tableau (III.29) : Détermination des besoins administratifs

N° district	Types d'équipements	Nombre d'employés	Dotation (l/j/empl)	Besoins (m ³ /j)	
				2012	2030
3	(01) Algérie poste	15	15	0.225	0.225
	(01) Tribunal	22		0.33	0.33
	(01) Contribution	09		0.135	0.135
	(01) Siège APC	36		0.54	0.54
5	(01) Siège Daïra	16	15	0.24	0.24
	(01) Banque CPA	18		0.27	0.27
	(01) Banque CNEP	17		0.255	0.255
	(01) ONA	11		0.165	0.165
7	(01) Banque BADR	11	15	0.165	0.165
	(01) Banque BDL	12		0.18	0.18
	(01) Subdivision hydraulique	11		0.165	0.165
	(01) Subdivision de travaux publics	13		0.165	0.165
Total	/	191	/	2.865	2.865

➤ **Besoins commerciaux**

Les besoins commerciaux sont donnés dans le tableau II.30.

Tableau II.30: Détermination des besoins commerciaux

N° DISTRICT	Type de commerce	Surface (m ²)	Dotation (l/h/j)	Besoins (m ³ /j)	
				2012	2030
1	(04) Fast-food	108	5	0.54	0.54
3	(01) Pâtisserie	24	5	0.12	0.12
	(02) Pharmacies	48		0.24	0.24
	(07) Fast-food	189		0.945	0.945
	(01) Marché	360		1.8	1.8
5	(02) Fast-food	54	5	0.27	0.27
	(03) Pharmacies	90		0.45	0.45
	(02) Pizzerias	60		0.3	0.3
	(03) Pâtisseries	95		0.475	0.475
7	(01) Pizzeria	30	5	0.15	0.15
	(01) Fast-food	27		0.135	0.135
Total	/	/	/	5.425	5.425

➤ **Besoins industriels**

Le tableau II.31 ci-dessous donne les besoins industriels à l’horizon 2030.

Tableau II.31: Détermination des besoins industriels

N° DIST RICT	Type d’industrie	Besoins (m ³ /j)	
		2012	2030
3	(01) Menuiserie	0.5	0.5
	(01) Station de service	1	1
	(01) Mécanicien	0.5	0.5
5	(01) Mécanicien	1	1
	(01) Soudeur	0.5	0.5
6	(02) Mécaniciens	1	1
1	(03) Menuiseries	1.5	1.5
	(02) Soudeurs	1	1
	(01) Mécanicien	0.5	0.5
	(01) Station de service	1	1
Total	/	8.5	8.5

➤ **Besoins socioculturels**

Les besoins socioculturels sont regroupés dans le tableau II.32.

Tableau II.32 : Détermination des besoins socioculturels

N° DISTRICT	Type D'équipements	Nombre d'usagers	Dotation (l/h/p)	Besoins (m ³ /j)	
				2012	2030
2	(01) Maison de jeunes	150	20	3	3
3	(01) Bibliothèque	200	20	4	4
	(01) Mosquée	120	30	3.6	3.6
7	(01) Cinéma	250	20	5	5
1	(01) Mosquée	120	30	3.6	3.6
Total	/	/	/	19.2	19.2

5.4.2.1.3 La consommation moyenne journalière totale pour la rive gauche

La consommation moyenne journalière totale est donnée dans le tableau II.33

Tableau II.33 : Récapitulation des besoins journaliers en eau pour l'année 2012 et l'horizon d'étude 2030

<i>Horizon</i>	<i>besoins domestique</i>	<i>besoins non domestique</i>	<i>Besoins des usagers</i>
2012	664.96	72.78	737.74
2030	1111,63	72.78	1184.41

D'après cette méthode la demande non domestique reste constante qui n'est pas le cas car la demande non domestique a un rythme de croissance similaire à la demande domestiques

On constate d'après l'horizon 2012 que la consommation non domestique représente 10 % de la consommation des usagers.

Les deux manières d'estimer les besoins non domestique, nous mènent à conclure et à prendre une moyenne de 15 % l'estimation de celle-ci à ce taux est plus large et plus réconfortante.

Il a été admis que cette proportion se maintiendrait, ce qui revient à considérer un rythme de croissance similaire des usages domestiques et non domestiques.

Les pertes en distribution

Un des objectifs principaux de la gestion du réseau d'AEP vise à réhabiliter et restructurer le réseau pour réduire les pertes. Cet objectif implique également un renforcement des services d'exploitation à travers la mise en place d'une cellule permanente de recherche des fuites.

Ces actions permettront dans un premier temps d'améliorer la continuité du service. On estime que, moyennant des efforts soutenus, celle-ci pourrait être rétablie à l'horizon 2020 avec un taux de pertes ramené à 25% qui irait par la suite en s'améliorant (20%).

➤ La demande en distribution

Cette demande correspond aux volumes mis en distribution, en distinguant:

- La demande moyenne journalière qui équivaut à la demande moyenne journalière des usagers + les pertes en distribution ;
- La demande de pointe journalière qui correspond au volume mis en distribution le jour de pointe de l'année considérée. Elle est égale à la demande de pointe journalière des usagers + les pertes en distribution ;
- La demande de pointe journalière des usagers est déduite de leur demande moyenne journalière multipliée par un facteur de pointe journalière, ici pris égal à 1,2 ;
- La demande de pointe journalière en distribution joue un rôle vis-à-vis des capacités de stockage (réservoirs). Il faut que celles-ci permettent de réguler correctement la pointe journalière en distribution.

➤ Les pertes en adduction

Les pertes en adduction (fuites le long des conduites principales) doivent être combattues résolument. L'objectif est de ramener le taux de pertes à des valeurs n'excédant pas 3% des volumes mis en distribution.

➤ La demande totale

La demande totale détermine le niveau de production à assurer. On définit :

- La demande moyenne journalière qui correspond à la somme de la moyenne journalière en distribution et des pertes en adduction ;

CHAPITRE II- MODELISATION DU RESEAU D’AEP CAS LE LA RIVE GAUCHE DE LA VILLE DE SIDI AICHE

- La demande de pointe journalière correspond au volume mis en distribution le jour de pointe de l’année considérée. Elle est égale à la demande de pointe journalière des usagers + les pertes en distribution + les pertes en adduction.

Les résultats des projections montrent une croissance régulière de la demande (voir tableau qui suit). En 2030 les besoins de production devraient presque augmenter de 50% par rapport au niveau de production actuel.

Tableau II.34: Ville de Sidi Aïch (Rive gauche) – Projection de la demande

projection de la population	ANNEE			
	2012	2020	2025	2030
Population	6071	7471	7869	9031
taux de croissance moyen annuel	2,07	2,07	2,07	2,07
projection de la demande				
Demande des usagers m3/jour	749,70	1055,32	1160,61	1388,55
a-domestique m3/jour	637,25	844,26	928,49	1110,84
dotation L/J/hab.	105,00	113,00	118,00	123,00
B:Non Domestique	112,46	184,68	203,11	243,00
en %	0,150	0,175	0,175	0,175
Pertes en distribution	321,30	351,77	386,87	347,14
en %	0,30	0,25	0,25	0,20
demande en distribution				
moyenne jour m3/jour	1071	1407,09516	1547,47929	1735,683127
pertes en adduction M3/jour	53,55	42,2128548	38,6869822	34,71366255
en % de la demande moy jour	5%	3%	2,50%	2%
demande totale				
moyenne journalier m3/jour	1124,55	1449,31	1586,17	1770,40
pointe journalier m3/jour	1274,49	1660,37229	1818,28816	2048,10609

La demande globale déterminée précédemment a fait l’objet d’une distribution par secteurs selon le découpage adopté pour les projections de population.

Le tableau ci après montre l’évolution des besoins en distribution par secteurs jusqu’à l’horizon 2030.

CHAPITRE II- MODELISATION DU RESEAU D’AEP CAS LE LA RIVE GAUCHE DE LA VILLE DE SIDI AICHE

Tableau II.35: demande moyenne en distribution par secteur

secteur	2012		2020		2025		2030	
	Demande (L/s)	PERTES (l/s)						
1	1,991421569	0,597	2,296	0,574	2,629	0,657	2,690	0,538
2	1,877042484	0,563	2,337	0,584	2,794	0,698	2,730	0,546
3	2,007761438	0,602	2,064	0,516	2,194	0,548	2,163	0,433
4	1,486928105	0,446	1,760	0,440	1,838	0,460	2,150	0,430
5	2,109885621	0,633	2,497	0,624	2,607	0,652	3,048	0,610
6	1,595179739	0,479	1,887	0,472	1,971	0,493	1,926	0,385
7	1,327938225	0,398	1,571	0,393	1,641	0,410	1,604	0,321
E	0	0,000	0,915	0,229	1,185	0,296	2,596	0,519
TOTAL	12,39615718	3,719	15,327	3,832	16,858	4,215	18,907	3,781

5.4.2.1.4 La consommation moyenne journalière totale pour Zone d’extension :

La répartition de la population pour la zone d’extension « E1 » indiquée dans le tableau 18, représente la population à délocalisé vers la zone d’extension après saturation de la ville de Sidi Aïch.

Comme il a été évoqué précédemment, La zone d’extension (le POS 10), est ouverte à un programme d’urbanisation ambitieux. On doit s’attendre à plusieurs vocation d’habitations, habitations sociales, promotionnelle, AADL, individuelle, ..., etc.

Dans nos estimations, on s’appuiera sur les dispositions prévues sauf à constater des remises en cause ou des dérives dans leur mise en œuvre.

22750 habitants sont prévus pour la zone d’extension « POS 10 » pour un terme qu’on ne peut pas définir car Quelles que soient la qualité et la pertinence des documents d’urbanisme « POS 10 », leurs résultats restent liés à la capacité des services de planification à assurer leurs mise en œuvre. On parle alors d’urbanisme opérationnel. Il s’agit non seulement d’une question de programmation mais aussi des moyens pour construire les grandes infrastructures, réseaux et autres équipements structurants nécessaires à l’organisation rationnelle de l’urbanisation.

A cet effet, nous étudierons l’évolution de la population de la zone d’extension E1 séparément en indiquant pour chaque niveau d’évolution de la population les besoins nécessaires à prévoir.

Tableau II.36 : Evolution des besoins selon la population

Population (hab.)	Débit Moyen le jour de pointe (l/s)
22750	56,2
21233	52,45
19717	48,7
18200	44,96
16683	41,21
15167	37,46
13650	33,72
12133	29,97
10617	26,228
9100	22,48
7583	18,73
6067	17,98
4550	11,24
3387	8,4

En ce moment, on va satisfaire une population de 5810 habitants d'ici 2030 dans la zone d'extension soit 1/3 de la population actuelle de la commune de Sidi Aïch.

Cette population est répartie comme suit :

1285 habitants représentent, la population de l'agglomération de Remila voir le tableau 18 district 1.

1240 habitants représentent, la population à délocalisée à la zone d'extension après la saturation de l'agglomération de Sidi Aïch voir le tableau 18 district E1.

3387 habitants représentent, la population issue d'un programme de type AADL, promotionnel dont leurs existences reste liée à la capacité des services de planification à assurer leurs mises en œuvre.

A cette population, 5912 habitants, on doit transférer un débit de 15 l/s. au-delà, les pouvoirs publics doivent trouver une autre source pour satisfaire les besoins de toute la zone d'extension soit 58.7 l/s.

Le débit maximal que peut transporter cette conduite est de 26 l/s, c'est-à-dire couvrir une population d'environ 10075 habitants, au delà il faut augmenter la section de la conduite.

5.5. Bilan besoins-ressources :

Le comparatif besoins - ressources est établi pour le jour de pointe en 2030. Il met en balance les besoins (demande journalière de pointe) et les capacités de la ressource.

A ce stade de l'étude, le raccordement du système d'AEP de la rive gauche de la ville de SIDI AÏCH sur la conduite DN 1200 acier venant du barrage TICHY-HAFT est provisoire sur le point de piquage Pk 27.5 et définitif pour le point de piquage Pk 30.5. On considère d'ici le court terme, un volume disponible au niveau des ressources (barrage TICHY-HAFT) de 55 l/s soit 4752 m³/j.

Tableau II.37: Bilan besoins – ressources

Demande journalière de pointe (m3/j)		Ressource Barrage Tichy-Haft (m3/j)	Ressource Forage Aghernouz (m3/j)	Ressource Forage Remila (m3/j)	Bilan (m3/j)
Court terme (2020)	1660,372	4752	2160	396	+5647,628
Moyen terme (2025)	1818,28	4752	2160	396	+5489,72
Long terme (2030)	2048,106	4752	2160	396	+5259,894

☞ Ce tableau montre qu'à long terme, le volume disponible des trois ressources peut faire face à cette demande

6. Modélisation du système d'AEP de SIDI AICH

6.1. Principe

Nous avons construit un modèle mathématique sous le logiciel EPANET. La construction du modèle a consisté à créer un schéma reflétant les caractéristiques physiques des composantes du système : réservoirs, canalisations, jonctions, etc. et à renseigner ces différents objets, par exemple:

- Pour un tronçon de canalisation : longueur, diamètre, rugosité, présence ou non d'une vanne de sectionnement fermée, d'un clapet;
- Pour une jonction (ou nœud) : altitude, demande, type de courbe de modulation ;
- Pour un réservoir : altitude radier, diamètre, niveau bas, niveau haut, niveau de départ.

La construction a été menée selon une procédure pas à pas, à partir de la cartographie du réseau que le logiciel permet de poser en fond de plan.

Une fois le modèle construit et renseigné, le logiciel permet de calculer les paramètres de fonctionnement : débits circulants, vitesses, pressions, etc.

Deux modes de calcul peuvent être utilisés:

- ◆ Simulation instantanée : Elle permet de calculer les paramètres de fonctionnement pour des conditions initiales données. Ce mode de calcul est généralement suffisant pour vérifier le bon dimensionnement du réseau de distribution à partir d'un réservoir, où il s'agit surtout de s'assurer que le réseau est capable de supporter la demande de pointe ;
- ◆ Simulation longue durée : Elle permet de simuler l'évolution des paramètres de fonctionnement sur une période donnée (24H, 48H, etc.) avec un pas de temps déterminé. L'intérêt est de suivre la réponse du système à la modulation de la demande : variation de niveau des réservoirs, variation des pressions (ou des débits) en tel point du système, fonctionnement des pompes, etc.

Ce type de simulation permet de tester des scénarii d'exploitation en vue d'optimiser la gestion hydraulique du système. Le logiciel permet en effet de simuler:

- Des commandes simples : par exemple marche et arrêt d'une pompe en fonction du niveau dans un réservoir ;
- Des commandes complexes qui s'apparentent à la programmation d'automates.

En résumé, le logiciel EPANET constitue un puissant outil de simulation et d'appui à l'exploitation quand la conception du modèle a été bien élaborée et que les fonctionnalités en sont bien maîtrisées.

6.2. Situation actuelle :

La modélisation du réseau sous les conditions actuel (diamètres actuels, demandes de pointe actuel) illustré dans la figure 08 a permet de mettre en évidence :

Les zones à forte pression et les zones à pression modérée : on enregistre des pressions qui dépassent les 8 bars dans les quartiers suivants

6.2.1. Simulation instantané

Une première simulation instantanée est nécessaire pour vérifier le dimensionnement du réseau de distribution et les conditions d'écoulement hydraulique (Figure III.7).

CHAPITRE II- MODELISATION DU RESEAU D’AEP CAS LE LA RIVE GAUCHE DE LA VILLE DE SIDI AICHE

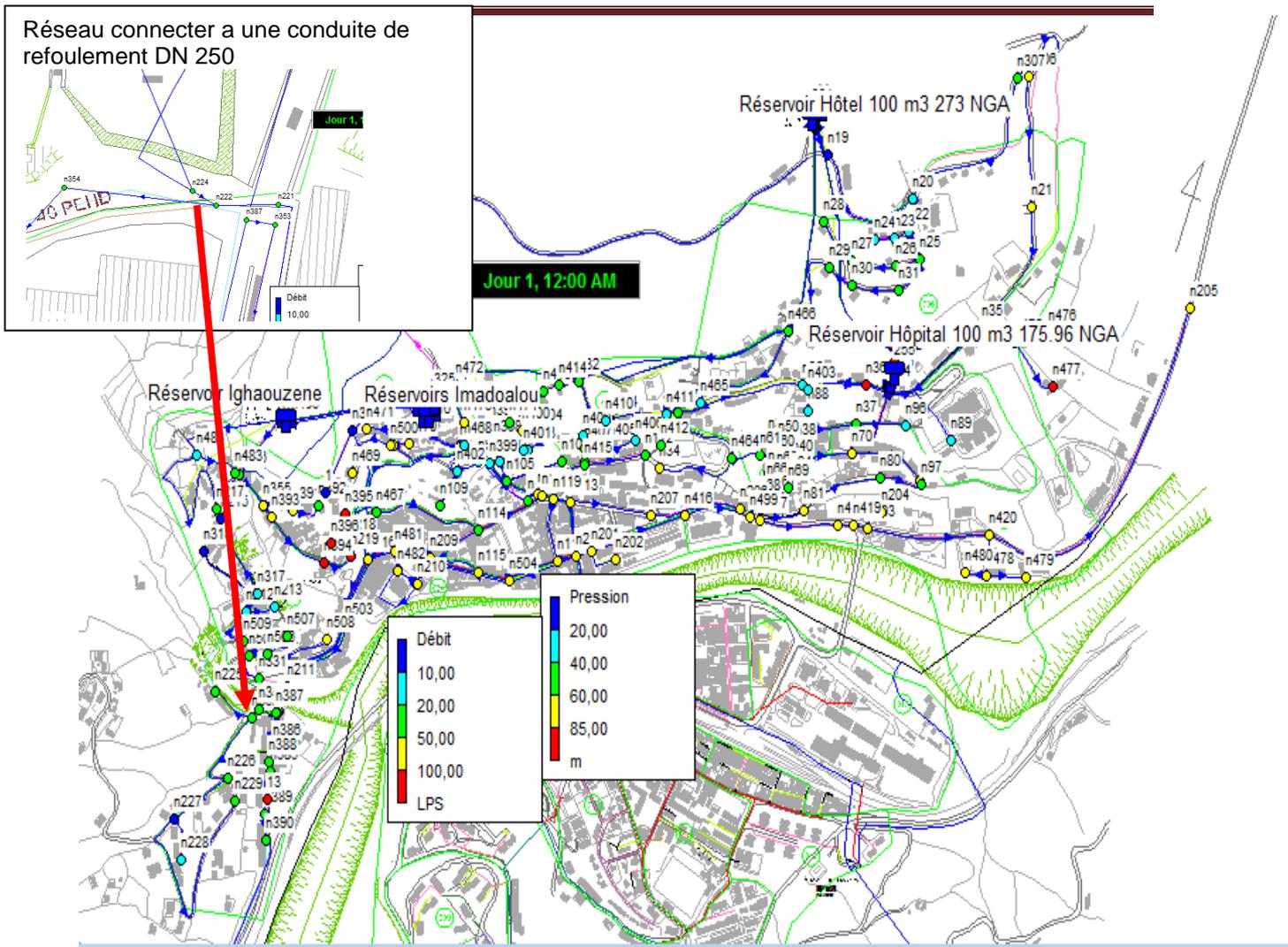


Figure II.8 : modélisation du réseau de la ville de sidi aiche sous la condition actuelle (instantané)

D’après cette figure de simulation instantané on peut constater que le réseau de la rive gauche de la ville de sidi aiche est bien dimensionner mais la simulation sur une long durée n’a pas put réussir, un rapport nous signale qu’il ya des pressions négative après certain heurs de fonctionnement et cella dû aux contraintes suivantes :

- Le réseau qui alimente la citée police est connecter sur la conduite de refoulement DN 250 qui est strictement interdit ;
- Le tronçon N°11 relie entre le nœud n300 et n01 et connecter aussi a la conduite de refoulement DN 250 ;

- Pour cela nous proposons de Déconnecter le réseau qui alimente la cité police du refoulement et le connecté au réseau venant du réservoir IGHAOUZENE et le renforcement de son diamètre.

6.2.2. Simulation sur une longue durée sur 24h

Les résultats de simulation sont représentés sur les figure (III.9, III.10). D'après ces figures on constate qu'il ya des zones à forte pression et les zones à pression modérée : on enregistre des pressions qui dépassent les 8 bars dans certaine zones et pour remédier a ce problème il ya lieux d'installer sur ces tronçon des réducteur de pression.

- Pour la zone à fort pression on préconise d'installer un réducteur de pression sur le tronçon reliant entre le Nœud n317 et n 212 voir figure III.12 ;
- Pour la zone RMILA on préconisé d'installer trois réducteur de pression un premier entre n506 - n06 le deuxième entre n236- n1 et n236 - n2 voir figure III.11.

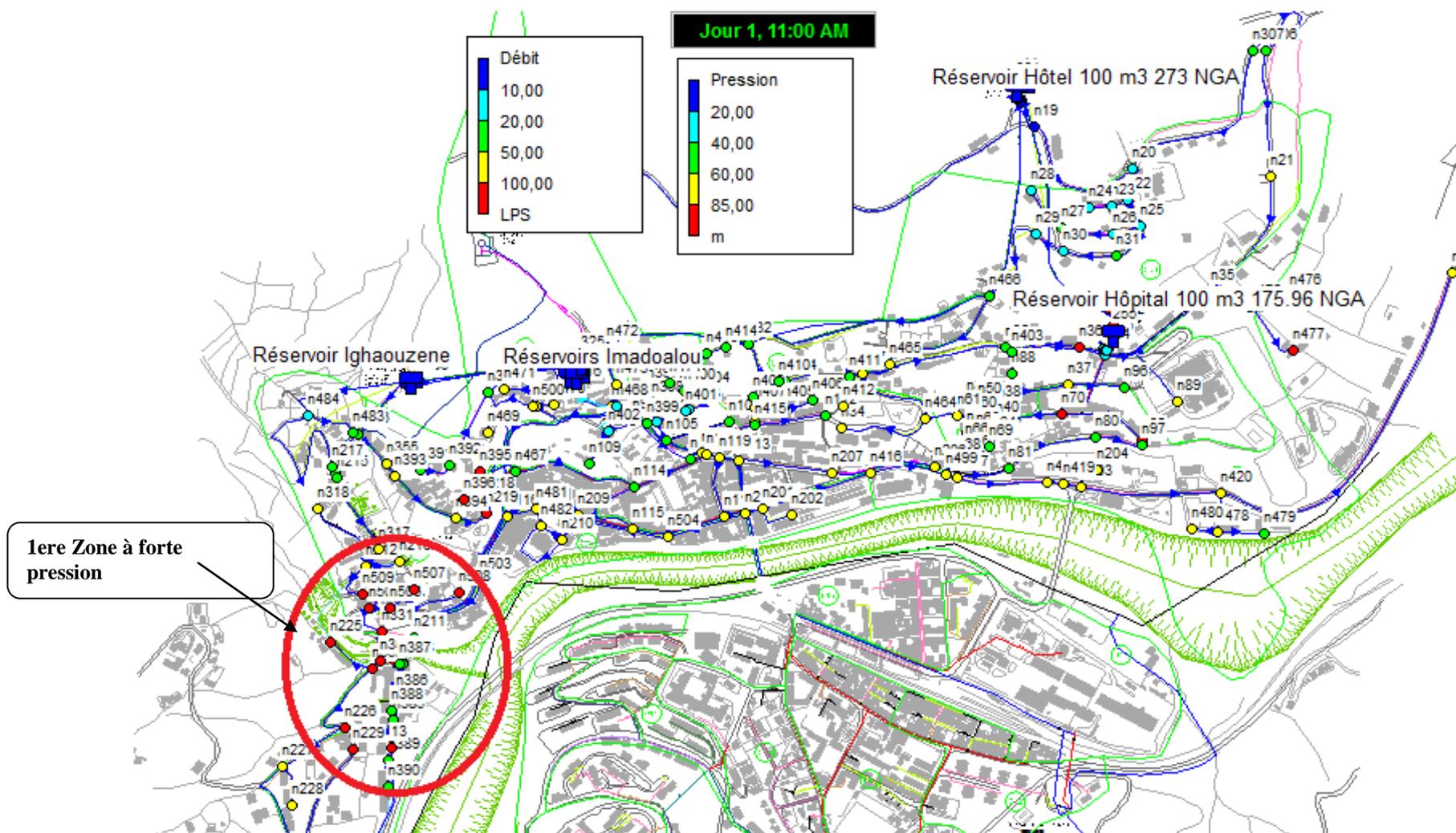


Figure II.9 : modélisation du réseau de la ville de sidi aiche sous la condition actuelle sur 24 h pour le jour et l'heure du pointe

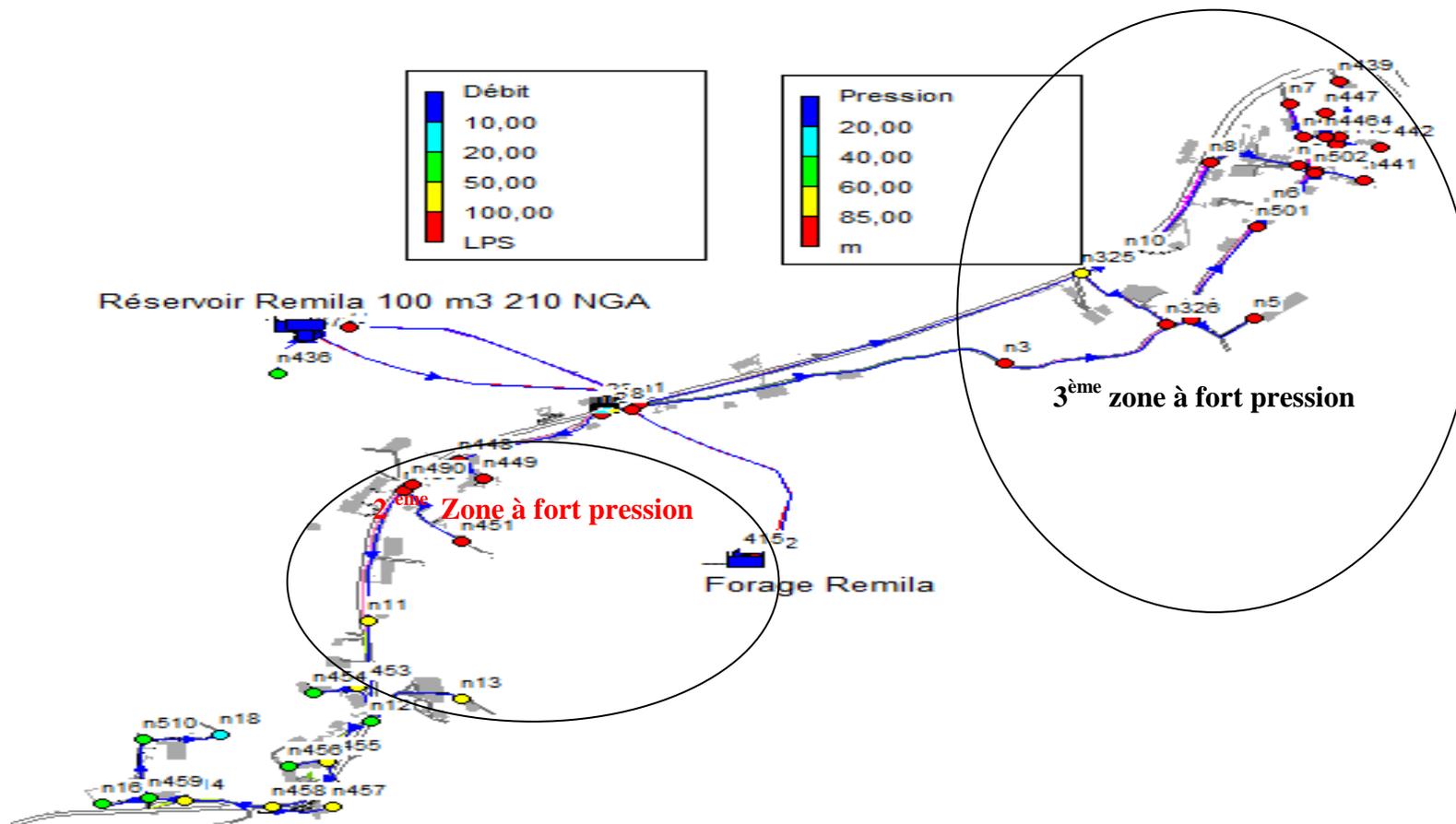


Figure II.10: modélisation du réseau de la nouvelle ville de RMILA sous les conditions actuelle sur 24 h pour le jour et 14heur du pointe

