



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de
la Recherche Scientifique
Université de Bouira
Institut de Technologie



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة البويرة
معهد التكنولوجيا

Département : Génie de l'Eau

RAPPORT DE STAGE DE FIN D'ETUDES

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME
LICENCE PROFESSIONNELLE EN GENIE DE L'EAU

Thème :

**Projet de réhabilitation du réseau d'AEP
de la commune de Sidi Akkacha
(Wilaya de Chlef)**

L'étudiante : ZOUBIR Rahma

Tutrice de l'institut :

M^{me} REZIG Amina

Tutrice de l'entreprise :

M^{me} DERMECH Fatiha

Juin 2018

Remerciements

Mes remerciements vont premièrement à Dieu tout puissant pour la volonté, la santé, le courage et la patience, qu'il m'a donnés durant toutes ces années d'études.

Je tiens à remercier sincèrement ma tutrice universitaire Mme REZIG Amina pour son entière disposition, ses judicieux conseils, sa patience, sa rigoureuse persévérance tout au long de mon stage, j'ai eu beaucoup de chance de l'avoir comme directrice de ce travail.

Je remercie aussi les membres du département d'hydraulique, et mes sentiments de profonde gratitude vont à mes professeurs qui tout au long des années d'études m'ont transmis leur savoir sans réserve.

Je remercie très chaleureusement Mme DERMECH Fatiha ingénieur en hydraulique ma tutrice professionnelle, pour son aide précieuse qu'elle m'a apportée tout au long de mon stage.

Je remercie mes parents qui par leurs encouragements, leur soutien et leur amour inconditionnel, m'ont aidée à surmonter tous les obstacles.

Je n'oublie bien évidemment pas mes camarades de formation et les remercie pour tous ces agréables moments passés ensemble.

Enfin, je tiens à remercier toute personne qui a participé de près ou de loin à l'exécution de ce modeste travail et qui n'ont pas pu être cités ici.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail en guise de reconnaissance

*à mes chers parents pour leur soutien et leur bénédictions si bienfaitante,
à ma cousine Wissem pour ses conseils et son aide, à mon frère Youcef et
ma chère sœur Assia , à mes amis pour leur soutien moral durant mon
cursus scolaire, à ma tante Amina , à mes cousins Brahim, Fatima, Bilel
et Abd el djalil , à tous les professeurs qui ont participé au déroulement
de mon stage .*

*A tous ceux que j'aime dans ce monde, ce présent travail est en partie le
votre.*

Sommaire

Introduction Générale :.....	1
------------------------------	---

Chapitre I : présentation de l'entreprise

I.1.Introduction :.....	2
I.2. Création de l'Algérienne Des Eaux (ADE) :	2
I.3.Fonctions de l'ADE :	2
I.4. Structure organisationnelle :	2
I.5. L'organigramme de l'unité de Chlef :	3
I.6. Gestion des communes :	4
I.7. Ouvrages et installations hydrauliques :	5
I.8.Programme de distribution :.....	6
I.9. principaux agrégats de gestion :.....	6
I.9.1 .Contrôle des réseaux :	6
I.9.2 .Données clientèles :.....	7
I.9.3.Donnée divers :.....	7
I.10.Réseaux rénovés par l'ADE unité de Chlef :	7
I.10.1. Description du projet :.....	7
I.10.2. Présentation des intervenants	8
I.10.3. La liaison entre le maitre d'œuvre et l'entrepreneur :.....	8
I.11.Conclusion :	9

Chapitre II : présentation de la zone d'étude

II.1. Introduction :	10
II.2. Situation géographique :.....	10
II.3.situation démographique :	11
II.4.Situation climatique :.....	11
II.5.situation hydrique :	12
II.5.1.Les ressources en eau :.....	12
II.5.2. Ouvrages de stockage et adduction :.....	12
II.5.3.Réseau de distribution :.....	12

II.5.4. Réseau d'assainissement :.....	13
II.6. Conclusion :.....	13

Chapitre III : dimensionnement d'une partie du réseau de distribution (deux mailles)

III.1.Introduction :.....	14
III.2.Calcul hydraulique et dimensionnement :.....	14
III.2.1. Evaluation de la population :.....	14
III.2.2. Evaluation des besoins en eau :.....	15
III.2.3. Etude des variations des débits :.....	15
III.3.Calcul du réseau de distribution :.....	18
III.3.1. Calcul de la conduite d'amenée :.....	18
III.3.2.Calcul des débits en route et les débits aux nœuds :.....	19
III.3.3. Résultats des calculs après la modélisation par le logiciel EPANET :.....	25
III.4. Les équipements hydrauliques du réseau de distribution :.....	27
III.5.Conclusion :.....	28

Chapitre IV : Ouvrage de stockage

IV.1. Introduction :.....	29
IV.2. Fonctions des réservoirs :.....	29
IV.3. Classification des réservoirs :.....	29
IV.4. Calcul de la capacité du réservoir :.....	31
IV.5. Dimensionnement du réservoir :.....	33
IV.5.1. La section du réservoir.....	33
IV.5.2. Diamètre du réservoir :.....	33
IV.6. Conclusion :.....	34

Chapitre V : Exécution des travaux


V.1. Introduction :.....	35
V.2.Les travaux sur terrain :.....	35
V.2.1. Ouverture de la tranchée :.....	35
V.2.2. Déblais :.....	36
V.2.3. La pose de la conduite :.....	36

V.2.4. Remblai :	36
V.2.5. La remise en état des lieux :	36
V.3.Photos prises du chantier :.....	37
V.4. Conclusion :.....	39
Conclusion Générale	40



LISTE DES FIGURES

Figure I.1. Organigramme de l’ADE unité de Chlef	03
Figure I.2. La gestion des communes de la wilaya de Chlef.....	04
Figure II.1. Découpage administratif de la wilaya de Chlef .	10
Figure II.2. Limitation de la zone d’étude (Sidi Akkacha).	11
Figure II.3. Graphe de climat de Sidi Akkacha .	11
Figure II.4. Graphe de température de Sidi Akkacha.....	12
Figure IV.1. Shéma détaillé d’un réservoir	30
Figure V.1. Tracé de réseau.	37
Figure V.2. Ouverture de la tranchée .	37
Figure V.3. Pose de la conduite	37
Figure V.4. Pose du grillage avertisseur ..	37
Figure V.5. Remblaiement de la tranchée	38
Figure V.6. Remise en état des lieux	38
Figure V.7. Branchement (diamètre 25 mm).	38
Figure V.8. Regard de vanne	38



LISTE DES TABLEAUX

Tableau I-1- Les commues gérées par l’ADE unité de Chlef	04
Tableau I-2- Linéaire du réseau géré par l’ADE unité de Chlef	06
Tableau I-3- Programme de distribution	06
Tableau I-4- Détection et réparation des fuites (durant l’année 2017)	06
Tableau I-5- Projets réalisés par l’ADE unité de Chlef	07
Tableau III-1- Evaluation de la population pour des différents ans	14
Tableau III-2- Variation de β_{\max} en fonction du nombre d’habitants	17
Tableau III-3- Dimensionnement de la conduite d’amenée	18
Tableau III-4- Calcul des débits en route	19
Tableau III-5- Calcul des débits aux nœuds	22
Tableau III-6- Répartition arbitraire des débits	24
Tableau III-7- Résultats du calcul des pressions au sol des nœuds (mailles).	25
Tableau III-8- Résultats du calcul des vitesses des conduites (mailles)	26
Tableau IV-1- Les fonctions d’un réservoir	29
Tableau IV-2- Calcul de la capacité du réservoir	32
Tableau IV-3- Caractéristiques du réservoir projeté.....	34

Introduction Générale :

Durant notre scolarité en 3^{ème} année de licence professionnelle en génie de l'eau (département hydraulique), il est prévu que nous fassions un stage de fin d'étude, pour une durée de 16 semaines du semestre 06 en entreprise. C'est un stage de mise en situation professionnelle, il a pour but de nous permettre de prendre contact avec le monde du travail et de nous situer par rapport au milieu socioprofessionnel pour découvrir l'entreprise, ses structures, son rythme de travail, ses activités ... et de recevoir de nouvelles connaissances.

