

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة أبي بكر بلقايد - تلمسان

Université Aboubakr Belkaïd – Tlemcen –

Faculté de TECHNOLOGIE



MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du **diplôme de MASTER**

En : HYDRAULIQUE

Spécialité : HYDRAULIQUE URBAINE.

Par : MEDJAHDI HANANE

&

MEDJDOUB FEDOUA

Sujet

Etude de la sectorisation du réseau d'AEP de l'agglomération de Chteibo - Oran

Soutenu publiquement, Juin 2019,

Devant le jury composé de :

**Benmansour Abdelhalim
Boukli Hacène Chérifa
Brachmi Nabil
Bentalha Chakib
Rouissat Bouchrit
Benadda Lotfi**

**Président
Encadreur
Encadreur
Examineur
Examineur
Examineur**

Promotion 2018/2019

Remerciements

'Nous remercions, Dieu pour le modeste savoir qu'il nous a permis d'acquérir'

Tous nos plus vifs remerciements à :

*Mme **Boukfi Hacène Chérifa**, d'avoir accepté d'encadrer et de diriger ce travail, pour ses recommandations mesurées, ses précieux conseils et pour ses qualités humaines et scientifiques toujours en toute modestie, ainsi qu'à Mr **Brachmi Nabil** pour l'intérêt constant qu'il a apporté à ce travail, autant que ses conseils et encouragements et pour ses bonnes explications qui nous ont éclairées le chemin de la recherche et sa collaboration dans l'accomplissement de ce modeste travail.*

*Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements à Mr **Benmansour Abdelhalim** qui a accepté de présider le jury et qui a voulu nous faire l'honneur d'assister à notre soutenance, aussi aux membres du jury: Mr **Rouissat Bouchrit**, Mr **Benadda Lotfi** et Mr **Bentalha Chakib** qui ont accepté la charge de consulter ce mémoire et de l'enrichir par leurs propositions ainsi que pour leurs remarques constructives et leurs encouragements, On les remercie chaleureusement avec toute notre gratitude pour leur participation au jury.*

De plus, Nos remerciements vont au corps professoral et administratif de la Faculté de Technologie _Université Abou Bakr Belkaid_ pour la richesse et la qualité de leur enseignement et qui déploient de grands efforts pour assurer à leurs étudiants une formation actualisée.

Nos remerciements s'étendent également à tout le personnel du bâtiment technologique de la SEOR d'Oran, spécialement Mlle ZERROUKI FATIMA, Mme OUAÏ FATIMA et Mr TITAFI FAYCEL. Merci à eux pour leurs conseils, leurs disponibilités, leurs compétences et leurs bonnes humeurs.

Enfin nous remercions toute personne qui nous a aidée et soutenue, de près ou de loin, pour l'aboutissement de ce travail.

Dédicaces

C'est avec sincères mots, que je dédie ce travail à tous ceux qui me sont chers.

A mon défunt père Mohammed

Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime et le dévouement que j'ai toujours eu pour toi.

J'aurais tant aimé que tu sois présent.

A ma très chère Mère,

Affable, honorable, aimable : Tu représentes pour moi le symbole de la bonté par excellence.

A ma très chère sœur et son mari,

Veillez accepter l'expression de ma profonde gratitude et énorme respect pour votre soutien et encouragement, avec tous mes souhaits de bonheur et de santé.

A mes frères,

A toute ma famille sans exception,

A toutes mes amies,

En souvenir de notre sincère et profonde amitié.

A toutes les personnes qui ont participé à l'élaboration de ce travail et à tous ceux que j'ai omis de citer.

'Hanane'

Dédicaces

C'est avec profonde gratitude, que je dédie ce travail de fin d'étude à :

A mon cher père.

L'école de mon enfance qui ma inculquer le sens de la responsabilité.

A ma chère Mère.

Pour tous les encouragements ainsi que pour leur soutien qui m'a permis de mener à terme ce travail.

A mes chères sœurs Fatima, Nouria, Nerdjessse' La plus belle créature que Dieu a créée sur terre', et mon cher frère Aymen que dieu les préserve.

A toute ma famille et tous mes proches.

A tous mes amis.

Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce projet soit possible, je vous dis merci.

'Fedoua'

Résumé; Le réseau d'eau potable a pour fonction de base de livrer de façon continue une eau de bonne qualité avec une quantité suffisante à une pression adéquate. Cette continuité nécessite une sectorisation des réseaux d'eau qui permet d'optimiser le rendement, c'est à dire de diminuer les pertes dues aux fuites ou aux usages anormaux. Elle consiste à analyser sur chacune des portions d'un réseau (les secteurs) les débits d'entrée et de sortie, et à déceler les écarts injustifiés entre «ce qui rentre» et «ce qui sort». C'est dans ce sens que s'inscrit ce travail réalisé à la SEOR, qui vise à sectoriser le réseau d'alimentation en eau potable de l'agglomération de Chteibo, sur la demande de l'entreprise. Ce travail a permis de régler les problèmes de pression au niveau de cette agglomération en proposant cinq secteurs de distribution en se basant sur la base de données du réseau sous SIG et du modèle hydraulique Mike Urban. Pour compléter cette étude une estimation financière a été faite. Les résultats sont prometteurs.

Mots Clés :

Sectorisation, SIG, Modélisation, Mike Urban, Chteibo.

ملخص

تتمتع شبكة مياه الشرب بالوظيفة الأساسية المتمثلة في توفير مياه جيدة النوعية باستمرار بكمية كافية وبضغط كافٍ. تتطلب هذه الاستمرارية تجزئة شبكات المياه التي تعمل على تحسين الإنتاجية، أي تقليل الخسائر الناتجة عن التسرب أو الاستخدام المفرط. وهذه التجزئة تسعى إلى تحليل التدفقات الداخلة والخارجة على كل جزء من الشبكة (القطاعات) واكتشاف الاختلافات غير المبررة بين "ما يأتي" و "ما يخرج". وبهذا المعنى، يتم تنفيذ هذا العمل لدى SEOR، والذي يهدف إلى تقسيم شبكة إمدادات مياه الشرب في تكتل شطيبو، بناءً على طلب الشركة. ساعد هذا العمل في حل مشكلات الضغط في هذا التكتل من خلال اقتراح خمسة قطاعات توزيع تعتمد على شبكة نظام المعلومات الجغرافية ونموذج المحاكاة Mike Urban. لاستكمال هذه الدراسة تم إجراء تقدير مالي والنتائج واعدة.

Abstract; the water supply network have the basic function to deliver continuously a good water quality with a sufficient quantity at an adequate pressure. This continuity requires a sectorization of water networks that optimizes yield that is to say to reduce losses due to leakage or abnormal use. It consists in analyzing the input and output flows on each part of a network (the sectors) and detecting unjustified differences between "what comes in" and "what comes out". It is in this sense that this work is developed at SEOR, which aims to sectorise the water supply network of the Chteibo agglomeration, at the request of the company. This work helped to solve the pressure problems in this agglomeration by proposing five distribution sectors based on the SIG network and the Mike Urban hydraulic model. To complete this study a financial estimate has been made. The results are promising.

Table des matières

I.1 Contexte géographique	1
I.1.1 Localisation géographique de la région d'étude	1
I.1.2 Configuration topographie de la zone d'étude	2
I.2 Recensement des équipements administratifs.....	3
I.3 Information technique	4
I.3.1 Mode d'alimentation en eau potable de la wilaya d'Oran	4
I.3.2 Mode d'alimentation en eau potable de Chteibo.....	5
I.4 Composantes commerciales de la zone d'étude.....	7
I.5 Linéaire et Matériau de réseau	9
I.6 Situation de l'exploitation de la zone de Chteibo	11
II.1 Pourquoi devons-nous faire appel à la sectorisation des réseaux d'eau potable	13
II.2 Les principaux indicateurs de gestion des réseaux	14
II.2.1 Les volumes	14
II.2.2 Les pertes	15
II.3 Les indicateurs de performances Français	16
II.3.1 Le rendement	17
II.3.2 Indice linéaire de pertes en réseau (ILP).....	17
II.4 Les indicateurs de performances International (IWA)	18
II.4.1 Unavoidable Annual Real Losses (UARL).....	18
II.5 Les outils nécessaires à la sectorisation d'un réseau d'AEP	22
II.5.1 La cartographie et SIG	23
II.5.2 La Modélisation	26
II.5.2.1 Généralités.....	26

II.5.2.2 Les logiciels de simulation hydraulique	27
II.5.2.3 Les étapes utilisées pour la modélisation du réseau	28
II.6 Définition de la sectorisation	30
III.1 Diagnostic du réseau existant	32
III.1.1 Conditions de simulation initiale	35
III.1.2 Simulation 1: Etat Actuel	38
III.3 Reconfiguration du réseau	41
III.4 Sectorisation de la zone d'étude (Simulation 2).....	42
III.4.1 Premier secteur	46
III.4.2 Le deuxième secteur	49
III.4.3 Le troisième secteur	51
III.4.4 Le quatrième secteur.....	53
III.4.5 Le cinquième secteur	55
IV. 1 Chambre de sectorisation	59
IV.2 Les équipements d'une chambre de sectorisation.....	61
IV.2.1 Stabilisateur d'écoulement	61
a. Type S-3D du calibre 50 à 200 mm	61
b. Type RJ-1 du calibre 150 à 500 mm	61
IV.2.2 Filtre	64
A. Filtre à tamis PAM	64
B. Filtre à tamis Sensus type WP-Dynamic.....	65
C. Filtre à accès latéral Hawle type 9911.....	66
IV.2.3 Joints de démontage	67
IV.2.4 Compteurs d'eau	68
A. Compteur Sensus type WP-Dynamic classe B DN 40 – 400	68
B. Compteur Sensus type MeiStream classe B DN 40 – 150	69
IV.2.5 Les vannes	70

A. Vannes à opercule.....	70
IV.3 Dimensionnement de la chambre	71
IV.4 Consistance des travaux	72
IV.4 .1 Génie civil	72
A. Démolition et terrassement.....	73
B. Travaux génie civil	74
C. Travaux annexes	75
IV.5 Devis estimatif et quantitatif du projet.....	76
IV.6 Fiche Technique du Projet	81

Liste des Figures

Figure I.1 : Situation géographique de la zone Chteibo (Ex Nedjma) et évolution de l'occupation des sols.	3
Figure I.2 : Extrait du MNT en 2D de Chteibo.	4
Figure I.3: Système d'alimentation en eau potable de la wilaya d'Oran.	6
Figure I.4: Schéma synoptique de l'ancien système d'alimentation.	7
Figure I. 5: Schéma synoptique du mode d'alimentation de Chteibo à partir de l'aval MAO. .	8
Figure I.6 : Les diamètres utilisés dans le réseau.	11
Figure I.7: Les matériaux utilisés dans le réseau.	11
Figure I.8: Situation du réseau de Chteibo par IWA.	12
Figure II.1 : Classification des pertes.	17
Figure II.2: Evaluation de UARL.	21
Figure II.3: Caractérisation de secteurs et signes le plus probables.	22
Figure II.4: Affichage journalier du rapport entre le Q nocturne et l'URAL au niveau du service de supervision.	23
Figure II.5 : Plan général du réseau d'AEP de chteibo.	25
Figure II.6: Plan du réseau d'AEP de Chteibo avec configuration en réseaux primaire, secondaire et tertiaire.	26
Figure II.7: MNT du secteur d'El braya.	27
Figure II.8: Différents composantes d'un réseau d'AEP.	29
Figure II.9: Courbe de modulation sur Epanet.	30
Figure III.1: Organisation du déroulement de l'étude et de l'implantation de la Sectorisation.	33
Figure III.2: Matérialisation du réseau d'AEP sous Mapinfo.	35
Figure III.3 : Organigramme descriptif des étapes de travail.	36
Figure III.4 : Exemple de préparation des données cartographique en vue d'une simulation.	38
Figure III.5: Paramétrage de la courbe de modulation de la zone de Chteibo sur Mike Urban.	39
Figure III.6 : Résultats de simulation pour la répartition des pressions à minuit.	40
Figure III.7: Résultats de la pression de Chteibo à l'heure de pointe avant la sectorisation	41
Figure III.8: Résultat de la vitesse à l'heure de pointe.	42
Figure III.9 : Interventions sur réseau de Chteibo.	43

Figure III.10: Alimentation de chaque secteur par sa propre conduite.	44
Figure III.11: Découpage en secteurs.....	44
Figure III.12: Résultats de la pression à minuit après sectorisation.....	45
Figure III.13: Résultats de la pression à l'heure de pointe après sectorisation du réseau.....	46
Figure III.14 : Résultats de la vitesse à l'heure de pointe après sectorisation	47
Figure III.15: Alimentation secteur 01	48
Figure III.16 : Réseau d'AEP du secteur 01.....	48
Figure III.17 : Résultat de la pression pour le secteur 01.....	49
Figure III.18 : Alimentation secteur 02.....	50
Figure III.19 : Réseau d'AEP du secteur 02.....	50
Figure III.20 : Résultat de la pression pour le secteur 02.....	51
Figure III.21: Réseau d'AEP du secteur 03.....	52
Figure III.22: Alimentation secteur 03	52
Figure III.23 : Résultat de la pression sur le secteur 03	53
Figure III.24: Réseau d'AEP du secteur 04.....	54
Figure III.25 : Alimentation secteur 04.....	54
Figure III.26 : Résultat de la pression sur le secteur 04	55
Figure III.27 : Alimentation secteur de Hassi Lebyoud.	56
Figure III.28 : Réseau d'AEP du secteur de Hassi Lebyoud.....	56
Figure III.29 : Résultat de la pression sur le secteur Hassi Lebyoud.	57
Figure IV. 1: Schéma descriptif d'une chambre de sectorisation.....	60
Figure IV.2: Types de stabilisateurs.....	62
Figure IV.3: Caractéristiques dimensionnelles de stabilisateur d'écoulement.	63
Figure IV.4: Caractéristiques dimensionnelles de stabilisateur d'écoulement Type RJ-1..	64
Figure IV.5: Caractéristiques dimensionnelles de filtre.....	65
Figure IV.6: Caractéristiques dimensionnelles de Filtre à tamis Sensus.	66
Figure IV.7: Caractéristiques dimensionnelles de Filtre à accès latéral Hawle.	67
Figure IV.8: Caractéristiques dimensionnelles de Joint de démontage.	68
Figure IV.9: Caractéristiques dimensionnelles de Compteur Sensus type WP-Dynamic...	69
Figure IV.10: Compteur d'eau.	70
Figure IV.11: Caractéristiques dimensionnelles de vanne à opercule.....	71
Figure IV.12: Démolition et terrassement.....	73
Figure IV.13: Coupe horizontale et transversale de la chambre de sectorisation.	74
Figure IV.14: Etapes des Travaux génie civil.	75

Figure IV.15: Etapes de travaux annexes	76
---	----

Liste des Tableaux

Tableau I.1 : Infrastructures publiques de Chteibo.	4
Tableau I. 2: Composition urbaine.	9
Tableau I. 3: Différents diamètres, linéaires et matériaux utilisés dans le réseau de Chteibo.	10
Tableau I.4: Résultat de l'analyse IWA du T4-2018.	13
Tableau II.1: Classification des volumes.	16
Tableau III.1: Résultats de pression du 1er secteur.....	49
Tableau III.2: Résultats de pression du 2ème secteur.	51
Tableau III.3: Résultats de pression du 3ème secteur.	53
Tableau III.4: Résultats de pression du 4ème secteur.	55
Tableau III.5: Résultats de pression du 5 ^{ème} secteur.	57
Tableau VI.1: Longueur totale des chambres.....	72
Tableau VI.2: Devis quantitatif et estimatif du projet.....	77

LISTE DES ABREVIATIONS

ABREVIATIONS	SIGNIFICATIONS
AEP	Alimentation en Eau Potable.
CAO	Conception Assisté par Ordinateur.
DAO	Dessin Assisté par Ordinateur.
DN	Diamètre Normalisé.
ENC	Eau Non Comptabilisée.
F	Fonte ductile.
ILP	Indice Linéaire de Perte.
IWA	International Water Association (Association internationale de l'eau).
MAO	Mostaghanem-Arzew-Oran.
mce	mètre colonne d'eau.
MNS	Modèle Numérique de Surface.
MNT	Modèle Numérique de Terrain.
PEHD	Polyéthylène Haute Densité.
SDEM	Station de Dessalement d'Eau de Mer.
SEOR	Société de l'Eau et de l'Assainissement d'ORan.
SIG	Système d'Information Géographique.
T4	Trimestre 4.
TC	Tronc Commun.
TVA	Taxe sur les Valeur Ajoutée.
UARL	Unavoidable Annual Real Losses (pertes réelles annuelles incompressibles).
UTM	Universal Transverse Mercator (transverse universelle de Mercator).

Introduction Générale

INTRODUCTION GENERALE

Les préoccupations des gestionnaires de réseau d'eau potable sont variées et de différents degrés relatifs aux facteurs géographique, politique ou économique du pays.

En effet, une région peut souffrir d'un manque de ressource et ses gestionnaires seront beaucoup plus préoccupés par une gestion optimale de cette ressource en adoptant des politiques très orienté sur la recherche de fuites, le gaspillage et les vols d'eau, tandis que dans d'autres régions les ressources en eau sont abondantes, mais la politique des gestionnaires est très rigoureuse en matière de dépenses publique et donc ils mettent en place tout un ensemble de procédures, de normalisation et de modes de gestion réglementé nécessaires à la justification technique d'une réhabilitation ou d'un développement de réseau (Brachmi, 2017).

C'est dans cette optique, que la Société de gestion des eaux potables et d'assainissement d'Oran (SEOR) fait appel à de nouvelles méthodes de gestion basées sur la modélisation et la sectorisation afin de gérer de manière optimale les infrastructures de son système de distribution ainsi que les ressources qui y sont étroitement liées. Et c'est dans ce sens que s'inscrit aussi ce travail qui consiste à améliorer la situation du réseau d'AEP de Chteibo par le découpage de ce dernier en plusieurs secteurs hydrauliques à l'aide du système géographique Arcgis et du modelé du calcul Mike Urban.

La sectorisation est faite dans le souci d'optimiser le fonctionnement de la localité de Chteibo. Le travail présenté s'articule comme suit :

- **Le chapitre I :** Il a consisté à présenter la zone de Chteibo, les ressources en eau alimentant cette zone, ainsi que l'état actuel du réseau pour assurer une vision générale et acquérir une vraie compréhension de problème de ce secteur.
- **En Chapitre II :** une étude bibliographique définie un ensemble de notions fondamentaux dans le but de Comprendre le fonctionnement du réseau, Montrer les outils nécessaires à une telle gestion 'cartographie et SIG, modélisation et sectorisation',
Et de décrire d'une manière générale les indices de performances relatifs à la gestion des réseaux d'AEP pour la réduction des pertes d'eau.

- Une sectorisation est mise en place, dans **le chapitre III** qui représente l'esprit de ce projet de fin d'étude parce qu'il définit les étapes d'une simulation hydraulique en se basant sur le résultat final de la modélisation du fonctionnement du réseau en état actuel et future dont ce résultat final étant une sectorisation du réseau d'AEP considéré.
- Ainsi que **le chapitre IV** : une description du projet de sectorisation en termes de travaux de génie civil et d'équipement hydraulique et une évaluation de son couts financier.

Chapitre : I

Description de la zone d'étude

Il est important de définir en premier lieu la zone à étudier soit la zone de Chteibo (Ex Nedjma). Ce sera donc l'objet de ce premier chapitre qui donnera un bref historique de cette zone ainsi qu'un descriptif de sa configuration administratif, géographique et technique.

I.1 CONTEXTE GEOGRAPHIQUE

I.1.1 Localisation géographique de la région d'étude

A l'origine cette zone été constitué de très peu d'habitations et d'un regroupement de petites industries et de dépôts à usage multiples, ce n'est qu'après l'indépendance qu'un embryon d'habitation à commencer à se former pour constituer à ce jour une zone d'habitation de près de 52355 habitants (Figure I.1), cette saturation de la zone étant principalement due aux exodes provoqués par la décennie noire (Brachmi, 2017).

Administrativement Chteibo est un quartier de la commune de Sidi El Chahmi daïra d'Es Senia wilaya d'Oran limité au Nord par la commune de Bir El Djir, au Sud par El Braya, à l'Est par Boufatis et à l'ouest par la commune d'Es Senia.

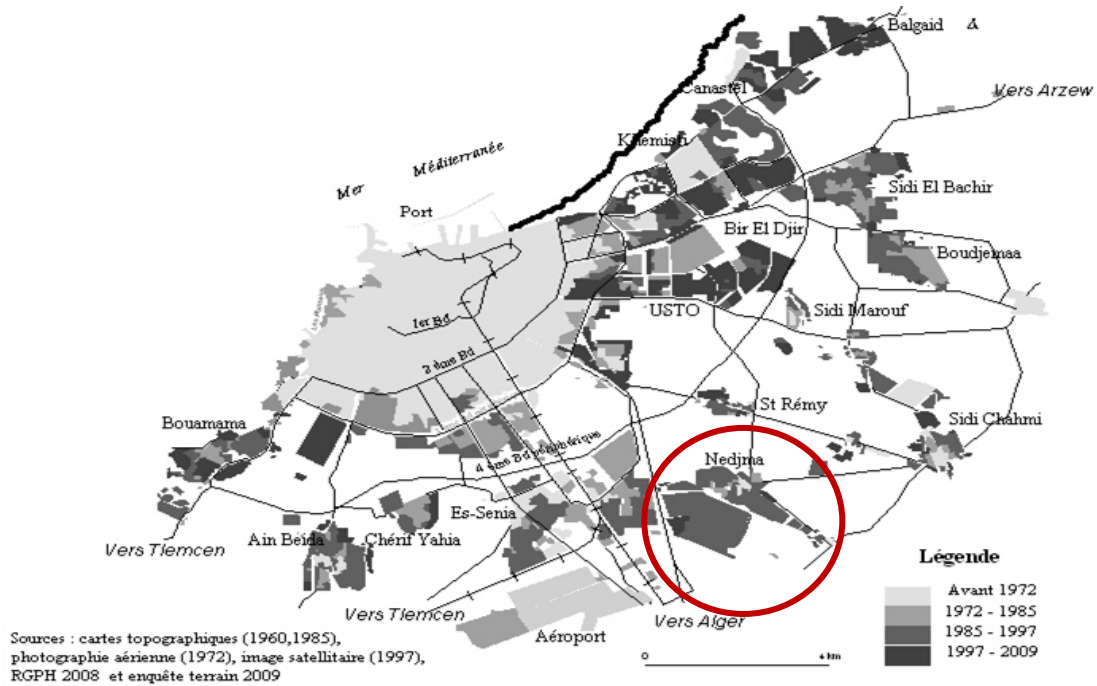


Figure I.1 : Situation géographique de la zone Chteibo (Ex Nedjma) et évolution de l'occupation des sols (SEOR, 2019).

Elle se situe au Sud-Ouest de la commune de Sid El Chahmi limité par :

- Le quartier d'Amir Abd El kader (Saint Remy) au Nord,
- El Fersen au Sud,
- Hassi El Biod, Bouamama à Est,
- La zone industrielle Es Senia à l'Ouest. (SEOR, 2019)

I.1.2 Configuration topographie de la zone d'étude

Chteibo est caractérisé par un terrain plat avec des altitudes comprises entre le 88 à 92m, (Figure I. 2), la cote de réservoir d'alimentation (Balgaid 4 x75000 m³) est de 259,23m.

Ce dernier se situe très loin par rapport au quartier et la conduite DN 400 qui le dessert et alimente 4 autres piquages.

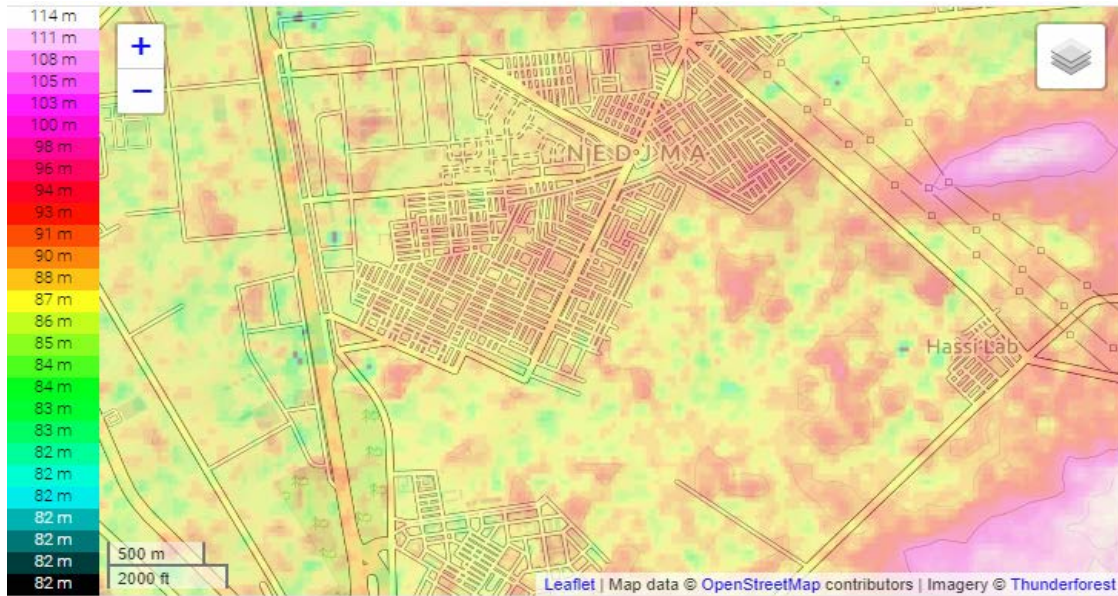


Figure I.2 : Extrait du MNT en 2D de Chteibo. [1]

I.2 Recensement des équipements administratifs

Chteibo à un nombre d'abonnés importants environ le 10471 abonnés (équivalent à 52355 habitants), son linéaire de réseau est de 86,231879 Km avec 5842 branchements.

