

Liste des abréviations

Liste des abréviations

ACL :	Agglomération chef lieu
ADE :	Algérienne des eaux.
AEP :	Alimentation en eau potable.
AG :	Acier galvanisé
APC :	Assemblé populaire communale.
AS :	Agglomération secondaire
DN :	Diamètre normalisée
ILP :	Indice linéaire des pertes.
ILR :	Indice linéaire de réparation
NR :	Nouveau réservoir
PEHD :	Polyéthylènes haute densité.
PTT	Poste télégraphe et téléphone
PVC :	Polymérisation du chlorure de vinyle.
Qéqui :	Besoins des équipements.
Qmoy j :	Débit moyen journalier.
Qp :	Débit de pointe.
R.E	Réservoir existant
R.N :	Route nationale.
RGPH :	Recensement général de la population et de l'habitat
RT2 :	Réservoir tampon 2
SDEM :	Station dessalement l'eau de mer
SEOR :	Société de l'eau et d'assainissement d'Oran
UV :	Ultra violet

Liste des figures

Liste des figures

Figure I.1 : Schéma descriptif d'un système d'acp	3
Figure I.2: Un reseau ramifie	4
Figure I.3 :Un reseau maille	4
Figure I.4:Canalisation en acier.	6
Figure I.5:Canalisation en béton armé.	6
Figure I.6:Canalisation en PEHD.....	6
Figure I.7: Canalisation en fonte ductile	6
Figure I. 8 : Canalisation en PVC	6
Figure I.9: Fuite dans un conduite d'eau potable.....	8
Figure I.10:T Corrosion en réseaud'eau potable.....	8
Figure I.11: Pose en tranchée ouverte	10
Figure I.12: Procédé par forage.....	11
Figure I.13 : Tubage simple	14
Figure I.14: Tubage sans espace annulaire.....	14
Figure I.15: Gaine de la canalisation.....	16
FFigure I.16 : Schéma du procédé de chemisage partiel.....	17
Figure I.17 : Schéma d'étanchement de canalisation par injection.....	19
Figure II.1 : Présentation de la ville de Remchi (Extrait de Google Earth 11/06/2019).....	21
Figure II.2 : Répartition de la nature des canalisations.	24
Figure II.3: Répartition des diamètres du réseau.....	26
Figure III.1 : Comparaison entre les volumes produits et les volumes distribués.....	28
Figure III.2 : Comparaison entre les volumes distribués et les volumes facturés.	28
Figure III.3 : Les pertes au niveau de réseau d'AEP de la zone étudiée	29
Figure III.4 : Variation du rendement production	30
Figure III.5 : Variation du rendement primaire.....	31
Figure III.6 : Variation d'ILP	32
Figure III.7 : Les fuites enregistrées et réparées	33

Liste des figures

Figure III.8: Variation de l'ILR.....	34
Figure III.9 : Evaluation de la population pour différent l'horizon.....	36
Figure III.10 : Evaluation des différentes consommations journalières.....	42
Figure IV.1 : Réseau d'AEP actuelle de la ville de Remchi tracé sur Google Earth.	46
La figure IV.2 : Schéma de réseau actuel de la ville de Remchi sur Epanet.....	47
La figure IV.3 Passage de Google Earth vers Epanet	48
Figure IV.4 : Exemple de saisie des données des tuyaux.....	49
Figure IV.5 : Exemple de saisie des données des nœuds.	49
Figure IV.6 : Exemple de saisie des données de bêche.....	50
Figure IV.7: Courbe de modulation de la consommation utilisée dans le modèle.....	51
Figure IV.8 : Les options hydrauliques.....	51
Figure IV.9: Résultat de simulation du réseau actuel d'AEP de la ville Remchi.	52
Figure IV.10 : Le pourcentage de la distribution de la pression dans les conduites à 00:00 heures.	53
Figure IV.11 : Le pourcentage de la distribution de la pression dans les conduites à 8:00 heures.	53
Figure IV.12 : L'enveloppe des pressions a 00 :00 heures	54
Figure IV.13 : L'enveloppe des pressions a 08 :00 heures	54
Figure IV.14: Lancement de la simulation.....	56
Figure IV.15 : Résultat de la simulation pour le premier scénario à 00:00 heures.	57
Figures IV.16: Courbe des niveaux de la pression à 00:00 heures.....	57
Figure IV.17 : Répartition des pressions dans les nœuds à 00:00 heures.	58
Figure IV.18 : Répartition des vitesses dans le réseau à 00:00 heures.....	58
Figure IV.19 : Résultats de la simulation obtenus à 11:00 heures.	59
Figure IV.20: L'enveloppe de la pression à 11:00 heures.	60
Figure IV.21 : Répartition des pressions dans les nœuds à 11:00 heures.	60
Figure IV.22 : Répartition des vitesses dans le réseau à 11:00 heures.....	61
Figure IV.23 : Résultat de la simulation après avoir ajouté la vanne de réduction de pression.	62
Figure IV.24 : Courbe des niveaux de la pression à 11:00 heures.	62
Figure IV.25 : Répartition des vitesses dans le réseau à 11:00 heures.....	63
Figure IV.26: Traçage du deuxième scénario sous Google Earth.....	64

Liste des figures

Figure IV.27: Lancement de la simulation.....	65
Figure IV.28: Résultat de la simulation à 00:00 heures.	66
Figure IV.29 : Courbe des niveaux de la pression à 00:00 heures.	66
Figure IV.30:Répartition des vitesses dans le réseau 00:00 heures.	67
Figure IV.31 : Répartition des vitesses dans le réseau à 00:00 heures.....	67
Figure IV.32: Résultat de la simulation à 11:00 heures.	68
Figure IV.33 : Courbe des niveaux de la pression à 11:00 heures.	68
Figure VI.34 : Répartition des vitesses dans le réseau à 11:00 heures.....	69
Figure IV.35 : Répartition des vitesses dans le réseau à 11:00 heures.....	69
Figure IV.36 Résultats de simulation du premier scénario à 11:00 heures.....	70
Figure IV.37: L'enveloppe des pressions à 11:00 heures.	71
Figure IV.38 Résultats de la simulation du deuxième scénario à 11:00 heures.....	72
figure IV.39: Les propriétés d'une vanne.	73
Figure IV.40 : L'enveloppe des pressions à 11:00 heures.	74
Figure IV.41: Résultat de la simulation du fonctionnement du deuxième scénario par la vérification du débit d'incendie à 00:00 heures.	75
La figure IV.42 : L'enveloppe des pression du deuxième scénario après la vérification du débit d'incendie.....	75

Liste des tableaux

Liste des tableaux

tableau II-1 Totalité de la population de la commune Remchi en 2008.....	23
tableau II.2 : Nature des différents types de canalisations dans chaque zone de la ville de Remchi	25
Tableau III.1 : Comparaison des valeurs des indices linéaires des pertes d'eau (Chemidi M & Kaddour,2016).....	32
Tableau III.2 : Evaluation de la population pour différent l'horizon	36
Tableau III.3 : Consommation de la population pour différents horizons :	38
Tableau III.4 : Détermination de la consommation scolaire	39
Tableau III.5 : Détermination des besoins sanitaires	39
Tableau III.6 : Détermination des besoins administratifs.....	40
Tableau III.7 : Détermination des Besoin des équipements socio-culturel et sportifs.....	41
Tableau III.8 : Tableau récapitulatif des différentes consommations journalières	42
Tableau IV.1: Diamètres et matériaux utilisées dans le principal réseau du premier scénario.	56
Tableau IV.2: Diamètres et matériaux utilisées dans le principal réseau du deuxième scénario.	64
Tableau IV.3: Secteurs de distribution des réservoirs.....	72

Table de matière

Table des matières

Liste des abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction générale.....	1

Chapitre I : Etude bibliographique

I.1 Introduction.....	3
I.2 Présentation des réseaux d'AEP	3
I.3 Type de réseau de distribution	4
I.3.1 Réseau ramifié.....	4
I.3.2 Réseau maillé	4
I.3.3 Réseau combiné.....	5
I.3.4 Réseau étagé.....	5
I.4 Canalisations utilisées dans le réseau d'eau potable	5
I.5 Réhabilitation des réseaux d'AEP	7
I.5.1 Définition de la réhabilitation.....	7
I.5.2 Objectifs de la réhabilitation	7
I.5.3 Motifs de la réhabilitation	7
I.5.4 Techniques de réhabilitation	8
I.5.4.1 Classement des techniques de réhabilitation	8
I.5.4.1.1 Techniques ponctuelles ou continues	8
I.5.4.1.2 Techniques destructives ou non destructives.....	9
I.5.4.2 Classement selon la norme européenne.....	9
I.5.4.2.1 Technique de remplacement.....	9
I.5.4.2.1.1 Pose en tranchée ouverte	9
I.5.4.2.1.2 Pose sans tranchée	10

Table de matière

I.5.4.2.1.3 Techniques destructives.....	12
I.5.4.2.2 Techniques de rénovation.....	13
I.5.4.2.2.1 Tubage	13
I.5.4.2.2.2 Chemisage	15
I.5.4.2.3 Technique de réparation ponctuelle	17
I.5.4.2.3.1 Manchette (Le chemisage partiel)	17
I.5.4.2.3.2 Etanchement par injection.....	18
I.6 Coûts de la réhabilitation	19
I.7 Conclusion	20

Chapitre II : présentation de la zone d'étude

II.1 Introduction	21
II.2 Présentation de la zone	21
II.2. La géographie.....	21
II.3. La topographie	22
II.4. La géologie.....	22
II.5. Le climat	22
II.6 La démographie	22
II.7 Ressources disponibles	23
II.5 Ouvrages de stockage.....	24
II.6 Réseau de distribution	24
II.7. Conclusion.....	26

Chapitre III : Diagnostic du réseau d'AEP de la ville de Remchi

III.1 Introduction	27
III.2 Rendement et performances du réseau.....	27
III.2.1 Etude des pertes dans le système d'AEP de la ville de Remchi.....	27
III.2.2 Rendement du réseau de la ville de Remchi.....	30

Table de matière

III.3 Estimation de la population à l’horizon d’étude	35
III.4 Estimation des besoins en eau	36
III.4.1 Catégorie des besoins	36
III.4.2 Choix de la norme unitaire de consommation	37
III.4.2.1 Définition	37
III.4.2.2 Critères de choix de la norme	37
III.4.3 Besoins domestiques.....	38
III.4.4 Besoins des équipements	38
III.4.4.1 Besoins scolaires	38
III.4.4.3 Besoins administratifs.....	40
III.4.4.4 Besoins des équipements socio-culturel et sportifs.....	40
III.4.4.5 Besoins d’industrie.....	41
III.4.5 Récapitulatif des différentes consommations journalières	41
III.5 Consommation moyenne journalière totale.....	43
III.5.1 Calcul du débit moyen	43
III.5.2 Majoration de la consommation moyenne journalière	43
III.5.3 Débit maximal journalier.....	44
III.5.4 Débit de pointe.....	45
III.6 Vérification globale de la capacité des ouvrages de stockage.....	45
III.7 Conclusion.....	45

Chapitre IV : Rénovation du réseau s’AEP de la ville de Remchi

IV.1 Introduction.....	46
IV.2 Tracé du réseau d’AEP.....	46
IV.2.1 Passage Google Earth –Epanet.....	47
IV.3 Simulation du fonctionnement du réseau d’AEP sous EPANET.....	48
IV.3.1 Courbe de modulation	50
IV.3.2 Options Hydrauliques de la simulation	51

Table de matière

IV.4 Etat du réseau actuel.....	52
IV.4.1.Synthèse.....	54
IV.5 Scénarios de fonctionnement proposés pour le réseau d’AEP de la ville Remchi.....	55
IV.5.1 Valeurs guides pour un fonctionnement correcte.....	55
IV.5.2 Premier scénario.....	55
IV.5.2.1 Proposition d'un réducteur de pression.....	61
IV.5.3 Deuxième scénario.....	63
IV.6 Proposition d'implantation des réservoirs.....	69
IV.6.1 Implantation des réservoirs dans le premier scénario.....	69
IV.6.2 Implantation des réservoirs dans le deuxième scénario.....	71
IV.7 Vérification du débit d’incendie.....	74
IV.8 Conclusion.....	76
Conclusion générale.....	77

Introduction générale

Introduction générale

Introduction générale

L'eau est une source vitale pour l'homme, sa disponibilité rend la vie plus facile et plus agréable. C'est pourquoi il est indispensable de l'utiliser d'une manière équitable, rationnelle et économique. Devant une telle situation, il est impératif de concevoir des systèmes de protection de cette ressource et des systèmes judicieux d'adduction, de stockage et de distribution qui constituent toujours un grand défi d'ingénierie afin de satisfaire la demande et de pallier aux pertes.

En Algérie, les réseaux d'eau potable constituent le noyau de l'infrastructure urbaine visant à desservir en continu la population en eau potable. Beaucoup de problèmes sont rencontrés dans leurs exploitations et gestion. Ces problèmes sont souvent liés à l'âge des conduites, à la nature des terrains, aux conditions d'exploitation... L'exploitant du réseau doit donc veiller à la bonne marche de son réseau (réparation, réhabilitation), pour cela il doit disposer d'outils nécessaires tels que les modèles hydrauliques.

Le réseau de la ville de Remchi est marqué par plusieurs fuites apparentes, ce qui a attiré notre attention pour développer pour ce dernier une démarche pour comprendre son fonctionnement et proposer des solutions pour régler les problèmes de ce réseau.

Notre travail consiste donc à faire une étude de réhabilitation du réseau d'alimentation en eau potable existant de la ville de Remchi, visant à améliorer son fonctionnement et à assurer une meilleure satisfaction en eau potable de la zone d'étude.

Nous avons opté pour cette thématique, de calculer les indicateurs de performance pour se prononcer sur l'état du réseau, ensuite créer la base de données du réseau d'AEP de la ville de Remchi sous Google Earth et enfin transférer ce réseau pour simuler son comportement avec Epanet. Ceci est fait pour ressortir les points faibles du réseau et de proposer les solutions adéquates.

Dans le cadre de notre étude, Epanet doit nous permettre d'avoir plusieurs configurations du réseau pour choisir la configuration optimale, qui assure les débits, les diamètres, les pressions et les vitesses les plus convenables possibles.

Pour mener à bien cette tâche notre travail se portera essentiellement sur quatre chapitres dont l'enchaînement est fonction de l'objectif recherché dans l'étude.

Nous débuterons notre travail par une étude bibliographique sur les systèmes d'AEP et aussi les techniques de réhabilitation.

Par la suite, nous passerons, à la présentation de la zone d'étude et une étude détaillée sur son réseau d'AEP, feront l'objectif du deuxième chapitre.

Introduction générale

Le troisième chapitre sera consacré à la réalisation du diagnostic de réseau d'alimentation en eau potable et l'estimation des besoins en eau de la population à différents horizons.

Le quatrième et le dernier chapitre, sera réservé pour la conception du réseau sous Google Earth et le passage vers Epanet avec la proposition de différents scénarios de simulations

Enfin, une conclusion générale achèvera notre étude

Chapitre I

Etude bibliographique

I.1 Introduction

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.

I.2 Présentation des réseaux d'AEP

Le réseau d'AEP contient plusieurs éléments, du point de captage à la station de traitement, puis au réservoir de stockage en passant par les conduites de transport jusqu'au consommateur. Les principaux ouvrages constituant un réseau d'AEP sont schématisés dans la figure I.1

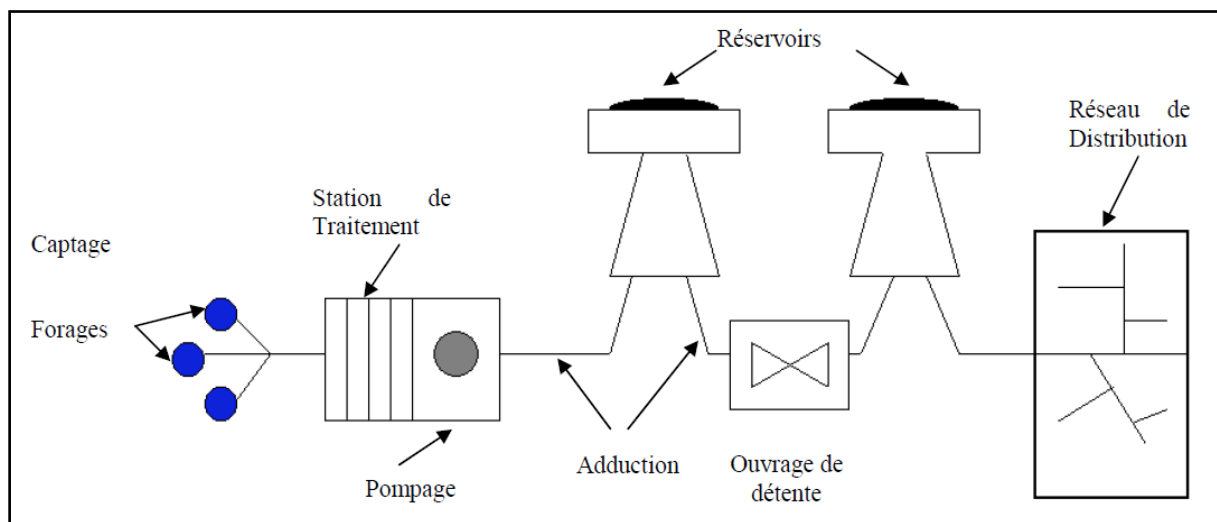


Figure I.1 : Schéma descriptif d'un système d'AEP

Le réseau de distribution d'eau potable est un ensemble de conduites interconnectées fonctionnant sous pression, et assurent l'alimentation de la ville à partir des réservoirs. A cela, il faut ajouter les accessoires du réseau qui permettent une bonne exploitation et un bon entretien de ce dernier. Parmi ceux-ci on peut citer les vannes de sectionnement, les vannes de réduction de pression, les poteaux d'incendie, les compteurs, les ventouses,... (Valiron, 1994).

I.3 Type de réseau de distribution

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

I.3.1 Réseau ramifié

Le réseau ramifié est constitué par une conduite principale et des conduites secondaires branchées tout le long de la conduite principale. C'est un réseau arborescent (ramifié) qui n'assure aucune distribution de retour. Il suffit qu'une panne se produise sur la conduite principale, toute la population à l'aval sera privée d'eau (Dupont, 1979). La figure I.2 représente un schéma d'un réseau ramifié

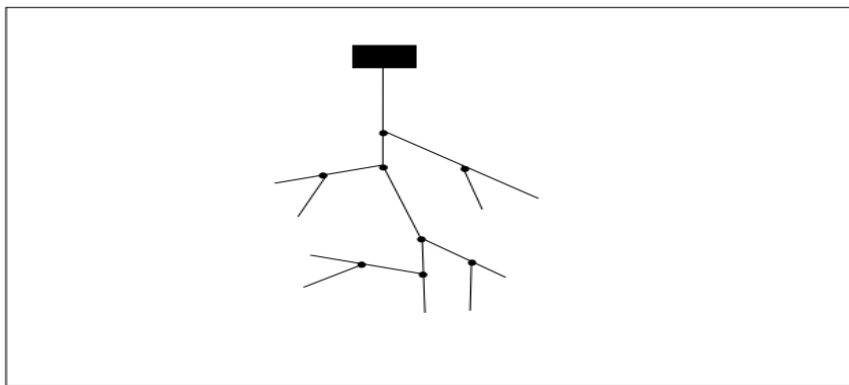


Figure I.2: Un réseau ramifié (Dupont, 1979)

I.3.2 Réseau maillé

Un réseau maillé est constitué d'une série des tronçons disposés de telle manière qu'il soit possible de décrire une ou plusieurs boucles fermées. Le réseau maillé assure une distribution de retour en cas de panne d'un tronçon (Dupont, 1979). La figure I.3 représente un schéma d'un réseau maillé.

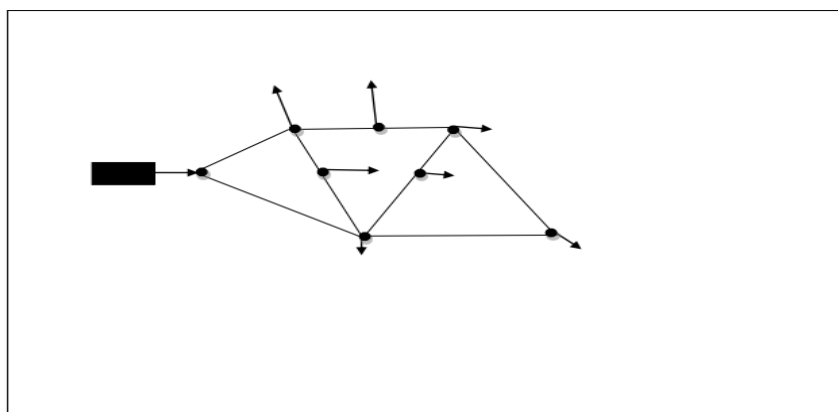


Figure I.3 : Un réseau maillé (Dupont, 1979)

I.3.3 Réseau combiné

Un réseau dit combiné (ramifié et maillé) lorsqu'il est constitué d'une partie ramifiée et une autre maillée. Ce type de schéma est utilisé pour desservir les quartiers en périphérie de la ville par les ramifications issues des mailles utilisées dans le centre-ville (Dupont, 1979).

I.3.4 Réseau étagé

Le réseau étagé est caractérisé par les différences de niveau très importantes ; ce qui fait la distribution de l'eau par le réservoir donne des fortes pressions au point le plus bas (norme de pressions ne sont pas respectées). En effet ce Système nécessite une installation d'un réservoir intermédiaire alimenter par le premier qui permet de régularisés la pression dans le réseau (Dupont, 1979).

I.4 Canalisations utilisées dans le réseau d'eau potable

Plusieurs matériaux sont utilisés dans la fabrication des canalisations, ci-dessus les avantages et les inconvénients des plus répandus :

- ❖ **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. la figure I.4 présente la canalisation en acier (Belharrane & Djemai., 2017).
- ❖ **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. la figure I.5 présente la canalisation en béton (Bousalaa.S & Benbekhti.F, 2018).
- ❖ **Le PE:** 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 risque d'ovalisation pour les gros diamètres, coûte cher pour les gros diamètres. la figure I.6 présente la canalisation en PEHD (Bousalaa.S & Benbekhti.F,2018).
- ❖ **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.la figure I.7 présente la canalisation en fonte ductile [1].
- ❖ **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 relargue certaines substances dans l'eau. La figure I.8 présente la canalisation en PVC [2].

Les figures suivantes représentent les différents types des canalisations pouvant être utilisés dans le réseau d'eau potable:



Figure I.4: Canalisation en Acier

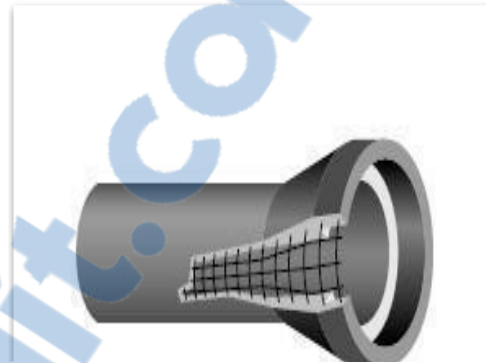


Figure I.5: Canalisation en Béton Armé



Figure I.6: Canalisation en PEHD



Figure I.7: Canalisation en Fonte Ductile.



Figure I.8 : Canalisation en PVC

I.5 Réhabilitation des réseaux d'AEP

I.5.1 Définition de la réhabilitation

La réhabilitation est définie comme « toute mesure entreprise pour restaurer ou améliorer les performances d'un réseau d'évacuation et d'assainissement urbain ». Cette définition peut être transposée pour le cas des réseaux d'eau potable. En effet, la réhabilitation d'un système peut être réalisée par une action ou une combinaison d'actions telles que remplacement, rénovation ou réparation de composants ou ouvrages (Haidar, 2006).

I.5.2 Objectifs de la réhabilitation

Les objectifs à atteindre par la réhabilitation doivent toujours être indiqués. Les principaux objectifs sont les suivants :

- Rétablir le bon fonctionnement hydraulique ;
- Améliorer les conditions d'exploitation ;
- Lutter contre la corrosion ;
- Rétablir l'étanchéité de la canalisation ;
- Améliorer la sécurité de la desserte en évitant des interruptions dues à la casse d'un réseau (Arezki & Boudjedid, 2016).

I.5.3 Motifs de la réhabilitation

Différents motifs sont évoqués par les gestionnaires de réseaux :

- Dégradation de la qualité de l'eau par le réseau ;
- Nombre de fuites enregistrées ;
- Probabilité de casse ;
- Evolution de la demande ;
- Plaintes des abonnés pour insuffisance de pression ou mauvaise qualité de l'eau ;
- Dégradation visible de la conduite ;
- Pose d'un autre réseau à proximité ;
- Travaux de voirie (Haidar, 2006).

Les figures I.9 et I.10 représentent deux problèmes peuvent rencontrer dans le réseau d'alimentation en eau potable:



Figure I.9: Fuite dans une conduite d'eau potable [3] Figure I.10: Corrosion en réseau d'eau potable [4]

I.5.4 Techniques de réhabilitation

Les techniques de réhabilitation se sont particulièrement développées depuis décennie. Elles ont été largement recensées par la direction de la prévention des pollutions du ministère de l'environnement. En revanche, le recul n'est pas suffisant pour apprécier les qualités respectives de chacune des solutions inventoriées. En outre, il convient de vérifier que la solution retenue permettra, non seulement de corriger l'anomalie, mais également de résister à une nouvelle anomalie pouvant résulter de la même cause si cette cause n'a pas été supprimée. C'est, en particulier, le cas des fissures importantes qui seraient colmatées ou recouvertes par un matériau non structurant (Valiron, 1994).

I.5.4.1 Classement des techniques de réhabilitation

Les technique de réhabilitation existant sont nombreuse, et peuvent être classées selon divers critères : structurantes ou non structurantes, continue ou ponctuelle, destructives ou non destructives.

I.5.4.1.1 Techniques ponctuelles ou continues

Les techniques sont dites ponctuelles ou continues selon qu'elles réparent l'ouvrage localement, au droit de chaque dégradation, ou qu'elles réhabilitent l'ensemble du tronçon (Yahiaoui,2000).