CHAPITRE II- MODELISATION DU RESEAU D’AEP CAS LE LA RIVE GAUCHE DE LA VILLE DE SIDI AICHE

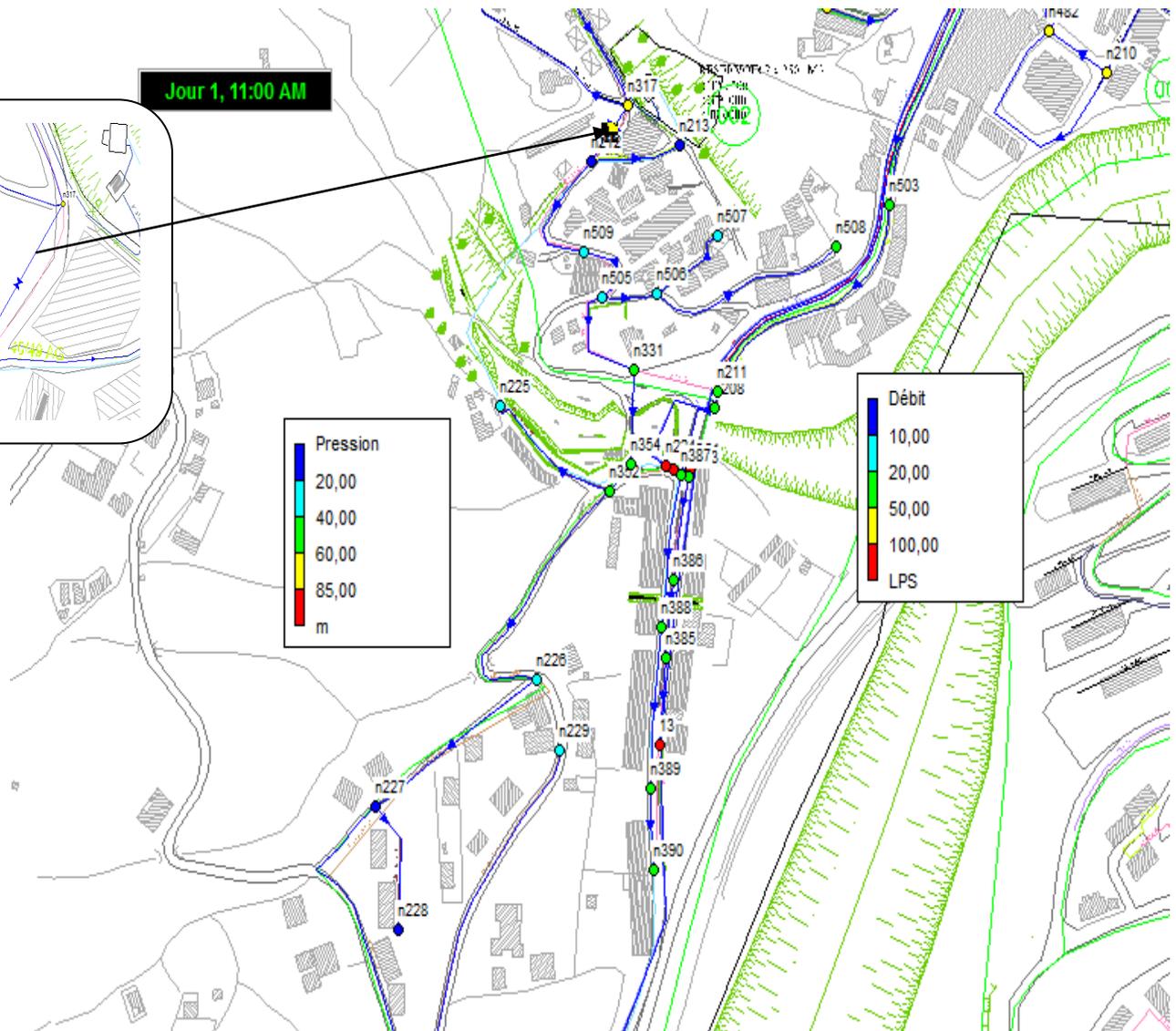


Figure II.11 : modélisation du réseau de la rive gauche sous les conditions actuelle sur 24 h pour le jour et l’heur du pointe Après installation des réducteur de pression

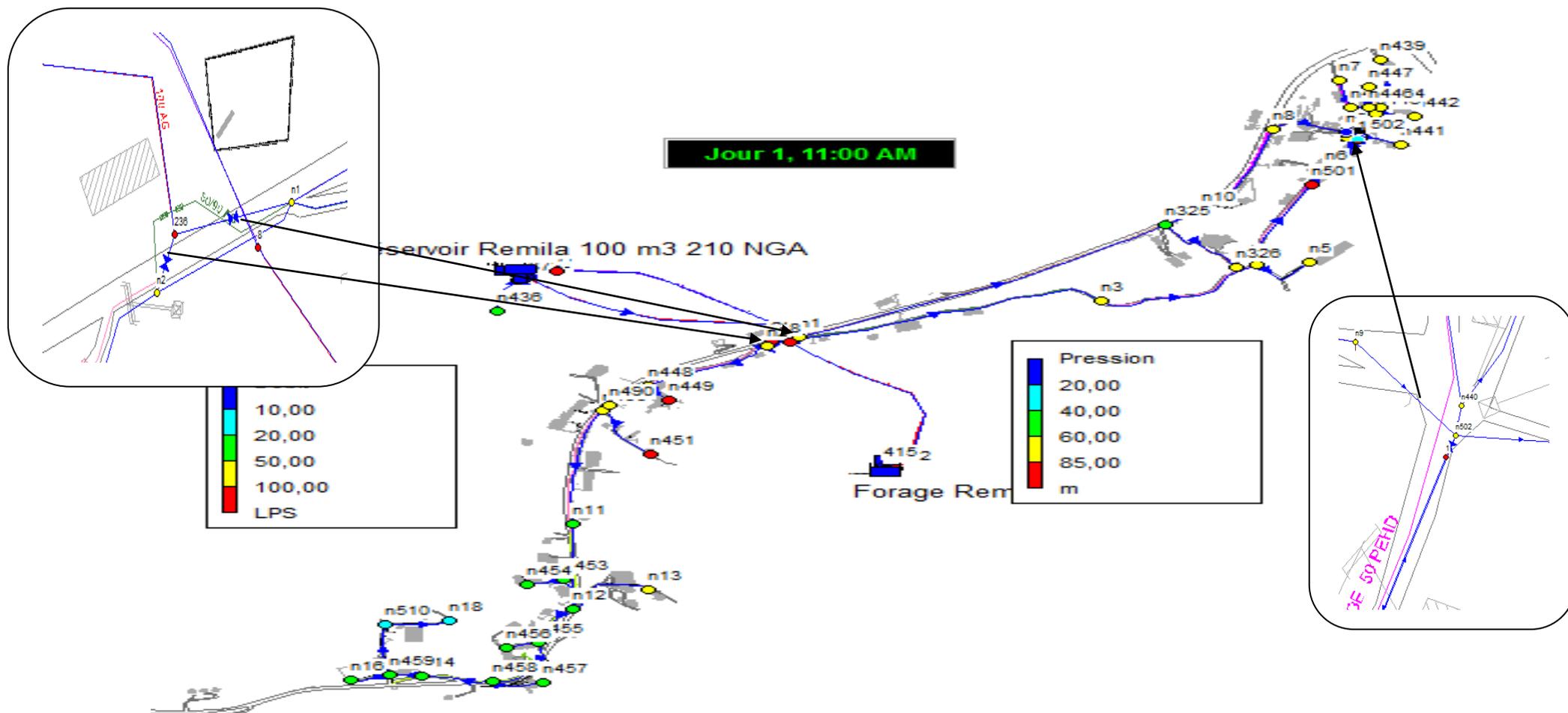


Figure II.12 : modélisation du réseau de la nouvelle ville de RMILA sous les conditions actuelle sur 24 h pour le jour et 14heur du pointe
Après installation des réducteurs de pression

6.3. Situation future

l'objectif du projet étant de rétablir dès que possible des conditions la continuité du service à travers des opérations de réhabilitation et une politique volontariste de réparation des fuites, on peut dans un premier temps se placer dans l'hypothèse d'une réhabilitation du réseau dans ses caractéristiques dimensionnelles actuelles et d'une réduction des fuites à un niveau acceptable (on prendra un taux de pertes de 20%) et se poser la question de savoir :

- Si le réseau est dimensionné pour supporter la demande future ;
- Si non, quels sont les secteurs à renforcer ;
- Et enfin vérifier si les capacités des réservoirs sont en adéquation avec les besoins de leur zone de desserte.

La somme des demandes domestiques et non domestiques et des pertes donne la demande totale moyenne qui a été répartie sur les nœuds de chaque secteur.

Pour la demande de pointe horaire, celle-ci a été calculée en appliquant un facteur de pointe de 1.2 sur la composante consommation.

6.3.1. Nouveaux aménagements

Afin d'intégrer les eaux du barrage dans le système d'alimentation en eau de la commune de Sidi Aïch, il a été réalisé :

- ◆ Le piquage Pk 27.5 en DN 350 fonte qui alimente les réservoirs 2x2500 m³. Deux adductions sont prévues ;
 - La première pour alimenter les communes d'El Flay et Tibane grâce à une station de refoulement qui sera intégrée aux réservoirs ;
 - La seconde pour alimenter les communes de Tinebdar 24 l/s et Sidi Aïch 55 l/s.

La seconde adduction est en cour de réalisation, elle est constituer de plusieurs tronçons:

- **Réservoir 2x2500 m³-SR1** : Ce tronçon est réalisé en DN 400 PEHD sur 2650 ml, il véhicule un débit de 79 l/s pour la rive gauche de l'agglomération de Sidi Aïch, Remila et la commune de Tinebdar. Le réservoir de la SR1 à une capacité de 500 m³ de forme rectangulaire.
- **Station de reprise SR1-SR2** : Ce tronçon est réalisé en DN 350 Fonte sur 970 ml, il véhicule un débit de 94 l/s en refoulement avec une durée de pompage de 20 heures. Le réservoir de la SR2 à une capacité de 500 m³ de forme circulaire.

-
- **Station de reprise SR2-SR3** : Ce tronçon est réalisé en DN 250 Fonte sur 330 ml, il véhicule un débit de 76.5 l/s en refoulement avec une durée de pompage de 20 heures. Le réservoir de la SR3 à une capacité de 1000 m³ de forme circulaire.
 - **Station de reprise SR2-Réservoirs Imadalou** : Ce tronçon est réalisé en DE 315 PEHD sur 340 ml.

6.3.2. Agglomération de Remila

Plusieurs aménagements sont prévus pour l'agglomération de Remila :

- La projection d'une nouvelle station de pompage de 2x500 m³ à la côte radier 194 m NGA, pour alimenter la zone d'extension inférieure et une partie de l'agglomération de Remila voir la figure II.13 ;
- La projection d'un nouveau réservoir de 2x500 m³ à la côte radier 270 m NGA, pour alimenter la zone d'extension supérieure et l'ancien réservoir de Remila de 100 m³ voir la figure II.13 ;
- La création d'une nouvelle conduite entre le réservoir Hôtel et la nouvelle station de pompage 500 m³ POS10 en DE 200 PEHD sur 3665 ml ;
- La création d'une nouvelle conduite de refoulement entre la nouvelle station de pompage 2x500 m³ et le nouveau réservoir 2x500 m³ en DE 250 PEHD sur 495 ml ;
- La création d'une nouvelle conduite entre le nouveau réservoir 2x500 m³ et le réservoir de Remila en DE 110 PEHD sur 2125 ml ;
- La mise en place d'un réducteur de pression DN 50 sur la conduite de distribution de l'ancien réservoir de Remila ;
- La mise en place d'un réducteur de pression DN 50 sur la conduite de distribution de l'ancien réservoir de Remila ;
- La mise en place d'un réducteur de pression DN 100 sur la conduite reliant le réservoir Hôtel et la nouvelle station de pompage 500 m³;
- Augmenter le diamètre des conduites qui présentent des vitesses supérieur à 0.8 m/s ;
- Réduire le diamètre des conduites qui présentent des vitesses inférieur à 0.1 m/s.

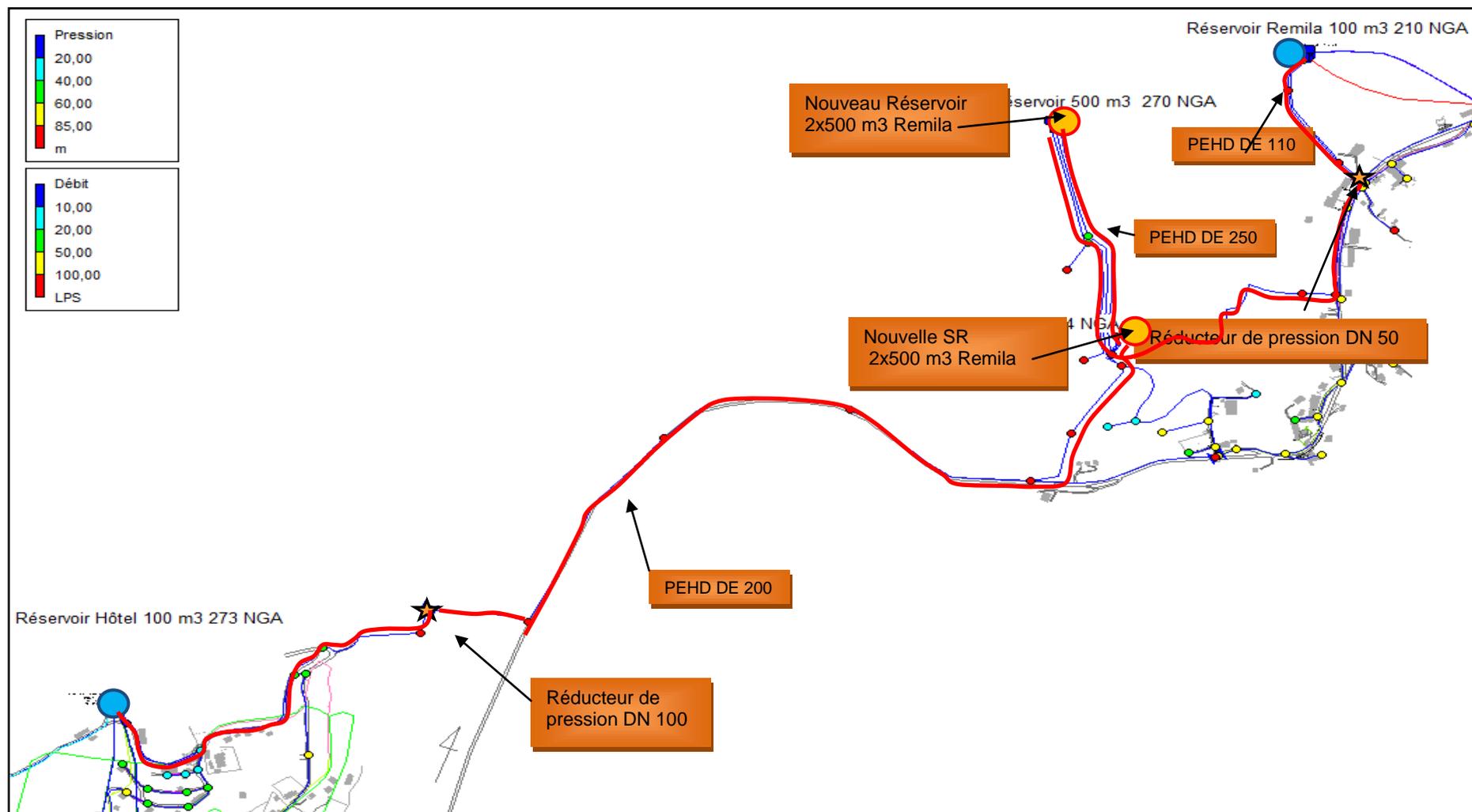


Figure III.13. : Aménagement projeté pour la zone Remila

6.3.2.1. Réseau de distribution

Le réseau de distribution en eau de l'agglomération de Remila a été calcul de façon à être alimenté par l'ancien réservoir de capacité 100 m³ implanté à une cote radier de 210.50 m. Un réducteur de pression DN 50 (voir le dispositif d'installation en Annexe 3) sera placé en aval de la conduite de distribution DE 125 PEHD entre le nœud 368 et 616, afin de réduire la pression au sol de 95 m à 65 m (voir l'emplacement sur la figure 18).

Ce réservoir sera alimenté à partir du nouveau réservoir projeté 2x500 m³ à la côte radier 270 m NGA (Eaux du barrage Tichy Haft) avec une conduite DE 110 PEHD et en appoint par le forage de Remila.

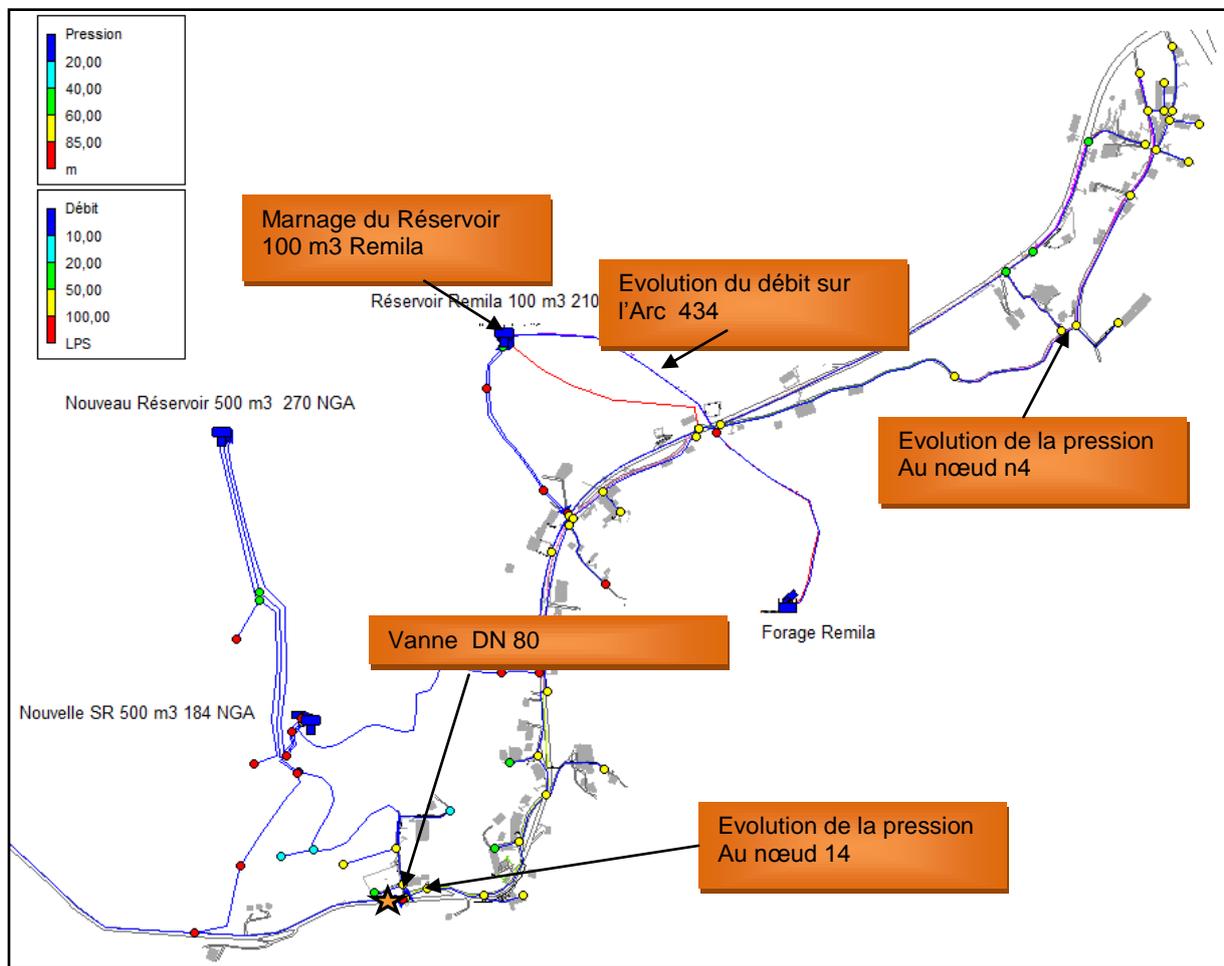


Figure II.14 : réseau de distribution de l'agglomération de Remila

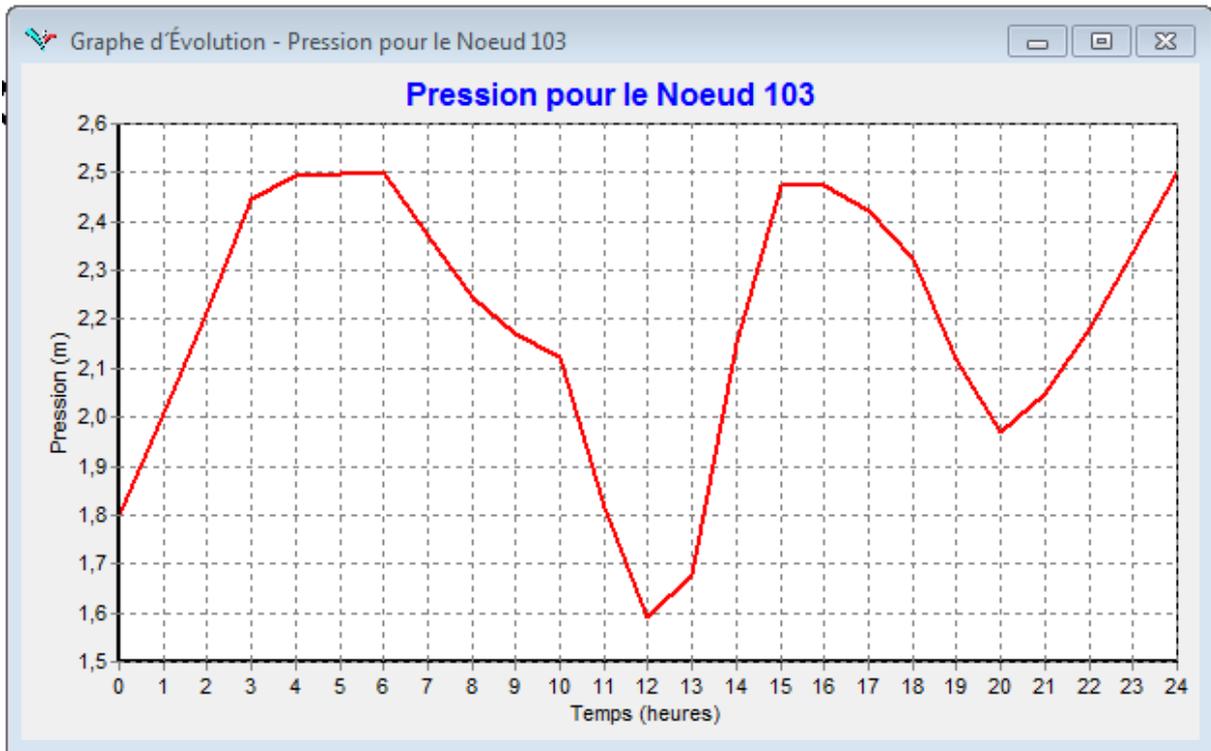


Figure II.15: marnage du réservoir 100 m3 de Remila le jour moyenne

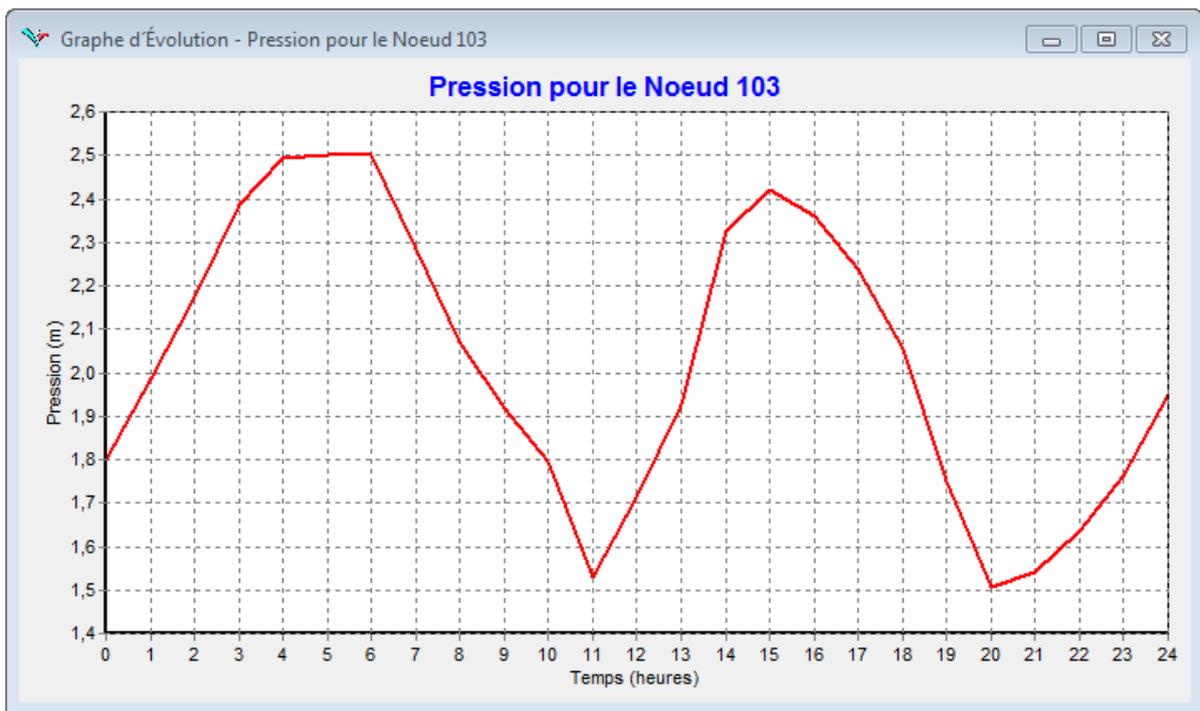


Figure 2: marnage du réservoir 100 m3 de Remila le jour de pointe

D'après les figures II.15, II.16 Le marnage du réservoir est autour de 0.9 cm et 99 cm pour le jour moyen et le jour de pointe respectivement. Donc la capacité du réservoir peut faire face à la pointe journalière.

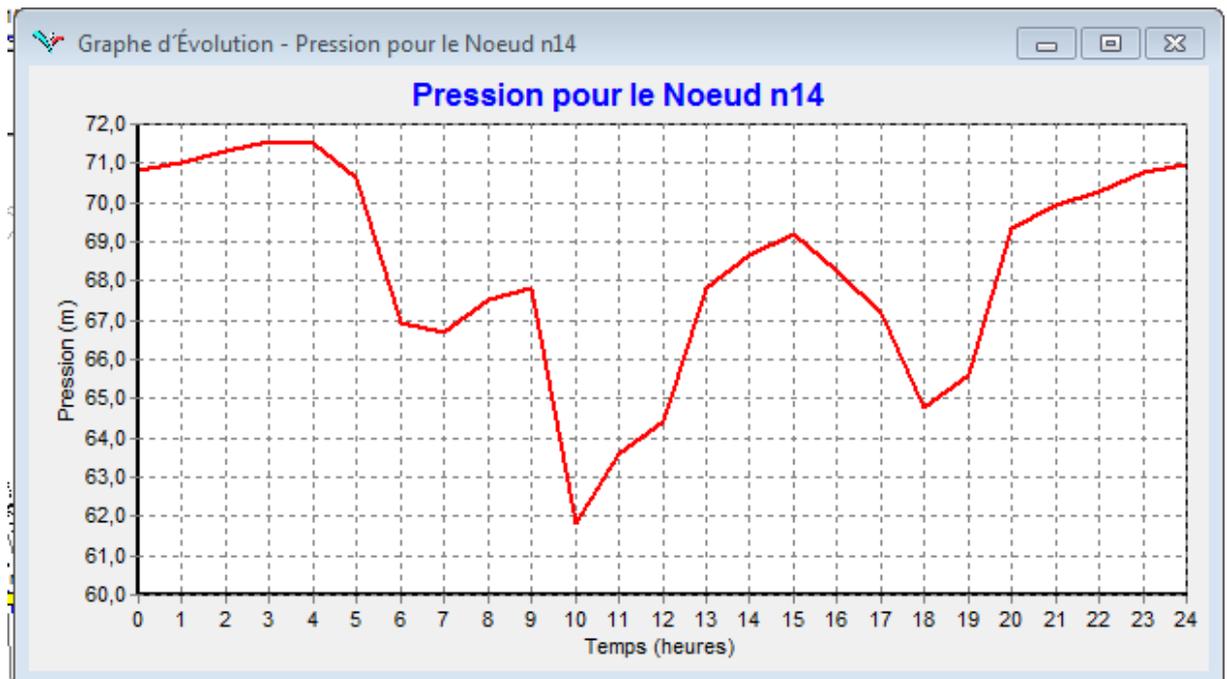


Figure III.17: Evolution de la pression au nœud 14 alimenté par le réservoir 100 m³ de Remila

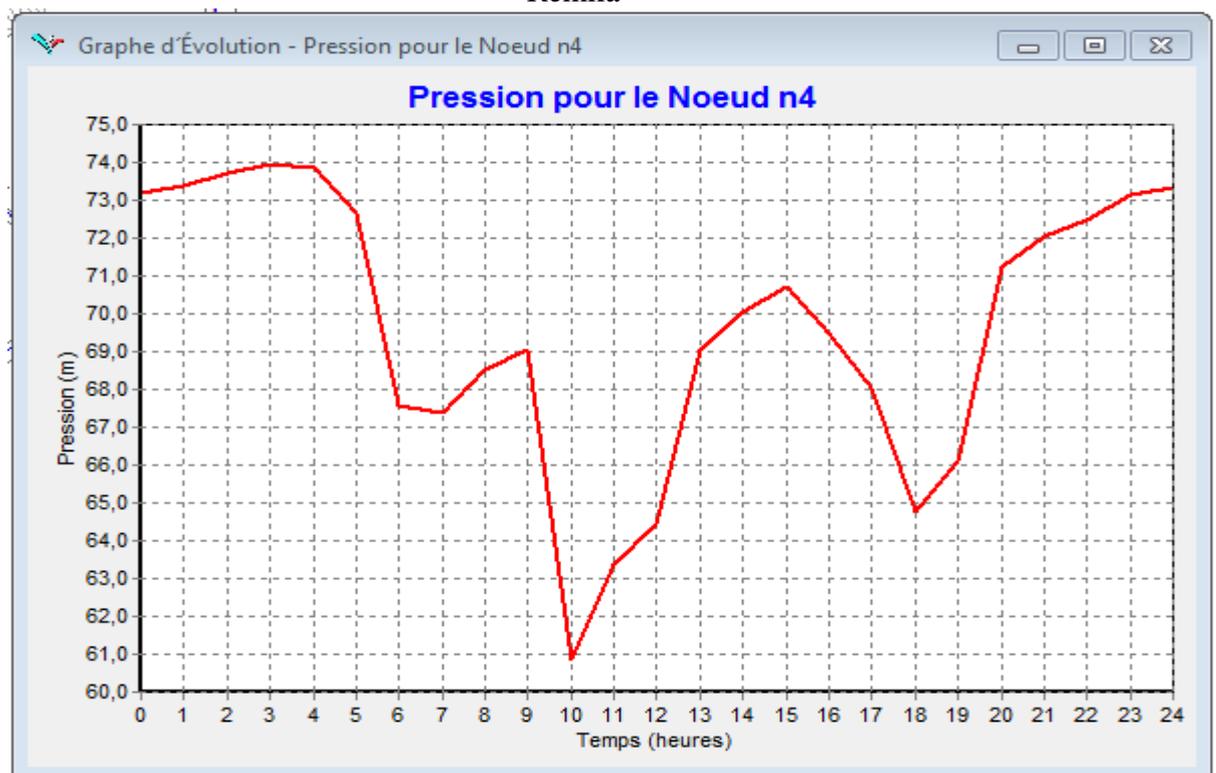


Figure II.18: Evolution de la pression au nœud 4 alimenté par le réservoir 100 m³ de Remila.

