

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur Et de La Recherche Scientifique



Université de Ghardaia

N° d'ordre :

N° de série :

Faculté des Sciences et Technologies
Département d'automatique et électromécanique

Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de

MASTER

Domaine : *Sciences et Technologies*

Filière : *Hydraulique*

Spécialité : *Hydraulique Urbaine*

Par : BOUTTEBBA Asma

NOUACER Mohammed Salah

Thème

**Diagnostic d'un réseau d'AEP wilaya de Ghardaïa
– Ville de DAIA BEN DAHOUA-**

Soutenu publiquement le 17/06/2021

Devant le jury :

Cady Mokhtaria

Grade

Université

Examinateur

Mechri Bachir

Grade

Université

Président

AMIEUR Rokaia

Grade

Université

Encadreur

Année universitaire 2020/2021

Résumé

Le système d'eau potable est une partie importante de la vie humaine il est aussi une base essentielle dans vie, et il fait partie intégrante du bien-être de l'individu et de la société en même temps

Par conséquent, ce système doit être préservé et maintenu de toute détérioration ou vieillissement qui nuit à ses caractéristiques d'origine en raison du facteur temps ou d'autres facteurs.

Notre travail consiste à rechercher les problèmes du système d'eau potable de la ville de Dayet Ben Dahoua et à proposer les solutions afin d'assurer

Le provisionnement durable de la population en eau potable en utilisant le logiciel Google Earth pour obtenir la forme géométrique exacte puis transférer les éléments et les données de base du réseau (débit - vitesse - pression ...) sur Epanet programme pour avoir une idée bien claire sur les éléments essentiels afin de donner une simulation du comportement et de l'efficacité du réseau, Pour but d'apporter les corrections nécessaires qui assureraient un flux fluide

Mots clés: réseau d'alimentation en eau potable, diagnostic, simulation, Epanet

Abstract

The drinking water system is an important part of human life, it is also an essential basis in life, and it is an integral part of the well-being of the individual and of society at the same time. Therefore, this system must be preserved and maintained from any deterioration or aging which adversely affects its original characteristics due to the time factor or other factors. Our work consists of researching the problems of the drinking water system in the city of Dayet Ben Dahoua and proposing solutions to ensure The sustainable provision of drinking water for the population by using Google Earth software to obtain the exact geometric shape and then transfer the elements and basic data of the network (flow rate - speed - pression ...) ... on Epanet program to have a clear idea of the essential elements in order to simulate the behavior and efficiency of the network, In order to make the necessary corrections

Key Words : water supply network, diagnosis, simulation, Epanet

ملخص

تعتبر شبكات مياه الشرب جزء مهم في الحياة، كما تعتبر قاعدة أساسية في عصرنا هذا وهي جزء لا يتجزأ من رفاهية الفرد والجماعة.

-لذلك وجب الحفاظ عليها وصيانتها من أي تدهور أو شيخوخة تضر خصائصها الاصلية بفعل العامل الزمني.

-عملنا هذا يتمحور حول إيجاد المشاكل في الشبكة الموجودة في مدينة "ضاية بن ضحوة" واقتراح بعض الحلول للحفاظ على تلبية حاجيات السكان من الماء الشروب وكل هذا ببرنامج Google Earth للحصول على الشكل الهندسي الدقيق ونقل البيانات الى برنامج Epanet لتتحقق من العناصر الأساسية لشبكة (تدفق، سرعة، ضغط...إلخ) وإعطاء محاكات لسلوك وفعالية الشبكة، وفي الأخير تقديم التصحيحات اللازمة لسير هاته الأخيرة بسلاسة.

الكلمات المفتاحية: شبكة إمدادات مياه الشرب، التشخيص، المحاكاة، Epanet.

Remerciements

Nous exprimons toute notre gratitude et sincère dévouement à DIEU tout puissant qui nous a donné la volonté, le courage et la force pour élaborer ce travail.

Nous tenons à remercier nos parents qui nous ont soutenus et encouragés dans nos vies Nous tenons à exprimer nos vifs remerciements à nos encadreurs

Mme **AMIEUR Rokaia** Pour Son aide appréciée, leur grande disponibilité, et leurs précieux conseils.

Nos sentiments de profonde gratitude vont aux membres du jury pour l'honneur qu'ils nous font en acceptant de juger notre travail.

a du jury Mr Mechri Bachir et Mme Cady Mokhtaria.d'avoir accepté d'examiner ce travail Nos remerciements s'adressent également Mr **KASMI Yacine** Subdivisionnaire de la direction des ressources en eau de la wilaya de Ghardaïa qui nous a proposer le thème de ce modeste travail et Mr **AALMI.F** Subdivisionnaire en Aatef.

On ne peut pas laisser cette occasion passer sans remercier également à tous le personnel d'Algérie des eaux, Nous tenons à remercier tous les enseignants du département d'hydraulique qui tout au long des années d'études nous ont transmis leur savoir sans réserve.

Enfin, on tient à remercier également ceux et celles qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce présent travail.

Dedicas

Je dédie ce modeste travail à...

*A mon exemple éternel, mon soutien moral et source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, à toi **mon Père**.*

A la lumière de mes jours, la source de mes efforts, ma raison d'être, le symbole de tendresse ma vie et mon bonheur, maman que j'adore.

Aucun hommage ne pourrait être à la hauteur de l'amour dont ils ne cessent de me combler. Que dieu leur procure bonne santé et longue vie.

Aux personnes dont j'ai aimé la présence dans ce jour.

A mes chères sœurs Sadjida, Hala.

A mon cher frère Mohamed Ibrahim

A mon Amie Mohamed

Aux personnes qui m'ont toujours aidé et encouragé, qui étaient toujours

A tout ma famille et mes amies

A mes chers collègues

En témoignage de l'amitié qui m'a uni et des souvenirs, de tous les moments passés ensemble, je vous dédie ce travail et je vous souhaite une vie pleine de bonheur.

Assma .B

Dédicace

*Je dédie cet événement de ma vie et avec un grand plaisir
à celle qui sous ses pieds est mon paradis, à celle qui a fait
de moi ce que je suis aujourd'hui,*

*Je lui offre les fruits de sa bonne éducation et ses
dévouements qui attendu avec patience
ma très chère mère, le secret de mon existence sur terre, la
source inépuisable d'amour et d'affection, la lumière de mes
jours.*

*Et particulièrement à mon père, l'idole de toute ma vie,
mon soutien physique et moral, mon secours au temps de
besoin.*

*Une spéciale dédicace à ma chère sœur Souhila, ma
deuxième mère, la lumière de mes yeux.*

*Sans oublier mon grand frère Mustapha un vrai lien en
temps de détresse je cite aussi le vilain petit frère
affectueux Khaled.*

*Enfin à toute la famille que J'espère l'honorer
Je tiens aussi à le dédie à tous amis qui m'ont été des anges
gardiens contre la défaillance et la déviance
A Assma et tous mes collègues de cette fameuse promotion
2020-2021.*

N. Mohamed Salah

Liste des abréviations

AEP : Alimentation en eau potable.

EPA : Environmental Protection Agency

ADE : Algérienne des eaux

PEHD : Polyéthylènes haute densité.

ILP: Indice linéaire des pertes.

ILR: Indice linéaire de réparation.

Qéquipement: Débit des équipements.

Qmoyj: Débit moyen journalier.

Qp: Débit de pointe.

PPR: Polypropylène Radom,

PVC :Polychlorure de vinyle

Khmax: coefficient de changement de temps.

α max : Le coefficient de préparation des installations et des conditions de travail

β max : coefficient changer selon nombre de population,

Table des matières

Résumé	II
Abstract	III
ملخص.....	III
INTRODUCTION GENERALE	1
I -1 : Introduction.....	3
I.2 : Présentation d'un réseau d'AEP	4
I.2.1 : Les composants d'un AEP	4
I.2.2 : Le réseau de distribution	4
I.2.3 : Les conduits d'adduction.....	4
I.2.3 .1 adduction gravitaire	5
I.2.3 .2 Adduction par refoulement	5
I.2.4 : Station de traitement.....	6
I.3 : Les types des réseaux d'adduction.....	6
I.3.1 : Réseau de distribution ramifié	6
I.3.2 : Réseau de distribution maillé	7
I.3.3:Réseau de distribution étagé :.....	7
I.4 : Les Réservoirs.....	7
I.4.1 : types de réservoirs :.....	7
I.5 :Canalisation	8
I.6 : Problemes recontrer dans un systemes AEP	10
1.6.1 : Problème de gestion des réseaux d'A.E.P en Algérie :.....	11
I.6.2 : Vieillessement de réseau	11
I.6.3 : Facteurs de vieillissement de réseau	11
I.7 : Gestion des réseaux	12
I.7.1 : La gestion classique	12
I.7.2 : Gestion informatisée des réseaux.....	12
I.7.3 : Rôle de la gestion des réseaux :	13
I.7.4 : Recherche des fuites	13
I.7.4.1 : Pré localisation.....	13
I.8: Modélisation hydraulique.....	16

I.8.1 : Les logiciels de modélisation des réseaux d’AEP	16
I.9: Conclusion	19
II.1: Introduction	21
II.2 : Présentation de la zone	21
II.2.1 : Localisation géographique	21
II.2.2: Relief	22
II.2.3 : Climatologie :	23
II.2.4 : Les ressources en eau :	23
II.2.4.1 : Eaux de surface :	23
II.2.4.2 : Eaux souterraines :	23
II.2.5 : Réseau hydrographique :	24
II.2.6 : Nature du sol:	25
II.2.7 : Les données climatiques:	25
II.2.7.1 : Les données pluviométriques:	25
II.2.7.2 : Température :	26
II.2.7.3 : Les vent :	26
II.3 : Cadre démographique :	26
II.4 : Etude Socio-économique de la ville:	27
II.5 :Ouvrages de stockage :	27
II.6 : L’industrie	28
II .7 : Equipements scolaires :	28
II .8 : Equipements Sanitaires :	28
II.9 : Réseau de distribution :	28
II.10 :Besoin en Eau :	31
II.11 : Rendement et performance du réseau:	31
II.11.1 : Etude des pertes dans le système d’AEP du Daïa Ben Dahoua	32
II.11.2 : Rendement du réseau de la ville Daïa Ben Dahoua:	34
II.12 : Interprétations et Recommandations	41
II.13: Conclusion	42
III.1 : Introduction	Erreur ! Signet non défini.

III.2 : Tracé du réseau d'AEP	Erreur ! Signet non défini.
EPACAD : Convertir un dessin AutoCAD vers un fichier EPANET ..	Erreur ! Signet non défini.
III.3 : Définition Epanet.....	44
III .3.1 : Simulation du fonctionnement du réseau d'AEP sous EPANET	46
III 3.2 : Courbe de modulation.....	51
III.4 : Etat du réseau actuel.....	54
III.4.1 : Interprétations des résultats du réseau actuel	57
III.4.2 : Interprétations des résultats du réseau actuel	61
III.5:Scénario de fonctionnement proposés pour le réseau d'AEP de la ville Daia Ben Dahoua.....	61
III.5.1 : scénario Proposée	61
III.6 : Conclusion.....	59
Conclusion générale	65
Références bibliographiques	

Annexes

Liste des figures

Figure I.1: Schéma descriptif d'un système d'AEP [2]	4
Figure I.2: Adduction gravitaire [3]	5
Figure I.3: Adduction par pompage [3].....	6
Figure I.4: types des réseaux d'adduction. [3]	7
Figure I.5: types des resevoire . [8].....	8
Figure I.6: Canalisation en Acie. [3].....	9
Figure I.7: Canalisation en Béton Armé [3].....	9
Figure I.8: canalisation en PPR [3].....	9
Figure I.9: Canalisation en PEHD [3]	9
Figure I.10:canalisation en fonte ductile. [3]	10
Figure I.11: Canalisation en PVC [3].....	10
Figure I.12: Tuyaux en amiante-ciment [3]	10
Figure I.13: Robinet vanne. [3].....	14
Figure I.14: pré-localisation acoustique. [3]	15
Figure I.15: Amplificateur d'écoute direct. [3].....	15
Figure I.16: Sonomètre Piccolo . [3]	17
Figure I.17: logiciel epanet. [3].....	18
Figure II 1: La présentation de la zone d'étude la commune Daya Ben Dahoua (partie 1). (Extrait de Google Earth 18.05.2021)	22
Figure II 2: La présentation de la zone d'étude ELMAGSEM (partie 2). (Extrait de Google Earth 18.05.2021).....	22
Figure II 3: La présentation de la zone d'étude ELMAGSEM (partie 2). (Extrait de Google Earth 18.05.2021).....	29
Figure II 4: Répartition des diamètres du réseau.....	30
Figure II 5: Comparaison entre les volumes produits et les volumes distribués Réservoir Daya 1.	32

Figure II 6: Comparaison entre les volumes produits et les volumes distribués Réservoirs Sidi M'hamed	33
Figure II 7: Comparaison ente le volume distribué et le volume facturé Réservoir Daya 1... 33	
Figure II 8: Comparaison ente le volume distribué et le volume facturé Réservoirs Sidi M'hamed	34
Figure II 9: Variation du rendement production Réservoir Daya 1.	35
Figure II 10: Variation du rendement production Réservoirs Sidi M'hamed	35
Figure II 11: Variation du rendement primaire Réservoir Daya 1.	36
Figure II 12: Variation du rendement primaire Réservoirs Sidi M'hamed.	37
Figure II 13: Variation de l'ILP Réservoir Daya 1	38
Figure II 14: Variation de l'ILP Réservoirs Sidi M'hamed	38
Figure II 15: représente la variation des fuites déclarées et réparées dans le réseau d'AEP de Daïa Ben Dahoua	40
Figure II 16: Variation de l'ILR Réservoir Daya 1	40
Figure III 1: Réseau d'AEP actuel de la ville de Daïa Ben Dahoua tracé sur Google Earth ...	44
Figure III 2: Schéma de réseau actuel de la ville de Daya (EL-megsam sous Epanet).....	45
Figure III 3: Exemple de saisie des données des nœuds	48
Figure III 4: Exemple de saisie des données des tuyaux.....	48
Figure III 5: Exemple de saisie des données de bêche.....	50
Figure III 6: Exemple de saisie des données de Recevoir.....	50
Figure III 7: Modèle de consommation.....	52
Figure III 8: Les options hydrauliques	53
Figure III 9: Les options de temps.	54
Figure III 10: Lancement de la simulation.	55
Figure III 11: Résultat de simulation du réseau actuel d'AEP de la ville Daia Ben Dahoua ...	56
Figure III 12: Pourcentage de la distribution de la pression dans les conduites à l'heure creuses	57
Figure III 13: pourcentage de la distribution de la pression dans les conduites à l'heure de pointe.	58
Figure III 14: L'enveloppe des pressions à l'heure creuses.....	60
Figure III 15: L'enveloppe des pressions à l'heure de pointe.....	60
Figure III 16: Résultat de la simulation pour le scenario proposé à minuit	62

Figure III 17: Enveloppe de pression à minuit.	63
Figure III 18: Répartition des vitesses dans le réseau.	64
Figure III 19: Répartition des vitesses dans le réseau.	58

List des Tableaux

Tableau II 1: Evolution de la population au niveau de la commune pour Daïa Ben Dahoua l'horizon considéré[17]	26
Tableau II 2: Ouvrages de stockage de la commune Daïa Ben Dahoua[14].....	27
Tableau II 3: L'industrie[19].....	28
Tableau II 4:Equipement scolaires	28
Tableau II 5: Equipement sanitaires[20]	28
Tableau II 6: La nature des canalisations dans les différentes zone [24]	29
Tableau II 7: Comparaison des valeurs des indices linéaires des pertes d'eau [25]	39

Introduction générale

Introduction Générale

INTRODUCTION GENERALE

Le réseau d'alimentation en eau potable constitue un patrimoine sur lequel les gestionnaires doivent agir pour adapter le service proposé aux attentes des abonnés, de plus en plus inquiets et exigeants, et aux contraintes réglementaires, de plus en plus fortes. Mettre à niveau le fonctionnement de l'infrastructure demande d'intervenir sur ses composants. Les conduites de distribution d'eau, qui représentent en grande valeur des réseaux se trouvent donc au centre d'une problématique de gestion technique dont les enjeux stratégiques, financiers et fonctionnels sont très importants. La généralisation de la distribution d'eau potable en réseau est récente et au fur et à mesure du raccordement de la population, des questions se posent quant à la caractérisation du niveau de service rendu à l'utilisateur. Aujourd'hui, la plupart des algériens ont de l'eau au robinet, mais la maîtrise, que l'on voudrait totale, de l'eau distribuée devient une préoccupation majeure. Pour en arriver à ce stade dans notre zone d'étude, en fonction de leur degré de développement socioéconomique et culturel, franchissent ou ont franchi deux autres stades dans la satisfaction des besoins en eau : Un stade de la quantité qui correspond à la satisfaction des besoins biophysiques élémentaires, et que se mesure principalement par le taux de couverture de la population. Un stade de la qualité couvrant la satisfaction des besoins culturels et esthétiques qui complète l'étape précédente. Les usagers sont devenus des consommateurs et des clients qu'il devient nécessaire de satisfaire individuellement. Le but de cette étude est de diagnostiquer le réseau d'AEP existant de la ville de DAYET BEN DAHOUA et calcule des pertes d'eau potable dans le réseau, et développer des solutions pour diminuer au maximum des pertes d'eau potable et améliorer la qualité et la quantité de l'eau dirigé pour les citoyens.

Chapitre I : Etude bibliographique I

Chapitre I : Etude bibliographique I

I -1 : Introduction

La mission d'un service d'eau potable est d'assurer la production et la distribution d'eau potable en quantité, qualité et pression convenues en fonction des capacités du système, en respectant la réglementation, en veillant à la sauvegarde du patrimoine et en assurant la sécurité des usagers, du public et du personnel. Avec le temps les canalisations vieillissent, les diamètres deviennent insuffisant, les matériaux se fragilisent ...il arrive un moment tôt au tard ou elles devrons être remplacées conduites de distributions ou branchements.

Les premières questions qui se posent le gestionnaire d'un réseau d'AEP concernant le renouvellement du réseau sont les suivants :

- Dois-je renouveler les canalisations ?
- Les quelles dois-je renouveler ?
- Quand dois-je envisager les travaux ?

Des enjeux liés à l'obligation de distribution de l'eau d'une quantité suffisante et sanitaire. Telles les enjeux financiers de disposer d'outils de suivi et de prévention de son réseau

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

Chapitre I : Etude bibliographique I

I.2 : Présentation d'un réseau d'AEP

Définition :

Un réseau d'eau potable est un ensemble de conduites et d'équipements organisés pour permettre la circulation et la distribution de l'eau potable vers la population d'une collectivité ou de plusieurs collectivités.[1]

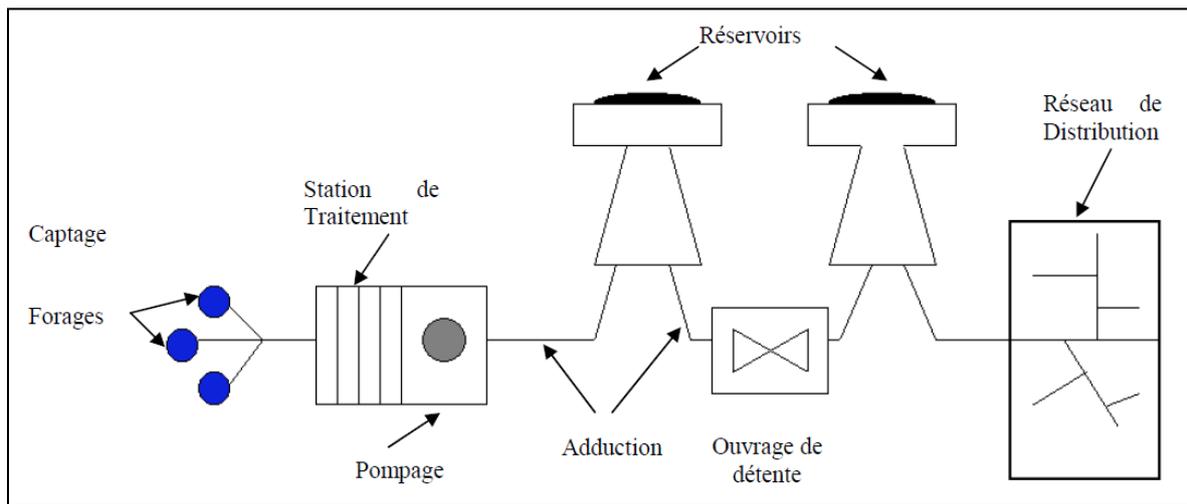


Figure 1: Schéma descriptif d'un système d'AEP [2]

I.2.1 : Les composants d'un réseau AEP

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

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

I.2.2 : Le réseau de distribution :

Constitué de l'ensemble des canalisations, robinetterie et ouvrage de génie civil (réservoir) qui procurent l'eau au consommateur par le biais de branchement privé à une canalisation d'eau collectifs.

Chapitre I : Etude bibliographique I

4. Elle est effectuée par gravité d'un réservoir se situant d'un point haut vers le réseau de distribution. L'adduction vers le réservoir peut aussi se faire d'une manière gravitaire ou parfois par pompage

I.2.3 : Les conduits d'adduction

L'adduction est le transfert de l'eau de la source naturelle ou de la station de traitement vers les réservoirs de distribution. On distingue généralement deux types d'adduction:

I.2.3 .1 adduction gravitaire (écoulement à surface libre ou en charge) : quand la cote source est supérieure à la cote du réservoir.

L'adduction gravitaire s'effectue, soit par aqueduc, soit par conduite forcée ou en charge. Avec des aqueducs (ou des canaux à ciel ouvert), l'écoulement est à surface libre, c'est-à-dire sans pression, grâce à la pente, il est généralement uniforme sur tout le parcours, que l'on aura étudié pour pouvoir transiter le débit voulu :

- faible pente et sensiblement constante
- les aqueducs ne doivent pas se mettre en charge
- longueurs des aqueducs généralement grandes
- faible vitesse donc grande section transversale
- systèmes particuliers selon topographie naturelle: sur arcades, en siphon, tunnel.
- des pertes possibles d'eau: évaporation, infiltration possible
- qualité des eaux: possibilité de drainage de la pollution

Avec des conduites en charge, l'écoulement est à section pleine, c'est-à-dire sous pression.

Ce mode d'adduction a les avantages suivants :

- permet d'avoir des vitesses plus grandes que dans le cas des aqueducs
- l'eau est isolée du milieu extérieur: moins de pertes et pas de risque de pollution
- pas de contraintes en ce qui concerne la pente de la conduite

Il est évident que, dans ces conduites en charge, la perte de charge est plus importante que dans les aqueducs. [37]

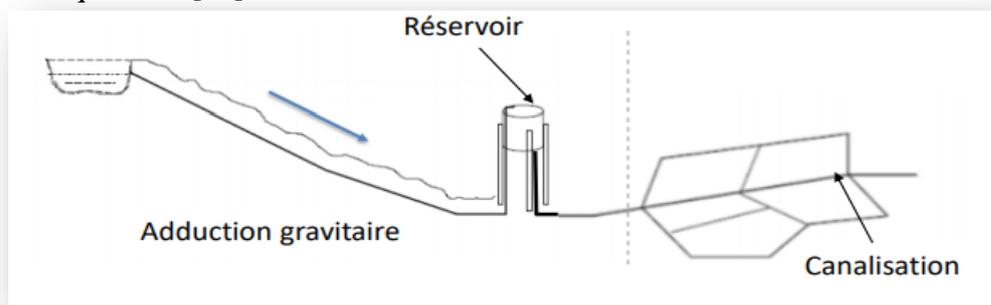


Figure 2: Adduction gravitaire [3]

Chapitre I : Etude bibliographique I

I.2.3 .2 Adduction par refoulement :

(écoulement en charge seulement) par pompage en utilisant une station de pompage. □

Dans une adduction par refoulement, le captage se situe à un niveau inférieur à celui du réservoir de distribution. Les eaux de captage (ou traitées) sont relevées par une station de pompage dans cette conduite de refoulement. [37]

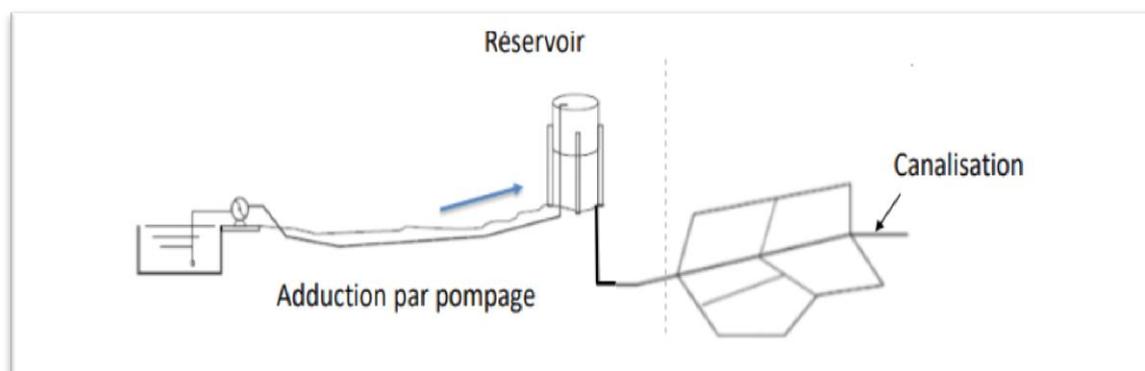


Figure 3: Adduction par pompage [3]

I.2.4 : Station de traitement

Selon la qualité de la source d'approvisionnement en eau on peut devoir soumettre l'eau à un traitement plus ou moins élaboré. par exemple dans le cas d'une eau souterraine de bonne qualité, une désinfection seule peut produire une eau de consommation qui peut être aux normes en vigueur ; en revanche une eau de lac ou de rivière exige un traitement plus complet. [2]

D'une façon générale, toute utilisation d'eau de surface exige un traitement continué avant son captage. La composition de l'eau sera examinée de point de vue turbidité. Pouvoir comatant degré hydrotimétrique pH teneur en matières organiques et en Escheria coli. [4]

I.3 : Les types des réseaux distribution

Un réseau de distribution de l'eau est une structure permettant de garantir l'approvisionnement en eau potable d'une zone domestique ou industrielle il existe plusieurs types (réseaux ramifiés, réseaux maillés et réseaux étagé...etc.)