I.5.4.1.2 Techniques destructives ou non destructives

Les techniques dites non destructives concernent les méthodes dont la mise en œuvre ne nécessite pas la destruction de l'ouvrage en place. L'ouvrage dégradé est conservé en l'état. Par opposition, les techniques dites destructives impliquent la destruction totale du collecteur dégradé et son remplacement par l'intérieur, sans ouverture d'une tranchée. Il existe deux grandes catégories de procédés : le microtunnelier « mange tube » et « l'éclate tuyau » (Yahiaoui,2000).

I.5.4.2 Classement selon la norme européenne

La norme européenne n° EN 155 W1 209 classe les techniques de réhabilitation en trois groupes :

- ❖ **les techniques de renouvellement** : construction d'un réseau neuf se substituant à un réseau d'assainissement existant,
- ❖ **les techniques de rénovation** : travaux utilisant tout ou partie de l'ouvrage existant en améliorant ses performances actuelles,
- ❖ **les techniques d'entretien ou de maintenance des réseaux** : rectification de défauts localisés.

Certains maîtres d'ouvrage préfèrent employer le terme de « remplacement » plutôt que de « renouvellement ». De même, il est préférable de parler de « réhabilitation continue » et de « réparation ponctuelle » plutôt que de « rénovation » et de « techniques d'entretien ou de maintenance » (Yahiaoui,2000).

I.5.4.2.1 Technique de remplacement

I.5.4.2.1.1 Pose en tranchée ouverte

Méthode traditionnelle, elle est parfaitement adaptée aux zones peu denses. Cette solution est généralement préférée à une technique de réhabilitation si l'état de l'ouvrage en place interdit toute intervention ou si le coût se révèle moins important.

Un soin particulier doit être apporté au choix des matériaux et à la qualité de la pose pour limiter les risques de dégradation(Blîndu, 2004).



Figure I.11: Pose en tranchée ouverte [5]

Avantages

- Pose d'un ouvrage neuf selon les règles de l'art;
- Simple à mettre en œuvre en milieu dégagé;
- Souvent plus économique en direct coût à moins de 2 m de profondeur (Blîndu,2004).

Inconvénients

- Risque de coûts indirects importants en milieu urbanisé;
- Gêne occasionnée par ce type de travaux;
- Impossibilité de mise en œuvre dans certains cas : traversée de route, voies de chemin de fer, cours d'eau, encombrement souterrain,... (Blîndu,2004).

Domaine d'application

- Il convient à tous diamètres et toutes pressions selon les matériaux utilisés (Blîndu,2004).

I.5.4.2.1.2 Pose sans tranchée

Ces procédés consistent à mettre en œuvre une nouvelle canalisation sans ouverture de tranchée. Ces techniques s'appliquent lorsque l'état de l'ouvrage est tel qu'aucune autre méthode n'est envisageable et que la pose avec tranchée est rendue difficile ou coûteuse du fait de l'environnement. Ce procédé pourra aussi être utilisé pour éviter de couper les routes nouvellement construites (DINEPA,2013).

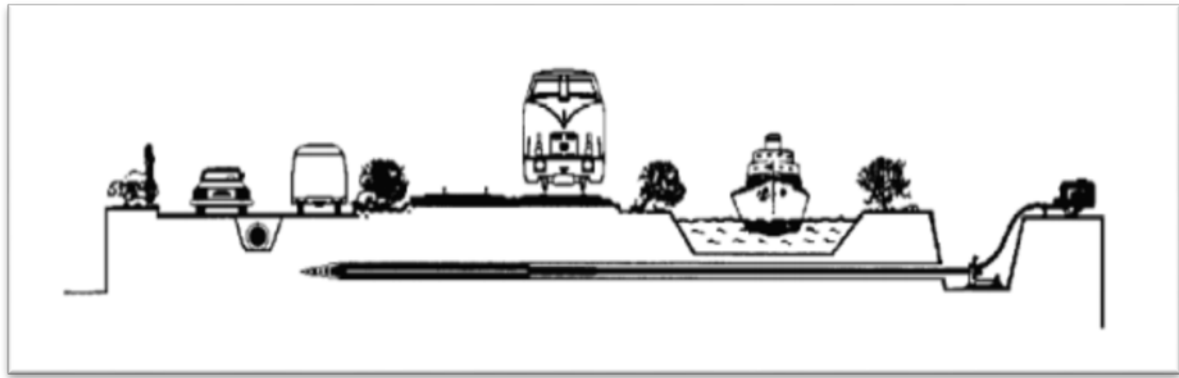


Figure I.12: Procédé par forage (DINEPA,2013).

On distingue:

1. Forage directionnel

Le nouveau tuyau, généralement installé derrière la machine, est en acier ou thermoplastique long en barres soudées sur chantier ou en touret. Cette technique est applicable pour des diamètres de 100 à 1200 mm et des longueurs pouvant atteindre 200 m (DINEPA,2013).

2. Forage guidé

La machine guidée en surface pénètre le sol par effet combiné mécanique d'un foret et d'un jet d'eau sous pression, et tracte un nouveau tuyau généralement en thermoplastique long en barres soudées sur chantier ou en touret. Cette technique est applicable pour des diamètres de 50 à 250 mm et des longueurs n'excédant pas 50 m par tronçon de travail (DINEPA,2013).

3. Forage horizontal

Cette technique est réservée aux diamètres nominaux supérieurs à 1000 mm (DINEPA,2013).

✚ Avantages

Indépendances vis-à-vis des obstacles urbains;

Faible emprise au sol, en général;

Compétitive sur le plan économique (DINEPA,2013).

Inconvénients

Le nombre de fouilles à réaliser varie selon les techniques et le projet. Il peut être important;

Des hauteurs minimales de couverture doivent être respectées (1,2 m en forage dirigé);

Des profils peuvent être irréguliers dans les terrains hétérogènes;

Les reprises de branchement sont délicates (Blîndu,2004).

Domaine d'application

Ces techniques sont à utiliser pour les tronçons singuliers du réseau, pour toutes pressions selon les matériaux utilisés (Blîndu,2004).

I.5.4.2.1.3 Techniques destructives

- Les procédés de renouvellement de type destructif consistent à mettre en œuvre une nouvelle canalisation à l'emplacement de celle existante défectueuse qui est détruite par le procédé. Ces techniques s'appliquent lorsque l'état de l'ouvrage ou les contraintes d'environnement sont tels qu'aucune autre technique n'est envisageable (Blîndu,2004).

On distingue:

1. Les techniques par éclatement, par têtes à vérins hydrauliques ou par percussion, sans évacuation de la canalisation existante. Le nouveau tuyau généralement tracté derrière la machine est de type thermoplastique long en barres soudées sur chantier ou en touret (AGHTM,1994).
2. Les techniques par « mange-tube », par micro tunnelier, avec évacuation de la canalisation existante. Le nouveau tuyau, poussé derrière la machine assurant le creusement, est constitué d'éléments assemblés et de nature adaptée à ce type de travail (béton âme-tôle, fibres-ciment, ...) (AGHTM,1994).
3. Les techniques par extraction ou par arrachage de l'ancien ouvrage (généralement en plomb ou fonte) et substitution immédiate par un nouveau tuyau généralement en thermoplastique (AGHTM,1994).

Avantages

- Ces procédés permettent de s'affranchir de la plupart des obstacles (routes, voies-ferrées...);
- Ils sont structurants;
- Ils ne nécessitent qu'une faible emprise au sol en général (AGHTM,1994).

Inconvénients

- Ces procédés nécessitent de nombreuses fouilles (de tous les 30 m pour l'arrachage à tous les 80 m environ pour le « mange-tube » selon les contraintes de projet);
- Ils ont des incidences sur l'environnement (éclateur);
- Ils conduisent à des coûts élevés;
- Ils aboutissent à la destruction des branchements;
- Ce sont des techniques récentes et peu répandues (notamment le « mange-tube ») (Blîndu,2004).

Domaine d'application

DN>100 pour l'éclateur, DN>300 pour le "mange-tube", DN 60 à 200 pour l'extraction. Pour toutes pressions, selon les matériaux utilisés (Blîndu,2004).

I.5.4.2.2 Techniques de rénovation

I.5.4.2.2.1 Tubage

Il s'applique aux canalisations dont la structure défaillante ne peut être maintenue en service. La canalisation est utilisée comme fourreau pour l'introduction d'une nouvelle canalisation de diamètre inférieur (Valiron, 1994).

On distingue deux procédés:

1. Tubage avec espace annulaire

Cette technique consiste à utiliser en place comme fourreau pour le passage d'une nouvelle canalisation (principalement PEHD). Celle-ci, dont les dimensions extérieures sont inférieures au diamètre de la conduite existante peut, éventuellement, réduire de manière significative le diamètre de la conduite. Cela peut d'ailleurs constituer un atout lorsque l'on veut réduire le temps de séjour dans une partie du réseau de distribution.

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 (DINEPA,2013).

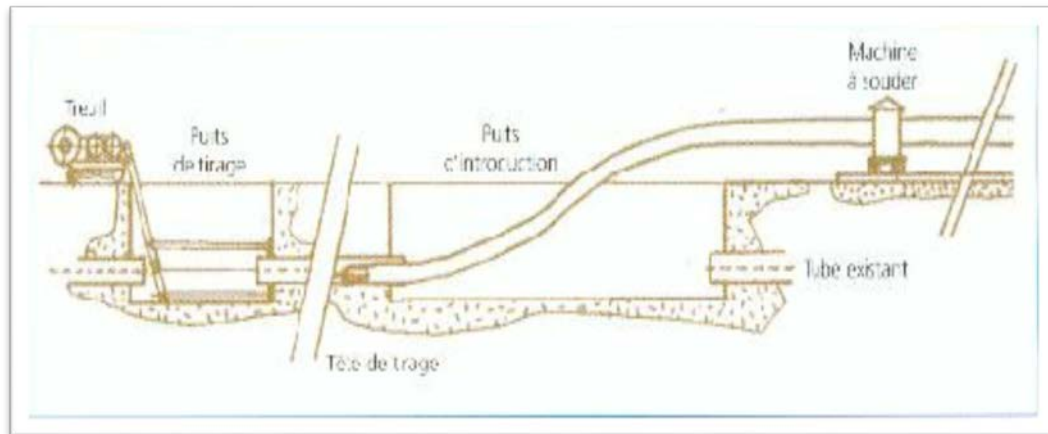


Figure I.13 : Tubage simple (DINEPA,2013)

2. Tubage sans espace annulaire

cette technique , qui consiste à réaliser un chemisage de la conduite à réhabiliter par enfilage d'un tube prédéformé en PEHD (polyéthylène haute densité) se plaquant à l'intérieur de la canalisation en place, sans laisser de vide annulaire.

Contrairement à la méthode précédente, la diminution du diamètre de la conduite n'est pas significative, car sous l'action d'air sous pression et de vapeur, la nouvelle canalisation est plaquée sur l'ancienne (DINEPA,2013).

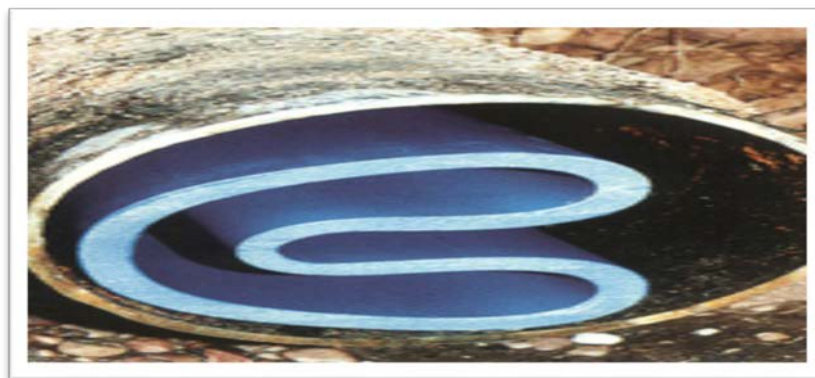


Figure I.14: Tubage sans espace annulaire [6]

Avantages

- Ce procédé fournit un ouvrage neuf;
- Un coût réduit peut être obtenu dans le cas de grandes longueurs droites et dépourvues de branchements;
- Il s'agit d'un procédé structurant si une injection de coulis est faite dans le vide annulaire;
- Il ne nécessite qu'une faible emprise au sol en général (Blîndu,2004).

Inconvénients

- Ce procédé peut entraîner des réductions de diamètre importantes;
- Il est de procéder à des fouilles locales au droits de pièces de branchements;
- Les reprises de piquage sont parfois délicates (Blîndu,2004).

Domaine d'application

Il convient à tous diamètres et toutes pressions selon les matériaux utilisés (Blîndu,2004).

I.5.4.2.2.2 Chemisage

Cette technique consiste à mettre en place à l'intérieur de la canalisation un feutre non tissé imprégné, à l'extérieur, d'une résine, le chemisage étant obtenu par polymérisation (Valiron,1994).

Elle comporte deux variantes de mise en place:

1. Tractage

La gaine plastique, taillée aux dimensions de la conduite et recouverte d'un feutre imbibé de résine, est tractée jusqu'à son emplacement final. L'application de la gaine sur la paroi s'effectue par passage d'un piston en forme d'obus. On introduit, alors, de l'air chaud sous pression (100 à 400 g/cm²) qui prend la forme de la conduite. La pression est maintenue jusqu'à la polymérisation de la résine (Valiron,1994).

2. Inversion

Ce procédé, original, consiste à retourner la gaine comme on peut le faire avec un doigt de gant, l'avancement de la gaine étant assuré par une colonne d'eau remplissant la cheminée d'inversion.

Le feutre imprégné se trouve à l'intérieur de la manche. La polymérisation est assurée, lorsque la gaine est complètement déployée par chauffage de l'eau présente dans la gaine (Valiron,1994).

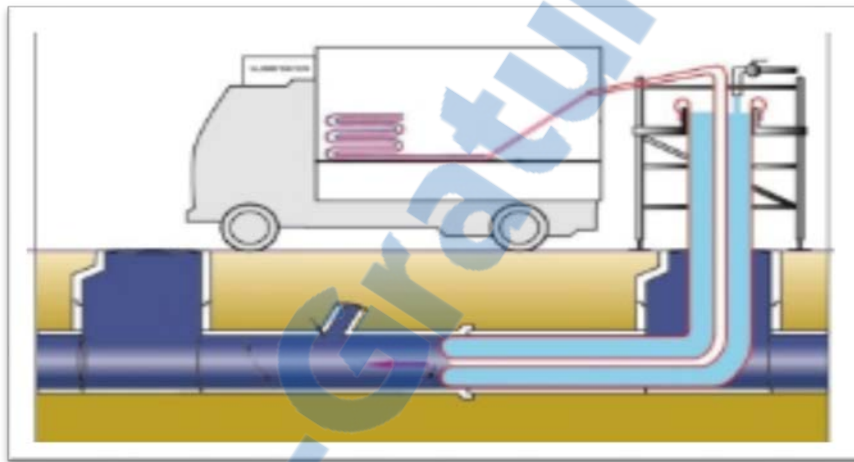


Figure I.15: gaine de la canalisation [7]

✚ Avantages

- Pas de fouille;
- Applicable à une gamme variée de cas;
- rénovation structurante sans réduction importante du diamètre;
- Bonne résistance des matériaux;
- mise en œuvre rapide (Valiron, 1994).

✚ Inconvénients

- Reproduction des défauts de l'ancienne canalisation;
- Reprise pathologie pas trop importante;
- Mise hors d'eau nécessaire (Valiron, 1994).

Domaine d'application

Le chemisage est applicable à tous diamètres et à toutes pressions, selon les matériaux utilisés. Cette technique n'est pas conseillée sur des ouvrages dégradés mécaniquement (fissurés, troués ou rompus) (Blîndu,2004).

I.5.4.2.3 Technique de réparation ponctuelle

I.5.4.2.3.1 Manchette (Le chemisage partiel)

Réparation ponctuelle d'un désordre singulier sur un tronçon. La manchette de longueur variable, permet de corriger localement les faiblesses de la structure et d'étanchéité, telles que les fissures multiples, les perforations, les casses, la condamnation des branchements hors services,

Après un curage soigné et une inspection télévisuelle, une gaine souple composée de tissu de verre ou de feutre et imprégnée de liants durcissant (résines époxydiques, polyester ou venylester) - appelée manchette - est introduite dans la canalisation à l'aide d'un manchon (gonflable ou non) sous contrôle vidéo. Une fois la gaine plaquée contre la paroi, la résine est polymérisée par chauffage grâce à des résistances électrique placée dans le manchon. L'opération doit être réalisée avec beaucoup de soin afin d'éviter tout décollement ultérieur. Selon les diamètres et l'implantation des défauts à traiter, il est possible de mettre en place de 4 à 6 unités par jour (Hugo ,2016) .

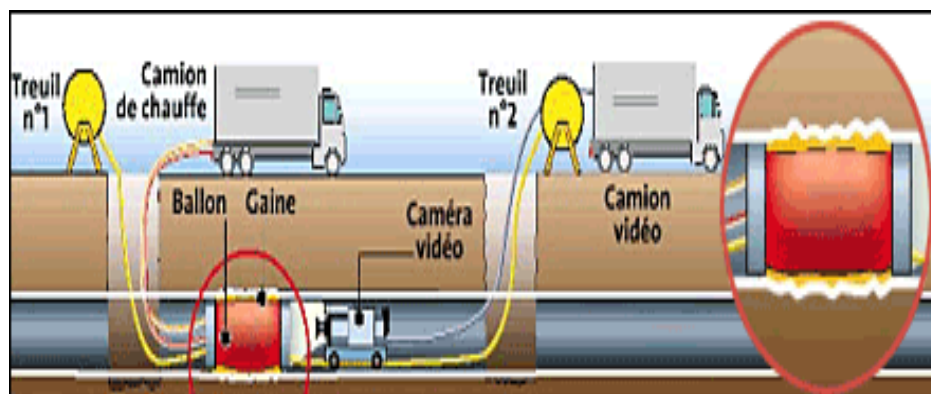


Figure I.16 : Schéma du procédé de chemisage partiel (Hugo, 2016)

✚ Avantages

- Pas d'espace annulaire (pas d'espace entre les tuyaux);
- Grande rapidité de mise en œuvre;
- Dans le cas des réseaux d'eau, sous réserve que le niveau d'eau ne soit pas très important, il est possible de procéder au chemisage ponctuel sans interruption du réseau (Hugo, 2016).

✚ Inconvénients

- Implique un stockage ou une dérivation des effluents
- Manipulation délicate
- Ovalisation maximale de 8% (Herve, 2002).

✚ Domaine d'application

C'est un traitement ponctuel des réseaux circulaires ou ovoïdes, de diamètre allant de 150 à 600 mm, et de tous types de matériaux (Hugo,2016).

I.5.4.2.3.2 Etanchement par injection

Cette technique non structurante consiste à injecter de la résine depuis l'intérieur des ouvrages afin de rétablir l'étanchéité de la canalisation. Ainsi, sont traitées localement la défaillance des joints, les fissures circulaires et les perforations de la canalisation (Yahiaoui,2000).

Après un curage de la canalisation, un manchon est tracté puis gonflé au niveau de la chambre à injecter pour isoler la zone à traiter. De l'air comprimé est alors envoyé dans la chambre d'injection. La résine et son catalyseur sont injectés sous forme liquide à une pression de l'ordre de 1 bar. Avant séchage du produit, un lissage doit être réalisé pour qu'aucune rugosité ne subsiste à l'intérieur de la section d'écoulement. La résine se polymérise au bout de 20 à 60 secondes et assure l'étanchéité du matériau. Une fois la parfaite étanchéité vérifiée, le dispositif est déplacé vers le défaut suivant. Il est possible d'étancher, selon les cas, de 10 à 40 défauts par jour (Herve, 2002).

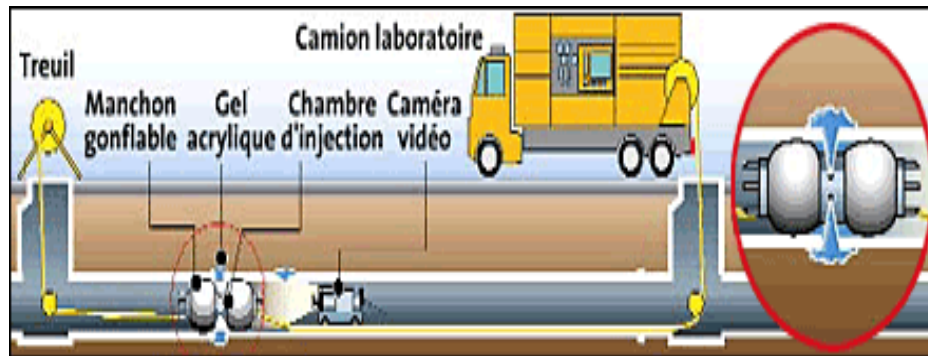


Figure I.17 : Schéma d'étanchement de canalisation par injection (Hugo,2016)

✚ Avantages

- Technique peu onéreuse;
- La résine d'étanchéité est élastique et adhérente, ce qui garantit une qualité de réalisation telle que la durée de vie de l'ouvrage réhabilité soit comparable à l'ouvrage neuf (Herve,2002).

✚ Inconvénients

- Non adapté aux détériorations importantes du réseau ;
- Non adapté aux coudes et aux rétrécissements trop importants (problèmes d'accessibilité) ;
- C'est un procédé non structurant (Herve,2002).

✚ Domaine d'utilisation

Cette technique peut être utilisée dans les réseaux circulaires de 150 à 900 mm de diamètre et est adaptée à la majorité des matériaux existants (Herve,2002).

I.6 Coûts de la réhabilitation

Les coûts de la réhabilitation dépendent:

- De l'état de la conduite;
- Des travaux préliminaires à exécuter;
- Du diamètre et de la profondeur de la conduite;
- Du tracé et du profil en long de la conduite;
- Du nombre de branchement;
- De l'importance des eaux à dérivé (ou à maintenir);
- du type de réhabilitation (valiron,1994).

I.7 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons décrit d'une manière générale un réseau d'alimentation en eau potable, les différents types de canalisation, et aussi les techniques de réhabilitation qui sont les solutions idéales pour restaurer l'esprit du réseau après les dommages.

Chapitre II

Présentation de la zone d'étude

II.1 Introduction

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

Dans ce chapitre, nous allons présenter la zone d'étude la ville de Remchi aussi une étude détaillée sur son réseau d'AEP.

II.2 Présentation de la zone

II.2. La géographie

La ville de Remchi fait partie de l'unité des plaines et plateaux intérieurs de la wilaya de Tlemcen. Elle s'étend sur une superficie de 13600 hectares, avec une forme très allongée dans la direction Nord-Sud suivant l'axe de la R.N 22. Cette dernière permet de rejoindre Tlemcen à 27 km, Béni Saf à 45km et Oran à 120 km. La réalisation de la R.N 35 à Maghnia lui permet de jouer un rôle de carrefour très dynamique (Abedeli ,2008).

La ville de Remchi est limitée au Nord par Beni Saf (wilaya de Ain Temouchent), au Sud par la commune de Hennaya, à l'Ouest par les communes de souk EL Khemis, Beni Ouarrsuset et Zenata à l'Est par les communes Sebaa Chioukh et Ain Youcef (Subdivision,2019).



Figure II.1 : La ville de Remchi (Extrait de Google Earth 11/06/2019)

II.3. La topographie

Du point de vue topographie, la ville de Remchi est située au pied de deux zones montagneuses séparés par Oued Tafna ; il s'agit des Traras orientaux au Nord-Ouest et les aux larges dépressions de la Tafna et Isser à 200 m, des plateaux assez homogènes de 400 m, d'altitude qui se poursuivent vers les communes d'Ain Youcef, Hennaya et Zenata (Abedeli ,2008).

II.4. La géologie

La géologie de la ville de Remchi se caractérise par ; des marnes brunes jaunes au Nord, des marnes à lits gréseux au niveau de la plaine centrale, des grés gris sous une épaisseur mince de 3m de marne, une croute calcaire au Sud (Subdivision, 2019).

II.5. Le climat

La ville de Remchi appartient à l'étage bioclimatique semi-aride frais caractérisé par une faiblesse des précipitations et leur irrégularité. Il est marqué par deux saisons :

- Hiver doux avec des gelées printanières fréquentes : une saison pluvieuse qui se prolonge de Octobre jusqu'au mois de mai
- Eté chaud et sec : une saison qui s'étale du mois de Juin jusqu'au mois de Septembre (Messaoudi & Mezerai, 2015).

II.6 La démographie

La population de la ville de Remchi est caractérisée par une concentration au Sud (environ 70% de la population totale de la ville), le reste de la population se concentre au niveau des agglomérations secondaires (Abedeli ,2008).

Le tableau II-1 représente la totalité de la population de la commune Remchi en 2008 (APC, 2019).

Tableau II-1 : Population de la commune Remchi en 2008

A.C.L		A.S	
Nom	Population	Nom	Population
Ville remchi	34624	Sid Cherif	1074
		Fatmi Larbi	1700
		Bourouaha	821
		Gouassir	1197
		Sidi Bounoir	3623
		Sidi Ahemed	5591
		Sidi Ali	779

II.7 Les ressources disponibles

La ville de Remchi est alimentée par deux types de ressources en eau :

A. Les eaux superficielles

- Proviennent de piquage de l'adduction de barrage Beni-Bahdel-Oran, vers le réservoir de Sidi Ahmed avec une conduite de diamètre 250 mm en acier enrobé.
- A partir de la SDEM (station dessalement l'eau de mer) de Honaine avec un débit de 18000 m³/j (ADE, 2019) .

B. Les eaux souterraines

Deux forages débitent l'équivalent de 100 l/s, il s'agit de :

1. Le forage de Sidi Mbarek

Il est mis en service en octobre 1997, il présente un débit d'exploitation de 70 l/s en 2000, et est un forage à l'eau chaude (45 C°). Actuellement il est en veille (ADE, 2019).

2. Le forage Ahmed Bentayeb

Il est mit en service en 1998, depuis l'année 2003 une partie des eaux de ce forage sont destinées a Ain Youcef. Et est un forage à l'eau chaude (37 C°). Actuellement il est en veille (ADE, 2019).