Les infrastructures publiques étant réparties comme l'indique le tableau I.1 :

Tableau I.1 : Infrastructures publiques de Chteibo (SEOR.2019).

Nom	Nombre de structure
APC	3
CEM	5
Centre de formation	1
Ecole	14
Gendarmerie	1
Hôpital	3
Lycée	1
Marché	1
Mosquée	13
Poste	1
SONALGAZ	1
Station de service	1
Sureté Nationale	2
Terrain de sport	3

I.3 Information technique

I.3.1 Mode d'alimentation en eau potable de la wilaya d'Oran

Le relief de la wilaya d'Oran présente un avantage dans la gestion de l'eau à savoir un système étagé car elle se situe entre deux montagnes :

- Une montagne à l'Est de Bir el Djir (Belgaid), coté de Gdyel.
- Une montagne à l'Ouest qui s'appelle montagne Merdjadjou, coté de Ain Turck.

La Wilaya d'Oran est alimenté par deux système de production (Figure I.3), le premier est à l'Est soit la SDEM de Maktaa avec une capacité de production de 500.000 m³ et un débit moyen de 14.815m³/h pour la Wilaya d'Oran et le transfert Mostaganem-Arzew-Oran 'MAO' pour l'alimentation du reste de la Wilaya à partir du réservoir Belgaid 4x75.000 m³.

Le deuxième à l'Ouest à partir de la SDEM de Chatt El Hillal-Ain Témouchant jusqu'au réservoir 2*50.000 m³ Ain Beida à partir de la conduite Tafna 1600 mm.

La pluparts des réservoirs sont soit sur le versant Est le cas du grand réservoir d'Oran Belgaid 4*75000 m³ c'est-à-dire la montagne de Bir El Djir soit sur le versant Ouest la montagne Merdjadjou et la ville d'Oran reste entre ces deux montagnes.

Ainsi la SEOR grâce à cette configuration topographique peut balancer l'eau destinée à la distribution d'un versant à un autre en utilisant les deux siphons qui sont gérés par la production.

Ces deux siphons nous permettent de prendre l'eau de l'est vers l'ouest et de l'ouest vers l'est : ce sont les grands transferts des zones urbaines de la Wilaya d'Oran.

Vu que la forte production avec le Maktaa et le MAO est à l'Est donc ils ont plus de tendance à faire circuler l'eau de l'Est vers l'Ouest.



Figure I.3: Système d'alimentation en eau potable de la wilaya d'Oran (Boughazi, 2018).

I.3.2 Mode d'alimentation en eau potable de Chteibo

Chteibo possède deux modes d'alimentations :

- L'ancien mode (avant la mise en service du MAO et de l'aval MAO) : ce système permettait d'alimenter toute la commune de Sidi Chahmi à partir du 1^{er} Siphon (Figure I. 4), grâce un de ses piquage que l'on nomme le TC Sidi Maarouf, soit Sidi Maarouf, Sidi Chahmi, Saint Remy et Chteibo ;
- L'importance des besoins en eau de cette zone ne cessant d'augmenter, un renforcement de cette alimentation a été réalisé à partir du réservoir de Canastel 10.000 m³ via le réservoir de Bir El Djir 5.000 m³ et cela toujours en transitant par le TC Sidi Maarouf ;
- Enfin la mise en service du MAO et de l'aval MAO a permis de soulager tous le système Ouest (1^{er} Siphon) et d'alimenter toute la commune de Sidi Chahmi et de ses agglomérations secondaire en H24.

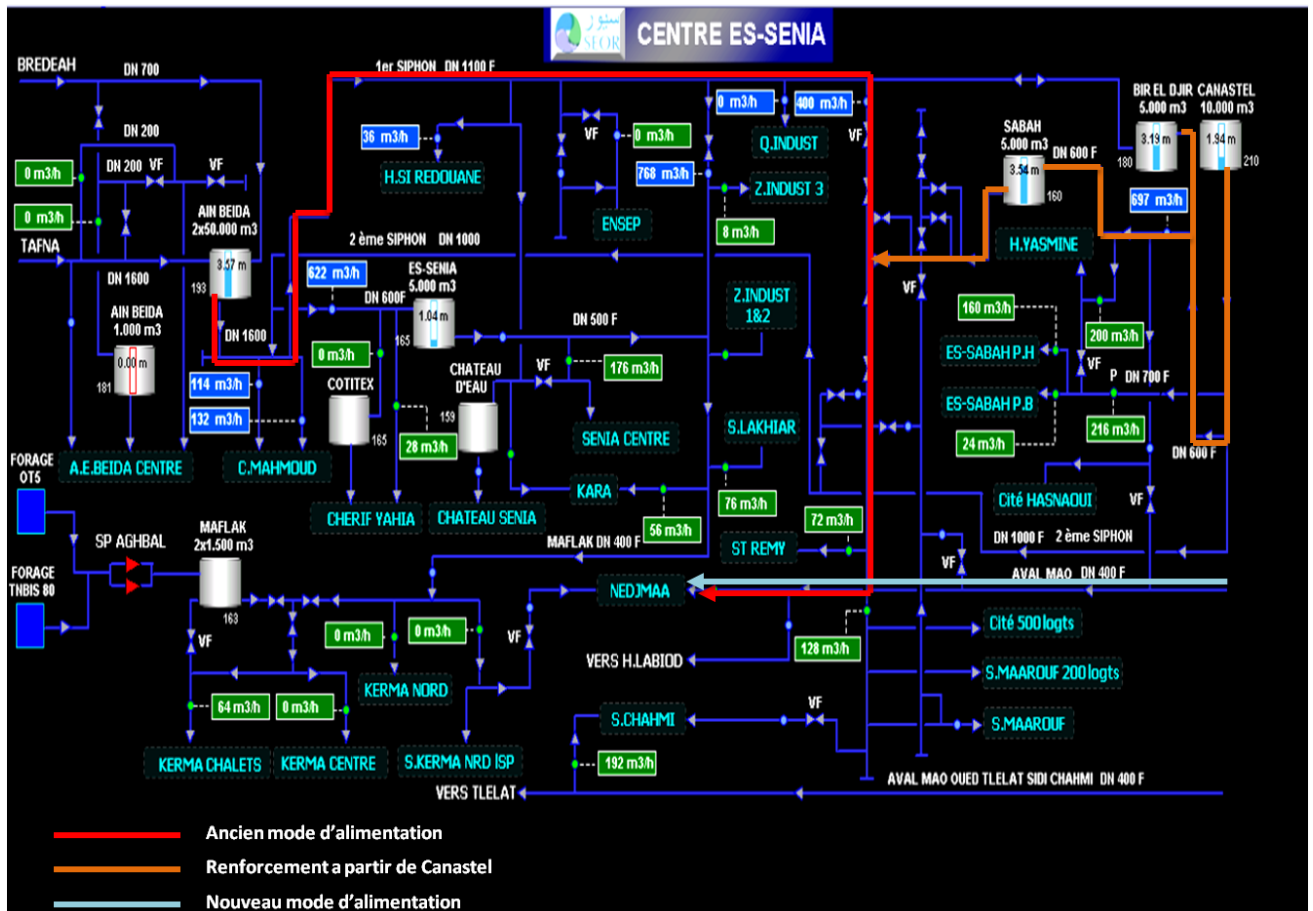


Figure I.4: Schéma synoptique de l'ancien système d'alimentation (SEOR, 2019).

Chteibo est alimenté par le nouveau système de l'aval-MAO (Figure I. 5) à partir d'un grand réservoir principal de la wilaya d'Oran Belgaid $4 \times 75.000 \text{ m}^3$.

Cette alimentation est une alimentation gravitaire à partir d'un piquage sur la conduite Belgaid-Es Senia au niveau de l'entrée de Chteibo avec un diamètre de 200 mm et un débit de $300 \text{ m}^3/\text{h}$.

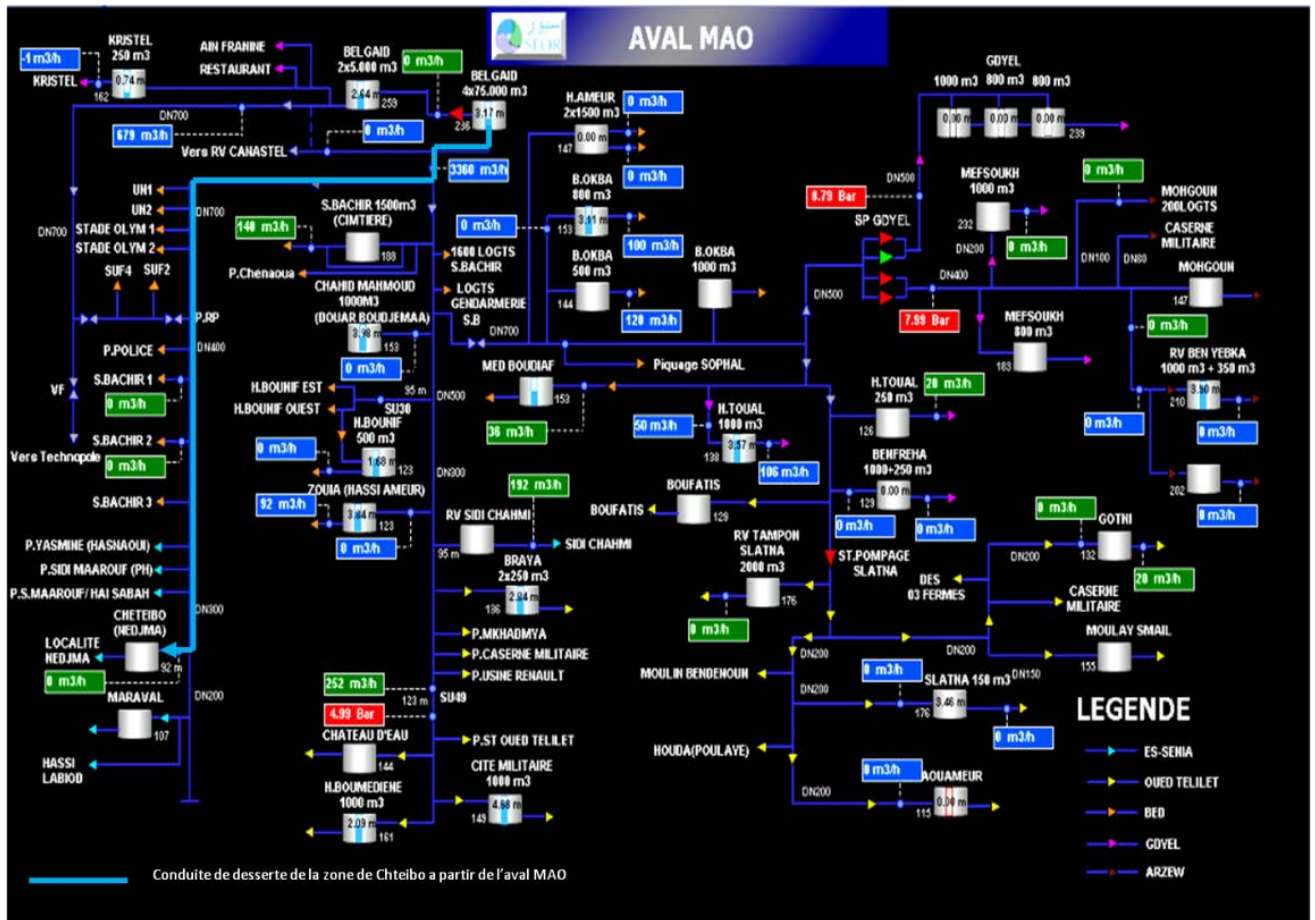


Figure I. 5: Schéma synoptique du mode d'alimentation de Chteibo à partir de l'aval MAO (SEOR, 2019).

I.4 Composantes commerciales de la zone d'étude

Un projet de sectorisation nécessite l'étude des composantes commerciales et urbaines.

Une zone à haute densité urbaine ne sera pas sectorisée de la même manière qu'un quartier résidentiel ou une zone industrielle puisque une zone à haute densité urbaine est caractérisée par une demande importante sur un linéaire de réseau plus ou moins réduit ainsi qu'une consommation nocturne qui peut être importante et ne pas refléter le débit de fuite nocturne à l'inverse des quartier résidentiel.

Ainsi à partir du fichier commercial nous avons pu élaborer le tableau I. 2 qui décrit la répartition des abonnés (les nœuds de demandes) par rue :

Tableau I. 2: Composition urbaine (SEOR, 2019).

	<i>Lotissement</i>	<i>Nombre de lotissement</i>	<i>Hab/lot</i>	<i>Population actuelle</i>
<i>Chteibo</i>	CHEMIN DE WILAYA (BOUAMAMA)	1	5	5
	CITE 1520 TAIBI ARBI (SIDI MAAROUF)	1	5	5
	CITE 48 LOGTS (NEDJMA)	56	5	280
	CITE 64 LOGEMENTS (NEDJMA)	94	5	470
	CITE EL MOUALIMINE (NEDJMA)	27	5	135
	COOPT ANCIEN MOUDJAHIDINE (NEDJMA)	127	5	635
	CITE 500 LOGTS (NEDJMA)	719	5	3595
	HAI NEDJMA (NEDJMA)	82	5	410
	100 LOGTS NEDJMA (NEDJMA)	239	5	1195
	105 HAI NOUR (SIDI MAAROUF)	1	5	5
	132 LOTS (NEDJMA)	262	5	1310
	174 LOTS (SIDI CHAMI)	2	5	10
	1ERE TRANCHE (NEDJMA)	321	5	1605
	261 LOGEMENTS (NEDJMA)	527	5	2635
	2EME TRANCHE (NEDJMA)	299	5	1495
	301 LOGEMENTS (NEDJMA)	542	5	2710
	332 LOGTS (NEDJMA)	405	5	2025
	344 LOGTS (SIDI MAAROUF)	3	5	15
	3EME TRANCHE (NEDJMA)	885	5	4425
	418 LOGEMENTS (NEDJMA)	533	5	2665
	4EME TRANCHE (NEDJMA)	465	5	2325
	5 EME TRANCHE (NEDJMA)	326	5	1630
	6EME TRANCHE (NEDJMA)	1539	5	7695
	7EME TRANCHE (NEDJMA)	1957	5	9785
87 LOTS (SAINT REMY)	1	5	5	
HAI LABIOD (HASSI LABIOD)	530	5	2650	
KALAMIS (SIDI MAAROUF)	1	5	5	
ZONE INDUSTRIELLE (NEDJMA)	26	5	130	
<i>Chteibo kerma</i>	CITE AMEL (KERMA)	302	5	1510
	CITE AMEL 1 (KERMA)	1	5	5
	CITÉ 70 LOGTS (KERMA)	89	5	445
	105 HASSI LEBIOD (KERMA)	108	5	540
	Total	10471		52355

I.5 Linéaire et Matériau de réseau

La compréhension du réseau de la zone d'étude ne peut se faire sans une analyse statistique des différents matériaux, diamètre et longueur des composantes de ce réseau.

Ces informations permettent un premier aperçu sur l'âge et l'état de ce réseau.

Ainsi notre étude des composantes du réseau de la zone de Chteibo se résume par le tableau I. 3) :

Tableau I. 3: Différents diamètres, linéaires et matériaux utilisés dans le réseau de Chteibo (SIG.SEOR.2019).

	Diamètre (mm)	Linéaire (m)	Type de matériaux
Distribution	63	28054,5	PEHD
	90	21456,5	PEHD
	110	22216	PEHD
	150	18,8	Fonte Ductile
	160	8860	PEHD
	200	3507,5	PEHD
	250	495,7	PEHD
	300	14,2	PEHD
	315	1228,8	PEHD
	400	380	Fonte Ductile
Total		86231,879 m	

Les différents diamètres et type de matériaux sont aussi exprimés en pourcentage par rapport au linéaire de réseau dans des cercles de relativité (Figure I. 6 et I. 7) :

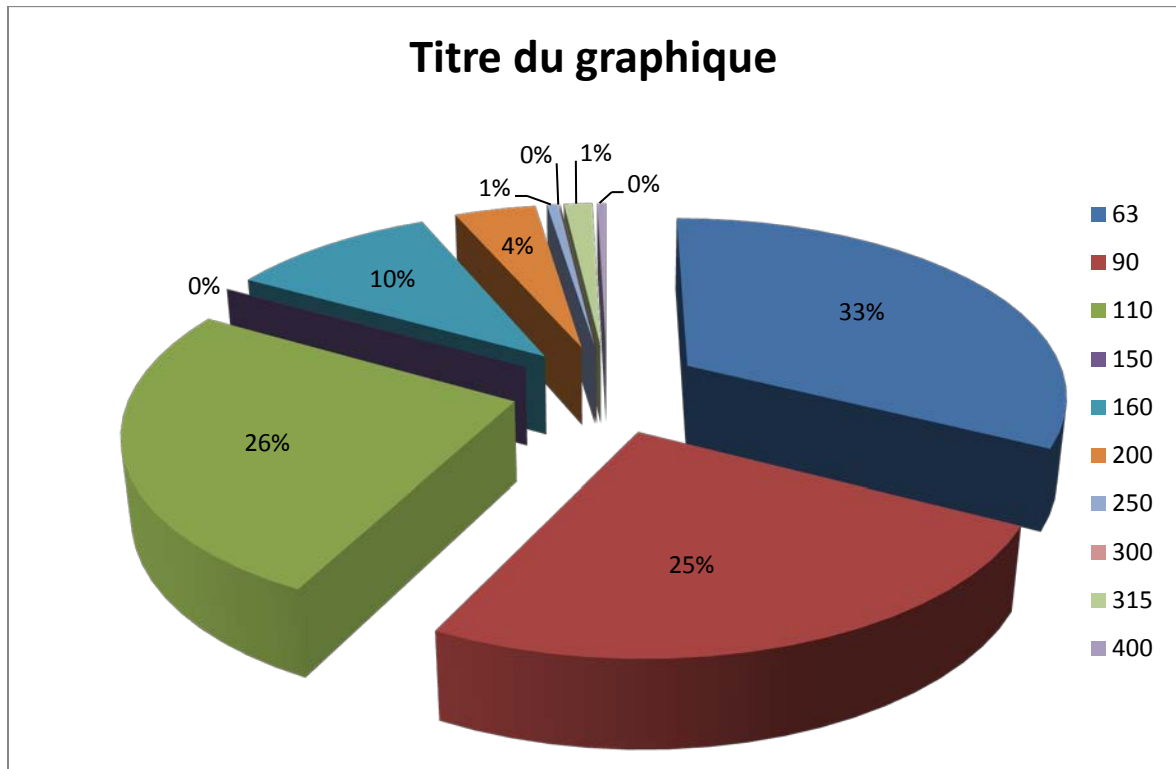


Figure I.6 : Les diamètres utilisés dans le réseau.

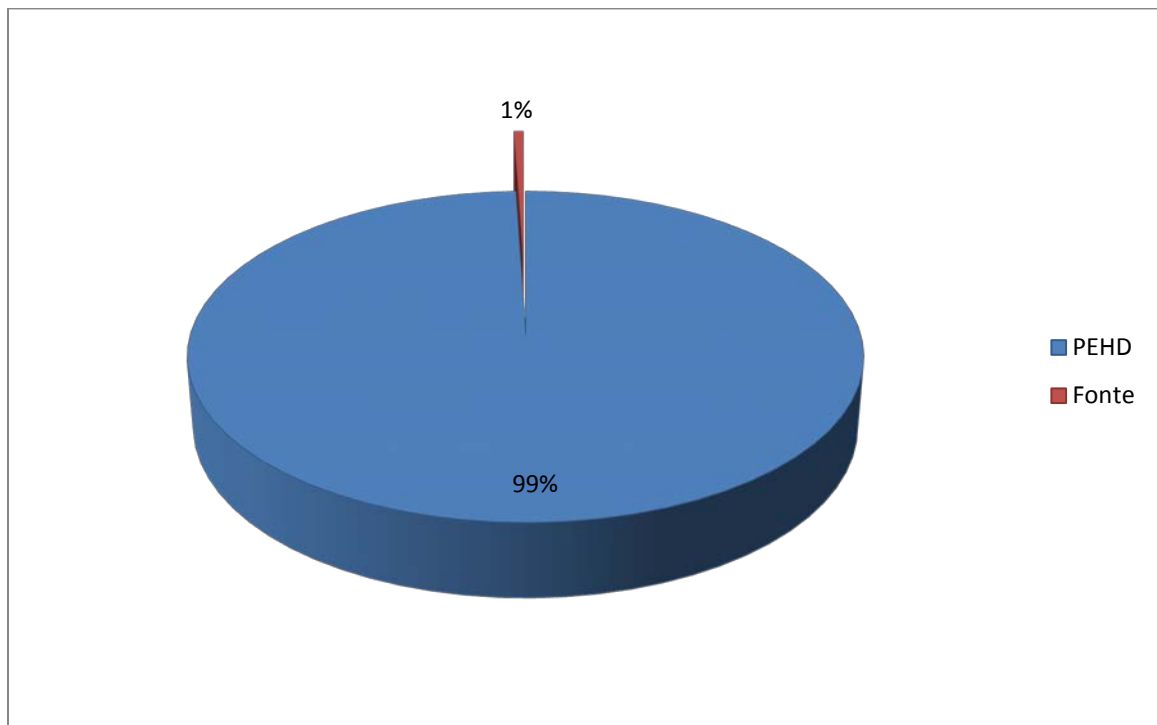


Figure I.7: Les matériaux utilisés dans le réseau.

L'ensemble des données concernant le réseau de la zone de Chteibo montre clairement que ce réseau est plus ou moins neuf (PEHD et Fonte ductile) cela étant due à la nouvelle prise en charge par l'administration en matière de viabilisation (Chteibo étant considéré comme une zone d'habitation illicite et cela quelque année au paravent).

I.6 Situation de l'exploitation de la zone de Chteibo

Nous constatons relativement, par rapport aux résultats obtenu par l'analyse IWA de ce secteur (Tableau I. 4 et Figure I. 8), que le rapport entre le Débits minimum mesuré et le débit théorique est de 1.30 donc pour le moment le fonctionnement physique du réseau ne souffre ni des fuites ni d'un sous dimensionnement dans sa globalité.

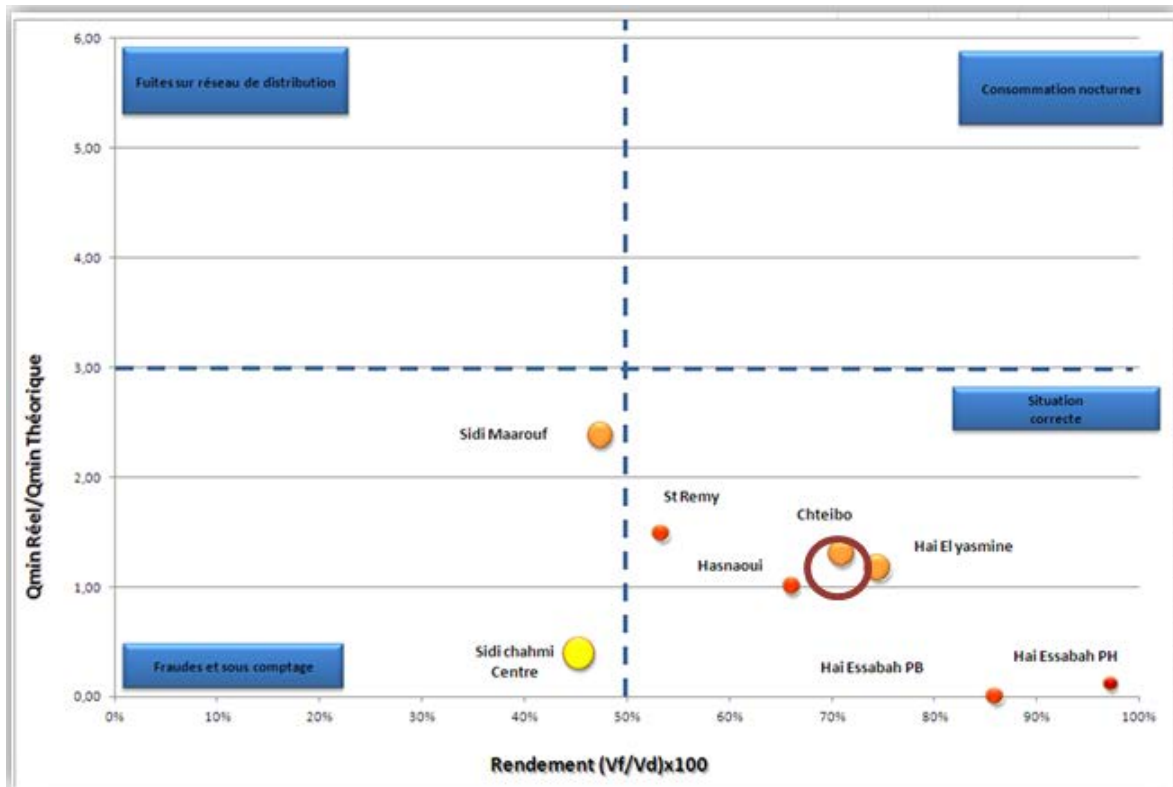


Figure I.8: Situation du réseau de Chteibo par IWA (SEOR, 2019).