Personnellement, j'ai effectué mon stage chez l'Algérienne des eaux unité de Chlef, il s'agit d'un établissement public national à caractère industriel et commercial, spécialisé dans la production, le transfert, le stockage, l'adduction et l'approvisionnement en eau potable.

J'ai choisi en priorité l'ADE unité de Chlef car c'est l'une des plus performantes sur le marché et elle est réputée dans le secteur hydraulique comme un bon gestionnaire des réseaux d'AEP.

Attendu que, le réseau d'eau potable constitue un élément important dans la vie des sociétés, l'ADE unité de Chlef a toujours le souci de couvrir les besoins de consommateurs, en quantité et qualité suffisantes, elle a aussi pour objectif de veiller à la bonne gestion et à la perfection de toutes les infrastructures concourant dans l'approvisionnement en eau.

Le thème de mon rapport de stage est le projet de réhabilitation du réseau d'AEP de la commune de Sidi Akkacha, cette étude analyse le système de distribution d'eau potable de la ville afin de satisfaire les besoins des consommateurs.

Le présent travail est structuré en cinq chapitres :

- Le premier chapitre présentera l'entreprise d'accueil ADE unité de Chlef.
- Le deuxième chapitre portera sur la présentation de la ville de Sidi Akkacha.
- Le troisième chapitre consiste le dimensionnement d'une partie du réseau de distribution (deux mailles).
- Le quatrième chapitre comporte l'étape de dimensionnement du réservoir.
- Enfin le dernier chapitre parlera de l'exécution des travaux.

I.1.Introduction :

L'algérienne des eaux est l'une des plus importantes entreprises en Algérie, elle compte 15 zones et 44 unités, chaque zone gère deux à quatre unités [01]. Cette dernière est très active dans le domaine hydraulique, c'est ce qui a motivé mon choix sur l'ADE unité de Chlef pour passer mon stage de fin d'étude. J'ai choisi cette entreprise car son secteur d'activité m'attire, sa culture et ses valeurs me correspondent, ainsi j'y ai fait des recherches et j'ai beaucoup aimé ses travaux, et le thème qui m'a été proposé m'a intéressé, parce qu'il m'offre l'opportunité d'utiliser mes connaissances théoriques pour le traiter ; ainsi je pourrais contribuer au succès de cette entreprise.

I.2. Création de l'Algérienne Des Eaux (ADE) :

L'établissement public national pour l'eau (Algérienne des eaux A.D.E) a été créé le 01/01/2003 conformément au décret exécutif n ° 01/101 du 21/04/2001 à caractère industriel et commercial [01].

I.3.Fonctions de l'ADE :

L'entreprise est chargée d'assurer la gestion, le transfert, le traitement, le stockage, le captage, la distribution et la fourniture d'eau potable et d'eau industrielle, ainsi que la rénovation et le développement de ses infrastructures dans le cadre de la politique nationale de développement [01].

I.4. Structure organisationnelle :

Le transfert de l'unité de Chlef a été fait en date du 01 janvier 2003, elle est soumise à la décision du 01/07/2007, qui comprend l'organisation interne de l'Etablissement public algérien pour l'eau, qui comprend :

- Cinq centres de distribution.
- Un centre de production.
- Quatre laboratoires :
 - 01 laboratoire au niveau de la station Sidi Yakoub.
 - 01 laboratoire au niveau de la SDEM Mono Bloc Beni haoua,

Chapitre I : Présentation de l'entreprise

- 01 laboratoire de au niveau de la SDEM Mono Bloc Ténès,
- 01 laboratoire de l'unité.

- 17 secteurs de distribution.
- 17 agences commerciales.
- 17 caisses (source ADE Chlef) [02].

I.5. L'organigramme de l'unité de Chlef :

L'unité est dirigée par un personnel administratif composé de cadres, d'agents de contrôle et d'agents d'exécution, où il y a plusieurs tâches et responsabilités pour chacun entre eux divisées selon leur niveau administratif et leur niveau éducatif et professionnel.