I.3.1 : Réseau de distribution ramifié

Les réseaux ramifiés sont les réseaux les plus simples. Ils ne répondent qu'au besoin strict d'amener l'eau au point de livraison. Pour un point de livraison, l'eau suit un parcours unique. [5]

Chapitre I : Etude bibliographique I

I.3.2 : Réseau de distribution maillé

Les réseaux maillés sont composés de conduites suivant des contours fermés permettant une alimentation en retour. Les risques de perturbation de service sont ainsi réduits.

Ainsi, chaque point du réseau peut être alimenté en eau de deux ou plusieurs cotés.

En générale, on utilise un réseau maillé pour alimenter une zone urbaine et un réseau ramifié pour alimenter une zone rurale.[5]

I.3.3:Réseau de distribution étagé :

Le réseau étagé est caractérisé par des différences de niveau très importantes. Ce qui fait la distribution de l'eau par le réservoir donne des fortes pressions aux points les plus bas (normes de pressions ne sont pas respectées). En effet, ce système nécessite l'installation d'un réservoir intermédiaire, alimenté par le premier qui permet de régulariser (réguler) la pression dans le réseau. [6]

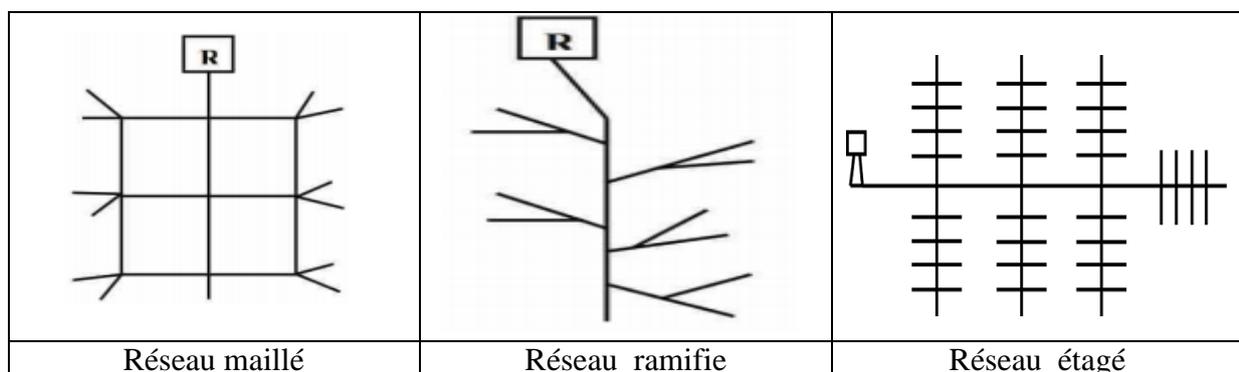


Figure 4: types des réseaux distribution. [3]

I.4 : Les Réservoirs

Un réservoir d'eau est une enceinte de confinement de l'eau permettant son stockage pour une utilisation ultérieure. Elles constituent les organes régulateurs de pression et de débit entre le régime de production et le régime de consommation.[13]

I.4.1 : types de réservoirs :

Chapitre I : Etude bibliographique I

Pour pouvoir satisfaire à tout moment, la demande en eau potable des abonnés , on crée des réservoirs qui permettent de gérer le pointes de consommation .

Lors de la conception de réservoirs , on est amené à faire plusieurs choix concernant le type de réservoir , son emplacement , sa capacité , son altitude son équipement .

- La technique de construction (métal maçonnerie , béton armé ou précontraint)
- L'intégration au site (surélevés (1.figure 1.).enterrés ou semi-enterré(2), etc...)
- Les considérations esthétiques .
 - Les caractéristiques topographique de la région ainsi que les conditions hydrauliques de la distribution seront des facteurs importants pour le choix de l'ouvrage .[8]

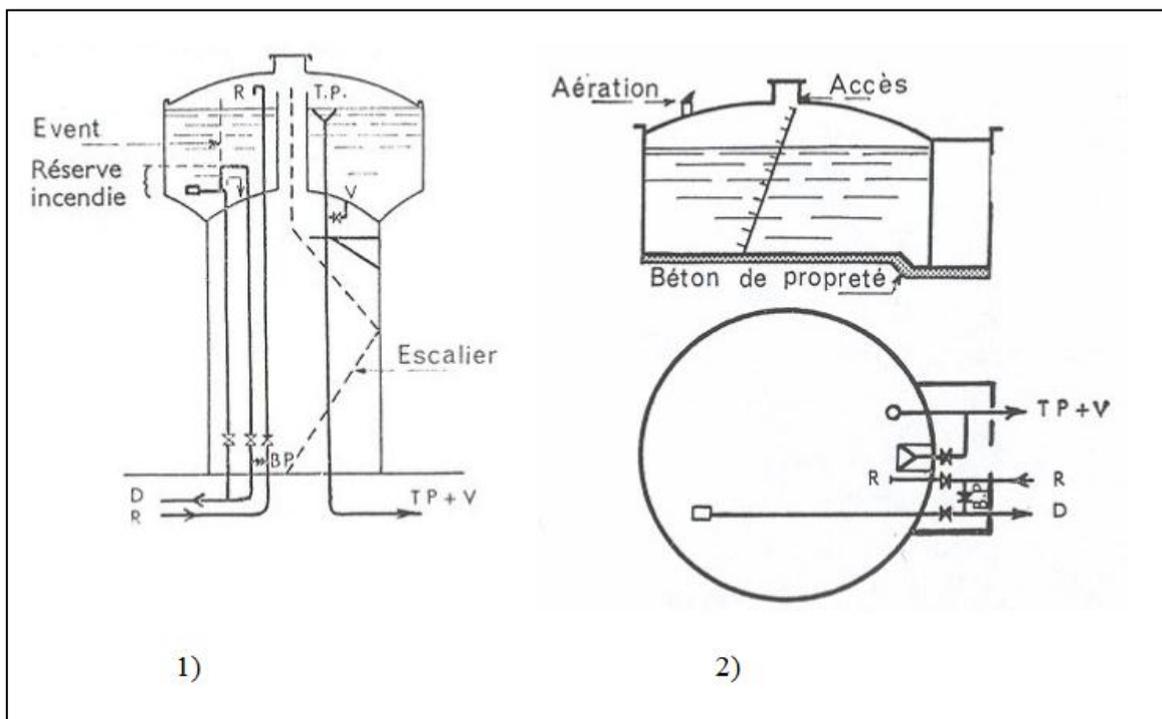


Figure 5 : les types de Réservoirs [8]

I.5 Canalisation:

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 (aqueduc, qanat) vers les lieux de consommation. Le terme d'adduction vient étymologiquement du latin : adducere (mener ou conduire vers, amener, etc.).[7]Plusieurs matériaux sont utilisées dans la fabrication des canalisations tels que

Chapitre I : Etude bibliographique I

- **L'acier:** permet une réduction importante du nombre de joints et est concurrentiel à la fonte au niveau du prix mais, nécessite une protection cathodique contre la corrosion.[8]
- **Le béton:** est un bon compromis entre l'acier et la fonte (pose continue sans joint, protection cathodique inutile) mais, peut affecter les caractéristiques organoleptiques de l'eau.

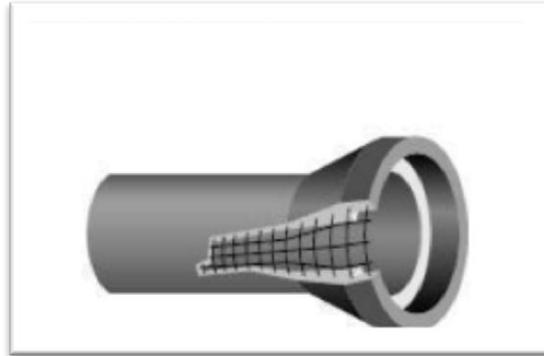


Figure 6: Canalisation en Acier. [3] Figure 7: Canalisation en Béton Armé [3]

- **La fonte ductile:** à une meilleure résistance. L'installation de la fonte nécessite un remblai plus soigné, les coûts de manutention sont plus chers car la fonte est plus lourde, tout comme les coûts hors pose présente un nombre de joints important et nécessite des butées "béton" lors des changements de direction pour les joints standards [8]
- **Le PEHD:** résiste à la corrosion, à la casse et aux UV, permet une manutention plus aisée mais, demande un savoir spécifique pour les raccords, a des risques d'ovalisation pour les gros diamètres, coûte cher pour les gros diamètres.[8]
- **Le PPR :** est un tube utilisé sur une installation sanitaire. Effectivement, il peut acheminer l'eau chaude comme l'eau froide. Le polypropylène random, un matériau neutre qui résiste fabuleusement bien aux attaques des agents corrosifs.



Figure 8: canalisation en PPR [3]



Figure 9: Canalisation en PEHD [3]

Chapitre I : Etude bibliographique I



Figure 10 :canalisation en fonte ductile. [3]

- **Le PVC:** n'est pas cher pour les petits diamètres, résiste à la corrosion, permet une manutention plus aisée mais, se dégrade à la lumière et au gel et rélargie certaines substances dans l'eau.[8]
- **Tuyaux en amiante-ciment :** ils sont fabriqués pour canalisation sous pression à partir d'un mélange intime et homogène en présence d'eau, d'amiante en fibre et de ciment Portland, à l'exclusion de toute armature métallique.[8]

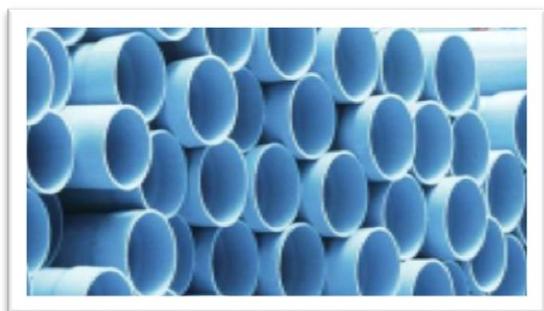


Figure 11: Canalisations en PVC [3]



Figure 12: Tuyaux en amiante-ciment [3]

I.6 : Problèmes rencontrés dans un système AEP

Plusieurs problèmes de différentes origines peuvent survenir dans un réseau d'A.E.P ; des fuites, les branchements illicites, les erreurs de compteurs, les problèmes environnementaux, pénétration de contaminants, chute de pression, des ruptures ou casses sur les conduites et leurs accessoires, les interruptions. A ces problèmes s'ajoutent des problèmes de gestion du réseau. Ces différents problèmes causent le mécontentement des consommateurs qui

Chapitre I : Etude bibliographique I

réagissent en déposant des plaintes sur les différents services (quantité insuffisante, qualité médiocre, interruption de l'alimentation, etc.) au niveau des services concernés.

Les différents problèmes survenant dans un réseau d'alimentation en eau potable peuvent être classés en trois grandes catégories :

- Problèmes induisant les ruptures et les casses,
- Problèmes induisant les fuites,
- Problèmes induisant la dégradation de la qualité de l'eau.

I.6.1 : Problème de gestion des réseaux d'A.E.P en Algérie :

Les problèmes de gestion des réseaux algériens sont très divers :

- Méconnaissance des besoins en eau des populations.
- Entretien quasi-nul des canalisations et de leurs accessoires.
- Coupures d'eau fréquentes.
- Fuites non répertoriées.
- Interventions trop lentes sur les fuites.[9]

I.6.2 : Vieillesse de réseau

Le vieillissement est l'ensemble des modifications fonctionnelles diminuant progressivement l'aptitude d'un objet, d'une information ou d'un organisme à assurer ses fonctions dans le temps.[7]

I.6.3 : Facteurs de vieillissement de réseau

1) Les facteurs environnementaux: la corrosivité du sol, développement du terrain, la température et ses variations, l'instabilité du sol, les conditions de pose, les fuites comme facteur aggravant, la circulation, les sels pour les déneigements des routes, etc...;

2) Les facteurs spécifiques au réseau: on peut citer la variation des conditions d'exploitation (débit, pression), la nature de l'eau (son PH, ses constituants,...), la température de l'eau, les manœuvres accidentelles sur le réseau, etc...;

Chapitre I : Etude bibliographique I

3) **Les facteurs spécifiques aux canalisations:** on trouve l'Age de la conduite, le type de matériaux, la taille, la longueur, la profondeur de pose, la réduction de l'épaisseur de la paroi, la construction et le lit de pose, la qualité de la main-d'œuvre, le diamètre, les joints et branchements, le comportement statique, etc....[12]

I.7 : - Gestion des réseaux

La gestion d'un réseau d'AEP a pour principale mission d'assurer les fonctions de production, stockage et distribution.

I.7.1 : 1La gestion classique

La gestion classique des réseaux présente beaucoup d'inconvénients.

Les supports cartographiques sur lesquels sont portés les objets représentant les réseaux sont difficilement manipulables. Cette gestion est également très limitée, les informations caractérisant les réseaux représentés sont portées sur le support en même temps que les objets graphiques eux-mêmes. Ceci peut provoquer une surcharge du support pouvant rendre illisibles certaines informations

Cette gestion présente les problèmes suivants :

- L'archivage des documents cartographiques et les fiches techniques du réseau.
- La perte de temps pour la recherche d'une information bien déterminée.
- La difficulté de la mise à jour.
- La facilité de perdre des informations à cause de la mémorisation et l'archivage.

I.7.2 : Gestion informatisée des réseaux

La complexité des réseaux d'eau potable et la difficulté éprouvée par les gestionnaires de prévoir les phénomènes hydrauliques qui s'y déroulent, fait de la gestion informatisée une opération indispensable, rendue possible grâce aux progrès de l'informatique. Elle permet en effet :

- D'améliorer la connaissance des réseaux faisant l'objet d'une telle étude ;
- De détecter et de comprendre les désordres pouvant se produire sur le réseau : on peut par exemple localiser les zones où la pression est anormale et en déduire la présence de fuites ou l'existence d'éléments inconnus, s'apercevoir que les temps théoriques de

Chapitre I : Etude bibliographique I

fonctionnement de pompes sont bien inférieurs aux temps mesurés ou découvrir d'autres indices qui témoignent de dysfonctionnement ;

- De simuler sur une période d'au moins une journée le comportement du réseau afin d'en optimiser les ressources, les capacités de stockage, les pompages ;
- D'étudier l'impact de nouvelles consommations ou d'éventuels incidents, de prévoir et adapter les installations pour faire face à de nouvelles contraintes ou à des situations de crises

De dimensionner les extensions, les renforcements ou les aménagements nécessaires pour satisfaire les nouveaux besoins [10]

I.7.3 : Rôle de la gestion des réseaux :

Une bonne organisation du service joue un rôle essentiel pour permettre une gestion efficace et économique pour l'utilisateur. Parmi les éléments à mettre en œuvre, cinq paraissent déterminants :

- Une gestion efficace de la clientèle : tant sur le plan technique, avec les branchements et compteurs que sur celui de recouvrements ;
- Une gestion financière rigoureuse : pour les investissements et le fonctionnement dans le cadre d'un budget annuel et de prévision à 3 ou 5 ans ;
- Un contrôle efficace sur le plan technique : (qualité des eaux, rendement des ouvrages ...) s'appuyant sur des statistiques, la comptabilité analytique, une bonne connaissance des plans du réseau et sur un laboratoire ;
- Une politique personnelle avec son volet « formation » : pour disposer des moyens en hommes indispensables ;

I.7.4 : Recherche des fuites

I.7.4.1 : Pré localisation

a. Vanne de sectionnement

Les vannes de sectionnement jouent un rôle très important sur un réseau d'eau potable car elles permettent d'isoler des portions de réseau.

Chapitre I : Etude bibliographique I

Typiquement, l'exploitant a besoin de sectionner une partie du réseau lors d'opérations de maintenance (réparation, remplacement de conduite ou d'équipement) ou lors de contamination par un polluant.

Dans le cadre de la lutte contre les pertes, les vannes sont les éléments essentiels des opérations de sectorisation et d'îlotage car elles permettent de travailler sur des zones restreintes. [10]



Figure 13 : Robinet vanne. [3]

b. Ilotage

Il s'agit de mesurer le débit introduit dans les différents îlots de la zone du réseau étudiée.

L'îlotage est généralement réalisé de nuit lorsque les consommations sont minimales et l'impact pour les usagers limité ce qui permet d'assimiler les débits mesurés aux pertes

Del'îlot.[10]

c. Quantification par alimentation directe

Cette action a pour but de mesurer le débit introduit dans une portion du réseau (maille ou ramification) formant un îlot afin d'en évaluer le niveau de pertes.

Pour cela, l'îlot est complètement isolé du réseau par fermeture de vannes. Son alimentation en eau est alors assurée par un tuyau souple reliant deux poteaux incendie, l'un situé à l'extérieur de l'îlot et l'autre à l'intérieur.

Après vérification de l'étanchéité de l'îlot, sa consommation d'eau est mesurée en temps réel. Le minimum de consommation mesuré peut être assimilé à la perte de l'îlot lorsque l'opération est réalisée à un moment de consommation minimale par les usagers lorsque les

Chapitre I : Etude bibliographique I

résultats montrent un niveau de pertes anormalement haut, des actions de localisation de fuites sont à engager sur l'îlot.[10]

d. Prélocalisation acoustique

Le pré localisation acoustique consiste à mesurer les niveaux de bruits du réseau, à la recherche du bruit permanent généré par l'écoulement continu de l'eau à travers un orifice et qui se propage dans les canalisations du réseau (parois et eau).

En cas de niveau minimal de bruit important ou variant fortement d'un capteur à l'autre, la source du bruit doit être identifiée et localisée afin de s'assurer qu'il s'agit bien d'une fuite. Les capteurs de bruit peuvent être installés en contact direct soit avec la canalisation (accéléromètre aimanté), soit avec l'eau (hydrophone), de manière permanente (utilisation en poste fixe) ou régulièrement déplacés (utilisation mobile). [10]



Figure 14 : pré-localisation acoustique. [3]

e. Ecoute directe mécanique

Il s'agit de la plus ancienne technique employée en matière de recherche de fuites. Elle consiste à capter les bruits véhiculés par le matériau des canalisations à l'aide d'une tige métallique.

Le bruit est alors amplifié par « une membrane à tension réglable placée à l'intérieur d'une caisse de résonance »

Après tubage, l'espace annulaire entre l'ancienne et la nouvelle conduite pourra être comblé par injection d'un coulis de ciment qui a pour rôle de transmettre les sollicitations extérieures sur la nouvelle conduite.



Figure 15: Amplificateur d'écoute direct. [3]

Chapitre I : Etude bibliographique I

I.8: Modélisation hydraulique

La modélisation hydraulique est une méthode de simulation numérique des écoulements des cours d'eau, utilisant des logiciels spécialisés. La modélisation hydraulique d'un réseau consiste à représenter son fonctionnement dans l'espace et dans le temps.

Les logiciels dédiés permettent de visualiser les caractéristiques hydrauliques du réseau en tout point : débits, vitesses d'écoulement et pressions.

En calculant l'évolution de ces caractéristiques dans le temps, le modèle permet de mieux comprendre le fonctionnement hydraulique du réseau, d'en faire un diagnostic, et de tester différents scénarios résultant d'actions volontaires (changement du marnage d'un réservoir, construction d'une nouvelle canalisation, etc.) ou involontaires (fuite en réseau, défaillance d'une pompe). [10]

La modélisation hydraulique est un outil très utile (voire incontournable pour les réseaux complexes) pour définir certaines actions de lutte contre les pertes et évaluer leur impact

I.8.1 : Les logiciels de modélisation des réseaux d'AEP

• RESODO :

RESODO est un logiciel de modélisation des réseaux d'eau potable et d'une manière générale des réseaux d'eau.

Il permet de modéliser les réseaux de tout type et de toute dimension: petits réseaux ruraux, grands réseaux urbains, prise en compte d'une grande gamme d'équipements: réservoirs, pompes, vannes régulatrices, etc.

Il propose de nombreux outils d'aide à l'utilisateur, parmi lesquels: calculs des pressions résiduelles, calculs de défense contre l'incendie, estimation des fuites, calculs de bilans, etc.

RESODO utilise le moteur de calcul EPANET pour effectuer ses calculs hydrauliques et de qualité. [10]

•Water CAD

Est un logiciel de modélisation et d'analyse de la distribution de l'eau ;il permet de modéliser le comportement hydraulique et la qualité de l'eau dans les réseaux de distribution.

Chapitre I : Etude bibliographique I

Pour gérer leurs infrastructures, de nombreux services publics, services municipaux et bureaux d'étude font confiance à Water CAD, un outil fiable et économique qui facilite la prise de décision du contrôle des systèmes de lutte contre les incendies à l'analyse de l'eau, de la consommation énergétique et à la gestion des coûts. [10]

•PICCOLO

Piccolo est un logiciel de modélisation des réseaux d'eau potable, développé par le Siège en 1986. C'est un outil général de simulation des écoulements en charge dans les réseaux maillés en utilise pour mesuré Sonomètre .

A partir des données du réseau, Piccolo calcule les vitesses, les pressions, les débits, l'évolution des niveaux de réservoirs...

Les calculs peuvent concerner un régime statique ou dynamique, c'est un outil puissant de modélisation des réseaux de fluides n(eau potable, eau surchauffée) . [10]

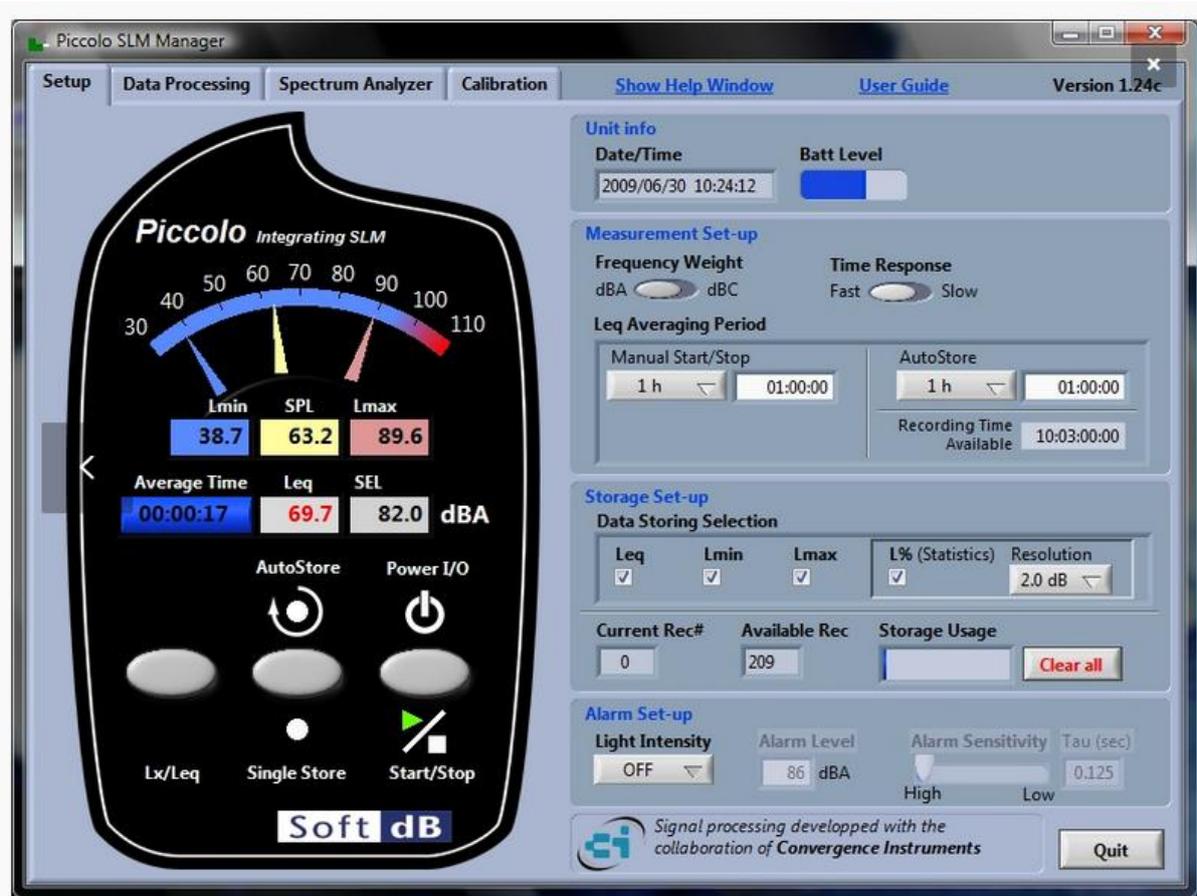


Figure 16 : Sonomètre Piccolo [3]

Chapitre I : Etude bibliographique I

• PORTEAU

Portaux est un logiciel de simulation hydraulique et de cinétique adapté aux réseaux d'eau sous pression, il est développé par le Cemagref de Bordeaux en 2001.