Ces lecture de pression correspondent à des lectures aux points des sous réseau « nœud 14 » et « nœud 04 » en aval du réservoir de Remila 100 m³.

On voit clairement en comparant les profils de pression au marnage du réservoir de Remila que c'est la hauteur d'eau dans le réservoir qui fait varier la pression dans cette partie du sous réseau en distribution simple.

La figure 17 et 18, montre de petites variations dans le niveau du réservoir induisant des variations de pressions de l'ordre de 0.97 bars et 1.309 bars pour le nœud 14 et 04 respectivement.

Le réseau de Remila fonctionne sous des variations de pressions comprises entre 0.5 et 1.5 bars, donc le réseau est bien dimensionné.

On a réduit la pression de 3 bars (de 9.5 à 6.5 bars) avec un réducteur de pression DN 50 et la pression dans ce réseau est maintenant de l'ordre 7.0 bars.

6.3.2.2. Débit mis en distribution

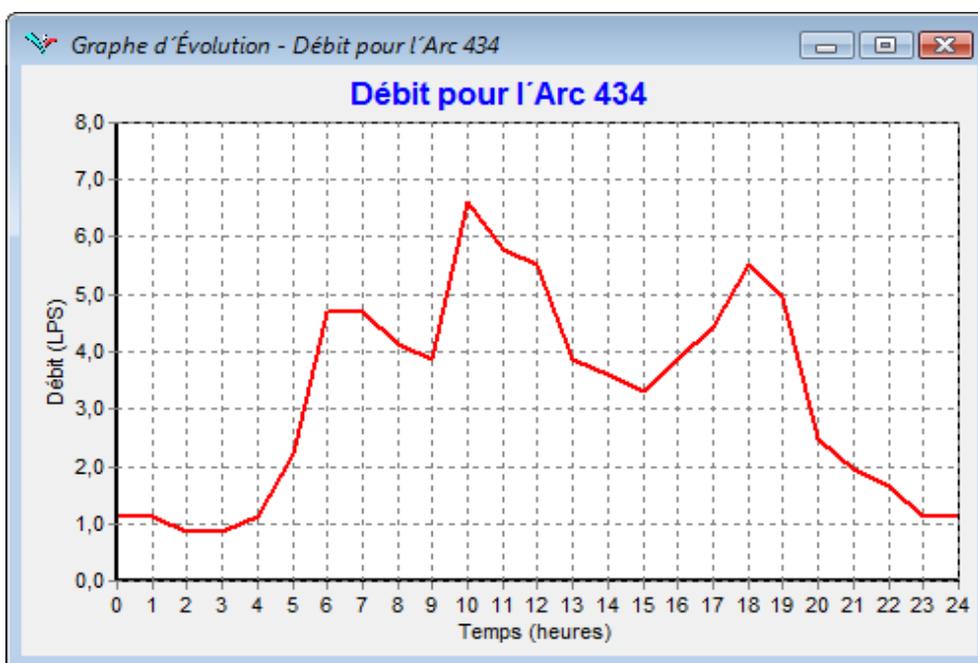


Figure II.19: Evolution du débit a la sortie du réservoir 100 m3 de Remila

D'après la figure II.19. Pour cette partie du sous réseau et pour le jour de pointe, le débit maximum horaire est de 6.61 l/s.

Une vanne DN80 sera installée sur la conduite DE 90 PEHD entre les nœuds n17 et n424. Cette vanne sera en position fermée en cas d'alimentation d'une partie de l'agglomération de Remila à partir de la nouvelle station de pompage 2x500 m3 voir la figure II.14 ci dessus.

6.3.2.3.1. Adduction Nouveau Réservoir 2x500 m³ – Ancien Réservoir 100 m³ (Remila)

Une nouvelle conduite d'adduction sera projetée entre le réservoir projeté 2x500 m³ à la côte 270 m NGA et l'ancien réservoir 100 m³ de Remila (Arc 344). Cette conduite sera en DE 110 PEHD sur environ 2125 ml.

Une vanne DN 100 sera installée sur la conduite à l'arrivée du réservoir 100 m³ afin de réguler le débit entrant au réservoir à environ 3.32 l/s pour assurer une vitesse de 0.52 m/s.

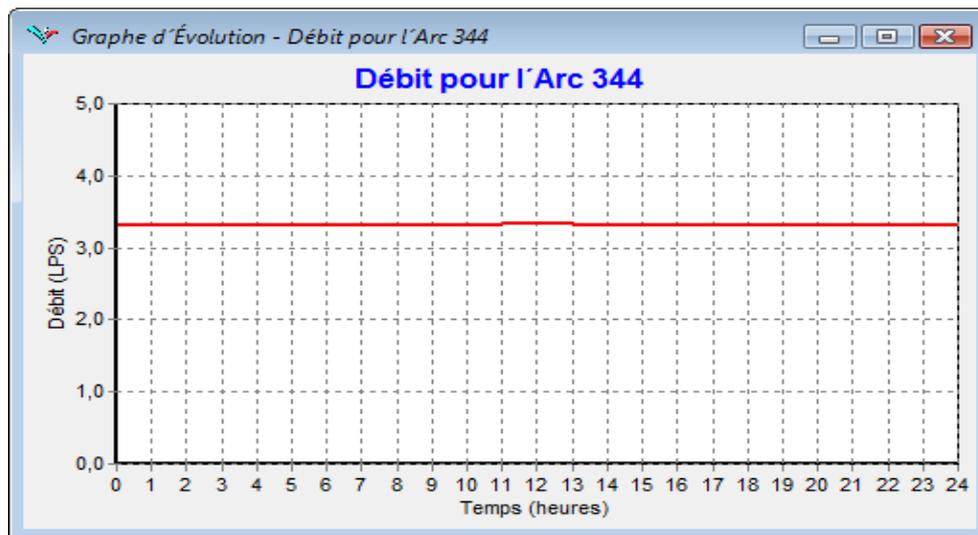


Figure II.20: Evolution du débit à l'entrée du réservoir 100 m³ de Remila

Ce débit entrant 3.32 l/s avec l'épure de la figure II.20 nous a permis d'obtenir le marnage du réservoir et le volume utile représenté sur la figure II.15.

Pour le jour de pointe, la hauteur de marnage est de 0.99 m avec un volume utile de 40 m³ et une réserve de sécurité de 60 m³.

Pour le jour moyen, l'autonomie du réservoir est de 6 heures 20 minutes.

6.3.2.3.2. Détermination de la pression nominale des conduites

La pression nominale des conduites sera calculée selon les critères de conception cités précédemment au chapitre 1.

Le calcul détaillé de la pression nominale (PN) de chaque tronçon est alors présenté dans le Tableau 38. Voir le tracé et le profil en long.

Tableau II.38: Calcul de la pression nominale (PN) de la conduite d'adduction

Tronçons	Matériau de la conduite	DN (mm)	D _{int} (mm)	e (mm)	a (m/s)	V _o (m/s)	Δh (m)	PS (bar)	PMS (bar)	PN (bar)
R 2x500 m ³ Remila – Nœud 438	PEHD	110	96.8	6.60	229.48	0.45	10.53	6.07	4.11	10
Nœud 438 – Nœud 437	PEHD	110	90.0	10.00	290.74	0.52	15.41	8.93	10.46	16
Nœud 437 – Nœud 429	PEHD	110	85.4	12.30	329.14	0.58	19.46	13.25	15.19	20
Nœud 429 – Nœud 428	PEHD	110	85.4	12.30	329.14	0.58	19.46	15.39	17.33	20
Nœud 428 – Nœud 435	PEHD	110	85.4	12.30	329.14	0.58	19.46	13.70	15.64	20
Nœud 435 – R 100 m ³ Remila	PEHD	110	90.0	10.00	290.74	0.52	15.41	10.47	12.00	16

Le PEHD est un matériau plus flexible que d'autres matériaux, ce qui a pour effet de diminuer significativement l'amplitude de la surpression.

☞ On analysant le tableau 38, la pression maximale de service est toujours inférieure à la pression nominale de la conduite. Nous préconisons l'utilisation des conduites avec les pressions nominales tel que indiqué dans le tableau 38.

6.3.2.4.1 Adduction Réservoir Hôtel – Nouvelle station de reprise 2x500 m³ (Remila)

Une nouvelle conduite d'adduction sera projetée entre le réservoir Hôtel 100 m³ et la nouvelle station de reprise 2x500 m³ de Remila qui sera implantée à la côte radier 194 m NGA. Cette conduite sera en DE 200 PEHD sur environ 3796 ml.

Une vanne DN 200 sera installée sur la conduite à l'arrivée de la nouvelle SR 2x500 m³ pour réguler le débit entrant au réservoir à environ 15.0 l/s, Cette conduite a une capacité, de transporter un débit maximum d'environ 26 l/s.

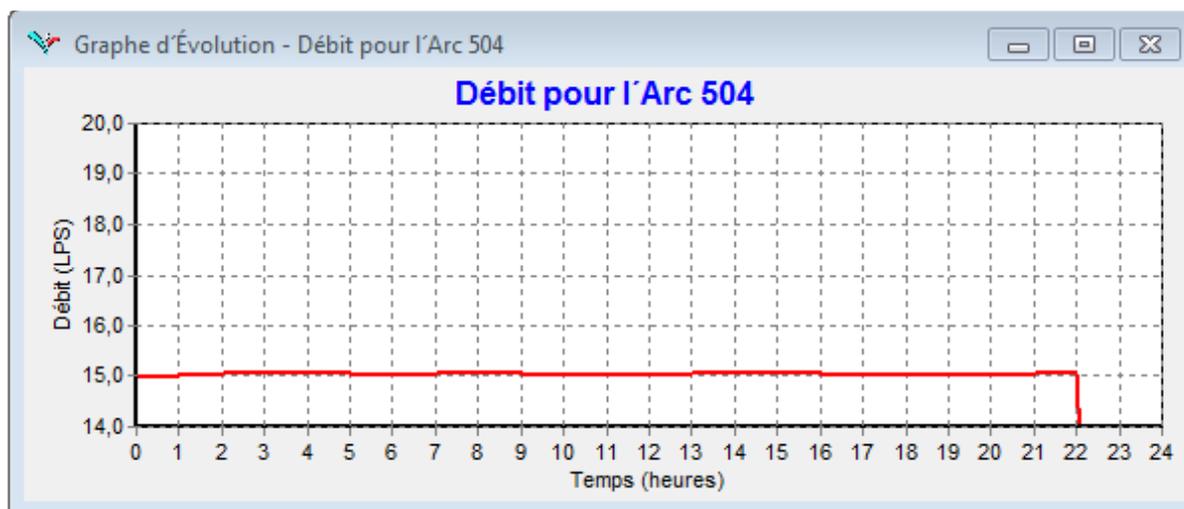


Figure 21: Evolution du débit à l'entrée de la nouvelle SR 2x500 m³ de Remila

Cette nouvelle conduite a pour objectif d'alimenter la nouvelle SR 2x500 m³ de Remila.

Etant donné que ce réservoir n'est pas encore construit, elle sera utilisée pour alimenter provisoirement l'agglomération de Remila.

Deux réducteurs de pression s'avèrent donc nécessaire pour réduire la pression dans le réseau de distribution entre les nœuds n489 et n488 (réducteur DN 50 de 13.8 à 8.3 bars) et dans la conduite d'adduction entre les nœuds n374 et n475 (Réducteur DN 100 de 11 à 9 bars) voir l'emplacement du réducteur de pression dans la figure 13.

6.3.2.4.2 Détermination de la pression nominale des conduites

Le calcul détaillé de la pression nominale (PN) de chaque tronçon est alors présenté dans le Tableau 39. Voir le tracé et le profil en long.

Tableau II.39 : Calcul de la pression nominale (PN) de la conduite d'adduction

Tronçons	Matériau de la conduite	DN (mm)	D _{int} (mm)	e (mm)	a (m/s)	V _o (m/s)	Δh (m)	PS (bar)	PMS (bar)	PN (bar)
R Hôtel – Nœud 368	PEHD	200	176,2	11,9	228.42	0,62	14.44	5,14	6,58	10
Nœud 368 – Nœud 374	PEHD	200	163,6	18,2	290.92	0,72	21.06	10,96	13,07	16
Nœud 374 – Nœud362	PEHD	200	145,2	27,4	373.88	0,91	34.68	18,58	22,05	25
Nœud 362 – Nœud 426	PEHD	200	155,2	22,4	329.47	0,79	26.53	15,71	18,36	20
Nœud 551 – Nœud 427	PEHD	200	163,6	18,2	290.92	0,71	21.06	11,74	13.85	16
Nœud 14 – SR 500 m3	PEHD	200	176,2	11,9	228.42	0,39	14.44	8.14	9.58	10

Le PEHD est un matériau plus flexible que d'autres matériaux, ce qui a pour effet de diminuer significativement l'amplitude de la surpression.

- ☞ On analysant le tableau 39, la pression maximale de service est toujours inférieure à la pression nominale de la conduite. Nous préconisons l'utilisation des conduites avec les pressions nominales tel que indiqué dans le tableau 38. Le tronçon entre les nœuds 464 et 488 présente une pression maximale de 22,05 bars, a cet effet, pour mieux protéger la conduite, nous préconisons l'installation d'un réducteur de pression DN 100 au nœud 362 ;
- ☞ Les valeurs des pressions de service données dans le tableau 39, sont des pressions sans réducteur de pression.

6.3.2.5.1 Adduction Nouvelle station de reprise 2x500 m3 (Remila) – Nouveaux réservoirs 2x500 m3 (Remila)

Une nouvelle station de reprise sera projetée à la côte radié 194m NGA. Cette station refoulera les eaux vers les réservoirs projetés 2x500 m3 à la côte radié 270m NGA, soit une hauteur géométrique de 80m. Les réservoirs 2x500 m3 de cette station de reprise assurent aussi la distribution vers la partie inférieure de la zone d'extension ainsi que la partie Sud Ouest de l'agglomération de Remila comme le montre la figure 27.

La population de la zone d'extension est répartie de la manière suivante:

- Population totale : 22750 habitants ;
- Population de la partie supérieure : 9500 habitants ;
- Population de la partie inférieure : 13250 habitants ;
- Population estimée de la partie Sud Ouest de l'agglomération de Remila : 450 habitants.

La partie sud ouest de l'agglomération de Remila sera alimentée par le réseau de distribution de la zone d'extension (POS 10), le raccordement se fera aux alentours de l'école primaire et du centre de santé via une conduite DE 90 PEHD. Une vanne DN 80 en position fermée sera installée sur la conduite KA-DE 90 PEHD entre les nœuds.

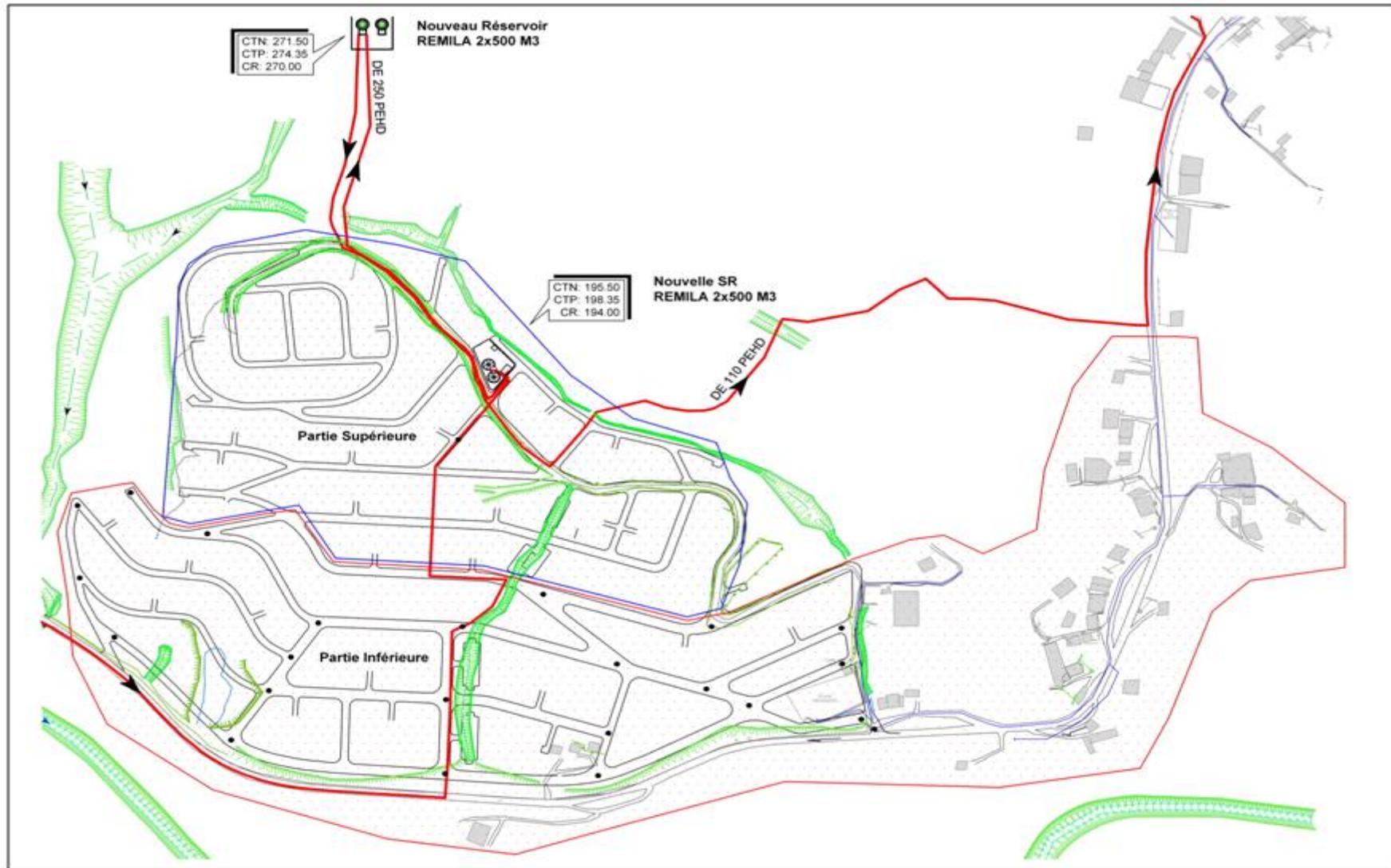


Figure 3: Aménagement de la zone d'extension

6.3.2.5.2 Calcul des besoins de la zone d’extension

Les besoins en eaux de la zone d’extension sont répartis comme suit :

Tableau II.40 : Calcul des besoins de la zone d’extension

Zones	Population (hab)	Surface (ha)	Débit moyen (l/s)	Débit le jour de pointe (l/s)
Partie supérieur	9500	18.44	19.88	23.5
Partie inférieur	13250	25.71	27.73	32.732
Remila	1285	-	2.69	3.174
Total	22750	44.15	50.3	59.366

Le débit refoulé par la nouvelle station de reprise, représente le débit de la partie supérieure de la zone d’extension (23.46 l/s) et le débit à véhiculer vers l’ancien réservoir 100 m³ de Remila (3.174 l/s).

Le débit disponible qu’on peut assurer actuellement à partir du réservoir Hôtel est de 15.0 l/s. Le débit de refoulement de la nouvelle station de reprise est de l’ordre de 23.5 l/s. Avant la saturation de la zone d’extension, les pouvoirs publics doivent donc assurer une autre source d’alimentation équivalente à 44.366 l/s.

6.3.2.5.3. Détermination du diamètre de la conduite de refoulement

6.3.2.5.3. 1.Choix du diamètre économique

Le diamètre de la conduite de refoulement est calculé les expressions indiquées au chapitre I:

$$\text{Bonin ; } D = \sqrt{Q} \Rightarrow D = \sqrt{0.02346} \Rightarrow D = 0,153m$$

$$\text{Bresse ; } D = 1,5\sqrt{Q} \Rightarrow D = 1,5\sqrt{0.02346} \Rightarrow D = 0.229m$$

➤ **Calcul des frais d’exploitation**

Tableau II.41 : Calcul des frais d’exploitation

D ext (mm)	D int (mm)	V (m/s)	J (m)	HMT (m)	P (KW)	E (KWh)	e (DA/KWh)	Fexp (DA)
200	163,6	1,32	6,04	86,04	33,56	293960,30	2,27	666995,92
250	204,6	0,85	2,2	82,2	32,06	280840,73	2,27	637227,62
315	257,3	0,54	0,89	80,89	31,55	276365,05	2,27	627072,29

➤ **Calcul des frais d’amortissement**

Tableau 4 : Calcul des frais d’amortissement

D ext (mm)	D int (mm)	Prix (DA)	L (m)	Dépense (DA)	A	Fam (DA)
200	163,6	7 600,00	501,43	3 810 868,00	0,0917	349 456,60
250	204,6	8 125,00	501,43	4 074 118,75	0,0917	373 596,69
315	257,3	11 466,00	501,43	5 749 396,38	0,0917	527 219,65

➤ **Bilan**

Tableau III.43 : Bilan

D ext (mm)	D int (mm)	Fexp	Fam	Bilan
200	163,6	666 995,92	349 456,60	1 016 452,52
250	204,6	637 227,62	373 596,69	1 010 824,31
315	257,3	627 072,29	527 219,65	1 154 291,94

☞ Nous préconisons le PEHD 250 pour la conduite de refoulement, une pompe de débit de 27.83 l/s et une HMT de 82.20 m.

La station de pompage sera équipée de deux groupes électropompes à axes horizontaux fonctionnant alternativement, chacun étant capable de refouler le débit prévu. Et une pompe en secours (notation conventionnelle : 2 + 1 pompes).

6.3.2.5.3.2 Dimensionnement du transformateur

La puissance du moteur :

$$P_m = P_{abs} \times 1.20$$

P_{abs} : puissance absorbée par la pompe, égale à 32.06 Kw.

$$P_m = 1.2 \times 32.06 = 38.47 \text{ Kw}$$

La Puissance du transformateur = $P_{mot} / \cos \theta$

$$\cos \theta = 0.81$$

La puissance du transformateur = 47.50 KVA.

6.3.2.5.3. 3.Détermination de la pression nominale de la conduite de refoulement

Le calcul détaillé de la pression nominale (PN) de ce tronçon est alors présenté dans le Tableau 46. Voir le tracé et le profil en long.

Tableau II.44 : Calcul de la pression nominale (PN) de la conduite d’adduction

Tronçons	Matériau de la conduite	DN (mm)	D_{int} (mm)	e (mm)	a (m/s)	V_o (m/s)	Δh (m)	HMT (bar)	PMS (bar)	PN (bar)
SR 500 m3 Remila – SR 500 m3 Remila	PEHD	250	204.6	22.70	290.54	0.85	25.17	8.22	10.74	16

Le PEHD est un matériau plus flexible que d’autres matériaux, ce qui a pour effet de diminuer significativement l’amplitude de la surpression.

- ☞ On analysant le tableau II.45, la pression maximale de service est toujours inférieure à la pression nominale de la conduite. Nous préconisons l’utilisation des conduites avec les pressions nominales tel que indiqué dans le tableau III.45.

6.3. 2.Rive gauche

Suite a notre première analyse et simulation par Epanet du réseau de la rive gauche de la ville de sidi aiche plusieurs aménagement doivent être projet pour assurer l'alimentation en eau potable des abonnés sur 24h, pour cela plusieurs aménagements sont prévus pour l'agglomération de Rive gauche :

- Le renforcement de la capacité de stockage du réservoir Hôtel ;
- Le renforcement de la capacité de stockage du réservoir Ighaouzene ;
- Déconnecter le réseau qui alimente la citée police du refoulement et le connecté au réseau venant du réservoir Ighaouzene et le renforcement de son diamètre ;
- La création d'une nouvelle conduite entre le réservoir de la SR2 et le réservoir Ighaouzene en DN 110 PEHD sur 490 ml ;
- La création d'une nouvelle conduite By-pass DE 250 PEHD sur 215 ml entre la conduite de refoulement (Aghernouz- Imadalou) et la nouvelle station de pompage SR01. Deux vannes seront installées pour faire fonctionner le système de refoulement soit vers les réservoirs Imadalou soit vers la nouvelle station de reprise SR01 selon les besoins de l'exploitant ;
- Alimentation du quartier Djouadi (Sortie de l'agglomération) à partir du réservoir Imadalou ;
- Augmenter le diamètre des conduites qui présentent des vitesses supérieur à 0.8 m/s ;
- Réduire le diamètre des conduites qui présentent des vitesses inférieur à 0.1 m/s.

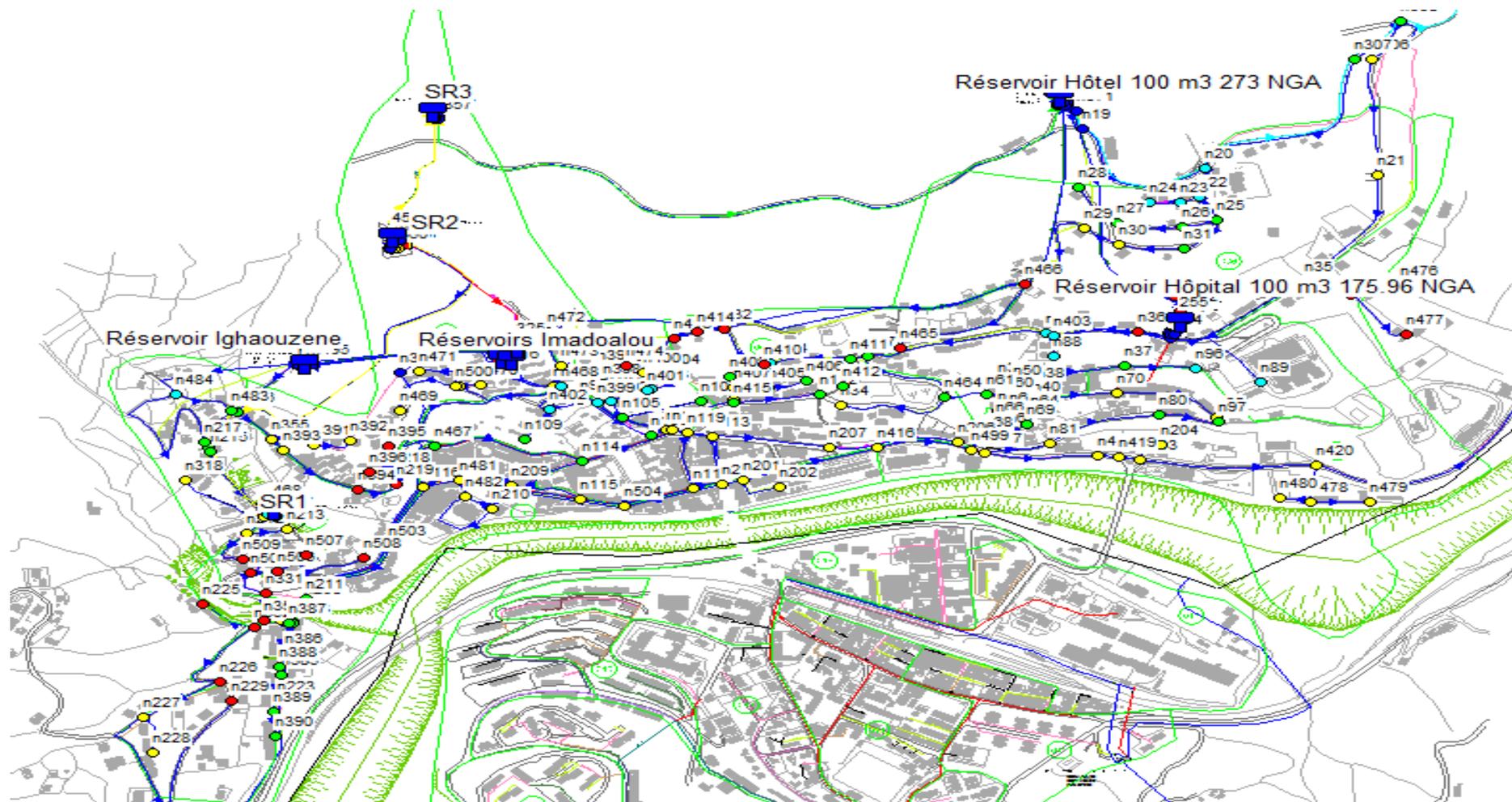


Figure III. 4: modélisation du réseau de la rive gauche situation future

6.3.2.1. Réseau de distribution

A. Réservoir Ighaouzene 200 m3

Le réseau de distribution en eau de la zone d'influence du réservoir Ighaouzene à été profondément remanié. La citée police, le quartier Imadalou et le quartier Alliche supérieur seront alimentés par ce réservoir dont la capacité devient 200 m3 et une côte radier de 217.20m NGA.