II.5 Ouvrages de stockage

L'approvisionnement en eau des habitants de la ville de Remchi était assurée par un réservoir de capacité $1\,800\text{ m}^3$ (2x900) situé à Sidi Ahmed, ce dernier est actuellement hors service, c'est pour cette raison que la ville est alimentée directement par un piquage de la conduite 500 mm en acier enrobé qui véhicule l'eau du réservoir tampon (RT2) de capacité $20\,000\text{ m}^3$ situé aussi à Sidi Ahmed vers la ville (ADE, 2019).

II.6 Réseau de distribution

Le réseau de distribution de la ville de Remchi est un réseau mixte (maillé+ramifié), il comporte plus de 75 Km de long. Les conduites du réseau de distribution sont composées de deux types de canalisations : acier galvanisé et polyéthylène haute densité (ADE, 2019).

La figure II.2 représente la répartition de la nature des canalisations dans le réseau de la ville de Remchi (ADE, 2019).

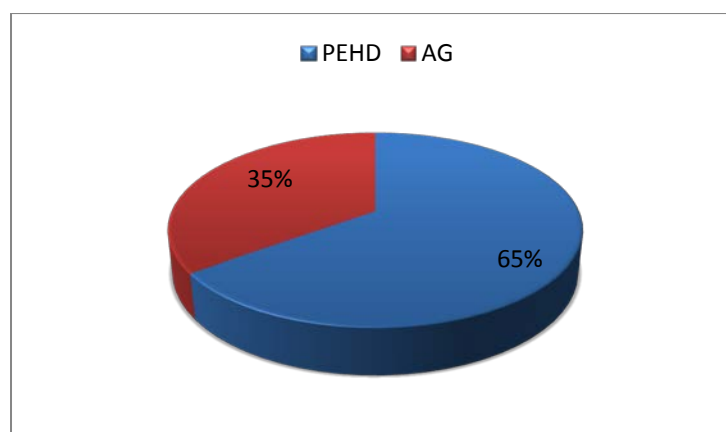


Figure II.2 : Répartition de la nature des canalisations

Les deux types de canalisations sont répartis dans la ville de Remchi comme suit :

Le tableau II.2 représente la nature des différents types de canalisations dans chaque zone de la ville de Remchi (ADE, 2019).

Tableau II.2 : Nature des canalisations (ADE, 2019).

Zone	Type de canalisation
Lotissement Amirouche	AG
BabEzzéra	AG
Djamila	AG
Nouveau Ouest	PEHD
La Zhun	PEHD
Lotfi1 et Lotfi2	PEHD
Ben Badis	PEHD
Centre-Ville	PEHD
Ouled Khouane	PEHD
Nord-Ouest	PEHD
Bennacer	PEHD
Centre Ouest	PEHD
Les Oliviers	AG
Zone Industrielle	PEHD

Les diamètres des canalisations varient de 40 mm jusqu'à 315 mm. La figure II.3 représente la répartition des diamètres du réseau (subdivision,2019).

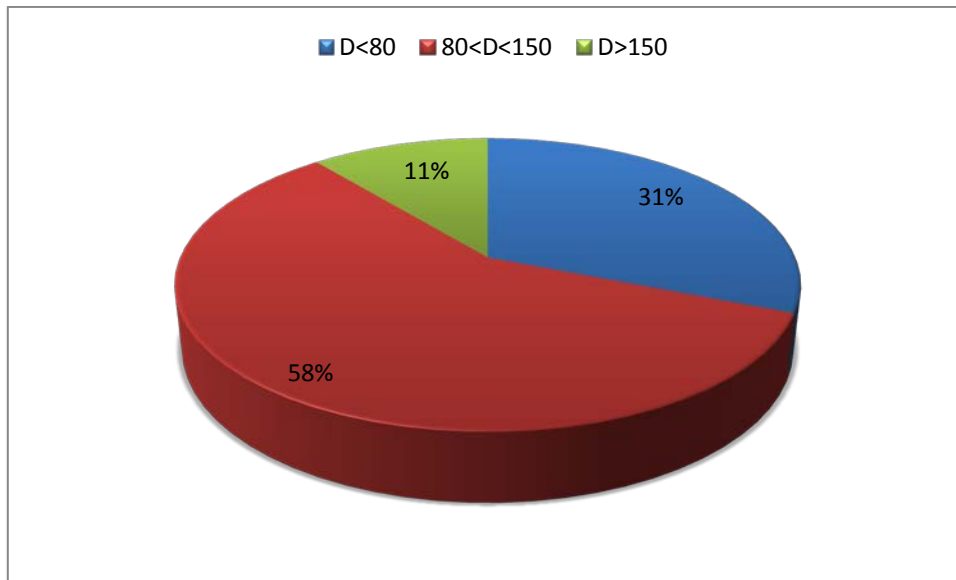


Figure II.3: Répartition des diamètres du réseau

II.7. Conclusion

Ce chapitre nous a permis de déterminer les données nécessaires concernant la zone d'étude du point de vue démographie ainsi que la situation hydraulique. Ces données nous serviront comme données de base pour entamer notre étude du projet.

Chapitre III

Diagnostic du réseau d'AER de la ville de Remchi

III.1 Introduction

L'étude diagnostique est un passage obligatoire de toute étude de réhabilitation. Cela vise à proposer une technique qui permet de réhabiliter le réseau d'alimentation en eau potable en question

Notre objectif est d'établir un diagnostic physique et hydraulique du réseau de Remchi, pour cela une approche basée sur les indicateurs de performances a été établie suivie par une estimation des besoins de la ville de Remchi.

III.2 Rendement et performances du réseau

Dans le domaine de l'alimentation en eau potable, la mesure de performance par des indicateurs portant sur les résultats qualitatifs du service apparaît comme un outil propre à améliorer la maîtrise de la gestion (Guérin-Schneider L, 2002).

La mise en œuvre de cette méthodologie cherche à constituer un panel commun d'indicateurs balayant l'ensemble des missions des services d'alimentation en eau potable (Guérin-Schneider L, 2002).

Pour une meilleure exploitation du réseau d'alimentation en eau potable de la ville de Remchi, 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 conduite 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 de Remchi.

III.2.1 Etude des pertes dans le système d'AEP de la ville de Remchi

a) Les pertes en stockage

La figure III.1 présente une comparaison entre les volumes produits et les volumes distribués de la ville de Remchi.

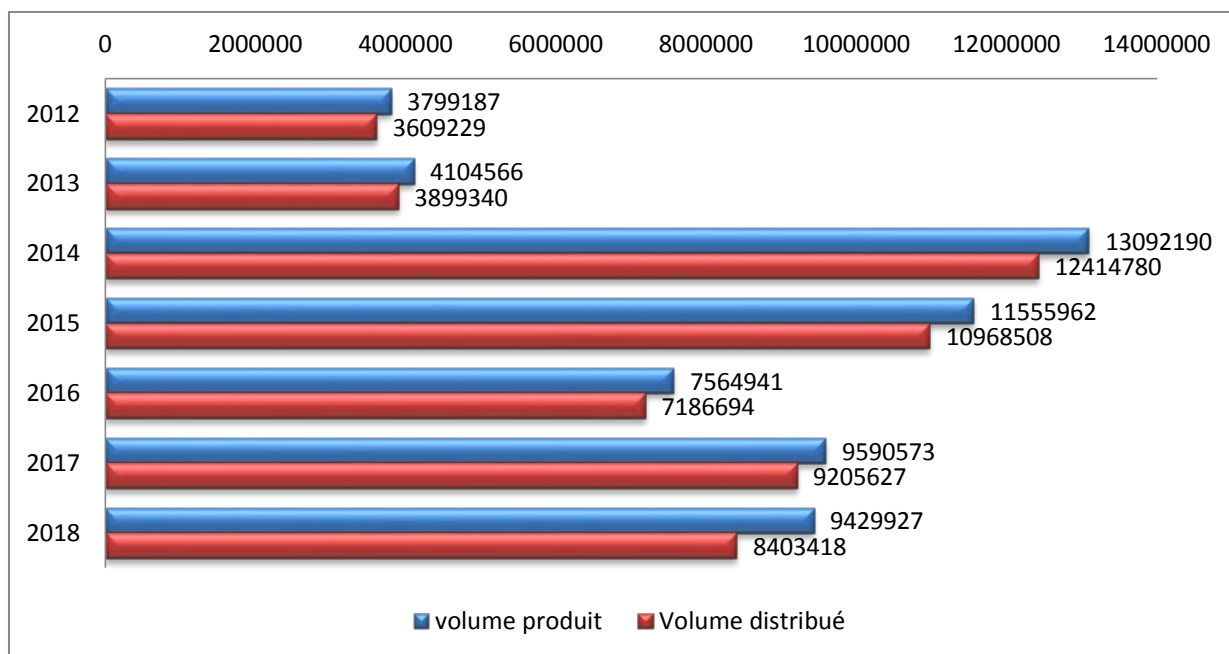


Figure III.1 : Comparaison entre les volumes produits et les volumes distribués

Le résultat conquis a montré qu'il y a un écart entre les années 2012 et 2018

b) Les pertes en distribution

La figure III.2 présente une comparaison entre les volumes distribués et les volumes facturés de la ville de Remchi

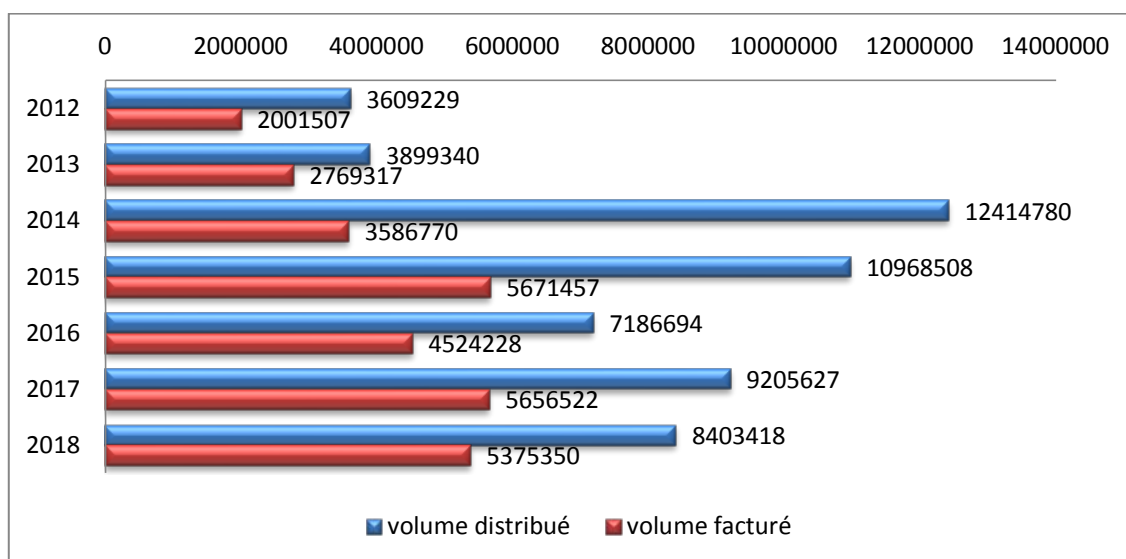


Figure III.2 : Comparaison entre les volumes distribués et les volumes facturés

Chapitre III Diagnostic du réseau d'AEP de la ville de Remchi

Le résultat obtenu, montre que les volumes de pertes augmentent d'une année à l'autre, surtout à partir de l'année 2014. Cela s'explique du fait que le réseau ne supporte pas le débit affecté à Remchi en provenance de la station de dessalement favorisant la multiplication des fuites suite aux fortes pressions comme le montre la figure III.3



Figure III.3 : Fuites au niveau du réseau de Remchi

III.2.2 Rendement du réseau de la ville de Remchi

Concernant la production et la distribution de l'eau potable, la première des économies à réaliser est bien sûr le rendement du réseau puisque chaque mètre cube d'eau produit, a consommé des kilowattheures perdus suite aux fuites dans le réseau. Les rendements des réseaux sont rarement inférieurs à 70% dans les pays développés, cependant ils peuvent descendre à moins de 30% dans certaines exploitations urbaines en déshérence. L'optimisation du service de distribution d'eau pour un rendement élevé implique la mise en place d'une gestion adaptée et efficace, qui combine à la fois les aspects de maintenance rapide du réseau, de renouvellement du réseau et d'amélioration de la gestion commerciale (Abdelbaki, 2014).

a) Rendement de production

Le rendement « production » est un indicateur important pour la gestion technique d'un réseau d'alimentation en eau potable, définit selon la formule III.1 (Valiron F,1994).

$$\text{Rendement production (\%)} = \frac{\text{volume distribué}}{\text{volume produit}} * 100 \quad \text{III.1}$$

La figure III.4 représente la variation du rendement production au cours des années 2012-2018. Il est acceptable, la moyenne est de 94 %, la norme étant de 90%. (Gomella, 1985).

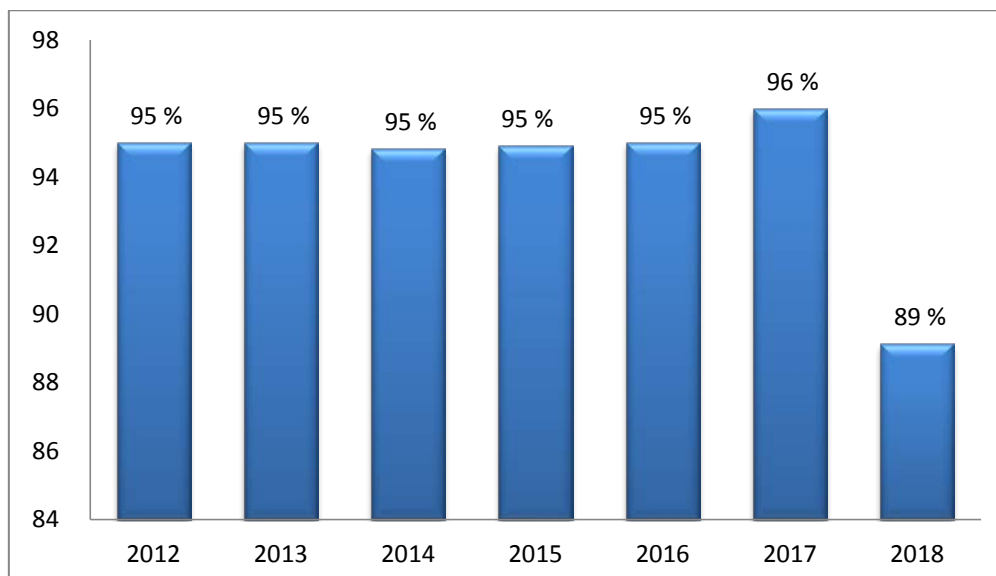


Figure III.4 : Variation du rendement production

b) Rendement primaire

Ce rendement ou rendement technique, traduit la notion d'efficience du réseau, puisqu'il compare la totalité de l'eau utilisée avec celle introduite dans le réseau. (Abdelbaki, 2014).

$$\text{Rendement primaire (\%)} = \frac{\text{volume consommé comptabilisé}}{\text{volume mise en distribution}} * 100 \quad \text{III.2}$$

C'est un élément important pour la gestion d'un réseau d'alimentation en eau potable, et généralement supérieur à 65% et peut atteindre, voire dépasser, 90% (Abdelbaki,2014).

Figure III.5 représente les rendements primaires sur la période 2012-2018 pour la ville de Remchi

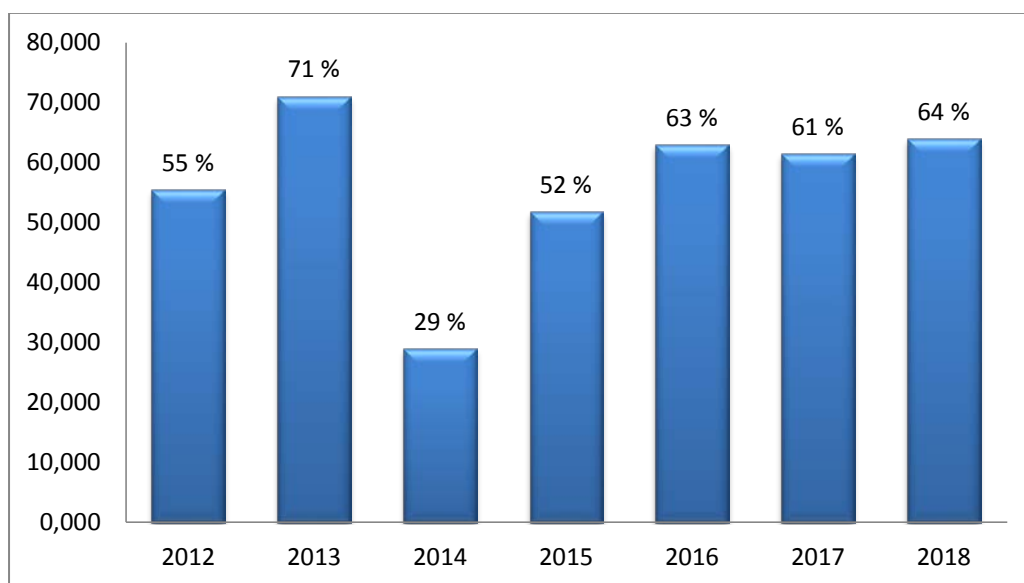


Figure III.5 : Variation du rendement primaire

D'après la figure III.5 on remarque que tous les rendements primaires sont inférieurs à 65% sauf l'année 2013, donc il est indispensable de calculer l'ILP pour se prononcer sur la performance du réseau d'eau.

c) Indice linéaire de perte

Ce ratio varie suivant le type de réseau . et peut atteindre journalièrement 10 à 15 m³/km.j

$$\text{ILP (m}^3/\text{km. j)} = \frac{\text{volume de perte}}{\text{linéaire} \times 365 \times 24} \quad \text{III.3}$$

Une comparaison de ces différents indices est présentée dans le tableau

Tableau III.1 : Comparaison des valeurs des indices linéaires des pertes d'eau (Chemidi M & Kaddour,2016)

ILP (m ³ /h/km)	Niveau de pertes	Appréciation
0.06 - 0.25	Faible	Réseau neuf
0.25 - 0.4	Moyen	Bonne maintenabilité
0.4 - 1	Élevé	Faible maintenance
1 - 2	Très élevé	Maintenance très limites
>2	Extrêmes élevés	Non acceptable (rénovation)

La figure III.6 présente la variation de cet indice des pertes d'eau en distribution au niveau du ville de Remchi . Cet indice varie entre 1.72 et 13.43 m³/j.km, représentant des pertes d'eau très élevées, qui résultent d'une maintenance très limitée.

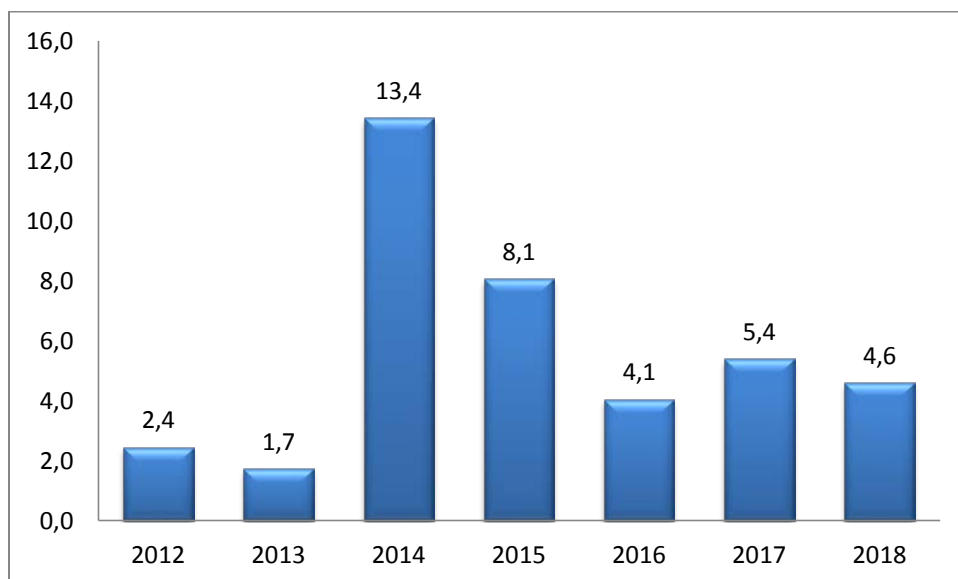


Figure III.6 : Variation d'ILP

Le résultat obtenu montre qu'il y a des pertes d'eau extrêmement élevées au niveau de la ville de Remchi qui résultent d'une maintenance très limitée.

Les fuites proviennent essentiellement d'une mauvaise étanchéité des canalisations et de leurs accessoires. Les facteurs de risque sont multiples (Office International de,2005).

La figure III.7 représente la variation des fuites déclarées et réparées dans le réseau d'AEP Remchi

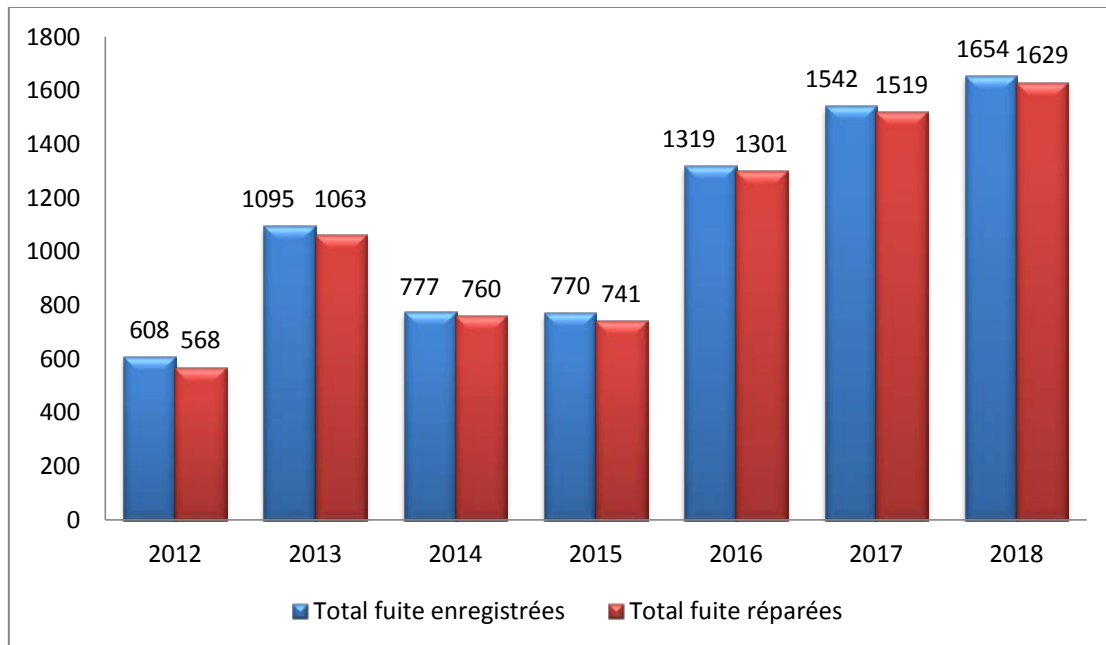


Figure III.7 : Fuites enregistrées et réparées

On remarque d'après les résultats de la figure III.7 qu'environ 95 % des fuites enregistrées sont réparées pour les années 2014 et 2016, de ce fait on a calculé l'indice linéaire de réparation.

d) Indice linéaire de réparation

L'indice linéaire de réparation est un indicateur sur l'état de dégradation des équipements et des canalisations du réseau d'alimentation en eau potable donné en formule III.4 (Abdelbaki ,2014).

$$ILR = \frac{\text{nombre de réparation par an}}{\text{linéaire du réseau}} \quad \text{III.4}$$

La figure III.8 représente les variations de l'indice linéaire de réparation

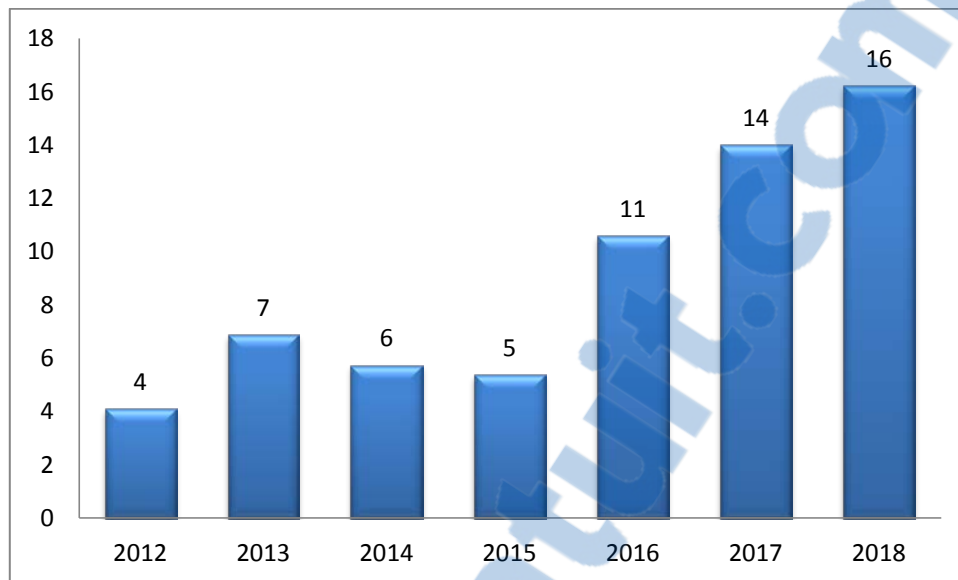


Figure III.8: Variation de l'ILR

Le résultat de la figure III.8 montre que cet indice est nettement supérieur à 1 rép/an/km. Ce qui confirme que les réparations des fuites d'eau ne sont pas réalisées selon les règles de l'art et que le réseau est vétuste et nécessite une rénovation.

III.3 Estimation de la population à l'horizon d'étude

L'évaluation démographique et l'amélioration du niveau de vie de la population fait varier les besoins en eau, donc il faut procéder au recensement de tous les types de consommations existants au niveau de l'agglomération, L'objectif principal à atteindre dans cette partie est de satisfaire la demande en eau.