Il permet: une schématisation du réseau, la représentation de son fonctionnement en temps réel, sur un horizon de plusieurs heures ou jours, la modélisation de la qualité avec temps de séjour, cinétique et traçage de provenances. Il est utile comme outil de gestion et d'aide au dimensionnement

• EPANET

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 [11].

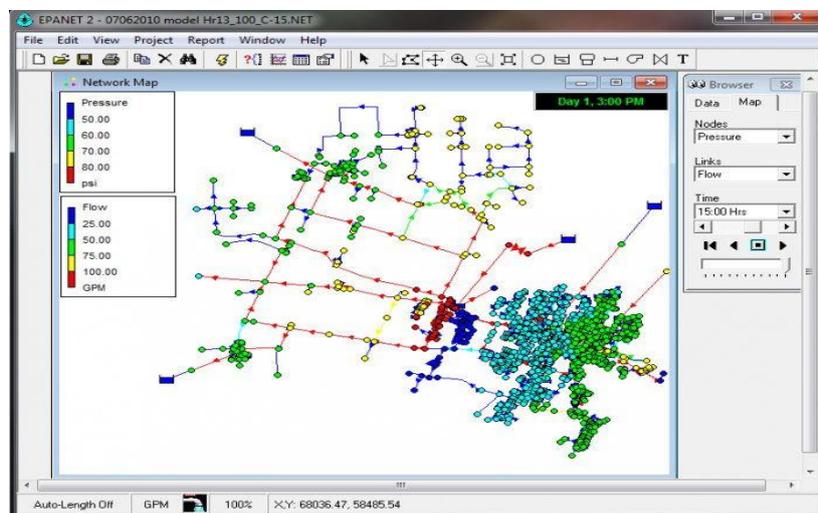


Figure 17: logiciel epanet. [3]

Chapitre I : Etude bibliographique I

I.9: Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons décrit d'une manière générale un réseau d'alimentation en eau potable, on a défini les différents types de canalisation, les problèmes, la gestion ainsi les indicateurs de services et quelque logiciels de modélisation.

CHAPITRE II : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

CHAPITRE II : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

II.1. Introduction

Dans ce chapitre, nous allons présenter notre zone d'étude DAYA BEN DAHOUA (Elmagsem) aussi nous faisons une étude détaillée sur son réseau d'AEP en calculant les besoin en eau et les différents indicateurs de performance.

II.2 Présentation de la zone

II.2.1 Localisation géographique

La ville de Daya Ben Dahoua; chef-lieu de la commune et de la daïra du même nom, à laquelle se rattache le présent projet, appartient à la wilaya de Ghardaïa qui se situe dans la zone septentrionale du Sahara Algérien.

Au Nord-ouest de la ville de Ghardaïa sur une distance de 11km, la ville de Daya Ben Dahoua entaille profondément le paysage et s'étend sur une superficie de 2.234,94km²[15], elle est limitée par:

- Au Nord: la wilaya de Laghouat.
- Au Sud: les communes de Ghardaïa et Bounoura.
- A l'Est: les communes de Berriane et Ghardaïa.
- A l'Ouest: la commune de Metlili.

Dans la zone plate, au niveau de la confluence des oueds El Abiod et Laadhira, en rive droite de oued El Abiod, l'agglomération de Daya Ben Dahoua et sa palmeraie ont été érigées à partir du 19^{ème} siècle par des nomades se sédentarisant et constituant ainsi la seule implantation non- mozabite de la vallée. La ville s'est récemment notablement développée dans le cadre des activités liées aux champs pétrolifères. Elle est devenue une entité semi-urbaine qui abrite 10784 habitants [16], et reçoit une forte immigration vu les conditions micro- climatique favorable, ce qui a produit une forte demande à l'eau potable. Cette demande est assurée par l'exploitation de la nappe du continental intercalaire, par conséquent les conditions de collecte et de traitement des eaux usées sont loin de répondre aux normes et entraînent une pollution importante de la nappe phréatique et une situation sanitaire qu'il convient de corriger.

Afin de remédier la situation, la direction d'hydraulique de la wilaya de Ghardaïa a confié au bureau d'étude «G.H.P» (Général. Hydraulic. Projects), l'étude du schéma directeur d'assainissement de la ville de Daya Ben Dahoua.[14]

CHAPITRE II : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

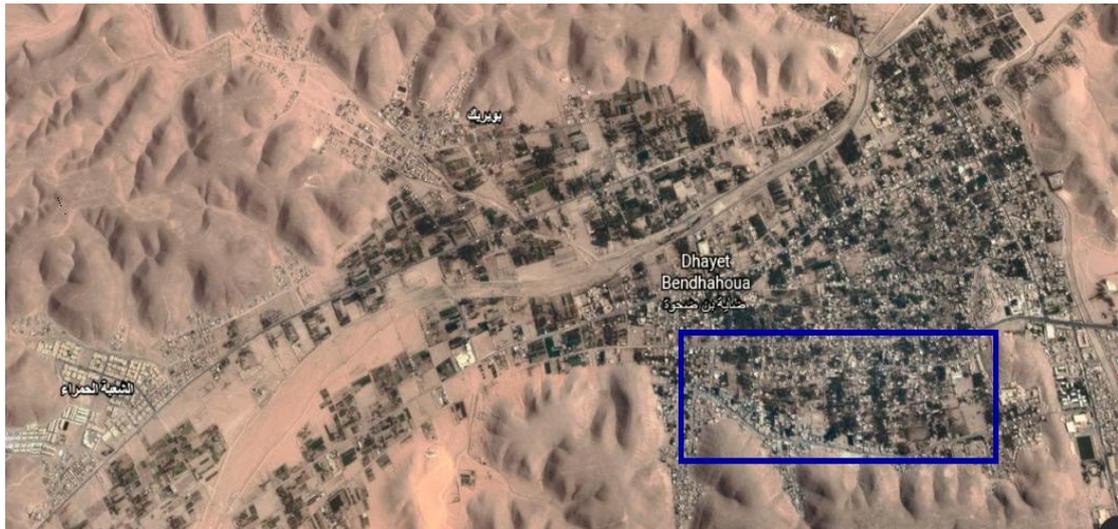


Figure II 1: La présentation de la zone d'étude la commune Daya Ben Dahoua partie 1). (Extrait de Google Earth 18.05.2021)



Figure II 2: La présentation de la zone d'étude ELMAGSEM (partie 2). (Extrait de Google Earth 18.05.2021)

II.2.2: Relief :

La zone d'étude est située principalement dans les formations de calcaires massifs du turonien. Celle-ci sont parfois recouvertes par les sédiments du sénonien moyen, constituant fréquemment des buttes témoins de faible extension qui se détachent à l'horizon: elles sont constituées d'une carapace calcaire surmontant des marnes gypseuses souvent recouvertes par leurs produits d'altération.

CHAPITRE II : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

Dans la zone plate au niveau de la confluence des oueds, les terrains de bordure sont essentiellement des sables, poudingues et des argiles alluvionnaires du quaternaires.[14]

II.2.3 Climatologie :

Le caractère fondamental du climat saharien est la sécheresse de l'air mais les micro-climats jouent un rôle considérable au désert. Le relief, la végétation abondante peuvent modifier localement les conditions climatiques par exemple:

Au sein d'une palmeraie, on peut relever un degré hygrométrique élevé.

Le climat saharien se caractérise par des étés aux chaleurs torrides et des hivers doux. Surtout pendant la journée.

On dispose pour la région de l'étude d'une seule station c'est celle de

Ghardaïa (13.04.07) l'altitude d'observation: 468,5m.[15]

II.2.4 Les ressources en eau :

Les ressources hydrauliques de la Wilaya sont essentiellement souterraines. Les ressources en eaux de surface proviennent généralement des crues importantes de l'Oued M'Zab inondant ainsi la région de Ghardaïa. Ces crues sont générées par les averses sur la région de Laghouat – Ghardaïa.[14]

II.2.4.1 Eaux de surface :

Les inondations créées par les crues des Oueds alimentent les nappes inféro -flux et irriguent les palmeraies par des digues.

II.2.4.2 Eaux souterraines :

Les principales ressources d'eaux souterraines ont pour origine deux nappes principales :

- Nappe du complexe terminal (C.T) ;
- Nappe du continental intercalaire (C.I).

La région provient de deux aquifères:

- L'aquifère des alluvions
- L'aquifère du continental intercalaire.[14]

II.2.4.2.1 : L'aquifère des alluvions:

L'aquifère des alluvions renferme la nappe phréatique qui alimentait autrefois l'oasis, il était situé entre 40 et 70m de profondeur. Aujourd'hui la nappe est moins sollicitée après que les forages au continental intercalaire ont peu à peu supplanté les puits de la nappe

CHAPITRE II : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

phréatique, qui tendent à être abandonnés et elle reçoit de plus en plus des eaux d'infiltration provenant de l'irrigation et du rejet des eaux usées(les fosses septiques), sous l'effet combiné de la baisse des prélèvements et de l'augmentation de la recharge, cette nappe remonté fortement à une profondeur de 20m, la pollution de cette nappe est essentiellement d'origine domestique.[14]

II.2.4.2.2 L'aquifère des continental intercalaire :

Les sables et grés appartenant à l'Albien se trouvent au-dessous des formations du crétaé moyen. Ils renferment une nappe aquifère en charge qui représente la principale ressource de la région. L'épaisseur de l'Albien est de l'ordre de 400m. Les formations sous-jacentes sont regroupées avec l'Albien sous le terme de Continental Intercalaire[14]

II.2.5 :Réseau hydrographique :

En général le réseau hydrographique de Daya Ben Dahoua conforme à la topographie générale s'ordonne autour d'axes Nord- ouest, Sud-est et constitue le tracé naturel du collecteur principal des eaux usées.

La ville de Daya Ben Dahoua est drainée par trois importants oueds: Laadhira, El Abiod et Argdeine dont la longueur des deux premiers est de l'ordre de 50 à 60kms. Afin de minimiser le risque des inondations dues aux crues de forte intensité, il est programmé l'implantation de trois ouvrages de retentions.

- La retenue d' ElAbiod.
- La retenue d'El Haimeur.
- La retenue de Boubraik.

Ces ouvrages ont pour objectif de stocker temporairement les crues en relâchant un débit limité, assurant ainsi avec les aménagements projetés à l'aval, la protection des biens et des personnes des agglomérations de la vallée. Ce stockage permettra également une infiltration locale des eaux de crue dans la nappe supérieure qui favorise à son tour le développement agricole[14]

CHAPITRE II : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

II.2.6 : Nature du sol:

Du point de vue géologique, la région est située au centre du plateau de Tademaït, son sol est formé de puissantes assises calcaires, brunies par la patine désertique, entaillées par des ravins profonds et ramifiés, c'est donc une région particulièrement perméable[14].

II.2.7 : Les données climatiques:

Le caractère fondamental du climat saharien est la sécheresse de l'air mais les microclimats jouent un rôle considérable au désert. Le relief, la végétation abondante peuvent modifier localement les conditions climatiques par exemple:

Au sein d'une palmeraie, on peut relever un degré hygrométrique élevé.

Le climat saharien se caractérise par des étés aux chaleurs torrides et des hivers doux. Surtout pendant la journée.

On dispose pour la région de l'étude d'une seule station c'est celle de Ghardaïa (13.04.07) l'altitude d'observation: 468,5m[15].

II.2.7.1 :Les données pluviométriques:

Au Sahara les pluies peuvent survenir en n'importe quelle saison. Ici pas de répartition régulière ou les notions de moyennes perdent totalement de sens. Le régime des précipitations est trop irrégulier, il faut également rappeler que la pluie peut ne pas tomber durant toute l'année et que durant le même mois des années de sécheresse consécutives peuvent se produire.

Toutefois, pour une série de précipitations annuelles assez longue la moyenne annuelle devient stable.

Les précipitations sont très faibles et irrégulières. A Ghardaïa, elles varient entre 13 et 68 mm sur une durée moyenne de quinze (15) jours par an. A El-Menia, elles varient entre 0,4 mm et 147,5 mm avec une moyenne annuelle de 41,5 mm; le nombre de jours de pluie ne dépasse pas onze (11) jours (entre les mois de Janvier et Mars). Les pluies sont en général torrentielles et durent peu de temps sauf cas exceptionnels. [18]

CHAPITRE II : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

II.2.7.2 : Température :

Elle est marquée par une grande amplitude entre les températures de jour et de nuit, d'été et d'hiver. La période chaude commence au mois de Mai et dure jusqu'au mois de Septembre. La température moyenne enregistrée au mois de Juillet est de 36,3 °C, le maximum absolu de cette période a atteint 47°C. Pour la période hivernale, la température moyenne enregistrée au mois de Janvier ne dépasse pas 9,2°C, le minimum absolu de cette période a atteint -1 °C.[18]

II.2.7.3 : Les vent :

Le vent est le facteur principal de la topographie désertique pendant certaines périodes de l'année, en général en Mars et Avril, on assiste à des véritables tempêtes de sable, des trompes de sables qui se déplacent avec violence atteignant plusieurs centaines de mètres de haut.

L'obscurité règne et toute activité cesse .ces phénomènes peuvent durer de un à trois jours et plus, avec cependant une accalmie durant la nuit. Des masses de sable peuvent être transportées à des distances considérables

Pour ce qui est du Sirocco, on note une moyenne annuelle de 11 jours/an pendant la période qui va du mois de Mai à Septembre. [18]

II.3 : Cadre démographique :

Pour la ville de **Daïa Ben Dahoua** , la population est donnée dans le tableau II.1 avec un taux d'accroissement moyen de 1.77 % au niveau de la commune de **Daïa Ben Dahoua** sont 14300 habitants [17]

Tableau II 1: Evolution de la population au niveau de la commune pour Daïa Ben Dahoua l'horizon considéré[17]

Années	2017	2020	2025	2030	2040
Nombre de population	14814	15564	16676	17535	18700
Taux moyen d'accroissement	1.77%				

CHAPITRE II : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

II.4 : Etude Socio-économique de la ville:

L'estimation de la population se fait à partir d'un taux de croissance que l'on peut extrapoler selon diverses hypothèses. L'évaluation démographique constitue l'élément de base principal pour estimer les besoins en eau d'une communauté donnée et par conséquent les volumes d'eau rejetés.

Les tendances démographiques et socio-économiques fournissent normalement les données de base pour projeter, soit la progression ou la régression des paramètres qui déterminent les besoins en eau et la pointe des eaux résiduaires domestiques et industrielles. [14]

II.5 :Ouvrages de stockage :

La ville **Daïa Ben Dahoua** est dotée de neuf ouvrages de stockages^[14] répartis comme suit :

1. Trois réservoirs de capacité 3* 1500 m³, Sidi M'hamed ,Boubrik , OM Jdar
2. Deux réservoirs de capacité 2* 800 m³, LaaDaira ,CHabaatAfari
3. Deux réservoirs de capacité 2* 500 m³, Laarich ,CHabaatAfari
4. Deux réservoirs de capacité 2* 1000 m³, CHabaatELHemra ,Ladaira
5. Réservoir de capacité 700 m³ Sidi AEK Est.

Nom	Volume (m ³)	Destination	Gérer Par	Mise en service
La Daira	800	AEP	ADE	1965
Sidi Aek EST	700	AEP	ADE	1987
Laarich	500	AEP	ADE	2000
Sidi M'hamed	1500	AEP	ADE	/
Boubrik	1500	AEP	ADE	2000
OUM JDAR	1500	AEP /IRR	ADE	/
ChaabatAfari	500	AEP	ADE	1993
	800	AEP	ADE	1963
chaabat Hamra	1000	AEP	ADE	2002
Laadira	1000	AEP	ADE	2020

Tableau II 2: Ouvrages de stockage de la commune Daïa Ben Dahoua

[14]

CHAPITRE II : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

II.6 : L'industrie

<i>Zone Industrielle</i>	<i>Zone Urbaine</i>	<i>Zone d'Activité</i>	<i>Total Unité</i>	Effectif Emploi
–	2	3	5	11

Tableau II 3: L'industrie[19]

II .7 :Equipements scolaires :

Les équipements scolaires existants et projetés de la ville de Daya Ben Dahoua sont :

Primaire	SEM	Lycée
9	3	2

Tableau II 4:Equipement scolaires[35]

II .8 : Equipements Sanitaires :

La ville de Daya Ben Dahoua comprend actuellement : [20]

Hôpitaux		Polyclinique	Salle de Soins	Pharmacies	
Nbr Hôpitaux	–			ENDIMED	Privée
Nbr des Lits	05	02	02	–	11

Tableau II 5: Equipement sanitaires

II.9 : Réseau de distribution :

Le réseau de distribution de la ville de **Daïa Ben Dahoua** est un réseau mixte (maillé+ramifié),et la zone études El-magsem est un réseau maillé conduites du réseau de distribution sont composés de trois types de canalisation :polychlorure de vinyle et Amiante ciment et Polyéthylène haute densité ^[24] La figure II.3 représente la réparation des longueurs à partir de la nature des canalisations dans le réseau d'AEP de la ville **Daïa Ben Dahoua**

CHAPITRE II : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

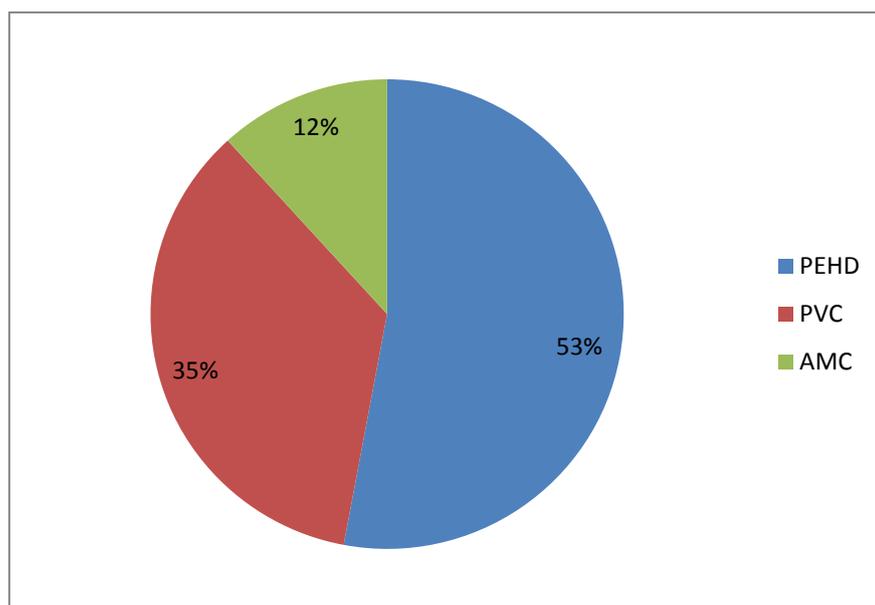


Figure II 3: La présentation de la zone d'étude ELMAGSEM (partie 2). (Extrait de Google Earth 18.05.2021)

Zone	Type
Argdan	PEHD – PVC
Sidi AEK Est	PEHD
Laarich	PVC
ELMAGSEM	PEHD-PVC-AMC
Boubrik	PEHD-PVC
OUM JDAR	PEHD-PVC
ChaabatAfar	PEHD-PVC-AMC
Chaaba Hamra	PEHD-PVC
Coté EST DAIA	PEHD-PVC

Tableau II 6: La nature des canalisations dans les différentes zones [24]

Les diamètres des canalisations varient de 63 mm jusqu'à 300 mm. La figure II.4 représente la répartition des diamètres du réseau.

CHAPITRE II : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

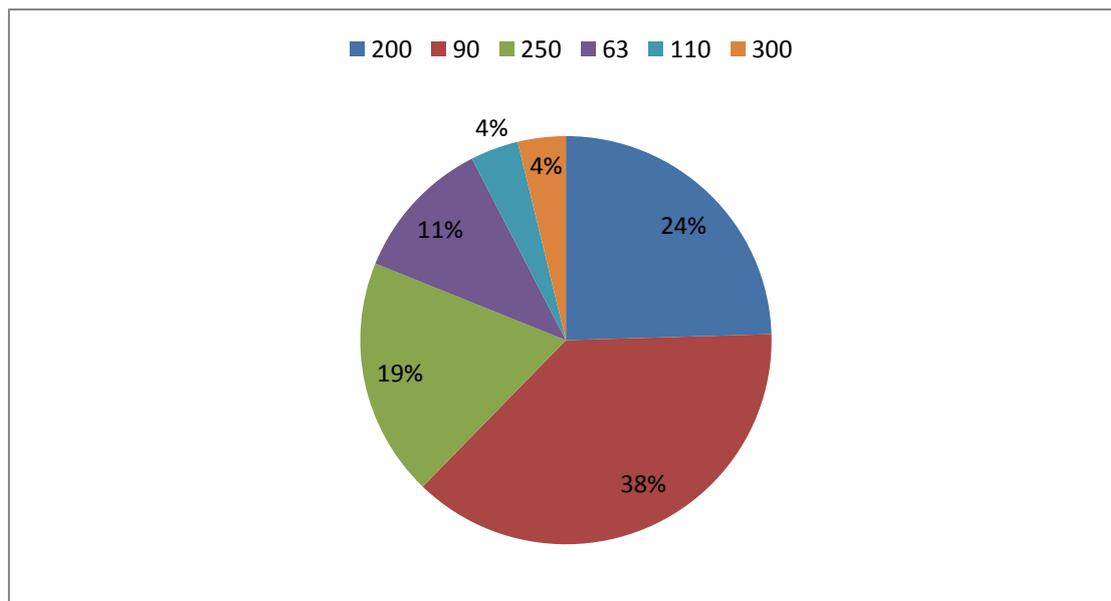


Figure II 4: Répartition des diamètres du réseau.

CHAPITRE II : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

II.10 : Besoin en Eau :

Les besoins en eau sont calculés en se basant sur une dotation de 200 l/j/Hab. pour l'année **2020**

Les besoins de l'équipement sont estimés à 15% des besoins domestiques[19]

Les besoins sont estimés par:

Besoin Domestique = Nombre d'habitant \times 200l/j/habitant

Besoin Domestique = $15564 \times 200 = 3112.8 \text{ m}^3/\text{jour}$

On estime 15% des besoins des équipements.

$Q_{\text{équipement}} = 466.92 \text{ m}^3/\text{jour}$

$Q_1 = 3579.72 \text{ m}^3/\text{jour}$

30% de Q_1 estimé pour les pertes

$Q_{\text{moy j}} = 1073.916 \text{ m}^3/\text{jour}$

Le coefficient de pointe est 3

$Q_p = Q_{\text{moy j}} \times 3 = 3221.748 \text{ m}^3/\text{jour}$

$Q_p = 37.288 \text{ l/s}$

A l'horizon 2040, le débit moyen futur

Besoin futur domestique = Nombre d'habitant \times 200l/jour/habitant

Besoin futur domestique = $18700 \times 200 = 3740 \text{ m}^3/\text{jour}$

On estime 15% des besoins des équipements.

$Q_{\text{équipement}} = 561 \text{ m}^3/\text{jour}$

$Q_1 = 4301 \text{ m}^3/\text{jour}$

30% de Q_1 estimé pour les pertes

$Q_{\text{moy j}} = 1290.3 \text{ m}^3/\text{jour}$

Le coefficient de pointe est 3

$Q_p = Q_{\text{moy j}} \times 3 = 3870.9 \text{ m}^3/\text{jour}$

$Q_p = 44.802 \text{ l/s}$

II.11 : Rendement et performance du réseau:

Dans le domaine de l'alimentation en eau potable, la mesure de performance par des

CHAPITRE II : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

indicateurs portant sur les résultats qualitatifs du service apparaît comme un outil propre améliorer la maîtrise de la gestion. [30]

La mise en œuvre de cette méthodologie cherche à constituer un panel commun indicateurs balayant l'ensemble des missions des services d'alimentation en eau potable. [30]

Pour une meilleure exploitation du réseau d'alimentation en eau potable de la ville De Daïa Ben Dahoua , des indicateurs de qualité sont choisis pour évaluer l'état de fonctionnement du réseau. Ces indicateurs permettent de mieux identifier les forces et faiblesses dans la conduit du service des eaux. Ils sont calculés en se basant sur les données des volumes produits, mis en distribution et facturés au niveau de la ville Daïa Ben Dahoua.