Ce réservoir sera alimenté à partir de la station de reprise SR2 avec une conduite projetée DE 110 PEHD.

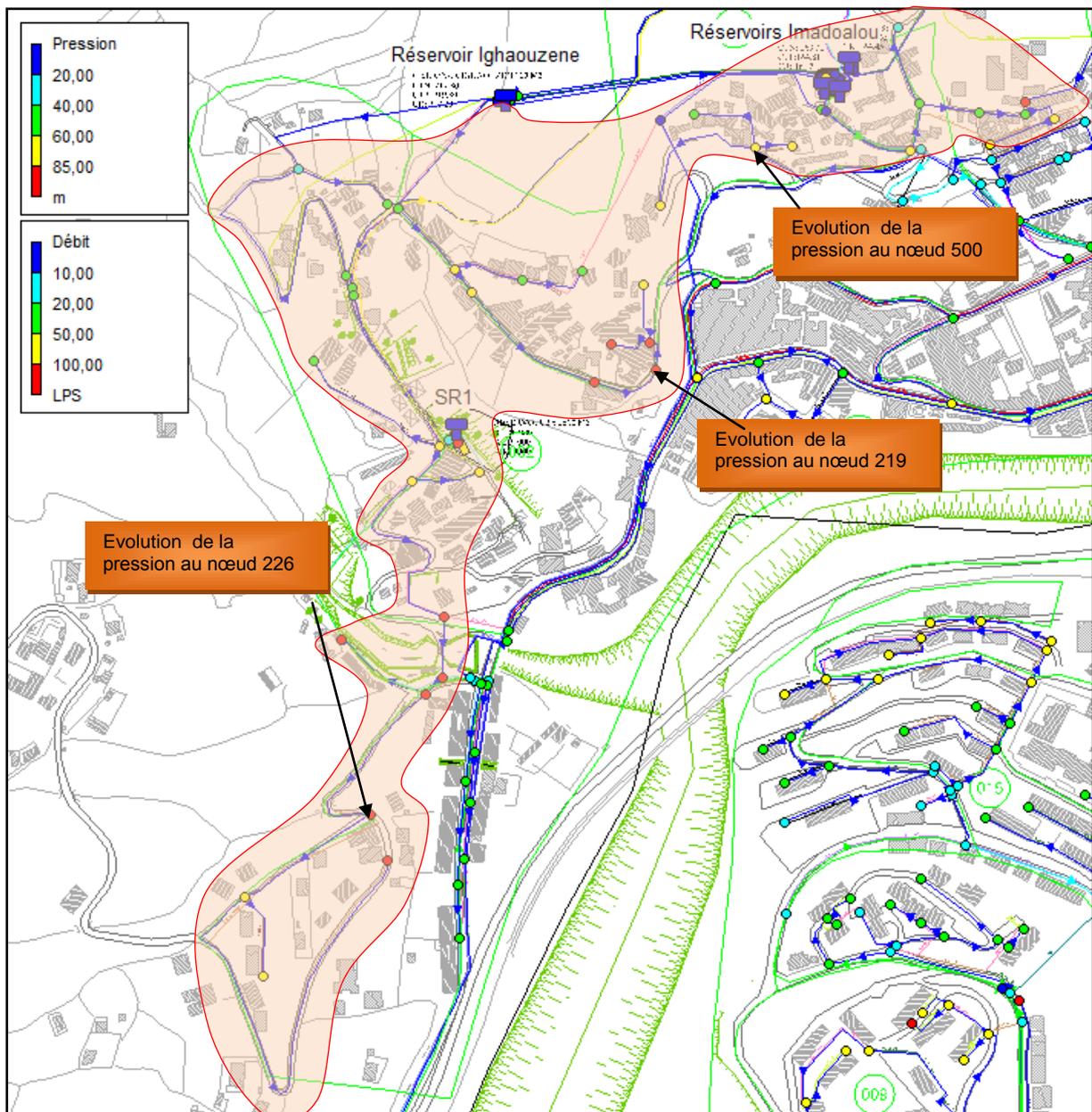


Figure 529: zone d'influence du réservoir Ighaouzene.

A.1.Marnage du Réservoir et pression au sol

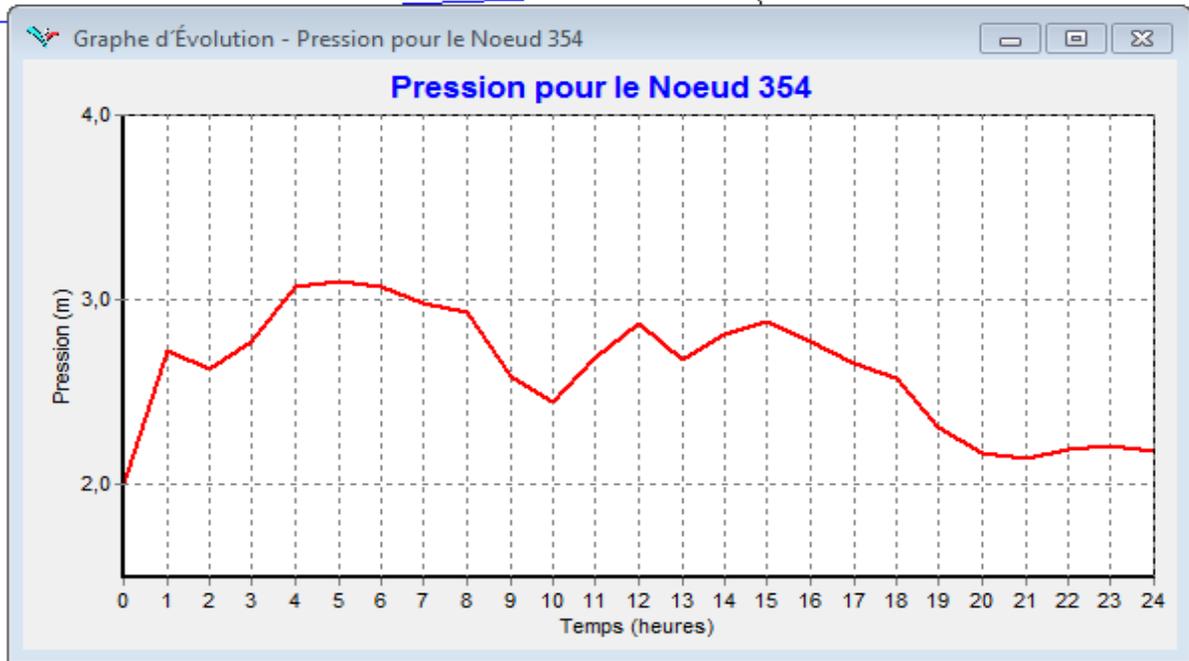


Figure 6: marnage du réservoir Ighaouzene 100 m3 de le jour moyen

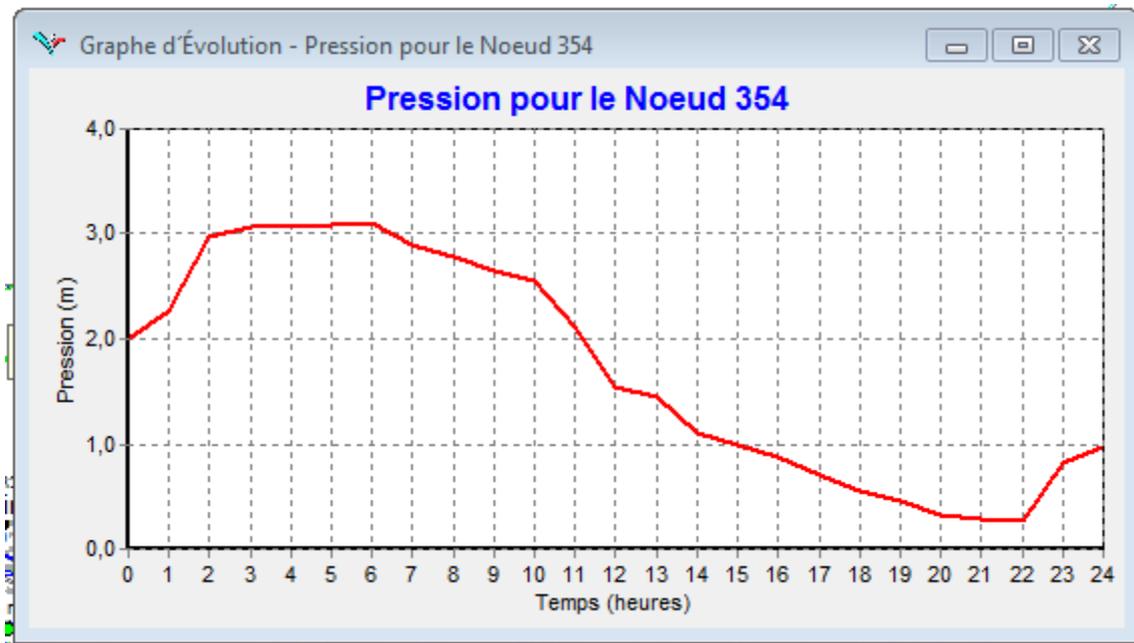


Figure 7: marnage du réservoir Ighaouzene 200 m3 de le jour de pointe

D'après la figure 30 et 31, la nouvelle capacité du réservoir Ighaouzene 200 m3 peut faire face à la pointe journalière.

Pour le jour de pointe, la hauteur de marnage est de 2.7 m avec un volume utile de 171.67 m³ et une réserve de sécurité de 29 m³.

Pour le jour moyen, l'autonomie du réservoir Ighaouzene 200 m³ est de 8 heures.

A.2. Débit mis en distribution



Figure II 32: Evolution du débit à la sortie du réservoir Ighaouzene 200 m³

Pour cette partie du sous réseau et pour le jour de pointe, le débit maximum horaire est de 12.07 l/s.

Le réseau de distribution du secteur Ighaouzene a été structuré de la manière suivante :

- Prolongement de la conduite principale jusqu'à la citée police afin d'alimenter celle-ci ;
- Création d'une nouvelle conduite qui prend départ du réservoir Ighaouzene 200 m³ pour alimenter les habitations situer autour du réservoir Imadalou, le quartier Bouamar et le quartier Alliche supérieur (voir le plan d'ossature secteur Ighaouzene).

B.1. Réservoir Hôpital 50 m³

Le réseau de distribution en eau de la zone d'influence du réservoir Hôpital à été profondément remanié. Renforcer la capacité du stockage du réservoir par un autre réservoir de 150 M³ donc la capacité du stockage du réservoir hôpital devient 200 m³.

CHAPITRE II- MODELISATION DU RESEAU D'AEP CAS LE LA RIVE GAUCHE DE LA VILLE DE SIDI AICHE

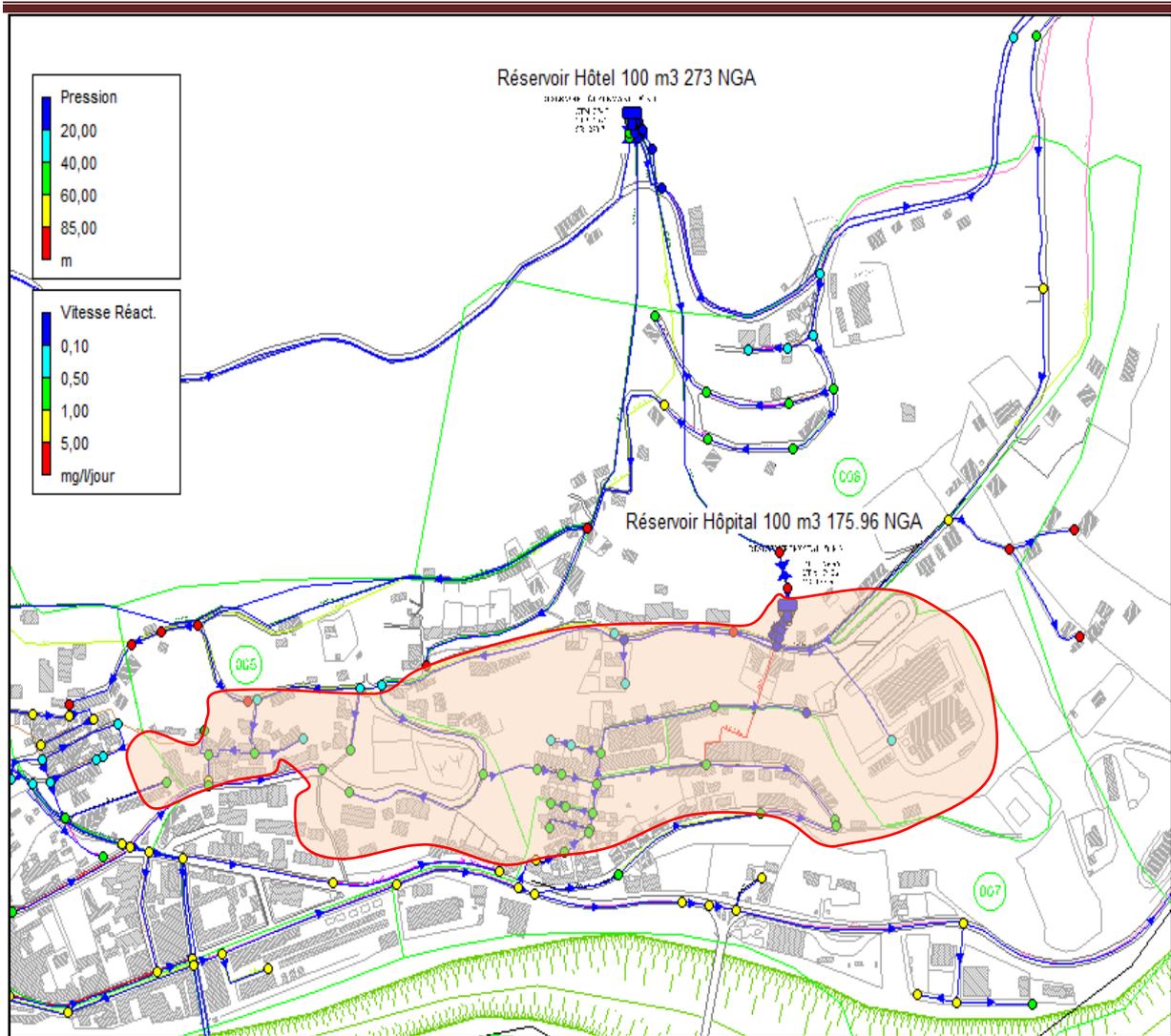


Figure 833: zone d'influence du réservoir hôpital.

B.1.Marnage du Réservoir et pression au sol

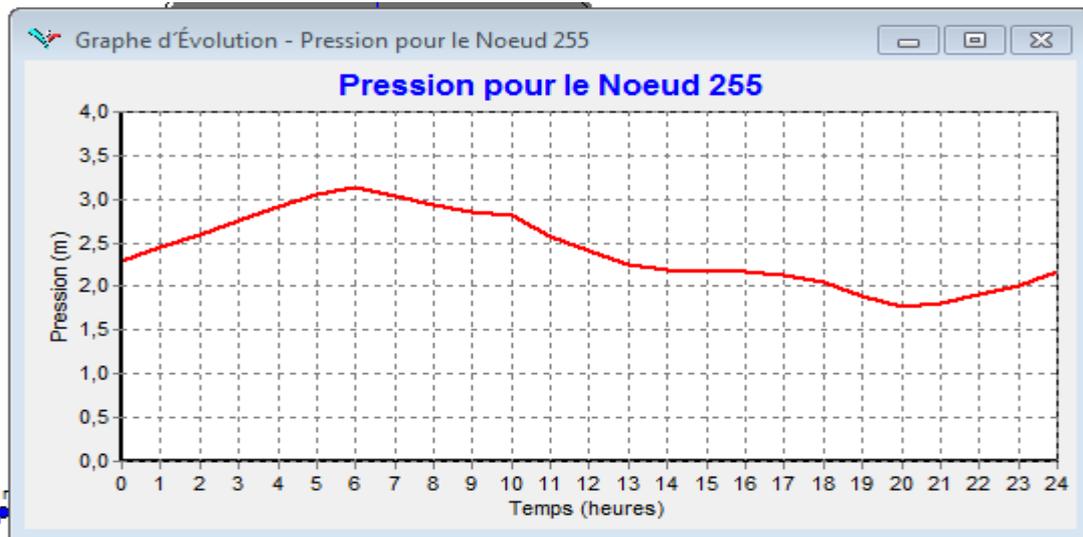


Figure II.34: marnage du réservoir hôpital 200 m³ le jour moyen

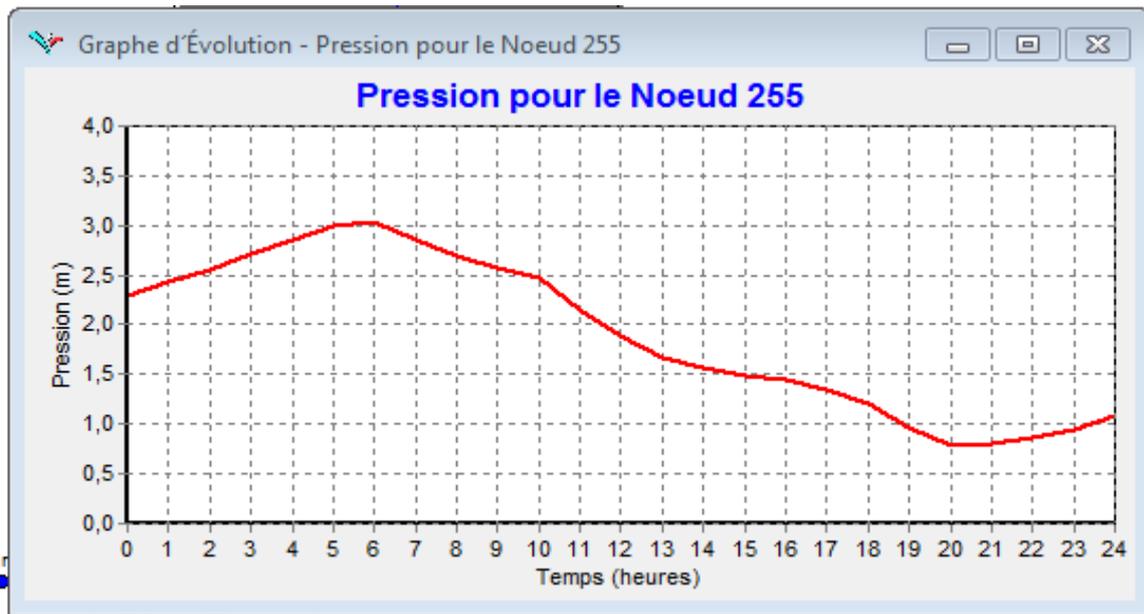


Figure 935: marnage du réservoir hôpital 200 m³ le jour de pointe

D'après la figure 35, la capacité du réservoir Hôpital 200 m³ peut faire face à la pointe journalière.

Pour le jour de pointe, la hauteur de marnage est de 2,24 m avec un volume utile de 142.43 m³ et une réserve de sécurité de 57.57 m³.

Pour le jour moyen, l'autonomie du réservoir Hôpital 200 m³ est de 8 heures.

B.2.Débit mis en distribution

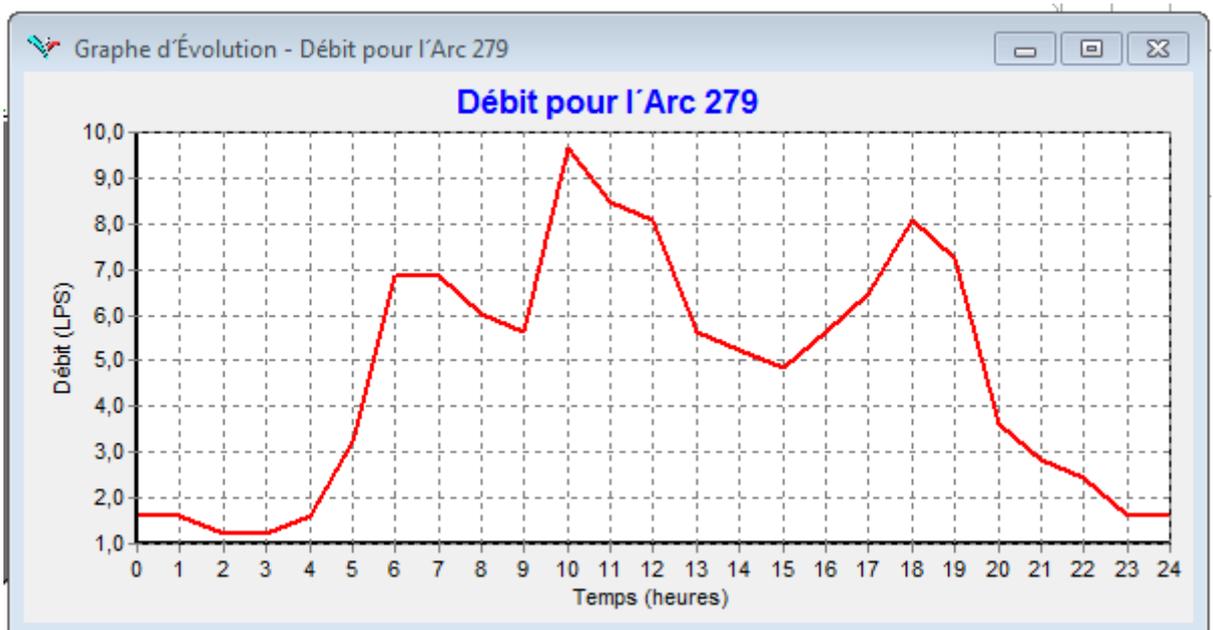


Figure III .36: Evolution du débit à la sortie du réservoir Hôpital Ighaouzene 200 m³

Pour cette partie du sous réseau et pour le jour de pointe, le débit maximum horaire est de 9.67 l/s.

C. Réservoir Hôtel 100 m3

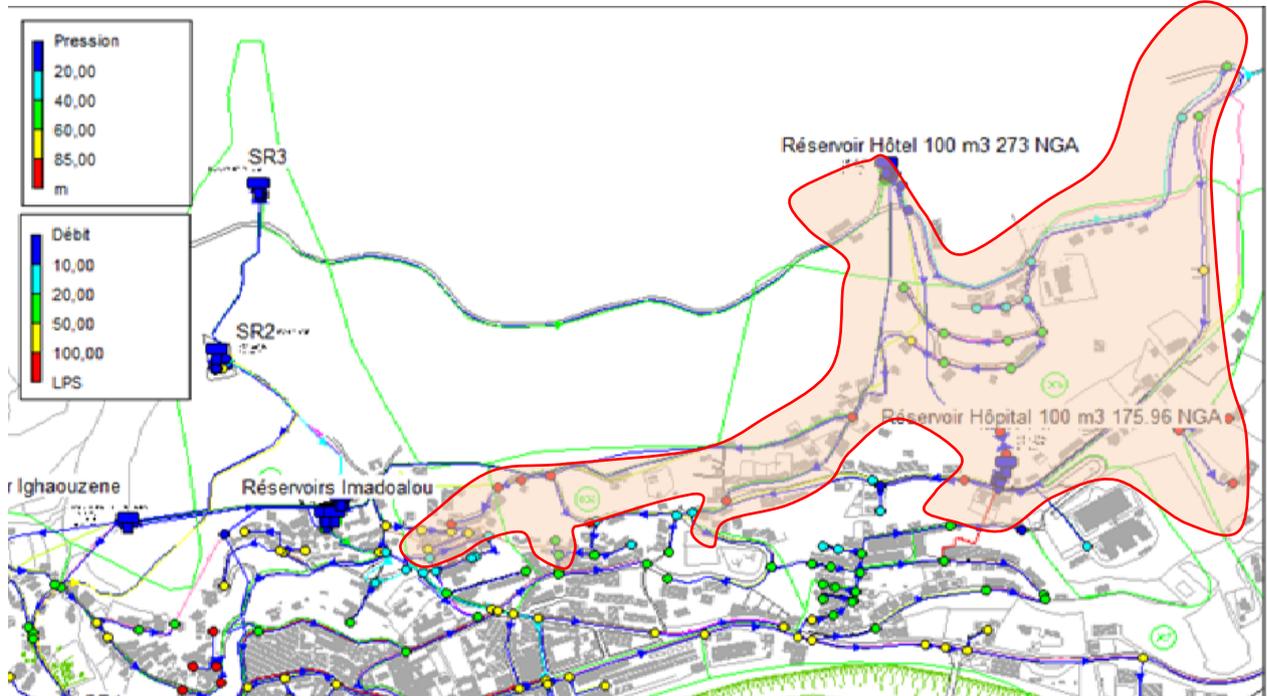


Figure II.37: zone d'influence du réservoir Hôtel.

C.1.Marnage du Réservoir et pression au sol

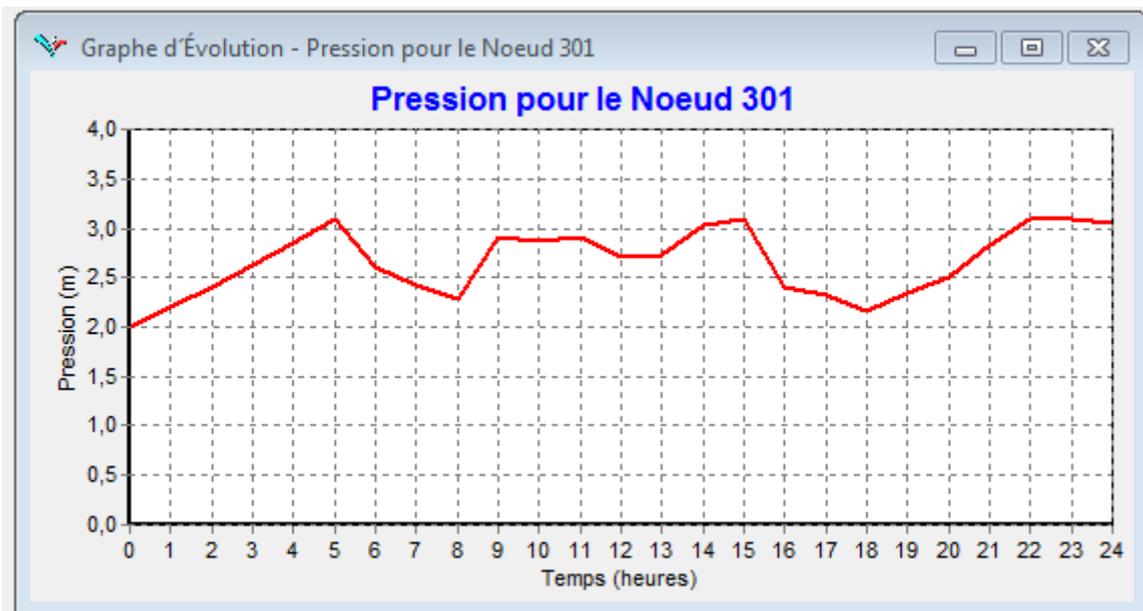


Figure II.38: marnage du réservoir hôtel 100 m3 le jour moyen

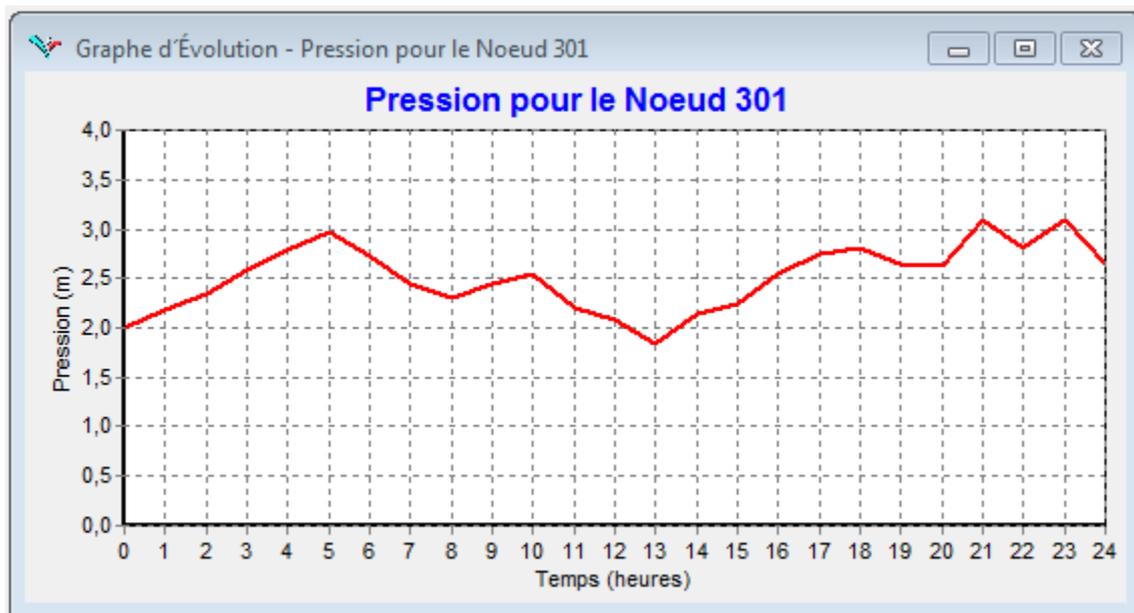


Figure II.39: marnage du réservoir hôpital 100 m³ le jour de pointe

D'après la figure 39, la capacité du réservoir Hôtel 100 m³ peut faire face à la pointe journalière.