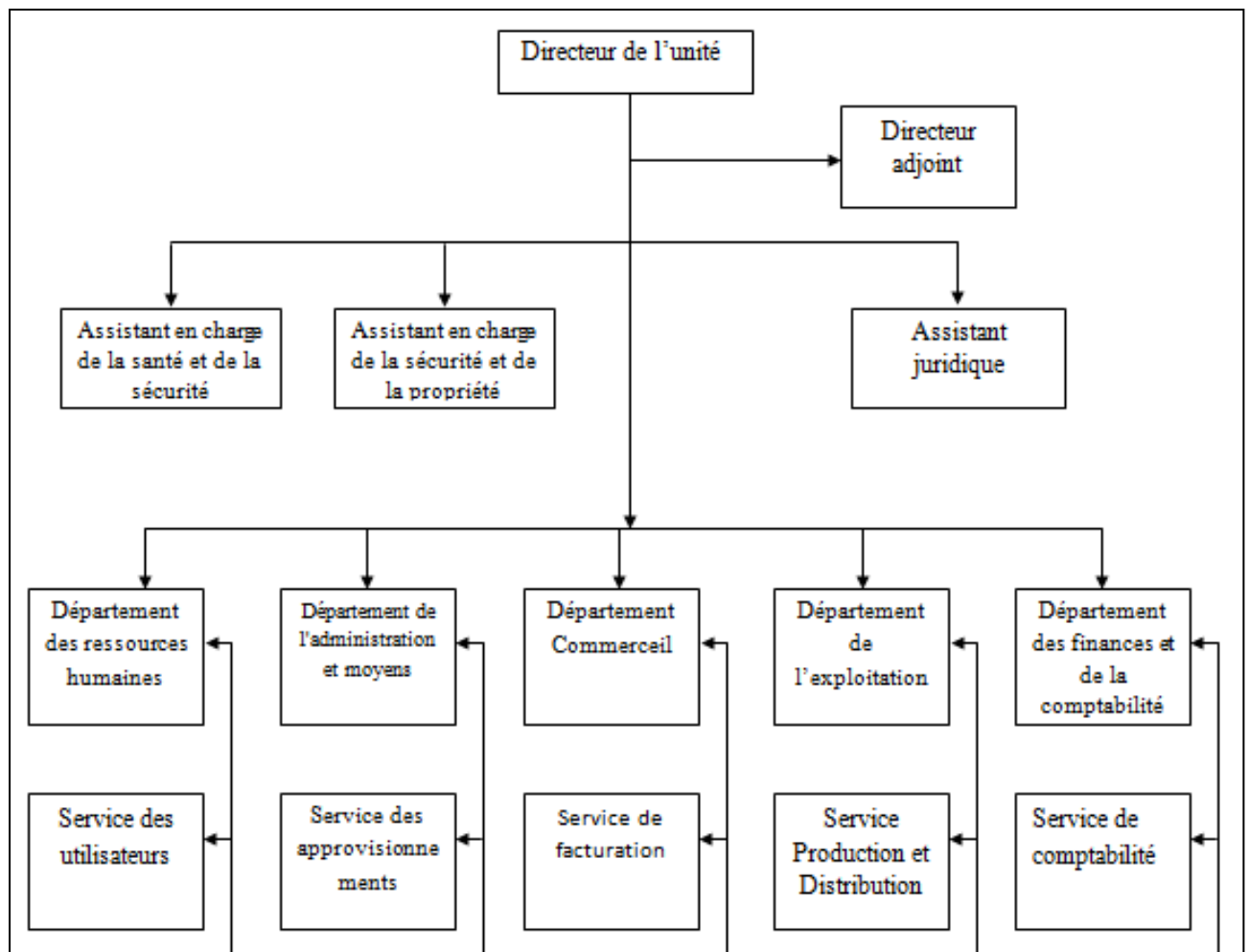


Figure I.1. Organigramme de l'ADE unité de Chlef [02].

I.6. Gestion des communes :

L'ADE unité de Chlef gère 35 communes (17 gérées en détails et 15 ventes en gros), la population desservie est 940643 hab [02].

Tableau I-1- Les communes gérées par l'ADE unité de Chlef [02].

Communes	Nombre	Population totale	Population desservie
Communes de la Wilaya	35	1 205 986	940 643
Communes desservies	32	1 180 476	940 643
Communes gérées au Détail	17	729 819	589 581
Communes vente en gros	15	450 657	351 062



Figure I.2. La gestion des communes de la wilaya de Chlef [02].

I.7. Ouvrages et installations hydrauliques :

L'ADE unité de Chlef possède plusieurs ouvrages et installations hydrauliques qui représentent les principales ressources couvrant les besoins de la population de la wilaya.

- **Station de dessalement mainis Ténès 200.000 m³/j :**

- ❖ Année de mise en service : 2015.
- ❖ Production actuelle : 200 000 m³/j.
- ❖ Nombre de commune desservie : 31 Communes [02].

- **Station de dessalement de BNI HAOUA :**

- ❖ Année de mise en service : 2016.
- ❖ Capacité de production : 5 000 m³/j.
- ❖ Production actuelle : 400 m³/j.
- ❖ Nombre de Commune desservie : 01 commune [02].

- **Station de traitement de sidi yakoub :**

- ❖ Année de Mise en service : 2000.
- ❖ Capacité de Production : 77 760 m³/j (900 l/s).
- ❖ Production Actuelle : 63 000 m³/j (730 l/s).
- ❖ Nombre de Commune desservie : 06 Communes [02].

- **Forages :**

- Nombre de forages : 74

- ✓ Forages en service : 70 (débit total 55555 m³/j)

- ✓ Forages à l'arrêt : 4

- Puits : 06 (débit total 1300 m³/j)

- Sources : 03 (débit total 4700 m³/j) [02].

- **Stations de pompage :**

- Nombre de Station de Pompage : 46

- Capacité de Pompage : 268 000 m³/j [02].

- **Ouvrages de stockage :**
 - Nombre des Réservoirs : 158.
 - Capacité de stockage : 258 000 m³ [02].
- **Linéaire du réseau :**

Tableau I-2-Linéaire du réseau géré par l'ADE unité de Chlef [02].

Le réseau	Linéaire du réseau (km)
Adduction	725
Distribution	861
Total	1586

I.8. Programme de distribution :

Pour avoir une alimentation en eau continue et juste, qui réponde aux besoins de la population, l'ADE Unité de Chlef suit un programme délicat qui dépend de la localisation des communes à desservir, des ressources existantes et du type de la commune.

Tableau I-3- Programme de distribution [02].

Population (%)	Programme de distribution
48 %	Desservie en H24
40%	Desservie au quotidien avec une plage
05%	Desservie 1j/2 avec une plage horaire de 03 à 12 heures
07%	Desservie 1j/3 avec une plage horaire de 02 à 06 heures

I.9. Principaux agrégats de gestion :

I.9.1. Contrôle des réseaux :

Tableau I-4- Détection et réparation des fuites (durant l'année 2017).

L'emplacement de fuites	Le nombre de fuites
Fuites réparées sur adduction	315 (environ 01 par jour)
Fuites réparées sur distribution	4019 (environ 11 par jour)
Fuites réparés sur branchements	6480 (environ 18 par jour)
Nombre total réparées	10813 (environ 30 par jour)
Volume récupéré	18500 m ³

I.9.2. Données clientèles :

Nombre d'abonnés : 114 602

- Au Réel : 101 317
- Au Forfait : 13 285
- Taux de Forfait : 11%
- Compteurs Posés : 9 750
- Volume Facturé : 34 549 10³ m³.

➤ Rendement Commercial : 51 %

➤ Rendement Global : 43 % [02].

I.9.3. Donnée divers :

- **Effectif** : 880 employés dont : 37 ingénieurs, 44 techniciens et 69 agents de sécurité.
- **Masse salariale** : 297340000 DA [02].

I.10. Réseaux rénovés par l'ADE unité de Chlef :

Tableau I-5- Projets réalisés par l'ADE unité de Chlef [02].

Quartier	Quantité	Taux d'avancement	Observation
Hay Bensouna	25039	100%	Réseau en service
Chorfa (712 logts)	4121	100%	Réseau en service
Lala Aouda base,el hassania	22725	EL Hassania 100% Lala Aouda 100%	Réseau en service
Tierci ,cité	3445	100%	Réseau en service
Bocca Merabtine	800	80%	Travaux en cours
Sidi Akkkacha	25000	80%	Travaux en cours

Parmi les travaux qui sont en cours de réalisation, nous avons le projet de réhabilitation du réseau d'AEP de la commune de Sidi Akkacha (cas d'étude).

I.10.1. Description du projet :

Le projet a pour objet la réhabilitation du réseau d'alimentation en eau potable de la ville de Sidi Akkacha wilaya de Chlef. Ce projet porte sur la fourniture et la pose des

conduites en PEHD (polyéthylène haute densité) PN 10 , de diamètre normalisé 25 mm a DN 400mm sur un linéaire global de 25270 ml y compris les pièces spéciales et des essais hydrauliques , en ajoutant la réalisation des butés , des ouvrages de soutènement en béton en maintenant le système en charge plus le raccordement des systèmes rénovés et la remise en état des lieux . Le délai du projet est de sept mois [03].

I.10.2. Présentation des intervenants :

I.10.2.1. Le maître d'ouvrage (contractant) :

Commanditaire du projet, c'est lui qui définit le cahier des charges et par conséquent les besoins, le budget, le calendrier prévisionnel ainsi que les objectifs à atteindre. Pour réaliser son projet, le maître d'ouvrage fait appel à un maître d'œuvre, qui suit le projet durant toute sa réalisation. Dans notre projet, la maîtrise d'ouvrage est assurée par la direction générale ADE Alger [03].

I.10.2.2. Le maître d'œuvre :

Le maître d'œuvre conçoit les plans, organise, supervise, coordonne les différentes personnes qui travaillent sur un même projet, il est choisi par le maître d'ouvrage, ce dernier doit respecter les délais fixés au départ mais aussi le budget qui figure dans le contrat , il doit avoir un chef de projet qui le représente , il est souvent en contact avec les clients, concepteurs et fournisseur, développe le plan du travail , gère le budget , fait le suivi et le contrôle et fait l'intermédiaire entre les parties internes et externes .