II.11.1 : Etude des pertes dans le système d'AEP du Daïa Ben Dahoua

- **Les pertes en stockage :**

La figure II.5 présente une comparaison entre les volumes produits et les volumes distribuent de la villeDaïa Ben Dahoua

- Réservoir Daya N1 (La Daïra)

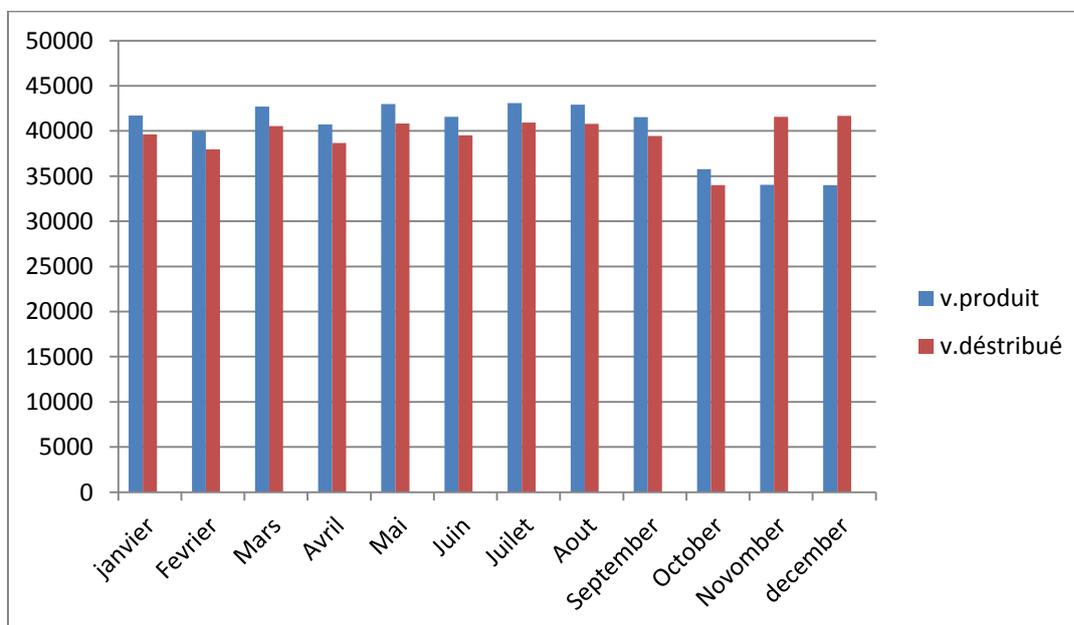


Figure II 5: Comparaison entre les volumes produits et les volumes distribués.

- Réservoir Sidi M'hammed

CHAPITRE II : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

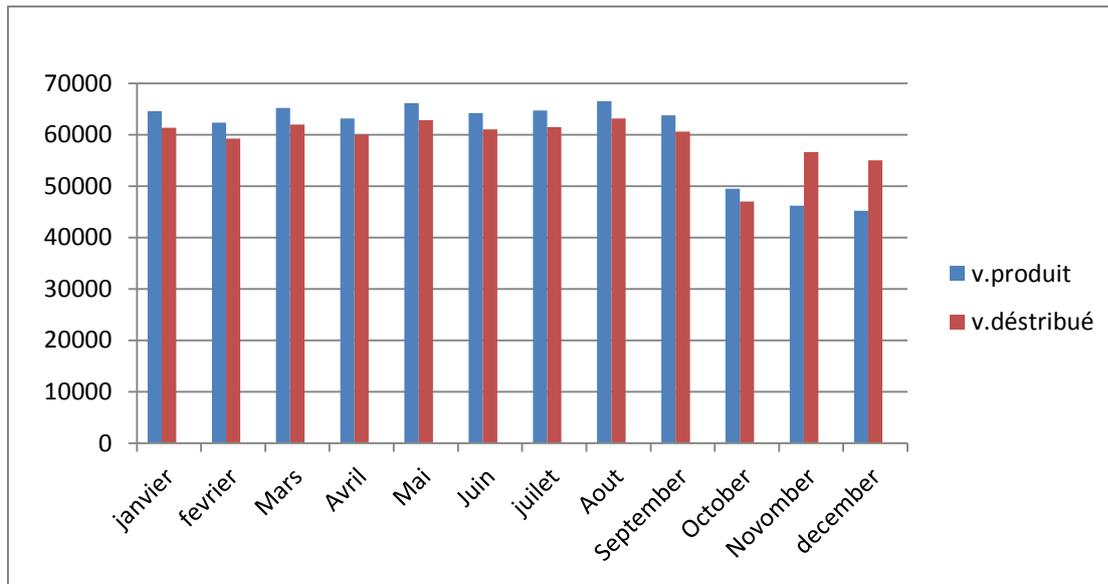


Figure II 6: Comparaison entre les volumes produits et les volumes distribués.

- Nous remarquons aux mois de novembre et décembre que le volume distribué est supérieur à le volume produit , en raison de la présence d'un conduite connecté au réseau venant d'un réservoir à Laarish avec un diamètre 200 mm , cela a entraîné une augmentation du volume dans le réseau .

• Les pertes en distribution:

La figure II.6 présente une comparaison ente les volumes distribués et les volumes facturés de la ville Daïa Ben Dahoua[23].

- Réservoir Daya N1 (La Daïra)

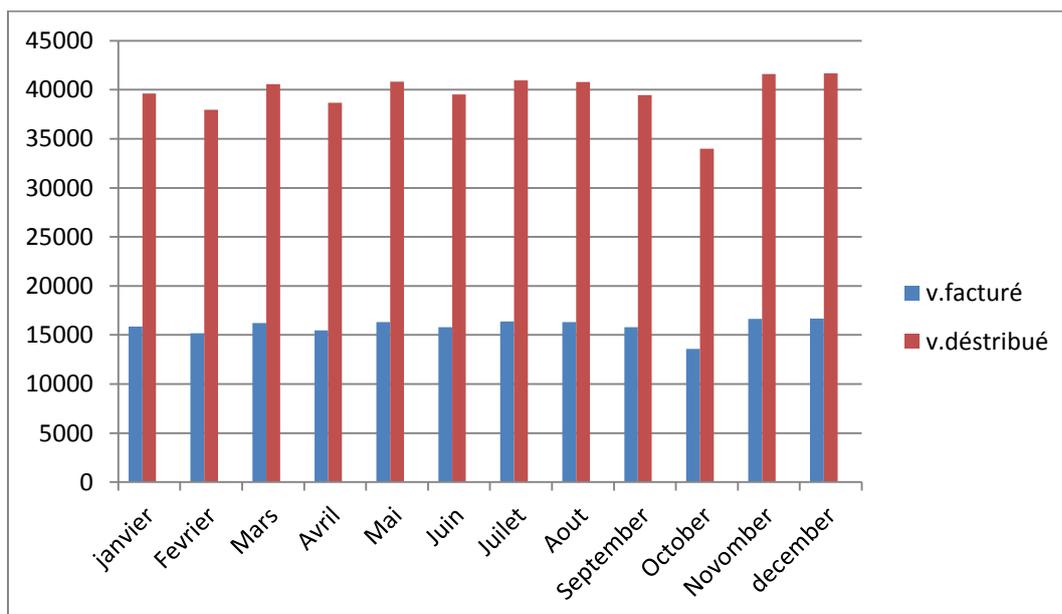


Figure II 7: Comparaison ente le volume distribué et le volume facturé.

CHAPITRE II : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

- Reservoir Sidi M'hammed

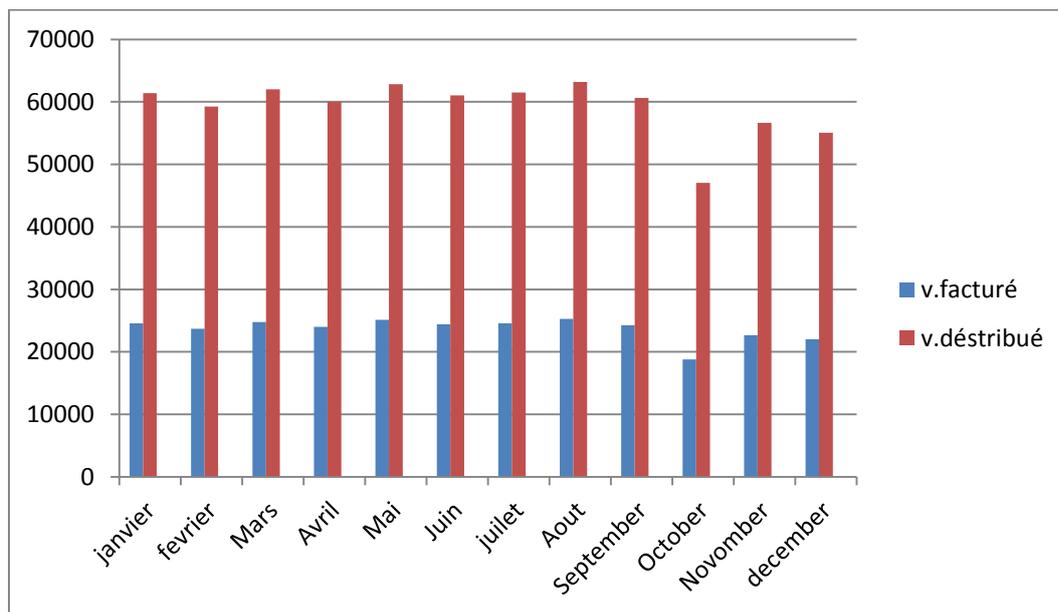


Figure II 8: Comparaison ente le volume distribué et le volume facturé.

II.11.2 : Rendement du réseau de la ville Daïa Ben Dahoua:

- Rendement de production

Le rendement production est un indicateur important pour la gestion technique d'un réseau d'alimentation en eau potable, il est délimité selon la formule(II.2).[29]

$$\text{Rendement production (\%)} = \frac{\text{Volume distribué}}{\text{Volume produit}} * 100(\text{II.2})$$

- Réservoir Daya N1 (La Daïra)

La figure II.9 affiche la variation du rendement production au cours de l'année 2020

CHAPITRE II : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

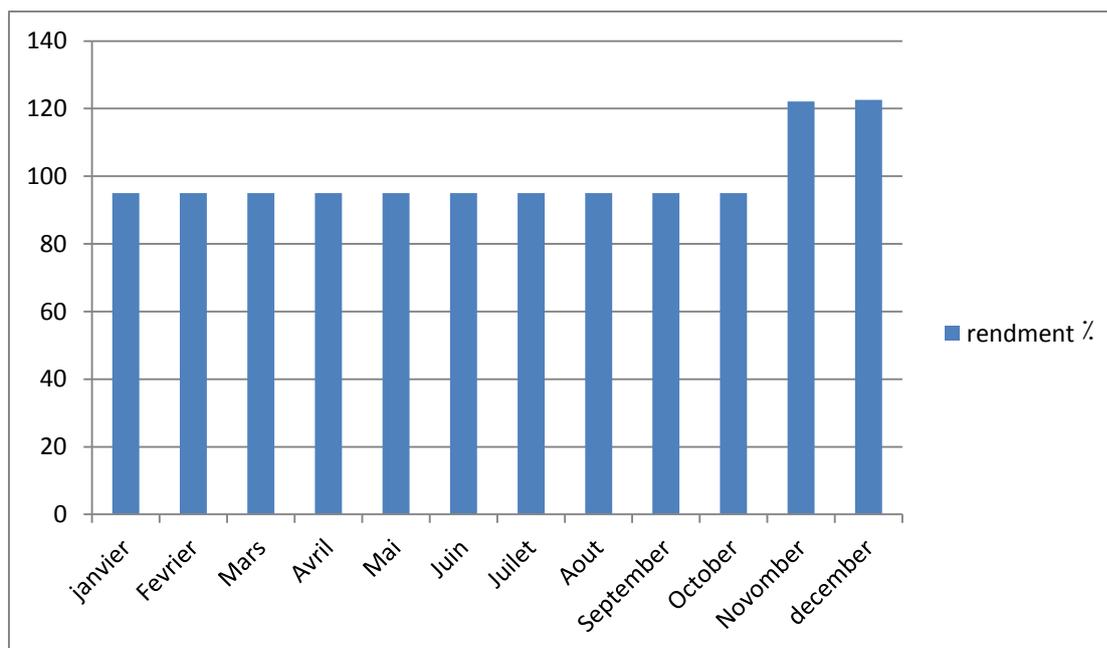


Figure II 9: Variation du rendement production.

On remarque que le rendement moyen est de 95%, il est acceptable.

- Réservoir Sidi M'hammed

La figure II.10 affiche la variation du rendement production au cours de l'année 2020

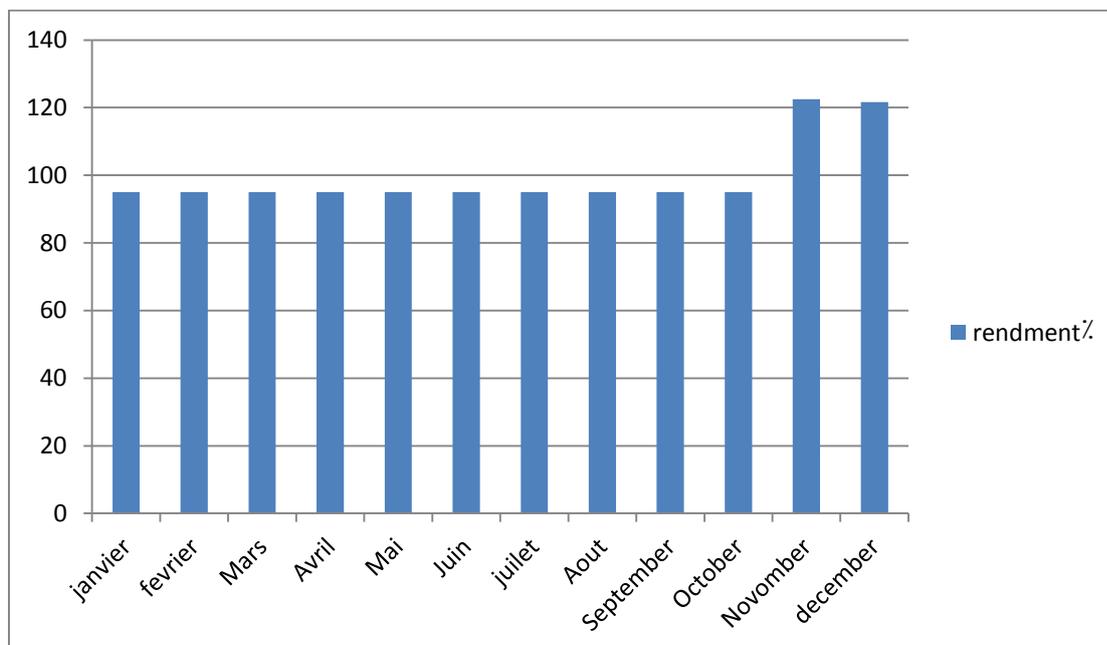


Figure II 10: Variation du rendement production.

CHAPITRE II : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

On remarque que le rendement moyen est de 95%, il est acceptable

- **Rendement primaire:**

Le rendement de réseau est un indicateur simple et très utilisé qui permet d'apprécier la qualité d'un réseau. Il représente le rapport entre la quantité d'eau utilisée par les abonnés et la quantité d'eau introduite dans le réseau. Il existe de nombreuses définitions du rendement qui dépendent des volumes pris en compte pour son calcul. Dans notre analyse, il s'agit plus précisément du rendement dit primaire [28]

$$\text{Rendement primaire (\%)} = \frac{\text{Volume facturée}}{\text{Volume mis en distribution}} * 100 \text{(II.3)}$$

La figure II.10 représente la variation du rendement primaire durant Onze mois.

- Réservoir Daya N1 (La Daïra)

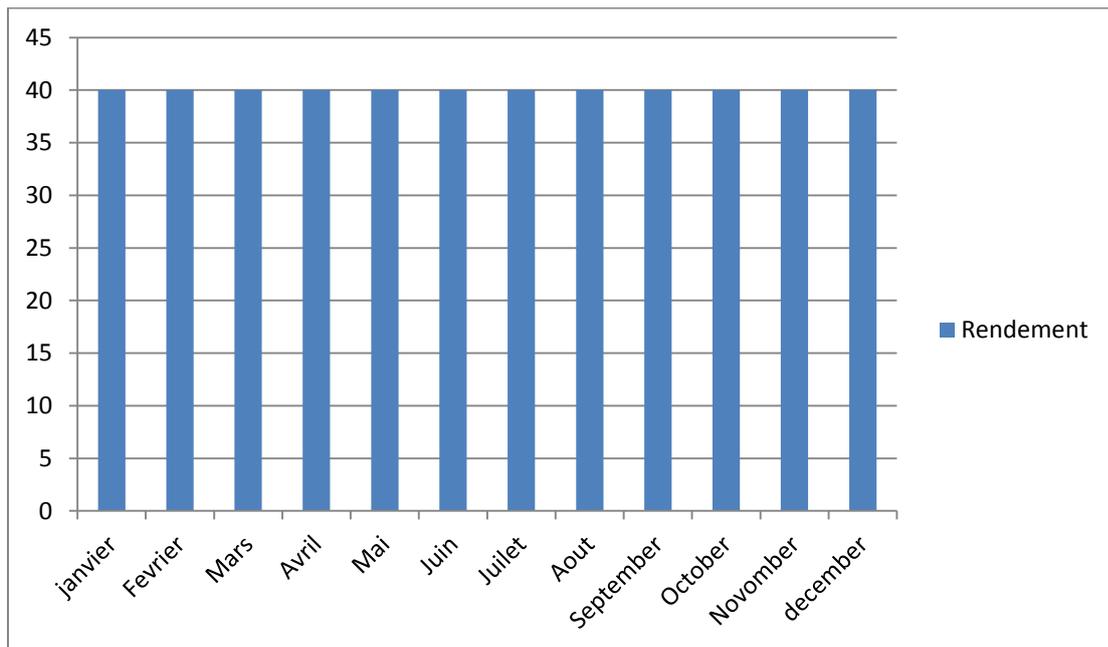


Figure II 11: Variation du rendement primaire.

La figure II.10 représente la variation du rendement primaire durant Onze mois.

- Réservoir Sidi M'hammed

CHAPITRE II : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

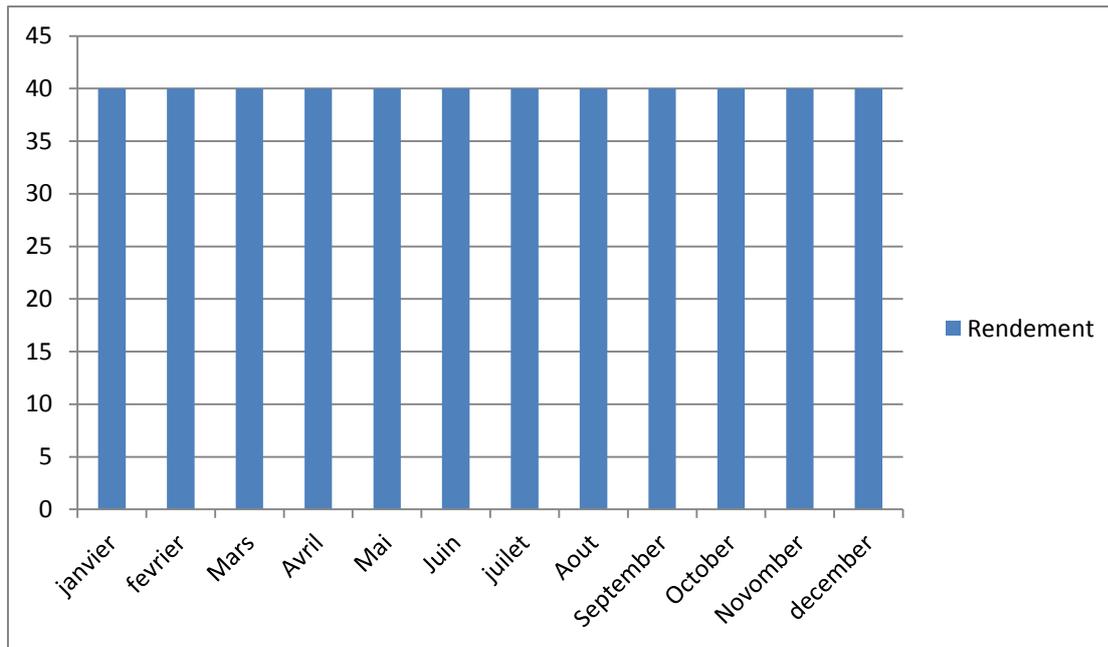


Figure II 12: Variation du rendement primaire.

Le rendement primaire généralement supérieur à 40% et peut atteindre, voire dépasser, 90% [22]

- **Indice linéaire de perte**

L'indice linéaire des pertes en réseau évalue, en les rapportant à la longueur des canalisations (hors branchements), les pertes par fuites sur le réseau de distribution. Cet indice est donné selon la formule II.4 [27] [24] [21].

$$\mathbf{ILP} = \frac{\text{Volume de perte}}{\text{linéaire} * 365 * 24} \quad (\text{II.4})$$

En calcule ILP de zone d'étude El-magsem:

- Le volume de perte 50%

(en réel)

$$\mathbf{ILP} = \frac{5987919.15}{8855.49 * 365 * 24}$$

Ce ration varie suivant le type du réseau et peut atteindre 8 à 10 m³/j/Km [24]

CHAPITRE II : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

La figure II.11 présente la variation d'indice linéaire de perte au niveau de réseau d'AEP de la ville de Daïa Ben Dahoua

- Réservoir Daya N1 (La Daïra)

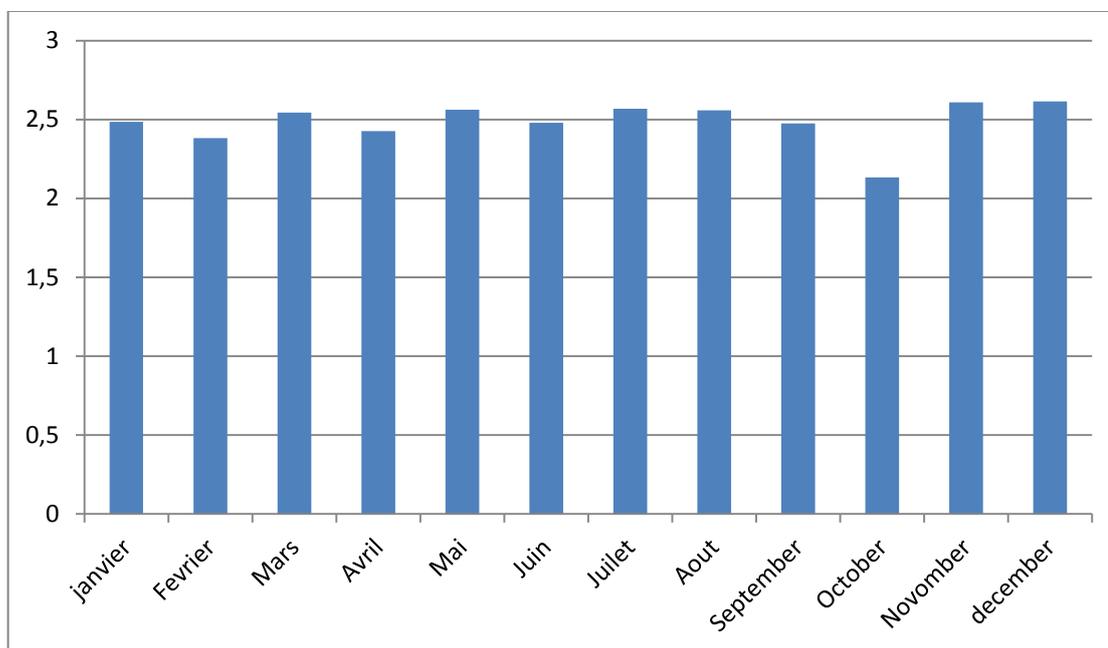


Figure II 13:Variation de l'ILP.

La figure II.11 présente la variation d'indice linéaire de perte au niveau de réseau d'AEP de la ville de Daïa Ben Dahoua

- Réservoir Sidi M'hammed

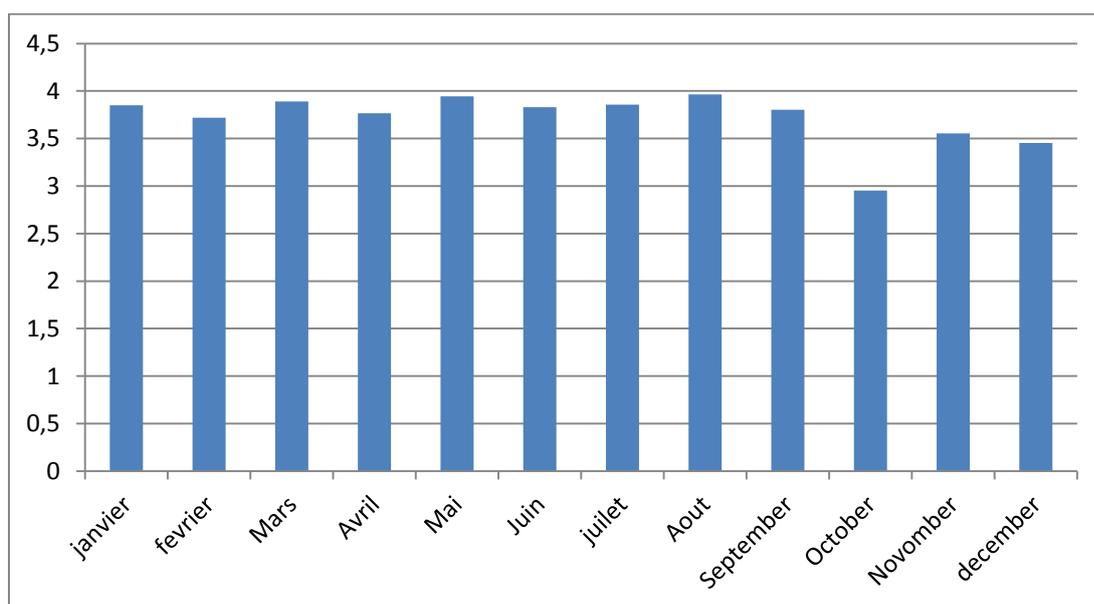


Figure II 14: Variation de l'ILP.