Pour le jour de pointe, la hauteur de marnage est de 1.26m avec un volume utile de 47.84 m³ et une réserve de sécurité de 52.15 m³.

C.2.Débit mis en distribution

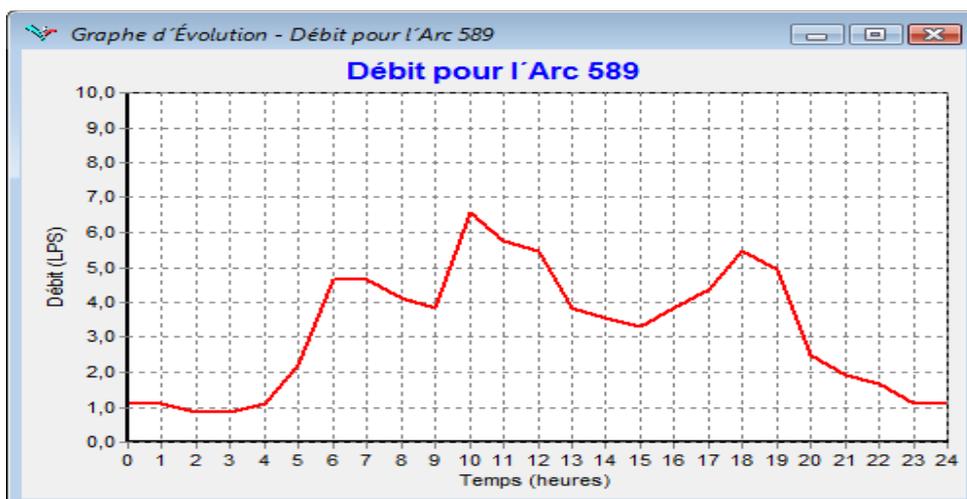


Figure II. 40 : Evolution du débit à la sortie du réservoir Hôtel 200 m³ vers le réseau de distribution

Pour cette partie du sous réseau et pour le jour de pointe, le débit maximum horaire est de 6.57 l/s.

D. Réservoirs Imadalou 2x300 m3

Le réseau de distribution en eau de la zone d'influence des réservoirs Imadalou à été remanié. Il a été rajouté à sa zone d'influence les quartiers Bouhlou inférieur, dock et le quartier Djouadi. Ces réservoirs seront alimentés à partir de la nouvelle sr02.

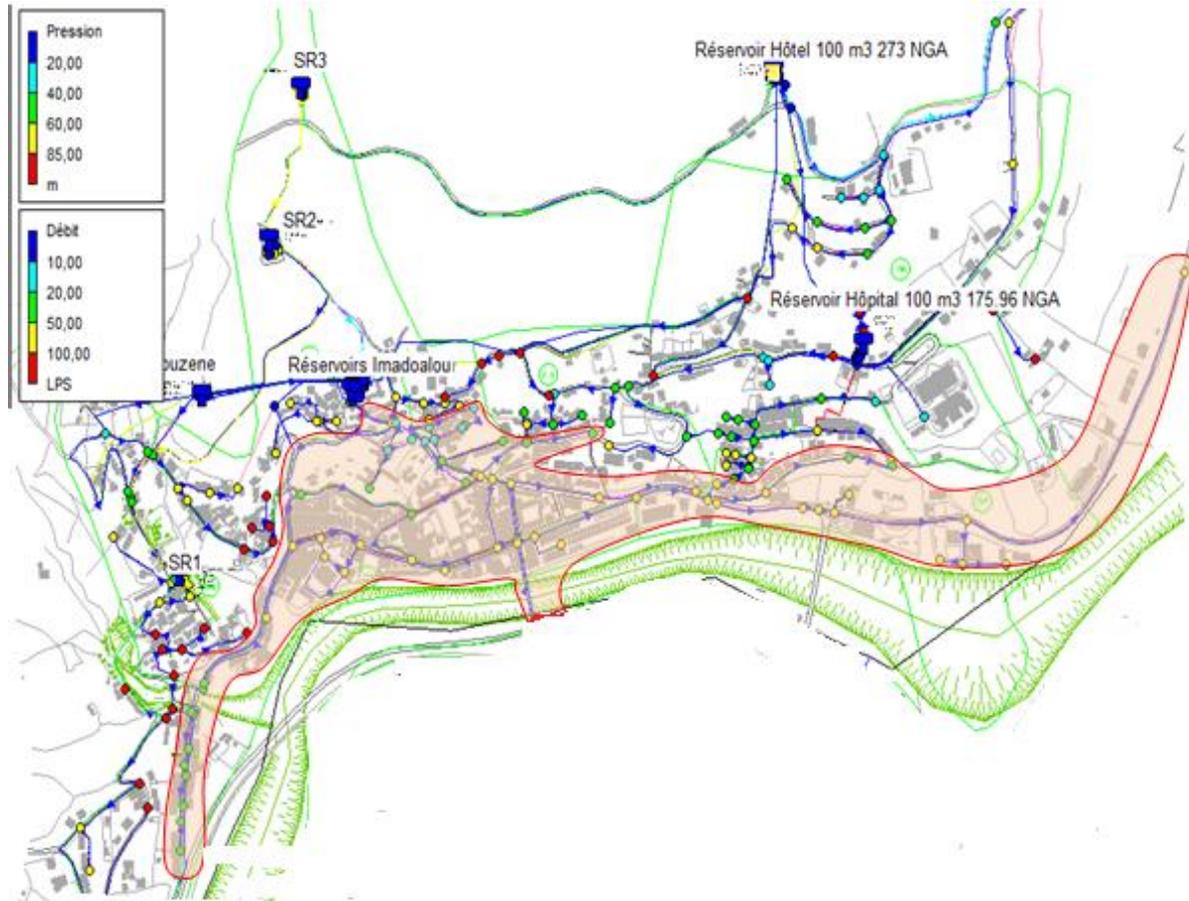


Figure II. 41: (zone d'influence des réservoirs Imadalou).

D.1. Marnage du Réservoir et pression au sol

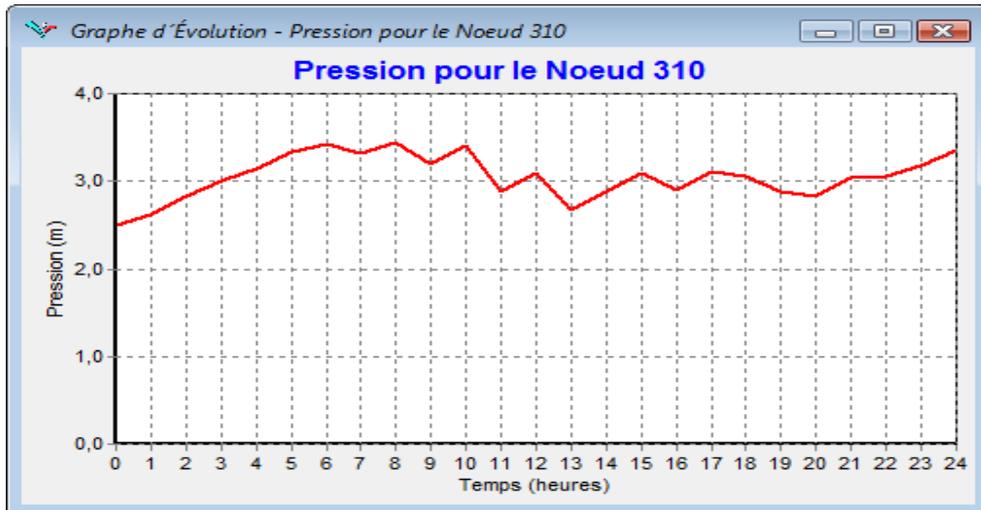


Figure II.42: marnage du réservoir Imadalou 300 m³ (le jour moyen)

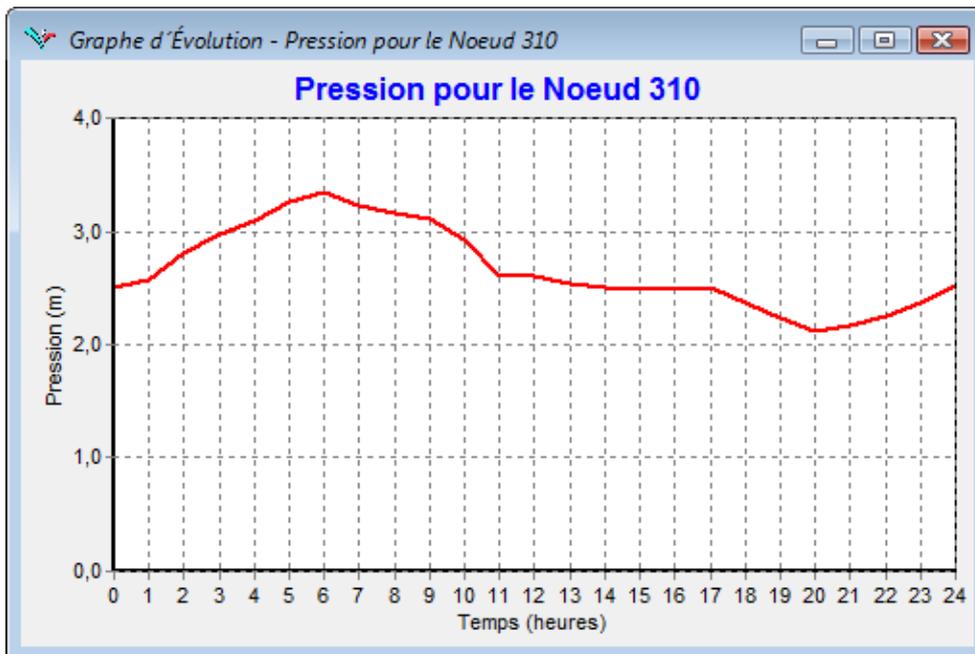


Figure II.43: marnage du réservoir Imadalou 300 m³ (le jour de pointe)

D'après la figure 43, la nouvelle capacité des réservoirs Imadalou 2x300 m³ peut faire face à la pointe journalière.

Pour le jour de pointe, la hauteur de marnage est de 1.36 m avec un volume utile total de 233 m³ et une réserve de sécurité totale de 358 m³.

Pour le jour moyen, l'autonomie des réservoirs Imadalou 2x300 m³ est de 11 heures.

D.2. Débit mis en distribution

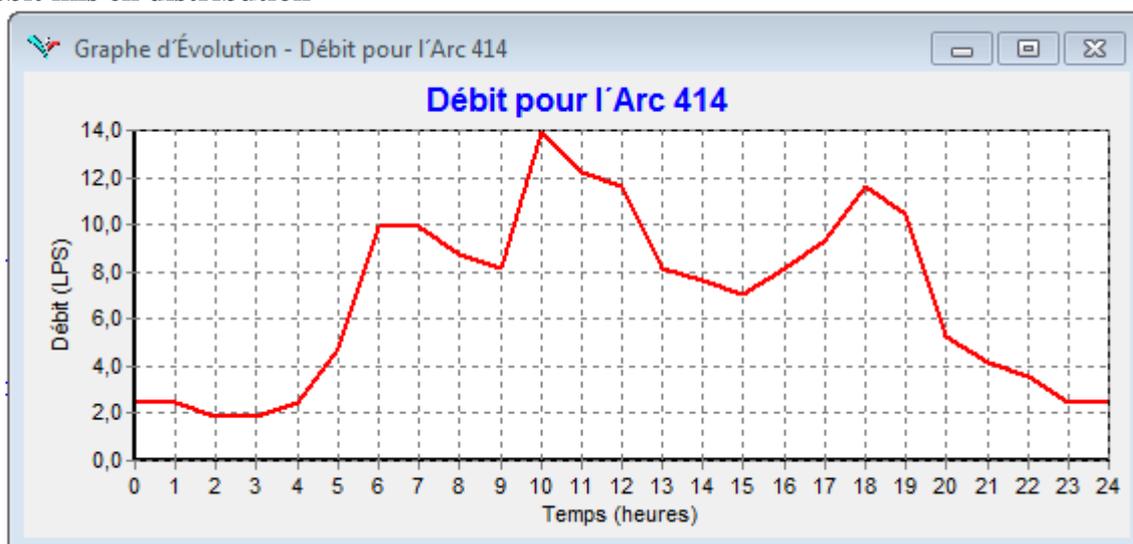


Figure II.44: Evolution du débit à la sortie des réservoirs Imadalou 2x300 m3

Pour cette partie du sous réseau et pour le jour de pointe, le débit maximum horaire est de 13.86 l/s.

Le réseau de distribution du secteur Imadalou a été légèrement remanié.

Le réseau de distribution à l'entrée de l'agglomération de Sidi Aïch (quartier Djouadi) a été reconnecté au réseau du secteur Imadalou voir les conduites.

Sur l'avenue du 1^{er} novembre, entre l'entrée de l'agglomération et le siège de l'APC, deux conduites seront réalisées de part et d'autre, la conduite CH et la conduite CF. cette dernière en DE 90 PEHD réduite en De 75 PEHD permettra l'alimentation des 61 logements en cours de construction.

6.3.3. Dimensions et répartitions des débits sur les conduites d'adduction

La modélisation nous a permis de faire la répartition des débits sur les conduites d'adductions et ainsi dimensionné les conduites projetées, et de vérifier le dimensionnement des conduites existantes.

On distingue deux fonctionnements pour le système d'AEP de la ville Sidi Aïch :

6.3.3.1 Alimentation à partir du Barrage :

L'alimentation de la commune de Sidi Aïch s'effectue à partir des piquages 30.5 et 27.50. Le premier alimente la rive droite et le second alimente la rive gauche. Le débit soutiré pour la rive gauche du piquage 27.5 est de 26.4 l/s.

Tableau 5 : Répartition des débits et dimensions des conduites d’adduction

Rive gauche et Remila			
Tronçon	Débit (l/s)	Diamètre (mm)	Observation
Réservoir 2x2500 – SR1	85	400 PEHD	Gravitaire (Nouvellement réalisée)
SR1 – SR2	85	350 Fonte	Refoulement (Nouvellement réalisée)
SR2 – Réservoir Imadalou	11,83	315 PEHD	Gravitaire (Nouvellement réalisée)
SR2 – Réservoir Ighaouzene	5,68	110 PEHD	Gravitaire (projetée)
SR2 – SR3	67,49	250 Fonte	Refoulement (Nouvellement réalisée)
SR3 – Tinebdar et Tifra	45,26	-	Refoulement (Non réalisé)
SR3 – Réservoir Hôtel	22,23	200 PEHD	Gravitaire (conduite posée)
Réservoir Hôtel – Réservoir Hôpital	3,93	90 PEHD	Gravitaire (Renouvelé)
Réservoir Hôtel – Réservoir Remila (Nouveau)	15,00	200 PEHD	Gravitaire (Projetée)
Réservoir Remila (Nouveau) – Réservoir Remila	3,32	110 PEHD	Gravitaire (Projetée)

☞ On analysant le tableau 58, et étant donné que le quotta de la commune de Tinebdar et de 24 l/s, le débit qu’on peut allouer à la commune de Tifra est de moins de 21.26 l/s.

6.3.3.2 Récapitulatif des ouvrages à réalisés

Ces opérations de réorganisation des zones de services à donner lieu à la mise en place d’un réseau structuré, dimensionné pour les besoins à long terme c'est-à-dire à l’horizon 2030, de nouveaux réservoirs de stockages et des réducteurs de pression.

Les résultats du dimensionnement de calculs des conduites de distribution sont représentés en Annexe II.

Tableau II.46: Récapitulatif des ouvrages à réalisés sur la distribution

Zone d’influence	Linéaire (ml)	Réservoirs	Réducteur de pression
<i>Réservoir Ighaouzene</i>	4879,23	200 m3	-
<i>Réservoir Hôtel</i>	4629,37	200 m3	-
<i>Réservoir Hôpital</i>	3025,8	-	-
<i>Réservoir Imadalou</i>	9783,82	-	-
<i>Réservoir Remila</i>	7614,61	-	DN 50
Total	48009,68	-	-

6.3.3.4 Adduction :

Les résultats du dimensionnement des conduites d’adduction sont représentés sur le tableau 47.

Tableau II.47: Récapitulatif des ouvrages à réalisés sur les adductions

Village	Linéaire	Réservoir	Réducteur de pression
<i>Réservoir Hôtel - SR Remila 2x500 m3</i>	3795.82	2x500 m3	DN 100 et DN 50
<i>SR Remila 2x500 m3 - Réservoir 2x500 m3</i>	492.24	2x500 m3	
<i>Réservoir 2x500 m3 - Réservoir Remila 100 m3</i>	2124.66		
<i>Réservoir Hôtel - Réservoir Hôpital</i>	1484.55		
<i>SR 02 - Réservoirs Ighaouzene</i>	486.41		
<i>Forage Aghernouz - SR01</i>	3440.47		
<i>SR 1000 m3 Tinebdar - Réservoirs Hôtel</i>	1465.90		
Total	13289.34		

6.4. CONCLUSION :

La modélisation du réseau d’alimentation de la rive gauche de la ville de sidi aiche nous a permet de bien comprendre le fonctionnement et les point noir de ce dernier, et a l’aide de ces résultats de modalisation on a pu développer, un programme de travaux prioritaires peut être dégagé selon la programmation suivante:

Court terme

- Lancer la construction des réservoirs projetés un 500 m3 sur la nouvelle station de reprise à Remila et un 500 m3 au sommet du POS 10 ;
- Renforcer la capacité des réservoirs Hôtel et Ighaouzene ;
- Réhabilité 15.3 km du réseau de distribution et 7.1 Km du réseau d’adduction.

Moyen terme

- Réhabilité 18.5 km du réseau de distribution et 5.9 Km du réseau d’adduction.

Long terme

- Lancer la construction des autres réservoirs jumelés projetés un 500 m3 sur la nouvelle station de reprise à Remila et un 500 m3 au sommet du POS 10.

**Conception d'un SIG du réseau eau potable pour la rive gauche de la ville de SIDI
AICHE :**

Les décisions à prendre dans les services gestionnaires des réseaux d'AEP vont au delà du simple fait d'afficher une carte ou de retrouver une adresse. Il s'agit de construire un équipement, d'aménager ou de gérer une zone, de gérer un service public, ou encore d'intervenir en cas d'incident sur le réseau. Cela suppose de prendre des décisions impliquant de nombreuses personnes et d'agir en mettant en œuvre des moyens importants.

En effet, il peut s'avérer plus rentable de mettre en place une information organisée, entretenue et gérée en permanence, prête pour plusieurs besoins ou pour un besoin imprévu, plutôt que de réagir au coup par coup avec les moyens du bord (déplier une carte, faire appel aux souvenirs, faire une visite sur le terrain...).

Dans ce cadre, un des préalables essentiels avant de se lancer dans la mise en œuvre d'une application SIG est le questionnement relatif à l'utilisation envisagée (ou envisageable) de l'information géographique. Ces possibilités peuvent être regroupées en grandes catégories:

– *l'accumulation de connaissances éparses*. Il est souvent difficile pour un problème donné d'acquérir une connaissance rapide et exacte du terrain. Les informations sont souvent réparties entre plusieurs gestionnaires (réseaux, géologie, etc.), d'origine plus ou moins ancienne, connues éventuellement d'un groupe restreint de spécialistes (données archéologiques). Dans ce cas, actualisation et connaissance de la précision des données sont impératives ;

– *l'usage opérationnel de plans actualisés*. L'utilisateur souhaite disposer d'informations précises (cartographiques et alphanumériques) et homogènes de la réalité du terrain au moment où il doit intervenir (par exemple, canalisations diverses enterrées sous une voirie). Toutefois, ces données (érosion, modification de tracés, modification de caractéristiques...) évoluent dans le temps ;

L'actualisation est donc indispensable, de même que la traçabilité du mode de collecte des Informations

– *la représentation de « clichés instantanés » archivés*. Certaines situations nécessitent de conserver l'image de situations antérieures, notamment pour l'étude de phénomènes évolutifs, que ce soit pour les données graphiques (par exemple, l'évolution d'une zone inondée) ou pour les données descriptives (évolution de la population) ;

– *la simulation d'événements*. L'étude de l'impact d'un événement (accident, aménagement d'une zone, effet de la fermeture d'une vanne d'un réseau) nécessite une lisibilité des résultats et un caractère opérationnel des données. La modélisation nécessite alors d'établir des relations fonctionnelles entre les données aussi précises que possible (relations topologiques notamment) [20] ;

Etapas de création du SIG du réseau d'AEP de la rive gauche de la ville de SIDI AICHE

III.1.Choix du SIG

Confrontés aux nombreux systèmes d'information géographique adaptés au monde de la micro informatique, Le choix s'est porté sur les systèmes d'informations géographiques et Arc Gis pour cette phase, et pour bénéficier d'un produits performante évolutif. Ce produit permettent de créer, d'afficher, de modifier toutes formes d'informations géographiquement référencées.

On peut résumer leurs principales caractéristiques comme suit :

- Opérations de superpositions : superposition de couches thématiques ;
- Traitements statistiques ;
- Types de sortie : représentations cartographiques, valeurs numériques ou textuelles, histogrammes, graphiques, ..., etc.;
- Disponibilité d'une bibliothèque de symboles, de traits, de trames et de légende modifiables de façon interactive ;
- Echange de données avec les logiciels de CAO et DAO tel qu'AUTOCAD ;
- Doté d'un langage SQL étendu pour la gestion des données descriptives.

Parmi leurs fonctionnalités, on peut citer :

- Efficacité dans la gestion des bases de données ;
- Fonctionnalités graphiques sont importantes ;
- Puissant langage de requêtes permet de mixer les entrées graphiques et non graphiques ;
- Indépendance vis à vis du choix du matériel ;
- Capacité à intégrer de données externes et à exporter des données vers d'autres systèmes.

III.2 Acquisition et inventaire des données

Le volume important d'informations à collecter, la grande quantité de documents à inventorier ainsi que la diversité des organismes détenteurs d'informations représentent une grande difficulté dans le processus d'élaboration d'une base de données. L'opération

d'inventaire consiste à identifier, décrire et localiser les données relatives au réseau d'Alimentation en eau potable.

Tous les données du réseau d'alimentation en eau potable de la rive gauche de la ville de sidi aiche sont décrit au chapitre précédent (chapitre II).

III.3 Organisation structurelle du système D'AEP de la rive gauche de la ville de sidi aiche

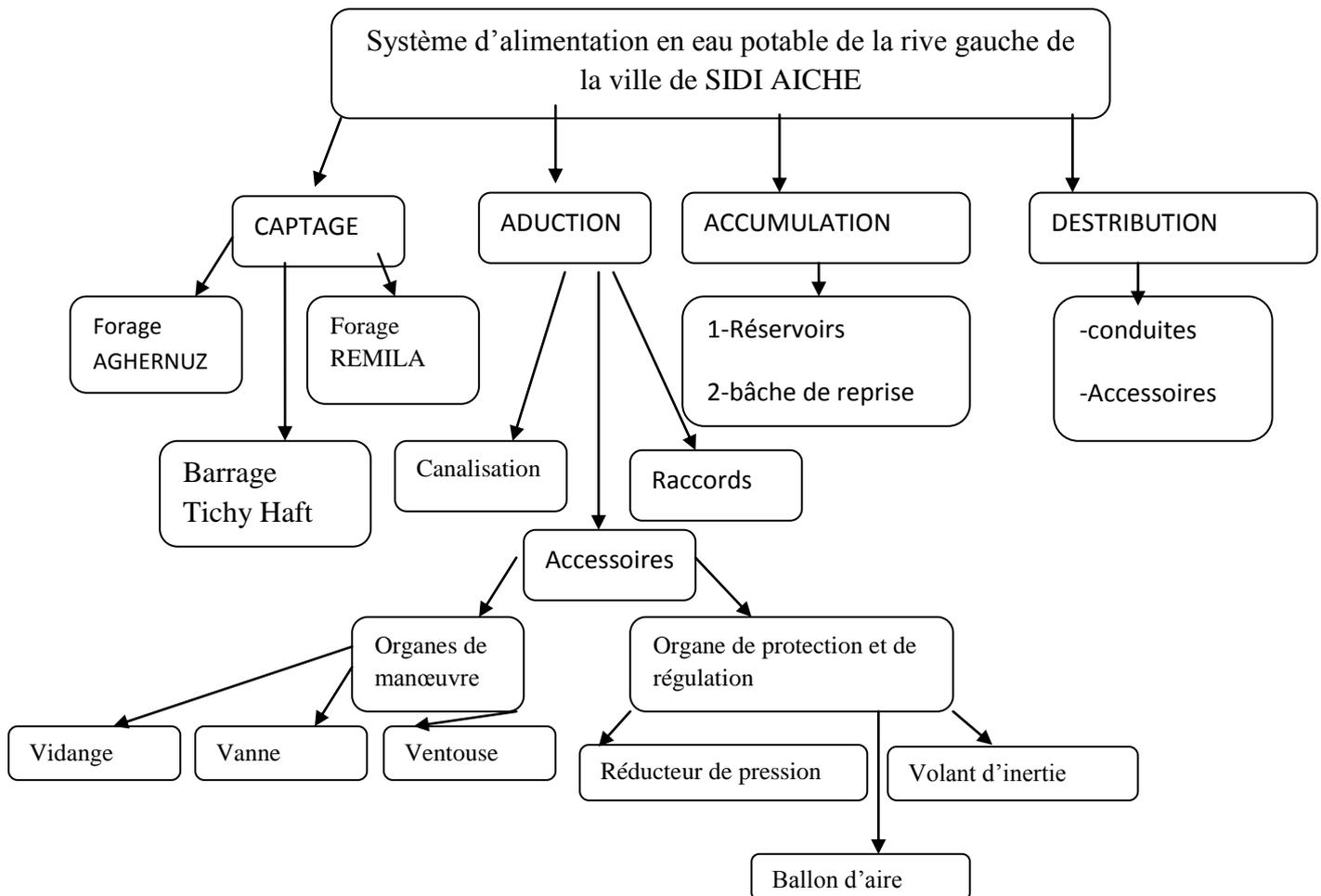


Figure VI.1 : organisation structurelle d'un système d'AEP de la rive gauche de la ville de SIDI AICHE

La modélisation conceptuelle du système d'alimentation en eau potable est au centre de l'organisation structurelle, donnant naissance au système d'information géographique du réseau de la rive gauche de la ville de sidi aiche

III.4. Analyse des données

L'analyse des données consiste à déterminer les caractéristiques des documents à retenir, pour bien appréhender et supporter la représentation du réseau d'AEP de la rive

gauche de la ville de SIDI AICHE. Car il est difficile de définir à l'avance toutes les utilisations possibles et imaginables qui pourraient être faites par le système d'information géographique. Ajoutant à ces difficultés, les nombreuses lacunes enregistrées au niveau de la cartographie des réseaux d'AEP, dont nous avons récapitulé les plus importantes :

- Fond de plan non géo référence;
- Absence de légende récapitulant les signes conventionnels relatifs aux réseaux ;
- Plans anciens non actualisés.

III.5. Numérisation des données

La numérisation consiste à remplacer les traditionnels plans papier difficiles à manipuler et complexes à mettre à jour par des plans numérisés où l'on retrouve de manière bien différenciée (symboles, couleurs...), les rues, les bâtis... issus du plan vectorisé avec l'ensemble du réseau d'AEP qui y a été reporté. Cette méthode se révèle la mieux adaptée aux nécessités de ce travail, car elle permet de saisir la géométrie des objets graphiques élémentaires : Point, Ligne ou Polygone.