Le responsable pour la maîtrise d'œuvre dans notre projet est l'ADE unité de Chlef [03].

I.10.2.3. Le sous-traitant (cocontractant) :

C'est une entreprise qui exécute un travail qui lui a été confié par un autre, elle doit avoir une parfaite connaissance des lieux et des suggestions d'exécution résultant des conditions du site., l'entrepreneur prend connaissance des réseaux de distribution d'eau, de gaz, d'électricité, de téléphone, d'égout pouvant exister afin d'éviter toute détérioration.

Il s'occupe des installations de chantier nécessaires à ses propres travaux, et notamment les travaux suivants :

- Excavation pour les fouilles des ouvrages, transport, évacuation, mise en dépôt et réglage des déblais,
- Pose et compactage des remblais en tranchée.

- Transport et entreposage des matériaux et équipements mécaniques.

L'entrepreneur s'occupe également des installations de bureaux et dépendances nécessaires pour la conduite technique et administrative de son chantier.

Il assure pendant toute la durée des travaux la mise en place et l'entretien des moyens de sécurité de son personnel employé sur le chantier.

Dans notre projet la maîtrise d'œuvre est assurée par l'Entreprise des travaux hydrauliques et bâtiments (BOUGHALIA EL HADJ) [03].

I.10.3. La liaison entre le maitre d'œuvre et l'entrepreneur :

Les métrés sont dressés contradictoirement par l'entreprise de réalisation et le maître d'œuvre, et approuvés par le maitre d'ouvrage, de plus il est précisé que l'entrepreneur doit fournir, à tout moment, tous les renseignements nécessaires dans l'exécution des travaux dont le maitre d'œuvre doit avoir connaissance.

L'entrepreneur doit informer le maitre d'œuvre, spontanément et dans les meilleurs délais, de tout événement imprévu ou important qu'il viendrait à constater ou dont il aurait connaissance, et touchant l'exécution du marché.

Par ailleurs, il est précisé que le chef de projet sélectionné par le maitre d'œuvre et toute personne autorisée par lui, peuvent à tout moment avoir accès aux travaux et au chantier, et en tout lieu de travail, ainsi qu'aux emplacements d'où proviennent les matériaux, produits manufacturés et outillages utilisés pour les travaux, l'entrepreneur doit assurer toutes les facilités voulues pour permettre cet accès [03].

I.11.Conclusion :

Dans ce premier chapitre nous avons présenté l'entreprise d'accueil ADE unité de Chlef, son organigramme et ses travaux réalisés, ensuite nous avons présenté le projet de réhabilitation du réseau d'AEP de la commune du Sidi Akkacha (cas d'étude).

II.1. Introduction :

Avant tout projet d'alimentation en eau potable, l'étude du site est nécessaire pour connaître toutes les caractéristiques du lieu et les facteurs qui influent sur la conception du projet, parmi ces facteurs nous citons : les données relatives à l'agglomération, les données propres au réseau d'alimentation en eau potable, ainsi que la connaissance de la géologie du site ce qui nous permettra de prendre les dispositions nécessaires lors de la réalisation des travaux, par exemple : le choix des engins utilisés, le choix du type de matériaux pour les canalisations... et de ce fait mener à bien notre travail.

II.2. Situation géographique :

Sidi Akkacha est une commune de la wilaya de CHLEF, situé à 45 km au nord du chlef, dans une plaine au cœur du Dahra, limitée par :

- Au nord : la commune de Ténès.
- Au sud : les communes de Bouzghia et Benairia.
- A l'est : les communes de Zeboudja et Oued Goussine.
- A l'ouest : la commune d'Abou Elhassen.



Figure II. 1. Découpage administratif de la wilaya de Chlef.



Figure II. 2.Limitation de la zone d'étude (Sidi Akkacha)

II.3. Situation démographique :

La commune compte une population de 28 000 habitants (source APC Sidi Akkacha, année 2017).

II.4. Situation climatique :

Pour tout projet d'alimentation en eau potable ou toute étude hydraulique, le climat est un facteur important, la région est caractérisée par un climat méditerranéen, plus au moins régulier, avec un hiver court, froid et pluvieux et un été chaud et sec, les fortes précipitations sont enregistrées entre les mois de novembre et mars. Chaque année, les précipitations sont en moyenne de 493 m.

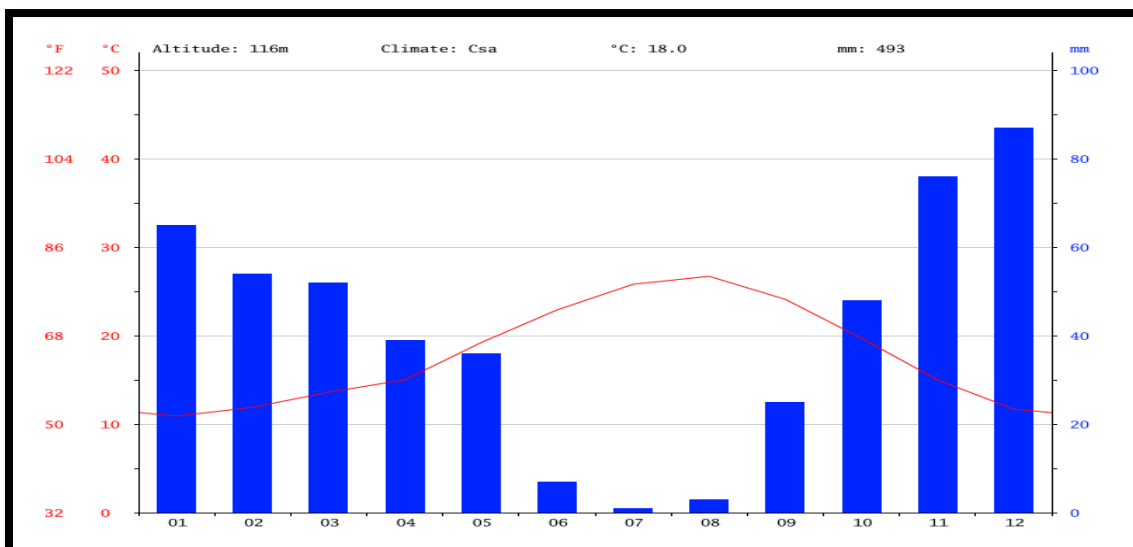


Figure II. 3.Graphe de climat de Sidi Akkacha.

Chapitre II : Présentation de la zone d'étude

Le mois le plus sec est celui de Juillet avec seulement 1 mm. En Décembre, les précipitations sont les plus importantes de l'année avec une moyenne de 87 mm.