Tableau I.4: Résultat de l'analyse IWA du T4-2018 (SEOR.2019).

Secteur	Débit Min Réel m ³ /h	Débit Théorique m ³ /h Min	Linéaire Réseau Km	Nombre de branchement
Chteibo	144,48	0,00	86,23	5842
Nombre d'abonnés	Consommateurs nocturnes	Volumes facturés m ³	Volume Distribué m ³	Rendement
10471	2	443011	624170	71%
			ENC m ³	181159

Ce chapitre nous a permis de déterminer les données nécessaires de la zone d'étude en représentant le coté géographique, démographique,...ainsi que l'état actuel du réseau, pour assurer une vision générale et acquérir une vraie compréhension des problèmes d'alimentation en eau potable au niveau de Chteibo. Ces données nous servirons comme base de travail pour entamer l'étude de la sectorisation de ce réseau.

Chapitre : II

*Les outils et connaissances nécessaires
pour une étude de sectorisation*

L'objectif de la sectorisation est le suivi de la qualité de l'exploitation qui peut nous guider pour se prononcer sur la nécessité de réhabilitation ou de redimensionnement d'une partie ou de la totalité d'un réseau d'AEP. Dans ce qui suit sont données quelques notions de base concernant la sectorisation.

II.1 Pourquoi devons-nous faire appel à la sectorisation des réseaux d'eau potable

Les préoccupations des gestionnaires de réseau d'eau potable sont variées et de différents degrés relatifs aux facteurs géographique, politique ou économique du pays, du département ou de la wilaya ou de la commune qui constitue l'unité la plus petite d'un découpage administratif quel que soit le pays concerné.

En effet une région peut souffrir d'un manque de ressource et ses gestionnaires seront beaucoup plus préoccupés par une gestion optimale de cette ressource en adoptant des politiques très orientées sur la recherche de fuites, le gaspillage et les vols d'eau, tandis que dans d'autres régions les ressources en eau sont abondantes, mais la politique des gestionnaires est très rigoureuse en matière de dépenses publiques et donc ils mettent en place tout un ensemble de procédures, de normalisation et de modes de gestion réglementés nécessaires à la justification technique d'une réhabilitation ou d'un développement de réseau (Brachmi, 2017).

C'est dans cette optique que les administrations ainsi qu'un ensemble d'associations en leur tête l'IWA (International Water Association) recherche en faisant appel à toutes les nouvelles découvertes technologiques, méthodes de gestion ou toutes autres innovations le meilleur moyen de gérer de manière optimale les infrastructures d'un système de distribution ainsi que la ressource qui sont étroitement liés.

Ces experts ont constatés, grâce au croisement de leurs différentes expériences, des données statistiques économiques et techniques et même des sciences exactes et expérimentales, que l'analyse des indicateurs de performances d'un système dans sa globalité ne pouvait être en aucun cas représentative de l'état de ce système et qu'il fallait dans la majorité des cas étudier et analyser les niveaux les plus bas de ce système.

D'où la sectorisation des réseaux d'AEP qui définit ses différents niveaux ainsi que les critères de sectorisation à ces différents niveaux.

Avant de décrire la méthode de sectorisation ainsi que ses différents niveaux il nous semble important de définir un ensemble de notions fondamentales nécessaires à la compréhension du processus de sectorisation et des résultats des recherches par cette dernière (Brachmi, 2017).

II.2 Les principaux indicateurs de gestion des réseaux

II.2.1 Les volumes

Le volume est le premier indicateur utilisé dans la gestion des réseaux d'eau potable et il existe plusieurs catégories de volumes, on distingue particulièrement le volume produit (volume introduit dans le système globale), le volume distribue (volume introduit dans le système de distribution), le volume facturé (volume payer par les consommateurs), volume perdu, volume volé,.....etc.

Le volume étant l'élément principal du calcul des différents indicateurs, c'est lui que l'on a classifié et normalisé en premier. Le tableau II.1 donne la classification des volumes et leurs définitions.

Tableau II.1: Classification des volumes (Brachmi, 2017).

A	B	C	D	E	
Volume introduit (prélèvement et importation d'eau brute et d'eau potable)	Volume consommé pour tous les usages	Volume consommé facturé (y compris volume exporté)	Volume consommé mesuré et facturé (y compris volume exporté)	Volume vendu	
			Volume consommé non mesuré et facturé (y compris volume exporté)		
		Volume consommé non facturé hors volume détourné	Volume consommé mesuré et non facturé (y compris volume exporté)	Volume d'eau non vendue	
			Volume consommé non mesuré et non facturé (y compris volume exporté)		
	Pertes d'eau	Pertes apparentes	Volume détourné		
			Erreurs de mesure		
		Pertes Réelles	Pertes réelles sur réseau d'adduction d'eau brute et dans l'usine de traitement le cas échéant		
			Fuites sur le réseau de transport et/ou de distribution		
			Fuites et surverses des réservoirs sur le réseau de transport et/ou de distribution		
			Fuites sur branchement jusqu'au point de Comptage		

II.2.2 Les pertes

Les pertes en eau constituent un prélèvement supplémentaire sur la ressource. Leurs origines sont variées (Figure II.1) ; elles peuvent être physiques (fuites sur les conduites, branchements ou tous autres ouvrages) ou commerciales (vols d'eau, consommations non comptées).

Concernant les pertes physiques, la politique de gestion du réseau consistera à mettre en œuvre conjointement :

- des actions d'exploitation pour limiter les volumes de pertes telles que la recherche et réparation de fuites ou la gestion de pression,
- des investissements pour renouveler les canalisations et/ou les branchements les plus fuyards ; une gestion fondée sur un objectif de réduction des volumes de pertes devra axer le renouvellement des canalisations sur les secteurs les plus fuyards.

Ces actions peuvent nécessiter la mise en place d'une sectorisation efficace et pérenne du réseau d'eau. Cet aspect de la performance du réseau se mesure notamment à l'aide des indicateurs réglementaires : Indice Linéaire des Volumes Non Comptés, Indice Linéaire de Perte en réseau et Rendement du réseau de distribution (Brachmi, 2017).

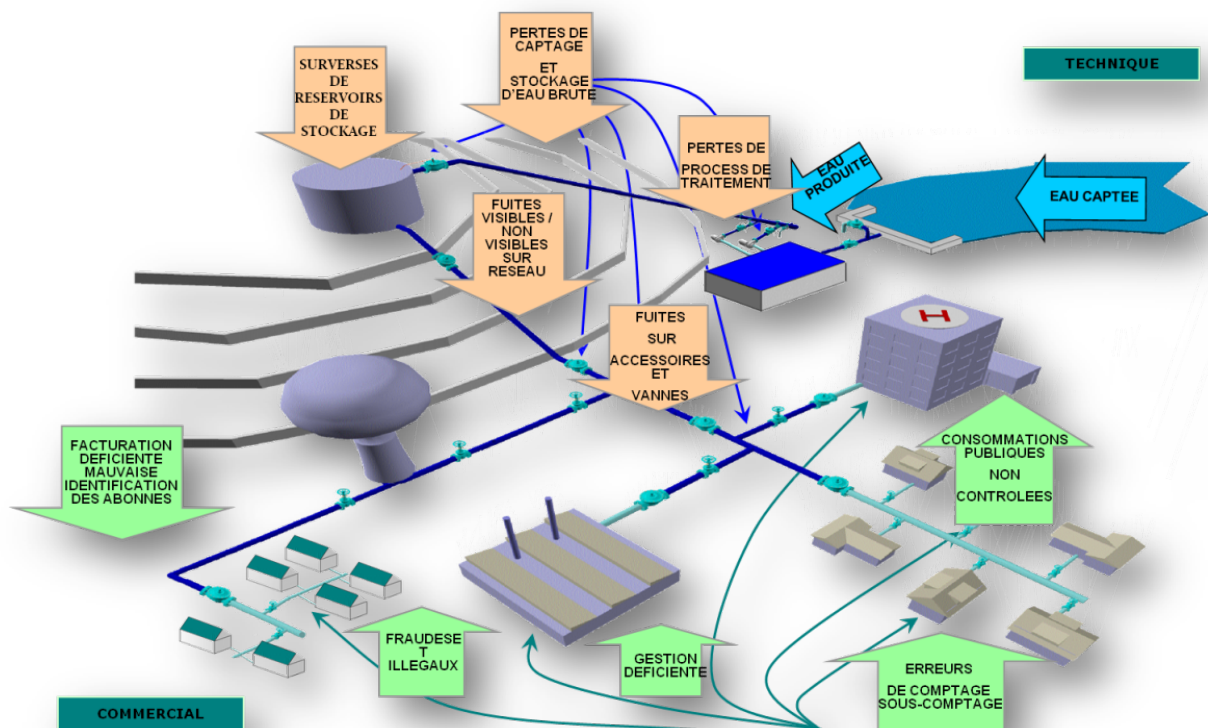


Figure II.1 : Classification des pertes (Brachmi, 2017).

II.3 Les indicateurs de performances Français

II.3.1 Le rendement

Le rendement de réseau est obtenu en faisant le rapport entre, d'une part, le volume consommé autorisé augmenté des volumes vendus à d'autres unités et, d'autre part, le volume produit (ou distribué) augmenté des volumes achetés à d'autres unités (ONEMA, 2011).

Le volume consommateurs sans comptage et le volume de service du réseau sont ajoutés au volume comptabilisé pour calculer le volume consommé autorisé. Le rendement est exprimé en pourcentage (ONEMA, 2011)

$$R = \frac{Vca + Vexp}{Vprod + Vimp}$$

- *Vca*, Volume annuel consommé autorisé
- *Vprod*, Volume annuel produit
- *Vexp*, Volume annuel exporté (ou vendu)
- *Vimp*, Volume annuel importé (ou acheté)

II.1

Le rendement compare entre le volume total injecté dans le système de distribution et le volume autorisé facturé ou non.

C'est un indicateur qui ne permet pas la séparation entre les défauts de gestion commerciale et l'état physique du réseau qui nous concerne plus particulièrement en tant que techniciens.

II.3.2 Indice linéaire de pertes en réseau (ILP)

« L'indice linéaire de pertes en réseau est égal au volume perdu dans les réseaux par jour et par kilomètre de réseau (hors linéaires de branchements). Cette perte est calculée par différence entre le volume mis en distribution et le volume consommé autorisé. Il est exprimé en m³/km/jour. » (ONEMA, 2011)

$$ILP = \frac{Vd - Vca}{365 \times L} = \frac{VP}{365 \times L}$$

- *Vd, Volume annuel distribué*
- *Vca, Volume annuel consommé autorisé*
- *VP, Volume annuel de Pertes*
- *L, Longueur du réseau de distribution hors branchements*

II.2

Cet indicateur répartit les pertes par kilomètre de réseau mais ne situe pas de la même manière que le rendement les causes de ces pertes.

Il existe plusieurs référentiels d'analyse et d'interprétation de cet indicateur qui souvent ne reflètent pas les conditions d'exploitation dans notre pays.

II.4 Les indicateurs de performances International (IWA)

L'International Water Association préconise une batterie d'indicateurs pour mesurer la performance des services d'alimentation en eau potable

II.4.1 Unavoidable Annual Real Losses (UARL)

Pour faire simple, Le concept d'Unavoidable Annual Real Losses (UARL) que l'on peut traduire par « pertes réelles annuelles incompressibles » découle de travaux menés

notamment par Allan Lambert (ONEMA, 2011). L'hypothèse centrale de ce concept est de considérer que pour tout réseau en bon état et exploité dans les règles de l'art, il existe un seuil minimal de pertes en dessous duquel on ne peut descendre dans des conditions économiquement acceptables (ONEMA, 2011). Allan Lambert propose une méthode d'évaluation de l'UARL (Figure II.2) d'un réseau en fonction de la longueur des canalisations principales, du nombre et de la longueur des branchements et de la pression moyenne de service (ONEMA, 2011).

Des valeurs de référence sont établies dans le cadre des hypothèses suivantes :

- Infrastructures en bon état
- Politique active de recherche des fuites
- Réparation rapide des casses et fuites
- Pression : 50 mce (ONEMA, 2011)
- Longueur moyenne du branchement au-delà de la voirie : 15 m

L'avantage que procure cet indicateur à l'exploitant de réseaux d'eau potable est principalement une définition précise de l'objectif à atteindre en matière de débits de fuites.

L'exploitant peut aussi évaluer pendant chaque période de son exploitation l'impact de ces actions par une comparaison du rapport entre le débit nocturne réel mesuré et l'UARL.

$$UARL = (18 \times Lm + 0.8 \times Nc + 25 \times Lp) \times P$$

- *Uarl*, litres/jour
- *Lm*, Longueur du réseau hors branchements, km
- *Nc*, Nombre de branchements
- *Lp*, Longueur des branchements de la voirie au compteur, km
- *P*, Pression moyenne de service, mce

II.3

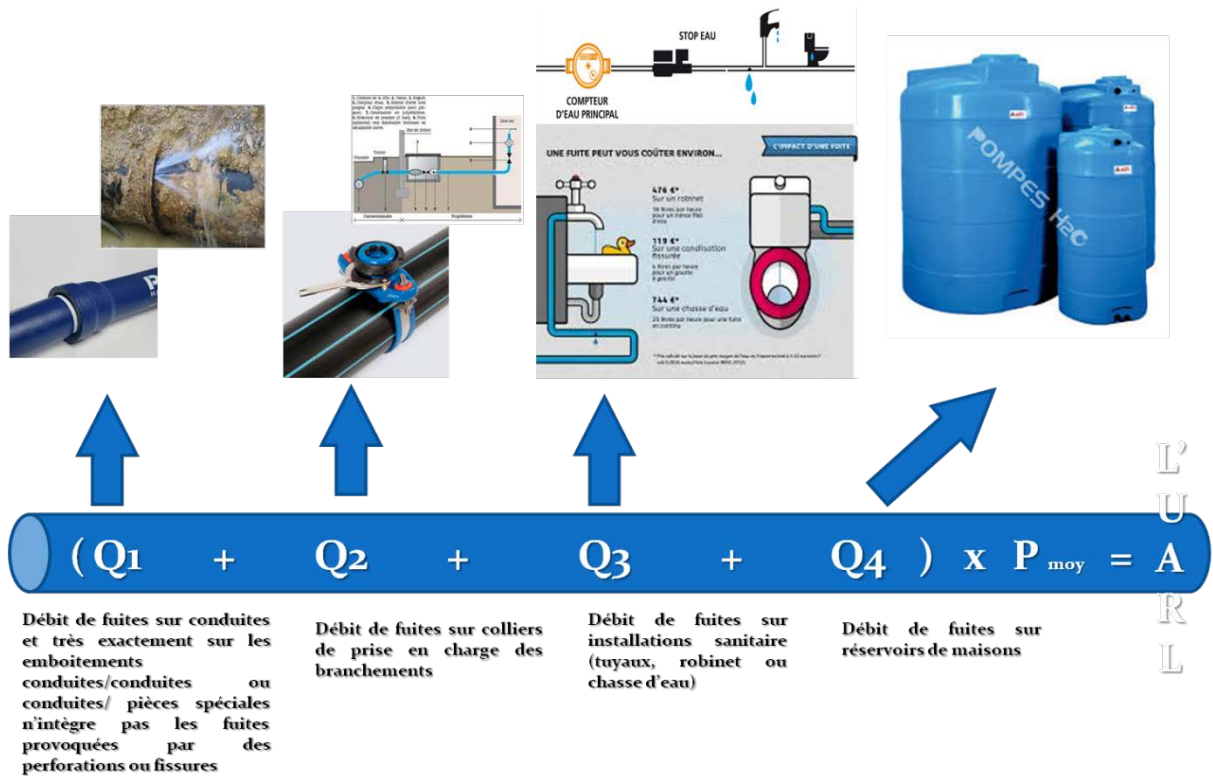


Figure II.2: Evaluation de UARL (Brachmi, 2017).

Cette évaluation peut se faire trimestriellement par un croisement de ce rapport avec le rendement.

Une telle analyse permet une classification des secteurs par défaillances (Figure II.3) soit :

- Les secteurs nécessitant un travail de fond en matière d’organisation commerciale ;
- Les secteurs fuyards nécessitant plus d’opérations de recherche de fuites, une réorganisation des opérations de réparation de fuites ou une réhabilitation du réseau s’il est ancien ;
- Les réseaux à forte consommation nocturne donc sous dimensionnés ;
- Les réseaux corrects (Brachmi, 2017).

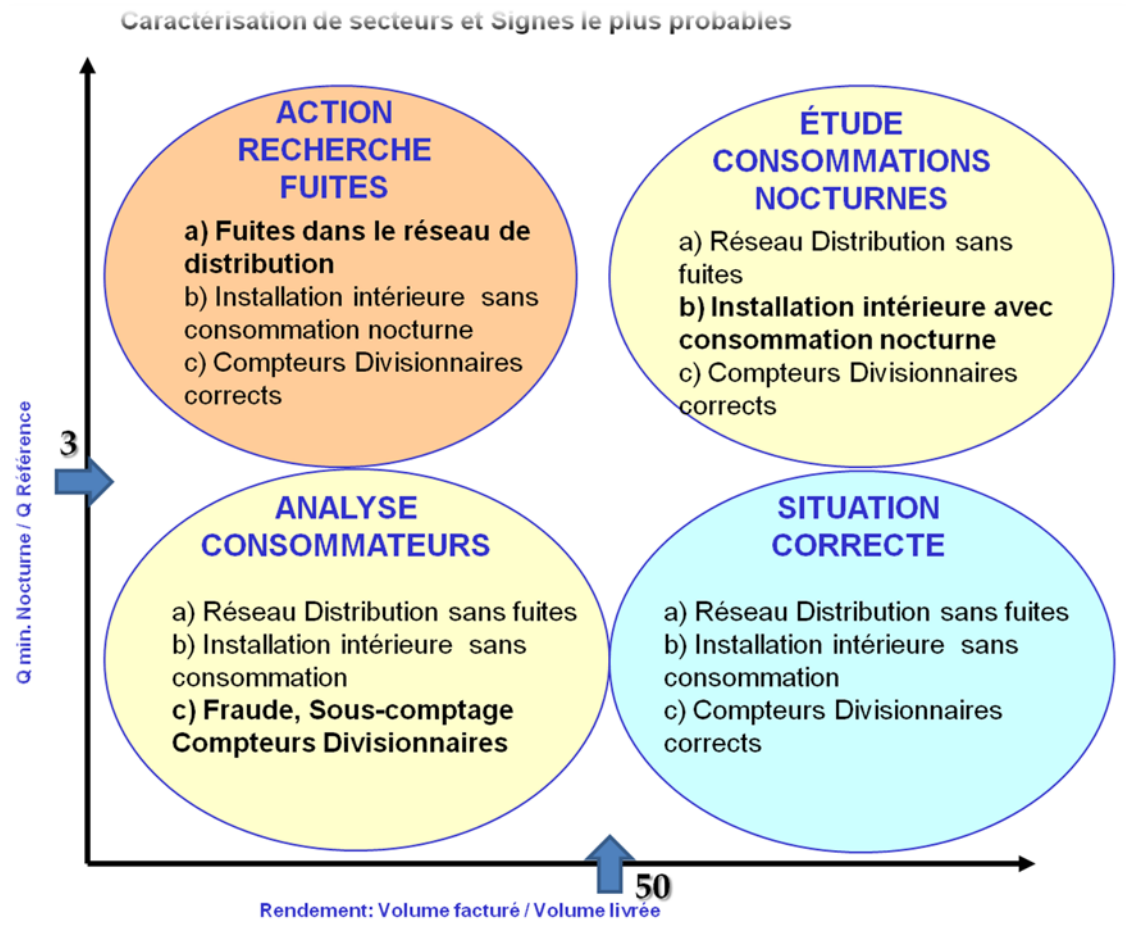


Figure II.3: Caractérisation de secteurs et signes le plus probables (Brachmi, 2017).

De la même manière un suivi quotidien du réseau peut se faire par une lecture du rapport entre le débit nocturne et l'UARL (Figure II.4) en ne considérant que l'aspect physique du réseau et en ne tenant pas compte de la gestion commerciale du réseau.

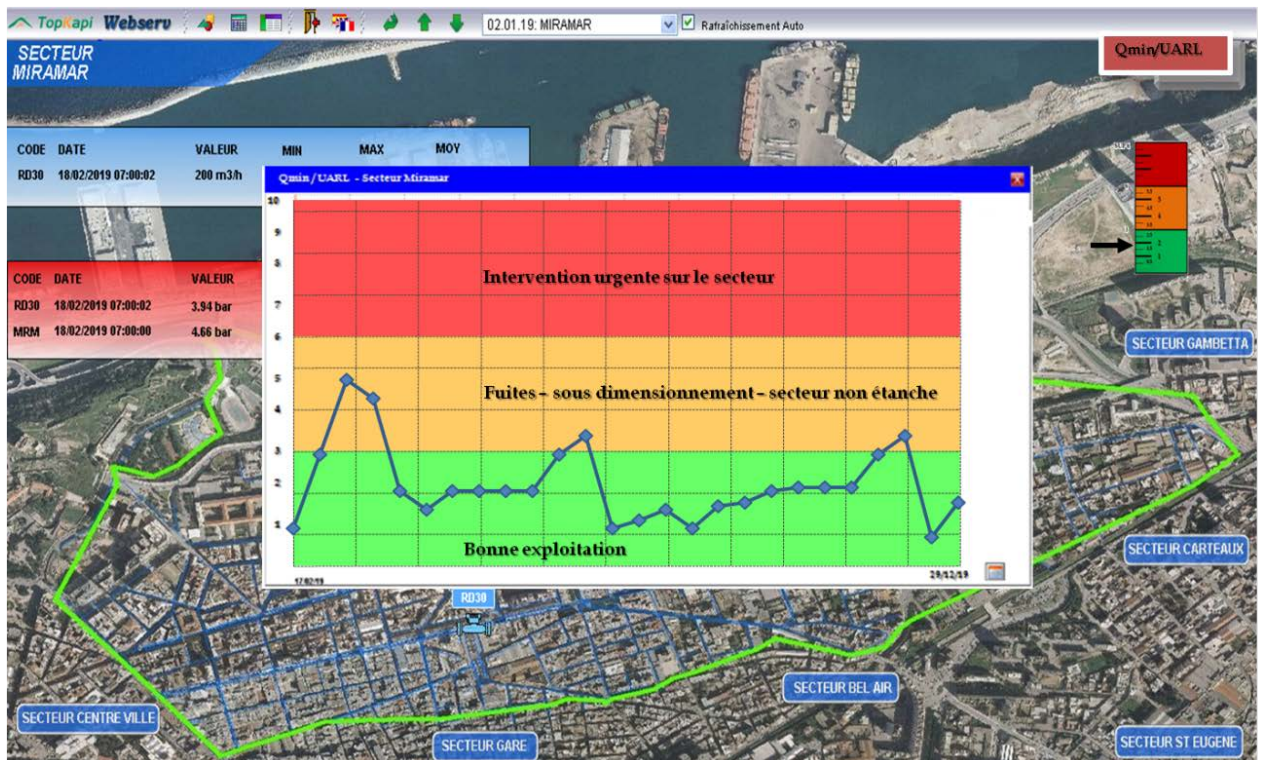


Figure II.4: Affichage journalier du rapport entre le Q nocturne et l'URAL au niveau du service de supervision (SEOR, 2019).

L'utilisation d'un tel indicateur dans la gestion d'un système de distribution nécessite bien au préalable une sectorisation du réseau d'AEP.

II.5 Les outils nécessaires à la sectorisation d'un réseau d'AEP

La sectorisation d'un réseau de distribution peut se faire différemment d'un bureau d'étude à un autre par contre ces principes de réalisation sont régis par les mêmes fondements qui sont au nombre de deux :

- Le respect du principe de découpage en 3 niveaux,
- La conservation de la qualité de service au niveau des secteurs après la sectorisation.

Un tel projet nécessite la connaissance physique du système de distribution et son fonctionnement.

La connaissance physique du système c'est à dire. Ces composantes nécessitent la disponibilité d'une cartographie numérisée ou d'un Système d'information géographique SIG, quant à la connaissance et la maîtrise de son fonctionnement ils nécessitent un outil de simulation et modélisation mathématique des réseaux d'eaux potables (Brachmi, 2017).

II.5.1 La cartographie et SIG

Avant d'aborder le volet cartographie sur quelconque de ces détails il suffit de se poser la question suivante : qu'elles sont les informations indispensables à connaître pour étudier le fonctionnement actuel et futur (après sectorisation) du réseau de distribution.

Eh bien les informations nécessaires pour une simulation qui se rapproche au maximum du fonctionnement réel du réseau sont :

- Les informations sur entités linéaires qui sont principalement les tronçons de conduites (Leurs longueurs, diamètre, nature, emplacement et si possible leurs âge),
- Les informations sur entités ponctuelles qui peuvent être les vannes, vanne de régulations ; coudes, réductions, té et même des réservoirs et pompes. Dans ce cas se sont les caractéristiques techniques de chaque équipement et éléments qu'il faut connaître.

Cette première liste de besoins en informations nous permet de définir les premiers éléments constitutifs d'un support cartographique numérique ou d'un SIG.

D'autres composantes doivent figurer sur le support cartographique et qui ne sont pas de moindre importance, ce sont les branchements particuliers qui constituent en matière de simulation des nœuds de consommation.