Vues le manques des plans numériser de la ville de sidi aiche nous avons procéder d'effectuer les déférentes étapes de calages et de géo référencement par Google sous auto-cade.

Une fois notre plan sur Auto-cade de la ville de sidi aiche est géo-référencie par Google Earth sous Auto Cade on nous pouvant l'utiliser sous Arc Gis et de procéder a la création de la base de données du réseau d'AEP.

Pour cela nous avons suivie les étapes suivantes :

- La première étape consiste à ouvrir une nouvelle page vierge sur auto cade sur la barre d'outil insert on clique sur référence externe.

Sur la fenêtre du référence externe on choisie attache DWG et on ouvre notre plan de la ville de sidi aiche sous Auto-cade ;

- La deuxième étape consiste à localiser la ville de sidi aiche sur Google Earth l'image satellitaire avec deux borne de référence.

-la troisième étape consiste sur de caler cette image satellitaire sur Auto-Cade on utilisant sur la fenêtre référence externe en clique sur attache image et on attache l'image satellitaire de la ville de sidi aiche et on introduits les cordonnées des deux borne enregistres sur Google Earth de 'l'image satellitaires de notre ville.

Et en fin on obtient notre plan sur Auto Cade seras bien callé par-rapport a 'l'image satellitaires de Google Earth

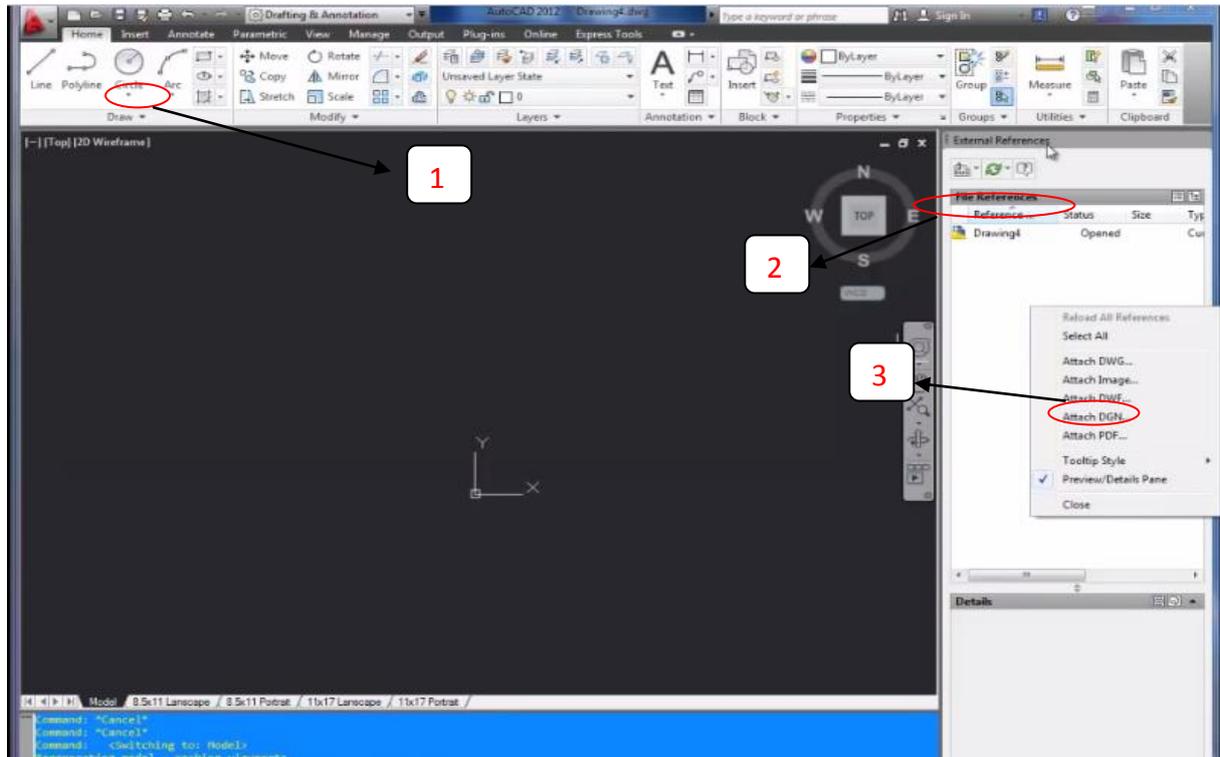


Figure III.1 : la première étape de géo référencement sous Auto-Cade.

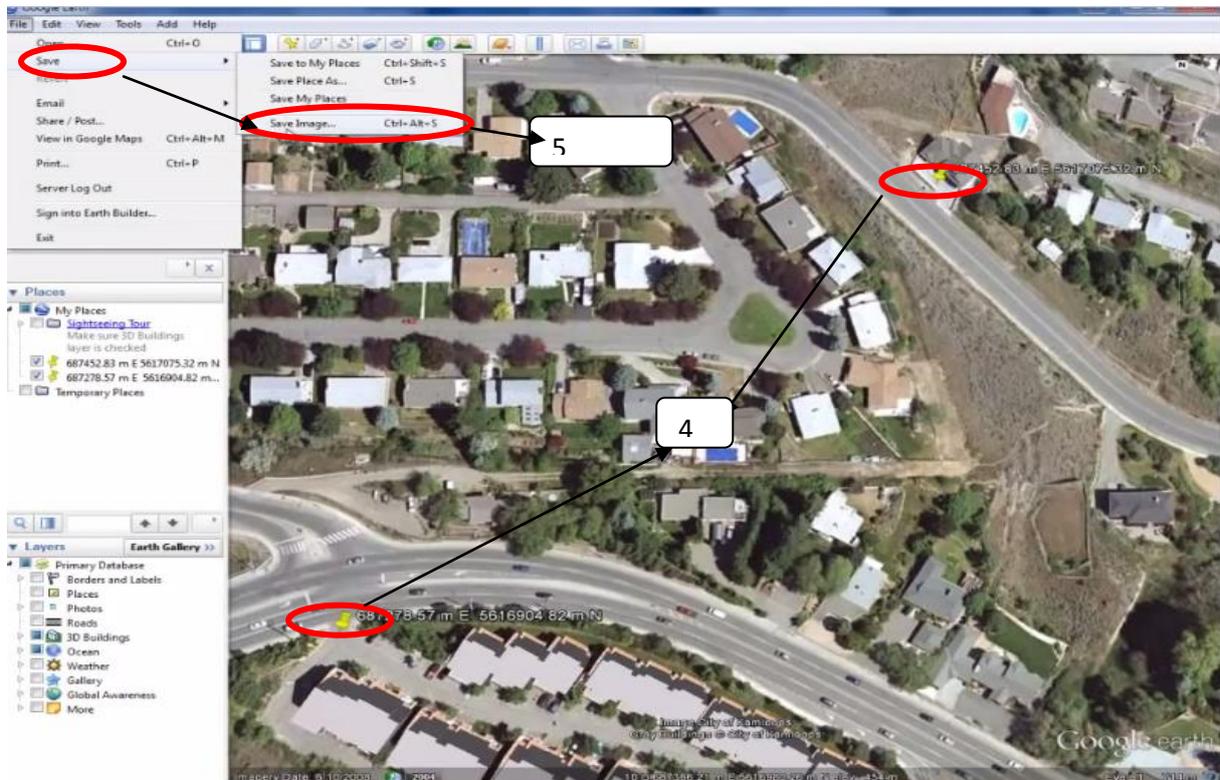


Figure III.2 : enregistrement de l'image satellitaire de la ville de sidi aiche sous Google Earth.

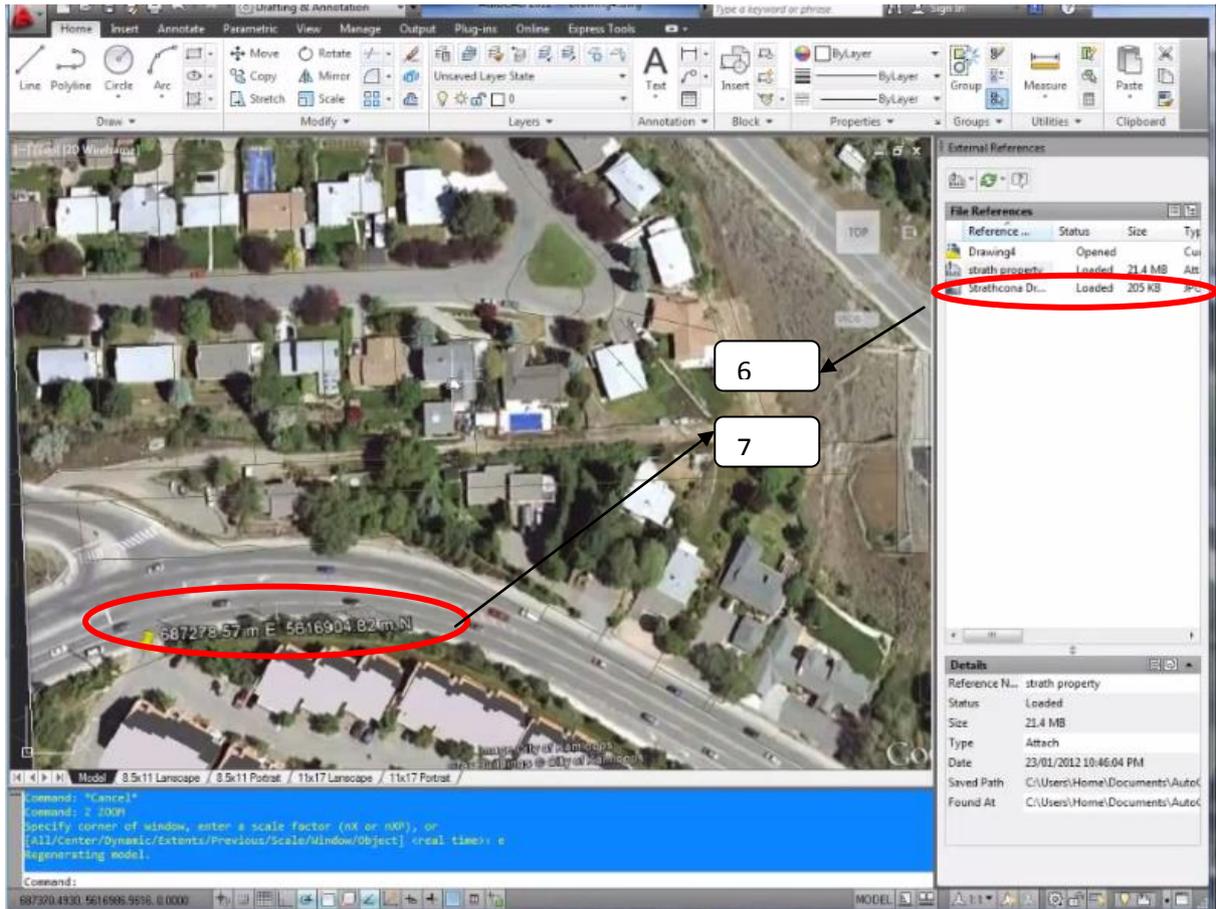


Figure III.3 : Calage de l'image satellitaire de la ville de sidi aiche Google Earth sous Auto Cade.

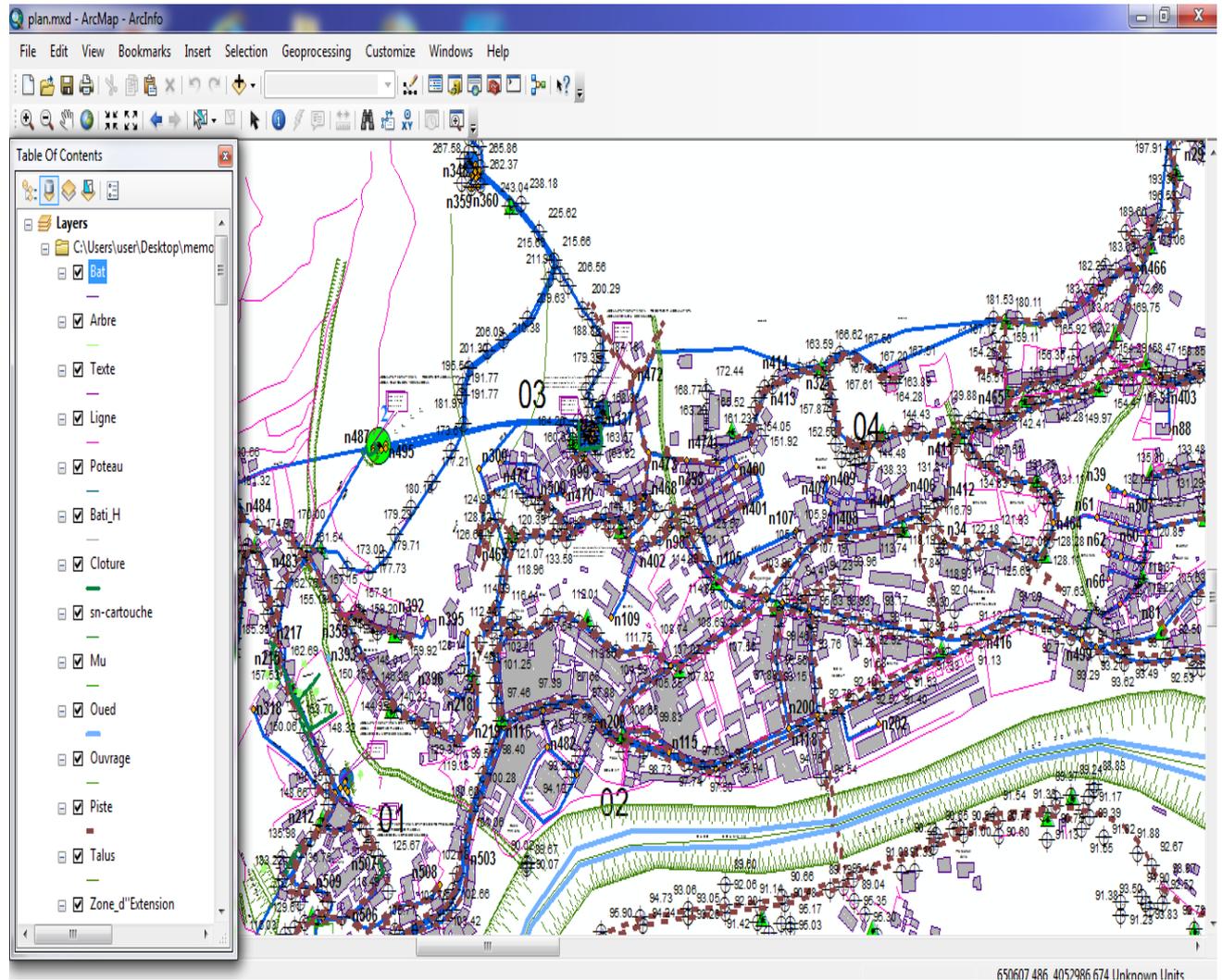


Figure III.4 : réseau d'alimentation de la rive gauche de sidi aiche sous Arc Gis.

III.6.1. Création de la base de données

Les données sont des observations brutes. Après leur traitement, on arrive à des

Informations utiles pour la conception de la base de données. Ils sont de différentes natures:

- nature variable (fichier géographique)
 - Un point (vanne, forage, réservoir ...)
 - Une ligne (conduite, route ...)
 - Une surface ou région (îlot, bâti ...).
- structure variable
 - Maillée ou raster (image satellitaire...)
 - Vectorielle (limites des îlots...).

➤ source variable

- Soit des tableaux de chiffres (fichiers de forages...);
- Soit différentes cartes et plans réalisés pour la zone d'étude considérée (Plans de réseaux, profils en long...).

Les données associées sont organisées sous forme de tables. Les noms d'attributs sont introduits champ par champ selon leurs types (caractère, entier, flottant, virgule fixe, date...). Chaque entité géométrique (conduite) est reliée à sa description exhaustive, ce lien se fait au moyen d'un identifiant interne. III.5 montre la définition et la structure de la table Conduites :

OID	ZID	ID	TAG	DIAMETER	LENGTH	ROUGHNESS	BULKCOEFF	WALLCOEFF	FLOW	VELOCITY	HEADLOSS	FRICTION	REAC
0	1	234		73.6	540	130	0	0	0.28	0.06	0.11	0.038	
1	2	235		73.6	317.15	130	0	0	0.26	0.06	0.1	0.038	
2	3	236		32.6	129.41	130	0	0	0.02	0.02	0.04	0.05	
3	4	239		40.8	143.83	130	0	0	-0.02	0.02	0.01	0.052	
4	5	240		40.8	260	130	0	0	0.04	0.03	0.05	0.047	
5	6	244		32.60	189.83	130	0	0	0.02	0.02	0.04	0.05	
6	7	251		102.2	268.79	130	0	0	0.84	0.1	0.17	0.033	
7	8	253		90	61.44	130	0	0	0.56	0.09	0.15	0.035	
8	9	254		51.4	40	130	0	0	0.06	0.03	0.04	0.045	
9	10	255		40.8	39.18	130	0	0	0.03	0.02	0.04	0.048	
10	11	256		90	58.37	130	0	0	0.46	0.07	0.11	0.036	
11	12	257		51.4	60	130	0	0	0.1	0.05	0.09	0.042	
12	13	258		40.8	100	130	0	0	0.06	0.05	0.13	0.043	
13	14	259		32.6	87.65	130	0	0	0.03	0.04	0.11	0.047	
14	15	260		61.4	80.71	130	0	0	0.33	0.11	0.37	0.036	
15	16	261		61.4	100	130	0	0	0.3	0.1	0.3	0.036	
16	17	262		61.4	60	130	0	0	0.26	0.09	0.25	0.037	
17	18	266		51.4	260	130	0	0	0.15	0.07	0.22	0.039	
18	19	267		32.6	307.27	130	0	0	0.03	0.04	0.11	0.047	
19	20	271		73.6	179.08	130	0	0	0.03	0.01	0	0.052	
20	21	274		40.8	263.07	130	0	0	0.03	0.02	0.04	0.048	
21	22	276		125	3.45	100	0	0	-0.03	0	0	0	
22	23	277		125	2.92	100	0	0	-0.97	0.08	0.14	0.055	

Figure IV.5 : Structure de la table « Conduites ».

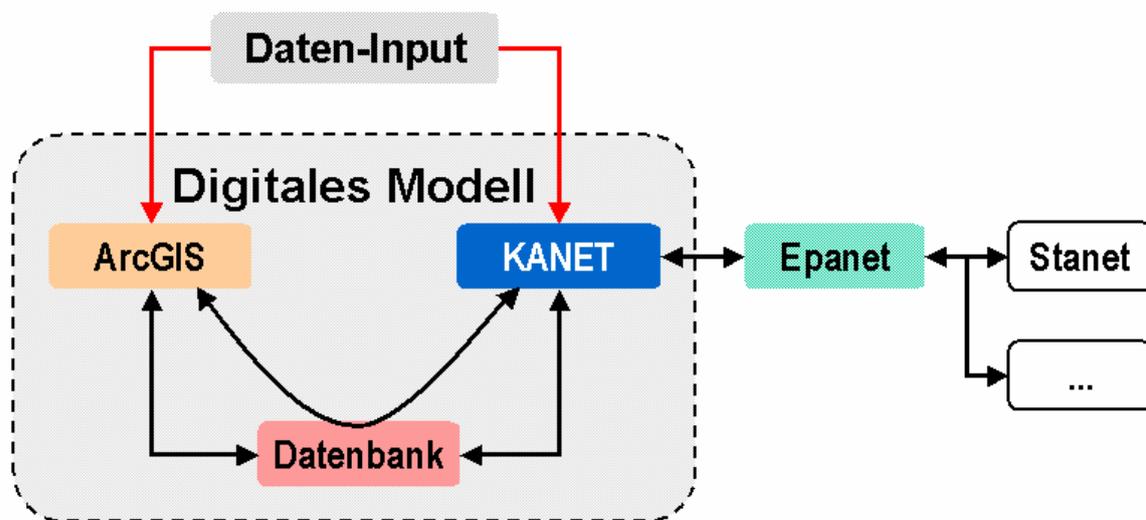
Pour la création de la base de données du réseau d'alimentation en eau potable de la rive gauche de la ville de sidi aiche nous avons utilisé l'application KANET qui nous permet d'importer tous les données du réseau sous Epanet et les scénarios enregistrer du réseau d'eau potable de la ville de sidi aiche Arc-Gis

III.6.1.1. Interfaces et Import/Export de données

La numérisation des données concernant le réseau et l'entrée de données peut de faire et à l'aide de la surface d'utilisateur de KANET et à l'aide d'Arc-Gis. De plus, il y a la possibilité d'importer des ensembles de données ayant été créés à l'aide d'EPANET dans le

format « *.inp ». En outre il est possible d'enregistrer les données concernant le réseau provenant de KANET dans le format *.inp.

La possibilité de traiter et d'enregistrer des données provenant de KANET également dans Arc-Gis permet l'utilisation d'outils Arc-Gis et celle d'outils ayant été programmé par l'utilisateur (VBA – Applications Visual BASIC). En outre il est possible d'utiliser les diverses fonctionnalités d'Arc-Gis dans le domaine du traitement de données.



Interfaces et Import/Export de données

III.6.1.2. Environnement de Travail : Interface Graphique d'Utilisateur (GUI) et Banque de Données

- Gestion des données des scénarios différents ;
- Gestion de données dans le format d'Access ;
- Gestion de données dans la banque de données Géo-Data-Base d'ESRI ;
- Gestion de données soit dans Arc-Map d'ESRI ou dans KANET ;
- Interface pour communiquer entre KANET et EPANET (modèle de la simulation d'EPA).

A l'aide de ce dernier nous avons pu créer une base des données pour notre réseau, cette base des données contient toutes les données du réseau des villes de Sidi Aiche voir la figure IV.6

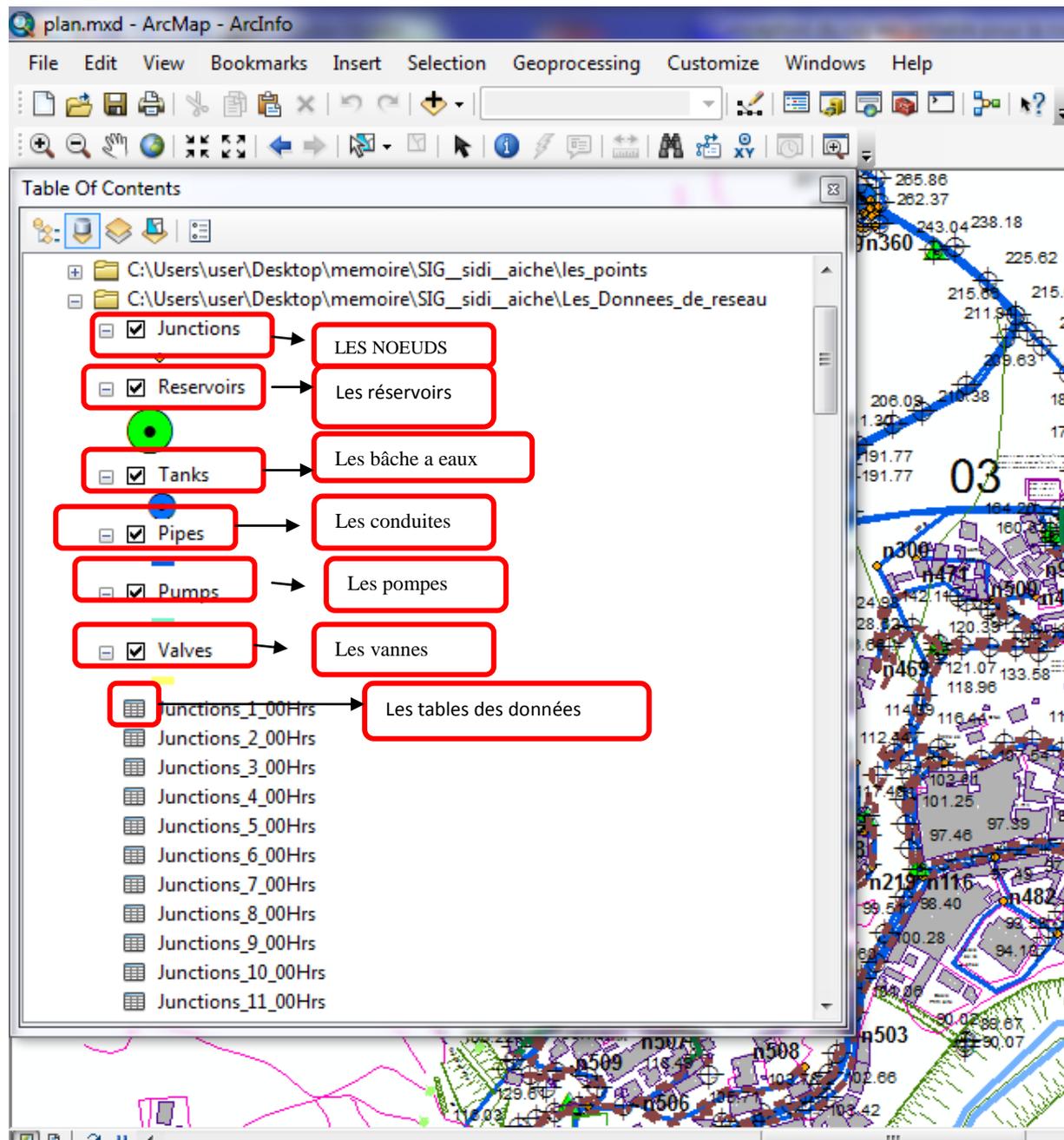


Figure IV : La base des données du réseau d'alimentation de la rive gauche de la ville de sidi aiche sous ARCGIS

III.7.requêtes SQL et analyses thématiques

L'établissement d'une base de données consiste à ressortir des requêtes.

L'interrogation des bases des données relationnelles se fait grâce à l'algèbre relationnelle ou mieux par l'intermédiaire d'un langage de requêtes qui s'appuie sur cette dernière. Grâce à l'algèbre relationnelle et à ses opérateurs ensemblistes, il est possible de rechercher toutes les

informations répondant à un ensemble de critères sur les attributs. Ce sont des requêtes alphanumériques ou attributaires.

Le langage SQL (Structured Query Language) permet de formuler des requêtes sur une base de données en s'appuyant sur les opérateurs de l'algèbre relationnelle. La commande SQL la plus importante et la plus riche sémantiquement est l'ordre SELECT dont la forme la plus simple comprend les clauses : SELECT, FROM et WHERE :

SELECT (liste d'attributs)

FROM (liste des tables)

WHERE (condition)

La clause SELECT permet d'exprimer la projection sur la liste d'attributs que l'on désire conserver, la clause FROM permet de citer la liste des tables concernées par la requête SQL. Et la clause WHERE regroupe un ensemble de conditions et permet aussi d'exprimer l'objet de la restriction [21].

CONCLUSION :

A travers ce chapitre nous avons donnée une première démarche comme contribution a la mise en place d'un système information géographique pour le réseau d'alimentation en eau potable de la rive gauche de SIDI AICHE, nous avons utilisé l'arc-gis ce logiciel est le plus performants dans le domaine de SIG.

Le SIG de la rive gauche de SIDI AICHE permet un accès rapide au données et une analyse plus efficace de ces derniers il représente aussi un outil d'aide a la décision aux responsables des ressources en eau, ce qui permet une gestion intégrer du réseau d'alimentation en eau potable et de satisfaire les déférents besoins en eau sur les divers horizons.

CONCLUSION GENERALE

Ce travail été consisté à mettre en place un outil méthodologique, capable de gérer le réseau d'alimentation en eau potable a l'aide d'une méthodologie objectif suivit lors de la modélisation, et de la mise en place d'un système information géographique,Il offre aux exploitants du réseau un outil performant de gestion, disposant d'une base de données relationnelle, pouvant être interrogée en tout instant.

Pour toute analyse de dysfonctionnement, une réponse instantanée est donnée. Aussi, il facilite la programmation de l'intervention pouvant être effectuée en tout point du réseau. Il reste un outil d'exploitation permettant au gestionnaire d'effectuer le diagnostic de son réseau, d'étudier les solutions aux problèmes rencontrés et de prévoir les situations futures.

Compte tenu des données disponibles, les performances hydrauliques (pression, vitesse, débit...) du réseau d'AEP de la rive gauche de la ville de SIDI AICHE ont été étudiées.

Les résultats de modélisation sous EPANET ont montré que le réseau du de la rive gauche de la ville de SIDI AICHE doit être remanie, des opérations de réhabilitation sont indispensables pour corriger les problèmes de pressions au niveau du réseau. Aussi, l'implantation des nouvelles capacités de stockage de nouveaux aménagements, ceci permettra d'avoir une enveloppe de pression convenable surtout en heures de pointe. Des organes accessoires doivent être prévus pour limiter les pressions trop importantes, cause principales d'apparition des fuites.

Les opérations de saisie, de stockage, et de mise à jour des données permettent d'emmagasiner un historique des problèmes d'exploitation (ruptures, renouvellement, modification du tracé...), pour les prévisions d'interventions sur le réseau. Les avantages d'un tel système ne sont plus à démontrer, mais la collecte et la saisie des données représentent un travail considérable. Les informations mémorisées sont nécessaires à la bonne gestion du réseau d'alimentation.