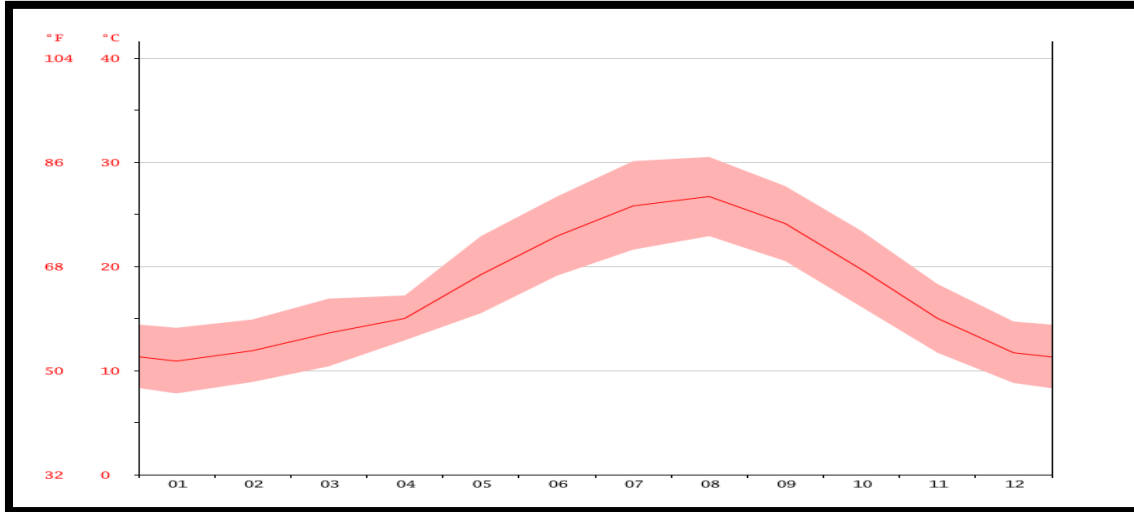


Figure II. 4. Graphe de température de Sidi Akkacha

Le mois le plus chaud de l'année est celui d'Aout avec une température moyenne de 26.7 ° C. Janvier est le mois le plus froid de l'année. La température moyenne est de 10.9 ° C à cette période.

II.5. Situation hydrique :

II.5.1. Les ressources en eau :

L'alimentation en eau potable de la ville de sidi AKKACHA s'effectue à partir de 2 forages, l'un est à OULED LARBI et l'autre à HAY FRERES NEJARI débitant de 16 l/s, en plus la commune a bénéficié d'un débit de 24 l/s à partir du barrage Sidi Yakoub couloir CHLEF, TENES.

II.5.2. Ouvrages de stockage et adduction :

L'adduction se fait par pompage vers 3 réservoirs d'une capacité totale de 2000 m³.

II.5.3. Réseau de distribution :

Les renseignements recueillis auprès du service de l'APC de SIDI AKKACHA et la subdivision des ressources en eau de Ténès, ainsi que les sondages réalisés sur le terrain, ont permis de connaître de près l'état actuel de réseau.

Chapitre II : Présentation de la zone d'étude

On remarque que le réseau d'AEP dans sa totalité est maillé avec des ramifications exécutées avec des conduites en PEHD, leurs diamètres varient entre 40 et 160 mm, la conduite d'amenée qui relie le réseau de distribution au réservoir est en PEHD de diamètre 250 mm, (c'est le réseau qui est en cours de réhabilitation)

II.5.4. Réseau d'assainissement :

Actuellement SIDI AKKACHA est assaini par un réseau d'assainissement qui couvre la totalité de la ville, de type unitaire suivant la pente du terrain.

Les diamètres des conduites existantes varient entre 200 mm et 800 mm en BC et PVC.

Les collecteurs de SIDI AKKACHA se déversent finalement à Oued ALLALA.

II.6. Conclusion :

Dans cette partie, nous avons défini les données nécessaires concernant notre région d'étude de point de vue géographique, hydrique, climatologique et démographique. Ces données nous serviront de base pour l'élaboration du projet concernant le dimensionnement du réseau de distribution (qui va suivre dans le chapitre ultérieur) [04].

III.1.Introduction :

Avant tout projet d'alimentation en eau potable, il faut connaître le régime de consommation de l'agglomération qui est utile pour le régime du travail des éléments du système et leur dimensionnement, en faisant une étude hydraulique afin d'attribuer un diamètre adéquat pour assurer le débit maximal avec une pression au sol compatible avec la hauteur des immeubles [08].

Dans notre étude, nous ferons le dimensionnement d'une partie limitée du réseau de distribution, c'est-à-dire que nous travaillons seulement sur deux mailles à cause de l'élévation du nombre de la population de la commune.

III.2.Calcul hydraulique et dimensionnement :

III.2.1. Evaluation de la population :

L'évaluation de la population sera faite pour l'horizon 2045 sur la base des statistiques de fin 2013 avec un taux d'accroissement pris égal à 1,3 %. (Source APC SIDI AKKACHA).

Pour l'évaluation de la population, à court, moyen et long terme, on utilise la relation suivante :

$$P_h = P_0 (1 + \alpha)^n$$

Où :

P_h : population à l'horizon de calcul, dans notre cas nous allons estimer la population à l'horizon 2045.

P_0 : population de référence (cas d'étude : $P_0 = P_{2013}$)

α : Taux d'accroissement annuel de la population, il est exprimé en % (cas d'étude $\alpha = 1,3$ %).

n : nombre d'années séparant deux années de référence à l'horizon considéré ($n = 32$ ans).

Tableau III-1- Evaluation de la population pour des différents ans

Années	2013	2018	2023	2028	2033	2038	2045
Population	9105	9712	10360	11052	11789	12575	13765

D'après le tableau, nous retenons la valeur de la population pour l'année 2045 pour faire les calculs des besoins, donc :

$$P_h = 13765 \text{ hab}$$

III.2.2. Evaluation des besoins en eau :

III.2.2.1. Besoins domestiques :

L'estimation des besoins domestiques en eau potable dépend de certains critères dont les principaux sont :

- le niveau de vie de la population,
- le nombre d'habitants,
- le développement urbain de la ville,
- ressources existantes.

Pour notre projet et d'après les services hydrauliques, et comme notre agglomération est grande, les besoins seront estimés sur la base de la dotation de 200 l/j/hab, sachant que dans les mailles étudiées n'existe que les besoins domestiques.

III.2.3. Etude des variations des débits :

III.2.3.1. Débit moyen journalier ($Q_{\text{moy j}}$) :

Les besoins domestiques sont évalués par la formule suivante :

$$Q_{\text{moy j}} = \frac{N \cdot D}{1000} \text{ [m}^3\text{/j]}$$

Avec : $Q_{\text{moy j}}$: débit moyen journalier sans tenant compte des fuites (m³/j)

D : la dotation (m³ / j/ hab)

N : le nombre d'habitants (hab)

$$\text{A.N : } Q_{\text{moy j}} = \frac{13765 \cdot 200}{1000} = 2753 \text{ m}^3\text{/j}$$

En tenant compte des fuites dans le réseau et du gaspillage pratiqué, nous adoptons une majoration de 15 %. (Les pertes) ce débit là est donné par la formule suivante :

$$Q_{\text{moy j}} = (1 + \% \text{ des fuites}) * Q_{\text{moy j (sans fuites)}}$$

$$\text{A.N : } Q_{\text{moy j}} = (1 + 0.15) * 2753$$

$$Q_{\text{moy j}} = 3166 \text{ m}^3\text{/j}$$

III.2.3.2. Débit maximal journalier :

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

$$Q_{\max j} = k_{\max j} * Q_{\text{moy } j} \text{ (m}^3\text{/j)}$$

$K_{\max j}$: Coefficient d'irrégularité journalier maximal qui tient compte des pertes d'eau dans le réseau et des gaspillages.