CHAPITRE II : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

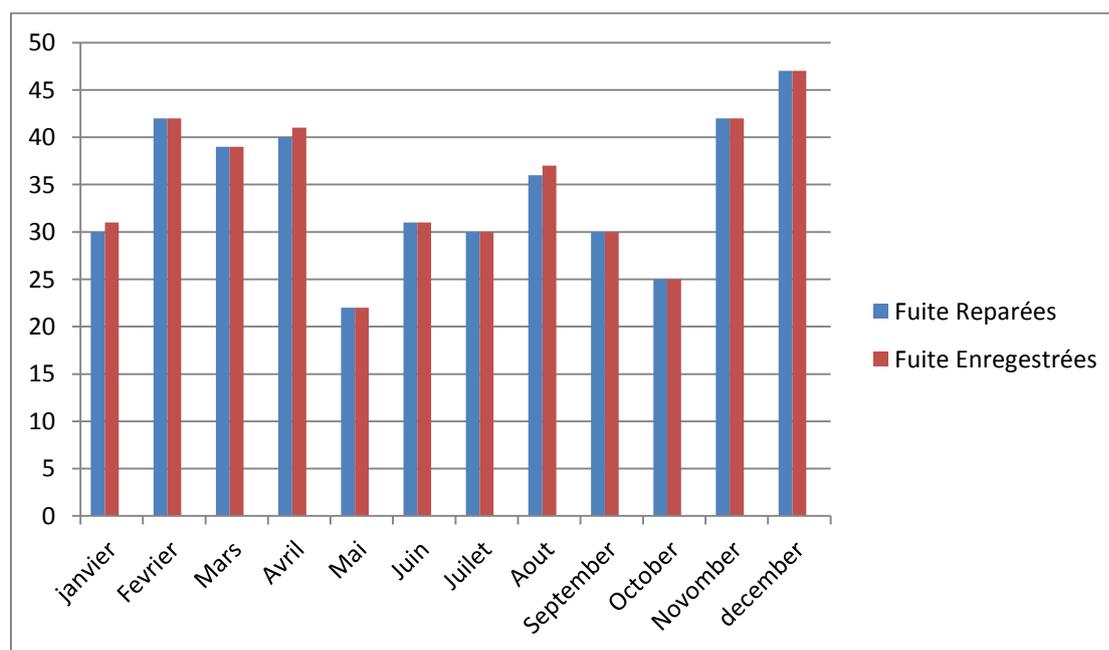
Une comparaison de ces différents indices est présentée dans le tableau II.7

Tableau II 7: Comparaison des valeurs des indices linéaires des pertes d'eau [25]

ILP (m ³ /h/Km)	Niveau des pertes d'eau	Remarque
0.06 à 0.25	Faible	Réseaux neuf, très bonne maintenance
0.25 à 0.40	Moyenne	Résultats pouvant être obtenus à l'aide de moyen technique appropriés
0.40 à 1.00	Elevé	Faible maintenance
1.0 à 2.00	Très élevé	Maintenance très limitée
>2	Extrêmement élevé	Non acceptable

- On résulte le niveau des pertes élevé dans cette réseau donc on a faible maintenance .

La figure II.15 représente la variation des fuites déclarées et réparées dans le réseau d'AEP de Daïa Ben Dahoua



CHAPITRE II : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

Figure II 15: représente la variation des fuites déclarées et réparées dans le réseau d'AEP de Daïa Ben Dahoua

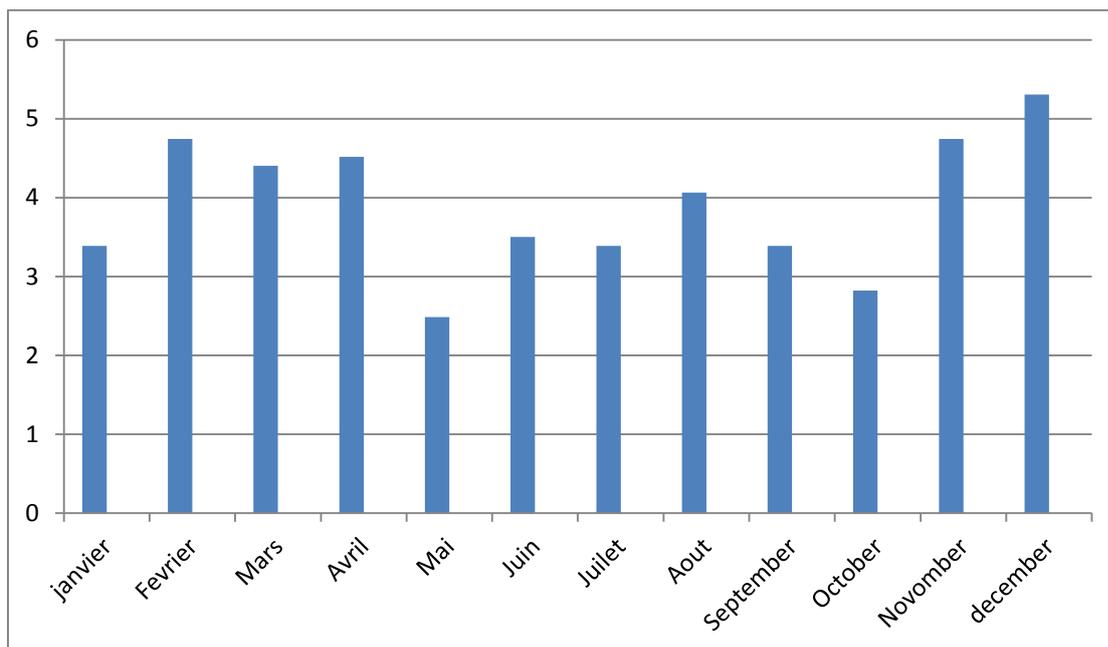
On remarque d'après les résultats de la figure II.15 qu'environ 94 % des fuites enregistrés sont réparées.

- **Indice linéaire de réparation**

L'indice linéaire de réparation est un indicateur sur l'état de dégradation des équipements et des canalisations en eau potable. Cet indice est donné par la formule II.5[26]

$$ILR = \frac{\text{nombre de réparation par an}}{\text{linéaire du réseau}} \quad (\text{II.5})$$

La figure II.16 représente les variations de l'indice linéaire de réparation



.Figure II 16: Variation de l'ILR.

Le résultat de la figure II.11 fait apparaître que la variation de l'ILP est supérieure À 1 réparation /an/Km. C'est-à-dire que les réparations des fuites d'eau

CHAPITRE II : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

II.12 : Interprétations et Recommandations

D'après les résultats obtenus ; On peut conclure que :

- * Le réseau de Daïa Ben Dahoua est un réseau défaillant avec des pertes d'eau considérables.
- * Les branchements illicites et non contrôlés.
- * Défaillance des pièces de rechange.
- * Absence de politique de maintenabilité et l'intervention immédiate en cas d'une fuite au niveau du réseau de distribution.

Donc pour que le réseau soit en bon fonctionnement, il faut prendre des mesures nécessaires afin d'améliorer son rendement ainsi éviter le sur ou le sous dimension du réseau à long terme

II.13: Conclusion

Ce chapitre nous a permis de faire une étude sur la zone de Daïa Ben Dahoua en point de vue, géographique, démographie, climatique et la situation hydraulique, ainsi une étude sur les rendements et les performances du réseau de Daïa Ben Dahoua.

Cette étude a permis de déterminer l'état actuel du réseau qui nécessite une rénovation. Des propositions sont faites dans le chapitre 3 de ce travail.

Chapitre 3

Diagnostic du réseau d'AEP de la ville de
Daya ben dahoua

III .1 Introduction

Dans ce chapitre, nous allons expliquer la démarche pour avoir le réseau d'AEP de la Ville de **Daïa Ben Dahoua** sous le logiciel Epanet ainsi de faire une description de son état en vérifiant sa performance par la simulation avec les Epanet après on va proposer des solutions pour les cas défavorables.

III .2 Tracé du réseau d'AEP

Pour tracé le réseau , nous suivons les étapes suivantes :

On a prener le plan réseau de Autocad .

Traiter le fichier dans Epacad pour transfère le réseau sur Epanet .

Prener l'image de Google Earth .

Tracé le réseaux de l'aide de l'image de googleEarth .

EPACAD : Convertir un dessin AutoCAD vers un fichier EPANET

- Post author:[ssadeq](#)
- Post published:07/04/2019
- Post category:[AEP](#) / [Tutoriels](#)
- Post comments:[7 commentaires](#)

EpaCAD : est un logiciel libre (gratuit) permettant de convertir, facilement, un fichier AutoCAD en un fichier EPANET. EpaCAD est capable d'importer, automatiquement, les propriétés principales des éléments d'un réseau (longueur, coordonnées...)[34].

_Google Earth:est un logiciel, propriété de la société Google, permettant une visualisation de la Terre avec un assemblage de photographies aériennes ou satellitaires. Ce logiciel permet à tout utilisateur de survoler la Terre et de zoomer sur un lieu de son choix. [33].



Figure III 1: Réseau d'AEP actuel de la ville de Daïa Ben Dahoua tracé sur Google Earth

III.3 : Définition Epanet

EPANET est un logiciel de simulation du comportement hydraulique et qualitatif de l'eau sur de longues durées dans les réseaux sous pression. Un réseau est un ensemble de tuyaux, noeuds (jonctions de tuyau), pompes, vannes, bâches et réservoirs.

EPANET calcule le débit dans chaque tuyau, la pression chaque noeud, le niveau de l'eau dans les réservoirs, et la concentration en substances chimiques dans les différentes parties du réseau, au cours d'une durée de simulation divisée en plusieurs étapes. Le logiciel est également capable de calculer les temps de séjour et de suivre l'origine de l'eau [32]

CHAPITRE III : Diagnostic du réseau d'AEP de la ville de Daya ben dahoua

La figure III. 2 représente le schéma de réseau actuel de la ville de **Daïa Ben Dahoua** sur Epanet

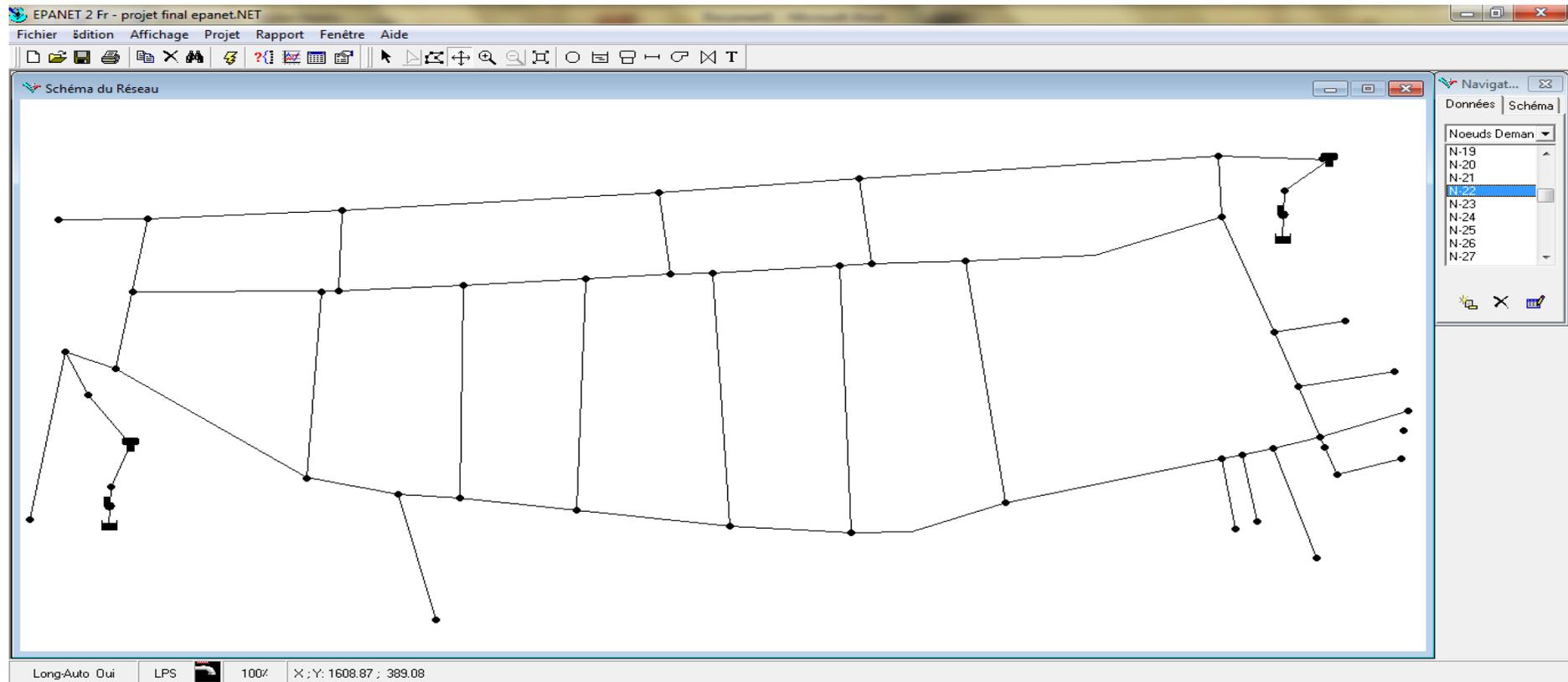


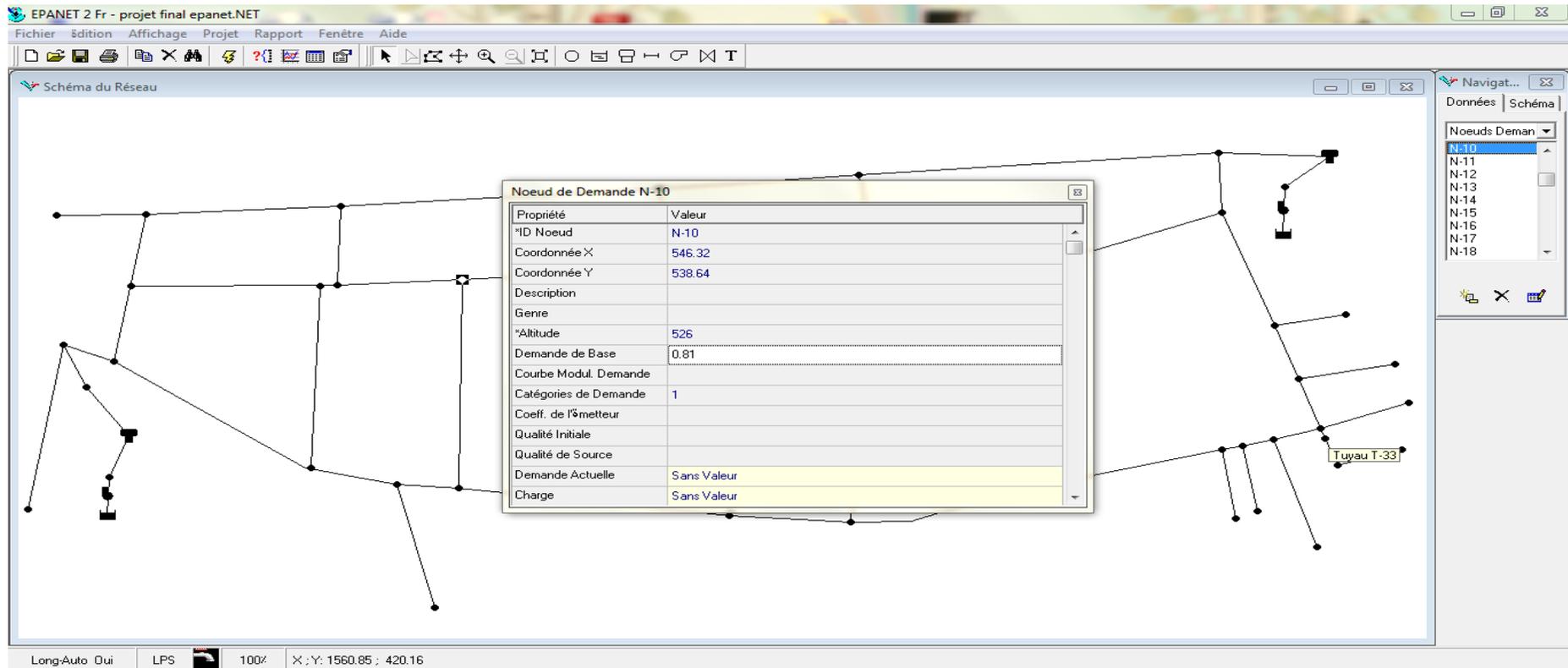
Figure III 2: Schéma de réseau actuel de la ville de Daya (EL-megsam sous Epanet)

Passage Google Earth –Epanet

III .3.1 : Simulation du fonctionnement du réseau d’AEP sous EPANET

Après la conversion du réseau sous EPANET, on a introduit les données du réseau tel que les diamètres et la rugosité pour les canalisations, les altitudes et les demandes de base pour les noeuds ainsi que les caractéristiques de bêche. Les figures IV.4, IV.5 et IV.6 illustrent le chargement des données pour les différentes composantes du réseau d’AEP de la ville

CHAPITRE III : Diagnostic du réseau d'AEP de la ville de Daya ben dahoua



CHAPITRE III : Diagnostic du réseau d'AEP de la ville de Daya ben dahoua

Figure III 3: Exemple de saisie des données des nœuds

The screenshot displays the EPANET 2 software interface. The main window shows a network diagram with nodes and pipes. A data entry window titled "Tuyau T-18" is open, showing the following properties and values:

Propriété	Valeur
*ID Tuyau	T-18
*Noeud Initial	N-8
*Noeud Final	N-1
Description	
Genre	
*Longueur	403.43
*Diamètre	200
*Rugosité	150
Coef. Pertes Singul.	0
État Initial	Ouvert
Coef.Réact. dans la Masse	
Coef.Réact. aux Parois	
Débit	Sans Valeur
Vitesse	Sans Valeur

The interface also includes a menu bar (Fichier, édition, Affichage, Projet, Rapport, Fenêtre, Aide), a toolbar, and a right-hand panel with "Données" and "Schéma" tabs. The status bar at the bottom shows "Long-Auto Oui", "LPS", "100%", and coordinates "X;Y: 166.68 ; 47.25".

Figure III 4: Exemple de saisie des données des tuyaux

CHAPITRE III : Diagnostic du réseau d'AEP de la ville de Daya ben dahoua

The screenshot displays the EPANET 2 software interface. The main window shows a network diagram with nodes and pipes. A properties window for 'Bâche B-2' is open, displaying the following data:

Propriété	Valeur
*ID Bâche	B-2
Coordonnée X	108.34
Coordonnée Y	175.47
Description	
Genre	
*Charge Totale	46
Courbe Modul. Charge	
Qualité Initiale	
Qualité de Source	
Débit Net d'Entrée	Sans Valeur
Charge	Sans Valeur
Pression	Sans Valeur
Qualité	Sans Valeur

The interface also shows a menu bar (Fichier, Edition, Affichage, Projet, Rapport, Fenêtre, Aide), a toolbar, and a right-hand panel with 'Données' and 'Schéma' tabs. The status bar at the bottom indicates 'Long-Auto Oui', 'LPS', '100%', and coordinates 'X : Y: 1583.45 : 442.76'.

CHAPITRE III : Diagnostic du réseau d'AEP de la ville de Daya ben dahoua

Figure III 5: Exemple de saisie des données de bache

The screenshot displays the EPANET 2 software interface. The main window shows a network diagram with nodes and pipes. A dialog box titled "Réservoir Ré-1" is open, displaying the following data:

Propriété	Valeur
*ID Réservoir	Ré-1
Coordonnée X	135.37
Coordonnée Y	298.99
Description	
Genre	
*Altitude du Radier	546
*Niveau Initial	2
*Niveau Minimal	0.15
*Niveau Maximal	4
*Diamètre	20.34
Volume Minimal	120
Courbe de Volume	
Modèle de Mélange	Parfait
Fraction de Mélange	

The interface also shows a menu bar (Fichier, édition, Affichage, Projet, Rapport, Fenêtre, Aide), a toolbar, and a right-hand panel with "Données" and "Schéma" tabs. The status bar at the bottom indicates "Long-Auto Oui", "LPS", "100%", and coordinates "X:Y: 1607.46 ; 438.52".

Figure III 6: Exemple de saisie des données de Recevoir.

III 3.2 : Courbe de modulation

La répartition de la consommation sur une journée est très importante et a une grande influence sur le comportement du réseau.

*pour trace la courbe de modélisation on a utilisé le paramètre K_{hmax} coefficient de changement de temps qui présente de cette formule [1]

$$K_{hmax} = \alpha_{max} \cdot \beta_{max} \quad (III.1)$$

K_{hmax} : coefficient de changement de temps.

α_{max} : Le coefficient de préparation des installations et des conditions de travail varie de 1.4 / 1.2.

β_{max} : coefficient changer selon nombre de population.

Tableau II 8: changements en β_{max} selon de population [36]

N. population	1000	1500	2500	4000	6000	10000	20000
β_{max}	2	1.8	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2

En menant le processus de polarisation de la population, qui atteint une **14300** habitants , on obtient

$$\beta_{max}=1.7$$

La courbe de modulation choisie est illustrée dans la figure III.7.