La cartographie et le SIG nous permettent aussi d'afficher et de concevoir des cartes thématiques indispensables à l'étude d'une sectorisation (Figure II.5), ce sont :

- 1- La configuration du réseau en réseau primaire, secondaire et tertiaire (Figure II.6),
- 2- La configuration du réseau en mails ou en ramifications,
- 3- La configuration topographique MNT (Figure II.7) et MNS (modèle numérique de terrain et modèle numérique de surface),
- 4- Carte thématique des fuites.

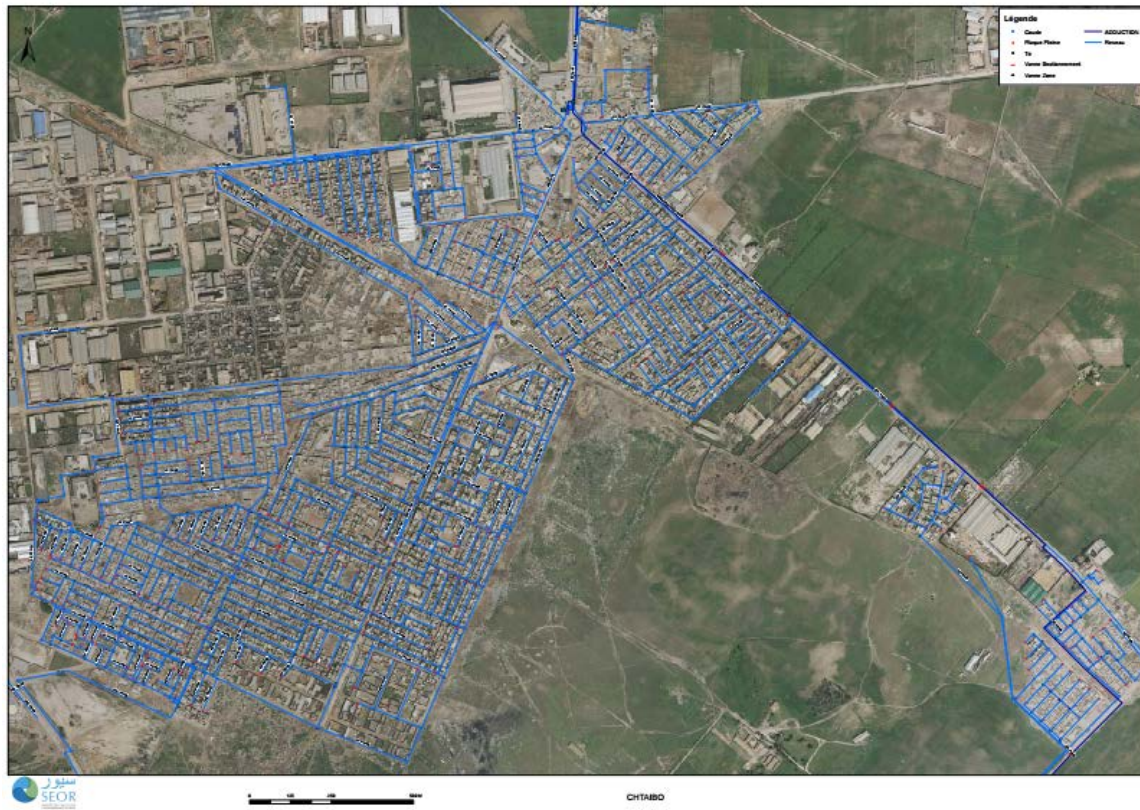


Figure II.5 : Plan général du réseau d'AEP de chteibo.



Figure II.6: Plan du réseau d'AEP de Chteibo avec configuration en réseaux primaire, secondaire et tertiaire.



Figure II.7: MNT du secteur d'El braya.

II.5.2 La Modélisation

II.5.2.1 Généralités

La modélisation hydraulique d'un réseau consiste à représenter son fonctionnement dans l'espace et dans le temps (ONEMA, 2014), elle doit décrire le comportement hydraulique des différents dispositifs du réseau.

Son intérêt est de reproduire ce qui se déroule en réalité dans le réseau à l'aide d'un modèle hydraulique.

La représentation et la précision du modèle sont tributaires des objectifs et des analyses escomptées ; le niveau de détail des éléments cartographique du SIG conditionne les résultats de la modélisation (Mestar et Benouda, 2018.modifié).

A termes, la connaissance du comportement du réseau en situation actuelle et future permettra de :

- vérifier et mieux comprendre les hypothèses de fonctionnement actuel du réseau
- mettre en évidence les insuffisances actuelles du réseau
- confronter la simulation du réseau aux évolutions projetées des besoins
- mettre en évidence les insuffisances futures du réseau dans le contexte de l'évolution des besoins
- permettre la construction de nouveaux modèles, en prévision de l'étude de scénarios d'amélioration du dispositif
- vérifier les couples débit-pression des poteaux incendie (SOGREAH, 2011).

La modélisation hydraulique est un outil incontournable pour définir certaines actions de lutte contre les pertes et évaluer leur impact (ONEMA, 2014 modifié).

II.5.2.2 Les logiciels de simulation hydraulique

A. Mike Urban

Le Mike Urban est un logiciel de modélisation hydraulique il englobe deux interfaces assainissement et AEP, sa flexibilité nous donne accès à plusieurs logiciels tel que l'Epanet, l'Arcgis et le Mapinfo via des outils d'import-export.

Ce logiciel est également utilisable pour d'autres réseaux, industrie sous pression, irrigation... ; dont son meilleur avantage est d'interpoler les réseaux avec les cartes MNT, notamment il n'est pas besoin d'import pour lier au SIG parce qu'il a son lien direct et aussi permet d'intégrer d'autre logiciel: les systèmes d'aide à la décision ou SCADA (système de télé contrôle).

Les principaux avantages de MIKE URBAN par rapport aux outils de modélisation traditionnels sont les formats de données standards, l'interface utilisateur unique intégré sous SIG et la gestion SIG des données [4.modifié].

B. Epanet

Une multitude de logiciels permettent de simuler le fonctionnement du réseau d'AEP tel que le logiciel EPANET.

Il est disponible gratuitement, facile à télécharger, faisable, plus performant et fiable dans ses résultats. Développé comme un outil permettant de comprendre le mouvement et le devenir des composants de l'eau de boisson dans les systèmes de distribution, il peut être utilisé pour de nombreux types d'applications dans l'analyse des systèmes de distribution [5].

EPANET est un outil de simulation hydraulique 'réseau d'AEP' et qualitatif de l'eau, dont il prend en considération les conduites d'un réseau d'AEP qu'elles sont des tronçons, les intersections des tuyaux et leurs extrémités en nœuds, avec la présentation des réservoirs, bache d'eau, pompes et différents types de vanne (Figure II.8).

A l'aide de ce logiciel on a le pouvoir de calculer le débit transitant dans les conduites, de savoir la pression dans les nœuds et le niveau d'eau dans les réservoirs à chaque instant. Il propose trois formules de calcul de pertes de charges (Hazen – Williams 'H-W', Darcy – Weisbach 'D-W' et Chezy – Manning 'C-M') (Laala Bouali, 2017 modifié).

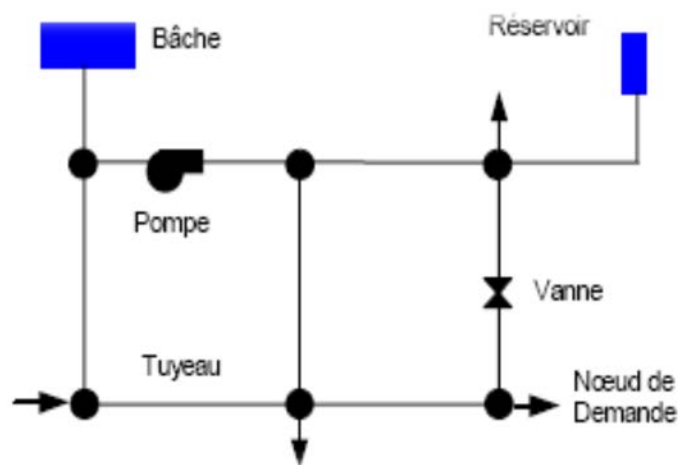


Figure II.8: Différents composantes d'un réseau d'AEP [5].

II.5.2.3 Les étapes utilisées pour la modélisation du réseau

Les étapes suivies sont données dans ce qui suit :

- Dessiner le réseau à partir d'un logiciel SIG 'Mapinfo' (digitalisation).
- Importer le réseau sous forme de Shape File sur Mike Urban et ouvrir en 'inp' (fichier texte) sous Epanet.

- Saisir les propriétés des éléments :
 - Conduite : Longueur, Diamètre, rugosité.
 - Nœud de demande : Altitude, Demande de base (débit prélevé sur le réseau).
 - Réservoir : Altitude de radier, Diamètre, Niveau initial, minimal et maximal.
 - Vanne : Diamètre, Type de vanne, Coefficient de perte de charge et l'état préréglé.
 - Pompe : Courbe caractéristique,...
 - En plus de ces composantes le logiciel de simulation utilise des courbes qui contiennent des couples de données ayant une relation entre elles.

Ces courbes sont de différents types : courbe de modulation, de volume et caractéristique.

La plus utilisable dans notre étude est la courbe de modulation (Figure II.9) qui permet d'introduire à chaque intervalle de temps un coefficient de multiplication.

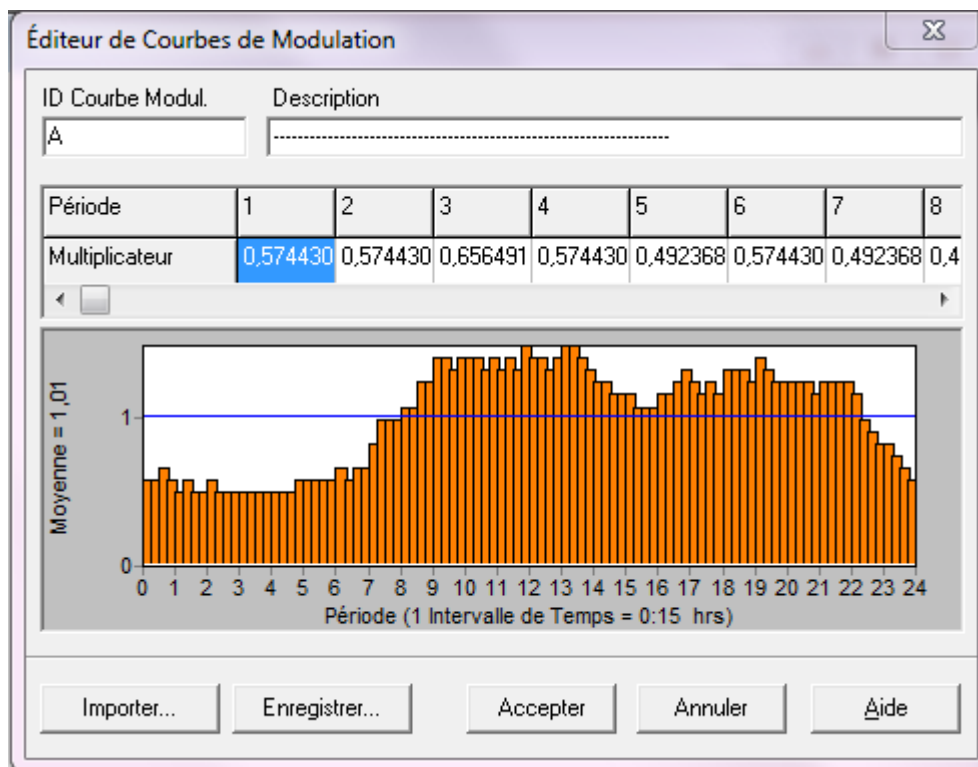


Figure II.9: Courbe de modulation sur Epanet.

- Donc une fois qu'on a saisi les propriétés des éléments présentés dans le réseau nous pouvons lancer la simulation sous Epanet.

II.6 Définition de la sectorisation

C'est l'ensemble des actions permettant la préservation des ressources en eau par le suivi des débits et des pressions sur le réseau, et la recherche des fuites.

Le principe de la sectorisation consiste à décomposer ou (découper) un réseau en plusieurs sous réseaux (Figure II.9) pour lesquels les volumes mis en distribution sont mesurés en permanence ou de façon temporaire (Liratni, 2011, page 29 modifié).

Physiquement, un secteur est une sous-partie connexe du réseau délimitée par :

- des extrémités d'antennes ;
- des vannes fermées ;
- des comptages. (Abdelbaki, 2014).

IV.1 Les niveaux de la sectorisation

Un réseau de distribution peut être divisé en trois niveaux de sectorisation en fonction de sa taille.

- ❖ 1^{er} niveau : découpage en zones.

Il permet de suivre les volumes annuelle mis en distribution, les incidents sur le réseau, les indicateurs techniques 'rendement primaire' calculés à ce niveau et aussi garantir une bonne qualité de l'eau et de son traitement.

- ❖ 2^{ème} niveau : découpage en secteurs

Il permet la quantification des résultats d'une campagne de recherche de fuites, suivi permanent des volumes journalier mis en distribution et débits nocturnes à l'aide de la télégestion, mise en évidence de l'apparition de nouvelles fuites.

- ❖ 3^{ème} niveau : découpage en sous-secteurs

Ce 3ème niveau de sectorisation aide à la pré-localisation de fuites par manœuvre de vannes, l'organisation des campagnes systématiques de recherches de fuites, et la mesure des débits minimums nocturnes par sous-secteur (step) (Brachmi, 2017).

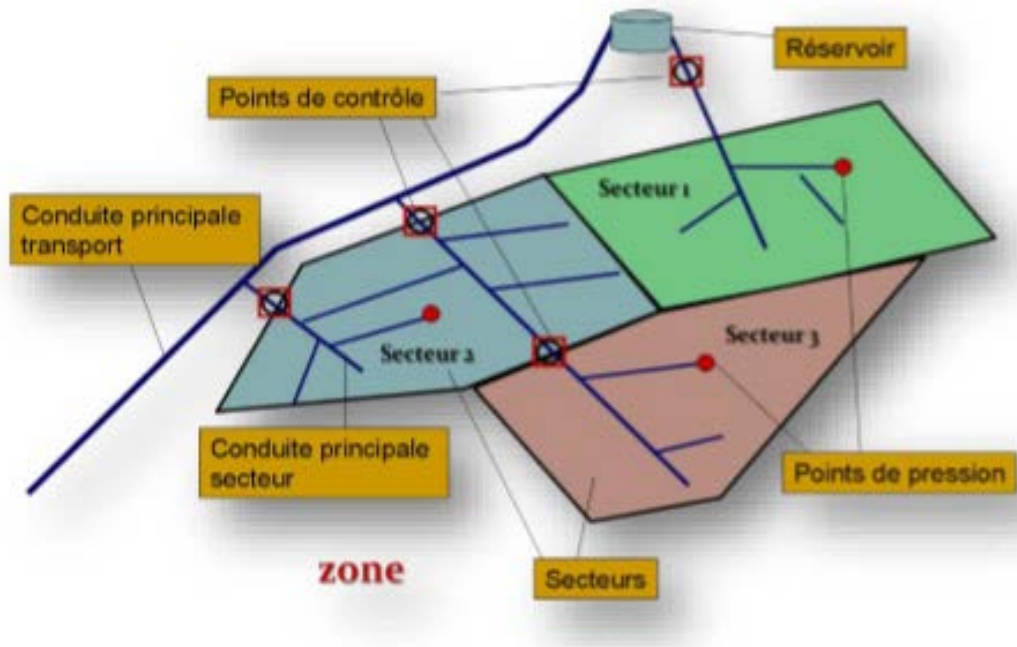


Figure II.10: Exemple d'un schéma d'une sectorisation (Brachmi, 2017).

Dans ce chapitre, nous avons développé la méthodologie adoptée pour mener une étude de sectorisation d'un réseau d'AEP. Une telle étude fait appel à un ensemble de technologie et de technique que nous allons développer dans les chapitres 3 et 4.

Chapitre : III

*Etude de la sectorisation
de la zone de Chteibo*

Dans ce chapitre nous décrivons en détails les différentes phases de la sectorisation du réseau d'AEP de Chteibo. Les principales phases sont illustrées dans la figure III.1 et sont :

- Phase 1 : Diagnostic du réseau existant
- Phase 2 : Reconfiguration du réseau
- Phase 3 : Sectorisation du réseau.

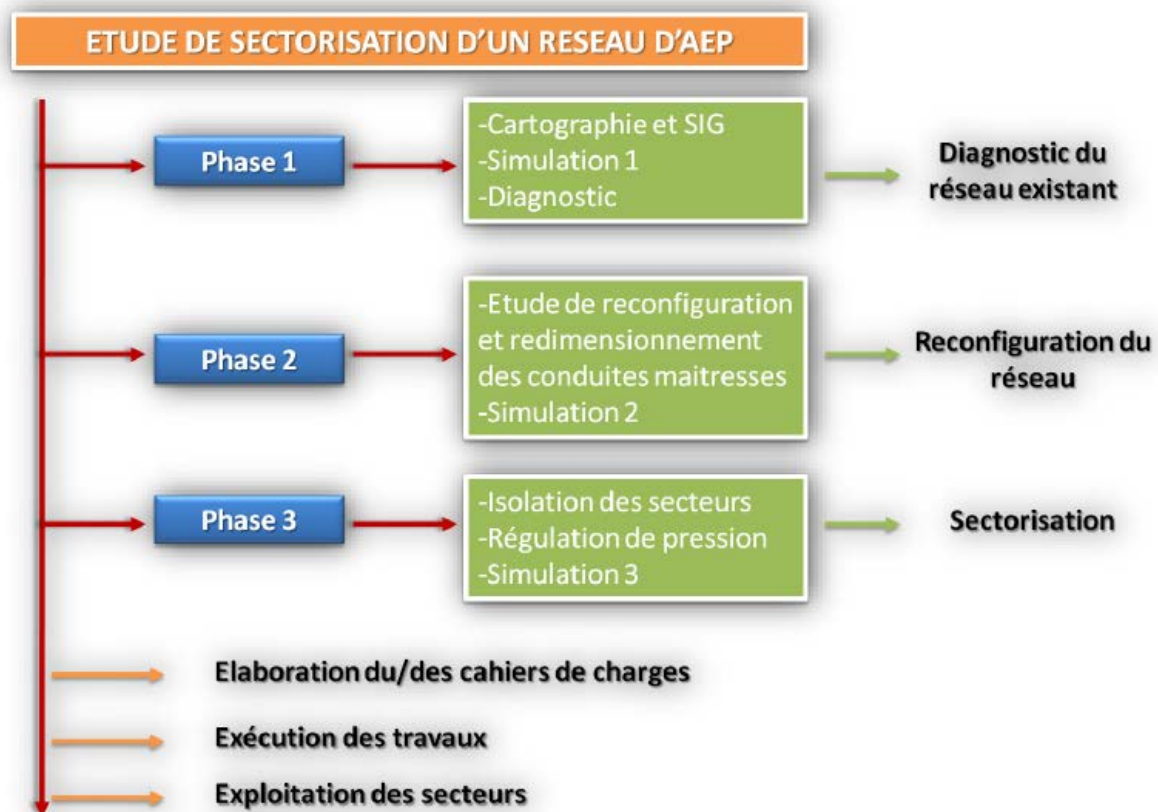


Figure III.1: Organisation du déroulement de l'étude et de l'implantation de la Sectorisation.

III.1 Diagnostic du réseau existant

Il est nécessaire de réaliser une étude approfondie du réseau d'AEP qui consiste principalement à déterminer son état général et son fonctionnement.

Le diagnostic d'un système d'eau potable a pour objectif d'acquérir une connaissance suffisante pour une sectorisation correcte du réseau (avec un minimum d'affectation de la qualité de service) ainsi que l'identification des actions de lutte contre les pertes adaptées à la situation du service (ONEMA, 2014); où la bonne gestion du patrimoine collectif, qu'il s'agisse du réseau existant par l'évaluation de l'état physique de parties plus importantes

‘conduites’ et son fonctionnement ; ou de la ressource en eau à plus ou moins long terme et d’optimiser ainsi la programmation de travaux.

Pour atteindre l’objectif souhaité, l’étude commence par la recherche des informations techniques et la collecte de données sur la constitution du réseau :

- Les données cartographiques : telles que les schémas synoptiques, les plans avec les indications sur les conduites constituant le réseau, diamètre, nature de matériau, de préférence sur un support informatique tel que les DAO, CAO et les SIG ArcGis 9.3 ;
- Les données topographiques : telles que les courbes de niveau, le modèle numérique du terrain (MNT) pour l’interpolation de réseau en simulation sur Mike Urban 11.0.3 (SEOR, 2009)
- Les données commerciales : telles que la répartition d’abonnés par quartier.
- L’historique des fuites et une information très importante dans une telle étude car elle permet de prévoir tous les tronçons à réhabiliter avant même la compréhension du système de distribution et sa simulation (Master & Benouda, 2018, page 50).

Finalement ces étapes sont nécessaires pour mener à bien cette étude par la simulation hydraulique qui consiste à déterminer les différentes anomalies du réseau.

Lors de notre étude et afin de bien comprendre la structure du réseau nous avons divisé cette phase en deux étapes :

Phase 1 : Réalisation d’un support cartographique sous SIG (Mapinfo 8.0), ce travail nous a permis une première projection du système à étudier ainsi que la détection d’un nombre d’anomalies sur la représentation du réseau.

La création de la base de données du réseau de Chteibo sous SIG s’est faite par digitalisation, comme c’est illustré dans la figure III.2, à partir d’une carte issue du SIG SEOR, des classes d’entités suivantes :

1. Les réservoirs.
2. Les conduites.
3. Les chambres de mesure.

4. Les vannes.
5. Les plaques pleines.
6. Le point de pression

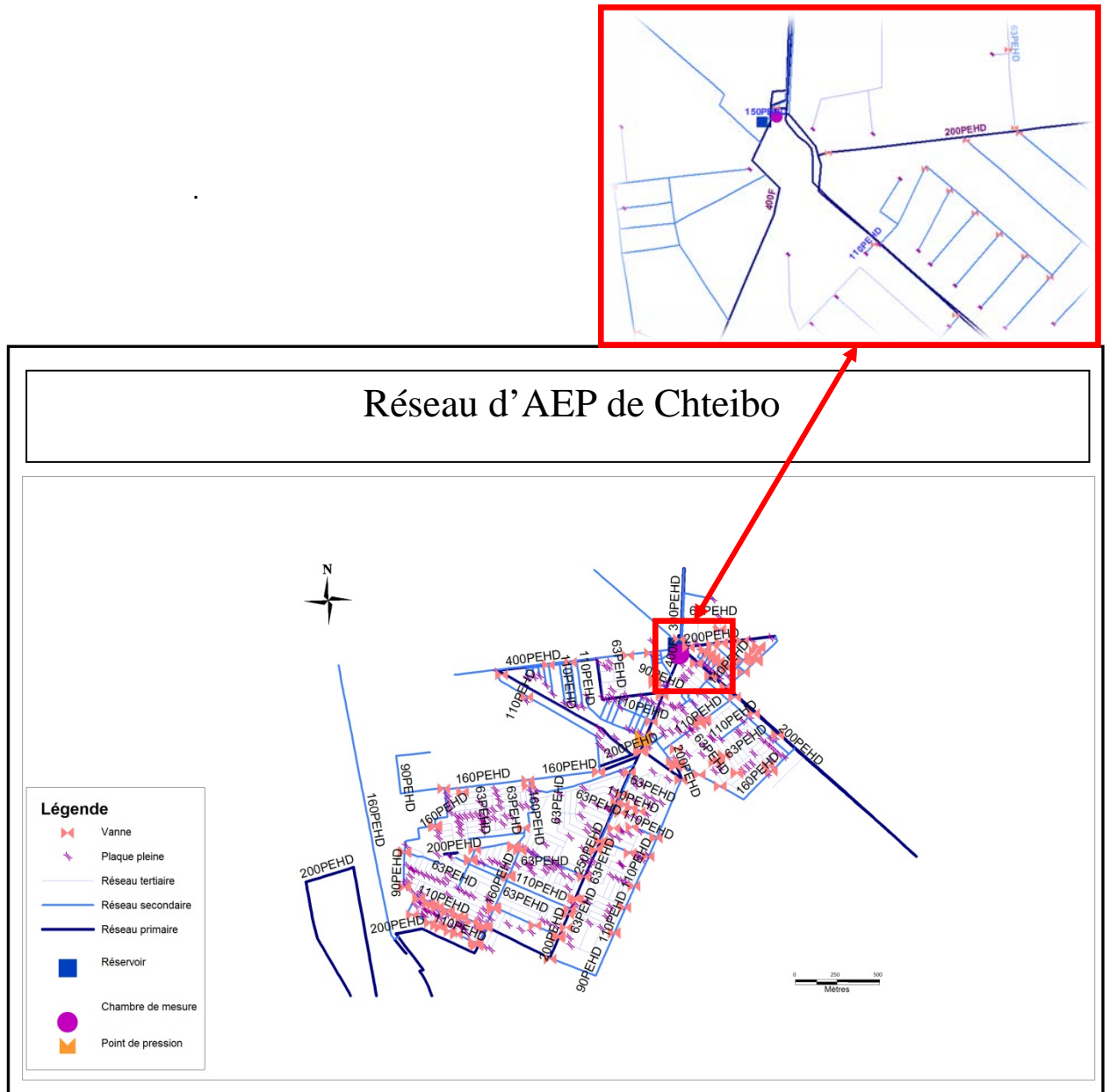


Figure III.2: Matérialisation du réseau d'AEP sous Mapinfo

Phase 2 : Vérification, correction et mise à jour du support cartographique grâce à un travail effectué en collaboration avec les techniciens du terrain de la SEOR.