Avec : $K_{\max j} \in [1, 1 - 1, 3]$

On prend $k_{\max j} = 1,3$

$$Q_{\max j} = 1,3 * Q_{\text{moy } j} = 1,3 * 3166 = 4116 \text{ m}^3\text{/j}$$

$$Q_{\max j} = 4116 \text{ m}^3\text{/j}$$

Le débit maximum journalier $Q_{\max j} = 4116 \text{ m}^3\text{/j}$ nous permet par suite de calculer la capacité du réservoir de stockage.

III.2.3.4 .Débit maximum horaire (de pointe) :

C'est le débit correspondant à l'heure de la forte demande en eau pendant la journée (heure de pointe), il est utilisé pour le dimensionnement du réseau de distribution à l'intérieur de l'agglomération, il est donné par cette formule :

$$Q_p = k_p * Q_{\text{moy } j}$$

Avec :

K_p : coefficient de pointe

Q_p : débit de pointe (m³/j)

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

Ou :

$$K_p = k_{\max h} * k_{\max j}$$

$K_{\max h}$: coefficient d'irrégularité de la consommation horaire est déterminé par la formule suivante : $K_{\max h} = \alpha_{\max} * \beta_{\max}$.

Chapitre III : Dimensionnement d'une partie du réseau de distribution (deux mailles)

Avec :

α_{\max} : coefficient tenant compte du niveau de confort et des équipements de l'agglomération, α_{\max} varie entre 1,2 et 1,4 nous prenons $\alpha_{\max} = 1,30$

β_{\max} : varie en fonction de la population, il est donné par le tableau suivant :

Tableau III-2-Variation de β_{\max} en fonction du nombre d'habitants

Population (x10 ³)	< 1	1,5	2,5	4	6	10	20	50	100	300	>1000
β_{\max}	2	1,8	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,15	1,1	1,03	1

Pour notre cas : Population = 13765 hab. $\Rightarrow \beta_{\max} = 1.26$

Donc : $K_{\max h} = 1,3 * 1,26 = 1,64$

Et par la suite nous avons :

$$K_p = 1.3 * 1.64 = 2.13 \text{ d'où } Q_p = 2.13 * Q_{\text{moy } j}$$

$$Q_p = 2.18 * 3166 = 6744 \text{ m}^3/\text{j}$$

$$Q_p = 78.03 \text{ l/s}$$

III.2.3.5. Calcul du débit spécifique :

Défini comme étant le rapport entre le débit maximal horaire et la somme des longueurs des tançons des deux mailles :

$$Q_{sp} = Q_{\max h} / \sum L_i$$

Avec

$Q_{\max h}$: le débit maximal horaire (l/s)

Q_{sp} : le débit spécifique (l/s/m)

$\sum L_i$: la somme des longueurs des tançons (m)

On a : le linéaire total des deux mailles $L = 15625,5 \text{ m}$

Et $Q_{\max h} = 78.03 \text{ l/s}$

A.N: $Q_{sp} = 78 / 15625.5$

$$Q_{sp} = 0.00499184 \text{ l/s/m}$$

III.3. Calcul du réseau de distribution :

III.3.1. Calcul de la conduite d'amenée :

Cette conduite concerne le tronçon reliant le réservoir (R 1500 m³ existant) au point A (voir le tracé) elle est dimensionnée comme suit :

Nous avons le débit total distribué par le réservoir est : $Q = 126.57$ l/s.

$L_{R1500-A} = 489.5$ m

En appliquant la formule de Hazen Williams

$$j = 10,69 \times Q^{1,85} / C^{1,85} \times D^{4,87}$$

j : la perte de charge unitaire (m/m)

Q : débit écoulant dans la conduite d'amenée (m³/s)

D : diamètre de la conduite R1500-A

C : coefficient de Hazen Williams qui dépend de la rugosité ($C=150$ pour le plastic)

Remarque : pour le calcul de diamètre on suppose que la vitesse est égale à 1 m / s.

Tableau III-3- Dimensionnement de la conduite d'amenée

Conduite	L (m)	Q (l/s)	Ø _{int} (mm)	Ø _{ext} (mm)	Nature conduite	V (m/s)	j (m/m)	ΔH _L
R1500—A	489.5	126,57	352.6	400	PEHD PN10	1.3	0.00352786	1.98

D'après le calcul fait, le diamètre de la conduite d'amenée R1500-A est 400 mm.

III.3.2. Calcul des débits en route et les débits aux nœuds :

Tableau III-4- Calcul des débits en route

Tronçon	L(m)	Débit spécifique (l/s/m)	Débit en route (l/s)	Tronçon	L(m)	Débit spécifique (l/s/m)	Débit en route (l/s)
A—B	344,5	0,00499376	1,72	29—30	68	0,00499376	0,34
B—1	454,5	0,00499376	2,27	29—31	163,5	0,00499376	0,82
B—	49	0,00499376	0,24	F—G	19,5	0,00499376	0,10
C—2	14	0,00499376	0,07	G—32	41,5	0,00499376	0,21
2—3	56,5	0,00499376	0,28	32—33	59,5	0,00499376	0,30
2—4	146	0,00499376	0,73	32—34	106	0,00499376	0,53
C—5	45,5	0,00499376	0,23	G—H	210,5	0,00499376	1,05
5—6	66,5	0,00499376	0,33	H—35	81	0,00499376	0,40
5—7	29	0,00499376	0,14	35—36	130,5	0,00499376	0,65
7—8	74,5	0,00499376	0,37	35—37	33	0,00499376	0,16
7—9	87,5	0,00499376	0,44	37—38	105,5	0,00499376	0,53
9—10	115	0,00499376	0,57	37—39	55	0,00499376	0,27
9—11	29	0,00499376	0,14	H—I	123,5	0,00499376	0,62
11—12	77,5	0,00499376	0,39	I—40	41,5	0,00499376	0,21
11—13	29	0,00499376	0,14	40—41	200,5	0,00499376	1,00
13—14	24	0,00499376	0,12	40—42	36	0,00499376	0,18
14—15	65	0,00499376	0,32	42—43	202	0,00499376	1,01
14—16	53	0,00499376	0,26	42—44	233	0,00499376	1,16
13—17	97	0,00499376	0,48	I—J	220,5	0,00499376	1,10
C—D	37	0,00499376	0,18	J—45	5	0,00499376	0,02
D—18	200	0,00499376	1,00	45—46	193,5	0,00499376	0,97
18—19	68	0,00499376	0,34	45—47	35,5	0,00499376	0,18
18—20	124	0,00499376	0,62	47—48	110	0,00499376	0,55
D—E	150	0,00499376	0,75	48—49	41	0,00499376	0,20
E—21	2,5	0,00499376	0,01	48—50	68,5	0,00499376	0,34
21—22	65,5	0,00499376	0,33	47—51	31	0,00499376	0,15
21—23	126	0,00499376	0,63	51—52	75	0,00499376	0,37
E—F	198	0,00499376	0,99	51—53	31	0,00499376	0,15
F—24	4,5	0,00499376	0,02	53—54	102	0,00499376	0,51
24—25	32,5	0,00499376	0,16	53—55	33,5	0,00499376	0,17
25—26	56,5	0,00499376	0,28	55—56	157	0,00499376	0,78
25—27	140,5	0,00499376	0,70	55—57	241,5	0,00499376	1,21
24—28	82	0,00499376	0,41	J—K	219	0,00499376	1,09
24—29	67,5	0,00499376	0,34	K—58	135	0,00499376	0,67

Chapitre III : Dimensionnement d'une partie du réseau de distribution (deux mailles)

Suite du tableau 04 :