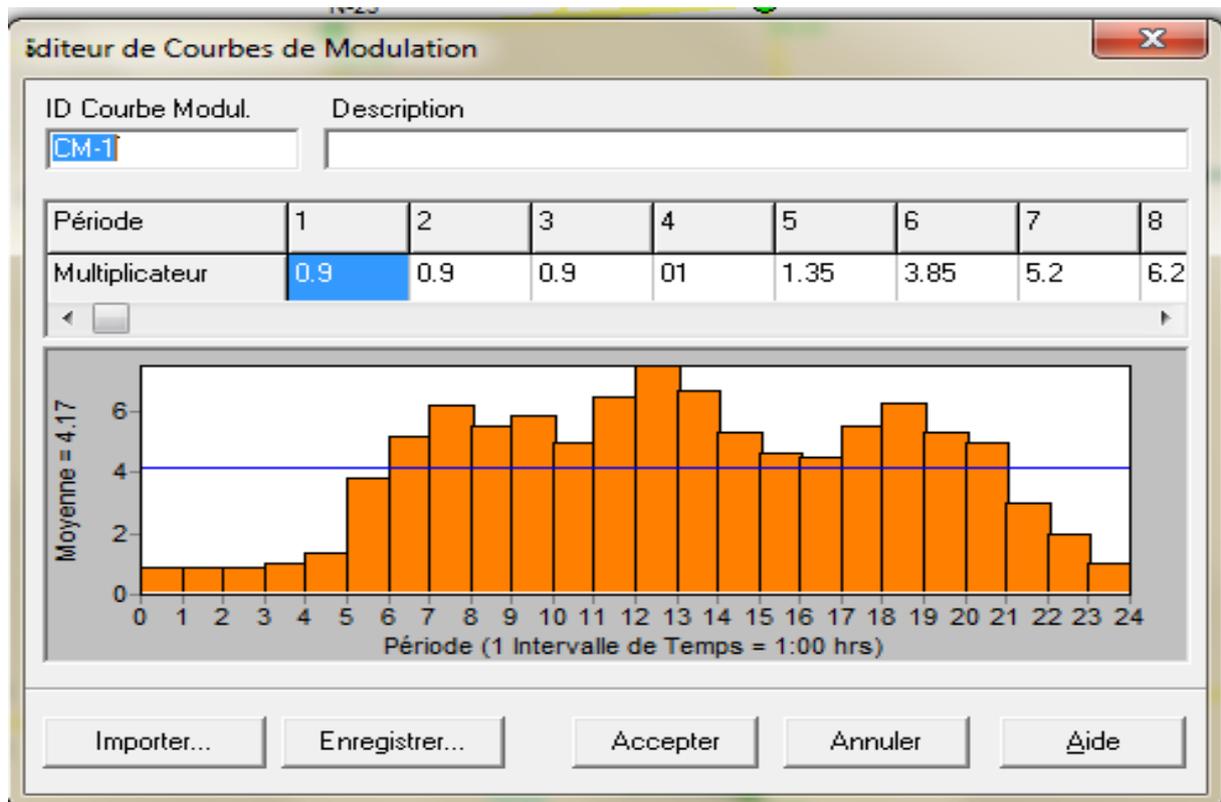


Figure III 7: Modèle de consommation

III 3.3 : Options Hydrauliques de la simulation

Les Options Hydrauliques permettent de déterminer: l'unité de Débit, Formule de Perte de Charge, le nombre maximum d'itérations, rapport d'état comme il est illustré dans la figure III 8:

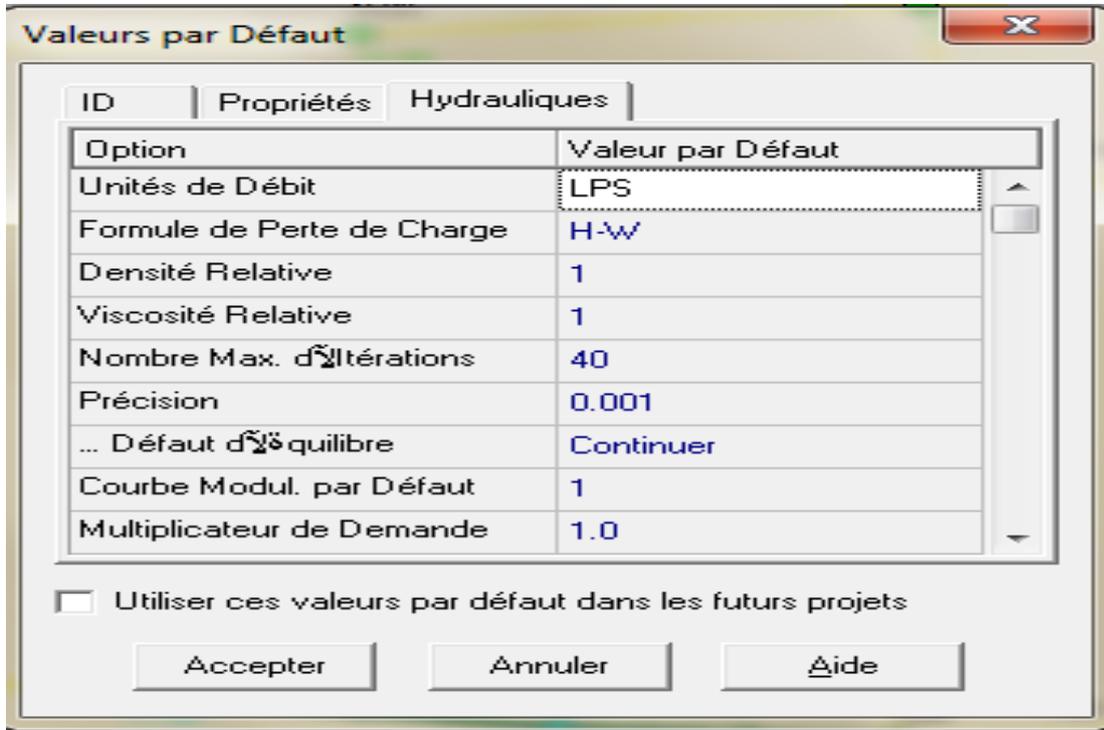


Figure III 8: Les options hydrauliques

Options de temps

Les Options de Temps définissent les valeurs des différents intervalles des simulations de longues durées (figure III.9).



Propriété	Hrs:Min
Durée Totale	24
Intervalle Hydraulique	1:00
Intervalle Qualité	0:05
Intervalle Courbes Modulation	1:00
Heure Début Courbes Modulation	0:00
Pas de Temps entre Deux Rapports	1:00
Heure Début du Rapport	0:00
Heure Réelle Début de la Simulation	12 am
Statistiques	Aucune

Figure III 9: Les options de temps.

III.4 : Etat du réseau actuel

Les figures III.10, III.11 représentent respectivement le lancement d'une simulation et le résultat de cette dernière pour le fonctionnement du réseau actuel d'alimentation en eau potable de la ville de Daia Ben Dahoua

CHAPITRE III : Diagnostic du réseau d'AEP de la ville de Daya ben dahoua

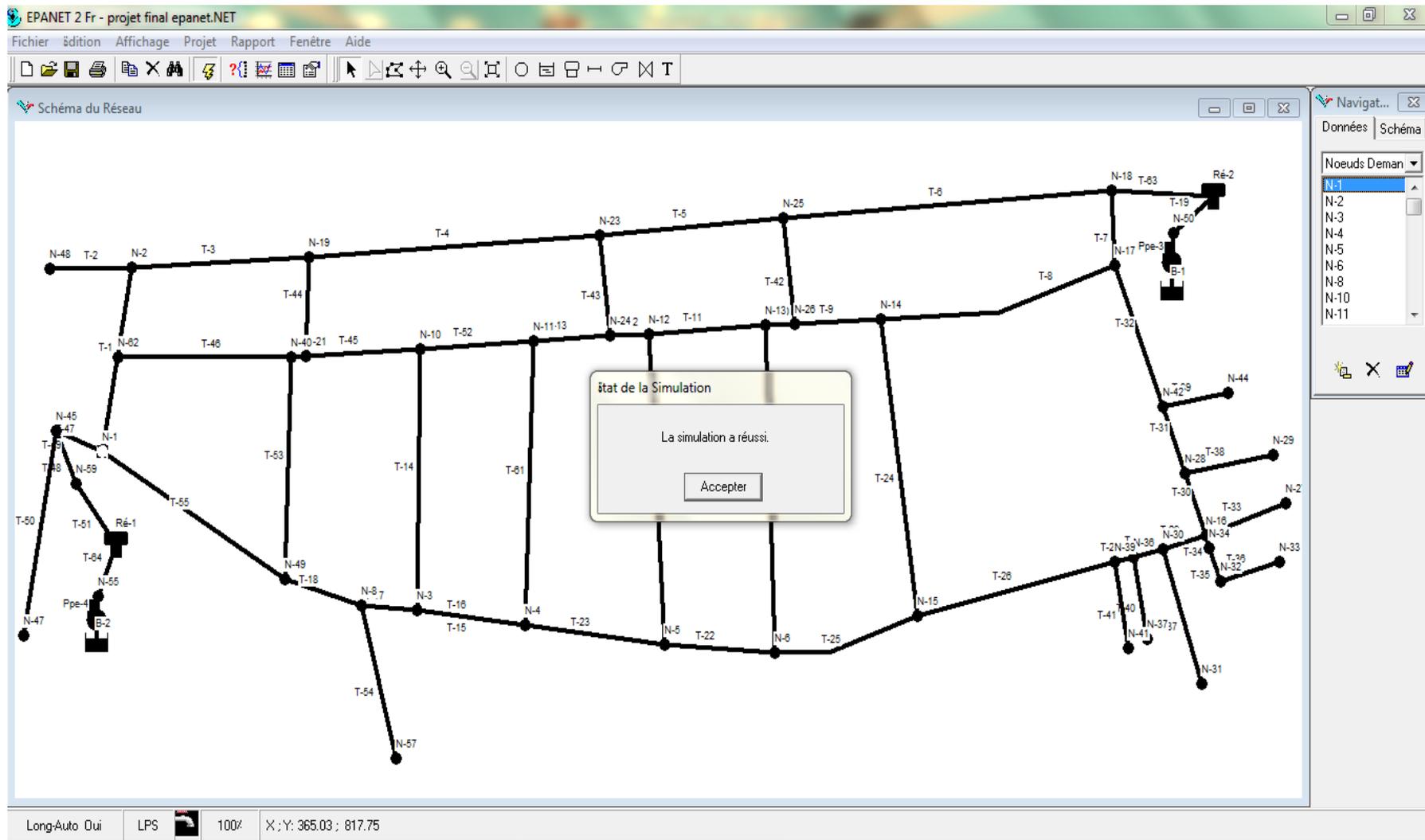


Figure III 10: Lancement de la simulation.

CHAPITRE III : Diagnostic du réseau d'AEP de la ville de Daya ben dahoua

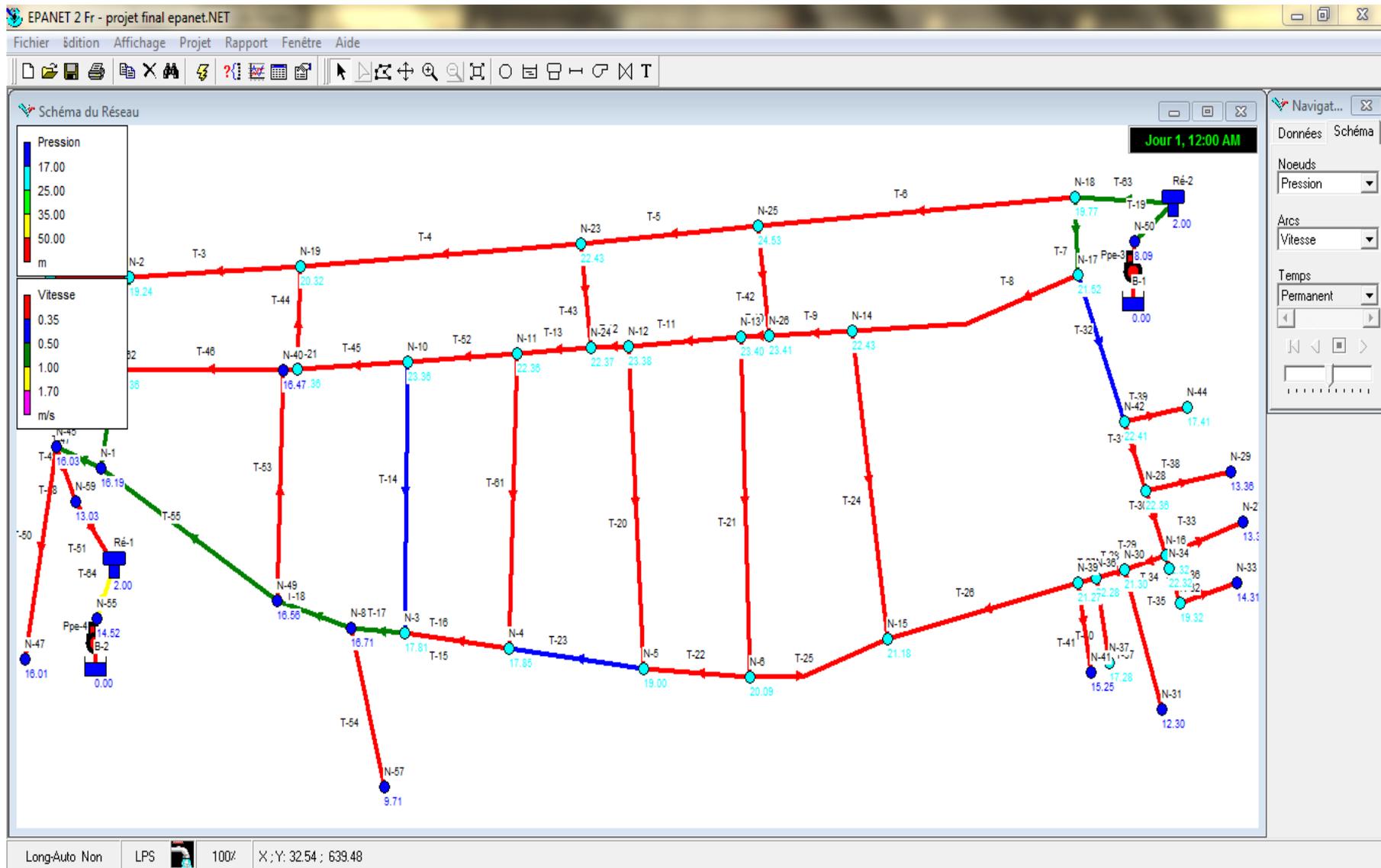


Figure III 11: Résultat de simulation du réseau actuel d'AEP de la ville Daia Ben Dahoua

III.4.1 : Interprétations des résultats du réseau actuel

D'après les résultats obtenus ; on a pu dégager que les principaux problèmes rencontrés pour le réseau d'AEP actuel de Daia Ben Dahoua sont :

➤ **A minuit 00 :00**

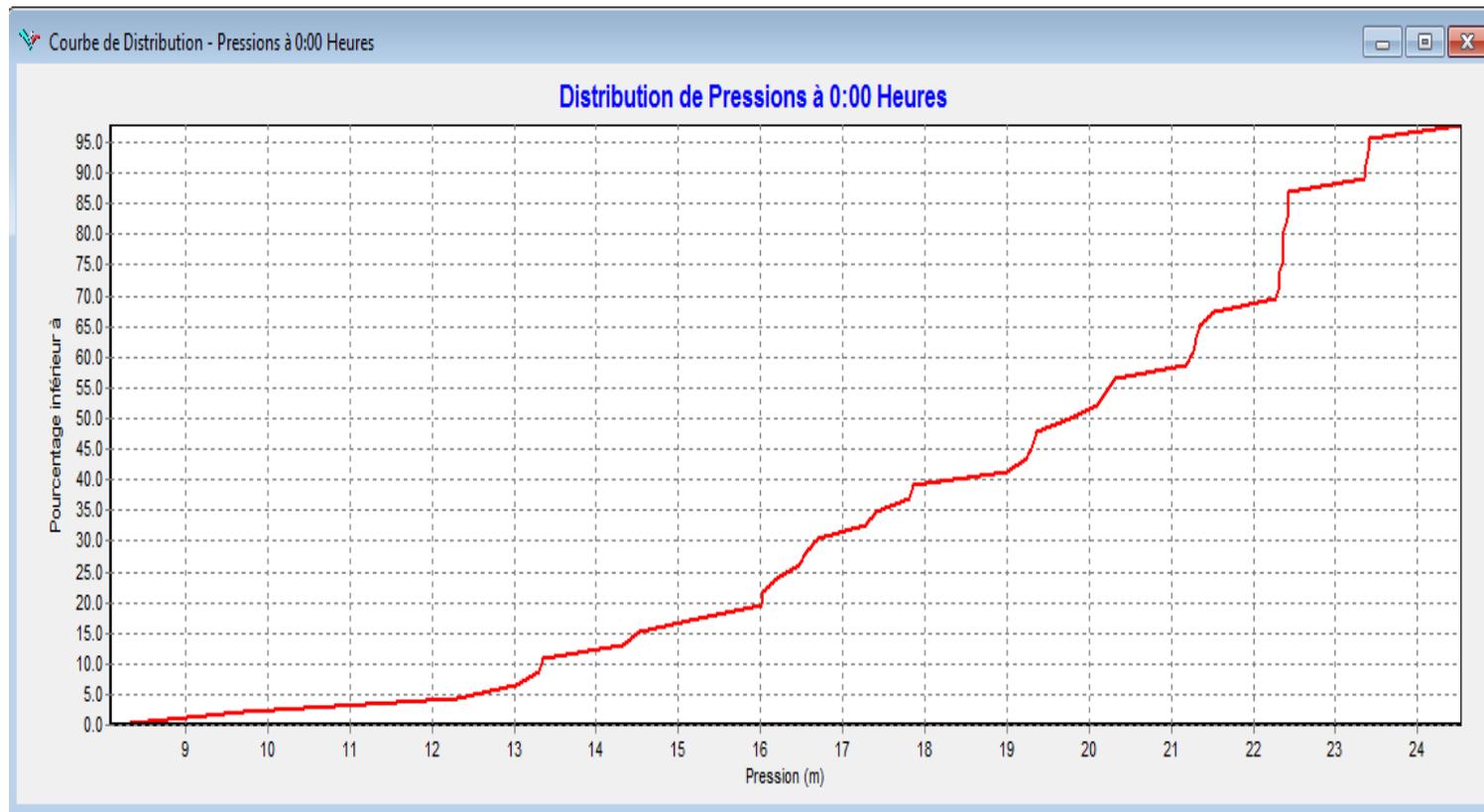


Figure III 12: Pourcentage de la distribution de la pression dans les conduites à l'heure creuses

On remarque 3 tranches :

- Tranche 01: 15 % des noeuds de consommation ont des pressions entre 10 et 15 m.
- Tranche 02: 35 % des noeuds de consommation ont des pressions entre 15 et 20 m.
- Tranche 03: 50 % des noeuds de consommation ont des pressions supérieures à 20 m.

La figure III.13 représente Le pourcentage de la distribution de la pression dans les conduites à l'heure de pointe.

➤ **A minuit 08 :00**

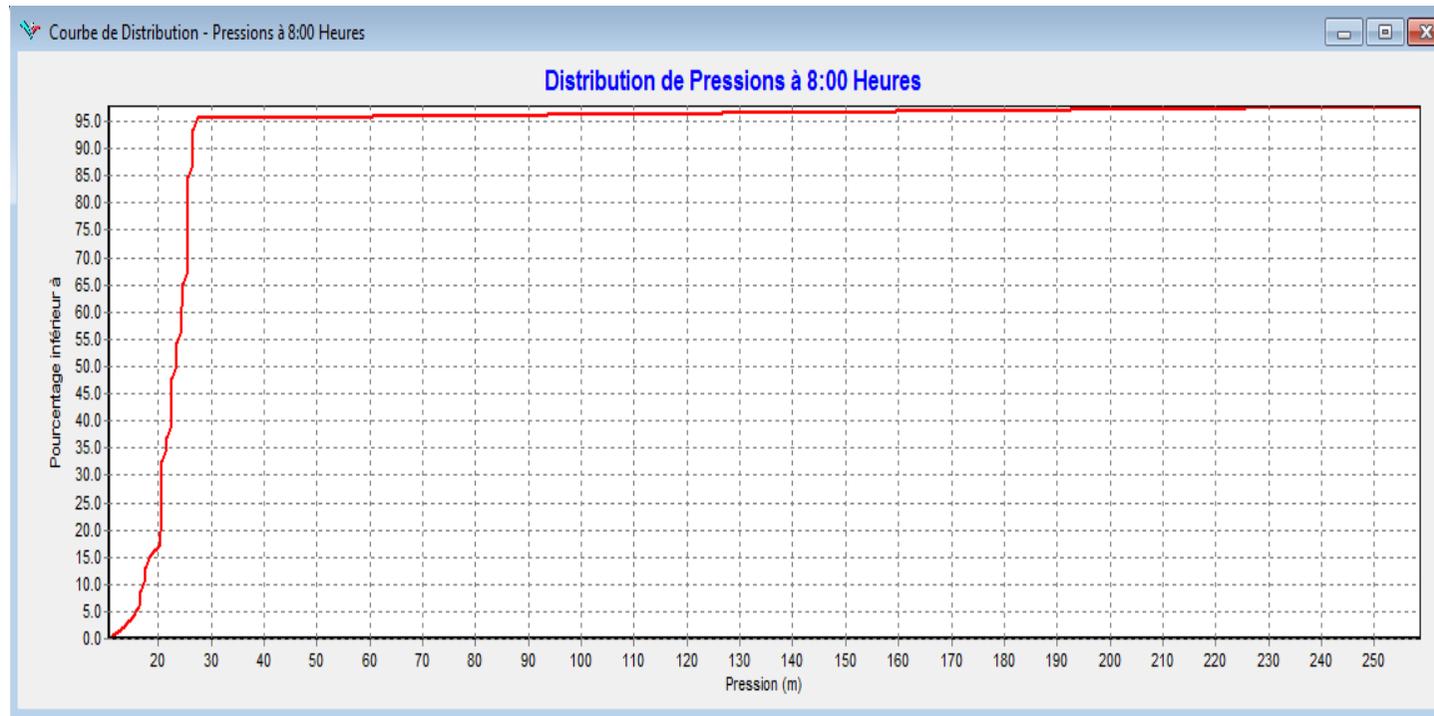


Figure III 13: pourcentage de la distribution de la pression dans les conduites à l'heure de pointe.

On remarque 3 tranches :

CHAPITRE III : Diagnostic du réseau d'AEP de la ville de Daya ben dahoua

- Tranche 01: 95% des noeuds de consommation ont des pressions entre 0 et 25 mec.
- Tranche 02: 5% des noeuds de consommation ont des pressions entre 25 et 225 mec

□ □ **Pression :**

- représente Le enveloppe des pression à l'heure creuses sont données dans la figures III.14

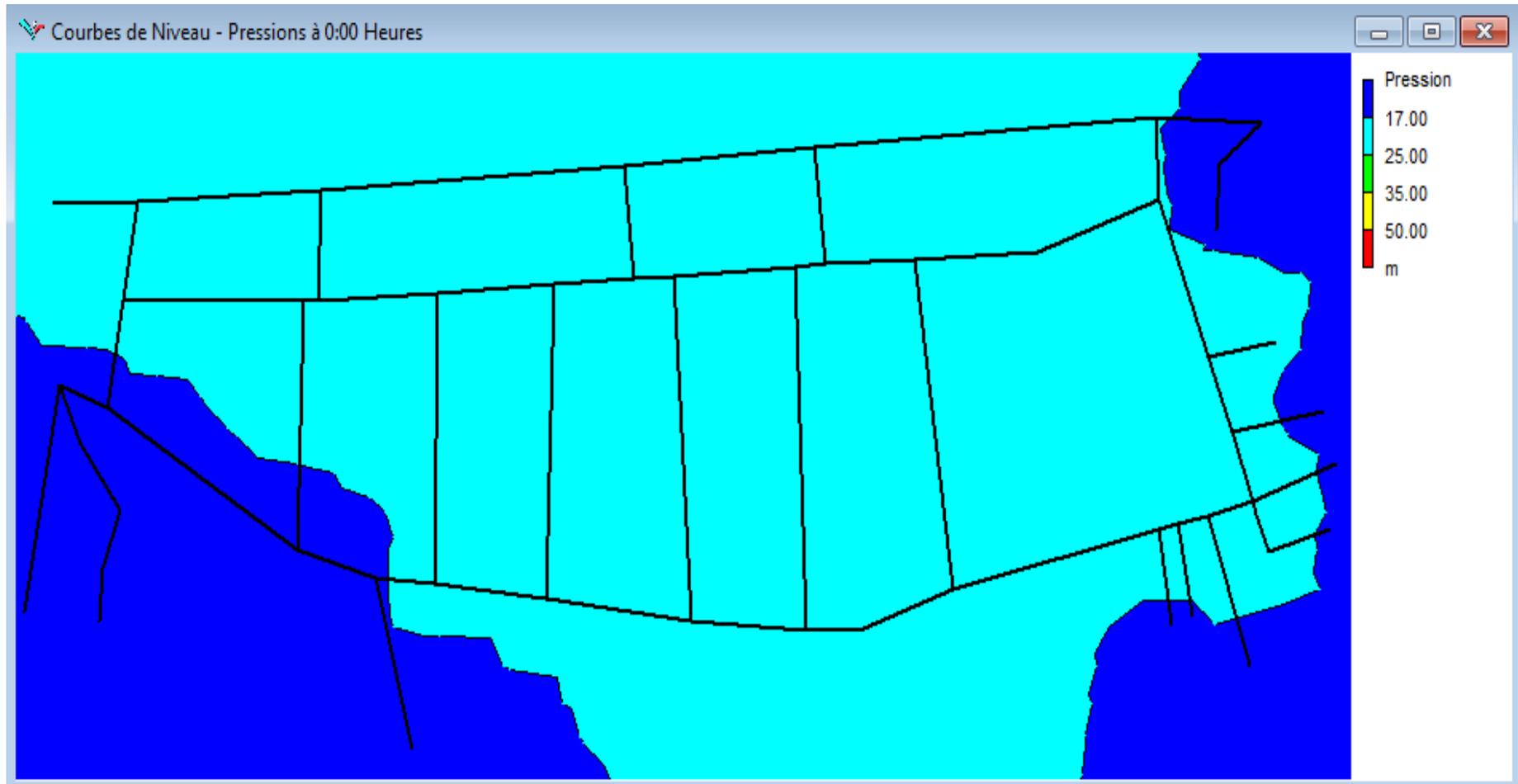


Figure III 14: L'enveloppe des pressions à l'heure creuses

- représente Le enveloppe des pressions à l'heure creuses et l'heure de pointe sont données dans la figure III.15

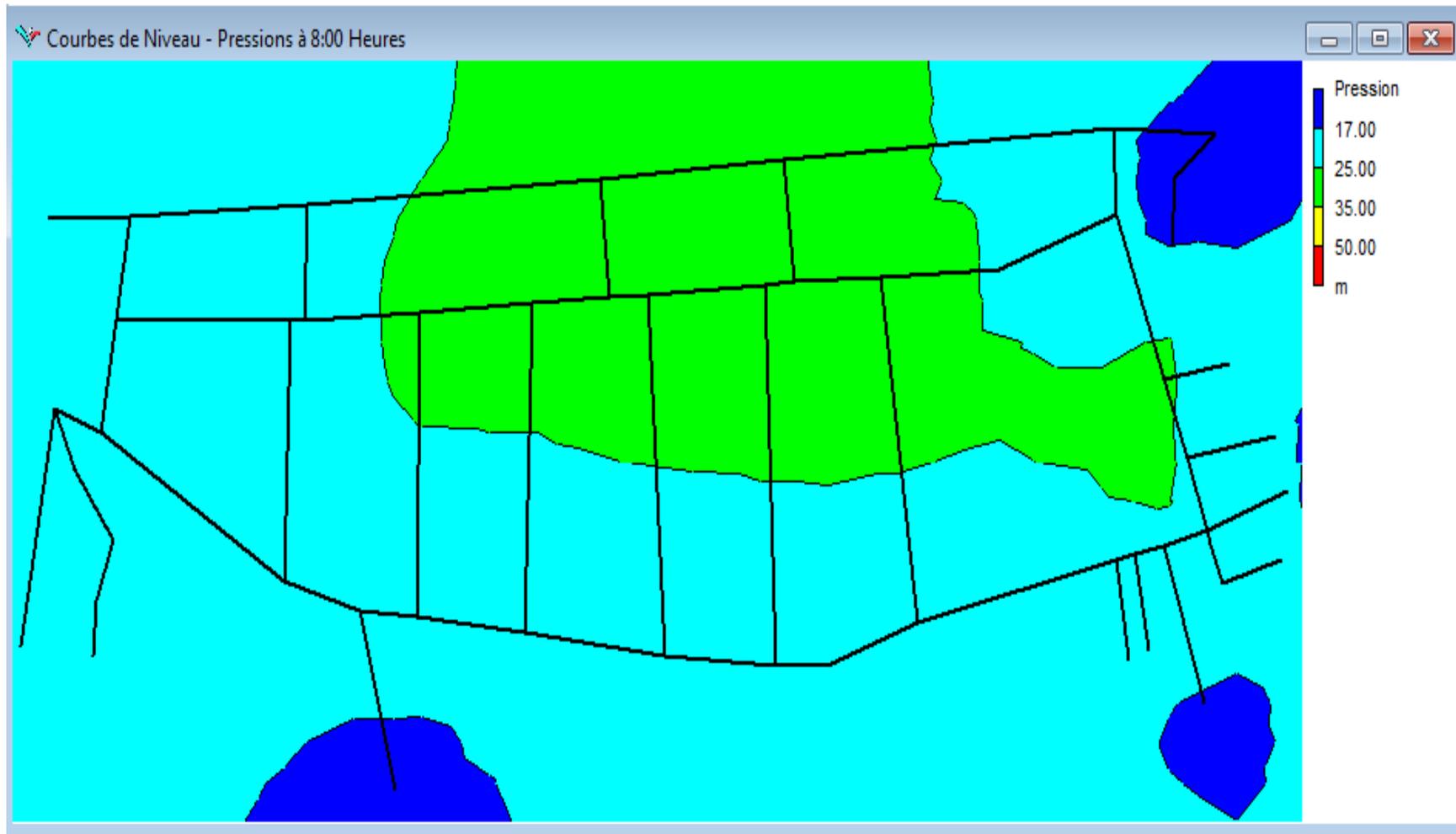


Figure III 15: L'enveloppe des pressions à l'heure de pointe

D'après ces figures (III.15), on remarque qu'il y'a des bien pressions en heures de pointe.