Suite à une première simulation du réseau d'AEP de Chteibo certaines anomalies ont attiré notre attention, ce qui nous a poussé à demander plus de détails sur le réseau aux agents chargés de son exploitation. Cela nous a permis une correction du support cartographique. Cette étape est très importante pour les simulations. La figure III.3 présente la démarche adoptée pour préparer les simulations sous Mike Urban.

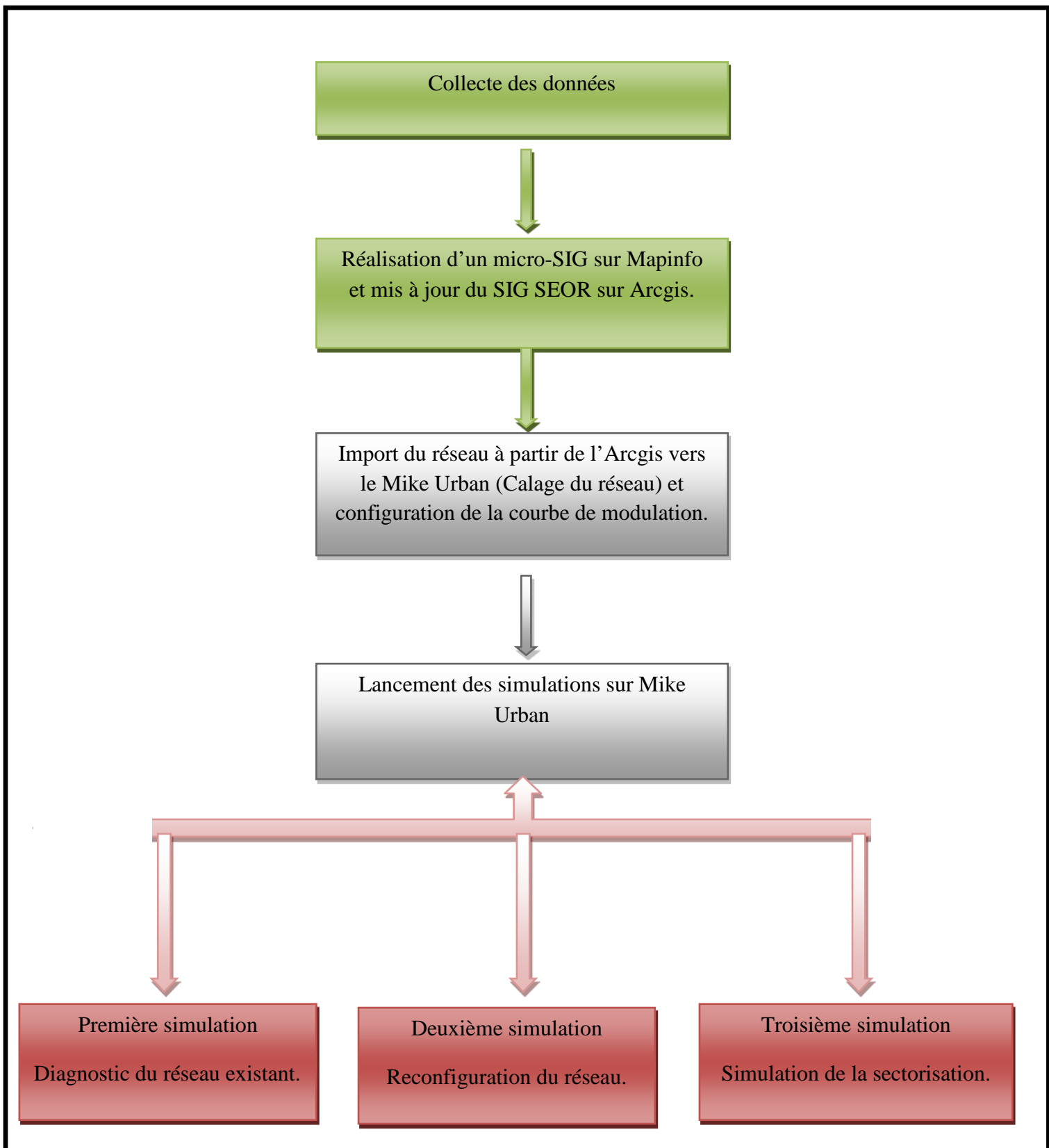


Figure III.3 : Organigramme descriptif des étapes de travail.

III.1.1 Conditions de simulation initiale

Toute simulation doit passer par une préparation du modèle et une configuration des conditions initiales de simulation.

La préparation du modèle consiste à informer le système chargé de la simulation (Mike Urban) de la nature des données cartographique qu'il recevra, il est essentiel donc de procéder aux opérations suivantes :

- Définition du système de coordonnées : dans notre étude il s'agit du système 'Nord Sahara UTM Zone 30'.
- Définition du système d'unités, pour notre étude c'est le système SI.
- Téléchargement de différents supports d'information (Figure III.4) (sous format Shape file) tel que le MNT, le bâti...etc. Cela nous permettra un affichage des résultats de la simulation sous forme des cartes thématiques.
- Lancement de l'import sous format Shape file depuis le SIG.

La configuration des conditions initiales de simulation consiste à informer le système des méthodes de calculs à adopter et des paramètres physiques (débit et courbe de modulation) avec lesquels le réseau fonctionne, à cet effet nous avons procédé aux configurations suivantes :

- Choisir le mode de travail water distribution pour le cas d'une simulation AEP (Darcy – Weisbach) ;
- Configurer la correspondance des champs qui permet la traduction des identifiants d'Arcgis par Mike Urban.
- Configurer les paramètres physiques de simulation, tels que la rugosité des conduites, la distribution des consommations, la configuration des ouvrages peuvent être ajustés afin d'obtenir un modèle représentatif de fonctionnement réel.
- Lancer la simulation.
- Corriger les messages d'erreur affichés lors de la simulation
- Relancer la simulation.

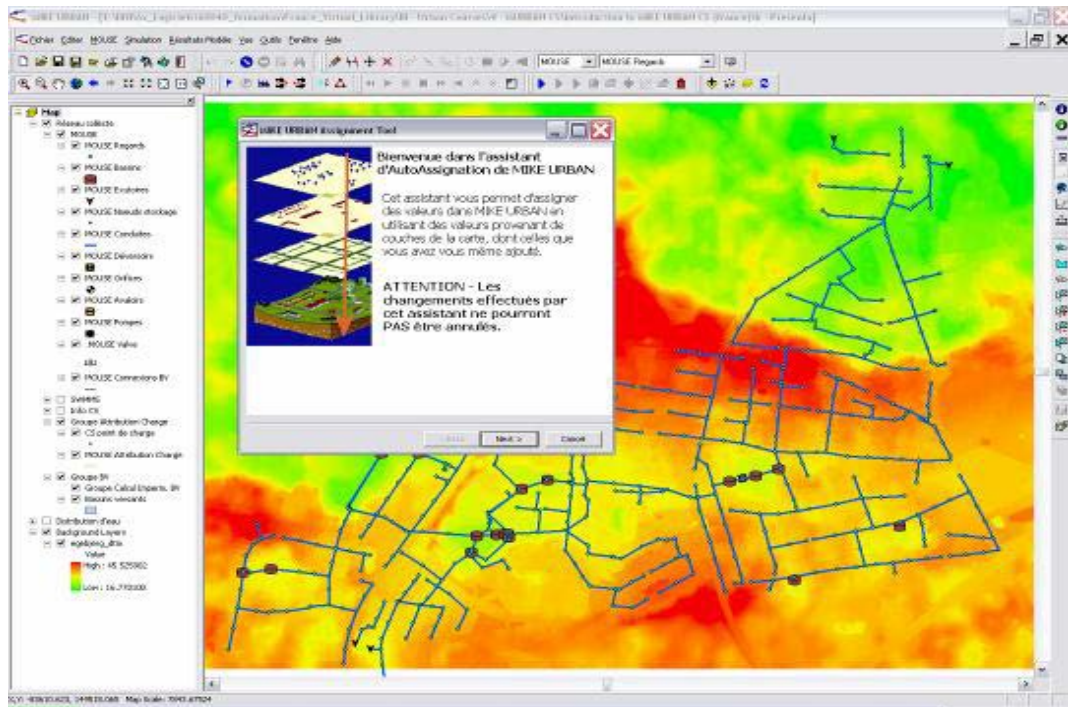


Figure III.4 : Exemple de préparation des données cartographique en vue d'une simulation (Mike Urban, 2010).

En résumé, les conditions de simulation du réseau d'AEP de Chteibo sont les suivantes :

- En ce qui concerne la source d'alimentation de la zone d'étude, nous considérons que le réseau est alimenté par une source unique que nous avons située au niveau du rond-point ST Remy-Chteibo.
- La courbe de modulation (Figure III.5) est déterminée à partir du bilan du volume journalier affiché au niveau de la supervision. La journée proposée pour la simulation correspond à la journée de l'Aid El Adha (conditions les plus défavorables) mais comme l'information n'était pas disponible à cause de la détérioration du compteur pendant cette durée nous avons pris une journée correspondante à la saison estivale (2018).

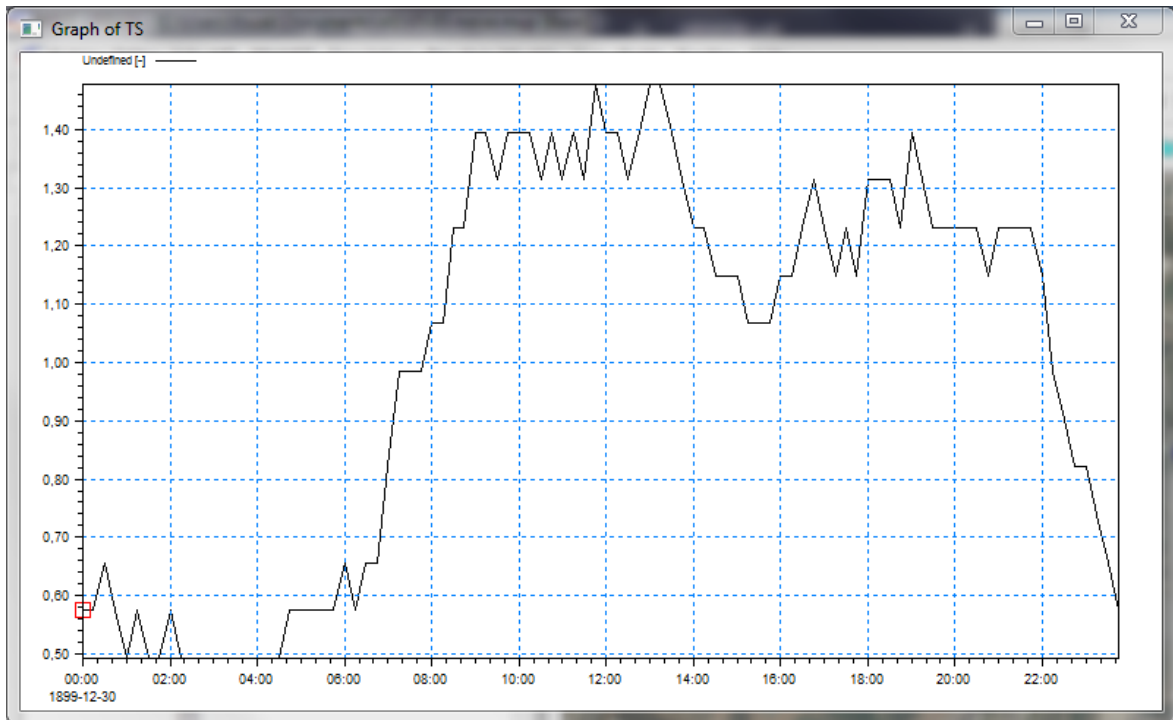


Figure III.5: Paramétrage de la courbe de modulation de la zone de Chteibo sur Mike Urban.

- Le débit moyen mesuré pendant cette journée correspond à un débit de $300 \text{ m}^3/\text{h}$.

Dans ce qui suit, nous présentons une succession de simulations faites pour le réseau d'AEP de Chteibo, commençant par la simulation du fonctionnement à l'état actuel.

III.1.2 Simulation 1: Etat Actuel

La présente simulation représente l'état actuel, elle nous permettra de vérifier et valider le diagnostic ainsi que le fonctionnement actuel du réseau. Cette première simulation permettra aussi une sectorisation sommaire en fonction de la qualité de service pouvant être atteinte par le réseau actuel. Elle est réalisée selon le mode réel d'alimentation.

Dans la configuration actuelle et aux heures creuses (Figure III.6) où la consommation est minimale, on remarque une faible variation de pression au niveau du réseau de Chteibo où les valeurs sont comprises entre 03 et 04 bars.

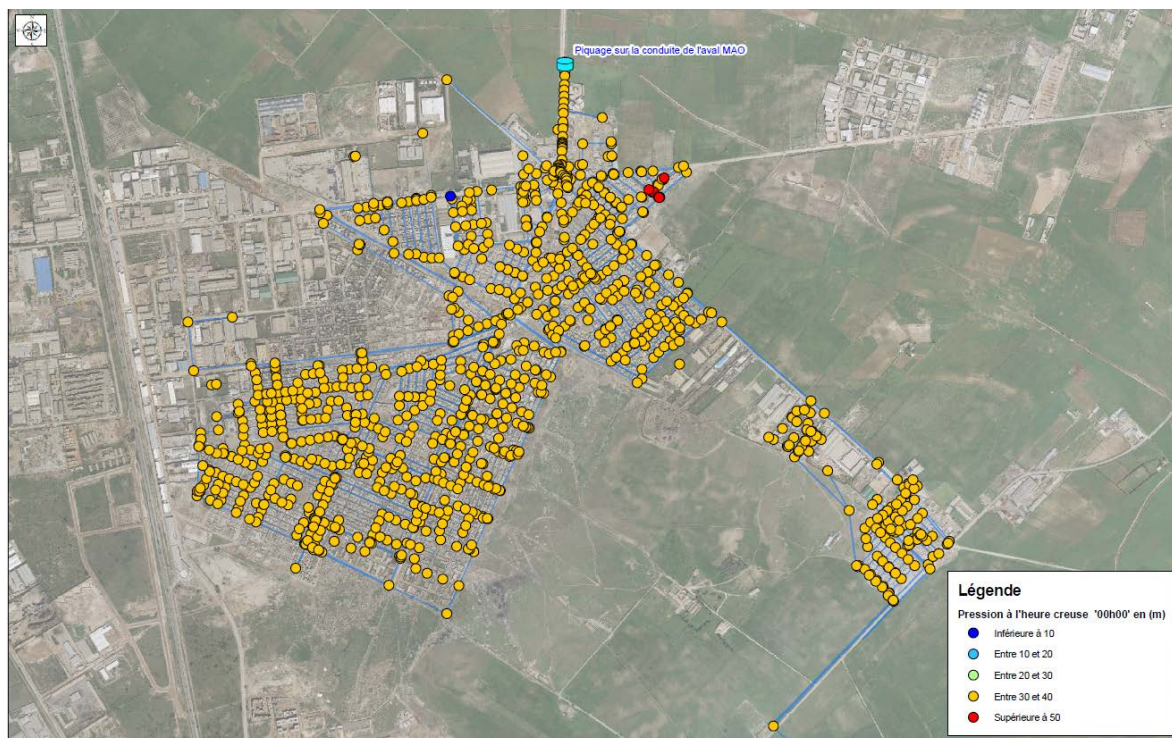


Figure III.6 : Résultats de simulation pour la répartition des pressions à minuit.

La simulation à l'heure de pointe (Figure III.7) relève que la pression à travers le réseau est pratiquement uniforme contrairement aux heures creuses où les valeurs sont élevées et peut variable sur la majorité du réseau, la pression minimale est de 1,7 bar.

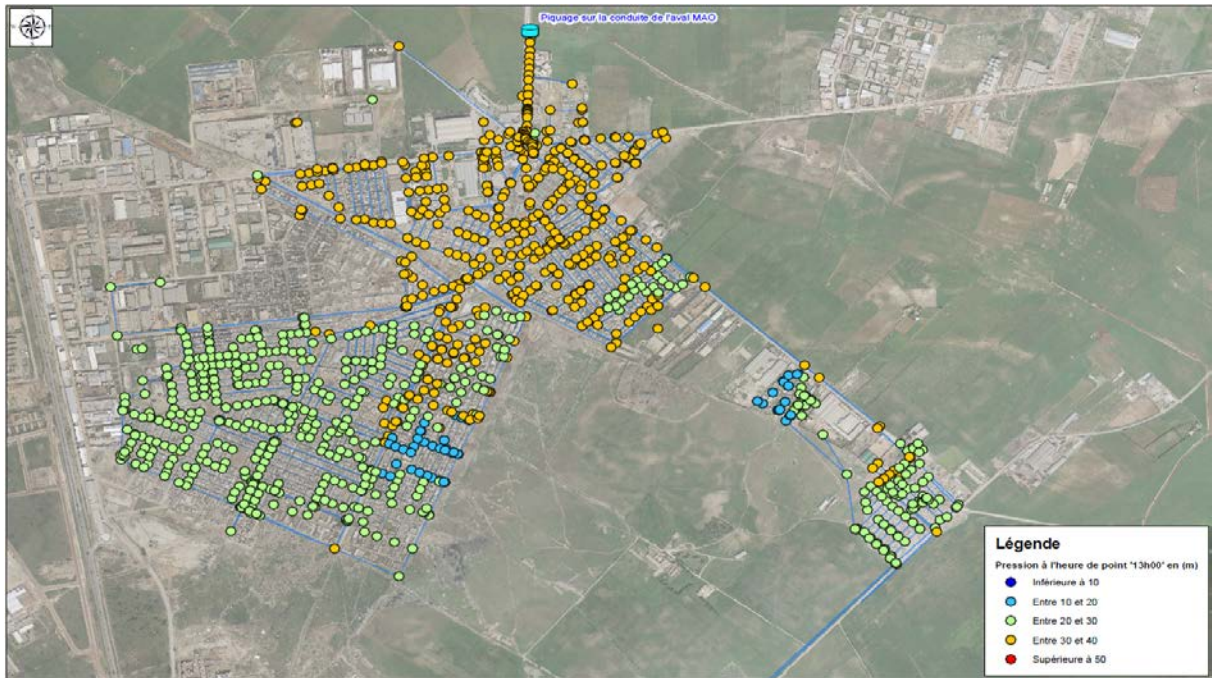


Figure III.7: Résultats de la pression de Chteibo à l'heure de pointe avant la sectorisation

La Figure III.8 montre que la vitesse varie entre 0,1 et 2 m/s. Le réseau a en moyenne une vitesse Inférieure à 0,1 m/s, valeur qui est relativement faible. La vitesse la plus forte dans les canalisations avoisine 2 m/s dans des conduites maitresses.

Une vitesse trop faible peut avoir pour conséquence une altération de la qualité de l'eau, surtout après de longue durée. Ce problème est principalement dû au caractère plat de Chteibo ainsi que le sous dimensionnement des conduites tertiaire.

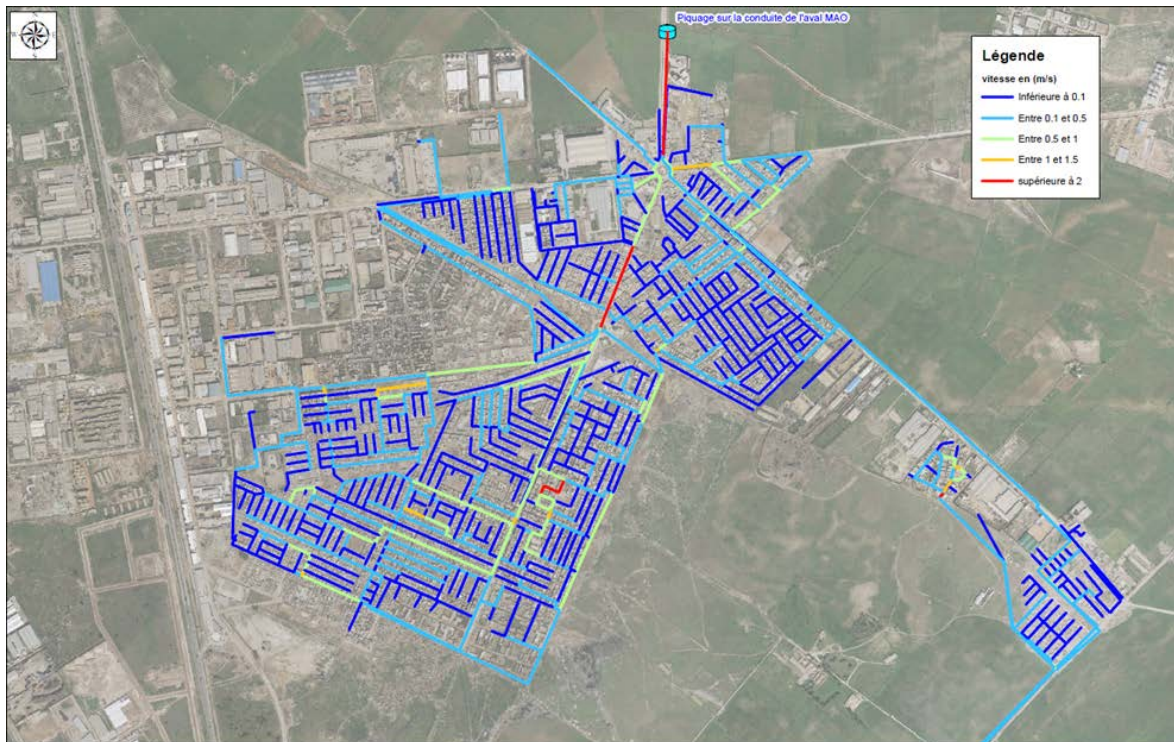


Figure III.8: Résultat de la vitesse à l'heure de pointe.

III.3 Reconfiguration du réseau

Dans le but d'avoir de meilleurs paramètres hydrauliques des écoulements au niveau du réseau et permettre l'approvisionnement adéquat en eau potable nous avons apporté quelques modifications sur le réseau (voir Figure III.9) et qui sont les suivantes :

- Création d'un jeu de vanne pour dégager la conduite principale alimentant le secteur des nombreux picages existants faisant en sorte que le nombre d'entrée du secteur soit réduit au maximum ce que l'on peut considérer aussi comme un démaillage du réseau qui a pour conséquence aussi de minimiser les pertes de charge du réseau.
- Réhabilitation des conduites défailtantes dont l'état figure au niveau du chapitre 4 (Cout du projet).

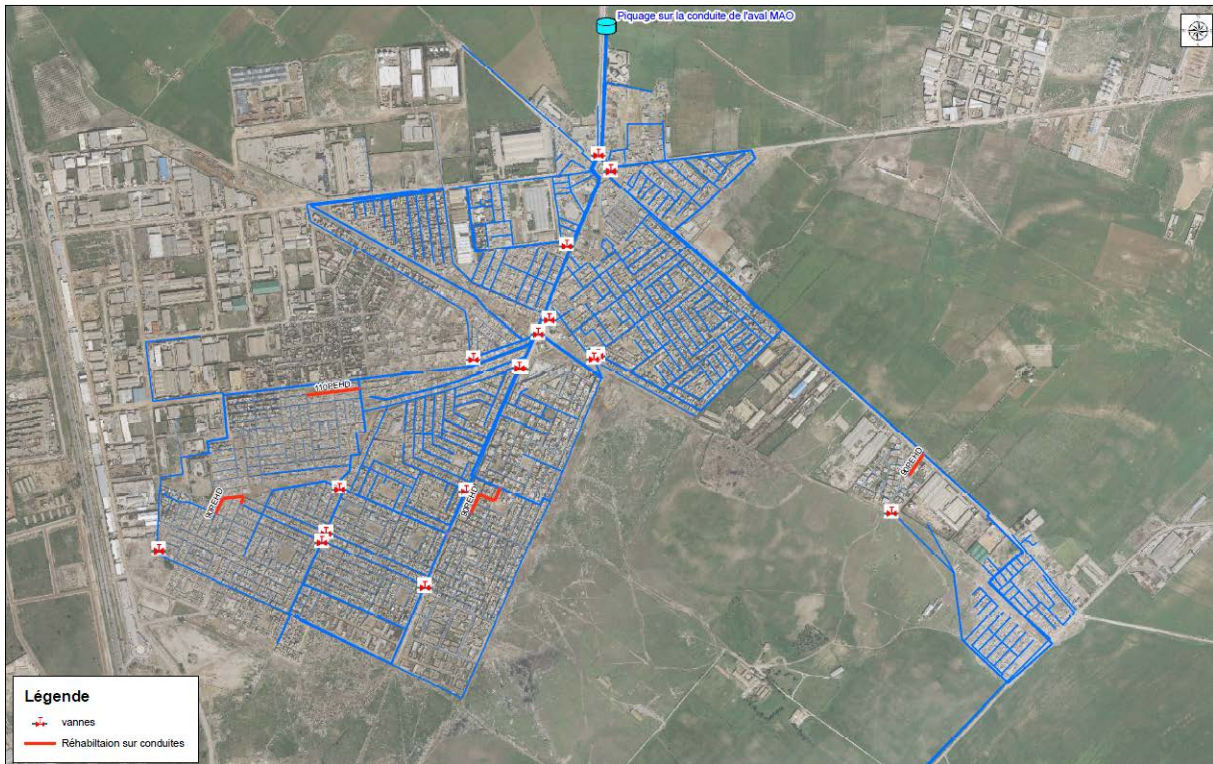


Figure III.9 : Interventions sur réseau de Chteibo

III.4 Sectorisation de la zone d'étude (Simulation 2)

Après reconfiguration du réseau et étude de plusieurs variantes de sectorisation de la zone de Chteibo l'étude conclue à la création de cinq secteurs, chaque secteur étant alimenté par une conduite principale dont le débit fourni et la pression seront mesurées.