Ce travail constitue une première étape d'un processus global dont le but est de développer des techniques d'aide à la gestion des réseaux urbains en général, et les réseaux d'AEP en particulier, au moyen de la modélisation et mise en place d'un système d'information géographique.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] **BONNIN J. (1982)**. Aide mémoire d'hydraulique urbaine. Édition Eyrolles. France.
- [3] **BENBLIDIA M., THIVET G. (2010)**. Gestion des ressources en eau : les limites d'une politique de l'offre. La note d'analyse du centre international de hautes études agronomiques méditerranéennes (CIHEM). CE.
- [4] **Valiron F.**, Mémento du gestionnaire de l'alimentation en eau potable et de l'assainissement, Tome 1, 2, 3, Edition Lavoisier, 1994, 1262 p.
- [5] **Nafi** 2006, « la programmation pluriannuelle du renouvellement des réseaux d'eau potable », Mémoire de doctorat, Université Louis Pasteur, Strasbourg I, 2006.].
- [6]- **AMARA aissani 2011** : modélisation et simulation chapitre 1 p14
- [7]**Choux B., 1990**, Modélisation des réseaux d'eau potable, compatibilité avec la cartographie informatisée, L'eau – L'industrie – Les nuisances N°141, pp. 48 – 50.
- [13] **Abdelbaki Chérifa, 2001**, Contribution à la gestion d'un réseau d'alimentation en eau potable à l'aide d'un système d'information géographique : application à la ville de Birtouta, Mémoire de magister, ENSH Blida,
- [14]. **igor blindu.2004**, outils d'aide au diagnostique du réseau d'eau potable pour la ville de CHISINOU par l'analyse spatial et temporelle des dysfonctionnement hydrauliques.
- [15].**LAMANDLS. 2002** (Générale des Eaux) et **ALBALADEJO H** (Agence de l'eau Seine Normandie) «sectorisation des réseau eau potable », d' technique , science et méthode , (TSM)n°6.
- [16] **DEMASSUE.J.L,** 1996« Measuring water distribution system performance »,Journal water supply ,1996, vol N°1, pp.35-43
- [17] **BELLILI, A. et HAMADOUCHE, N.** : « Diagnostic et dimensionnement du réseau d'AEP de la rive droite de la commune de SIDI AICH ». Mémoire de fin d'études, Master. Université de Bejaia, Département Hydraulique, 2013.
- [18] **Données de Bureau d'Etudes HYDRRA** (Valeurs recommandées par l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse).
- [19] **DUPONT, A.** : « Hydraulique urbaine : Ouvrage de transport, élévation et distribution des eaux », Tome II. Edition EYROLLES, 1979.

[20] «**Abdelbaki Chérifa, 2014**, mdélisation du réseau d'alimentation en eau potable et contribution a sa gestion a l'aide d'un SIG –cas du groupement urbain TELEMCCEN »,THESE DOCTORAT.

[21] **LAURINI R., François M-R 1993** «les bases de données en géomatique », Paris :Edition Haremes,

[22]-**PORNON H 1992** les SIG mise en œuvre et application, Edition Hermes 160p

[23]-**Pouliot, J. 1999**. Définition d'un cadre géosémantique pour le couplage des modèles prévisionnels de comportement et des SIG - Application pour les écosystèmes forestiers" Thèse de Doctorat, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Suisse, 171

[24]**Dimitri S., Bakary D., 2007**, L'utilisation des systèmes d'information géographiques dans les Instituts/Bureaux nationaux de statistique africains, African Statistical Journal Vol 5,

[25] **Prelaz Droux R., 1995**, Système d'information et gestion du territoire, Approche systématique et procédure de réalisation, Presses polytechniques et universitaires romandes.

[26] **Repetti Alexandre, 2004**, un concept de monitoring participatif au service des villes en développement. Approche méthodologique et réalisation d'un observatoire urbain, Thèse de doctorat, École polytechnique fédérale de Lausanne, 220 p.

[27] **Rouet P., 1993**, Les données dans les Systèmes d'Information Géographique, Edition
Hermes.

[28] **Pornon H., 1996**, La notion de précision dans les SIG : Données précises ou données de qualité, le géomètre 6, pp. 30 – 33.

[29] **Mojeron J., Merise par l'exemple, Les éditions d'organisation, 1991, 247 p.**

[30] **Chikh M., Benmohamed L., Trache M., 1997**, Modélisation des données d'un réseau d'assainissement dans une base de données de type SIG, 2^{ème} colloque maghrébin sur l'hydraulique, Zéralda, pp. 56 – 63.

[31]**CECILE A., JEAN-MARC B., JEAN-LUC C. (2004)**. Réhabilitation / remplacement des réseaux d'eau potable en zone rurale. Document technique FNDAE. Hors série N- 10. Office international de l'eau SNIDE. France.

SITE INTERNET

[02] www.cnrs.com

[08] (www.7t.dk/aquis).

[09] (www.derceto.com/Products-Services/Derceto-Aquadapt);

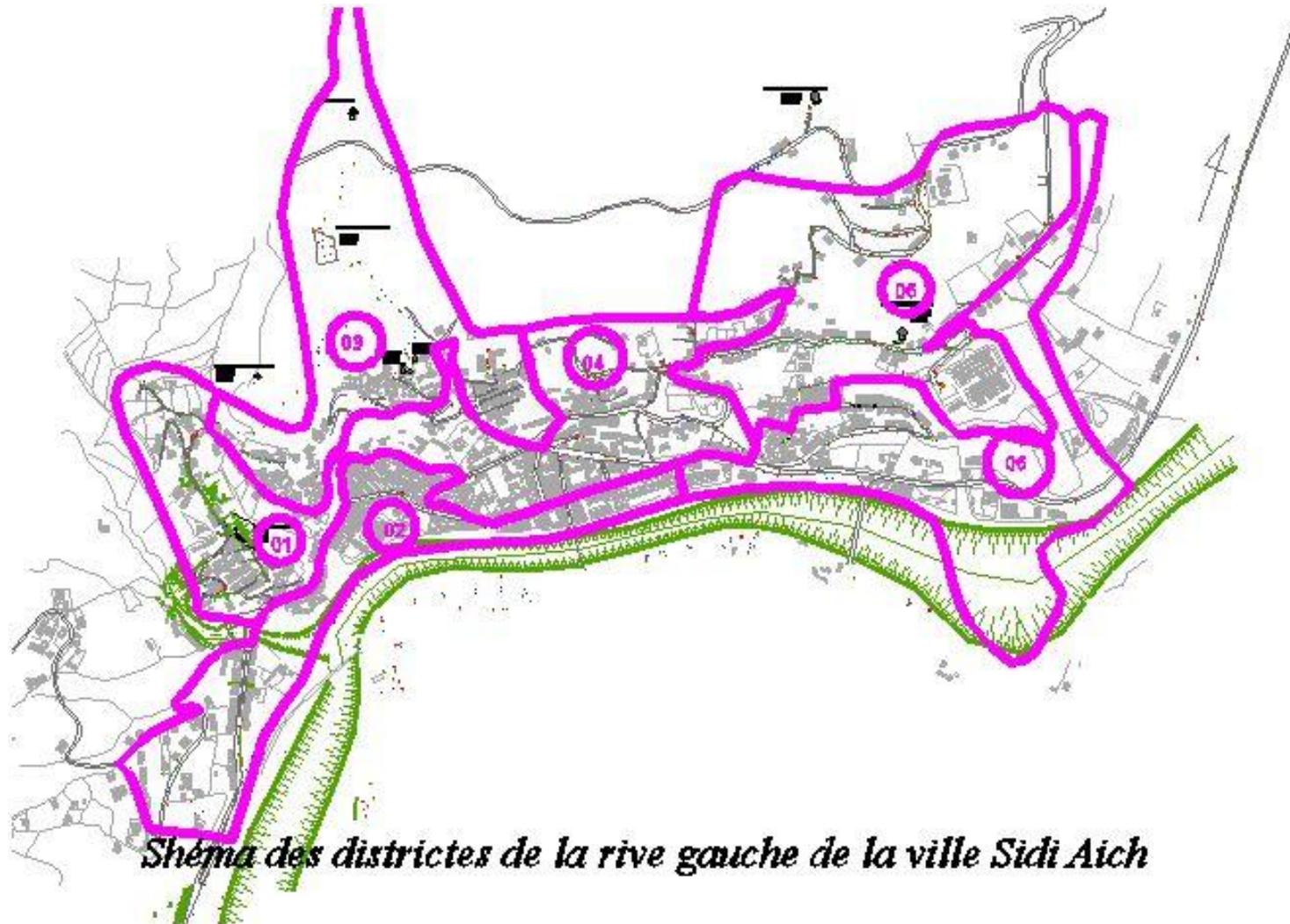
[10] ([Http://www.advantica.biz](http://www.advantica.biz)).

[11] (<http://www.star-apic.com/>)

[12] (www.epa.gov/ORD/NRMRL/wswrd/epanet.html).

[32] www.cceg.fr/jsp/site/Portal.jsp?page_id=167

ANNEX I



Shéma des districts de la rive gauche de la ville Sidi Aich

ANNEXE III

Fichier d'Entrée SidiAich future.NET

Tableau	des	noeuds	-	arcs:

ID	Noeud	Noeud	Longueur	Diamètre
Arc	Initial	Final	m	mm

234	n1	n3	540	73,6
235	n3	n4	317,15	73,6
236	n4	n5	129,41	32,6
239	n9	n8	143,83	40,8
240	n10	n8	260	40,8
244	n12	n13	189,83	32,6
251	n19	n20	268,79	102,2
253	n20	n22	61,44	90
254	n22	n23	40	51,4
255	n23	n24	39,18	40,8
256	n22	n25	58,37	90
257	n25	n26	60	51,4
258	n26	n27	100	40,8
259	n27	n28	87,65	32,6
260	n25	n31	80,71	61,4
261	n31	n30	100	61,4
262	n30	n29	60	61,4
266	n21	n35	260	51,4
267	n35	n36	307,27	32,6
271	n91	n89	179,08	73,6
274	n92	n95	263,07	40,8
276	n83	n84	3,45	125
277	n84	n85	2,92	125
278	n86	n85	0,76	80
279	255	n90	12,04	125
281	n37	n38	93,77	51,4
282	n38	n50	40	32,6
283	n50	n39	20,62	32,6
284	n38	n40	30,34	51,4
285	n40	n60	35,89	90
286	n60	n61	40	90
287	n64	n63	20	32,6
288	n63	n62	30,37	32,6
289	n65	n66	60,67	32,6

Tableau	des	noeuds	-	arcs:

ID	Noeud	Noeud	Longueur	Diamètre
Arc	Initial	Final	m	mm
290	n64	n65	9,92	32,6
292	n69	n67	40	32,6
293	n67	n68	40	32,6
298	n97	n80	100	32,6
299	n80	n81	180	40,8
307	n102	n105	34,81	32,6
309	n105	n107	127,74	32,6
314	n110	n111	12,37	163,6
319	n114	n115	178,14	51,4
321	n116	n115	254,93	90
322	n115	n118	178,05	90
323	n118	n117	42,83	90
324	n119	n118	122,01	51,4
327	n200	n201	34,34	90
328	n201	n202	77,65	40,8
331	n203	n204	47,96	32,6
332	n207	n206	220	40,8
333	n113	n207	164,7	61,4
335	n209	n210	57,03	32,6
337	n116	n211	306,35	73,6
339	n212	n213	65,24	40,8
342	n216	n214	103,43	102,2
346	n221	n220	1176,51	250
348	n221	n222	12,66	250
350	n222	n224	5,49	250
352	n226	n227	145,51	51,4
353	n227	n228	79,69	32,6
354	n229	n227	475,26	51,4
356	n224	n300	656,11	200
385	n302	255	22,16	80
389	n305	n303	475,81	79,2
390	n306	n21	260	51,4
391	n307	n306	40	51,4
392	n20	n307	356,08	51,4
395	n308	354	4,56	90
398	n98	n101	48,54	51,4
399	n101	n102	25,19	40,8
400	n111	n119	10,67	163,6
401	n119	n113	39,02	163,6
403	311	n312	6,07	150
404	310	n311	6,34	150
409	n99	n100	105	61,4
410	311	n315	5,6	250
411	310	n314	7,21	250
414	n313	n316	20,59	250
417	n317	n318	148,67	32,6

(continu)

Tableau des noeuds - arcs: (continu)

ID	Noeud	Noeud	Longueur	Diamètre
Arc	Initial	Final	m	mm
418	n317	n215	150,11	102,2
420	n319	n320	8,12	200
421	n322	310	5,75	200
423	n320	n321	1,91	200
424	n320	n323	1,37	200
426	n324	311	6,26	200
427	n300	n319	183,16	200
430	n325	n10	81,58	51,4
431	n325	n326	180	40,8
432	n1	n325	702,96	73,6
1	103	n327	4,45	102
18	n329	103	5,4	100
6	n311	n310	1,05	150
9	n314	n313	0,88	250
182	n83	n92	7,29	40
199	n84	n93	7,54	66
237	n86	n94	7,63	61,4
268	n90	n85	8,47	125
270	n214	n215	9	102,2
312	325	n335	22,95	150
313	n335	n332	12,25	100
316	n332	n333	1,17	100
326	n337	n319	15,61	200
340	n336	325	5,15	200
381	n333	n338	1,2	100
412	n315	n313	0,67	250
413	n312	n310	1	150
433	n340	n330	524,77	102,2
434	n327	n328	26,68	100
435	n341	n340	506,45	100
436	415	n342	4,48	200
437	430	n345	9,48	200
438	n343	n220	1394,54	200
457	n347	386	1155,7	163,6
458	433	n346	9,67	163,6
461	451	n348	12,76	90
463	n349	n309	470,51	90
464	451	n350	9,67	257,8
466	n351	n319	336,17	257,8
468	n352	n226	168,67	61,4
469	n352	n225	146,31	32,6
471	n352	n354	31,33	61,4
473	n216	n355	80,14	51,4
497	n356	433	9,01	250
499	n358	n357	313,56	250
501	451	n360	23,72	250

Tableau des noeuds - arcs: (continu)

ID	Noeud	Noeud	Longueur	Diamètre
Arc	Initial	Final	m	mm
504	n363	489	8,12	176,2
508	489	n364	156,48	130,8
514	n371	n368	776,75	176,2
344	n372	103	3,36	90
459	n304	n305	7,51	73,6
460	n370	n371	23,06	176,2
476	n346	n347	6,58	163,6
482	n368	n375	241,6	163,6
483	n375	n374	102,21	163,6
448	468	n376	15,66	350
481	n377	n379	954,42	350
484	n378	451	5,65	350
486	n380	468	3,92	352,6
488	n382	n381	2029,5	352,6
500	n384	n383	442,17	350
509	500	n384	141,28	350
518	n383	475	16,84	200
519	n383	476	14,6	200
8	n219	n218	48,57	40,8
495	n385	n223	53,23	32,6
496	n386	n385	40	40,8
512	n353	n386	64,05	51,4
515	n387	n388	100	51,4
516	n388	n389	80	40,8
517	n389	n390	67,84	32,6
523	n331	n354	60	73,6
525	n387	n353	5,79	51,4
526	n355	n391	66,85	32,6
527	n391	n392	40	32,6
529	n218	n396	35,34	32,6
530	n218	n395	51,43	32,6
531	n394	n219	60	40,8
532	n393	n394	140	40,8
533	n355	n393	29,23	51,4
536	n400	n398	62,08	32,6
539	n102	n401	58,05	32,6
540	n104	n103	68,03	32,6
546	n93	n403	203,11	102,2
547	n403	n87	296,89	102,2
549	n403	n88	41,97	40,8
551	n405	n406	58,09	32,6
552	n405	n407	57,1	40,8
554	n407	n409	30,8	32,6
556	n411	n412	60,26	32,6
559	n413	n414	40	51,4
561	n415	n112	134,47	40,8

Tableau des noeuds - arcs: (continu)

ID	Noeud	Noeud	Longueur	Diamètre
Arc	Initial	Final	m	mm
563	n201	n416	205,66	90
565	n417	n418	146,32	61,4
566	n418	n419	40	51,4
567	n419	n203	37,02	51,4
568	n203	n420	267,99	51,4
569	n420	n205	723,37	40,8
273	n369	n422	579,12	145,2
275	n422	n423	647,42	145,2
302	n423	n362	505,03	145,2
303	n362	n424	455,6	90
2	n348	n349	7,01	90
330	475	n382	10,99	400
396	476	n382	22,74	400
60	n359	n358	7,68	250
304	n387	n211	80	61,4
305	n425	n369	227,22	145,2
73	n362	n426	260	155,2
74	n426	n421	180	163,6
75	n421	n427	210,79	176,2
76	n427	n361	30,17	176,2
72	n429	n428	357,27	85,4
520	n417	n81	84,91	51,4
521	n70	n82	180	40,8
297	489	n431	15,03	150
570	n433	554	5,84	150
571	n432	n434	486,4	250
572	554	n430	340	96,8
574	n428	n435	99,54	85,4
575	n435	n436	160	85,4
576	n436	n373	181,3	90
577	n437	n429	103,2	85,4
578	n438	n437	523,17	85,4
579	n430	n438	356,83	90
78	n440	n443	69,05	40,8
113	n443	n444	20,78	40,8
506	n443	n442	39,48	32,6
580	n444	n446	18,5	40,8
581	n446	n447	61,1	32,6
582	n445	n446	32,93	40,8
584	n440	n445	81,04	40,8
585	n445	n7	83,89	32,6
586	n444	n439	141,04	32,6
587	n448	n449	58,11	40,8
588	n450	n451	161,97	40,8
591	n448	n2	243,35	90
592	n450	n11	329,52	40,8

Tableau des noeuds - arcs: (continu)

ID	Noeud	Noeud	Longueur	Diamètre
Arc	Initial	Final	m	mm
593	n453	n454	68,09	32,6
594	n453	n12	83,75	73,6
596	n455	n456	59,95	32,6
597	n12	n455	119,2	73,6
598	n455	n458	157,05	73,6
599	n458	n14	124,78	73,6
600	n458	n457	46,23	32,6
601	n14	n17	49,35	73,6
602	n17	n459	25,83	73,6
603	n459	n16	56,58	32,6
605	n364	n461	231,54	130,8
607	n461	n366	305,86	102,2
608	n463	n462	98,43	102,2
609	n463	n365	407,83	102,2
610	554	n463	370,35	130,8
245	n464	n61	60,99	90
246	n464	n34	177,69	40,8
247	n87	n464	172,34	102,2
220	n37	n96	200	32,6
248	n40	n64	30,08	51,4
272	n40	n70	125,11	40,8
296	n32	n414	41,42	51,4
456	n33	n397	40,6	32,6
535	n33	n400	40	32,6
550	n399	n106	115,3	32,6
553	n101	n104	91,46	32,6
560	n466	n465	254,38	40,8
573	n466	n32	477,28	51,4
616	n114	n467	243,52	102,2
623	n467	n116	98,97	130,8
624	n468	n467	354,68	130,8
626	n113	n117	98,67	163,6
627	n316	n468	102,56	204,6
628	n117	n200	5,93	163,6
629	n402	n98	53,96	163,6
630	n98	n399	24,94	163,6
631	n402	n109	76,78	32,6
632	n468	n402	77,95	163,6
633	n399	n110	133,78	163,6
636	n108	n470	30,22	32,6
637	n100	n473	44,05	51,4
638	n473	n472	111,47	40,8
639	n100	n108	178,78	51,4
640	n473	n397	55,35	40,8
641	n413	n474	100	40,8
263	n29	n466	214,78	61,4

Tableau des noeuds - arcs: (continu)

ID	Noeud	Noeud	Longueur	Diamètre
Arc	Initial	Final	m	mm
264	n35	n475	92,26	32,6
311	n475	n476	72,93	32,6
320	n475	n477	93,1	32,6
367	n420	n478	76,81	32,6
397	n478	n479	89,19	32,6
402	n478	n480	36,94	32,6
407	n210	n482	171,29	32,6
408	n210	n482	48,68	32,6
415	n482	n481	32,56	32,6
428	n209	n481	86,41	61,4
537	n484	n483	95,42	32,6
538	n484	n217	376,69	32,6
541		3 n486	6,76	200
542	n486	n485	1,1	200
543	n486	n487	2,02	200
544	n486	n216	136,58	102,2
545	n485	n484	244,52	51,4
548	n487	n99	340	61,4
341	n489	n452	80	73,6
528	n489	236	391,21	40,8
590	n328	n488	380	102,2
615	n489	n490	20	90
625	n490	n450	19,99	51,4
642	n490	n448	76,65	90
114	n2	n1	55,46	90
232	n452	n453	460	73,6
233	n94	n91	9,92	73,6
243		301 n492	6,23	250
269	n492	n491	3,4	250
280	n492	n493	3,4	250
343	n491	n370	8,55	176,2
511	n492	n304	4,71	73,6
522	n301	301	14,7	163,6
589	n493	n19	75,11	102,2
387	n334	n495	293,81	200
513	n497	n496	1239,17	130,8
595	n339	n497	7,65	130,8
646	n498	301	14,89	130,8
647	n114	n110	159,17	102,2
648	n111	n415	108,97	51,4
649	n416	n499	169,2	90
650	n499	n417	24,48	90
651	n499	n68	33,86	51,4
652	n500	n469	141,5	40,8
653	n500	n471	82,9	40,8
654	n108	n500	4,13	51,4

Tableau des noeuds - arcs: (continu)

ID	Noeud	Noeud	Longueur	Diamètre		
Arc	Initial	Final	m	mm		
655	n4	n501	234,69	61,4		
656	n501	n6	77,67	61,4		
657	n6	n502	114,72	61,4		
658	n502	n441	61,2	32,6		
659	n502	n440	5,56	61,4		
562	n407	n408	26,44	32,6		
564	n404	n405	58,27	51,4		
583	n32	n410	102,49	32,6		
622	n411	n404	125	61,4		
634	n87	n411	20	61,4		
635	n481	n503	183,62	61,4		
643	n503	n208	200	61,4		
660	n200	n504	163,18	73,6		
661	n504	n209	169,97	73,6		
195	n212	n509	93,92	90		
662	n505	n506	41,09	61,4		
663	n506	n507	64,82	40,8		
664	n506	n508	145,86	40,8		
665	n509	n505	60	73,6		
666	n505	n331	120	73,6		
301	n459	n510	147,83	73,6		
604	n510	n18	110,91	32,6		
4	354	3	100	200		
3	1	n212	44,97	90		
317	n333	n334	Sans	Valeur	Sans	Pompe
357	n338	n339	Sans	Valeur	Sans	Pompe
7	n342	n341	Sans	Valeur	Sans	Pompe
14	n345	n344	Sans	Valeur	Sans	Pompe
347	n360	n359	Sans	Valeur	Sans	Pompe
374	n376	n377	Sans	Valeur	Sans	Pompe
291	n431	n432	Sans	Valeur	Sans	Pompe
384	386	n301	Sans	Valeur	163,6	Vanne
386	n303	n302	Sans	Valeur	80	Vanne
393	n309	n308	Sans	Valeur	90	Vanne
422	n321	n322	Sans	Valeur	200	Vanne
425	n323	n324	Sans	Valeur	200	Vanne
16	n330	n329	Sans	Valeur	100	Vanne
338	n337	n336	Sans	Valeur	200	Vanne
388	n344	n343	Sans	Valeur	200	Vanne
498	n357	n356	Sans	Valeur	250	Vanne
503	n361	n363	Sans	Valeur	200	Vanne
419	n373	n372	Sans	Valeur	90	Vanne
485	n379	n378	Sans	Valeur	350	Vanne
487	n381	n380	Sans	Valeur	350	Vanne
265	n424	n17	Sans	Valeur	50	Vanne
308	n350	n351	Sans	Valeur	250	Vanne

Tableau des noeuds - arcs: (continu)

ID	Noeud	Noeud	Longueur	Diamètre		
Arc	Initial	Final	m	mm		
300	n434	n433	Sans	Valeur	150	Vanne
336	n488	n489	Sans	Valeur	50	Vanne
382	n495	n308	Sans	Valeur	90	Vanne
394	n496	n498	Sans	Valeur	150	Vanne
306	n374	n425	Sans	Valeur	100	Vanne
5	n317	1	Sans	Valeur	90	Vanne

Consommation et coût d'énergie:

Pourc.	Rendem.	kWh	P.Moyen.	P.Maxim	Coût	
Pompe	Utilis.	Moyen	/m3	kW	kW	/jour
317	100	75	0,39	2,29	3,42	0
357	1000	75	0	0	0	0
7	13,87	75	0,07	1,35	1,35	0
14	100	75	0,74	0	0	0
347	37,34	75	0,46	27,73	61,23	0
374	100	75	0,57	66,96	134,29	0
291	100	75	0,34	4,61	7,48	0

Résultats aux noeuds à 00:00 Heures:

ID	Demande	Charge	Pression	Qualité
Noeud	LPS	m	m	
236	0,03	182,16	66,8	0
n1	0,03	182,11	67,35	0
n2	0,03	182,12	68,21	0
n3	0,03	182,01	69,58	0
n4	0,03	181,96	73,31	0
n5	0,03	181,95	75,5	0
n6	0,03	181,87	78,2	0
n7	0,03	181,81	81,3	0
n8	0,03	182,06	66,46	0
n9	0,03	182,06	78,26	0
n10	0,03	182,08	51,33	0
n11	0,03	182,16	70,92	0
n12	0,03	182,07	69,62	0
n13	0,03	182,06	93,32	0
n14	0,03	182,05	70,92	0
n16	0,03	182,05	65,11	0
n17	0,03	182,05	70,88	0
n18	0,03	182,04	44,34	0

Résultats aux noeuds à

00:00 Heures: (continu)

ID	Demande	Charge	Pression	Qualité
Noeud	LPS	m	m	
n19	0,01	275,69	16,27	0
n20	0,04	275,61	31,4	0
n21	0,04	275,13	78,93	0
n22	0,04	275,59	35,07	0
n23	0,04	275,59	34,69	0
n24	0,04	275,59	32,78	0
n25	0,04	275,58	44,52	0
n26	0,04	275,57	45,19	0
n27	0,04	275,55	56,32	0
n28	0,04	275,53	46,85	0
n29	0,04	275,46	66,59	0
n30	0,04	275,48	60,92	0
n31	0,04	275,53	54,03	0
n32	0,05	275,19	114,66	0
n33	0,03	218,98	64,98	0
n34	0,05	178,01	60,47	0
n35	0,04	275,03	95,4	0
n36	0,04	274,97	111,73	0
n37	0,04	177,99	47,96	0
n38	0,04	177,99	47,15	0
n39	0,04	177,96	45,8	0
n40	0,04	178,01	54,15	0
n50	0,04	177,97	46,26	0
n60	0,04	178,01	52,79	0
n61	0,04	178,02	51,29	0
n62	0,04	177,98	60,16	0
n63	0,04	177,98	60,99	0
n64	0,04	177,99	61,39	0
n65	0,04	177,99	63,1	0
n66	0,04	177,98	65,98	0
n67	0,04	163,66	58,98	0
n68	0,04	163,69	67,26	0
n69	0,04	163,66	51,27	0
n70	0,04	177,98	60,64	0
n80	0,04	163,64	57,5	0
n81	0,04	163,68	61,3	0
n82	0,04	177,97	62,31	0
n83	0	178,25	4,29	0
n84	0	178,25	4,29	0
n85	0	178,25	4,29	0
n86	0	178,25	4,29	0
n87	0,04	178,05	40,75	0
n88	0,04	178,14	28,72	0
n89	0,04	178,25	38,19	0
n90	0	178,26	2,36	0
n91	0,02	178,25	5,25	0

Résultats aux noeuds à 00:00 Heures: (continu)

ID	Demande	Charge	Pression	Qualité
Noeud	LPS	m	m	
n92	0	178,25	4,29	0
n93	0	178,22	4,26	0
n94	0	178,25	4,29	0
n95	0,04	178,24	26,96	0
n96	0,04	177,95	25,65	0
n97	0,04	163,63	48,52	0
n98	0,05	163,8	35,04	0
n99	0,03	219,07	58,78	0
n100	0,03	219,03	74,57	0
n101	0,03	163,78	29,73	0
n102	0,03	163,77	39,5	0
n103	0,03	163,75	36,2	0
n104	0,03	163,76	26,93	0
n105	0,03	163,77	50,47	0
n106	0,05	163,77	58,95	0
n107	0,03	163,76	55,52	0
n108	0,03	219,01	78,83	0
n109	0,05	163,78	46,73	0
n110	0,03	163,79	62,34	0
n111	0,03	163,79	63,79	0
n112	0,05	163,77	49,35	0
n113	0,05	163,79	69,39	0
n114	0,05	163,79	57,63	0
n115	0,07	163,79	66,74	0
n116	0,04	163,79	67,18	0
n117	0,05	163,79	72,07	0
n118	0,05	163,79	71,22	0
n119	0,03	163,79	64,96	0
n200	0,03	163,78	72,2	0
n201	0,03	163,78	72,42	0
n202	0,03	163,77	73,51	0
n203	0,04	163,58	74,42	0
n204	0,04	163,57	75,03	0
n205	0,03	163,47	75,48	0
n206	0,04	163,77	72,39	0
n207	0,05	163,78	72,87	0
n208	0,13	163,66	57,93	0
n209	0,04	163,72	66,86	0
n210	0,04	163,7	70,47	0
n211	0,07	163,78	58,53	0
n212	0,05	189,11	52,66	0
n213	0,04	189,1	52,32	0
n214	0,05	219,14	56,04	0
n215	0,05	219,14	56,34	0
n216	0,06	219,15	58,77	0
n217	0,05	219,03	55,19	0