D'après le recensement(R.G.P.H) effectué en 2008 de la ville de Remchi, il ressort que la population s'élève à 34624 habitants (APC,2019).

On peut estimer le nombre d'habitants pour des horizons futurs, en utilisant la loi des intérêts composés donnée par la relation III.5 :

$$P = P_0 (1+\tau)^n \quad \text{III.5}$$

Avec :

P : Population à l'horizon d'étude (hab).

P₀ : Population de base (hab).

n : nombre d'années séparant les horizons considérée.

τ : taux moyen annuel d'accroissement de la population en (%)

En prenant un taux d'accroissement de 2 % (taux d'accroissement national) (Direction de l'Urbanisme, 2019).

Pour visualiser l'évolution de la population de la ville de Remchi , nous avons établi le tableau III.2 et la figure III.9

Tableau III.2 : Evaluation de la population pour différent l'horizon

Années	Population (habitant)
2008	34624
2018	42206
2030	53527
2043	69243

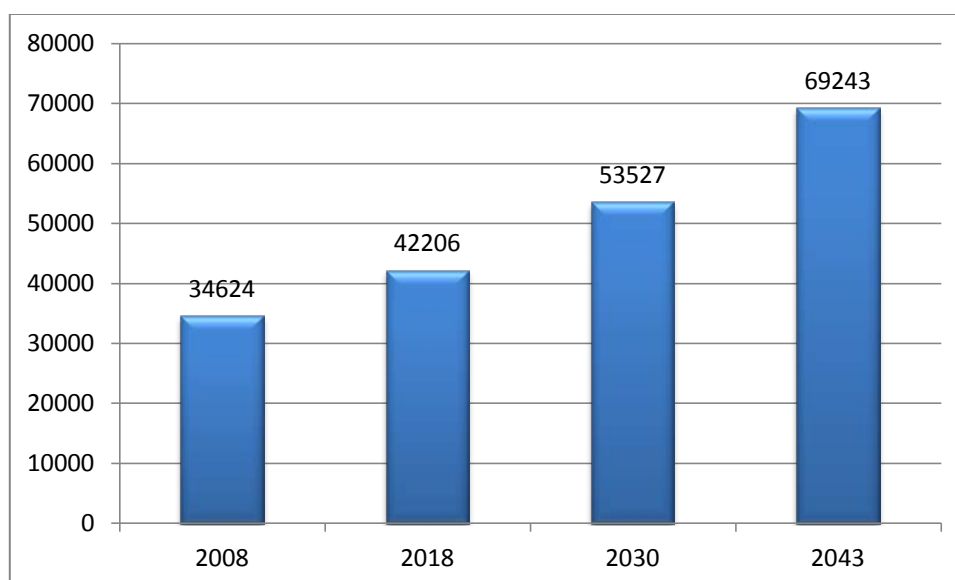


Figure III.9 : Evaluation de la population pour différent l'horizon

III.4 Estimation des besoins en eau

III.4.1 Catégorie des besoins

La qualité et la quantité d'eau potable à garantir pour une agglomération sont fonction du type de consommation existante. C'est pour cette raison que nous devons recenser toutes les catégories de consommation rencontrées au niveau de l'agglomération étudiée (Abdat et Boutemeur,2015) .

Ainsi, nous avons :

- Besoins domestiques ;
- Besoins scolaires ;
- Besoins sanitaires ;
- Besoins administratifs ;
- Besoins socioculturels et sportifs ;
- Besoin d'industrie.

III.4.2 Choix de la norme unitaire de consommation

III.4.2.1 Définition

La dotation ou la norme de consommation est définie comme étant la qualité quotidienne d'eau que doit utiliser l'être humain dans ces différents besoins à savoir la consommation urbaine, l'irrigation domestique, consommation publique et pertes. Elle est généralement évaluée en litre par habitant et par 24 heures, par mètre carré de surface de végétaux, par mètre cube, par tonne de productivité, par tête d'animal, par véhicule,...etc (Abdelaziz & Oulmane,2016).

III.4.2.2 Critères de choix de la norme

La dotation dépend essentiellement du :

- Niveau de vie de la population et de ses habitudes.
- Nombre d'habitants.
- Développement urbain et sanitaire de la ville.
- Des ressources existantes (Abdelaziz & Oulmane,2016).

On peut prendre comme base de calcul :

- Villes de moins 20000 habitants  150 à 200 l/j/hab ;
- Villes de 20000 à 100000 habitants  200 à 300 l/j/hab ;
- Villes de plus de 100000 habitants  300 à 400 l/j/hab (Bonnin,1986).

III.4.3 Besoins domestiques

La consommation moyenne journalière domestique est désignée par B_{dom} et calculé par la formule suivante :

$$B_{dom} = (N \cdot D) / 1000 \quad (\text{m}^3/\text{j}) \quad \text{III.6}$$

Avec:

B_{dom} : Besoins domestiques en m^3/j ;

N : Nombre d'habitants ;

D : Dotation moyenne en l/j/habitant.

Le tableau III.3 représente la consommation de la population à l'horizon envisagé :

Tableau III.3 : Consommation de la population pour différents horizons :

Années	dotation	Population	Q(m3/j)
2008	150	34624	5193.6
2018	200	42206	8441.1
2028	200	53527	10705.4
2043	200	69243	13848.6

III.4.4 Besoins des équipements

III.4.4.1 Besoins scolaires

Concernant les besoins en équipements scolaires, la zone d'étude est composée d'une 15 écoles primaires, 4 CEM et 3 lycées (APC, 2019).

En principe les besoins scolaires sont estimés en fonction du mode de séjour des élèves dans l'établissement (externat) ; de ce fait nous estimons à 80 l/j/ élève (François, 2006).

Les différents besoins scolaires sont regroupés dans le tableau III.4

Chapitre III Diagnostic du réseau d'AEP de la ville de Remchi

Tableau III.4 : Détermination de la consommation scolaire

Etablissement	Nombre d'établissement	classe	Nombre d'élève	Dotation l/j/élève	Q (m³/j)
Ecole primaire	15	172	5332	80	426.6
CEM	5	104	3939	80	315.1
Lycée	3	70	2181	80	174.5
Centre d'orientation	2	30	510	80	40.8
Total					957

III.4.4.2 Besoins sanitaires

La zone d'étude comprend un hôpital, une polyclinique et une salle de soin .les besoins sont regroupées dans le tableau III.5

Tableau III.5 : Détermination des besoins sanitaires

Equipement	Nombre d'établissement	capacité	Unité	dotation l/j/unité	besoin (m³/j)
Hôpital	1	120	Lits	200	24
Polyclinique	1	50	Lits	150	7.5
Salle de soin	1	50	Malades	30	1.5
Total					33

III.4.4.3 Besoins administratifs

Les besoins administratifs sont composés des consommations des équipements tels que l'APC, PTT, gendarmerie ...etc

Ces besoins sont regroupés dans le tableau III.6

Tableau III.6 : Détermination des besoins administratifs

Equipement	Nombre d'équipement	Unité	Capacité	dotation l/j/unité	Besoin m ³ /j
APC	1	personne	100	30	3
PTT	1	personne	80	30	2.4
Gendarmerie	2	personne	200	60	12
Sureté urbaine	2	personne	120	60	7.2
Tribunal	1	personne	60	30	1.8
Daïra	1	personne	150	30	4.5
Annexe APC	1	personne	10	30	0.3
Prison	2	personne	1120	80	89.6
Total					120.8

III.4.4.4 Besoins des équipements socio-culturel et sportifs

Les besoins socio-culturels et sportifs sont évalués sur la base de la consommation journalière de la mosquée, stade et une piscine semi-olympique. Ces besoins sont illustrés dans le tableau III.7

Tableau III.7 : Détermination des Besoin des équipements socio-culturel et sportifs

Equipements	Nombre d'équipement	Unité	Capacité	Dotation l/j/unité	Besoin (m ³ /j)
Stade	2	Personne	8000	60	480
Mosquée	7	Personne	7000	30	210
Piscine semi olympique	1	Personne	500	100	50
Total					740

III.4.4.5 Besoins d'industrie

On prend pour Les différents Besoin d'industrie 5% de la consommation moyenne journalière domestique est désignée par B_{ind} et calculé par la formule suivante :

$$B_{ind} = 5\%B_{dom} \quad \text{III.7}$$

$$B_{ind} = 692,44 \text{ m}^3/\text{j}$$

III.4.5 Récapitulatif des différentes consommations journalières

Après étude de l'estimation des besoins, nous dressons un tableau récapitulatif pour pouvoir calculer le débit total nécessaire pour l'alimentation de la localité jusqu'a l'horizon d'étude. Les résultats sont illustrés dans le tableau III.8 et la figure III.10.

Tableau III.8 : Tableau récapitulatif des différentes consommations journalières

Catégorie des besoins	Q_{moyj} (m ³ /j)
Domestiques	13848.6
Scolaires	957
Administratifs	120.8
Socioculturels	740
Sanitaires	33
Industrie	692.4

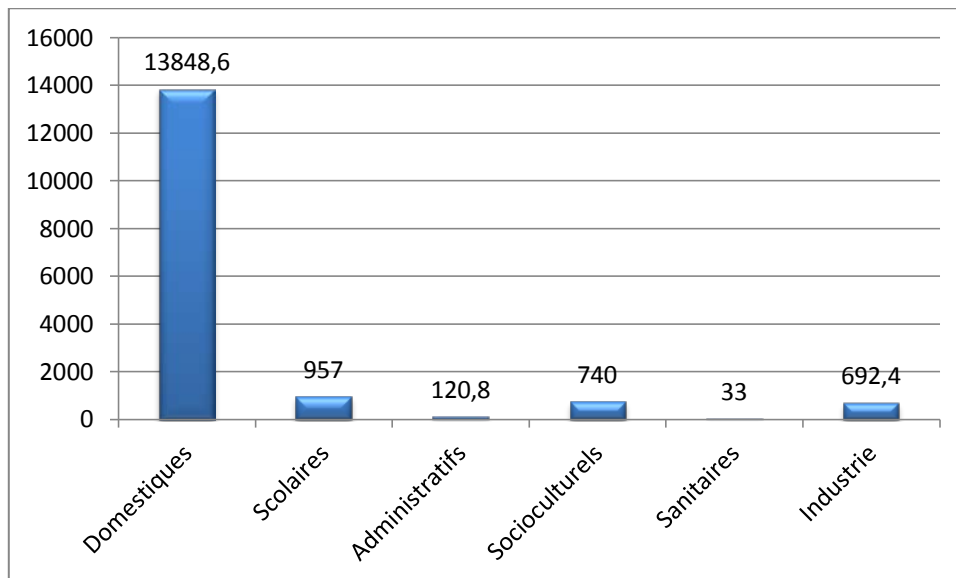


Figure III.10 : Evaluation des différentes consommations journalières

III.5 Consommation moyenne journalière totale

La consommation journalière totale est la somme des besoins domestiques et des besoins d'équipements de toute la zone d'étude. (Belaidi & Azizi,2015)

Après l'estimation détaillée des équipements et de leurs besoins, on obtient une demande en eau des équipements de 2543,2 m³/j.

Pour estimer les besoins des équipements projetés, on fait intervenir le rapport entre les besoins des équipements et les besoins domestiques. (Belaidi & Azizi,2015)

$$\frac{Q_{equi}}{Q_{dom}} = 18\%$$

III.5.1 Calcul du débit moyen

Le débit moyen pour divers horizons est la somme des besoins domestiques et des besoins d'équipements. Il est calculé selon la formule suivante :

$$Q_{moy} = Q_{dom} + Q_{equi}$$

Avec : $Q_{equi} = 18 \% Q_{dom}$

$$Q_{moy} = 16\,341,35 \text{ m}^3/\text{j}$$

III.5.2 Majoration de la consommation moyenne journalière

Afin d'éviter toute insuffisance dans la consommation journalière, on envisage une majoration de 30 % des besoins totaux journalières à l'horizon de 2043, ceci pour combler les fuites qui sont généralement dues :

- Soit à la consommation quantifiée (illégal);
- Soit aux fuites chez les consommateurs (robinets) ;
- Soit aux fuites dans le système d'adduction et de distribution qui sont dues au type de tuyaux, et à cause de vieillissement du réseau, et des différents équipements hydraulique (Arezi.& Doudjedid,2016).

Alors en effectuant une majoration de 30 % de la consommation, telle que :

$$Q_{\text{moy.j}} \text{ (m}^3/\text{j)} = 1,3 \times Q_{\text{moy}} \quad \text{III.9}$$

Avec :

$Q_{\text{moy.j}}$: Débit moyen journalier (m³/j).

Q_{moy} : Débit moyen (m³/j).

$$Q_{\text{moy.j}} = 21\,243,75 \text{ m}^3/\text{j}$$

III.5.3 Débit maximal journalier

Le débit maximal journalier est défini comme étant le débit lié à l'irrégularité journalière. Il est utilisé comme élément de base dans les calculs de dimensionnement de l'adduction, le réservoir de stockage et la station de pompage (Dupont,1979).

La consommation d'eau quotidienne, n'est pas constante, mais varie en présentant des maximums et des minimums. Pour tenir compte de cette variation, on doit considérer le coefficient dit : « coefficient d'irrégularité journalière $K_{\text{max.j}}$ » définis comme suit :

$$K_{\text{max.j}} = Q_{\text{min.j}} / Q_{\text{moy.j}}$$

Avec :

$K_{\text{max.j}}$ variant entre 1,1 et 1,3.

Ce débit est donné par la formule :

$$Q_{\text{max.j}} = Q_{\text{moy.j}} \cdot K_{\text{max.j}} \quad \text{III.10}$$

Avec :

- $Q_{\text{max.j}}$: débit maximum journalier en m³/j ;
- $Q_{\text{moy.j}}$: débit moyen journalier en m³/j ;
- $K_{\text{max.j}}$: coefficient d'irrégularité maximale journalière =1,3

$$Q_{\text{max.j}} = 27\,616,88 \text{ m}^3/\text{j}$$

III.5.4 Débit de pointe

Le débit de pointe est donné par la relation suivante :

$$Q_p = C_p * Q_{moyj} \quad \text{III.11}$$

Avec

Q_p : Débit de pointe. (m³/j)

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

c_p : Coefficient de pointe

$$C_p = 1.5 + \frac{2.5}{\sqrt{Q_{moyj}}}$$

$$C_p = 1.7$$

$$Q_p = 36\,114,37 \text{ m}^3/\text{j}$$

III.6 Vérification globale de la capacité des ouvrages de stockage

La consommation d'eau des habitants de la ville de Remchi est assurée par un réservoir de capacité 1800 m³ (2×900) actuellement hors service comme déjà mentionné. L'implantation d'une nouvelle capacité de stockage s'avère indispensable car le réservoir existant ne supporte pas les volumes produits. Un calcul sommaire a été fait pour estimer la capacité à projeter pour satisfaire les besoins de la population de la ville à l'horizon considéré. Approximativement, la capacité du réservoir est estimée à 50% du débit maximal

La capacité approximative d'un réservoir égale à 50% de débit maximal en m³/j.

Le volume de nouveau réservoir égal à : $V \approx 50\% * Q_{maxj}$

$$V \approx 13\,000 \text{ m}^3$$

III.7 Conclusion

Ce chapitre nous a permis de faire une étude sur les rendements et les performances du réseau de la ville de Remchi. Et aussi nous avons fait une estimation des besoins pour différents horizons.

Chapitre IV

Rénovation du réseau d'AEZ de la ville Remchi

IV.1 Introduction

Dans ce chapitre, nous allons expliquer la démarche pour avoir le réseau d'AEP de la ville de Remchi sous le logiciel Epanet. Une proposition des scénarios va être faite pour l'état actuel du réseau et des scénarios de réhabilitation future tout en vérifiant la performance du réseau pour les situations les plus défavorables.

IV.2 Tracé du réseau d'AEP

Après avoir tracé le réseau principal d'AEP existant de la ville de Remchi sur un plan de format A0, le travail a été reporté ensuite sous Epanet avec la collaboration des techniciens de l'ADE de Remchi. Suite à l'absence du support cartographique pour plusieurs parties du réseau de Remchi, le reste du tracé a été fait directement sous Epanet en utilisant le fond de plan de Remchi chargé de Google Earth.

-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 [8].

Ce logiciel permet de tracer un réseau en utilisant la commande « ajouter un trajet » cette commande permet de choisir la couleur et l'épaisseur du réseau. La figure IV.1 : représente le réseau d'AEP actuel de la ville de Remchi tracé sur Google Earth

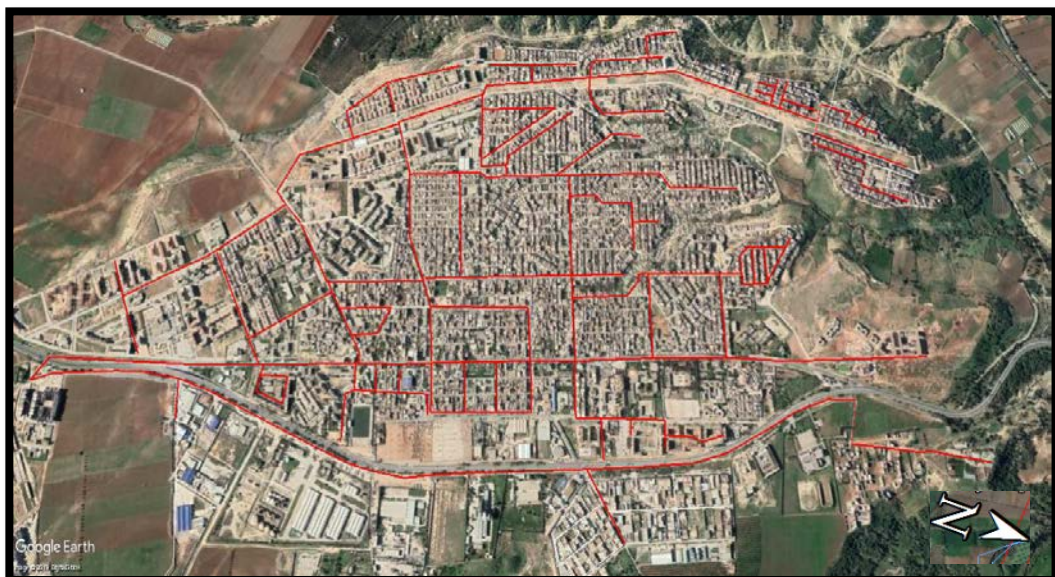
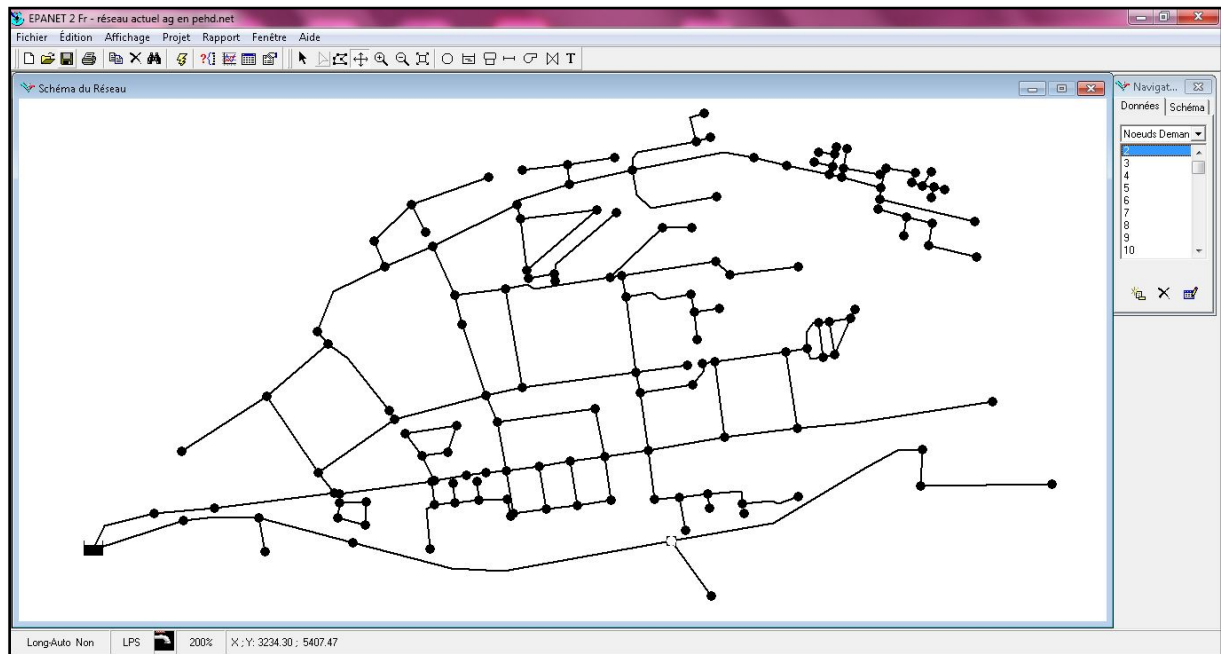


Figure IV.1 : Réseau d'AEP actuel de la ville de Remchi tracé sur Google Earth.

- **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, nœuds (jonctions de tuyau), pompes, vannes, bâches et réservoirs. EPANET calcule le débit dans chaque tuyau, la pression a chaque nœud, le niveau de l'eau dans les réservoirs (lewis A,2003)

La figure IV. 2 représente le schéma de réseau actuel de la ville de Remchi sur Epanet



FigureIV.2 : Schéma de réseau actuel de la ville de Remchi sous Epanet

IV.2.1 Passage Google Earth –Epanet

Google Earth nous a permis de tracer le réseau principal de la ville de Remchi :il faut enregistrer la photo sous la forme BMP en passant par logiciel paient ,ouvrir un nouveau projet dans Epanet et importer l'image enregistrer du réseau

La figure IV.3 représente le passage de Google Earth vers Epanet .

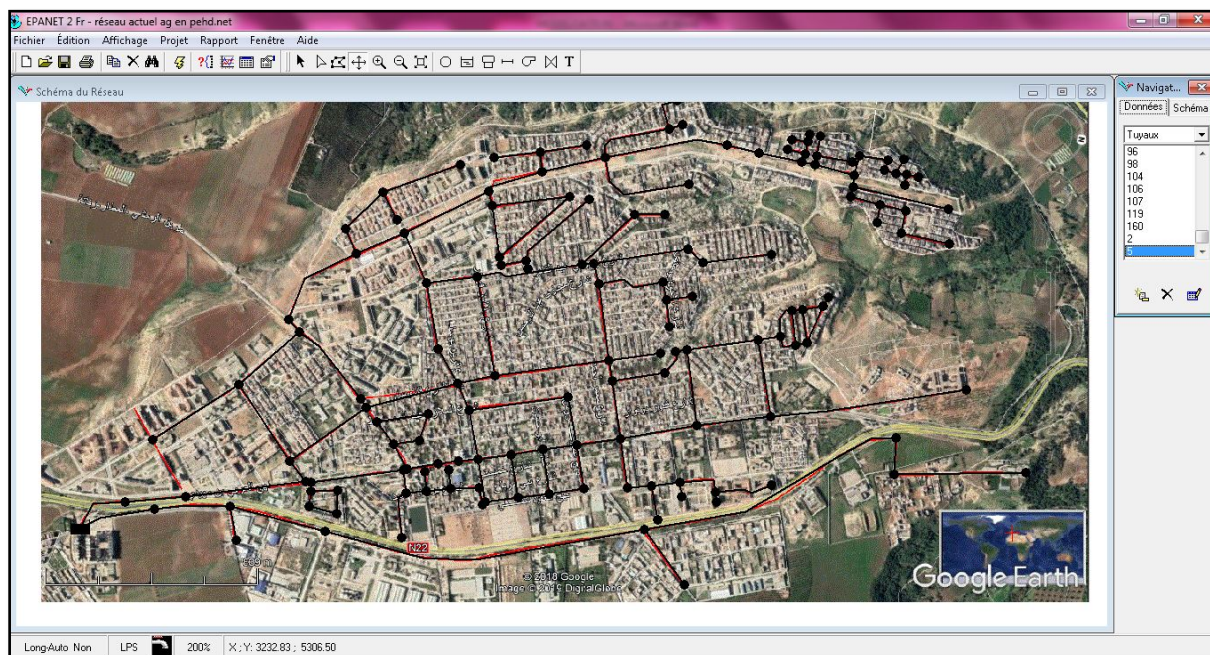


Figure IV.3 :Passage de Google Earth vers Epanet

IV.3 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 nœuds 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 Remchi.