III.4.2 : Interprétations des résultats du réseau actuel

D'après les résultats obtenus ; on a pu dégager que les principaux problèmes rencontrés pour le réseau d'AEP actuel de Daia Ben Dahoua sont:

- les vitesses est très faible dues aux grands diamètres(300 et 200 mm)
- L'âge des canalisations et le type de matériau(canale principale D 200 AMC)favorise l'apparition des fuitesconsidérables.
- Le problème d'ingénierie du réseau (manque de contrôle précis de la direction de l'eau, ce qui signifie un manque des Vannes) qui donne des enveloppes de très haute pression dans Certaines zones sont faibles dans le reste du réseau.

III.5 :Scénario de fonctionnement proposés pour le réseau d'AEP de la ville Daia Ben Dahoua

Pour régler les problèmes du réseau actuel, on a proposé des scénarios, les paramètres interprétés sont la pression et la vitesse et nous observons le comportement du réseau à une période creuse et en heures pointe

Valeurs guides pour un fonctionnement correcte :

□□**Pression** : En vue de la bonne tenue des canalisations, il y a lieu d'éviter en ville des pressions supérieures à 40 m qui risquent d'apporter des désordres (fuites) et certains bruits désagréables dans les installations intérieures d'abonnés [31], [22].

□□**Vitesse** : La vitesse de l'eau dans les conduites est de l'ordre de 0,5 à 1 m/s. Les vitesses supérieures à 1,5 m/s, de même que celles inférieures à 0,5 m/s sont à éviter [31].

III.5.1 : scénario Proposée

On a proposé de :

- Changer les diamètres (diminuer les diamètres).
- Changée le types de conduit principale AMC à PEHD.
- Ajouter les Vannes de Vidange.
- Ajouter des venteuses dans les réseaux pour dégager l'air aux point le plus bas.

❖ Les résultats du scénario proposé à 00 :00

La figure III.16 montre les résultats de la simulation obtenus à minuit.

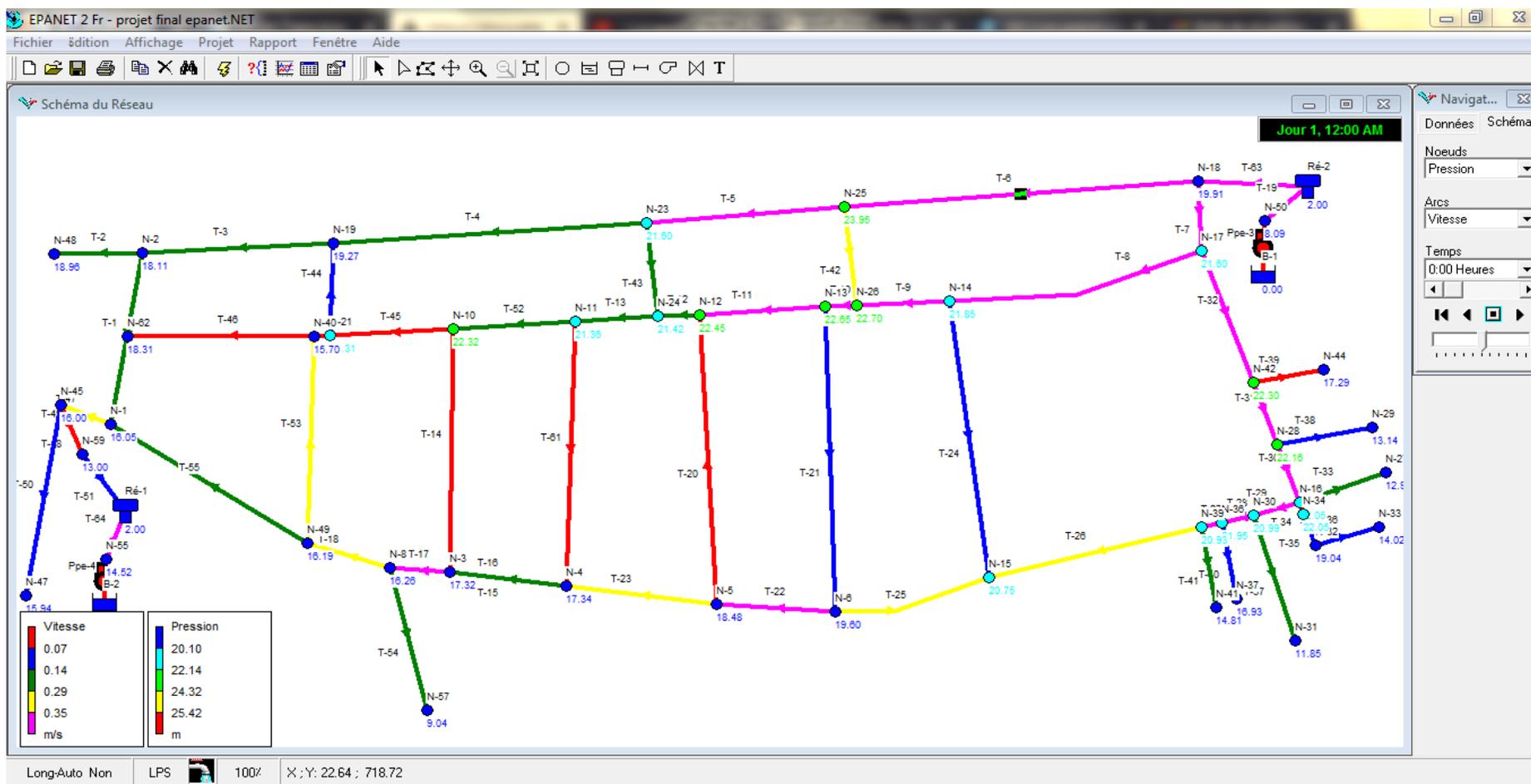


Figure III 16: Résultat de la simulation pour le scénario proposé à minuit

- **Pression :**

la figure III.17 présente L'enveloppe des pressions .

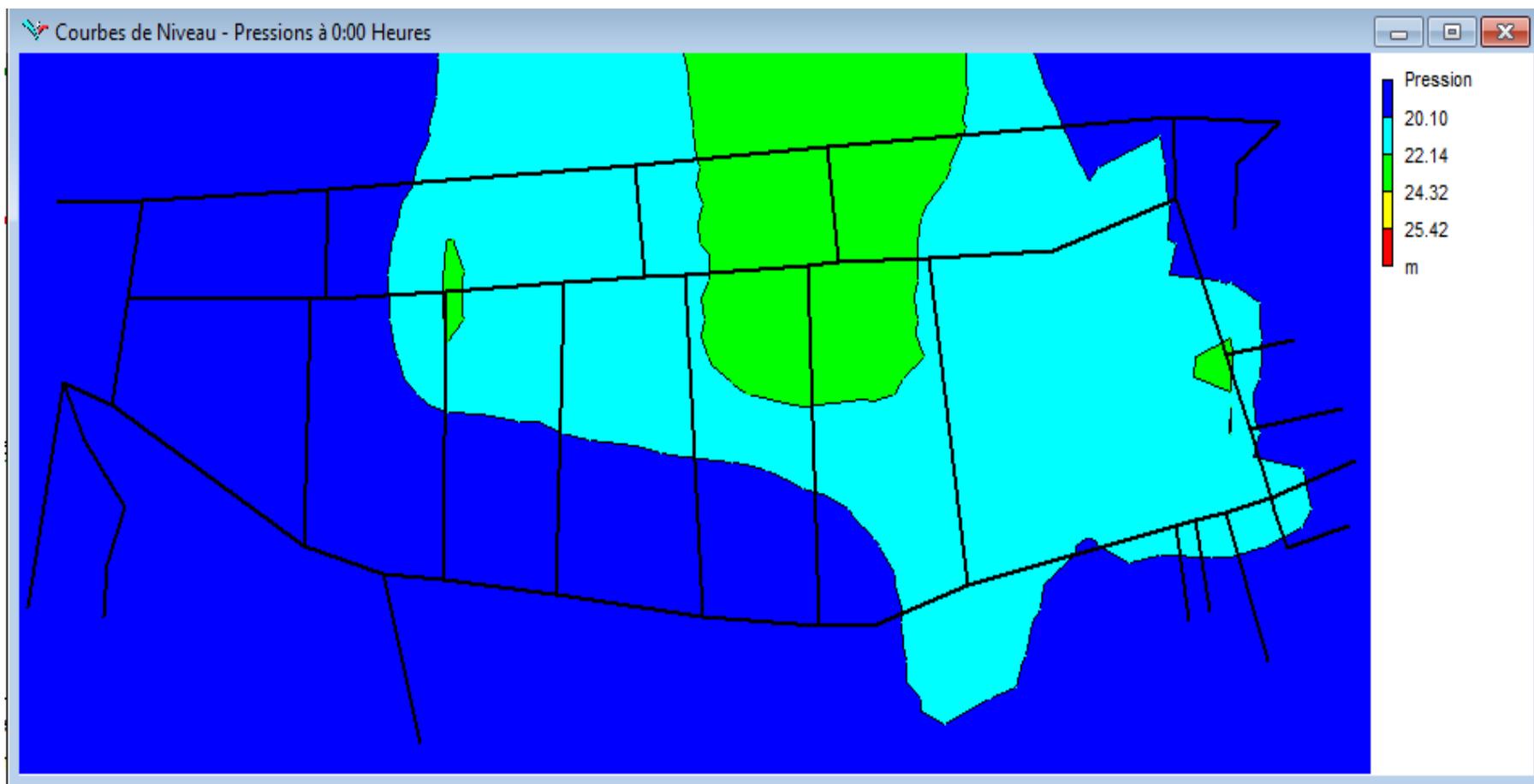


Figure III 17: Enveloppe de pression à minuit.

On Remarque :

- 62 % des noeuds de consommation ont des pressions inférieures 20.10m.
- 24 % des noeuds de consommation ont des pressions entre 20.10 et 22.14 m.
- 14 % des noeuds de consommation ont des pressions entre 22.14 et 24.32 m.

- **Vitesse**

La figure III.18 presente les résultats de vitesses à 00 :00 heures.

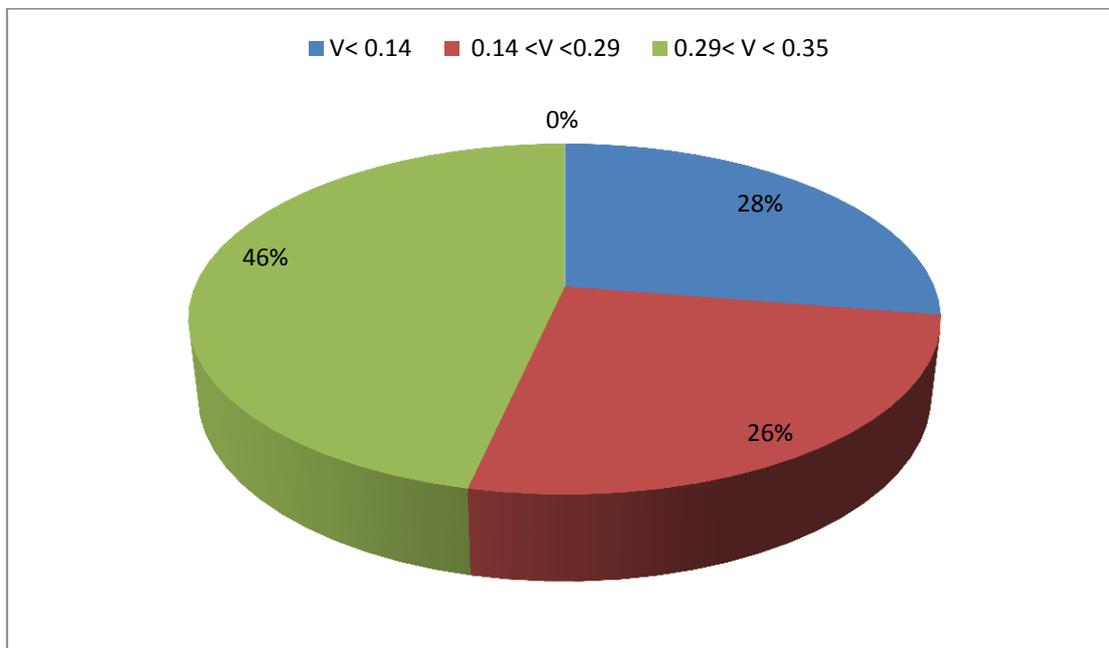


Figure III 18: Répartition des vitesses dans le réseau.

On Remarque :

- Dans 28 % des conduites, les vitesses sont inférieures à 0.14 m/s.
- Dans 26 % des conduites, les vitesses sont dans l'intervalle de 0,14 a 0.29 m/s.
- Dans 46 % des conduites, les vitesses sont dans l'intervalle de 0,29 a 0.35 m/s .

❖ Les résultats du scénario proposé à 08 :00

La figure III.19 montre les résultats de la simulation obtenus à 8:00(heure de pointe).

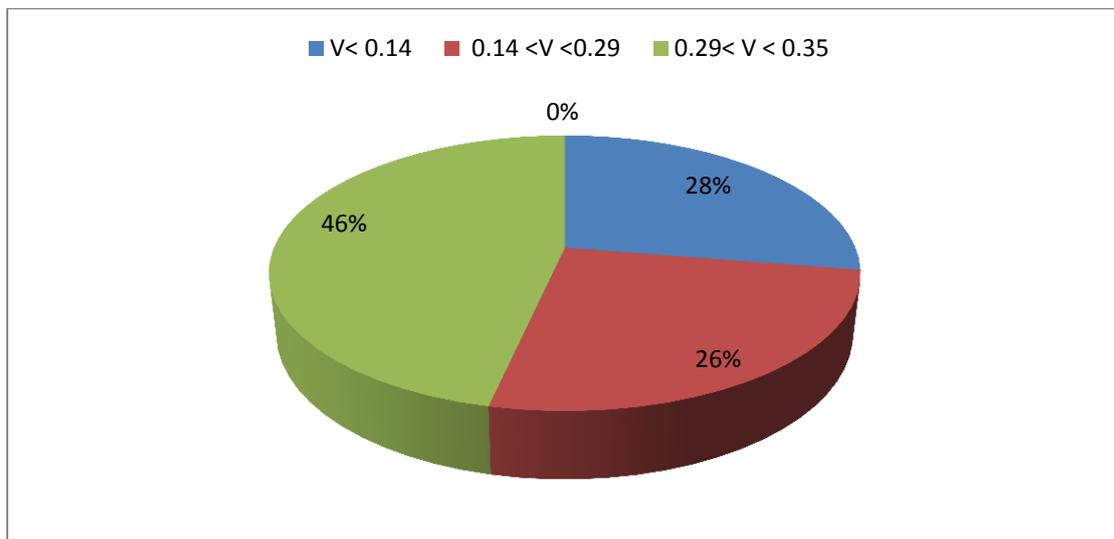


Figure III.19 :Répartition des vitesses dans le réseau.

On Remarque :

- Dans 28 % des conduites, les vitesses sont inférieures à 0.14 m/s.
- Dans 26 % des conduites, les vitesses sont dans l'intervalle de 0,14 a 0.29 m/s.
- Dans 46 % des conduites, les vitesses sont dans l'intervalle de 0,29 a 0.35 m

❖ Les résultats du scénario proposé à 08 :00

La figure III.20 montre les résultats de la simulation obtenus à 8:00(heure de pointe).

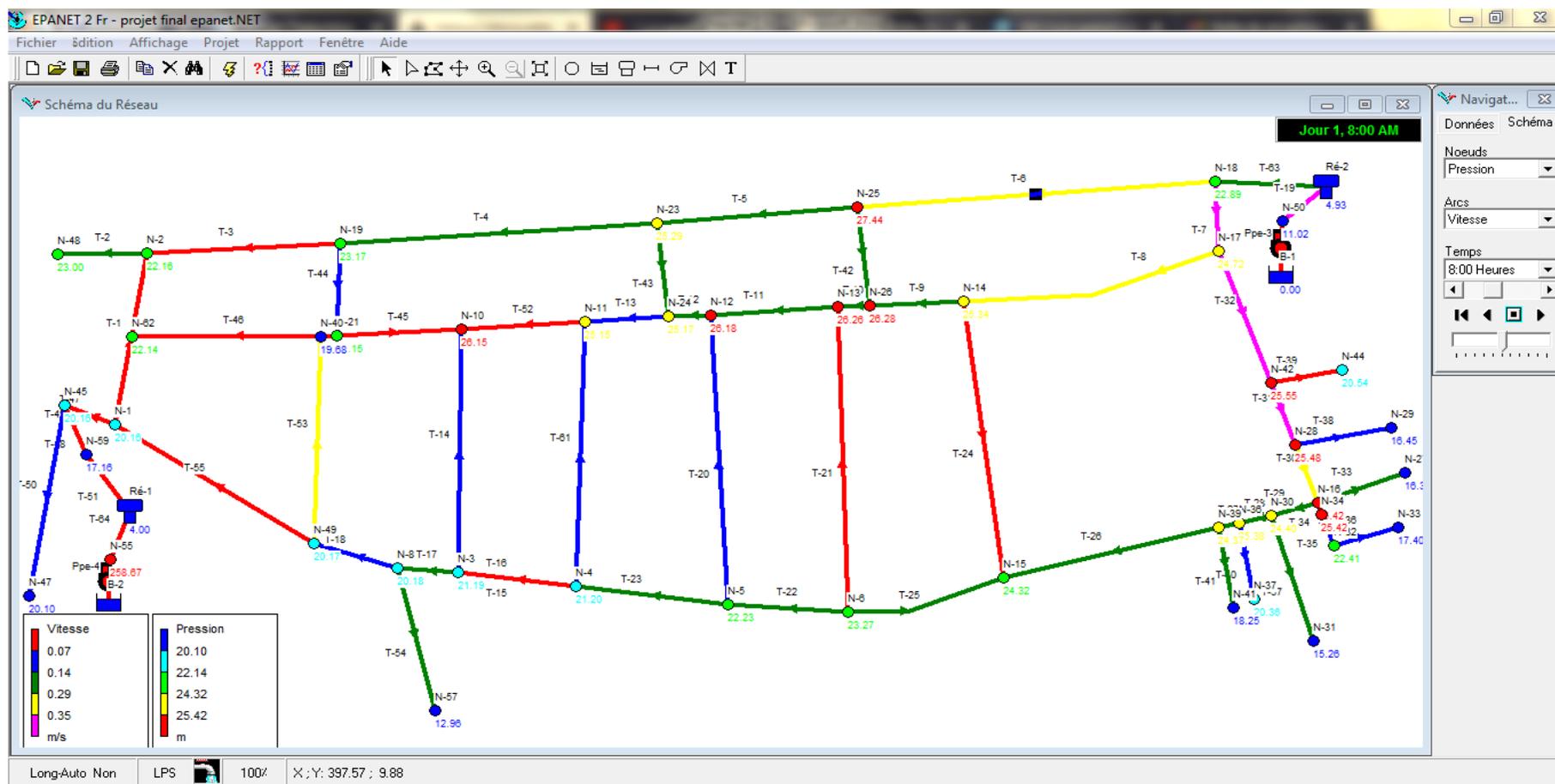


Figure III.20: les résultats de la simulation obtenus à 8:00

La figure III.20 les résultats de la simulation obtenus à 8:00(heure de pointe).

- **Pression :**
la figure III.21 présente L'enveloppe des pressions.

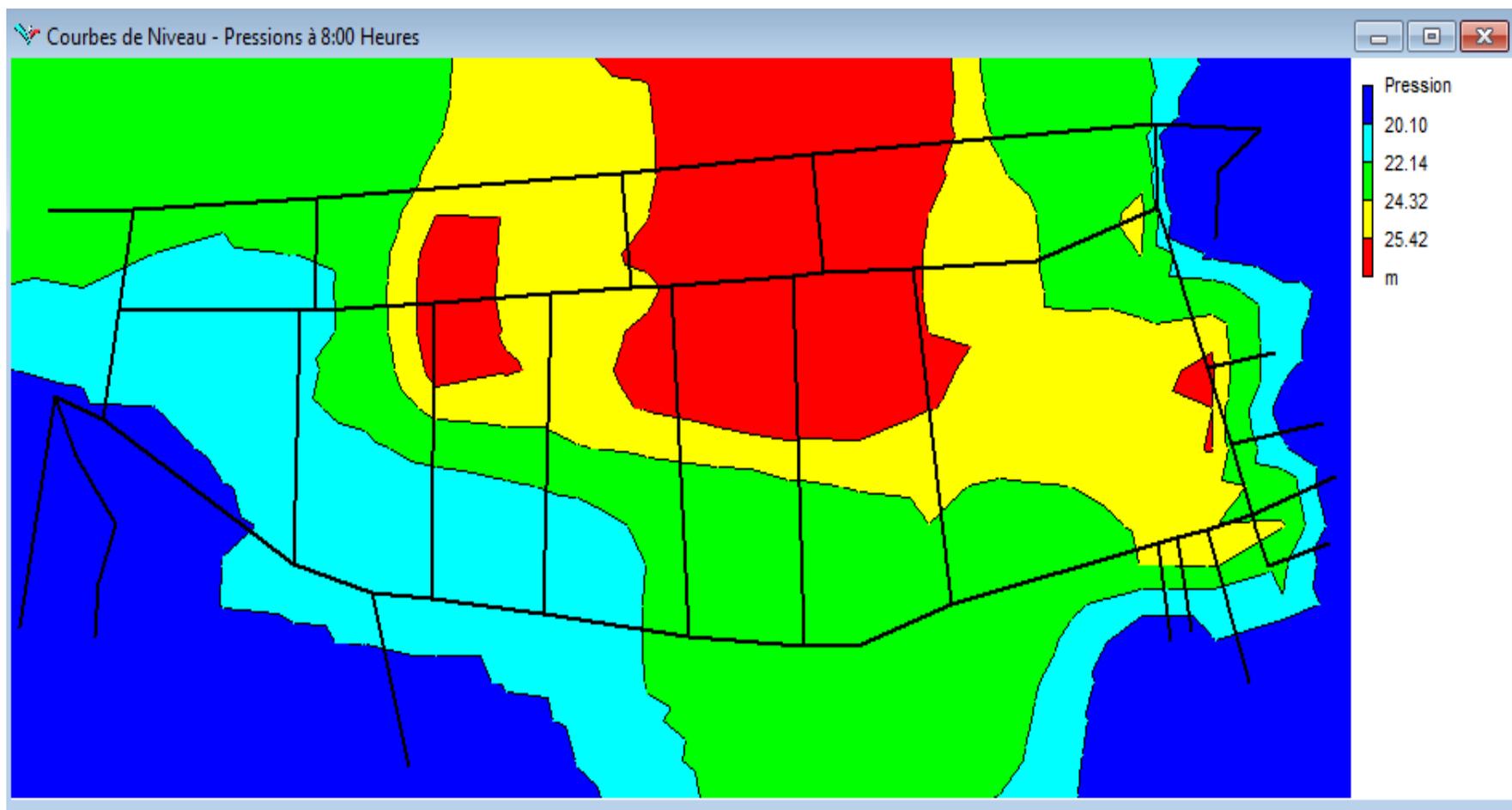


Figure III.21: L'enveloppe de la pression à 08:00

Vitesse

La figure III.22 : présente les résultats de vitesses à 08 :00l'heure de pointe.