ID	Demande	Charge	Pression	Qualité
Noeud	LPS	m	m	
n218	0,03	218,99	100,91	0
n219	0,03	219	101,44	0
n220	0	176,41	70,13	0
n221	0	176,41	69,81	0
n222	0	176,41	69,11	0
n223	0,01	163,77	59,42	0
n224	0	176,41	69,07	0
n225	0,01	189,07	66,69	0
n226	0,04	189,06	66,24	0
n227	0,04	189,04	39,2	0
n228	0,04	189,03	42,98	0
n229	0,02	189,04	65,24	0
n300	0	176,41	16,41	0
386	0	323,11	46,26	0
n301	0	323,11	46,26	0
n302	0	270,59	91,33	0
n303	0	270,59	91,33	0
n304	0	275,64	2,64	0
n305	0	275,53	2,53	0
n306	0,04	275,26	65,89	0
n307	0,04	275,29	49,23	0
n308	0	226,3	6	0
n309	0	265,6	45,3	0
n310	0	163,81	2,5	0
n311	0	163,81	2,5	0
n312	0	163,81	2,5	0
n313	0	163,81	2,5	0
n314	0	163,81	2,5	0
n315	0	163,81	2,5	0
n316	0,01	163,81	4,81	0
n317	0,08	219,12	76,97	0
n318	0,06	219,07	66,29	0
n319	0	176,41	10,71	0
n320	0	166,42	0,72	0
n321	0	165,77	0,96	0
n322	0	165,77	0,96	0
n323	0	165,95	1,14	0
n324	0	165,95	1,14	0
n325	0,03	182,09	48,25	0
n326	0,03	182,09	73,67	0
n327	0	212,3	13	0
n328	0	212,28	12,98	0
n329	0	212,36	-0,64	0
n330	0	213	0	0
n331	0,04	189,08	81,34	0
n332	0	166,42	2,22	0

Résultats aux noeuds à

00:00 Heures: (continu)

ID	Demande	Charge	Pression	Qualité
Noeud	LPS	m	m	
n333	0	166,42	2,42	0
n334	0	272,43	108,43	0
n335	0	166,44	2,24	0
n336	0	166,45	-2,2	0
n337	0	166,45	-2,2	0
n338	0	166,42	2,42	0
n339	0	275,71	111,71	0
n340	0	215,33	105,33	0
n341	0	218,59	174,59	0
n342	0	200	156	0
n343	0	176,41	107,31	0
n344	0	354	284,9	0
n345	0	150	80,9	0
n346	0	331,93	1,93	0
n347	0	331,85	1,85	0
n348	0	265,6	2,6	0
n349	0	265,6	2,6	0
n350	0	262,14	-0,86	0
n351	0	250,31	-12,69	0
n352	0,01	189,07	80,59	0
n353	0	163,78	59,1	0
n354	0,01	189,07	82,29	0
n355	0,03	219,11	67,16	0
n356	0	332,06	-1,94	0
n357	0	334	0	0
n358	0	336,2	73,2	0
n359	0	336,26	73,26	0
n360	0	265,43	2,43	0
n361	0	205,71	18,51	0
n362	0	205,71	102,33	0
n363	0	196,5	9,3	0
n364	0	196,5	13,5	0
n365	0,45	271,96	91,96	0
n366	0	196,5	73,5	0
n368	0,02	275,71	53,79	0
n369	0	205,71	119,62	0
n370	0	275,71	2,71	0
n371	0,02	275,71	3,71	0
n372	0	262,09	49,09	0
n373	0	262,09	49,09	0
n374	0	275,71	112,25	0
n375	0,02	275,71	102,42	0
n376	0	138,97	3,97	0
n377	0	269,07	134,07	0
n378	0	265,61	-1,59	0
n379	0	267,2	0	0

Résultats aux noeuds à

00:00 Heures: (continu)

ID	Demande	Charge	Pression	Qualité
Noeud	LPS	m	m	
n380	0	173,63	33,63	0
n381	0	173,63	33,63	0
n382	0	174,39	4,39	0
n383	0	225,12	48,73	0
n384	0	433,44	327,16	0
n385	0,02	163,77	59,3	0
n386	0,02	163,77	59,22	0
n387	0,02	163,78	58,29	0
n388	0,01	163,77	59,26	0
n389	0,01	163,77	59,16	0
n390	0,01	163,77	58,74	0
n391	0,03	219,09	60,7	0
n392	0,03	219,09	60,2	0
n393	0,05	219,1	69,55	0
n394	0,02	219,03	90,42	0
n395	0,03	218,99	97,46	0
n396	0,03	218,99	98,1	0
n397	0,03	219,01	68,26	0
n398	0,03	218,97	69,96	0
n399	0,03	163,8	39,92	0
n400	0,03	218,97	66,52	0
n401	0,03	163,77	36,76	0
n402	0,05	163,8	32,83	0
n403	0,04	178,14	22,67	0
n404	0,05	178	34,45	0
n405	0,05	177,97	51,37	0
n406	0,05	177,96	45,71	0
n407	0,05	177,94	60,48	0
n408	0,05	177,93	71,65	0
n409	0,05	177,93	53,28	0
n410	0,05	275,16	132,7	0
n411	0,05	178,04	40,56	0
n412	0,05	178,03	57,51	0
n413	0,05	275,18	116,54	0
n414	0,05	275,18	114,8	0
n415	0,05	163,78	58,5	0
n416	0,04	163,73	73,69	0
n417	0,04	163,69	71,6	0
n418	0,04	163,63	73,54	0
n419	0,04	163,6	74,22	0
n420	0,04	163,49	72,37	0
n421	0	205,71	28,5	0
n422	0	205,71	121,78	0
n423	0	205,71	119,89	0
n424	0	205,71	94,23	0
n425	0	205,71	42,88	0

Résultats aux noeuds à 00:00 Heures: (continu)

ID	Demande	Charge	Pression	Qualité
Noeud	LPS	m	m	
n426	0	205,71	63,87	0
n427	0	205,71	27,3	0
n428	0	264,24	151,58	0
n429	0	266,16	153,52	0
n430	0	271,01	60,36	0
n431	0	196,48	12,48	0
n432	0	273,26	89,26	0
n433	0	272,01	-1,19	0
n434	0	273,2	0	0
n435	0	263,7	136,58	0
n436	0	262,84	104,33	0
n437	0	266,71	132,13	0
n438	0	269,52	88,96	0
n439	0,03	181,8	86,34	0
n440	0,03	181,84	79,4	0
n441	0,03	181,84	83,27	0
n442	0,03	181,81	83,96	0
n443	0,03	181,82	81,81	0
n444	0,03	181,81	82,49	0
n445	0,03	181,82	79,1	0
n446	0,03	181,81	80,93	0
n447	0,03	181,81	78,32	0
n448	0,03	182,15	69,83	0
n449	0,03	182,15	76,62	0
n450	0,03	182,16	70,17	0
n451	0,03	182,16	91,87	0
n452	0,03	182,16	70,08	0
n453	0,03	182,08	71,7	0
n454	0,03	182,08	64,36	0
n455	0,03	182,06	70,11	0
n456	0,03	182,06	62,04	0
n457	0,03	182,05	72,45	0
n458	0,03	182,05	70,54	0
n459	0,03	182,05	69	0
n461	0	196,5	37,35	0
n462	0,45	271,97	140,97	0
n463	0	271,98	49,98	0
n464	0,05	178,03	50,15	0
n465	0,04	275,37	133,58	0
n466	0,04	275,39	97,53	0
n467	0,05	163,79	58,43	0
n468	0,05	163,81	20,82	0
n469	0,03	219	83,95	0
n470	0,03	219	78,22	0
n471	0,03	219	73,68	0
n472	0,03	219,02	61,12	0

ID	Demande	Charge	Pression	Qualité	
Noeud	LPS	m	m		
n473	0,03	219,02	72,7	0	
n474	0,03	275,18	116,78	0	
n475	0,04	274,92	112,37	0	
n476	0,04	274,91	125,13	0	
n477	0,04	274,9	141,52	0	
n478	0,04	163,4	71,7	0	
n479	0,04	163,38	69,8	0	
n480	0,04	163,39	71,63	0	
n481	0,04	163,7	67,55	0	
n482	0,04	163,7	70,11	0	
n483	0,04	219,11	58,11	0	
n484	0,08	219,13	38,44	0	
n485	0	219,2	2,7	0	
n486	0	219,2	2,7	0	
n487	0	219,2	2,7	0	
n488	0	212,17	97,55	0	
n489	0,03	182,17	69,5	0	
n490	0,03	182,17	69,68	0	
n491	0	275,71	2,21	0	
n492	0	275,71	2,21	0	
n493	0	275,71	2,21	0	
n495	0	272,41	52,11	0	
n496	0	275,71	-1,14	0	
n497	0	275,71	111,51	0	
n498	0	275,71	-1,14	0	
n499	0,04	163,69	72	0	
n500	0,03	219	78,4	0	
n501	0	181,89	78,36	0	
n502	0	181,84	79,31	0	
n503	0,07	163,68	63,82	0	
n504	0,03	163,75	68,01	0	
n505	0,04	189,08	69,95	0	
n506	0,04	189,08	71,52	0	
n507	0,04	189,08	67,07	0	
n508	0,08	189,05	85,1	0	
n509	0,08	189,1	63,28	0	
n510	0	182,05	54,22	0	
3	0	219,2	2,1	0	
1	0	189,12	46,97	0	
415	5,57	200	0	0	Bâche
430	0	150	0	0	Bâche
500	524,76	500	0	0	Bâche
103	7,78	212,3	1,8	0	Réservoir
255	2,55	178,26	2,3	0	Réservoir
310	224,67	163,81	2,5	0	Réservoir
311	224,98	163,81	2,5	0	Réservoir

Résultats aux noeuds à 00:00 Heures: (continu)

ID	Demande	Charge	Pression	Qualité	
Noeud	LPS	m	m		
354	0,69	219,2	2	0	Réservoir
325	2,34	166,45	2	0	Réservoir
433	42,83	332	2	0	Réservoir
451	38,09	265,6	2	0	Réservoir
489	7,45	196,5	2,5	0	Réservoir
468	46,11	139	3	0	Réservoir
475	13,4	174,39	3	0	Réservoir
476	78,5	174,39	3	0	Réservoir
554	3,22	272	2	0	Réservoir
301	17,07	275,71	2	0	Réservoir

Résultats aux arcs à 00:00 Heures:

ID	Débit	Vitesse	P.Charge	État
Arc	LPS	m/s	m/km	
234	0,36	0,09	0,18	Ouvert
235	0,34	0,08	0,16	Ouvert
236	0,03	0,03	0,07	Ouvert
239	0,03	0,02	0,02	Ouvert
240	0,05	0,04	0,09	Ouvert
244	0,03	0,03	0,07	Ouvert
251	1,11	0,14	0,29	Ouvert
253	0,74	0,12	0,25	Ouvert
254	0,09	0,04	0,07	Ouvert
255	0,04	0,03	0,06	Ouvert
256	0,61	0,1	0,18	Ouvert
257	0,13	0,06	0,15	Ouvert
258	0,09	0,07	0,22	Ouvert
259	0,04	0,05	0,19	Ouvert
260	0,44	0,15	0,62	Ouvert
261	0,39	0,13	0,51	Ouvert
262	0,35	0,12	0,41	Ouvert
266	0,2	0,1	0,36	Ouvert
267	0,04	0,05	0,19	Ouvert
271	0,04	0,01	0	Ouvert
274	0,04	0,03	0,06	Ouvert
276	0,04	0	0	Ouvert
277	1,28	0,1	0,24	Ouvert
278	0,06	0,01	0,02	Ouvert
279	1,35	0,11	0,25	Ouvert
281	0,09	0,04	0,07	Ouvert
282	0,09	0,1	0,67	Ouvert
283	0,04	0,05	0,18	Ouvert
284	0,21	0,1	0,4	Ouvert
285	0,54	0,08	0,14	Ouvert

ID	Débit	Vitesse	P.Charge	État
Arc	LPS	m/s	m/km	
286	0,58	0,09	0,16	Ouvert
287	0,08	0,09	0,57	Ouvert
288	0,04	0,05	0,16	Ouvert
289	0,04	0,05	0,16	Ouvert
290	0,08	0,1	0,59	Ouvert
292	-0,04	0,05	0,16	Ouvert
293	0,08	0,09	0,57	Ouvert
298	0,04	0,05	0,16	Ouvert
299	0,08	0,06	0,19	Ouvert
307	0,05	0,06	0,26	Ouvert
309	0,03	0,03	0,07	Ouvert
314	1,41	0,07	0,05	Ouvert
319	0,04	0,02	0,02	Ouvert
321	0,18	0,03	0,02	Ouvert
322	0,15	0,02	0,01	Ouvert
323	0,15	0,02	0,01	Ouvert
324	0,05	0,02	0,03	Ouvert
327	0,76	0,12	0,27	Ouvert
328	0,03	0,02	0,03	Ouvert
331	0,04	0,05	0,16	Ouvert
332	0,04	0,03	0,06	Ouvert
333	0,09	0,03	0,03	Ouvert
335	0,06	0,07	0,35	Ouvert
337	0,17	0,04	0,05	Ouvert
339	0,04	0,03	0,06	Ouvert
342	0,82	0,1	0,17	Ouvert
346	0	0	0	Ouvert
348	0	0	0	Ouvert
350	0	0	0	Ouvert
352	0,1	0,05	0,1	Ouvert
353	0,04	0,05	0,16	Ouvert
354	-0,02	0,01	0,01	Ouvert
356	0	0	0	Ouvert
385	3,9	0,78	4166,34	Ouvert
389	3,9	0,79	10,39	Ouvert
390	0,25	0,12	0,52	Ouvert
391	0,29	0,14	0,7	Ouvert
392	0,33	0,16	0,9	Ouvert
395	2,34	0,37	1557,02	Ouvert
398	0,18	0,09	0,29	Ouvert
399	0,1	0,08	0,31	Ouvert
400	1,28	0,06	0,04	Ouvert
401	1,21	0,06	0,03	Ouvert
403	0	0	0	Fermé
404	0	0	0	Ouvert
409	0,31	0,1	0,33	Ouvert

ID	Débit	Vitesse	P.Charge	État
Arc	LPS	m/s	m/km	
410	1,3	0,03	0,01	Ouvert
411	1,13	0,02	0,01	Ouvert
414	2,42	0,05	0,03	Ouvert
417	0,06	0,07	0,32	Ouvert
418	-0,71	0,09	0,13	Ouvert
420	52,08	14,39	1230,76	Ouvert
421	25,8	7,19	340,26	Ouvert
423	25,8	7,19	340,26	Ouvert
424	26,28	7,2	341,6	Ouvert
426	26,28	7,2	341,6	Ouvert
427	0	0	0	Ouvert
430	0,08	0,04	0,06	Ouvert
431	0,03	0,02	0,02	Ouvert
432	0,13	0,03	0,03	Ouvert
1	1,12	0,14	0,49	Ouvert
18	5,57	0,71	10,47	Ouvert
6	0	0	0	Ouvert
9	1,13	0,02	0,02	Ouvert
182	0,04	0,03	0,11	Ouvert
199	1,24	0,36	4,91	Ouvert
237	0,06	0,02	0,02	Ouvert
268	1,35	0,11	0,25	Ouvert
270	0,76	0,09	0,15	Ouvert
312	2,34	0,13	0,29	Ouvert
313	2,34	0,3	2,11	Ouvert
316	2,34	0,3	2,1	Ouvert
326	0	0	0	Fermé
340	0	0	0	Ouvert
381	0	0	0	Ouvert
412	1,3	0,03	0,03	Ouvert
413	0	0	0	Ouvert
433	5,57	0,68	4,44	Ouvert
434	1,12	0,14	0,54	Ouvert
435	5,57	0,71	6,44	Ouvert
436	5,57	0,18	0,36	Ouvert
437	0	0	0	Ouvert
438	0	0	0	Ouvert
457	22,15	1,05	7,56	Ouvert
458	22,15	1,05	7,56	Ouvert
461	0	0	0	Ouvert
463	0	0	0	Ouvert
464	52,08	8,66	357,38	Ouvert
466	52,08	8,66	219,84	Ouvert
468	0,14	0,05	0,08	Ouvert
469	0,01	0,01	0,01	Ouvert
471	0,16	0,05	0,1	Ouvert

ID	Débit	Vitesse	P.Charge	État
Arc	LPS	m/s	m/km	
473	0,27	0,13	0,6	Ouvert
497	64,98	1,32	7,03	Ouvert
499	64,98	1,32	7,03	Ouvert
501	64,98	1,32	7,03	Ouvert
504	0	0	0	Ouvert
508	0	0	0	Ouvert
514	0,04	0	0	Ouvert
344	3,33	0,52	14817,74	Ouvert
459	3,9	0,92	14,85	Ouvert
460	0,05	0	0	Ouvert
476	22,15	1,05	12,29	Ouvert
482	0,02	0	0	Ouvert
483	0	0	0	Ouvert
448	78,98	0,82	1,96	Ouvert
481	78,98	0,82	1,96	Ouvert
484	78,98	0,82	1,96	Ouvert
486	32,87	0,34	8834,91	Ouvert
488	32,87	0,34	0,37	Ouvert
500	1524,76	15,85	471,13	Ouvert
509	1524,76	15,85	471,13	Ouvert
518	733,02	23,33	3012,35	Ouvert
519	791,75	25,2	3474,51	Ouvert
8	0,09	0,07	0,23	Ouvert
495	0,01	0,01	0,01	Ouvert
496	0,03	0,02	0,03	Ouvert
512	0,05	0,03	0,03	Ouvert
515	0,02	0,01	0,01	Ouvert
516	0,02	0,01	0,01	Ouvert
517	0,01	0,01	0,01	Ouvert
523	0,17	0,04	0,04	Ouvert
525	0,05	0,03	0,03	Ouvert
526	0,05	0,06	0,26	Ouvert
527	0,03	0,03	0,07	Ouvert
529	0,03	0,03	0,07	Ouvert
530	0,03	0,04	0,11	Ouvert
531	0,12	0,09	0,39	Ouvert
532	0,13	0,1	0,5	Ouvert
533	0,19	0,09	0,3	Ouvert
536	0,03	0,03	0,07	Ouvert
539	0,03	0,03	0,07	Ouvert
540	0,03	0,03	0,07	Ouvert
546	1,24	0,15	0,36	Ouvert
547	1,15	0,14	0,31	Ouvert
549	0,04	0,03	0,06	Ouvert
551	0,05	0,06	0,23	Ouvert
552	0,15	0,11	0,6	Ouvert

Résultats aux arcs à 00:00 Heures: (continu)

ID	Débit	Vitesse	P.Charge	U.	État
Arc	LPS	m/s	m/km		
554	0,05	0,06	0,23	Ouvert	
556	0,05	0,06	0,23	Ouvert	
559	0,07	0,04	0,06	Ouvert	
561	0,05	0,04	0,08	Ouvert	
563	0,7	0,11	0,23	Ouvert	
565	0,35	0,12	0,41	Ouvert	
566	0,31	0,15	0,78	Ouvert	
567	0,27	0,13	0,6	Ouvert	
568	0,19	0,09	0,32	Ouvert	
569	0,03	0,02	0,03	Ouvert	
273	0	0	0	Ouvert	
275	0	0	0	Ouvert	
302	0	0	0	Ouvert	
303	0	0	0	Ouvert	
2	0	0	0	Ouvert	
330	19,62	0,16	0,08	Ouvert	
396	13,25	0,11	0,04	Ouvert	
60	64,98	1,32	7,03	Ouvert	
304	0,1	0,03	0,04	Ouvert	
305	0	0	0	Ouvert	
73	0	0	0	Ouvert	
74	0	0	0	Ouvert	
75	0	0	0	Ouvert	
76	0	0	0	Ouvert	
72	3,33	0,58	5,37	Ouvert	
520	0,12	0,06	0,13	Ouvert	
521	0,04	0,03	0,05	Ouvert	
297	7,45	0,42	1,53	Ouvert	
570	7,45	0,42	1,54	Ouvert	
571	7,45	0,15	0,13	Ouvert	
572	3,33	0,45	2,92	Ouvert	
574	3,33	0,58	5,37	Ouvert	
575	3,33	0,58	5,37	Ouvert	
576	3,33	0,52	4,16	Ouvert	
577	3,33	0,58	5,37	Ouvert	
578	3,33	0,58	5,37	Ouvert	
579	3,33	0,52	4,16	Ouvert	
78	0,11	0,08	0,35	Ouvert	
113	0,06	0,04	0,1	Ouvert	
506	0,03	0,03	0,07	Ouvert	
580	0	0	0	Ouvert	
581	0,03	0,03	0,07	Ouvert	
582	0,05	0,04	0,07	Ouvert	
584	0,1	0,08	0,29	Ouvert	
585	0,03	0,03	0,07	Ouvert	
586	0,03	0,03	0,07	Ouvert	

ID	Débit	Vitesse	P.Charge	État
Arc	LPS	m/s	m/km	
587	0,03	0,02	0,02	Ouvert
588	0,03	0,02	0,02	Ouvert
591	0,55	0,09	0,15	Ouvert
592	0,03	0,02	0,02	Ouvert
593	0,03	0,03	0,07	Ouvert
594	0,29	0,07	0,12	Ouvert
596	0,03	0,03	0,07	Ouvert
597	0,23	0,06	0,08	Ouvert
598	0,18	0,04	0,05	Ouvert
599	0,13	0,03	0,03	Ouvert
600	0,03	0,03	0,07	Ouvert
601	0,1	0,02	0,02	Ouvert
602	0,08	0,02	0,01	Ouvert
603	0,03	0,03	0,07	Ouvert
605	0	0	0	Ouvert
607	0	0	0	Ouvert
608	0,45	0,05	0,05	Ouvert
609	0,45	0,05	0,05	Ouvert
610	0,9	0,07	0,06	Ouvert
245	0,62	0,1	0,19	Ouvert
246	0,05	0,04	0,08	Ouvert
247	0,72	0,09	0,13	Ouvert
220	0,04	0,05	0,19	Ouvert
248	0,2	0,1	0,35	Ouvert
272	0,08	0,06	0,19	Ouvert
296	0,12	0,06	0,14	Ouvert
456	0,08	0,09	0,55	Ouvert
535	0,05	0,06	0,26	Ouvert
550	0,05	0,06	0,23	Ouvert
553	0,05	0,06	0,26	Ouvert
560	0,04	0,03	0,06	Ouvert
573	0,22	0,11	0,42	Ouvert
616	0,2	0,02	0,01	Ouvert
623	0,39	0,03	0,01	Ouvert
624	0,64	0,05	0,03	Ouvert
626	1,07	0,05	0,03	Ouvert
627	2,41	0,07	0,04	Ouvert
628	1,17	0,06	0,03	Ouvert
629	1,62	0,08	0,06	Ouvert
630	1,39	0,07	0,05	Ouvert
631	0,05	0,06	0,23	Ouvert
632	1,72	0,08	0,07	Ouvert
633	1,32	0,06	0,04	Ouvert
636	0,03	0,03	0,07	Ouvert
637	0,15	0,07	0,22	Ouvert
638	0,03	0,02	0,02	Ouvert

ID	Débit	Vitesse	P.Charge	État
Arc	LPS	m/s	m/km	
639	0,13	0,06	0,15	Ouvert
640	0,1	0,08	0,31	Ouvert
641	0,03	0,02	0,02	Ouvert
263	0,31	0,1	0,32	Ouvert
264	0,12	0,14	1,22	Ouvert
311	0,04	0,05	0,16	Ouvert
320	0,04	0,05	0,16	Ouvert
367	0,12	0,14	1,22	Ouvert
397	0,04	0,05	0,16	Ouvert
402	0,04	0,05	0,16	Ouvert
407	0,01	0,01	0,01	Ouvert
408	0,01	0,02	0,02	Ouvert
415	0,02	0,02	0,03	Ouvert
428	0,25	0,09	0,23	Ouvert
537	0,04	0,05	0,18	Ouvert
538	0,05	0,06	0,26	Ouvert
541	1,65	0,05	0,02	Ouvert
542	0,17	0,01	0	Ouvert
543	0,33	0,01	0	Ouvert
544	1,15	0,14	0,31	Ouvert
545	0,17	0,08	0,26	Ouvert
548	0,33	0,11	0,38	Ouvert
341	0,36	0,09	0,18	Ouvert
528	0,03	0,02	0,02	Ouvert
590	1,12	0,14	0,3	Ouvert
615	0,7	0,11	0,23	Ouvert
625	0,08	0,04	0,06	Ouvert
642	0,6	0,09	0,17	Ouvert
114	0,52	0,08	0,13	Ouvert
232	0,34	0,08	0,16	Ouvert
233	0,06	0,02	0,01	Ouvert
243	5,08	0,1	0,06	Ouvert
269	0,05	0	0	Ouvert
280	1,13	0,02	0,01	Ouvert
343	0,05	0	0	Ouvert
511	3,9	0,92	14,85	Ouvert
522	22,15	1,05	3224,61	Ouvert
589	1,13	0,14	0,3	Ouvert
387	2,34	0,07	0,07	Ouvert
513	0	0	0	Ouvert
595	0	0	0	Ouvert
646	0	0	0	Ouvert
647	0,11	0,01	0	Ouvert
648	0,1	0,05	0,09	Ouvert
649	0,66	0,1	0,21	Ouvert
650	0,51	0,08	0,13	Ouvert

ID	Débit	Vitesse	P.Charge	État	
Arc	LPS	m/s	m/km		
651	0,12	0,06	0,13	Ouvert	
652	0,03	0,02	0,02	Ouvert	
653	0,03	0,02	0,02	Ouvert	
654	0,08	0,04	0,06	Ouvert	
655	0,29	0,1	0,29	Ouvert	
656	0,29	0,1	0,29	Ouvert	
657	0,26	0,09	0,24	Ouvert	
658	0,03	0,03	0,07	Ouvert	
659	0,23	0,08	0,2	Ouvert	
562	0,05	0,06	0,24	Ouvert	
564	0,24	0,12	0,5	Ouvert	
583	0,05	0,06	0,23	Ouvert	
622	0,29	0,1	0,3	Ouvert	
634	0,39	0,13	0,51	Ouvert	
635	0,2	0,07	0,14	Ouvert	
643	0,13	0,04	0,07	Ouvert	
660	0,38	0,09	0,2	Ouvert	
661	0,35	0,08	0,17	Ouvert	
195	0,49	0,08	0,12	Ouvert	
662	0,16	0,05	0,1	Ouvert	
663	0,04	0,03	0,06	Ouvert	
664	0,08	0,06	0,18	Ouvert	
665	0,41	0,1	0,23	Ouvert	
666	0,21	0,05	0,07	Ouvert	
301	0,03	0,01	0	Ouvert	
604	0,03	0,03	0,07	Ouvert	
4	1,65	0,05	0,04	Ouvert	
3	0,58	0,09	0,16	Ouvert	
317	2,34	0	-106,02	Marche	Pompe
357	0	0	0	Arrêt	Pompe
7	5,57	0	-18,59	Marche	Pompe
14	0	0	-204	Marche	Pompe
347	64,98	0	-70,82	Marche	Pompe
374	78,98	0	-130,1	Marche	Pompe
291	7,45	0	-76,79	Marche	Pompe
384	22,15	1,05	0	Ouvert	Vanne
386	3,9	0,78	0	Ouvert	Vanne
393	0	0	39,3	Actif	Vanne
422	25,8	7,19	0	Ouvert	Vanne
425	26,28	7,2	0	Ouvert	Vanne
16	5,57	0,71	0,64	Actif	Vanne
338	0	0	0	Ouvert	Vanne
388	0	0	0	Fermé	Vanne
498	64,98	1,32	1,94	Actif	Vanne
503	0	0	9,21	Actif	Vanne
419	3,33	0,52	0	Ouvert	Vanne

Résultats aux arcs à

00:00 Heures: (continu)

ID	Débit	Vitesse	P.Charge	État	
Arc	LPS	m/s	m/km		
485	78,98	0,82	1,59	Actif	Vanne
487	32,87	0,34	0	Ouvert	Vanne
265	0	0	0	Fermé	Vanne
308	52,08	9,21	11,83	Actif	Vanne
300	7,45	0,42	1,19	Actif	Vanne
336	1,12	0,57	30	Actif	Vanne
382	2,34	0,37	46,11	Actif	Vanne
394	0	0	0	Ouvert	Vanne
306	0	0	70	Actif	Vanne
5	0,58	0,09	30	Actif	Vanne

ANNEXES

Annexe III: Dispositif d'installation d'un réducteur de pression