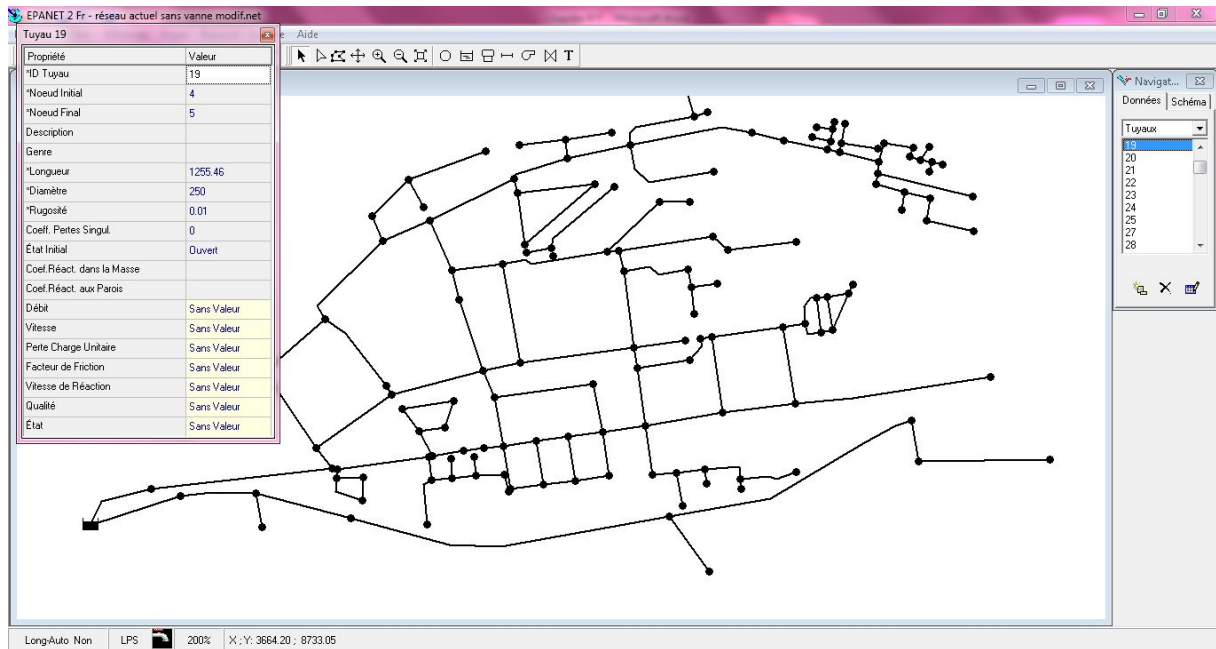


Figure IV.4 : Exemple de saisie des données des tuyaux

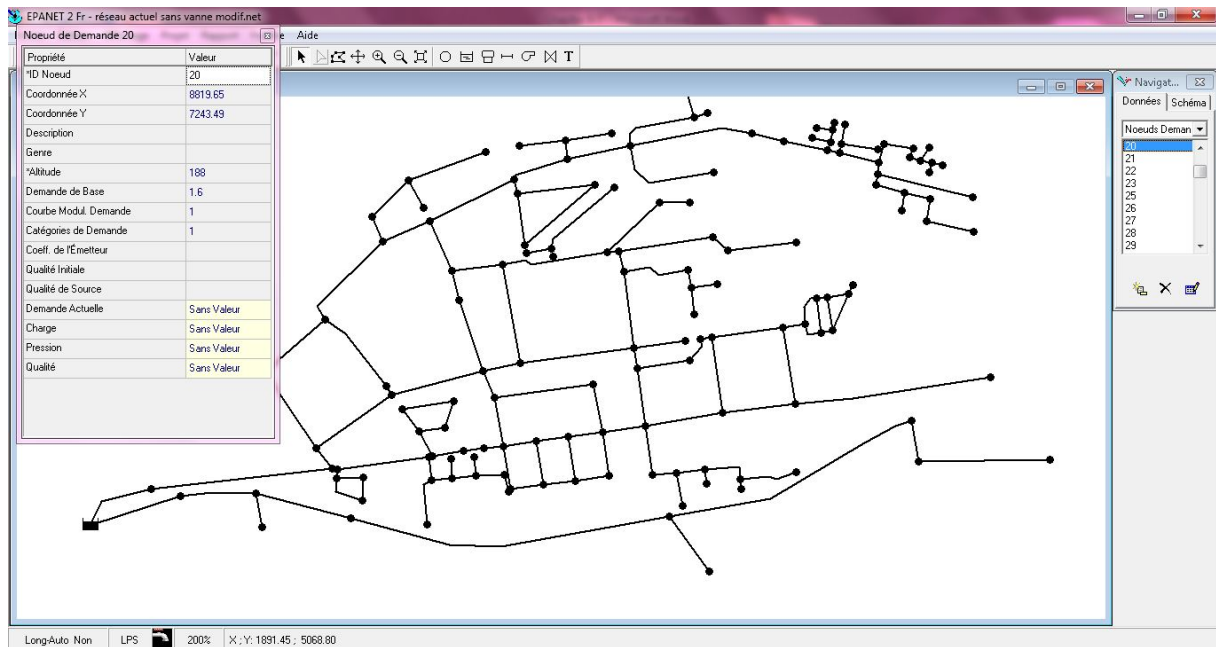


Figure IV.5 : Exemple de saisie des données des nœuds

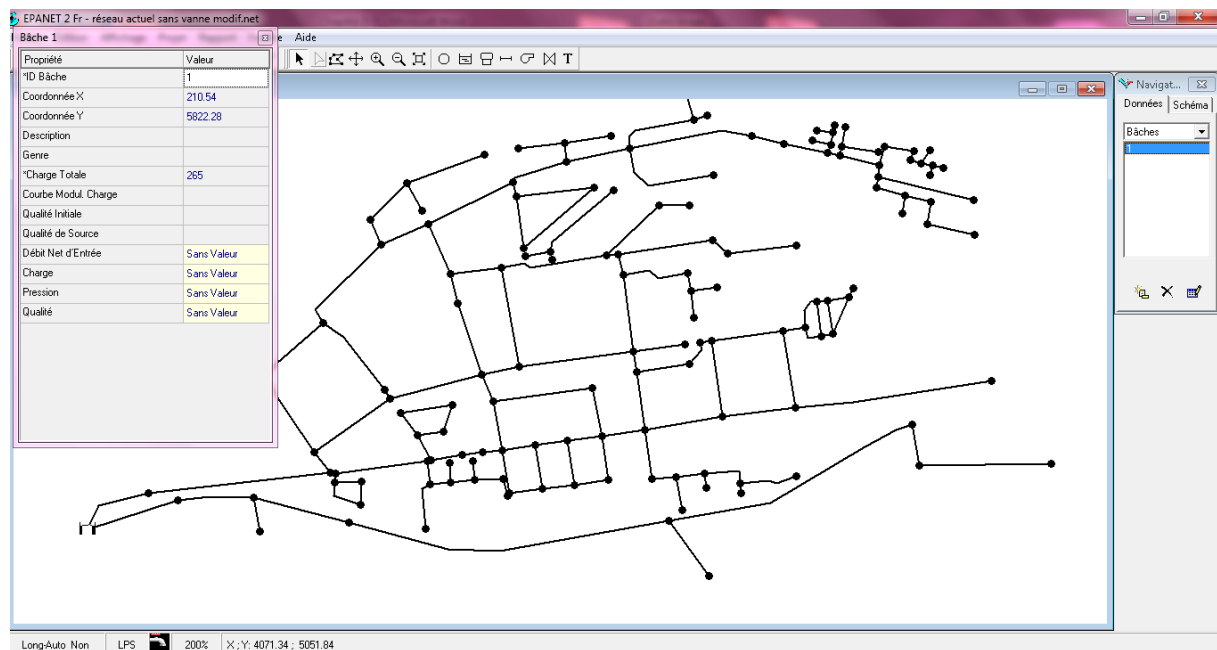


Figure IV.6 : Exemple de saisie des données de bâche

IV.3.1 Courbe de modulation

La consommation de l'eau varie au fil de la journée selon les habitudes des consommateurs. Elle correspond à des coefficients multiplicateurs appliqués aux nœuds de demande heure par heure afin de moduler la consommation (Salet Saroukou, 2019). Dans notre cas, la courbe de modulation renseignée est celle de Belgaid wilaya d'Oran (SEOR, 2019), dont la population est équivalente à celle de Remchi. La figure IV.7 représente la courbe de modulation de la consommation utilisée.

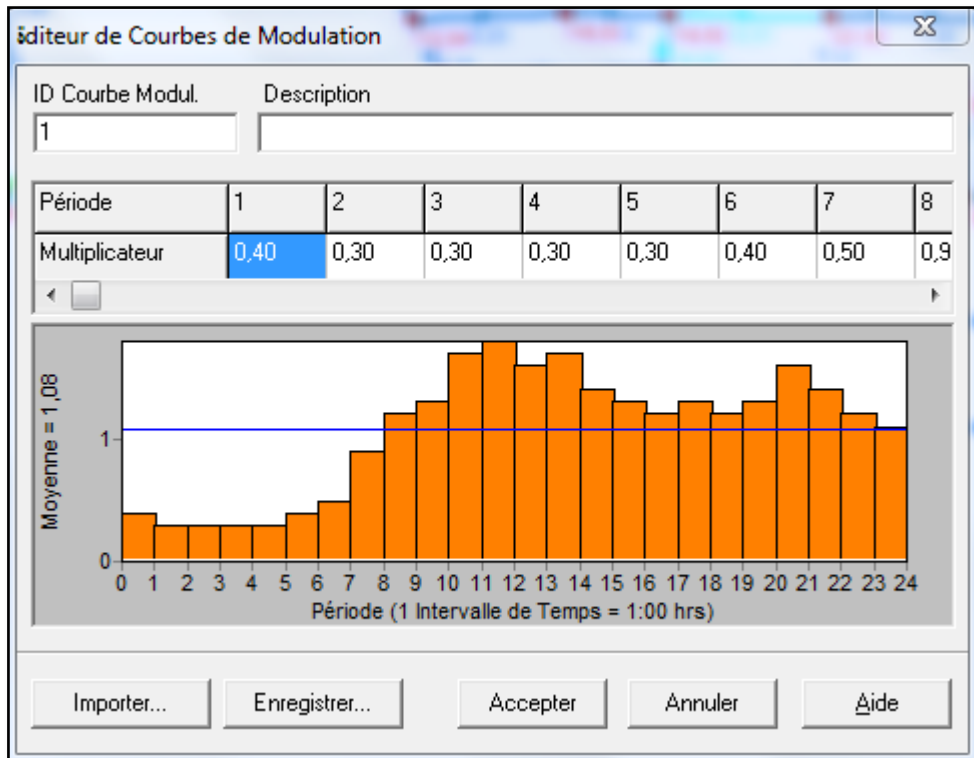


Figure IV.7: Courbe de modulation de la consommation utilisée dans le modèle

IV.3.2 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 IV.8:

Propriété	Valeur
Unités de Débit	LPS
Formule de Perte de Charge	D-w
Densité Relative	1
Viscosité Relative	1
Nombre Max. d'itérations	40
Précision	0,001
... Défaut d'équilibre	Continuer
Courbe Modul. par Défaut	1
Multiplicateur de Demande	1,0
Exposant des émetteurs	0,5
Rapport d'état	Aucun

Figure IV.8 : Les options hydrauliques

IV.4 Etat du réseau actuel

La figure IV.9 représente le résultat de la simulation pour le fonctionnement du réseau actuel d'AEP de la ville Remchi.

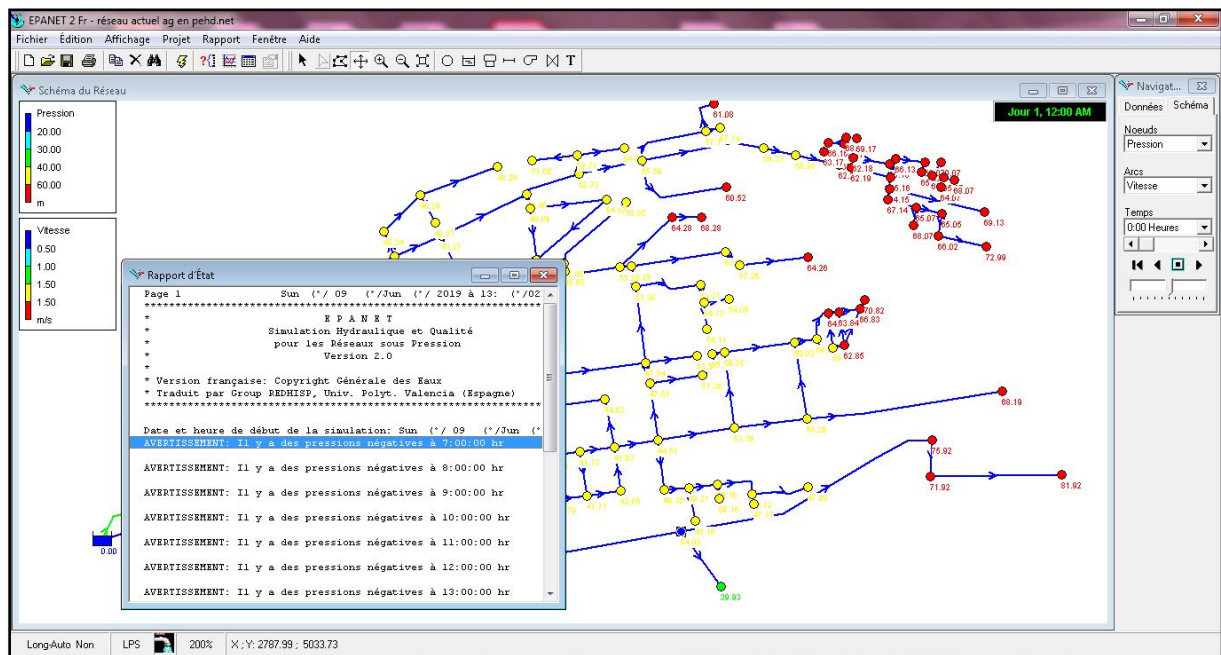


Figure IV.9: Résultat de simulation du réseau actuel d'AEP de la ville Remchi

D'après La figure IV.9, qui représente les premiers résultats de l'ensemble de la simulation du réseau actuel d'AEP de Remchi, ceci montre clairement que les abonnés de la ville de Remchi ne sont pas desservis convenablement, un manque de pression est enregistrée dans différents endroits du réseau (des messages d'avertissement de pressions négatives).

La figure IV.10 représente Le pourcentage de la distribution de la pression dans les conduites à l'heure creuses.

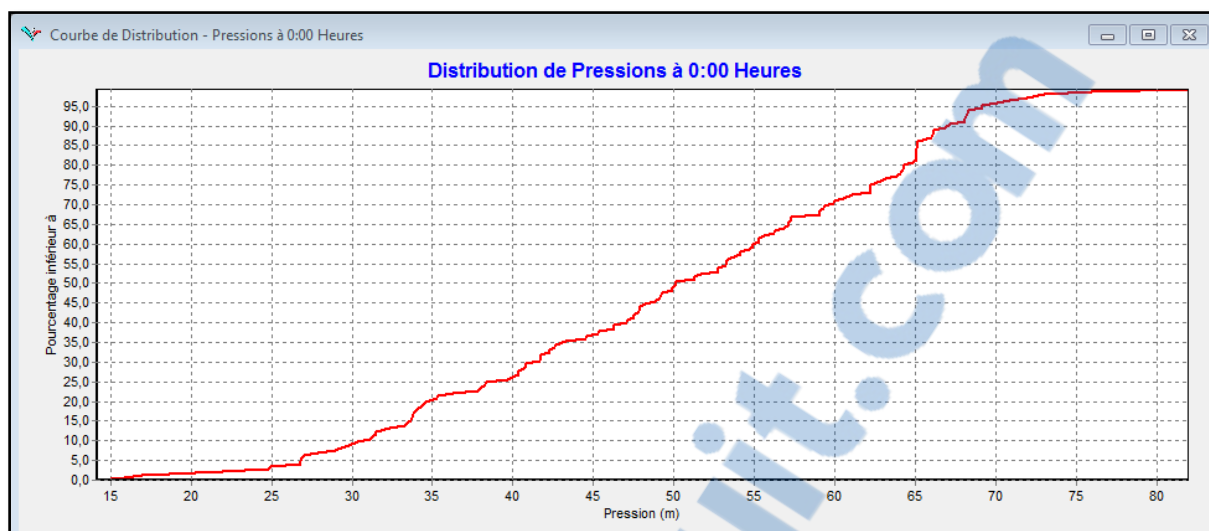


Figure IV.10 : Pourcentage de la distribution de la pression dans les conduites à l'heure creuses

On remarque 3 tranches :

- Tranche 01: 3% des nœuds de consommation ont des pressions entre 10 et 20 m.
- Tranche 02: 67% des nœuds de consommation ont des pressions entre 20 et 60 m.
- Tranche 03: 30% des nœuds de consommation ont des pressions supérieures à 60 m.

La figure IV.11 représente Le pourcentage de la distribution de la pression dans les conduites à l'heure de pointe.

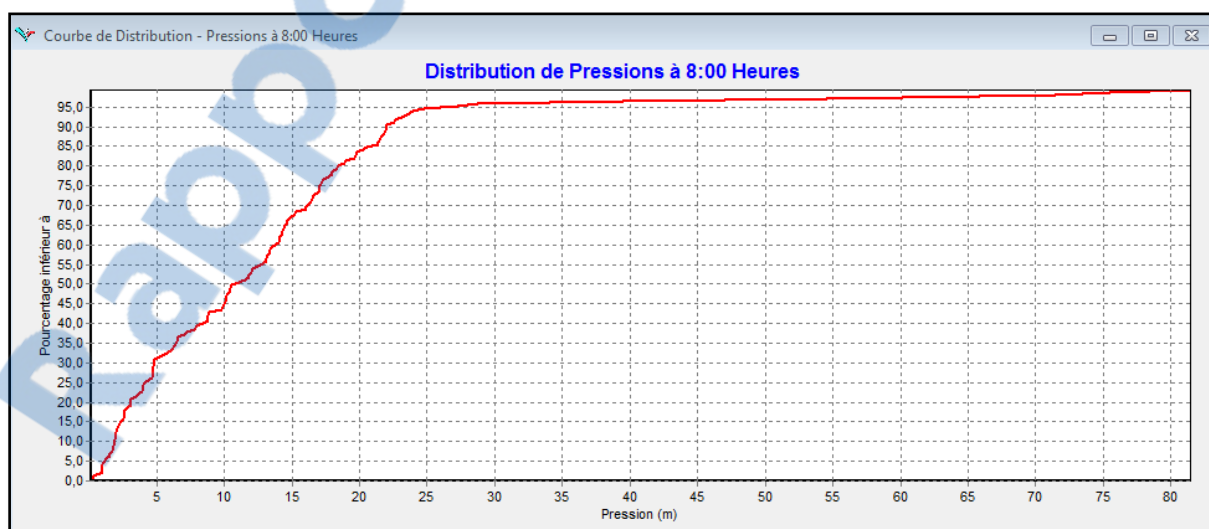


Figure IV.11 : Pourcentage de la distribution de la pression dans les conduites à l'heure de pointe

On remarque 2 tranches :

- Tranche 01: 95% des nœuds de consommation ont des pressions entre 0 et 25 mec.
- Tranche 02: 5% des nœuds de consommation ont des pressions entre 25 et 80 mec.

Un pourcentage de 95 % des nœuds de consommation ont des faibles ont causées par les sous dimensionnements des canalisations.

Les enveloppes des pressions à l'heure creuses et l'heure de pointe sont données dans les figures IV.12 et IV.13.

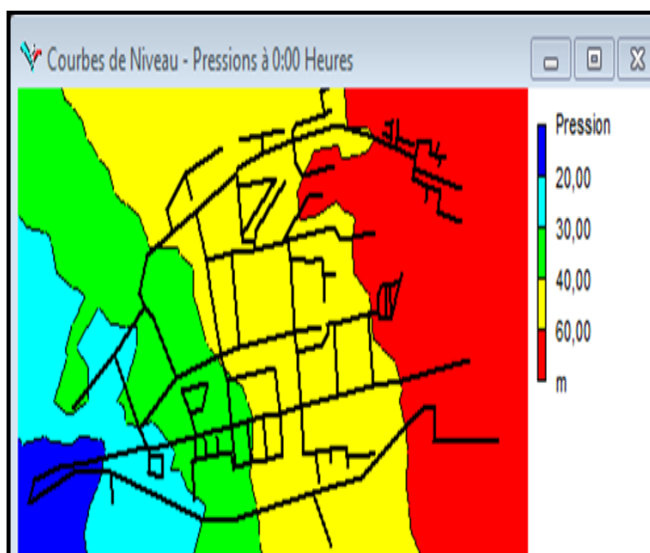


Figure IV.12 : L'enveloppe des pressions à l'heure creuses

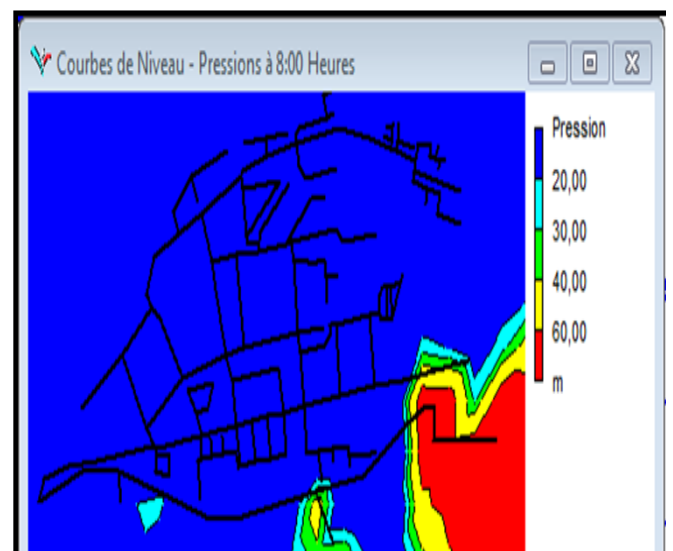


Figure IV.13: L'enveloppe des pressions à l'heure de pointe

D'après ces figures (IV.12 et IV.13), on remarque qu'il y'a des faibles pressions en heures de pointe.

IV.4.1.Synthèse

D'après les résultats obtenus, on constate que le réseau d'AEP actuel de la ville Remchi possède les problèmes suivants :

- Une dénivelée assez importante entre le piquage (265m) et le point le plus bas du réseau (182 m), ce qui donne naissance à des pressions importantes.
- L'âge des canalisations et le type de matériau (depuis 1993 dans les régions qu'ont le type de matériau AG) favorisent l'apparition de fuites importantes générant une basse pression aux

heures de pointe. En outre, la population a augmenté et les débits demandés ont augmenté, de sorte qu'au fil des années, le réseau est devenu faible et parfois mal adapté.

Par conséquent, les résultats de la simulation obtenus du réseau d'AEP de la ville Remchi ont confirmé ce que nous avons trouvé dans le chapitre précédent, selon lequel le réseau doit être réhabilité.

IV.5 Scénarios de fonctionnement proposés pour le réseau d'AEP de la ville Remchi

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 correspondant à l'heure à laquelle le réseau est sollicité (forte demande).

IV.5.1 Valeurs guides pour un fonctionnement correcte

Il est important de rappeler les normes de vitesses et de pressions autorisées sur le réseau :

- Les pressions doivent être comprises entre 2 et 6 bars.
- La vitesse d'écoulement de l'eau dans les conduites doit être comprise entre 0,5 et 1,5 m/s (Dupont, 1979).

IV.5.2 Premier scénario

Nous avons proposé de changer le type de canalisation AG en PEHD et augmenter les diamètres. Le tableau IV. 1 représente les diamètres et matériaux utilisés dans le principal réseau du premier scénario.

Tableau IV.1: les diamètres et matériaux utilisés dans le principal réseau du premier scénario.

Diamètres (mm)	Pourcentages (%)	type
40	1	PEHD
63	4	PEHD
90	9	PEHD
110	13	PEHD
125	4	PEHD
160	17	PEHD
200	23	PEHD
250	7	PEHD
315	15	PEHD
400	7	PEHD

Les figures IV.14 représente le réseau proposé et le lancement de sa simulation.

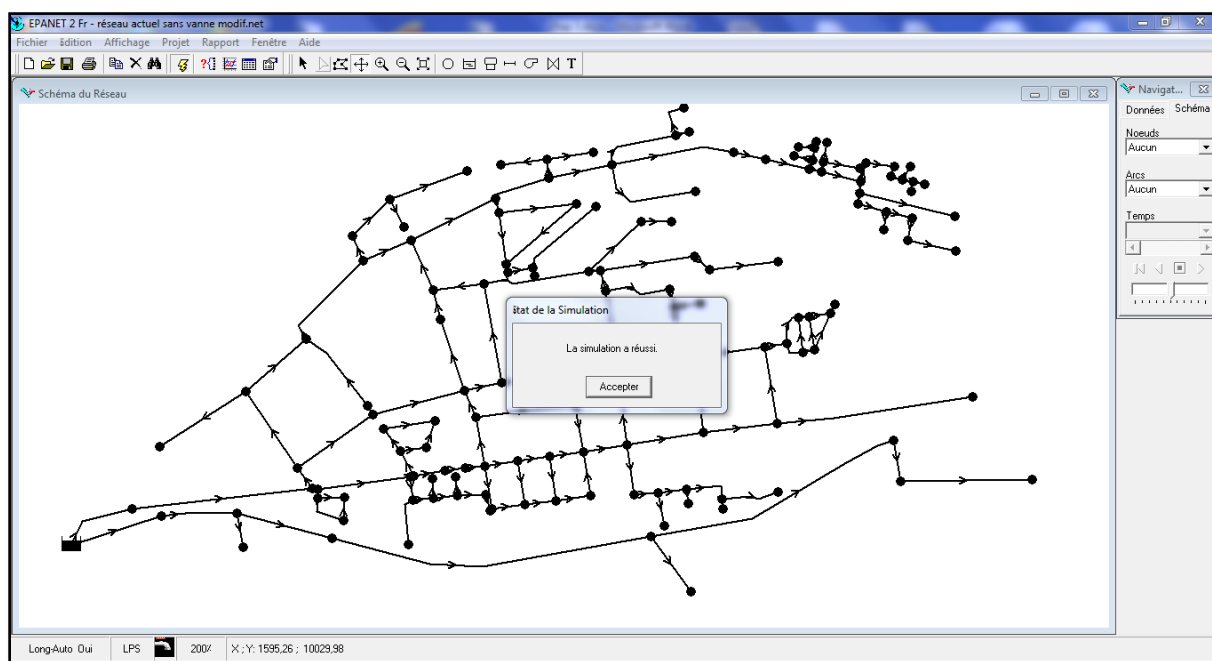


Figure IV.14: Lancement de la simulation du premier scénario

V.5.2.1 Les résultats du premier scénario

❖ A l'heure creuses

La figure IV.15 montre les résultats de la simulation obtenus à minuit.