Le découpage de la zone de Chteibo ce fait par l'isolement de chaque secteur de son secteur voisin par le biais de vannes de frontière (voir Figure III.10, Figure III.11) et l'implantation de chambres de sectorisation à l'entrée de chaque secteur qui ont pour rôle d'assurer le controle de ce dernier (voir Figure III.10).

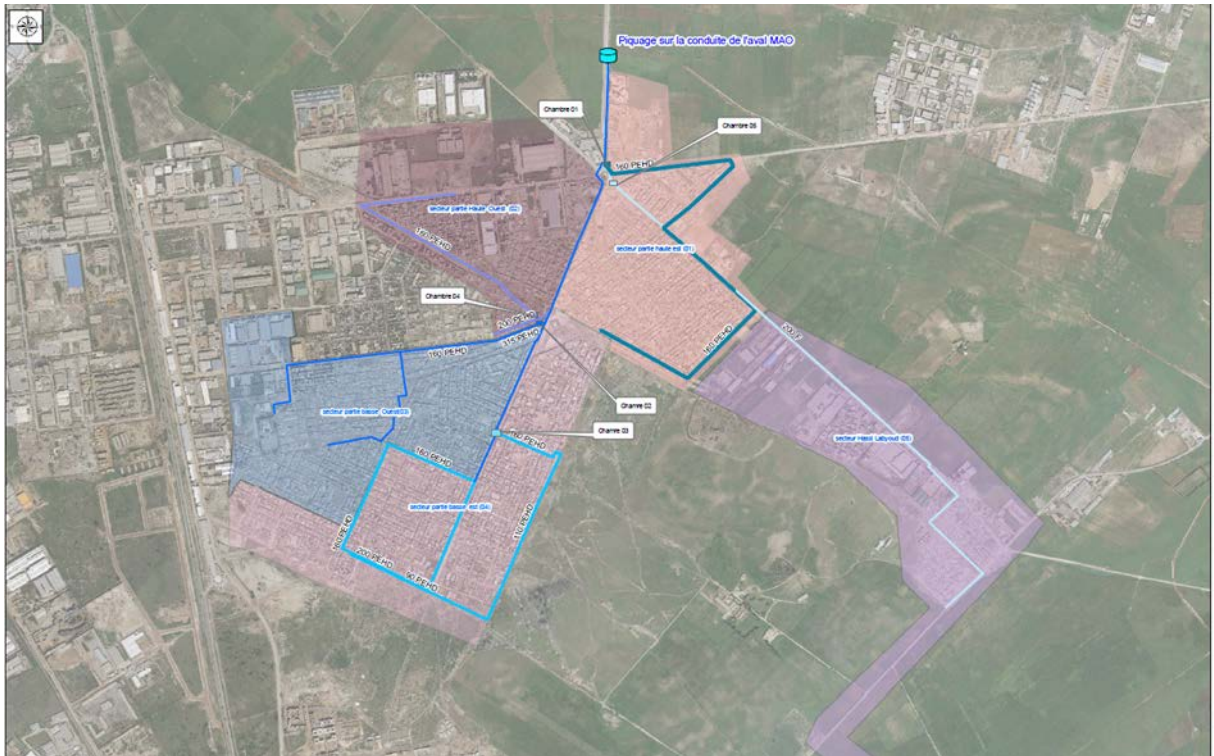


Figure III.10: Alimentation de chaque secteur par sa propre conduite.

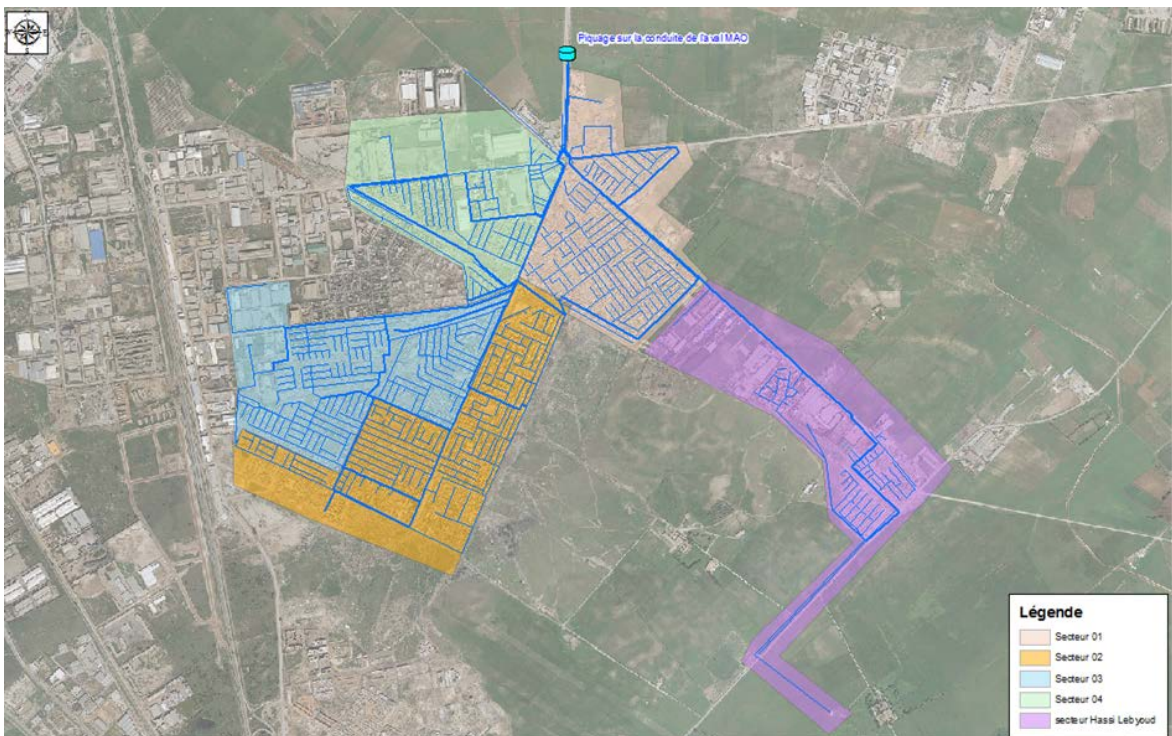


Figure III.11: Découpage en secteurs

Après une sectorisation sommaire basée sur deux méthodes :

- 1- Suivi du cheminement des écoulements grâce à un outil (drapeau de suivi des débits) disponible sur le Mike Urban.
- 2- Limitation des nœuds de consommation regroupant le débit maximal au niveau des entrés de chaque secteur.

La simulation n°2 (configuration et validation de la sectorisation) nous a permis de visualiser les résultats des interventions apporter sur le réseau (Figure III.12).

Aux heures creuses ou le tirage est minime les pressions restent toujours au alentours de 4 bars sur la totalité du réseau, une pression de 4 bars est acceptable sur un réseau de distribution.

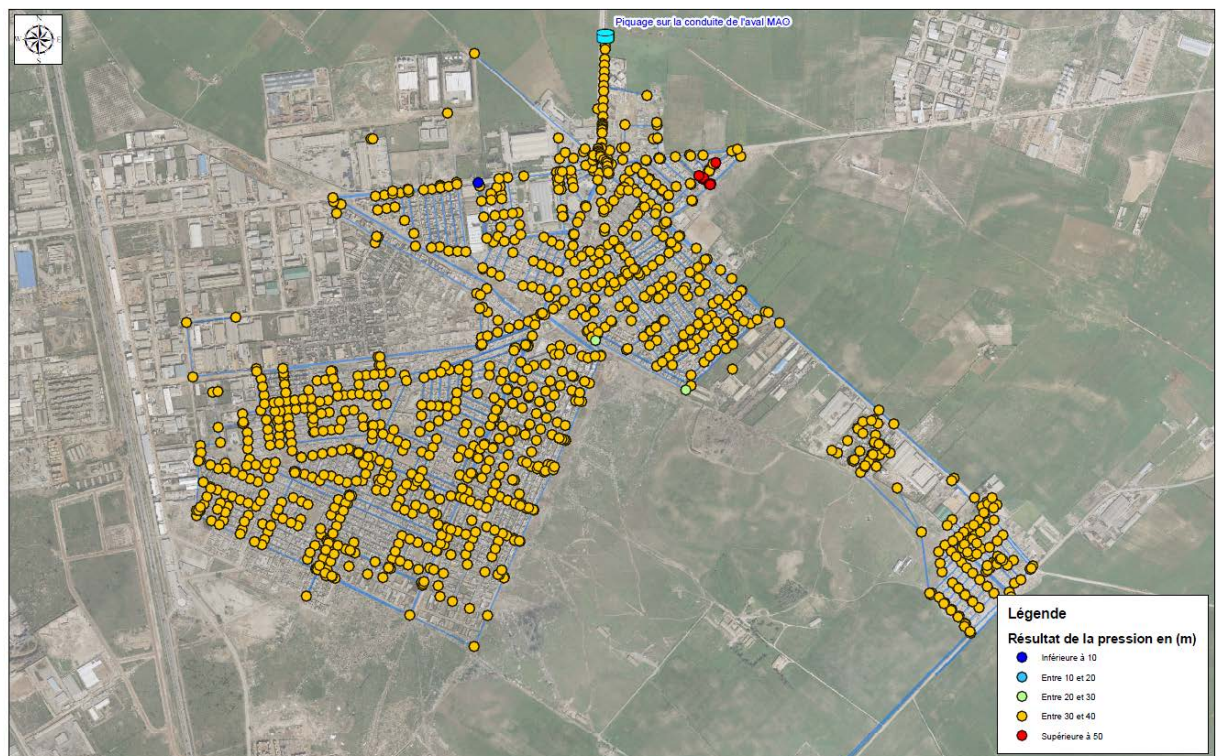


Figure III.12: Résultats de la pression à minuit après sectorisation

Après la sectorisation du réseau, on remarque que la pression a baissé sur quelques parties mais elle reste toujours dans les normes (Figure III.13), cette baisse est expliquée par le changement dans le système d'alimentation, où on a éliminé tout piquage direct à partir des conduites maitresses, les valeurs de la pression varient entre 01 et 04 bars. Vu que la taille des ménages ne dépasse pas les R+1 ces valeurs restent satisfaisantes.

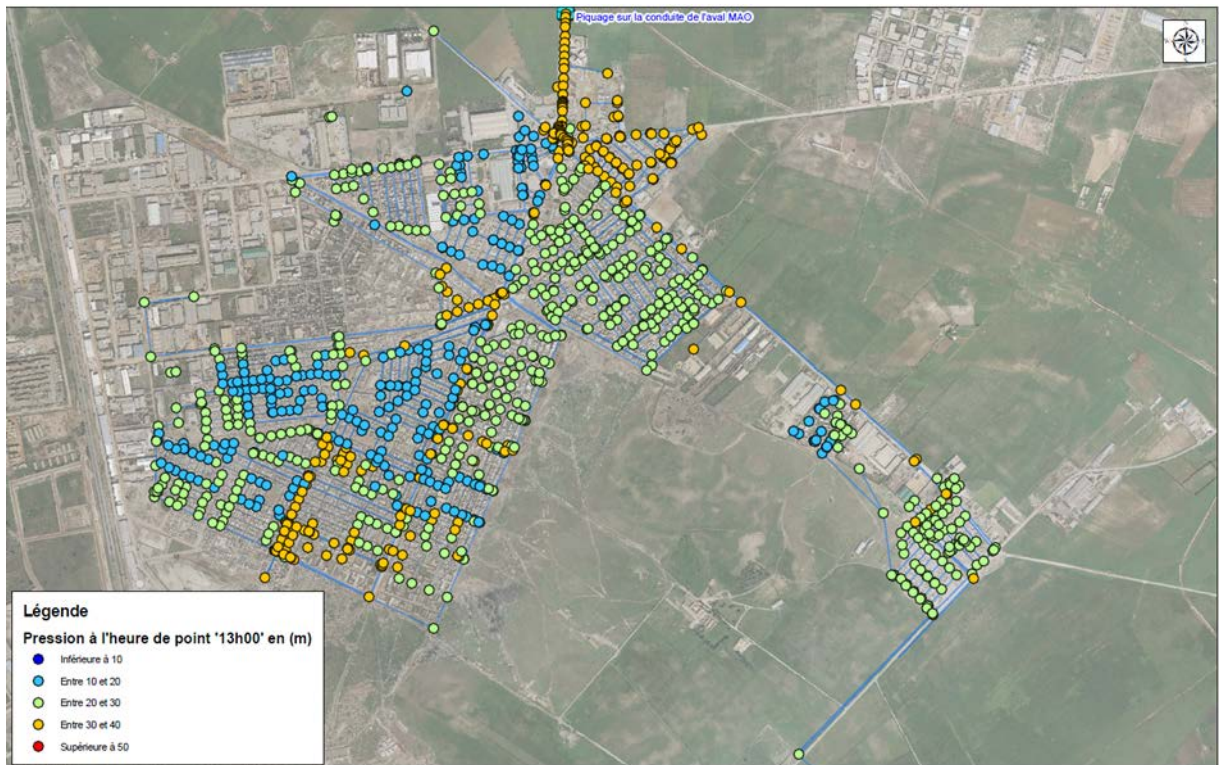


Figure III.13: Résultats de la pression à l'heure de pointe après sectorisation du réseau

Après sectorisation du réseau les vitesses ont plus au moins augmenté (Figure III.14), avec une moyenne de 0,5 m/s.

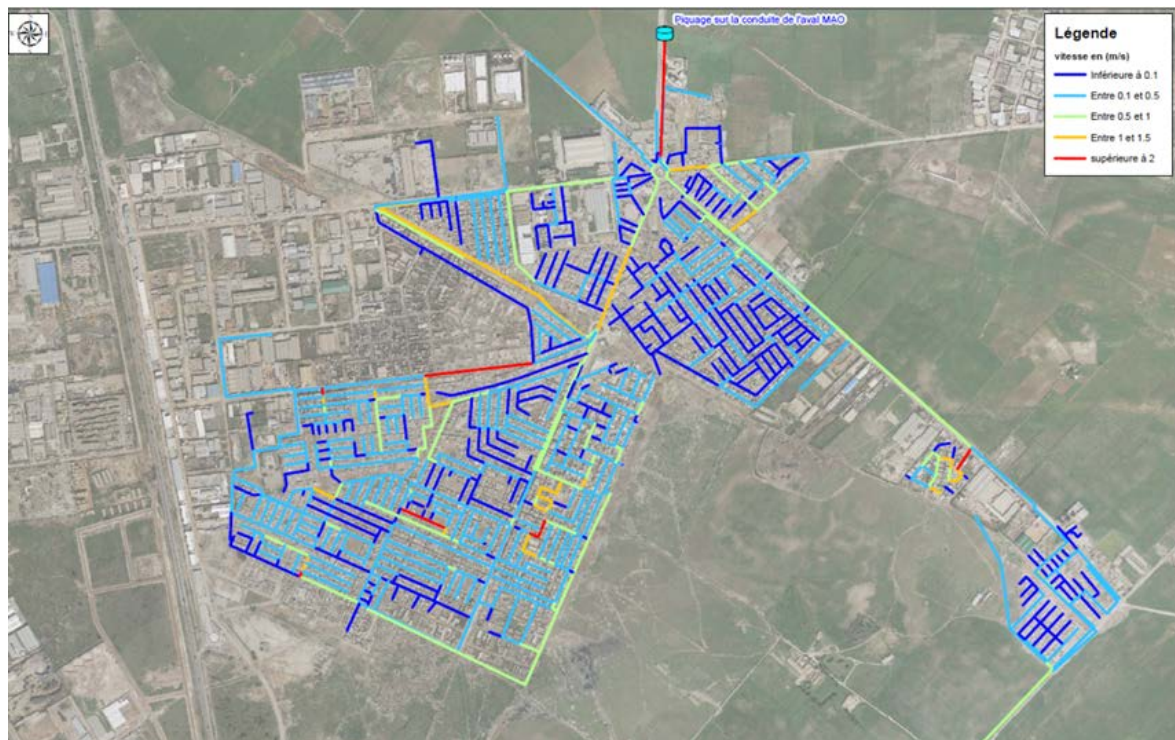


Figure III.14 : Résultats de la vitesse à l'heure de pointe après sectorisation

La sectorisation étant faite, les détails des cinq secteurs sont donnés dans les sections qui suivent.

III.4.1 Premier secteur

Le premier secteur est localisé sur la partie haute de Chteibo, son alimentation en eau potable se fait par le biais d'une conduite principale de diamètre de 200 mm en PEHD (Figures III.15, III.16) issue du piquage initial de diamètre 400 mm à partir de la conduite Aval MAO. Le linéaire total de ce secteur est de **17,60 km**.



Figure III.15: Alimentation secteur 01



Figure III.16 : Réseau d'AEP du secteur 01

Les résultats de la simulation au niveau de ce secteur montrent que ce dernier est couvert par de bonnes pressions (la pression varie entre 2,5 et 3,5 bars) comme c'est donné dans le tableau III.1 et présenté dans la figure III.17.

Tableau III.1: Résultats de pression du 1er secteur

Nœuds	Pression en(m)
1003	33
1004	27
287	29
293	25
295	34
302	34
309	32
315	32
320	28
346	28
348	26
350	29
371	33
387	28
430	28
433	32

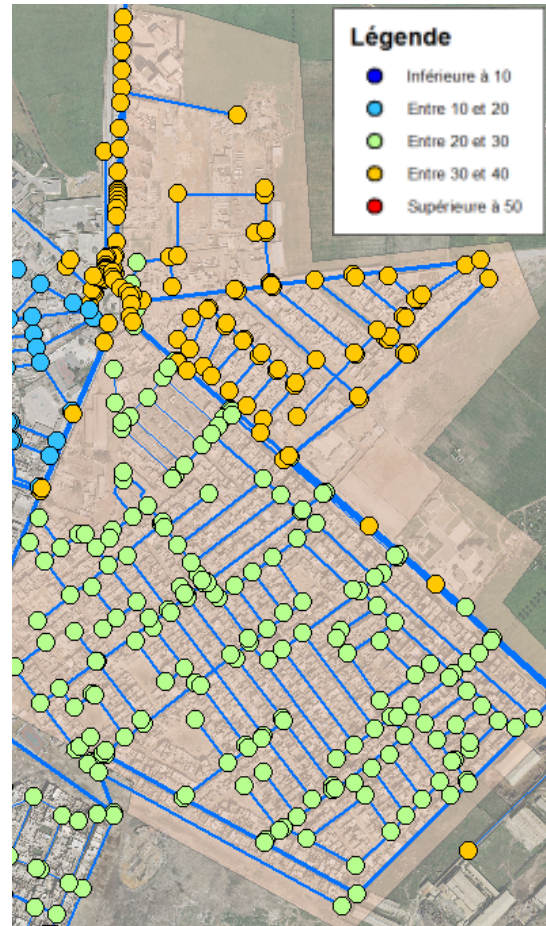


Figure III.17 : Résultat de la pression pour le secteur 01

III.4.2 Le deuxième secteur

Le deuxième secteur est localisé sur la partie haute Ouest de Chteibo (Figure III.18), l'alimentation en eau potable de ce secteur se fait par le biais d'une conduite principale de diamètre 160 mm en PEHD (Figure III.19) issue du piquage initial de diamètre 400 mm à partir de la conduite Aval MAO le linéaire total de ce secteur est de **11,15km**



Figure III.18 : Alimentation secteur 02



Figure III.19 : Réseau d'AEP du secteur 02

Les résultats de la simulation montrent que le secteur est couvert de bonnes pressions dont elles varient entre le 1,5 et 3,3 bar (tableau III.2 et figure III.20).

Tableau III.2: Résultats de pression du 2ème secteur.

Nœuds	Pression en (m)
1001	20
1023	20
1026	21
1038	32
1045	20
1059	18
1072	20
1073	20
1077	22
1081	20
137	21
155	20
161	21
167	32
176	22
189	22
196	20
714	20
74	32

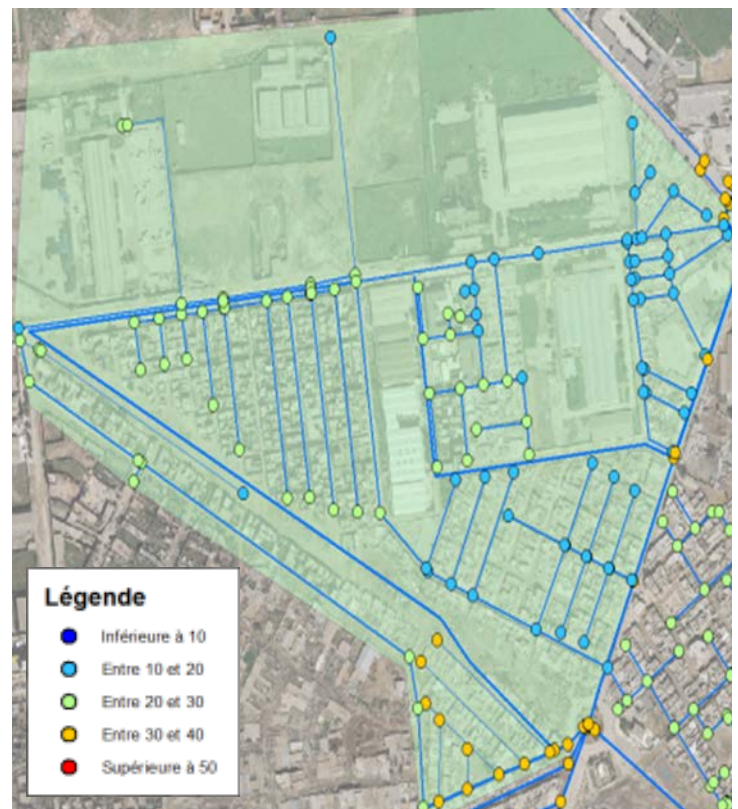


Figure III.20 : Résultat de la pression pour le secteur 02.

III.4.3 Le troisième secteur

Le troisième secteur est localisé sur la partie basse de Chteibo (Figure III.21), l'alimentation en eau potable de ce secteur se fait par le biais d'une conduite principale de diamètre 160 mm en PEHD (Figure III.22) issue du piquage initiale de diamètre 315 mm à partir de la conduite Aval MAO le linéaire total de ce secteur est de **20 km**



Figure III.21: Réseau d'AEP du secteur 03



Figure III.22: Alimentation secteur 03

Les résultats des simulations montrent que le secteur est couvert de bonnes pressions dont elles varient entre le 1,8 et 2,3 bars. Les résultats sont montrés sur la figure III.23 et donnés dans le tableau III.3.

Tableau III.3: Résultats de pression du 3ème secteur.

Nœuds	pression en (m)
1007	19
1031	18
1043	22
114	32
120	19
1326	19
133	21
162	19
163	20
201	21
223	20
244	22
276	23
284	18
286	20
292	23



Figure III.23 : Résultat de la pression sur le secteur 03

III.4.4 Le quatrième secteur

Le quatrième secteur est localisé sur la partie basse Ouest de Chteibo (Figure III.24), l'alimentation en eau potable du quatrième secteur se fait par le biais d'une conduite principale de diamètre 160 mm en PEHD (Figure III.25) issue du piquage initial de diamètre 400 mm à partir de la conduite Aval MAO.

Le linéaire total de ce secteur est de **22,50 km**.

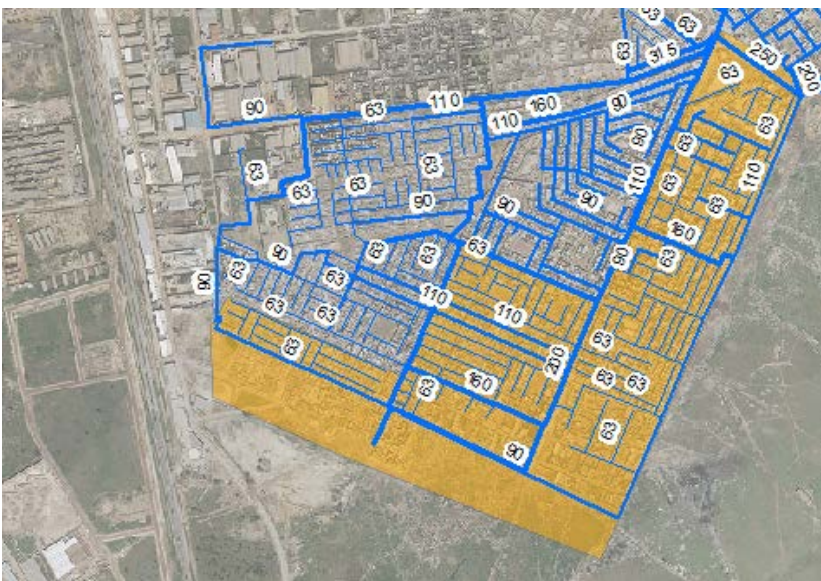


Figure III.24: Réseau d'AEP du secteur 04



Figure III.25 : Alimentation secteur 04.

Les résultats des simulations montrent que le secteur est couvert de bonnes pressions dont elles varient entre 01 et 03 bars comme c'est donné dans le tableau III.4 et représenté dans la figure III.26.