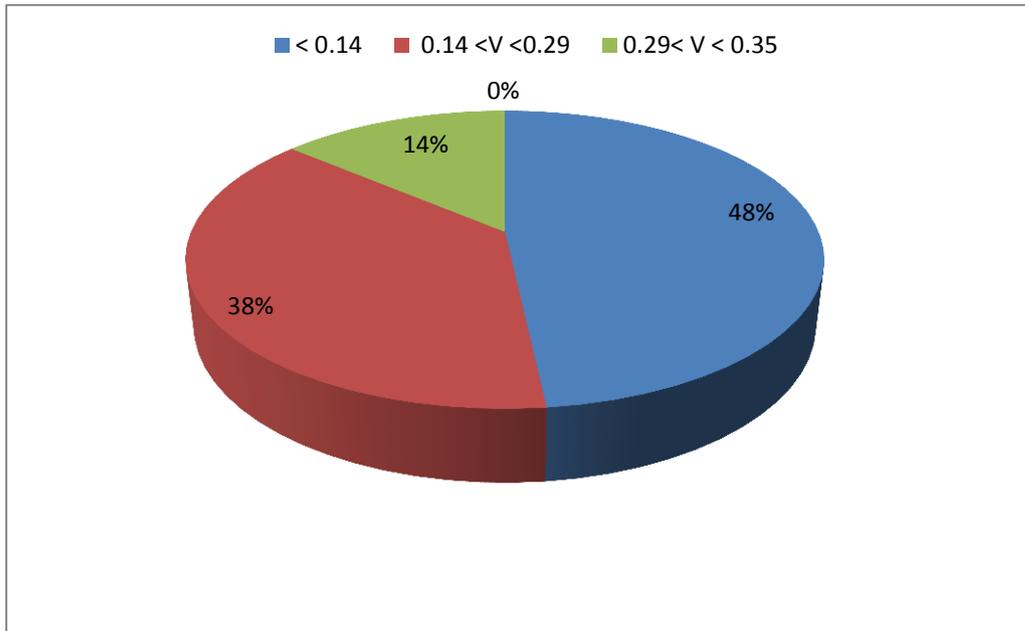


Figure III 19: Répartition des vitesses dans le réseau.

On Remarque :

- Dans 14 % des conduites, les vitesses sont inférieures à 0.14 m/s.
- Dans 38 % des conduites, les vitesses sont dans l'intervalle de 0,14 a 0.29 m/s.
- Dans 48 % des conduites, les vitesses sont dans l'intervalle de 0,29 à 0.35 m/s, ce qui favorise laformation des dépôts et le colmatage des canalisations.

III.6 : Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons fait un diagnostic pour l'état actuel du réseau d'AEP de la ville de Daia Ben Dahoua à partir de la simulation de logiciel Epanet. Ce dernier a permis de déterminer les paramètres hydrauliques (pression et vitesse).

Le fonctionnement du réseau d'AEP ne répond pas aux normes de pressions et de vitesses. Ce qui pose des problèmes pour le bon fonctionnement de ce réseau.

Les conduites à faibles vitesses peuvent provoquer une formation de dépôts, et les grandes vitesses augmentent les pertes de charges et altèrent plus rapidement les conduites.

Pour cela, on a fait des scénarios sur Epanet pour donner des solutions aux problèmes rencontrés, ces solutions concernent diminuer des diamètres des canalisations et ajouter des vannes de vidange pour éviter la formation des dépôts et le colmatage des canalisations.

Malgré toutes les solutions qu'on a proposées, les faibles vitesses restent un problème dans certains tronçons et même en diminuant les diamètres. À part ceci, les pressions sont aux normes et les diamètres sont légaux.

CONCLUSION GENERALE

Conclusion Générale

Conclusion générale

Nous avons dans ce mémoire fait une étude générale sur le système d'AEP de quartier EL-MAGSAM de la commune de DAIA BEN DAHOUA.

L'étude consiste à établir un diagnostic du système d'alimentation en eau potable c'est à dire la détermination des défaillances (points de piquage), du système de refoulement ainsi que les ouvrages de stockage (réservoirs) et la vérification de rendement du réseau avec des indices IHR, IHP et R%.

Et à l'aide de logiciel EPANAT par des simulations successives.

Cette vérification nous permettra de donner un certains nombres de modifications et recommandations pour améliorer l'alimentation en eau potable au niveau de cet quartier telle que :

L'installation des accessoires, vannes de sectionnement, ventouses ...,

la rénovation de certaines conduites en PEHD avec des diamètres inférieurs que l'existantes (pour but d'améliorer les paramètres débit, pression et vitesse) et pour éviter le maximum des fuites.

Nous citons aussi les principes et les notions de gestion, d'exploitation et les opérations de contrôle et d'entretien effectuer sur tous les ouvrages hydrauliques.

L'utilisation du logiciel EPANET malgré sa facilité nous a posé quelques problèmes, mais généralement limitée par les données disponibles au niveau des secteurs concernés.

En fin ce projet nous a permis de découvrir le monde professionnel par la réalisation d'une telle étude à partir des données réelles.

Référence bibliographiques

Référence bibliographiques

[1] Siges Aquitaine

[2] Abdelbaki, C. (2014). Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution à sa gestion à l'aide d'un SIG. cas du GUT. Thèse de doctorat. Université Abou Bakr Belkaid – Tlemcen.

[3] ENGEES

[4] André DUPONT ; Hydraulique urbaine, Tome 2, Edition Eyrolles, 1979, 484 p.

[5]<http://www.unit.eu/cours/engees/GEMeue2module4HUpartie1/co/Composantes.html>

[6]- DJAIDJA HOUSSAMEDDINE - AHMED MILI ELHASSEN mémoire fin_ Dimensionnement De réseau D'aep par logiciels arc gis et epanet De la nouvelle ville De m'sila 2018 PAGE 54

[7][http://www.wikip.fr/search?q=définition-canalisation+matériaux-utilisés-dans les réseaux-de-distribution](http://www.wikip.fr/search?q=définition-canalisation+matériaux-utilisés-dans+les+réseaux-de-distribution).

[8] outile d'aide au diagnostic du reseau d'eau potable pour la ville de Chiisinau par analyse spasial et tomporalle des dysfonctionements hydrauliques . dr Igor BLINDU p26.

[9]Optimisation multicritère pour la gestion d'un réseau d'AEP par GUEDDOUJ et OUARET ; Université Bejaia ; ingénieur 2002 onnel insuffisant et non qualifié.

[10]BUOUSALAA+BENBEKHTI, Hydraulique Urbaine ; mémoire master, Etude diagnostic d'un réseau d'AEP à l'aide du logiciel Epanet, Juin 2018, page 10-19

[11]CHEMIDI Mostafa & KADDOUR Yasser ; ETUDE DIAGNOSTIQUE DU RESEAU D'AEP DE M'DIG ET SIDI AISSA, CHETOUANE ; mai 2016 ; page 7

[12]Revue canadienne des ressources hydriques Vol.21. No.4. 1996 p 342

[13] Canadian Water Resources Journal Vol. 21. No.4. 1996 p341

[14] Direction Ressources en Eaux wilaya de ghardaia

[15] Annuaire Statique Année 2018 Présentation Générale de la Wilaya p06

[16] Annuaire Statique Année 2018. Climatologie p33

[17] D.P.S.B. (2018). ghardaia .daia ben Dahoua

Référence bibliographiques

- [18] D. Transports Annuaire Statique Année 2018 p33
- [19] DMI Annuaire Statique Année 2018
- [20] Annuaire Statique Année 2018 Santé 31.12.2018 p102
- [21] (Valiron F ; Mémento du gestionnaire de l'alimentation en eau potable et de l'assainissement, Tome 1, 2,3, Edition Lavoisier, 1994, 1268 p)
- (Seine & Marne ; Analyse des performances des réseaux d'eau potable en seine-et-marne, 2009)
- [22] (Gomella C ; Guide de l'alimentation en eau dans les agglomérations urbaine et rurales, Tome 1 : la distribution, Edition EYROLLES, Paris, 1985, p 227)
- [23] Algerienne de Eaux Ghardaia
- [24] Algerienne de Eaux .section Daia BEN Dahoua
- [25] Institut national de perfectionnement de l'équipement INPE ; Séminaire sur l'économie de l'eau, 2001.
- [26] Lambert A.O., Brown TG., Takizawa M. W ; A review of performance indicators for real losses from water supply systems. Aqua, 48, 1999, p 227-237.
- [27] Indice linéaire de perte ; Consulté le site :
- <http://www.services.eaufrance.fr/indicateurs/P106.3> , 03-2018.
- [28] Seine & Marne ; Analyse des performances des réseaux d'eau potable en seine-et-marne , 2009.
- [29] Valiron F ; Mémento du gestionnaire de l'alimentation en eau potable et de l'assainissement, Tome 1, 2,3, Edition Lavoisier, 1994, 1268 p
- [30] Guérin-Schneider L ; L'intérêt des indicateurs de performance dans la gestion des services d'eau et d'assainissement, Colloque SHF, Paris, 2002.
- [31] : **André DUPONT** ; Hydraulique urbaine, Tome 2, Edition Eyrolles, 1979, 484 p.
- [32] : **EPANET 2.0** ; Simulation Hydraulique et Qualité pour les Réseaux d'Eau sous Pression 2003.

Référence bibliographiques

[33] :https://fr.wikipedia.org/wiki/Google_Earth consulté le 24 avril 2021 à 22:15.

[34]:<https://hydro-blog.com/> .

[35] : La direction de l'éducation Ghardaia .

[36]: Mémoire Alimentation en eau potable commune Raouraoua Wilaya de Bouira 1997 . En Ms Mahi Rachid .

[37]: site scolaire science et technologie university Batna 2 dz.

ANNEXES

Annexes

ANNEXS 2

Les zones	PEHD	PVC	AMC
ARGDAN	1	1	
SIDI	1		
LAARICH	1	1	
BOUBRIK	1	1	
OUM JDAR	1	1	
CH AFARI	1	1	1
CHA HAMRA	1	1	
ELMAGSM	1	1	1
COT2 EST D	1	1	
total	9	6	2

La variation des pertes d'eau et les rendements de production au niveau de la ville de Daia Ben Dahoua [23]

- Daya n1 (daïra)

Mois	Volume distribué(m³)	Volume produit(m³)	Rendement %	
janvier	39617	41702	95.0002398	
Février	37964	39962	95.0002502	
Mars	40554	42688	95.000937	
Avril	38680	40716	94.9995088	
Mai	40829	42978	94.9997673	
Juin	39506.7	41586	95	
Juillet	40939.3	43094	95	
Aout	40774	42920	95	
Septembre	39451.6	41528	95	
Octobre	33996.7	35786	95	
Novembre		41586	34046	122.146508
Décembre		41670	34005	122.540803

Annexes

Mois	Volume distribué(m³)	Volume Facturé(m³)	Rendement %
Janvier	39617	15846.8	40
Février	37964	15185.6	40
Mars	40554	16221.6	40
Avril	38680	15472	40
Mai	40829	16331.6	40
Juin	39506.7	15802.68	40
Juillet	40939.3	16375.72	40
Aout	40774	16309.6	40
Septembre	39451.6	15780.64	40
Octobre	33996.7	13598.68	40
Novembre	41586	16634.4	40
Décembre	41670	16668	40

- Sidi Mhamed

Mois	Volume Distribué(m³)	Volume Produit(m³)	Rendement%
Janvier	61389	64620	95
Février	59252	62370	95.0008017
Mars	61988	65250	95.0007663
Avril	60021	63180	95
Mai	62843	66150	95.0007559
Juin	61047	64260	95
Juillet	61475	64710	95.0007727
Aout	63185	66510	95.0007518
Septembre	60620	63810	95.0007836
Octobre	47044	49520	95
Novembre	56640	46240	122.491349
décembre	55040	45250	121.635359

La variation des pertes d'eau en distribution et les rendements primaire au niveau de la ville de Daia Ben Dahoua[23]

- Daya n1 (daïra)

Annexes

Mois	Volume distribué(m3)	Volume Facturé(m3)	Rendement primaire%
Janvier	61389	24555.6	40
Février	59252	23700.8	40
Mars	61988	24795.2	40
Avril	60021	24008.4	40
Mai	62843	25137.2	40
Juin	61047	24418.8	40
Juillet	61475	24590	40
Aout	63185	25274	40
Septembre	60620	24248	40
Octobre	47044	18817.6	40
Novembre	56640	22656	40
Décembre	55040	22016	40

- Sidi M'hamed

Mois	Volume distribute (m3)	Volume facture (m3)	Rendement primaire %
Janvier	61389	24555.6	40
Février	59252	23700.8	40
Mars	61988	24795.2	40
Avril	60021	24008.4	40
Mai	62843	25137.2	40
Juin	61047	24418.8	40
Juillet	61475	24590	40
Aout	63185	25274	40
September	60620	24248	40
October	47044	18817.6	40
Novembre	56640	22656	40
Décembre	55040	22016	40

La variation de l'indice linéaire des pertes d'eau en distribution au niveau de la ville De Daia Ben Dahoua [23]

Annexes

- Daya n1 (daïra)

Mois	Volume Distribute(m3)	Volume Produit(m3)	Volume Perte(m3)
Janvier	39617	41702	19808.5
Février	37964	39962	18982
Mars	40554	42688	20277
Avril	38680	40716	19340
Mai	40829	42978	20414.5
Juin	39506.7	41586	19753.35
Juillet	40939.3	43094	20469.65
Aout	40774	42920	20387
Septembre	39451.6	41528	19725.8
Octobre	33996.7	35786	16998.35
Novembre	41586	34046	20793
Décembre	41670	34005	20835

- Sidi M'hamed

Mois	Volume distribué(m3)	Volume produit(m3)	Volume perte(m3)
Janvier	61389	64620	32310
Février	59252	62370	31185
Mars	61988	65250	32625
Avril	60021	63180	31590
Mai	62843	66150	33075
Juin	61047	64260	32130
Juillet	61475	64710	32355
Aout	63185	66510	33255
Septembre	60620	63810	31905
Octobre	47044	49520	24760
Novembre	56640	46240	23120
Décembre	55040	45250	22625

- Daia N1 (Daira)

Annexes

Mois	Volume Distribué(m3)	Volume Perte(m3)	ILP
Janvier	39617	15846.8	2.48540108
Février	37964	15185.6	2.38169894
Mars	40554	16221.6	2.54418446
Avril	38680	15472	2.42661771
Mai	40829	16331.6	2.56143678
Juin	39506.7	15802.68	2.47848133
Juillet	40939.3	16375.72	2.56835653
Aout	40774	16309.6	2.55798631
Septembre	39451.6	15780.64	2.4750246
Octobre	33996.7	13598.68	2.13280751
Novembre	41586	16634.4	2.60892772
Décembre	41670	16668	2.61419752

- Sidi M'hamed

Mois	v.distribué(m3)	v.perte(m3)	ILP(m3/km/h)
Janvier	61389	24555.6	3.85128322
Février	59252	23700.8	3.71721698
Mars	61988	24795.2	3.88886191
Avril	60021	24008.4	3.76546075
Mai	62843	25137.2	3.94250095
Juin	61047	24418.8	3.8298276
Juillet	61475	24590	3.85667849
Aout	63185	25274	3.96395657
Septembre	60620	24248	3.80303945
Octobre	47044	18817.6	2.95133929
Novembre	56640	22656	3.55335127
Décembre	55040	22016	3.45297412

Les fuites enregistrées et les fuites réparées dans le réseau d'AEP de Daia Ben Dahoua [24]

Mois	Fuite Enregistrées	Fuite réparées
Janvier	31	30
Février	42	42

Annexes

Mars	39	39
Avril	41	40
Mai	22	22
Juin	31	31
Juillet	30	30
Aout	37	36
Septembre	30	30
Octobre	25	25
Novembre	42	42
Décembre	47	47

La variation de l'indice linéaire des pertes d'eau en distribution au niveau de la ville De Daia Ben Dahoua [23]

- Daia N1 (Daïra)

Mois	Volume distribué	Volume perte	ILP (m ³ /km/h)	Longueur de Réseau (Km)
Janvier	61389	24555.6	3.85128322	8.85549
Février	59252	23700.8	3.71721698	8.85549
Mars	61988	24795.2	3.88886191	8.85549
Avril	60021	24008.4	3.76546075	8.85549
Mai	62843	25137.2	3.94250095	8.85549
Juin	61047	24418.8	3.8298276	8.85549
Juillet	61475	24590	3.85667849	8.85549
Aout	63185	25274	3.96395657	8.85549
Septembre	60620	24248	3.80303945	8.85549
Octobre	47044	18817.6	2.95133929	8.85549
Novembre	56640	22656	3.55335127	8.85549
Décembre	55040	22016	3.45297412	8.85549

- Sidi M'hamed

Annexes

Mois	Volume distribué	Volume perte	ILP (m³/km/h)	Longuer de Réseau (Km)
Janvier	39617	15846.8	2.48540108	8.85549
Février	37964	15185.6	2.38169894	8.85549
Mars	40554	16221.6	2.54418446	8.85549
Avril	38680	15472	2.42661771	8.85549
Mai	40829	16331.6	2.56143678	8.85549
Juin	39506.7	15802.68	2.47848133	8.85549
Juillet	40939.3	16375.72	2.56835653	8.85549
Aout	40774	16309.6	2.55798631	8.85549
Septembre	39451.6	15780.64	2.4750246	8.85549
Octobre	33996.7	13598.68	2.13280751	8.85549
Novembre	41586	16634.4	2.60892772	8.85549
Décembre	41670	16668	2.61419752	8.85549

La variation de l'indice linéaire de réparation au niveau de la ville de Daia Ben Dahoua[24]

	Nombre de reparation annual	indice linéaire deréparation (rep/an /km)
Janvier	30	3.38772897
Février	42	4.74282056
Mars	39	4.40404766
Avril	40	4.51697196
Mai	22	2.48433458
Juin	31	3.50065327
Juillet	30	3.38772897
Aout	36	4.06527476
Septembre	30	3.38772897
Octobre	25	2.82310747
Novembre	42	4.74282056
Décembre	47	5.30744205

Annexes

Annexes 3

Résultat de simulation sous Epanet

➤ État des Noeuds du Réseau à 0:00 Heures

ID Noeud	Altitude m	Demande Base LPS	Pression m
Noeud N-1	532	0	16.05
Noeud N-2	530	0.1	18.11
Noeud N-3	531	0	17.32
Noeud N-4	531	0	17.34
Noeud N-5	530	0	18.48
Noeud N-6	529	0	19.6
Noeud N-8	532	0	16.26
Noeud N-10	526	0.81	22.32
Noeud N-11	527	0.625	21.36
Noeud N-12	526	1.08	22.45
Noeud N-13	526	0	22.65
Noeud N-14	527	0.96	21.85
Noeud N-15	528	0	20.75
Noeud N-16	527	0.61	22.05
Noeud N-17	528	0.3	21.6
Noeud N-18	530	0	19.91
Noeud N-19	529	0.71	19.27
Noeud N-21	528	0	20.31
Noeud N-23	527	0	21.6
Noeud N-24	527	1.09	21.42
Noeud N-25	525	0	23.95
Noeud N-26	526	0.81	22.7
Noeud N-27	536	0.61	12.96
Noeud N-28	527	0	22.16
Noeud N-29	536	0.32	13.14
Noeud N-30	528	0	20.99
Noeud N-31	537	0.61	11.85
Noeud N-32	530	0.11	19.04
Noeud N-33	535	0.25	14.02
Noeud N-34	527	0	22.05
Noeud N-36	527	0	21.95
Noeud N-37	532	0.32	16.93
Noeud N-39	528	0	20.93
Noeud N-41	534	0.74	14.81
Noeud N-42	527	0.3	22.3
Noeud N-44	532	0.208	17.29
Noeud N-45	532	0	16
Noeud N-47	532	0.85	15.94
Noeud N-48	529	0.84	18.96
Noeud N-57	539	0.74	9.04
Noeud N-59	535	0	13

Annexes

Noeud N-62	530		0.26	18.31
Noeud N-40	532		0.96	15.7
Noeud N-49	532		0	16.19
Noeud N-50	542		0	8.09
Noeud N-55	534		0	14.52
Bâche B-1	28	Sans Valeur		0
Bâche B-2	46	Sans Valeur		0
Réservoir Ré-1	546	Sans Valeur		2
Réservoir Ré-2	548	Sans Valeur		2

➤ Etat des Arcs du réseau a 0 :00 Heures

ID Arc	Longueur m	Diamètre mm	Débit LPS	Vitesse m/s
Tuyau T-1	229.81	110	-1.47	0.16
Tuyau T-2	110.34	63	-0.84	0.27
Tuyau T-3	239.69	110	-2.41	0.25
Tuyau T-4	392.83	110	-2.75	0.29
Tuyau T-5	248.5	110	-3.61	0.38
Tuyau T-6	444.14	110	-4.59	0.48
Tuyau T-7	92.06	160	15.65	0.78
Tuyau T-8	326.8	110	4.74	0.5
Tuyau T-9	115.88	110	3.43	0.36
Tuyau T-10	39.83	110	3.6	0.38
Tuyau T-11	157.28	110	3.38	0.36
Tuyau T-12	52.06	110	2.46	0.26
Tuyau T-13	104.43	110	2.23	0.23
Tuyau T-14	320.23	63	0	0
Tuyau T-15	146.06	160	-2.54	0.13
Tuyau T-16	146.06	200	4.56	0.15
Tuyau T-17	75.61	160	7.1	0.35
Tuyau T-20	382.99	63	-0.16	0.05
Tuyau T-21	402.42	63	0.23	0.07
Tuyau T-22	149.43	160	7.1	0.35
Tuyau T-23	190.34	160	6.94	0.35
Tuyau T-24	368.07	63	0.35	0.11
Tuyau T-25	199.57	160	6.88	0.34
Tuyau T-26	274.59	160	6.53	0.32
Tuyau T-27	26.07	160	-7.27	0.36
Tuyau T-28	39.95	160	-7.59	0.38
Tuyau T-29	60.39	160	-8.2	0.41
Tuyau T-30	81.03	160	-9.78	0.49
Tuyau T-31	87.82	160	-10.1	0.5
Tuyau T-32	185.25	160	-10.61	0.53
Tuyau T-33	115.45	63	0.61	0.2
Tuyau T-34	15.83	90	0.36	0.06
Tuyau T-35	43.85	63	0.36	0.12
Tuyau T-36	82.73	63	0.25	0.08
Tuyau T-37	174.09	63	0.61	0.2
Tuyau T-38	121.29	63	0.32	0.1
Tuyau T-39	89.27	63	0.21	0.07
Tuyau T-40	102.23	63	0.32	0.1

Annexes

Tuyau T-41	108.38	63	0.74	0.24
Tuyau T-42	130.13	63	0.98	0.32
Tuyau T-43	123.9	63	0.86	0.28
Tuyau T-44	121.75	63	-0.38	0.12
Tuyau T-45	154.37	110	0.64	0.07
Tuyau T-46	253.98	110	0.26	0.03
Tuyau T-47	67.06	160	6.88	0.34
Tuyau T-48	70.56	300	3.01	0.04
Tuyau T-49	70.56	300	-3.01	0.04
Tuyau T-50	255.63	90	0.85	0.13
Tuyau T-51	90.94	300	6.03	0.09
Tuyau T-52	152.29	110	-1.45	0.15
Tuyau T-53	273.58	63	-0.96	0.31
Tuyau T-61	348.66	63	0.16	0.05
Tuyau T-63	137.02	250	20.24	0.41
Tuyau T-64	68.52	200	43.46	1.38
Tuyau T-19	70.79	250	29.82	0.61
Tuyau T-54	194.41	63	0.74	0.24
Tuyau T-18	107.91	160	6.36	0.32
Tuyau T-55	292.23	160	5.4	0.27
Pompe Ppe-3	Sans Valeur	Sans Valeur	29.82	0
Pompe Ppe-4	Sans Valeur	Sans Valeur	43.46	0

Tableaux de consommation de population à 24 h selon K hmax[27]

Heures	Khmax
0-1	1
1_2	1
2_3	1
3_4	1
4_5	2
5_6	3
6_7	5
7_8	6.5
8_9	6.5
9_10	5.5
10_11	4.5
11_12	5.5
12_13	7
13_14	7
14_15	5.5
15_16	4.5
16_17	5
17_18	6.5
18_19	6.5
19_20	5
20_21	4.5
21_22	3
22_23	2
23_24	1