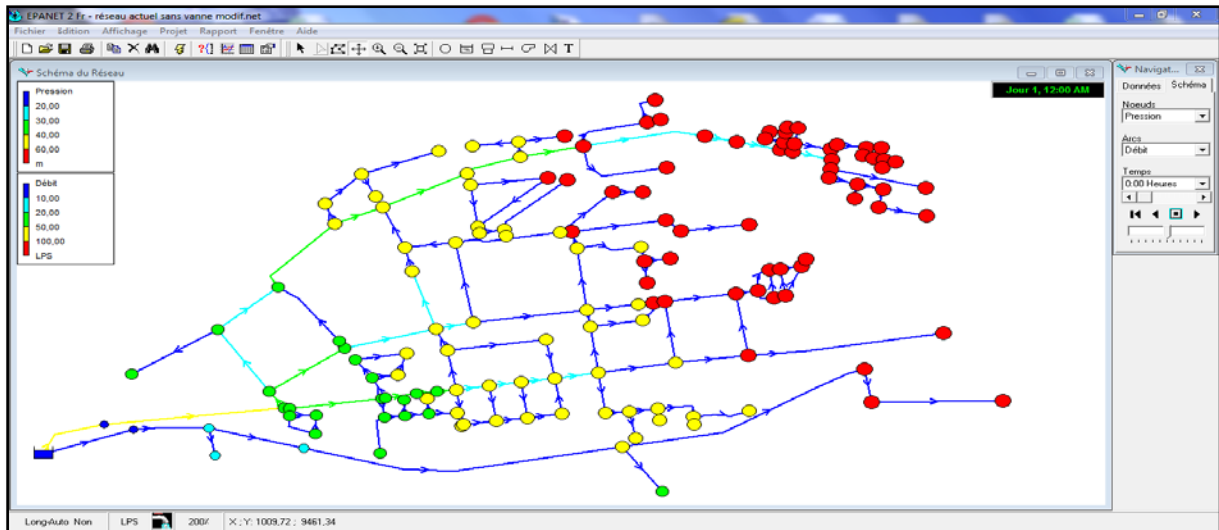


Figure IV.15 : Résultat de la simulation pour le premier scénario à l'heure creuses

-Pression

L'enveloppe des pressions et leur répartition dans les nœuds sont données dans les figures IV.16 et IV.17



Figures IV.16: L'enveloppe des pressions à l'heure creuses

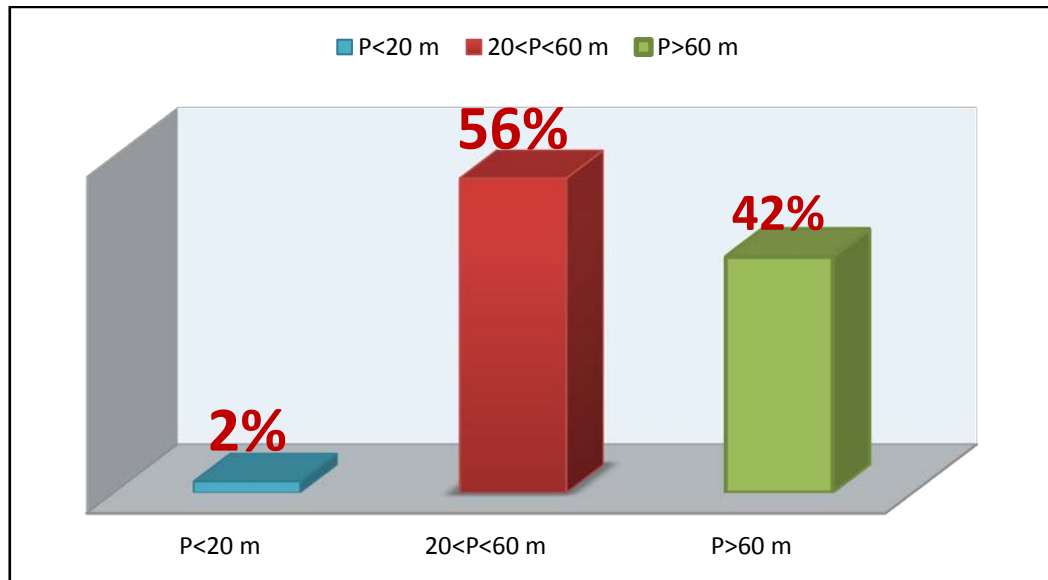


Figure IV.17 : Répartition des pressions dans les nœuds à l'heure creuses

Dans 56% des nœuds, la pression est conforme aux normes de distribution.

Dans 42% des nœuds, les pressions dépassent 60 m, ce qui favorise l'apparition des fuites

Dans 2% des nœuds, les pressions sont inférieures à 20 m mais restent toujours supérieures à 10 m

-Vitesse

La répartition des vitesses dans le réseau à l'heure creuses est donnée dans la figure IV.18.

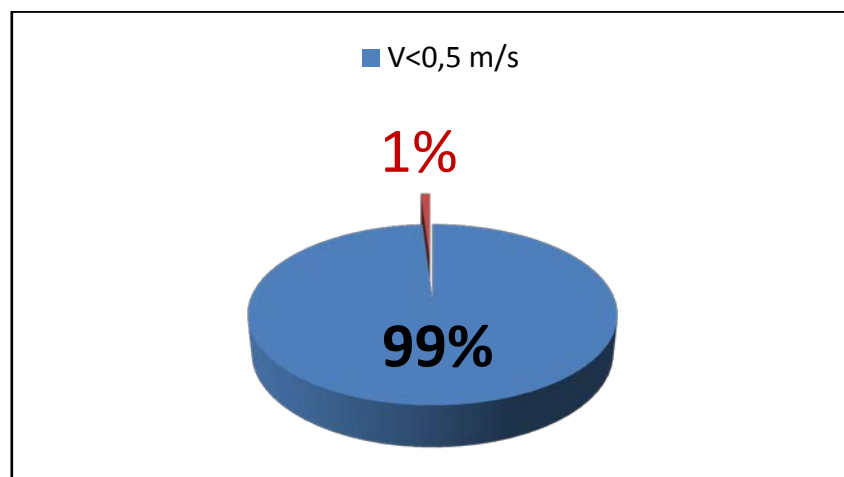


Figure IV.18 : Répartition des vitesses dans le réseau à l'heure creuses

Dans 99% des conduites, les vitesses sont inférieures à 0,5 m/s, ce qui favorise la formation des dépôts et le colmatage des canalisations.

Dans 1% des conduites, les vitesses sont dans l'intervalle de 0,5 à 1,5 m/s.

❖ A l'heure de pointe

La figure IV.19 montre les résultats de la simulation obtenus à l'heure de pointe .

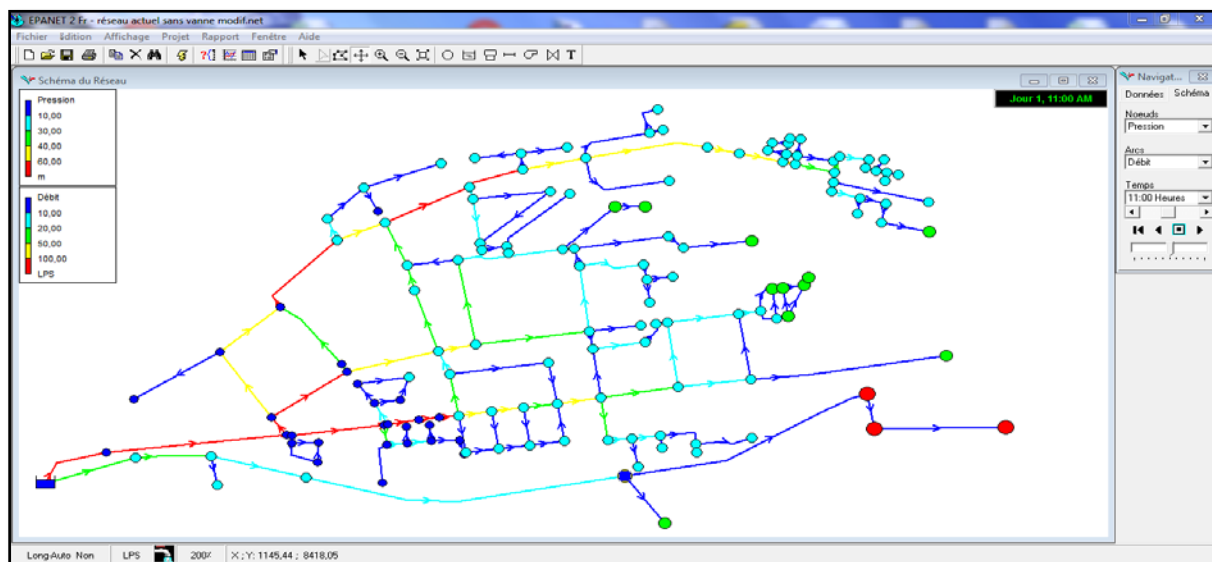


Figure IV.19 : Résultats de la simulation obtenus à l'heure de pointe

- Pression

L'enveloppe des pressions et leur répartition dans les nœuds sont données dans les figures IV.20 et IV.21.

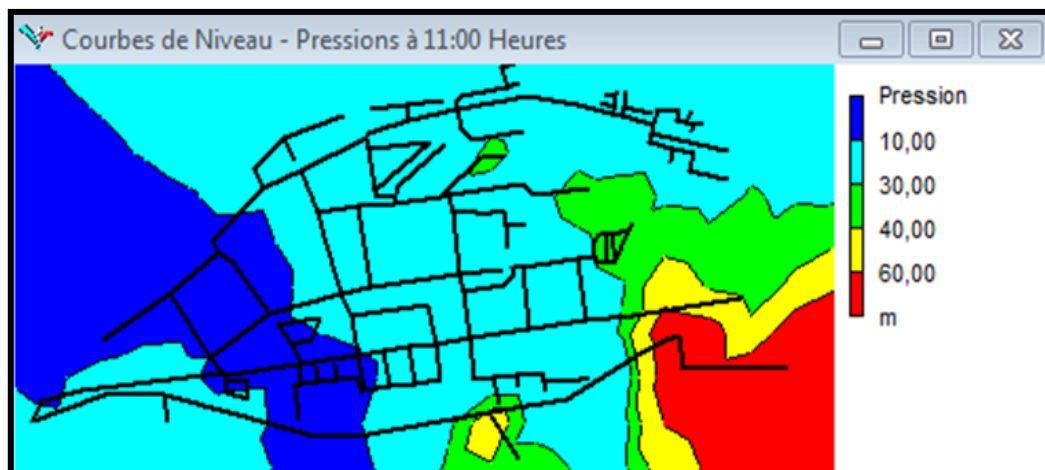


Figure IV.20: L'enveloppe de la pression à l'heure de pointe

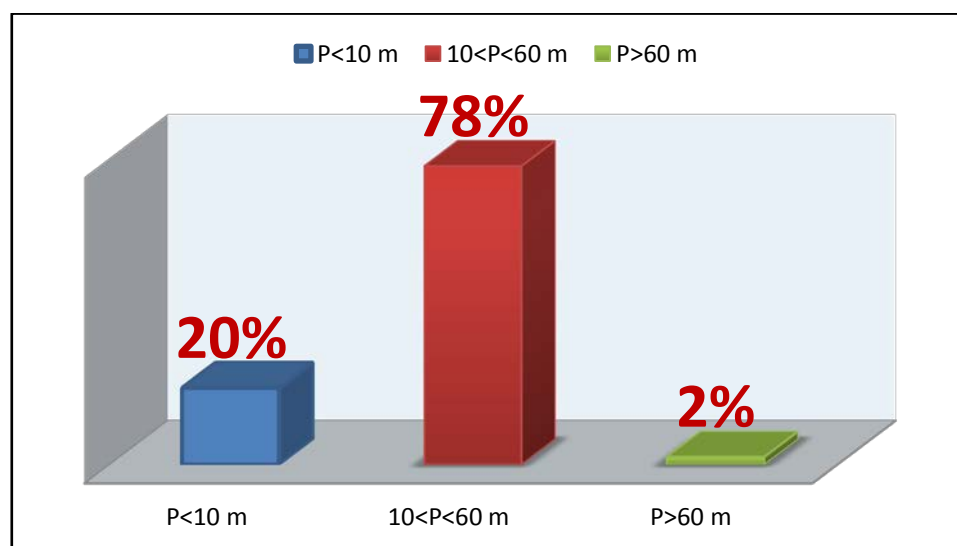


Figure IV.21 : Répartition des pressions dans les nœuds à l'heure de pointe

D'après les résultats obtenus dans la simulation, 78% des nœuds de consommation ont des pressions entre 1 et 6 bars. Cependant, de faibles pressions (< 1 bar) ont été observées chez certains abonnés situés dans les points les plus proches au point de distribution. Les pressions élevées (2%) ne dépassent pas 8 bars.

-Vitesse

La répartition des vitesses dans le réseau à l'heure de pointe est donnée dans la figure IV.22.

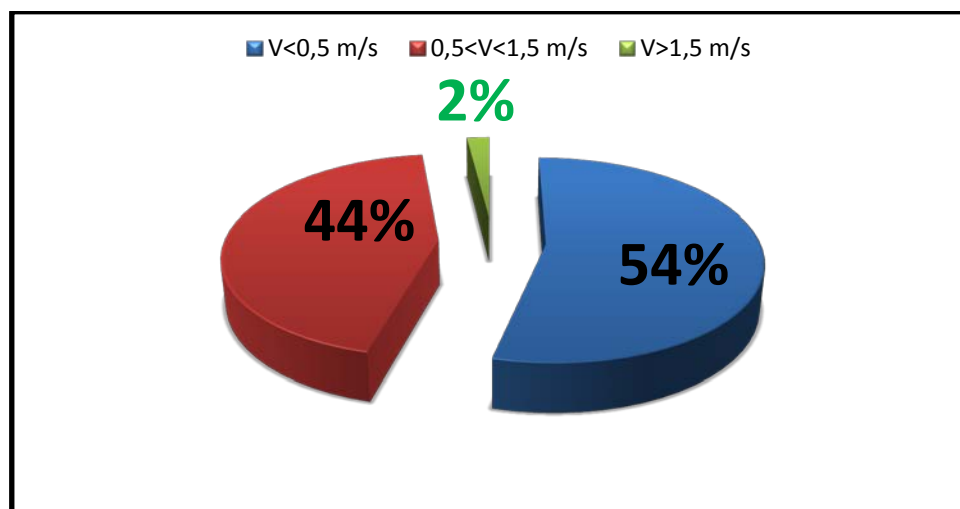


Figure IV.22 : Répartition des vitesses dans le réseau à l'heure de pointe

54% des conduites ont une vitesse inférieure à 0,5 m/s et 44% des conduites ont une vitesse qui dépasse 1,5 m/s.

IV.5.2.2 Proposition d'un réducteur de pression

Nous remarquons que dans le premier scénario, dans certains nœuds de consommation, les pressions sont supérieures à 6 bars, ces pressions élevées peuvent créer le problème de l'augmentation des fuites. Pour cette raison, nous proposons d'ajouter une vanne de réduction de pression pour régler ce problème dans la zone touchée par ce problème (Figure IV.23).

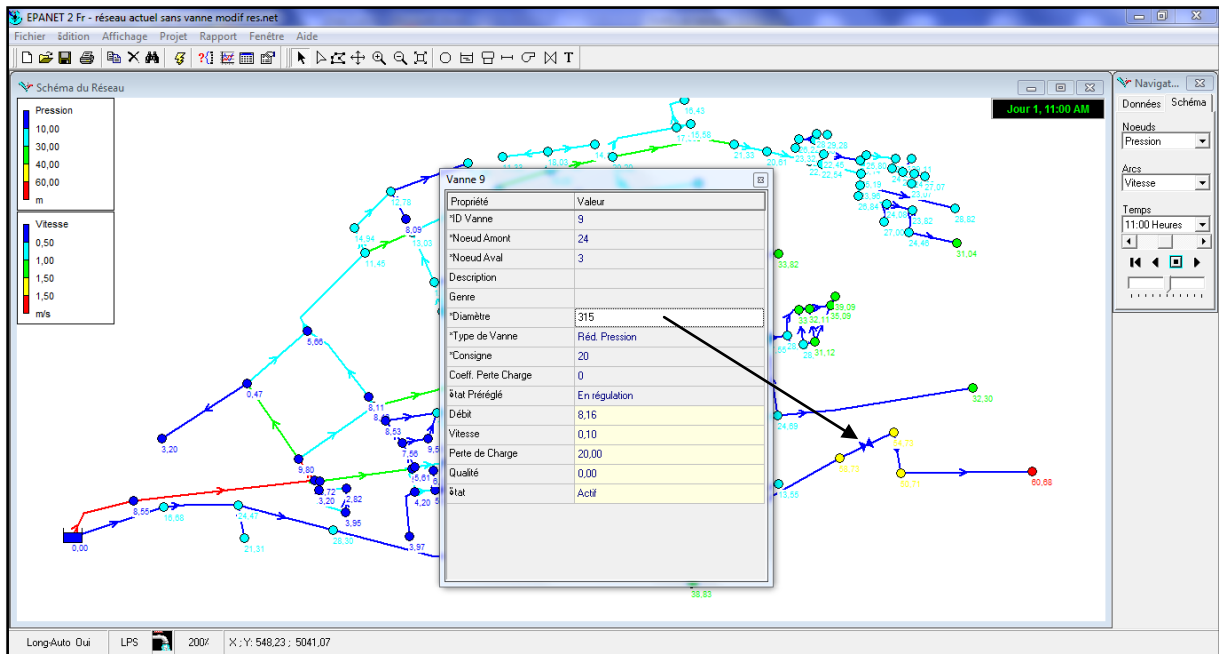


Figure IV.23: Résultat de la simulation après avoir ajouté la vanne de réduction de pression.

L'enveloppe des pressions et leur réparation dans les nœuds sont données dans les figures IV.24. Et IV.25.

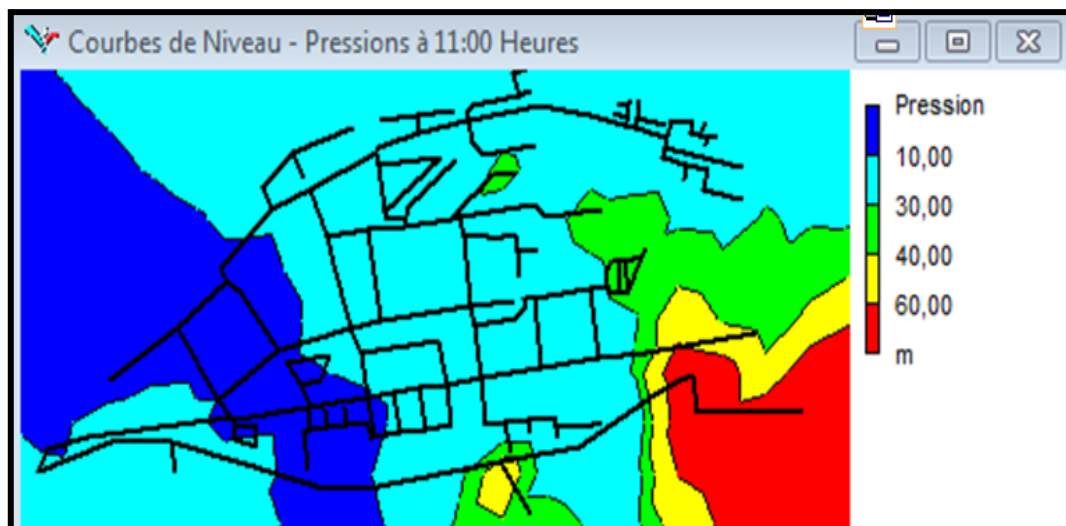


Figure IV.24 : Enveloppe des pressions à l'heure de pointe.

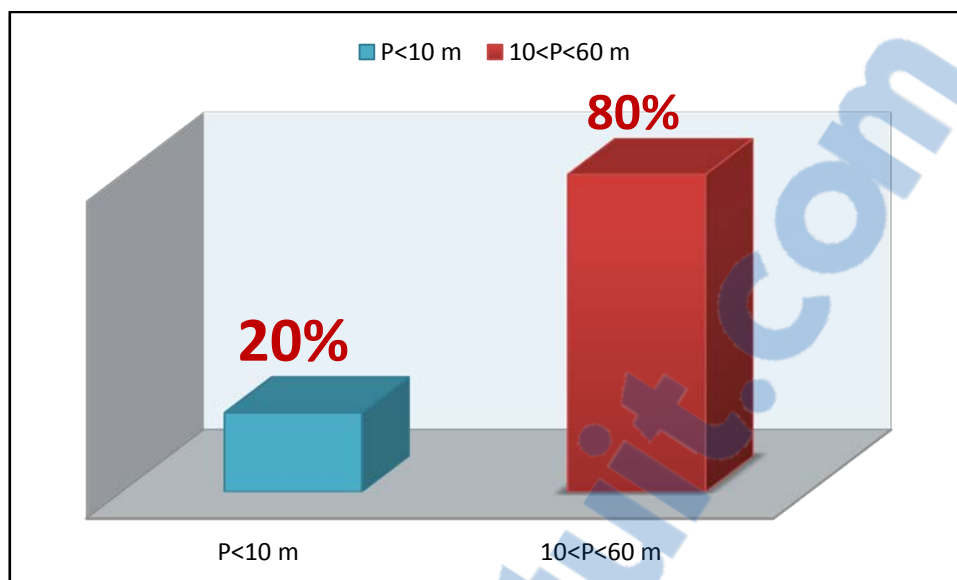


Figure IV.25 : Répartition des pressions dans le réseau à l'heure de pointe.

D'après les résultats de la simulation obtenus, 80% des nœuds de consommation ont des pressions entre 1 et 6 bars. Donc, le problème de haute pression a été résolu.

A. IV.5.3 Deuxième scénario

Un nouveau tracé a été proposé, en se basant sur les deux conduites principales, l'une traversant la route RN22 et l'autre traversant le centre-ville.

Nous avons proposé un réseau principal de longueur 41 km, c'est un réseau maillé en majoritaire. La figure IV.26 représente tracé du deuxième scénario :



Figure IV.26: Tracé du deuxième scénario sous Google Earth.

Le tableau IV.2 représente les diamètres et matériaux utilisés dans le principal réseau du deuxième scénario.

Tableau IV.2: Diamètres et matériaux utilisés dans le principal réseau du deuxième scénario.

Diamètres (mm)	Pourcentages (%)	type
63	2	PEHD
90	11	PEHD
110	8	PEHD
125	6	PEHD
160	6	PEHD
200	11	PEHD
250	26	PEHD
315	21	PEHD
400	9	PEHD

La figure IV.27 représente le lancement de la simulation pour le deuxième scenario.

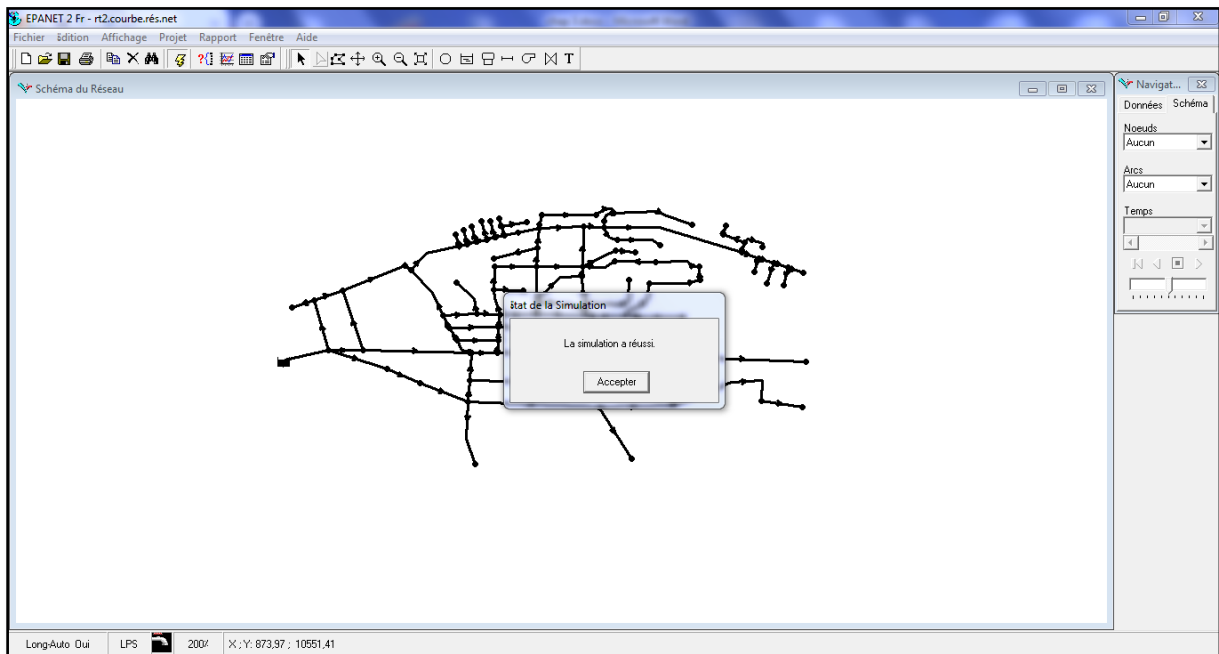


Figure IV.27: Lancement de la simulation

Les résultats de la simulation du scenario 2 sont donnés dans les sections suivantes :

IV.5.3.1 Les résultats du premier scénario

❖ A l'heure creuses

La figure IV.28 montre les résultats de la simulation obtenus à l'heure creuses

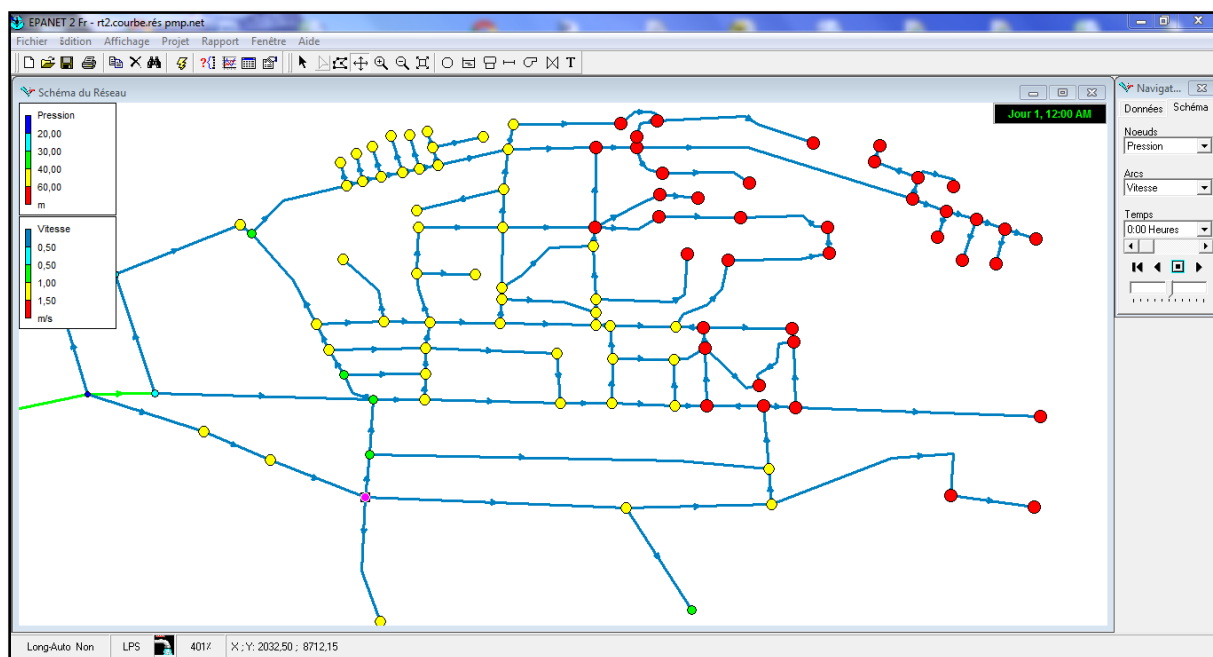


Figure IV.28: Résultat de la simulation à l'heure creuses

L'enveloppe des pressions et leur répartition dans les nœuds sont données dans les figures IV.29 et IV.30