Tronçon	L(m)	Débit spécifique (l/s/m)	Débit en route (l/s)	Tronçon	L (m)	Débit spécifique (l/s/m)	Débit en route (l/s)
K—L	62	0,00499376	0,31	79--81	172	0,00499376	0,86
L—M	25,5	0,00499376	0,13	T--82	4,5	0,00499376	0,02
M—59	65,5	0,00499376	0,33	82--83	132	0,00499376	0,66
59—60	29	0,00499376	0,14	82--84	184	0,00499376	0,92
59—61	67	0,00499376	0,33	T--U	105	0,00499376	0,52
M—N	224,5	0,00499376	1,12	U--85	8,5	0,00499376	0,04
N—205	10	0,00499376	0,05	85--86	86	0,00499376	0,43
205--206	130	0,00499376	0,65	85--87	173	0,00499376	0,86
205--207	330	0,00499376	1,65	U--V	179	0,00499376	0,89
N—O	26,5	0,00499376	0,13	V--88	6,5	0,00499376	0,03
O—62	51	0,00499376	0,25	88--89	217,	0,00499376	1,09
O—P	92,5	0,00499376	0,46	88--90	67	0,00499376	0,33
P—63	96	0,00499376	0,48	90--91	72	0,00499376	0,36
P—A	164,5	0,00499376	0,82	91--92	43,5	0,00499376	0,22
I—Q	151	0,00499376	0,75	91--93	52	0,00499376	0,26
Q—64	2,5	0,00499376	0,01	90--94	161	0,00499376	0,80
64—65	141	0,00499376	0,70	94--95	64,5	0,00499376	0,32
64—66	99	0,00499376	0,49	94--96	54	0,00499376	0,27
64—67	47	0,00499376	0,23	96--97	53,5	0,00499376	0,27
67—68	118	0,00499376	0,59	96--98	94	0,00499376	0,47
67—69	145	0,00499376	0,72	88--99	191	0,00499376	0,95
Q—70	202	0,00499376	1,01	V--W	117	0,00499376	0,58
Q—R	111,5	0,00499376	0,56	W--100	69	0,00499376	0,34
R—71	164,5	0,00499376	0,82	100--101	98	0,00499376	0,49
71—72	114	0,00499376	0,57	100--102	65,5	0,00499376	0,33
71—73	98	0,00499376	0,49	102--103	182,	0,00499376	0,91
R—S	11,5	0,00499376	0,06	102--104	39,5	0,00499376	0,20
S—74	60	0,00499376	0,30	104--105	40,5	0,00499376	0,20
74—75	165,5	0,00499376	0,83	104--106	98	0,00499376	0,49
74—76	101,5	0,00499376	0,51	106--107	70	0,00499376	0,35
S—T	209,5	0,00499376	1,05	106--108	67,5	0,00499376	0,34
T—77	13,5	0,00499376	0,07	108--109	70	0,00499376	0,35
77—78	200	0,00499376	1,00	108--110	54,5	0,00499376	0,27
77-79	25	0,00499376	0,12	W--X	145	0,00499376	0,72
79—80	67,5	0,00499376	0,34	X--111	71,5	0,00499376	0,36

Chapitre III : Dimensionnement d'une partie du réseau de distribution (deux mailles)

Suite du tableau 04 :

Tronçon	L(m)	Débit spécifique (l/s/m)	Débit en route (l/s)
111—112	37	0,00499376	0,18
112—113	59	0,00499376	0,29
112—114	102,5	0,00499376	0,51
111—115	104	0,00499376	0,52
115—116	101	0,00499376	0,50
115—117	70,5	0,00499376	0,35
117—118	95	0,00499376	0,47
117—119	69,5	0,00499376	0,35
119—120	75,5	0,00499376	0,38
119—121	67,5	0,00499376	0,34
121—122	69	0,00499376	0,34
121—123	348	0,00499376	1,74
X—124	99	0,00499376	0,49
124--125	61,5	0,00499376	0,31
124--126	76	0,00499376	0,38
126--127	73,5	0,00499376	0,37
126--128	158	0,00499376	0,79
124--129	203	0,00499376	1,01
X--L	5	0,00499376	0,02

Tableau III-5- Calcul des débits aux nœuds

Nœud	Tronçon	Longueur (m)	Débit en route (l/s)	Débit au Nœud	Ramification	Totale
A	A—B	344,5	1,72	1,27	0	1,27
	A—P	164,5	0,82			
B	B—A	344,5	1,72	0,98	0	3,25
	B—C	49	0,24		0	
	B—1	454,5	2,27		2,27	
C	C—B	49	0,24	0,21	0	5,26
	C—D	37	0,18		0	
	C—2	14	0,07		1,08	
	C—5	45,5	0,23		3,96	
D	D—C	37	0,18	0,47	0	2,43
	D—E	150	0,75		0	
	D—18	200	1,00		1,96	
E	E—D	150	0,75	0,87	0	1,84
	E—F	198	0,99		0	
	E—21	2,5	0,01		0,97	
F	F—E	198	0,99	0,54	0	3,62
	F—G	19,5	0,10		0	
	F—24	4,5	0,02		3,07	
G	G—F	19,5	0,10	0,57	0	1,61
	G—H	210,5	1,05		0	
	G--32	41,5	0,21		1,03	
H	H-G	210,5	1,05	0,83	0	2,86
	H-I	123,5	0,62		0	
	H--35	81	0,40		2,02	
I	I-H	123,5	0,62	1,24	0	4,80
	I-J	220,5	1,10		0	
	I-Q	151	0,75		0	
	I-40	41,5	0,21		3,56	
J	J-I	220,5	1,10	1,10	0	6,71
	J-K	219	1,09		0	
	J--45	5	0,02		5,62	

Chapitre III : Dimensionnement d'une partie du réseau de distribution (deux mailles)

Suite du tableau 05 :

K	K—J	219	1,09	0,70	0	1,38
	K—L	62	0,31		0	
	K—58	135	0,67		0,67	
L	L—K	62	0,31	0,23	0	0,23
	L—M	25,5	0,13		0	
	L—X	5	0,02		0	
M	M—L	25,5	0,13	0,62	0	1,43
	M—N	224,5	1,12		0	
	M—59	65,5	0,33		0,81	
N	N—M	224,5	1,12	0,63	0	2,97
	N—O	26,5	0,13		0	
	N—	10	0,05		2,35	
O	O—N	26,5	0,13	0,30	0	0,55
	O—P	92,5	0,46		0	
	O—62	51	0,25		0,25	
P	P—O	92,5	0,46	0,64	0	1,12
	P—A	164,5	0,82		0	
	P—63	96	0,48		0,48	
Q	Q—I	151	0,75	0,66	0	4,42
	Q—R	111,5	0,56		0	
	Q—64	2,5	0,01		2,76	
	Q—70	202	1,01		1,01	
R	R—Q	111,5	0,56	0,31	0	2,19
	R—S	11,5	0,06		0	
	R—71	164,5	0,82		1,88	
S	S—R	11,5	0,06	0,55	0	2,18
	S—T	209,5	1,05		0	
	S—74	60	0,30		1,63	
T	T--S	209,5	1,05	0,79	0	4,77
	T--U	105	0,52		0	
	T--77	13,5	0,07		2,39	
	T--82	4,5	0,02		1,60	
U	U--T	105	0,52	0,71	0	2,04
	U--V	179	0,89		0	
	U--85	8,5	0,04		1,34	
V	V--U	179	0,89	0,74	0	6,11
	V--W	117	0,58		0	
	V--88	6,5	0,03		5,38	

Chapitre III : Dimensionnement d'une partie du réseau de distribution (deux mailles)

Suite du tableau 05 :

W	W—V	117	0,58	0,65	0	4,92
	W—X	145,00	0,72		0	
	W—	69,00	0,34		4,27	
X	W—X	145,00	0,72	0,37	0	10,07
	X—L	5,00	0,02			
	X--111	71,50	0,36		6,34	
	X--124	99,00	0,49		3,35	

Tableau III-6-Répartition arbitraire des débits

A fin de faciliter les calculs, nous avons fait une répartition arbitraire des débits avant les introduits dans logiciel EPANET.