Tableau III.3: Résultats de pression du 4ème secteur.

Nœuds	pression en (m)
1008	11
1014	25
1029	10
1050	31
108	29
1095	26
1107	30
1306	27
159	31
173	30
180	30
202	30
229	30
231	30
256	26
266	30

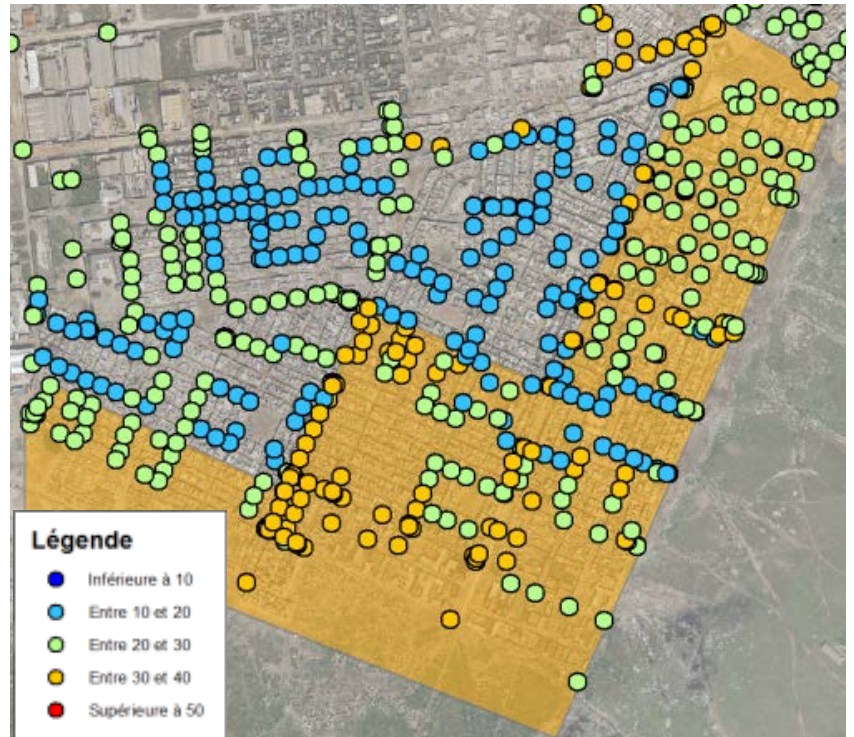


Figure III.26 : Résultat de la pression sur le secteur 04

III.4.5 Le cinquième secteur

Le secteur Hassi Lebyoud est localisé sur la zone de Hassi Lebyoud (Figure III.27), son alimentation en eau potable se fait par le biais d'une conduite principale de diamètre 160 mm en PEHD (Figure III.28) issue du piquage initiale de diamètre 400 mm à partir de la conduite Aval MAO.

Le linéaire total de ce secteur est de **12,25 km**.



Figure III.27 : Alimantation secteur de Hassi Lebyoud.



Figure III.28 : Réseau d'AEP du secteur de Hassi Lebyoud

Les résultats de la simulation montrent que le secteur est couvert de bonnes pressions dont elles varient entre le 1,7 et 3,2 bars. Les résultats sont affichés sur la figure III.29 et donnés dans le tableau III.5.

Tableau III.5: Résultats de pression du 5^{ème} secteur.

Nœuds	Pression en (m)
1	31
1028	23
1036	18
1089	30
1090	30
1091	25
12	24
1268	31
1269	31
1270	31
1271	32
1272	31
1273	30
13	24
14	25

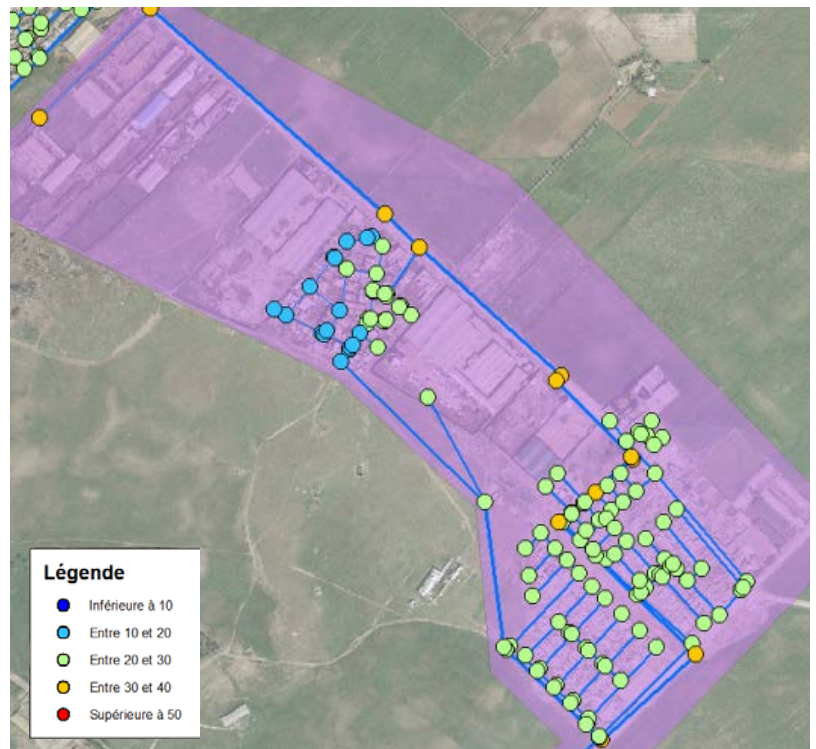


Figure III.29 : Résultat de la pression sur le secteur Hassi Lebyoud.

Selon les résultats de la modélisation du fonctionnement du réseau dans les configurations choisies, on peut remarquer que tous les abonnés doivent conserver une pression de distribution supérieure à 1 bar; c'est dans cette optique qu'on a divisé notre zone d'étude en cinq secteurs ou chaque secteur est alimenté par sa propre conduite d'amené et isolé du secteur voisin par une vanne de frontière.

Ce découpage nous a permis d'avoir une distribution homogène et il nous a permis aussi de minimiser les pertes de charge dues aux piquages multiples sur les conduites à gros diamètres .

Aussi, et pour des fins de sécurité d'approvisionnement en eau potable, en cas d'arrêt ou d'interventions sur l'adduction de l'Aval MAO, l'implantation d'un chateau d'eau reste obligatoire.

Le redimensionnement des conduites tertiaires s'avère aussi indispensable pour corriger les problèmes de vitesses.

Chapitre : VI

*Dimensionnement des chambres
de sectorisation et couts du projet*

Un projet quel qu'il soit, doit prendre en considération plusieurs variantes avec une étude technico économique à négocier avec le maitre d'ouvrage.

Dans notre cas, nous avons opté pour la méthodologie adoptée par la SEOR soit l'implantation de la sectorisation par des chambres de sectorisation, dont le modèle est déjà prédéfini soit des ouvrages (regards) en génie civil dimensionnés de manière à contenir tout l'équipement de comptage ainsi qu'un by-pass pour la maintenance des équipements de la chambre sans perturbation de la distribution lorsque les conditions sur le terrain le permettent (absence d'autres réseaux : d'eau potable, assainissement, conduite de gaz, câbles d'électricité ou fibre optique) et prévision de deux capots de visites et une échelle d'accès.

Le dimensionnement de la chambre de comptage prend en compte les dimensions des équipements de comptage.

Ainsi, dans ce chapitre, nous évaluerons les coûts de réalisation des chambres de sectorisation du projet dans son volet génie civil et équipements hydromécaniques.

Nous ne tiendrons pas compte des couts relatifs au télé-contrôle et supervision des données d'exploitation de ces chambres qui peuvent faire l'objet d'un autre projet de fin d'étude.

IV. 1 Chambre de sectorisation

Pour mesurer le débit et la pression sur le réseau il faut installer dans chaque entrée de secteur une chambre de sectorisation équipée par des organes de mesure et éventuellement de régulation comme montré dans la figure IV.1.

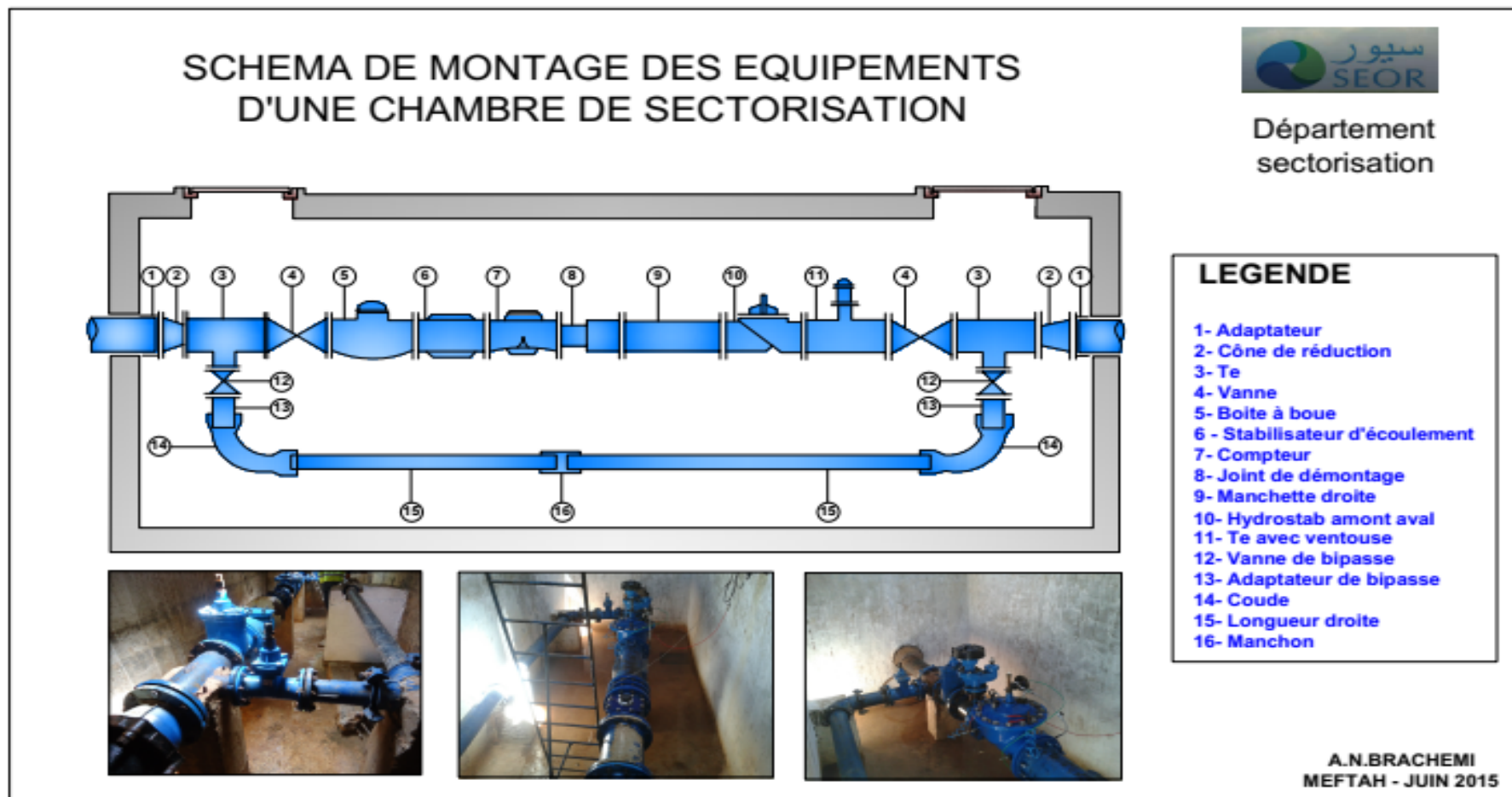


Figure IV. 1: Schéma descriptif d'une chambre de sectorisation (SEOR 2019).

IV.2 Les équipements d'une chambre de sectorisation

La chambre de sectorisation est munie de plusieurs pièces hydromécaniques certaines pour l'assemblage des équipements (adaptateurs, té, joints de démontages, manchettes et manchons) d'autres pour la protection de l'équipement de comptage et la stabilisation de l'écoulement (vanne, boîte à boues et stabilisateur d'écoulement) et enfin l'équipement de mesure en lui-même soit le compteur ou le débit mètre.

La mesure de pression est faite grâce à un piquage sur la manchette qui se traduit par un collier de prise en charge et un robinet sur lequel on branche un flexible et qui oriente l'eau directement vers un enregistreur de pression et de débits.

IV.2.1 Stabilisateur d'écoulement

Le stabilisateur d'écoulement permet d'atténuer les perturbations hydrauliques liées au étranglement ou élargissement des conduites ainsi qu'aux changements de directions de canalisation (coude, vanne, réduction...) en amont d'un compteur d'eau [6].

Le stabilisateur s'installe directement sur la bride d'entrée du compteur, le sens d'écoulement ne pose pas problèmes au fonctionnement.

Deux modèles sont proposés et présentés dans la figure IV.2 :

Type S-3D du calibre 50 à 200 mm

Type RJ-1 du calibre 150 à 500 mm, les calibres 150 et 200 possèdent une Enveloppe [6].

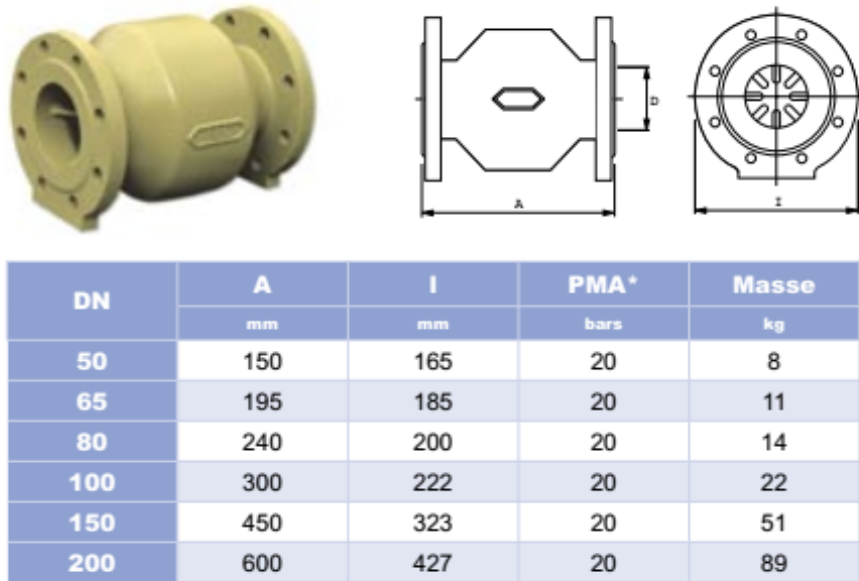


Figure IV.2: Types de stabilisateurs [6].

a. Type S-3D du calibre 50 à 200 mm

Le stabilisateur d'écoulement S-3D est conçu dans le but de supprimer les effets néfastes des perturbations observées dans les conduites d'eau, tout en utilisant un appareil d'une longueur limitée à 3 fois le diamètre d'orifice (Figure IV.3). Le stabilisateur s'installe directement sur la bride d'entrée d'un compteur. Il n'y a pas de sens d'écoulement à respecter (PAM, 2009).

Sa conception est la suivante : Augmentation / Réduction du diamètre de la veine liquide dans le but d'atténuer les dissymétries dans la distribution des vitesses. Implantation de palettes dans le but de briser les tourbillons intéressant toute la section de passage (PAM, 2009).

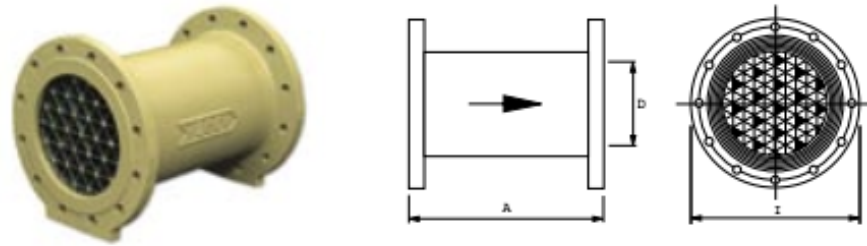


*PMA: Pression Maximale Admissible

Figure IV.3: Caractéristiques dimensionnelles de stabilisateur d'écoulement (PAM 2009).

b. Type RJ-1 du calibre 150 à 500 mm

Le stabilisateur d'écoulement RJ-1 est conçu dans le but de tranquilliser la veine liquide en amont des compteurs à hélice, tout en ne disposant que d'une longueur droite généralement peu importante en amont des appareils. La veine liquide est guidée par des canaux de section triangulaire (Figure IV.4). Cette forme géométrique se prête particulièrement bien à l'atténuation des tourbillons. Les mailles ainsi réalisées présentent une taille constante sur toute la gamme des calibres, ce qui permet de présenter une longueur unique de 500 mm quel que soit le diamètre d'orifice. Le stabilisateur s'installe directement sur la bride d'entrée d'un compteur tout en respectant le sens d'écoulement indiqué par la flèche. (PAM, 2009).



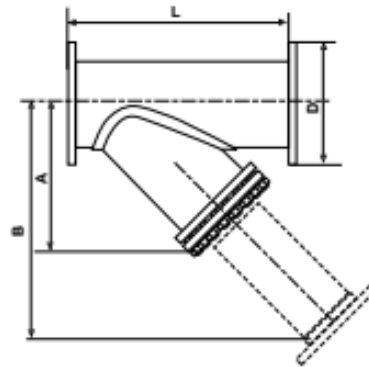
DN	A	PMA* (fonte)	PMA* (acier)	Masse (fonte)	Masse (acier)
	mm	bars	bars	kg	kg
150	500	-	40	-	49
200	500	-	40	-	82
250	500	20	40	81	114
300	500	20	40	97	149
400	500	20	40	160	218
500	500	20	40	221	360

Figure IV.4: Caractéristiques dimensionnelles de stabilisateur d'écoulement Type RJ-1 (PAM, 2009).

IV.2.2 Filtre

A. Filtre à tamis PAM

Le filtre à tamis est destiné à protéger les appareils raccordés en aval en retenant les corps étrangers qui pourraient circuler dans la conduite. Sa forme en Y permet une rétention efficace de ces derniers dans la cartouche filtrante Figure (IV.5). Le filtre à tamis est utilisable en réseau d'eau pour une pression maximale de 16 bars. Le filtre est composé d'un : corps et couvercle en fonte, revêtus par poudrage époxy de 200 μ m, joint plat corps/couvercle, élément filtrant ou cartouche comprenant un tamis et un support de tamis en acier inoxydable, couvercle équipé d'un orifice de purge avec bouchon (PAM, 2009).



DN	L	D	A	B	Orifice de purge	Fixation	Masse
	mm	mm	mm	mm			kg
40	200	150	110	170	3/4"	4 x M16	7
50	230	165	120	190	3/4"	4 x M16	9
65	290	185	140	220	3/4"	4 x M16	12
80	310	200	165	265	3/4"	8 x M16	17
100	350	220	220	340	1" 1/4	8 x M16	25
125	400	250	260	410	1" 1/4	8 x M16	39
150	480	285	300	475	1" 1/4	8 x M20	61
200	600	340	360	580	1" 1/2	8 x M20	109
250	730	395	456	680	2"	12 x M20	162
300	850	445	535	810	2"	12 x M20	228

Figure IV.5: Caractéristiques dimensionnelles de filtre (PAM,2009).

B. Filtre à tamis Sensus type WP-Dynamic

Le filtre à tamis WP-Dynamic Figure (IV.6) est un équipement assurant une protection efficace de tout appareil afin d'éviter qu'il ne soit endommagé par des corps étrangers présents dans l'eau du réseau. La grande robustesse de l'élément filtrant permet de retenir toutes les particules, même de grandes tailles (PAM, 2009).

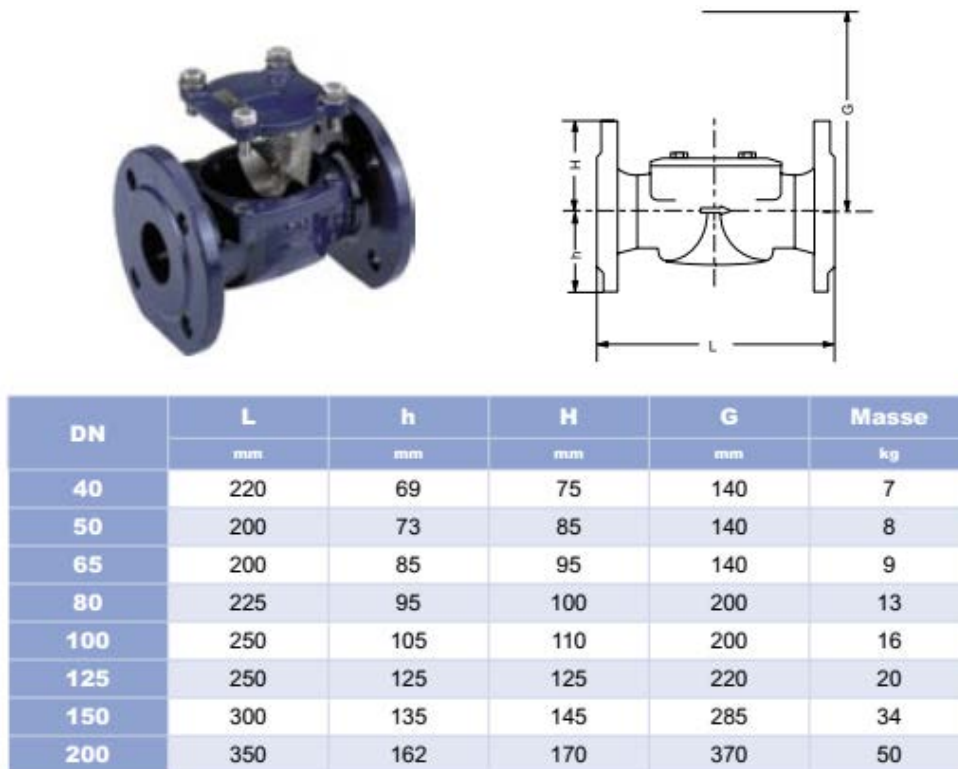


Figure IV.6: Caractéristiques dimensionnelles de Filtre à tamis Sensus (PAM, 2009).

C. Filtre à accès latéral Hawle type 9911

Le filtre à tamis Hawle type 9911, Figure (IV.7) est un équipement assurant une protection efficace de tout appareil afin d'éviter qu'il ne soit endommagé par des corps étrangers présents dans l'eau du réseau. L'élément filtrant peut-être aisément retiré de côté' (PAM, 2009).

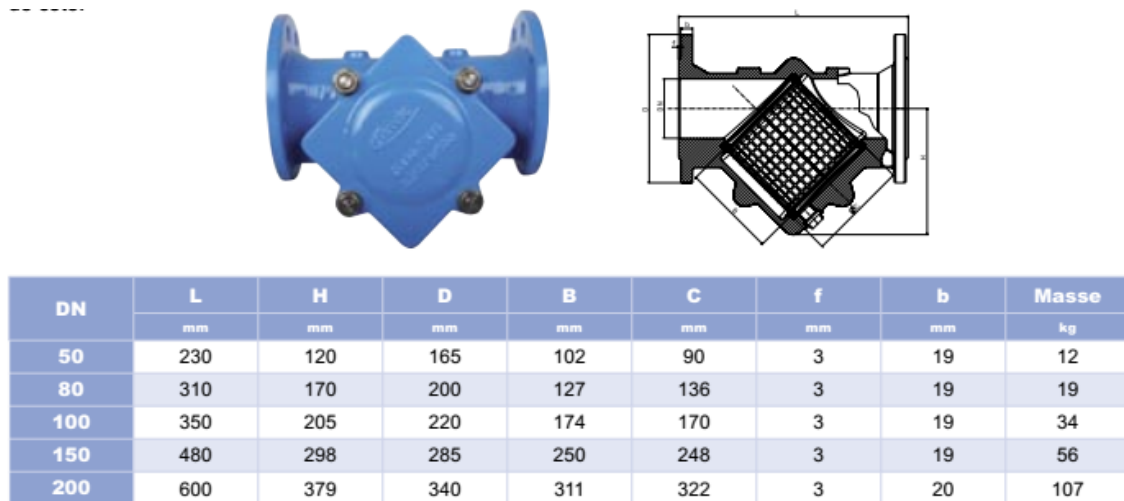


Figure IV.7: Caractéristiques dimensionnelles de Filtre à accès latéral Hawle (PAM, 2009).

Les filtres utilisés par la SEOR sont en général des filtres à tamis PAM qui sont plus pratiques lors des opérations de maintenance puisque les boues sont évacuées par le bas.

IV.2.3 Joints de démontage

Les joints de démontage permettent le montage et le démontage entre deux éléments fixes de canalisation Figure (IV.8). Le système coulissant permet le dégagement simplifié de l'appareil de robinetterie [2].




GAMME AVK			GAMME PAM			GAMME HAWLE		
	DN	Longueurs moyennes		DN	Longueurs moyennes		DN	Plages de longueurs
	40	180		50	180		50	150 > 207
	50	180		60	180		80	150 > 214
	65	180		65	180		100	150 > 218
	80	200		80	200		150	175 > 250
	100	200		100	200		200	195 > 292
	125	200		125	200			
	150	200		150	200			
	200	220		200	220			
	250	220		250	220			
	300	220		300	220			

Figure IV.8: Caractéristiques dimensionnelles de Joint de démontage (PAM, 2009).