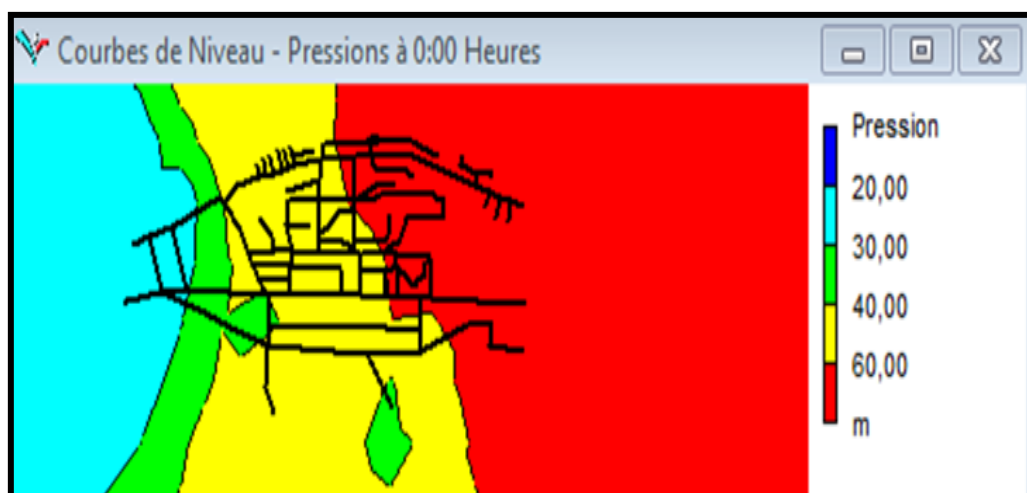


Figure IV.29 : L'enveloppe des pressions à l'heure creuses

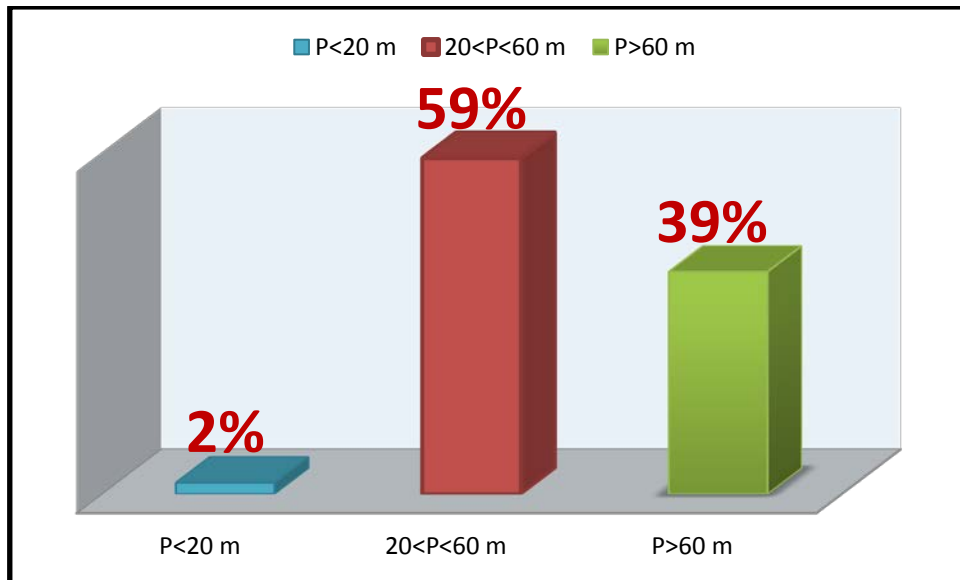


Figure IV.30: Répartition des vitesses dans le réseau à l'heure creuses

D'après les résultats obtenus dans la simulation, 59% des nœuds de consommation ont des pressions entre 2 et 6 bars. Par contre, la pression minimale approche les 2 bars et la limite maximale atteint 8 bars.

La répartition des vitesses dans le réseau à l'heure creuses est donnée dans la figure IV.31.

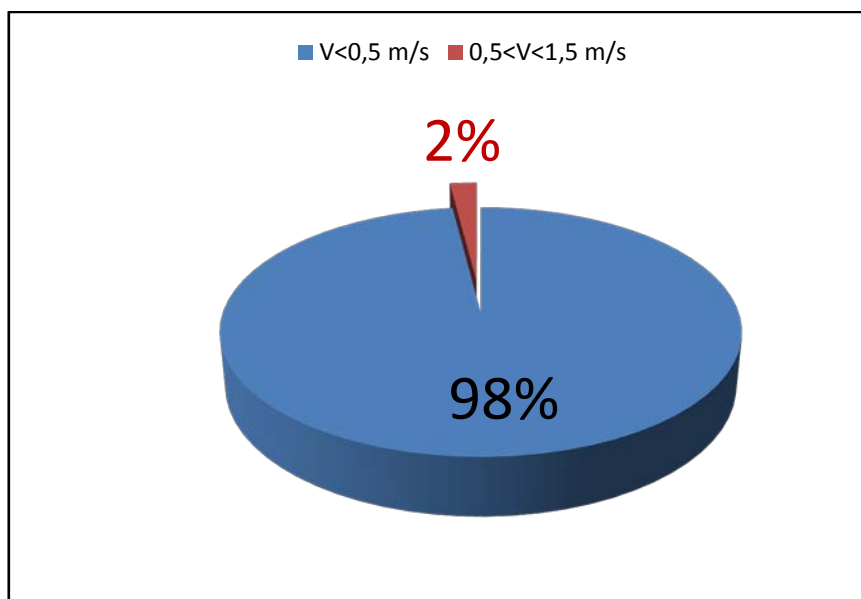


Figure IV.31 : Répartition des vitesses dans le réseau à l'heure creuses

98% des conduites ont une vitesse inférieure à 0,5 m/s et 2% des conduites ont une vitesse maximale atteint 0,8 m/s.

❖ A l'heure de pointe

La figure IV.32 montre les résultats de la simulation obtenus à l'heure de pointe

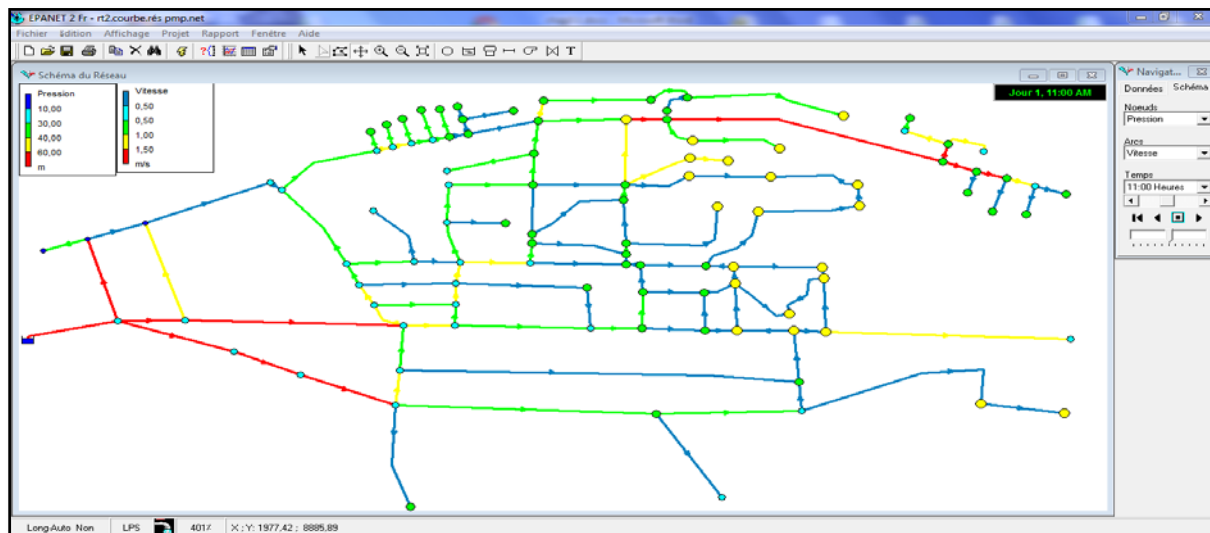


Figure IV.32: Résultat de la simulation à l'heure de pointe

L'enveloppe des pressions et leur répartition dans les nœuds sont données dans les figures IV.33. et IV.34.

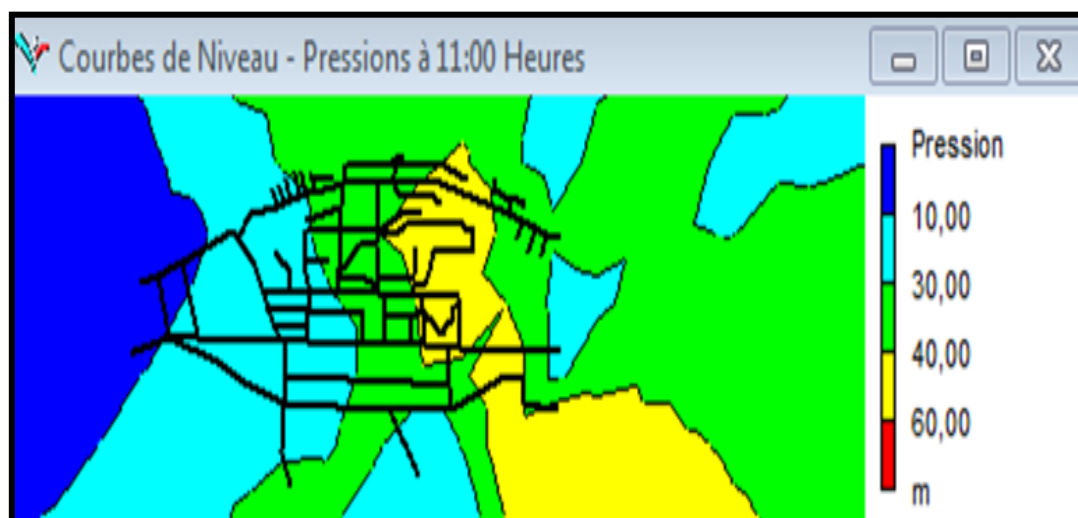


Figure IV.33 : L'enveloppe des la pression à l'heure de pointe

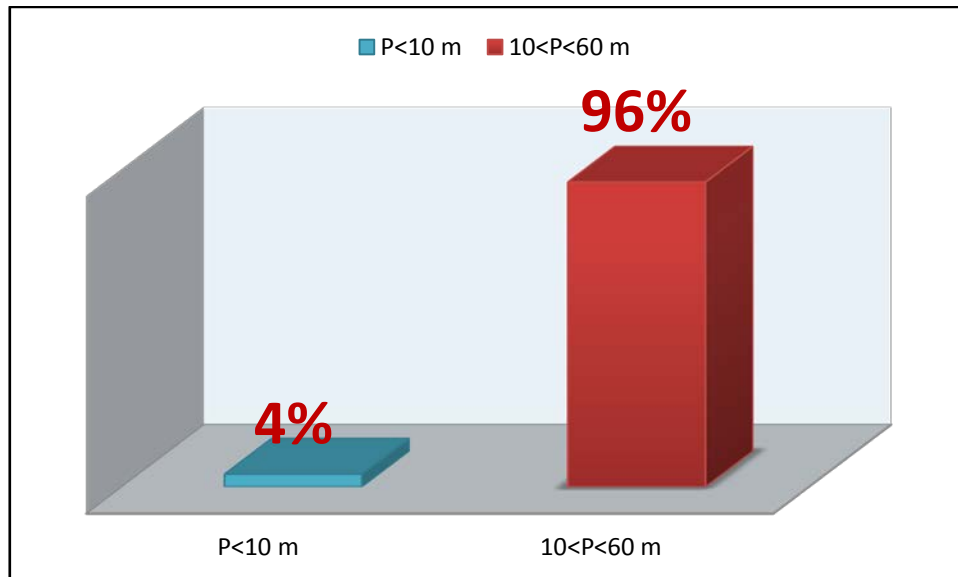


Figure VI.34 : Répartition des vitesses dans le réseau à l'heure de pointe

La pression aux différents nœuds est globalement satisfaisante en heure de pointe avec des valeurs dans les normes. Cependant, un faible pourcentage nœuds enregistrent de basse pression (pression minimale 0,2 bar), cela a été observé chez certains abonnés situés à des points plus proches du réservoir.

La répartition des vitesses dans le réseau à 11:00 heures est donnée dans la figure IV.35.

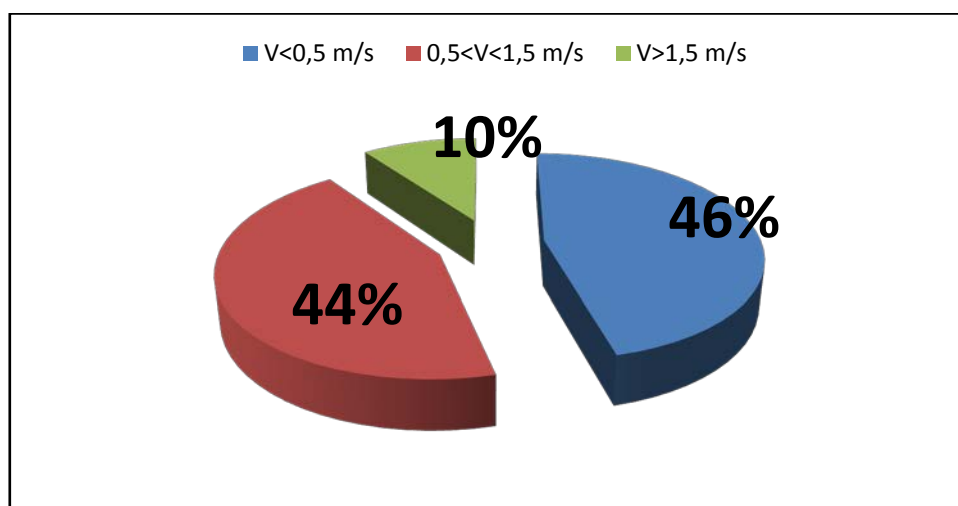


Figure IV.35 : Répartition des vitesses dans le réseau à l'heure de pointe

44% et 46% représentant des conduites avec une vitesse allant 0,5 à 1,5 m/s et des conduites avec une vitesse inférieure à 0,5 m/s et le reste 10% des canalisations ont des vitesses supérieures à 0,5 m/s. (les conduites maitresses).

IV.6 Proposition d'implantation des réservoirs

Selon ce qui a été développé dans le chapitre 3, nous avons déjà signalé que la capacité actuelle de 1800 m³ (2 x 900) est insuffisante et que la distribution de l'eau potable se fait directement à partir d'un piquage. Par conséquent, nous proposons d'ajouter un réservoir de capacité de 13 000 m³. Dans les deux scénarios, nous avons proposé d'implanter le Nouveau Réservoir (N R) à Sidi Ahmed en raison de sa hauteur, ce qui nous permet d'obtenir une distribution d'eau potable gravitaire, et le choix de placer le N R s'est fait en fonction de la construction du réseau et selon la répartition de la population.

IV.6.1 Implantation des réservoirs dans le premier scénario

Pour le premier scénario nous proposons la capacité existante (1 800 m³) va alimenter la zone industrielle et le reste des zones vont alimenter par la nouvelle capacité (13 000 m³).

La figure IV.36 représente la simulation du premier scénario à l'heure de pointe

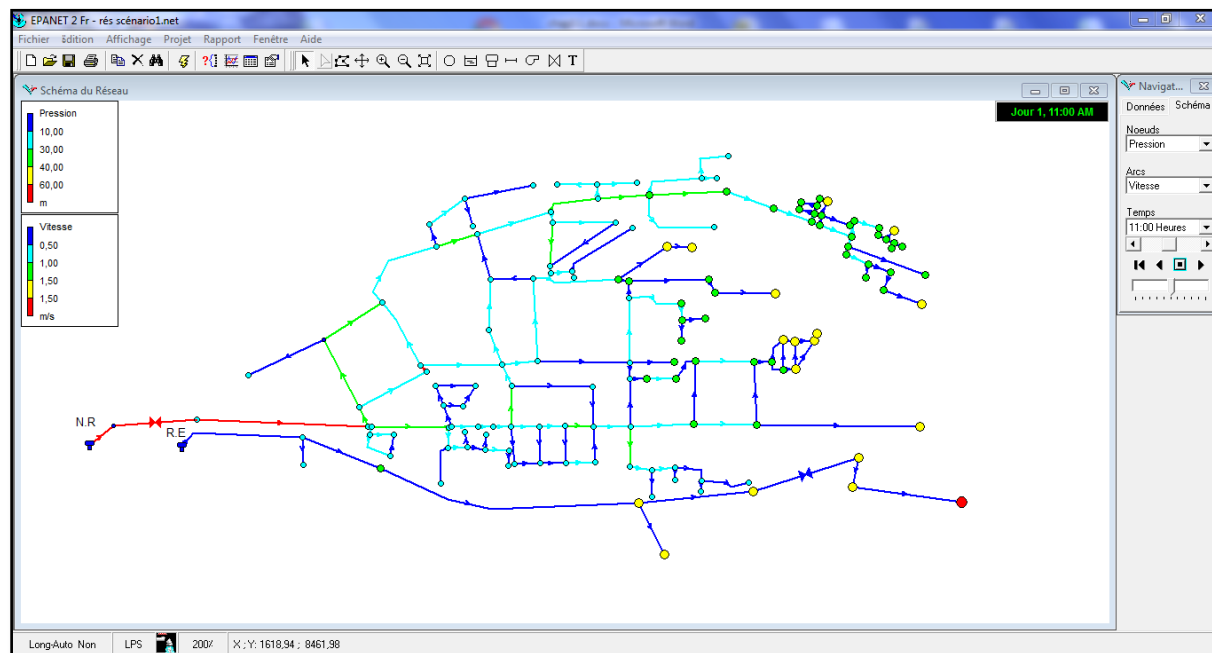


Figure IV.36 : Résultats de simulation du premier scénario à l'heure de pointe

Nous avons placé le nouveau réservoir (N.R) à l'Est de Sidi Ahmed à une côte naturelle de 288 m. Nous avons proposé deux vannes de réduction de pression dans le but de régler les pressions qui dépassent 6 bars, l'une placée sur la conduite principale qui sort du N.R et l'autre placée à la conduite de la zone industrielle. La figure IV.37 représente l'enveloppe des pressions du premier scénario à l'heure de pointe

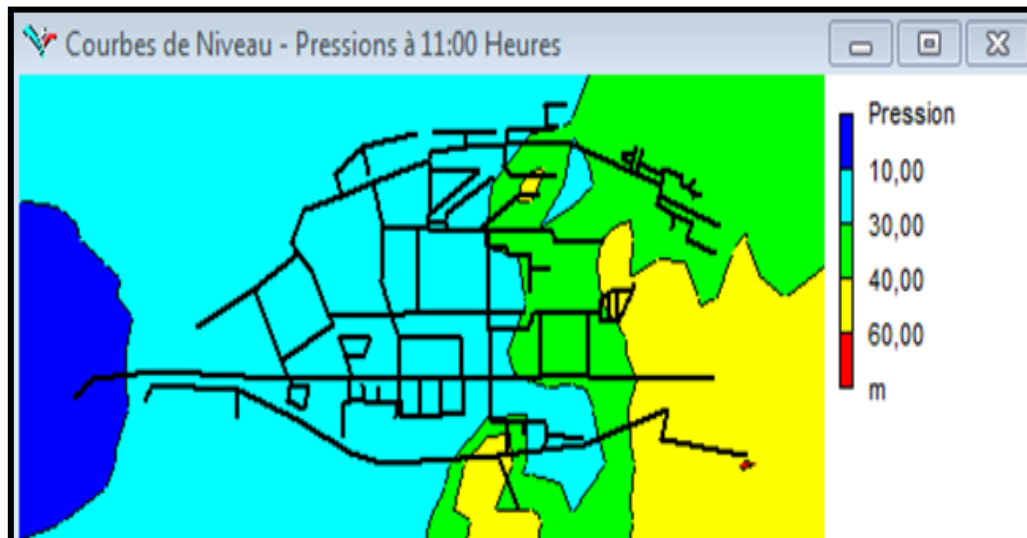


Figure IV.37 : Enveloppe des pressions à l'heure de pointe

96% des nœuds ont des pressions entre 1 et 6 bars, et 43% des conduites ont des vitesses entre 0.5 et 1.5 m/s.

IV.6.2 Implantation des réservoirs dans le deuxième scénario

Les réservoirs vont alimenter les secteurs donnés dans le tableau IV.3

Tableau IV.3: Les secteurs de distribution des réservoirs.

Réservoirs Zones	Existant (2×900)	Réservoir 13 000 m ³
Lotissement Amirouche	✓	
Bab ziara	✓	
Djamila	✓	
Nouveau Ouest	✓	
La zhun		✓
Lotfi 1 & Lotfi 2		✓
Ben Badis		✓
Centre-ville		✓
Ouled El khawen		✓
Nord-ouest		✓
Bennacer		✓
Centre ouest		✓
Les oliviers	✓	
Zone industrielle		✓

La figure IV.38 représente la simulation du deuxième scénario à l'heure de pointe.

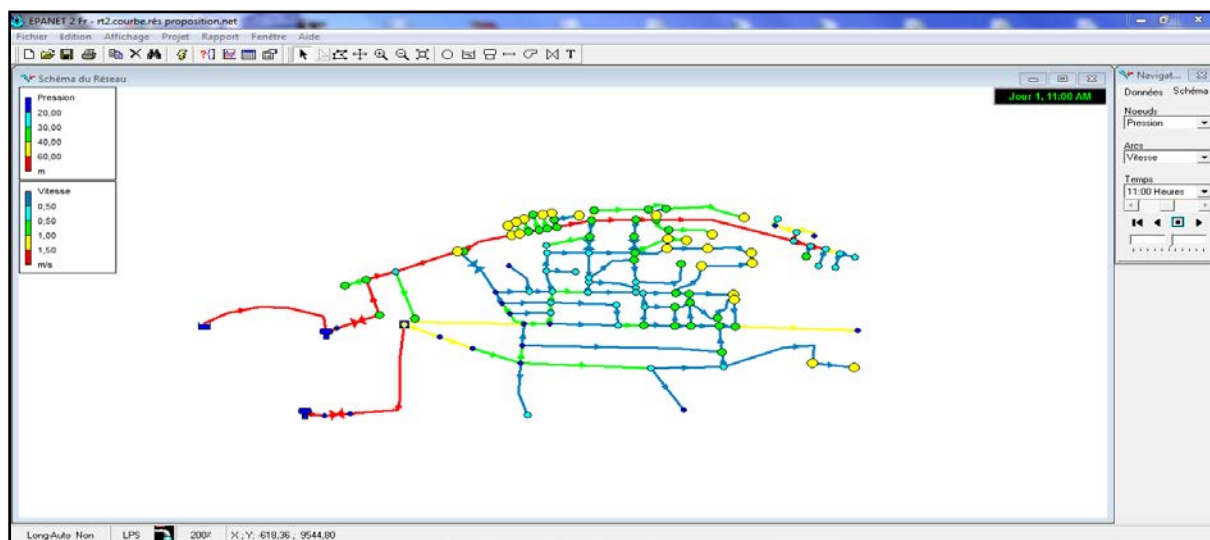


Figure IV.38 Résultats de la simulation du deuxième scénario à l'heure de pointe.

Nous avons placé le nouveau réservoir (N.R) à l'Ouest de Sidi Ahmed a une côte naturelle de 324 m. Nous avons proposé d'alimenter les zones à moyenne densité par le réservoir (2×900) et les zones à grande densité par le nouveau réservoir.

Pour séparer les secteurs de distribution nous avons utilisé des vannes posées sur quelque conduite qui nous a permis de sectoriser le réseau.