IV.2.4 Compteurs d'eau

Dans chaque chambre de sectorisation ; l'installation d'un compteur d'eau est exigé, ce dernier nous permet d'enregistré le volume qui transite par le secteur à chaque instant et grâce à l'incorporation de générateur d'impulsion inductifs, les nouveaux compteurs (compteurs à tête émettrice) peuvent être connecté à des enregistreurs qui traduisent chaque impulsion en débit ainsi que le rapatriements de tous ces enregistrements sur un support informatisé autonome ou au niveau d'un centre de supervision [3].

La réglementation exige l'installation de compteurs homologués par la direction des mines et de la métrologie.

Plusieurs marques de compteurs homologués existent sur le marché national et la marque de compteur adopté par la SEOR et en général par tous les services de l'eau en Algérie sont les compteurs de marque SENSUS dont l'usine est implantée à l'est du pays.

A. Compteur Sensus type WP-Dynamic classe B DN 40 – 400

Le compteur WP-Dynamic à axe horizontal est spécialement conçu pour le comptage de l'eau à fort débit et à écoulement relativement régulier Figure (IV.9). Ce compteur convient particulièrement bien pour les utilisations exigeantes, notamment en aval de

pompes. Peut être équipés de capteurs de télé-relève (capteur Reed, capteur Opto) (Sensus 2018).

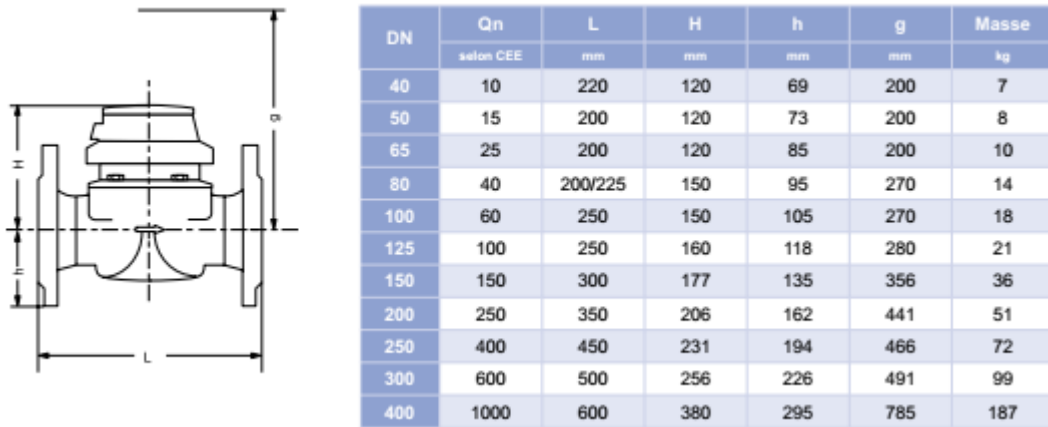


Figure IV.9: Caractéristiques dimensionnelles de Compteur Sensus type WP-Dynamic (Sensus, 2018).

B. Compteur Sensus type MeiStream classe B DN 40 – 150

Le compteur pour eau froide MeiStream Figure (IV.10), convient tant à la mesure de débits élevés - par exemple dans le cadre d'utilisation en aval de pompes - qu'à la mesure de débits faibles pour une utilisation en période de charge légère et permet également de détecter des fuites. Le corps du compteur est disponible en version courte et en version longue. Le mécanisme de mesure est interchangeable et compatible avec le corps du WP-Dynamic (Sensusesaap, 2018).



Figure IV.10: Compteur d'eau (SEOR, 2019).

IV.2.5 Les vannes

Les vannes installées dans les chambres de sectorisation sont en générale des vannes à opercule Figure (IV.11).

A. Vannes à opercule

Installés sur des conduites d'eau, ces vannes sont utilisées en position fermée pour suspendre l'alimentation ou, en position ouverte, pour autoriser l'écoulement de l'eau dans les réseaux (PAM, 2009.modifie).

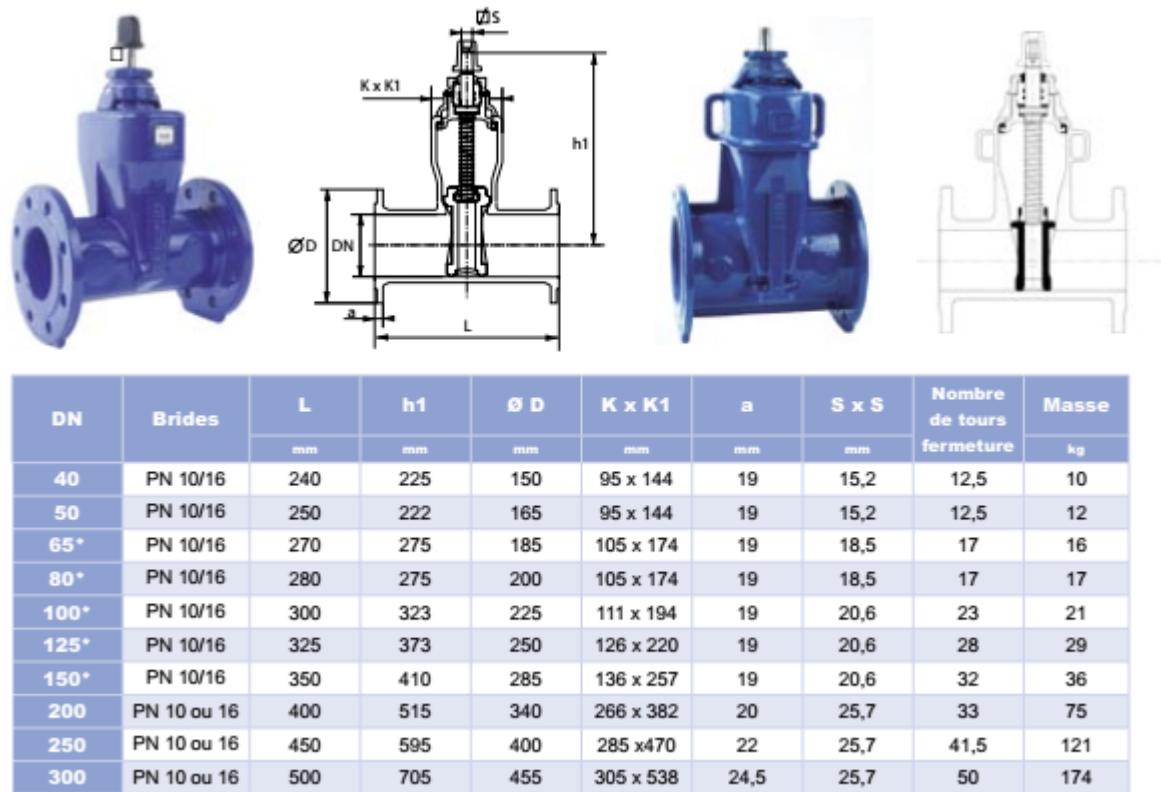


Figure IV.11: Caractéristiques dimensionnelles de vanne à opercule (PAM, 2009).

IV.3 Dimensionnement de la chambre

Les dimensions de la chambre de sectorisation se calcul en fonction de la taille des équipements qu'elle va contenir c'est-à-dire la longueur de la chambre dépend de la longueur des équipements montés en série (Tableau IV.1), la largeur représente la largeur du montage en tenant compte du by-pass, et la hauteur dépend de la profondeur de la conduite d'alimentation, en ajoutant toujours une marge de sécurité pour permettre l'accès facile des agents d'interventions et de leurs équipements.

Le choix des équipements se fait selon le diamètre de la conduite d'entrée sachant que tous les éléments de montage ont un diamètre réduit par rapport au diamètre initial de la conduite (DN-1).

Dans le cadre de notre étude, nous avons proposé la réalisation de cinq chambres de sectorisation dont trois chambres seront munies de conduites d'entrée de diamètre 200 mm et les deux restantes de conduites d'entrées en diamètre 315mm.

Pour les dimensions des équipements Nous avons pris comme référence les catalogues de Pont à mousson et Sensus comme guide technique et commercial, ce choix a été fait selon les fournisseurs choisis par la SEOR.

Tableau VI.1: Longueur totale des chambres.

Diamètres	DN150	DN250
Adaptateur *2	0,164	0,328
Cône de réduction *2	0,198	0,302
Te*2	0,1	0,1
Vanne	0,350	0,450
Boîte à boue	0,48	0,6
Stabilisateur d'écoulement	0,323	0,5
Compteur	0,3	0,45
Joint de démontage	0,2	0,22
Longueur totale	2,5	3

IV.4 Consistance des travaux

Le coût du projet englobe trois parties : le Génie civil, Fourniture et la pose des équipements de la chambre et le Lot hydraulique.

IV.4 .1 Génie civil

Le génie civil comprend trois étapes : Démolition et terrassement ; travaux de génie civil ainsi que les travaux annexes.

A. Démolition et terrassement

Étape d'estimation de quantité de déblais et de terrassement en masse pour éviter tout imprévu lors de la réalisation figure (IV.12), nous considérons que la nature du terrain est un mélange de roche et de terre, c'est-à-dire notre terrain est 50% rocheux et 50% meuble en matière de volume,

Le volume doit être majoré en lui ajoutant 1 m d'épaisseur sur chaque façade de la chambre, 20 cm pour le coffrage de béton, 10 cm de tuf, 10 cm de béton précontraint et 20 cm de la couche de la dalle de la plateforme pour un total de 40 cm de profondeur comme c'est expliqué sur la figure (IV.13).



Figure IV.12: Démolition et terrassement (SEOR, 2019).

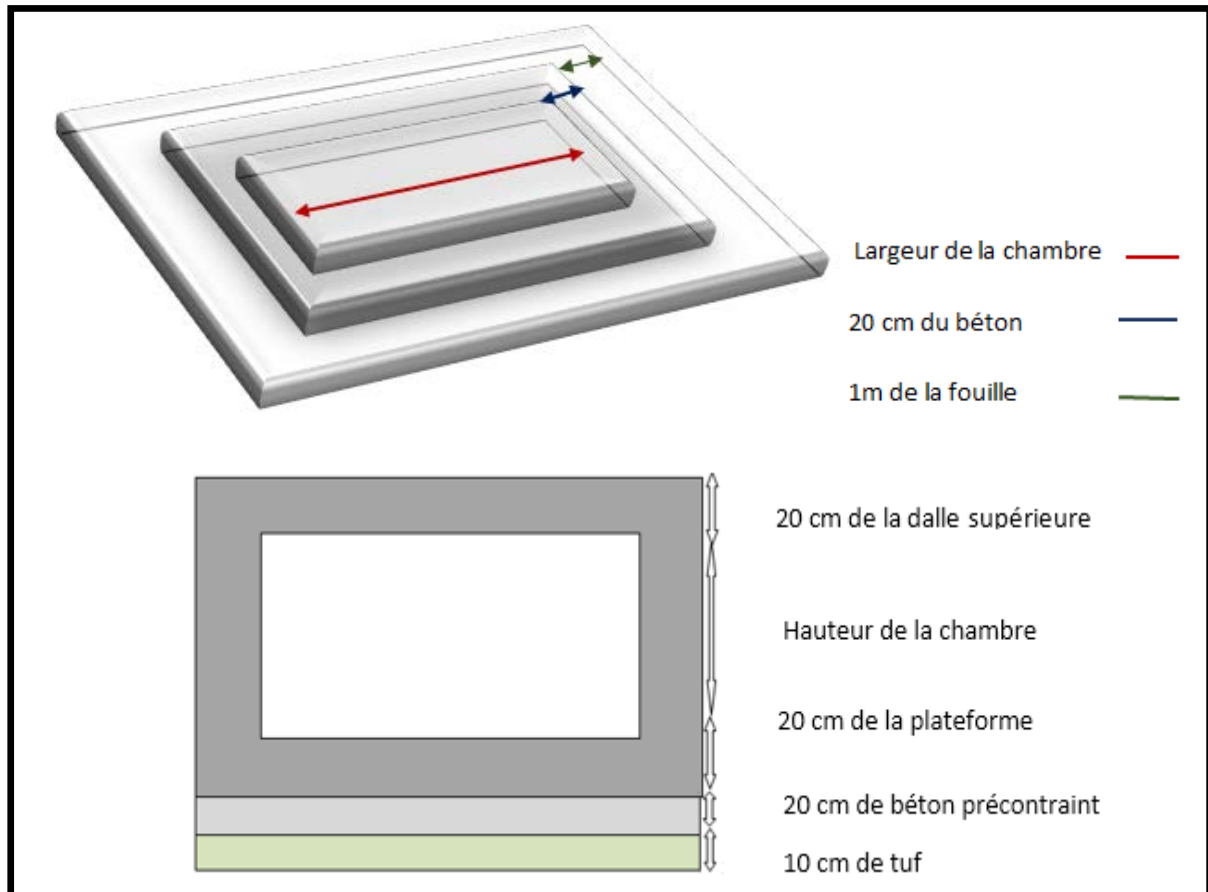


Figure IV.13: Coupe horizontale et transversale de la chambre de sectorisation.

B. Travaux génie civil

Suite au terrassement et la pose de 10 cm de tuf au sol on passe à la préparation de béton de propreté à faible dosage épaisseur de 10 cm et un béton armé de 350kg/m^3 muni d'un ferrailage en double nappe, y est compris coffrage pour voiles ; dalle et radié épaisseur de 20 cm figure (IV.14) ci-dessous :



Figure IV.14: Etapes des Travaux génie civil (SEOR, 2019).

C. Travaux annexes

Les travaux annexes consistent à la fourniture et la pose de deux tampons, peinture intérieure du regard sur mur et sous plafond ainsi que la fourniture et la pose d'une échelle et protection du voile extérieur par une couche de Flinckott figure (IV.15).



Figure IV.15: Etapes de travaux annexes (SEOR 2019).

IV.5 Devis estimatif et quantitatif du projet

Qui suit présente les frais de fourniture et poses de tous les équipements de la chambre de sectorisation :

Le présent cahier des charges a pour objet de fixer les conditions d'exécution des travaux de réalisation de cinq chambres de sectorisation et réhabilitation de 550 m de conduites d'AEP Tableau (IV.2) :

Tableau VI.2: Devis quantitatif et estimatif du projet.

		Unité	Qté	P. U	P.T
A	Chambres pour conduites DN 200 en PEHD et équipement en DN 150	/	03	/	/
A-1 Démolition et Terrassement					
A-1-1	Déblais et terrassement en masse en terrain meuble	M ³	36,50	1 000,00	36 500,00
A-1-2	Déblais en terrain rocheux	M ³	36,50	3 200,00	116 800,00
A-1-3	Transport à la décharge publique	M ³	87,60	450,00	39 420,00
A-1-4	Remblais d'apport (Tuf compacté et arrosé par couches successives)	M ³	39,50	1 650,00	65 175,00
A-2 Travaux Génie Civil					
A-2-1	Béton de propreté sur une épaisseur de 7 à 10 cm	M ³	1,20	9 000,00	10 800,00
A-2-2	Béton armé dosé à 350 Kg/ m ³ avec Ferrailage en double nappe, y est compris coffrage (pour voiles, dalle et radié ; ép.=20cm)	M ³	8,05	42 000,00	338 100,00
A-3 Travaux annexe					
A-3-1	Fourniture et pose de tampon (Ø800)	U	2,00	21 000,00	42 000,00
A-3-2	Fourniture et pose d'échelon	U	1,00	650,00	650,00
A-3-3	Peinture intérieure du regard sur murs et sous plafond	M ²	32,00	650,00	20 800,00
A-3-4	Protection voile extérieur Flinckott	M ²	32,64	500,00	16 320,00

A-4 Equipements					
A-4-1	F/Pose d'Adaptateur Ø 200 PEHD PN16	U	2	20 562	41 124
A-4-2	F/Pose de Cône de réduction Ø 200/150/ Fonte PN16	U	1	20 181	20 181
A-4-3	F/Pose de Vannes Ø 150 PN16	U	2	53 856	107 712
A-4-4	F/Pose de Stabilisateur D'écoulement Ø 150	U	1	79 200	79 200
A-4-5	F/Pose de Manchette Ø 150 L=0,50 m	U	2	11 629	23 258
A-4-6	F/Pose de Compteur SENSUS à tête émettrice Ø 150 PN16	U	1	100 214	100 214
A-4-7	F/Pose Joint de Démontage Ø 150 Fonte PN16	U	1	42 117	42 117
		S TOTAL 01 H.T			3 301 113,00
B	Chambres pour conduite DN 315 en F et équipement en DN 250	/	02	/	/
B-1 Démolition et Terrassement					
B-1-1	Déblais et terrassement en masse en terrain meuble	M ³	39,50	1 000,00	39 500,00
B-1-2	Déblais en terrain rocheux	M ³	39,50	3 200,00	126 400,00
B-1-3	Transport à la décharge publique	M ³	94,73	450,00	42 628,50
B-1-4	Remblais d'apport (Tuf compacté et arrosé par couches successives)	M ³	48,40	1 650,00	79 860,00
B-2 Travaux Génie Civil					
B-2-1	Béton de propreté sur une épaisseur de 7 à 10 cm	M ³	1,33	9 000,00	11 970,00
B-2-2	Béton armé dosé à 350 Kg/ m ³ avec Ferrailage en double nappe, y est compris coffrage (pour voiles, dalle et radié ; ép=20cm)	M ³	6,30	42 000,00	264 600,00
B-3 Travaux annexe					

B-3-1	Fourniture et pose de tampon (Ø800)	U	2,00	21 000,00	42 000,00
B-3-2	Peinture intérieure du regard sur murs et sous plafond	M ²	35,00	650,00	22 750,00
B-3-3	Fourniture et pose d'échelon	U	1,00	650,00	650,00
B-3-4	Protection voile extérieur Flinckott	M ²	35,04	500,00	17 520,00
B-4 Equipements					
B-4-1	F/Pose d' Adaptateur Ø 300 PEHD PN16	U	2	25 148	50 296
B-4-2	F/Pose de Cône de réduction Ø 300/250 Fonte PN16	U	1	27 500	27 500
B-4-3	F/Pose de Vannes Ø 250 PN16	U	2	79 200	158 400
B-4-4	F/Pose de Stabilisateur D'écoulement Ø 250	U	1	142 560	142 560
B-4-5	F/Pose de Manchette Ø 250 L=0,50 m	U	2	16 522	33 044
B-4-6	F/Pose de Compteur SENSUS à tête émettrice Ø 250 PN16	U	1	663 291	663 291
B-4-7	F/Pose Joint de Démontage Ø 250 Fonte PN16	U	1	80 150	80 150
		S TOTAL 02 H.T			3 606 239,00
C	Lot Hydraulique				
C-1	pièces spéciales				
C-1-1	F/Pose de Vannes Ø 63 PN16	U	1	30000	30000
C-1-2	F/Pose de Vannes Ø 90 PN16	U	3	36000	108000
C-1-3	F/Pose de Vannes Ø 110 PN16	U	4	40000	160000
C-1-4	F/Pose de Vannes Ø 150 PN16	U	5	55000	275000
C-1-5	F/Pose de Vannes Ø 200 PN16	U	2	63360	126720

C-1-6	F/Pose de Vannes Ø 250 PN16	U	1	79200	79200
		S TOTAL 03 H.T			778920
C-2	Conduite				
C-2-1	Fourniture et pose de Conduite en PEHD DN 90 PN 16	M	367	1200	440400
C-2-2	Fourniture et pose de Conduite en PEHD DN 110 PN 16	M	199	1800	358200
C-2-3	Fourniture et pose de Conduite en PEHD DN 160 PN 16	M	11	3700	40700
C-2-4	Fourniture et pose de Conduite en PEHD DN 200 PN 16	M	6	5800	34800
		S TOTAL 04 H.T			874100
		TOTAL H.T			8 560 372,00
		TVA 19%			1 626 470,68
		TOTAL TTC			10 186 842,68

IV.6 Fiche Technique du Projet

Nous avons dimensionné cinq chambre de sectorisation trois pour un diamètre DN 200mm et deux chambres de DN 315mm que ce soit la partie génie civil ou équipements.

Les détails sont donnés ci-dessous :

Le montant d'une chambre de sectorisation est la somme du coût de génie civil et le coût de la fourniture et pose des accessoires.

Le coût des trois chambres pour conduites DN 200 en PEHD et équipement en DN 150 :

$$2\ 059\ 695,0+1\ 241\ 418,00=3\ 301\ 113,00\ \text{DA}$$

Coût de deux chambres pour conduite DN 315 en F et équipement en DN 250.

$$1\ 295\ 757,00+2\ 310\ 482,00=3\ 606\ 239,00\ \text{DA}$$

Le coût total du projet c'est la somme des montants des chambres et montant de lot hydraulique avec un TVA de 19%.

Montant total
10 186 842,68 DA

Conclusion générale

CONCLUSION GENERALE

Ce travail nous a permis de

- Comprendre le fonctionnement du réseau d'AEP de Chteibo ;
- Créer la base de données de ce réseau sous SIG ;
- Simuler le fonctionnement de ce réseau sous Mike Urban ;
- Sectoriser ledit réseau pour assurer une enveloppe de pression convenable ;
- Dimensionnement des chambres de sectorisation (avec équipements) ;

Les premières simulations lancées, avaient comme objectif de diagnostiquer le réseau tel qu'il est. Cette opération a été faite en collaboration avec les techniciens de la SEOR.

Après correction et mise à jour, une reconfiguration a été proposée avec la réhabilitation de quelques conduites mal dimensionnées et la création d'un jeu de vanne pour démailler le réseau et minimiser les pertes de charge.

Le réseau a été découpé en cinq secteurs, chaque secteur étant alimenté par une conduite principale dont le débit fourni et la pression seront mesurées. Cette phase nous a permis de valider la sectorisation.

Enfin une estimation financière a été faite pour ce projet qui se relève à **10 186 842,68 DA**

A la lumière de ce qui a été fait et pour mieux gérer le réseau d'AEP de Chteibo, quelques recommandations sont faites, les plus pertinentes sont les suivantes :

- Proposition d'un réservoir surélevé pour sécuriser l'alimentation en eau potable de Chteibo ;
- Elimination des piquages illicites ;
- Revoir le dimensionnement des conduites tertiaires ;
- Réhabilitation de l'équivalent de 600 m de canalisations dont l'état est dégradé.

Références Bibliographiques

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, Université Abou Bakr Belkaid- Tlemcen, 209p.

Boughazi S ., 2018, Gestion de la ressource en eau du système hydraulique MAO-MACTA, Mémoire de Master, Ecole nationale supérieure d'hydraulique – Arbaoui Abdellah- Blida, 93 p.

Brachemi N ., Mars 2017, Formation sectorisation– Document interne SEOR, 35p

Formation Mike ., 2010, Modélisation des réseaux d'assainissement, d'eau pluviale et d'eau potable avec Mike Urban- Document interne SEOR, 140p

Laala Bouali O ., 2017, Diagnostic et Fiabilité du réseau de distribution de la zone plaine Ouest, Mémoire de Master, Université Badji Mokhtar- Annaba, 82p.

Liratni M ., 2011, Guide méthodologique pour le diagnostic des réseaux de distributions d'eau potable, Ecole nationale polytechnique- Alger, 42p.

Mester M et Benouda H ., 2018, Contribution à l'étude de sectorisation du réseau d'AEP du chef-lieu de Chetouane, Mémoire de Master, Université Abou Bakr Belkaid-Tlemcen, 115p.

ONEMA ., 2011, Gestion patrimoniale des réseaux d'eau potable, 52p.

ONEMA ., 2012, Réduction des fuites dans les réseaux d'alimentation en eau potable, 68p.

ONEMA ., 2014, Réduction des pertes d'eau des réseaux de distribution d'eau potable, 174p.

PAM ., 2009, Robinetterie et raccord pour l'eau potable, 84 p.

SENSUS ., 2018, Module sortie impulsioneille et protocole M-Bus pour compteurs d'eau industriels, 4p.

SENSUSESAAP ., 2018, Meistream compteur à brides PN16 DN 40 à 150 mm, 4p.

Webographie

[1] <http://fr-ca.topographic-map.com/places/Oran-4331800/> Consulté le 28 Janvier 2019.

[2] <https://www.tecofi.fr/categorie/raccords-assemblage-pour-eau/joints-de-demontage/>

Consulté le : 05 Mai 2019.

[3] <http://siaep.faye.free.fr/reseau/reservoirs> Consulté le 15 Mai 2019.

[4] https://www.esrifrance.fr/sig2006/DHI_MIKE.html Consulté le 20 Mars 2019.

[5] www.epa.gov/ORD/NRMRL/wswrd/epanet.html Consulté le 14 Février 2019.

[6] <http://www.smcv.co/comptage-et-systemes-associes/stabilisateur-et-filtre> Consulté le 28 Avril 2019.

Annexes

Tableau 1 : Résultats des pressions de la première simulation.

	Heure Creuse	Heure de Pointe
Nœuds	Pressions 00h00	Pressions 13h00
ES1862	31	38
ES1863	26	38
ES1864	24	37
ES1865	31	38
ES1866	33	39
ES1868	29	38
ES1869	30	38
ES1870	23	37
ES1871	29	38
ES1872	29	38
ES1873	31	38
ES1874	15	36
ES1875	29	38
ES1876	32	38
ES1877	32	39
ES1878	25	37
ES1879	29	38
ES1880	17	36
ES1881	29	38
ES1882	31	38
ES1883	30	39
ES1884	29	38
ES1885	33	38
ES1886	21	36
ES1887	29	38
ES1888	27	35
ES1889	34	40
ES1890	34	40
ES1891	31	38