La figure IV.39 et IV.40 représentent respectivement les propriétés d'une vanne et l'enveloppe des pressions du deuxième scénario à l'heure de pointe

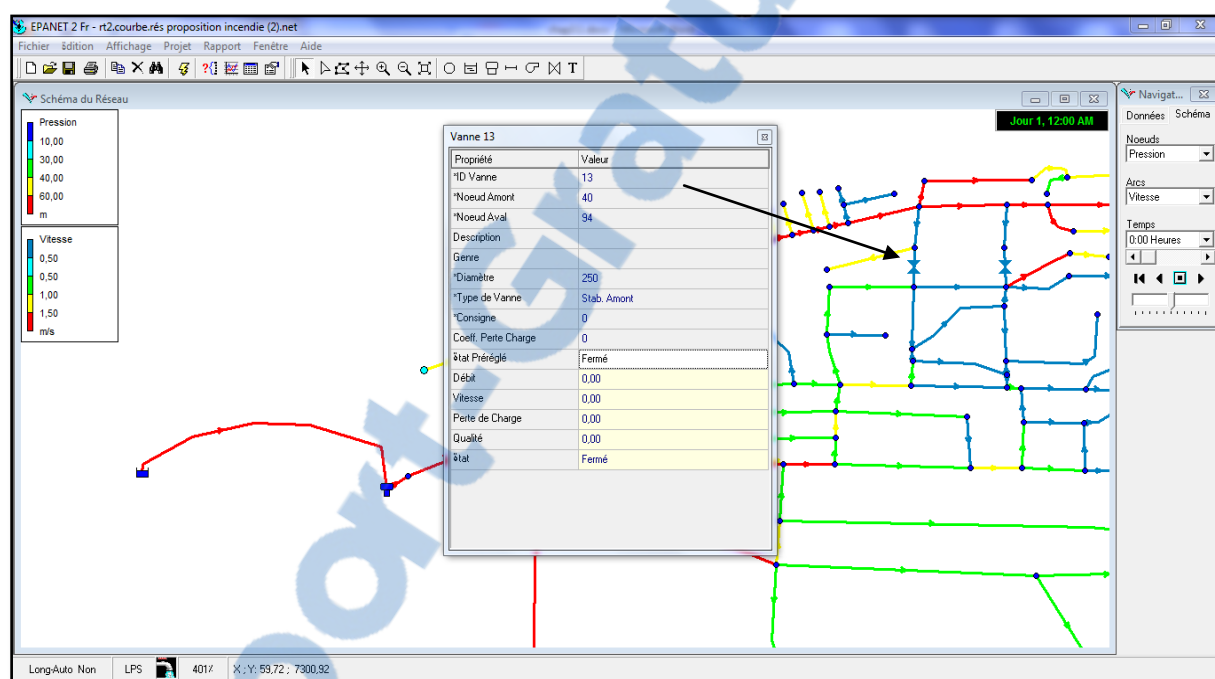


Figure IV.39: Les propriétés d'une vanne.

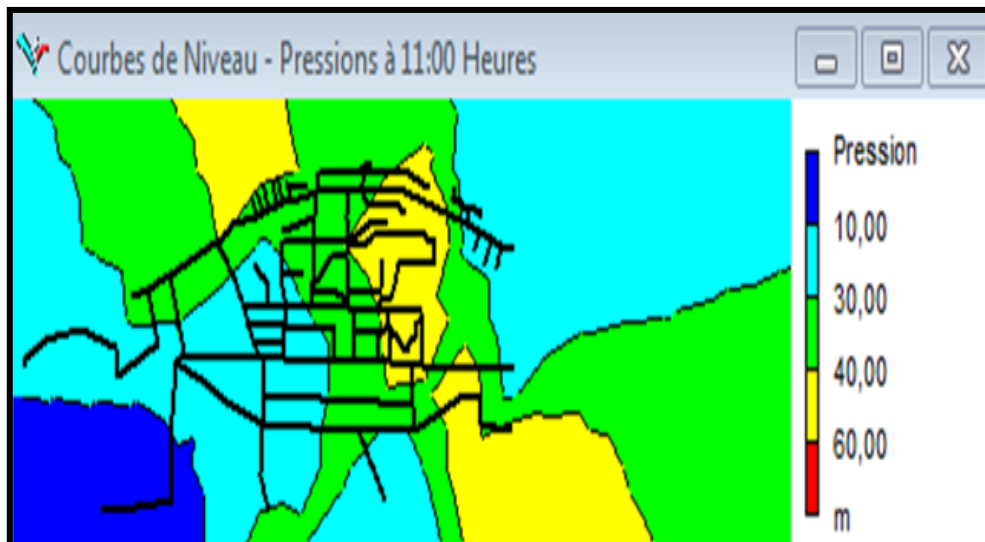


Figure IV.40 : L'enveloppe des pressions à l'heure de pointe

94% des nœuds ont des pressions entre 1et 6 bars, et 24% des conduites ont des vitesses entre 0,5 et 1,5 m/s.

IV.7 Vérification du débit d'incendie

En raison de la sécurité des personnes et des biens, les poteaux d'incendie font partie des sources d'eau fournies aux pompiers par les communes et font partie intégrante des réseaux d'alimentation en eau potable. Pour cela, nous devons vérifier que nos réseaux prennent en charge le débit d'incendie (le débit d'incendie est égale 17 l/s).

Puisque le réseau actuel a un poteau d'incendie, nous avons choisi deuxième scénario pour vérifier le débit d'incendie dans le but savoir si notre propre étude (notre proposition de réseau) permet l'implantation des poteaux d'incendie.

La figure IV.41 représente le résultat de la simulation du fonctionnement du deuxième scénario par la vérification du débit d'incendie.

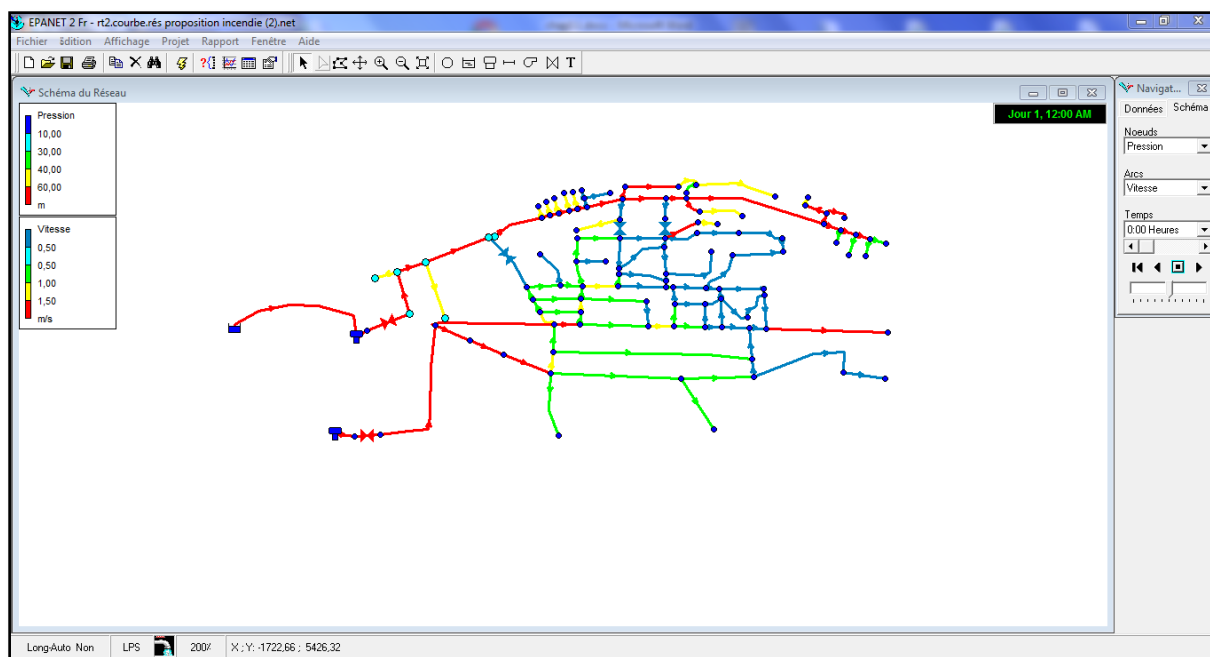


Figure IV.41 : Résultat de la simulation du fonctionnement du deuxième scénario par la vérification du débit d'incendie à l'heure creuses

La figure IV.42 représente l'enveloppe des pressions du deuxième scénario après la vérification du débit d'incendie.

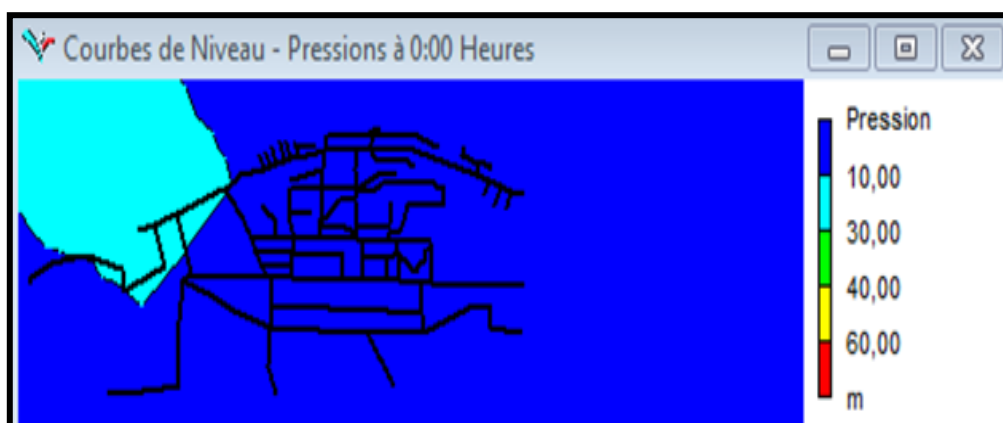


Figure IV.42 : Enveloppe des pressions du deuxième scénario après la vérification du débit d'incendie.

Nous avons remarqué que la zone la plus proche au réservoir 2×900 (les oliviers) qui supporte le débit d'incendie (contient des nœuds avec une pressions atteint 2 bars).

IV.8 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons essayé d'améliorer les paramètres hydrauliques tel que la pression et la vitesse du réseau actuel de la ville Remchi par la proposition des scénarios et d'assurer la distribution d'eau potable pour les 24h. Et pour faire ce travail nous avons été obligés de dégager les problèmes rencontrés dans ce réseau pour la proposition des changements comme changement des diamètres et matériaux.

D'après les résultats obtenus à l'aide des simulations sous Epanet, il est à noter que les pressions aux nœuds et les vitesses dans les conduites du réseau dans les deux scénarios sont acceptables. Quelques nœuds présentant des valeurs supérieures à 60 m, nécessitent des réducteurs de pression.

Nous avons encore noté que parmi les problèmes du réseau, que la distribution d'eau potable de la ville de Remchi se fait à partir d'un piquage en adduction ça fait plus de 3 ans. L'implantation d'un réservoir de stockage pour la ville, est donc indispensable, pour cette raison nous avons proposé de l'implanter

Cette proposition nécessite une étude détaillée qui peut faire l'objet d'un projet de fin d'étude.

Conclusion générale

Conclusion générale

Dans le cadre de ce projet de fin d'étude, nous avons proposé des scénarios pour le fonctionnement actuel et la réhabilitation du réseau d'alimentation en eau potable de la ville de Remchi.

Ce travail nous a permis en premier lieu d'avoir un aperçu sur l'état actuel du réseau d'AEP De la ville de Remchi en vérifiant sa performance par la méthode des indicateurs qui nous a permis de faire un diagnostic rapide sur le réseau d'AEP tels que le rendement, l'indice des pertes..... Les résultats obtenus ont montré que ce réseau est défaillant avec des pertes considérables, et s'affirme que le réseau nécessite une rénovation.

Pour faire une étude plus détaillée du réseau d'AEP, des simulations sous Epanet du fonctionnement ont été faites pour différents horizons et avec différentes configurations ayant comme finalité une meilleure compréhension de l'écoulement de l'eau dans le système de distribution. Et cela nécessite un traçage du réseau, mais à cause de manque des plans de réseau d'AEP de la zone étudiée, Google Earth a été utilisé pour tracer le réseau existant d'AEP de Remchi ainsi que les scénarios pour les configurations proposées.

En se basant sur les résultats des simulations faites pour les scénarios choisis, nous avons également effectué une réhabilitation du réseau dans laquelle nous avons projeté un réservoir dont sa capacité est de 13 000 m³ pour mieux répartir l'eau potable en heures de pointe au niveau de la ville de Remchi . Concernant le dimensionnement des conduites de distribution, notre choix a porté sur les diamètres les plus disponibles sur le marché.

En ce qui concerne les matériaux des conduites, nous avons opté pour le Poly Ethylène Hautes Densité (PEHD), pour les avantages qu'il présente, en les comparant aux autres matériaux.

Enfin, il faut signaler que le développement de ce sujet a été conditionné par plusieurs contraintes, la plus importante étant le problème de non disponibilité des données et le manque des plans

Nous souhaitons avoir répondu à l'objectif fixé pour notre projet de fin d'étude qui est d'apporter des solutions pour assurer une alimentation en eau potable en continu pour la ville de Remchi

Références bibliographie

Références Bibliographie

Références Bibliographie

A

- Abdat R & Boutemeur L.,2016 : « étude du réseau d'AEP de la ville d'Aomar, wilaya de Bouira -adduction et distribution ». Mémoire de Master en hydraulique urbaine, Université Abderrahmane MIRA de Bejaia,
- Abdelaziz A & Oulmane .,2017 : « étude du réseau d'AEP de la ville de Sidi Zerrouk Wilaya de Jijel-adduction et distribution » .Mémoire de Master en hydraulique urbaine , Université Abderrahmane MIRA de Bejaia,
- Abdelbaki C ;2014: Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution à sa gestion à l'aide d'un SIG- Cas du groupement Urbain de Tlemcen, Thèse de doctorat, 161p
- Abedeli R.,2008 : « des stratégie pour une gestion durable de l'eau de Remchi ». Mémoire d'ingénieur d'état en hydraulique urbain ,Université Abou Bekr Belkaid-tlemcen,56p
- AGHTM., 1994:<< Le renouvellement des réseaux d'eau potable>>. Documentation technique FNDAE n°10.
- Akabli A & Djoul N.,2017: « alimentation en eau potable de la commune de Tazmalt (à partir du barrage Tichi Haff ». Mémoire du Master en hydraulique urbaine, Université Abderrahmane MIRA de Bejaia, 63p
- APC Remchi, 2019, rapport technique, 2p
- Arezi.N& Doudjedid O.,2017 : « Réhabilitation d'un réseau d'AEP du chef-lieu de la commune de Bourkika, W.Tipaza ». Mémoire de Master en hydraulique urbaine, Université Abderrahmane MIRA de Bejaia,
- Arezki N& Boudjedid.,2016: « réhabilitation d'un réseau d'AEP du chef- lieu de la commune de Bourkika, W.Tipaza ». Mémoire du master en hydraulique urbaine, Université Abderrahmane Mira de Bejaia, 20

B

- Belaidi B &Azizi A.,2016 : « étude du réseau d'alimentation en eau potable de la commune d'afir (W) de Boumerdes » .Mémoire de Master en hydraulique urbaine , Université Abderrahmane MIRA de Bejaia,
- Belharrane.M & Djemai.N.,2017: « transfert des eaux à partir du barrage Douera vres la zone ouest d'Alger ». Mémoire du master, université Abou Bekr Belkaid-Tlemcen,

Références Bibliographie

- Blîndu I.,2004: « outil d'aide au diagnostic du réseau d'eau potable pour la ville de Chisinau par analyse spatiale et temporelle des dysfonctionnements hydrauliques ».Thèse doctorat, l'école nationale supérieure des mines de saint-etienne et de l'université jean monnet ,
- Bousalaa.S & Benbekhti.F.,2018: « étude diagnostic d'un réseau d'AEP à l'aide du logiciel Epanet - Cas du chef-lieu de la ville de Hennaya ». Mémoire du master, université Abou Bekr Belkaid-Tlemcen,

C

- Chemidi M &Kaddour Y. ,2016: « étude diagnostique du réseau d'AEP de m'DIG er Sidi Aissa Chetouane». Mémoire de Master en hydraulique urbaine, Université Abou Bekr Belkaid-tlemcen

D

- DINEPA .,2013: « réhabilitation/remplacement des réseaux d'eau potable ». Guide technique, direction nationale de l'eau potable et de l'assainissement,
- Direction de l'Urbanisme, de l'Architecture et de la Construction de la Wilaya de Tlemcen ,2019 rapport technique p101
- Dupont A ; Hydraulique urbaine, Tome 2, Edition Eyrolles, 1979, 484 p.

F

- François G. Brière,2006, distribution et collecte des eaux, deuxième édition, revue et corrigée,422p

G

- Guérin-Schneider L ; L'intérêt des indicateurs de performance dans la gestion des services d'eau et d'assainissement, Colloque SHF, Paris, 2002.
- Gomella C ; Guide de l'alimentation en eau dans les agglomérations urbaine et rurales Tome 1 : la distribution, Edition EYROLLES, Paris, 1985, p 227.

H

- Haidar H.,2006: « réhabilitation des réseaux d'eau potable : méthodologie d'analyse multicritère des patrimoines et des programmes de réhabilitation ». Thèse doctorat, présentée devant L'Institut National des Sciences Appliquées de Lyon, 226p

Références Bibliographie

- Hakem K& Yousfi S.,2017: « étude d'un réservoir surélevé [château d'eau] ». Mémoire du master, Université d'Adrar.
- HERVE, Jerome. « 8 techniques sans tranchée pour réhabiliter vos réseaux », 15 février 2002, Moniteur n°5125 édition, sect. Technique et chantier.
- Hugo. K ., 2016: « Etat de l'art des techniques de travaux sans tranchée » . Veille technologique Mastère Spécialisé Ingénierie et Gestion du Gaz, Mine ParisTech, 64p

M

- Messaoudi M& Mezerai K.,2015 : « Proposition et dimensionnement d'un Réseau d'Assainissement pour le quartier 125 Logements –Remchi ». Mémoire de Master en hydraulique urbaine, l'Université Abou Bekr Belkaid-tlemcen,
- Messelmi H., 2012: « dimensionnement de système d'AEP de la ville de DarChioukh ». Mémoire du diplôme d'Ingénieur d'Etat en Hydraulique, Ecole Nationale Supérieure D'hydraulique, Wilaya de Djelfa ,

S

- Salet Saroukou A.,2019: « Étude de faisabilité pour l'amélioration du système d'AEP de la ville de Kisumu ».Mémoire du master, école nationale de génie de l'eau et de l'environnement de strasbourg, 42p
- Services d'eau et d'assainissement, Colloque SHF, Paris, 2002.
- Subdivision d'hydraulique –Remchi, 2019, rapport technique,5p.Tome 1 : la distribution, Edition EYROLLES, Paris, 1985, p 227.

V

- Valiron F ; Mémento du gestionnaire de l'alimentation en eau potable et de l'assainissement, Tome 1, 2,3, Edition Lavoisier, 1994, 1268 p

Y

- Yahiaoui F.,2000: « réhabilitation des réseaux d'assainissement visitables et non visitables, mémoire d'ingénieur ». Conservatoire Nationale des Arts et Métiers École Supérieure des Géomètres et Topographes ,

Références Bibliographie

WEBO graphie:

- [1]: <http://www.wikitp.fr/reacuteparations-aep> consulté le 03/06/2019.
- [2]: <https://www.dhigroup.com/presences/emea/france/news/2018/la-qualit%C3%A9-de-1%27eau-est-elle-affect%C3%A9e-par-le-pvc-dans-les-canalisation-en-plastique-,-q->, consulté le 02/06/2019.
- [3]: <https://www.plasticpipeswelding.com/corrosion-en-reseaux-deau-potable/> consulté le 03/06/2019.
- [4]: <https://www.plasticpipeswelding.com/corrosion-en-reseaux-deau-potable/> consulté le 03/06/2019.
- [5]: <https://fr.depositphotos.com/133503548/stock-photo-construction-work-on-the-pipe.html> consulté le 05/05/2019.
- [6]:<http://www.nodigexpert.com/fr/techniques/tubes-pre-deformes-en-usine-sans-espace-annulaire/> consulté le 22/03/2019
- [7]: <http://www.agence-dae.fr/rehabilitation-des-reseaux.html> consulté le 26/03/2019
- [8]: https://fr.wikipedia.org/wiki/Google_Earth consulté le 26/05/2019

Annexes

Annexes

Annexe 1

I. Description de l'ancien réseau (ADE, 2019)

I.1 Nature de la conduite :

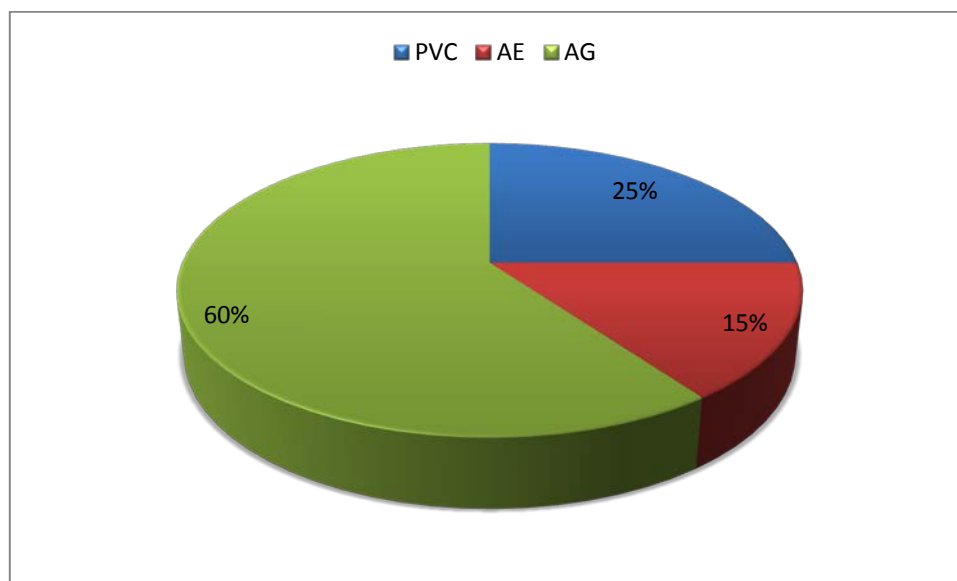


Figure I: réparation des diamètres de l'ancien réseau

I.2 Cartier ou le réseau été en PVC :

- Rue Larbi Ben Mhidi ;
- Centre Ouest ;
- Rue Fellaoucen
- Rue Frère Sidi Bounoir
- 15% de la conduite en AE.C'est les conduite de grand diamètre (gazbuc,cité Makam,sortie de reservoir)

I.3 Problème de réseau de la ville de Remchi :

- Ancienneté (depuis la période colonial comme les cartier : centre ville, Al Makam, la partie haute de la ville)
- La nature de la conduite
- La nature d'eau (eau de forage Sidi Mbarak 45°,forage houwara 45° ,forage Ben Tayaeb 37°).

Annexes

Annexe 2

Etude des indicateurs de performance des services AEP de la ville De Remchi .

Tableau 01 : Variation des pertes d'eau et les rendements de production au niveau de la ville de Remchi (ADE,2019).

Année	Volume produit (m3)	Volume distribué (m3)	Perte stockage (m3)	Perte stockage (%)	Rendement Production (%)
2012	3799187	3609229	189958	4.99996	95
2013	4104566	3899340	205226	4.99994	95
2014	13092190	12414780	677410	5.17415	95
2015	11555962	10968508	587454	5.08356	95
2016	7564941	7186694	378247	5.00000	95
2017	9590573	9205627	384946	4.01380	95
2018	9429927	8403418	1026509	10.88565	95

Annexes

Tableau 02 : Variation des pertes d'eau en distribution et les rendements primaire au niveau de la ville de Remchi (ADE,2019).

Année	Volume distribué (m3)	Volume facturé (m3)	Perte distribution (m3)	Perte distribution (%)	Rendement primaire (%)
2012	3609229	2001507	1607722	44.544749	55.455251
2013	3899340	2769317	1130023	28.979853	71.020147
2014	12414780	3586770	8828010	71.1088718	28.8911282
2015	10968508	5671457	5297051	48.2932683	51.7067317
2016	7186694	4524228	2662466	37.0471597	62.9528403
2017	9205627	5656522	3549105	38.5536477	61.4463523
2018	8403418	5375350	3028068	36.0337663	63.9662337

Annexes

Tableau 03 : Les fuites enregistrées et les fuites réparées dans le réseau d'AEP de Remchi .

(ADE,2019)

année	fuites enregistrées			total	fuites réparées			total
	adduction	distribution	Branchement		adduction	Distribution	Branchement	
2012	1	341	250	608	17	308	243	568
2013	25	537	533	1095	25	516	522	1063
2014	7	439	331	777	7	430	323	760
2015	4	419	347	770	4	402	335	741
2016	8	810	501	1319	8	794	499	1301
2017	25	1070	447	1542	25	1049	445	1519
2018	96	1241	317	1654	96	1216	317	1629

Annexes

Tableau 04 : Variation de l'indice linéaire des pertes d'eau en distribution au niveau de la ville de Remchi . (ADE, 2019)

Année	Longueur réseau Distribution (Km)	Longueur réseau adduction (Km)	Perte distribution (m3)	ILP (m3/km/h)
2012	75	47	1607722	2.4
2013	75	47	1130023	1.7
2014	75	47	8828010	13.4
2015	75	47	5297051	8.1
2016	75	47	2662466	4.1
2017	75	47	3549105	5.4
2018	75	47	3028068	4.6

Annexes

Tableau 05: La variation de l'indice linéaire de réparation au niveau de la ville de Remchi (ADE, 2019).

Année	Nombre de réparation annuel	linéaire (km)	indice linéaire de réparation (rep/an /km)
2012	308	75	4
2013	516	75	7
2014	430	75	6
2015	402	75	5
2016	794	75	11
2017	1049	75	14
2018	1216	75	16

Annexes

Annexe 3

Tableau 06 : Gamme de production (tube PE pour adduction en eau potable) (ADE,2019).

Diamètre nominal (mm)	Epaisseur nominale (mm)				
	PN 06	PN10	PN16	PN20	PN25
110	4.2	6.6	10.0	12.3	15.1
125	4.8	7.4	11.4	14.0	17.1
160	6.2	9.5	14.6	17.9	21.9
200	7.7	11.9	18.2	22.4	27.4
250	9.6	14.8	22.	27.9	34.2
315	12.1	18.7	28.6	35.2	13.1
400	15.3	23.7	63.3	/	/
500	19.1	29.7	45.4	/	/
630	24.1	37.4	57.2	/	/
800	30.6	47.4	/	/	/

Annexes

Annexe 4

Situation des requêtes technico-commerciales. (ADE,2019) :

Libelle du motif	Type de réclamation	En cours début/péri	Requêtes reçus	traitées	Dont			En cours fin période	Dont délai dépassé
					Favorable	Défavorable	En instance		
Au signalement d'une fuite		0	1925	1920	1920	0	0	5	0
A la vérification de votre compteur		0	258	258	131	127	0	0	0
Totaux		0	2183	2178	2051	127	0	5	0

Annexe 5

Croquis commune Remchi. (ADE,2019) :