Conduite	L(m)	Q (l/s)	Ø calculé (mm)	Ø Int (mm)	Ø Ext (mm)	V (m/s)
A—B	344,5	56,37	267,97	277,6	315	0,93
B—C	49	53,12	260,13	277,6	315	0,88
C—D	37	47,86	246,92	277,6	315	0,79
D—E	150	45,43	240,57	277,6	315	0,75
E—F	198	43,59	235,65	277,6	315	0,72
F—G	19,5	39,97	225,65	277,6	315	0,66
G—H	210,5	38,36	221,06	277,6	315	0,63
H—I	123,5	35,5	212,66	277,6	315	0,59
I—J	220,5	2	50,48	55,4	63	0,83
J—K	219	8,71	105,34	110,2	125	0,91
K—L	62	10,09	113,37	141	160	0,65
M—L	25,5	14,32	135,06	141	160	0,92
N—M	224,5	15,75	141,65	176,2	200	0,65
N—O	26,5	18,72	154,43	176,2	200	0,77
O—P	92,5	19,27	156,68	176,2	200	0,79
P—A	164,5	20,39	161,17	176,2	200	0,84
I—Q	151	32,7	204,10	220,4	250	0,86
Q—R	111,5	28,28	189,80	220,4	250	0,74
R—S	11,5	26,09	182,31	220,4	250	0,68
S—T	209,5	23,91	174,52	176,2	200	0,98
T—U	105	19,14	156,15	176,2	200	0,79
U—V	179	17,1	147,59	176,2	200	0,70
V—W	117	10,99	118,32	141	160	0,70
W—X	145	6,07	87,93	96,8	110	0,83
X—L	5	4	71,38	96,8	110	0,54

III.3.3. Résultats des calculs après la modélisation par le logiciel EPANET :

Tableau III -7- Résultats du calcul des pressions au sol des nœuds (mailles)

Node ID	Elevation m	Demand LPS	Pressure m
Junc A	135.1	1.27	35.63
Junc B	137.15	3.25	32.78
Junc C	141.29	5.26	28.54
Junc D	139.93	2.43	29.84
Junc E	134.87	1.84	34.68
Junc F	127.13	3.62	42.15
Junc G	127.36	1.61	41.90
Junc H	127.68	2.86	41.37
Junc I	124.9	4.80	43.81
Junc J	123.71	6.71	43.15
Junc K	122.1	1.38	45.50
Junc L	122.11	0.23	45.81
Junc M	123.2	1.43	44.82
Junc N	123.39	2.97	45.61
Junc O	125.76	0.55	43.38
Junc P	130.01	1.12	39.67
Junc Q	120.34	4.42	48.11

Suite du tableau 07 :

Junc R	118.77	2.19	49.27
Junc S	118.64	2.18	49.37
Junc T	117.13	4.77	50.41
Junc U	115.94	2.04	51.25
Junc V	114.92	6.11	51.88
Junc W	117.56	4.92	48.36
Junc X	121.9	10.07	45.99
Tank R1500	169.5	-78.03	2.00

Chapitre III : Dimensionnement d'une partie du réseau de distribution (deux mailles)

Tableau III-8- Résultats du calcul des vitesses des conduites (mailles)

Link ID	Length m	Diameter mm	Flow LPS	Velocity m/s	Unit Headloss m/km
Pipe 1	344.5	277.6	50.83	0.84	2.32
Pipe 2	49	277.6	47.58	0.79	2.05
Pipe 3	37	277.6	42.32	0.70	1.64
Pipe 4	150	277.6	39.89	0.66	1.46
Pipe 5	198	277.6	38.05	0.63	1.34
Pipe 6	19.5	277.6	34.43	0.57	1.11
Pipe 7	210.5	277.6	32.82	0.54	1.01
Pipe 8	123.5	220.4	29.96	0.79	2.71
Pipe 9	220.5	55.4	1.38	0.57	8.40
Pipe 10	219	110.2	-5.33	0.56	3.36
Pipe 11	62	110.2	-6.71	0.70	5.19
Pipe 12	25.5	176.2	19.86	0.81	3.82
Pipe 13	224.5	176.2	21.29	0.87	4.36
Pipe 14	26.5	176.2	24.26	0.99	5.59
Pipe 15	92.5	176.2	24.81	1.02	5.84
Pipe 16	164.5	176.2	25.93	1.06	6.35
Pipe 17	151	220.4	23.78	0.62	1.75

Suite du tableau 08 :

Pipe 18	111.5	176.2	19.36	0.79	3.64
Pipe 19	11.5	176.2	17.17	0.70	2.90
Pipe 20	209.5	176.2	14.99	0.61	2.25
Pipe 21	105	141	10.22	0.65	3.33
Pipe 22	179	141	8.18	0.52	2.19
Pipe 23	117	66	2.07	0.61	7.46
Pipe 24	145	66	-2.85	0.83	13.58
Pipe 25	5	141	-12.92	0.83	5.19
Pipe 54	489.5	352.6	78.03	0.80	1.58

Remarque : le calcul des débits des ramifications et les résultats des différents paramètres hydrauliques (pression, vitesse, perte des charges..) est présenté dans l'annexe après la modélisation par logiciel EPANET.

III.4. Les équipements hydrauliques du réseau de distribution :

Le réseau d'eau potable comporte des tuyaux et des accessoires qui facilitent la maintenance et l'entretien, assurant la régulation de certains paramètres (débit, pression..) ou encore permettent de disposer de points de puisage sur le réseau comme :

1. Les tuyaux : ce sont en PEHD PN10 (portants une bande bleu), les diamètres utilisés varient entre 25 et 400 mm.

2. Les vannes : elles permettent de maîtriser les écoulements dans les conduites, les vannes utilisées sont des vannes d'isolement.

Les vannes d'isolement permettent d'isoler certains tronçons qu'on veut inspecter, réparer, ou entretenir, on distingue deux types :

Les robinets vanne à papillon : pour les conduites de gros diamètres ($D > 300$ mm).

Les robinets vannes à opercule : pour les conduites de petits diamètres.

3. Les vidanges : ce sont des robinets placées au point bas de la canalisation, pour en permettre la vidange, l'évacuation effectuée à l'égout le plus voisin. Ces robinets sont placés à l'intérieur d'un regard qui est facilement accessible.

4. Les ventouses : On les installe aux points élevés du réseau, elles permettent d'un côté d'évacuer les quantités de l'air qui s'y accumule à la suite, et d'un autre côté de faire pénétrer l'air lorsque un vide se crée dans une conduite et évitent la création des pressions négatives qui risqueraient d'entraîner l'écrasement de la conduite, elles sont disposées dans des regards visitables et leur bon fonctionnement doit être vérifié périodiquement.

5. Les clapets anti retour : Placés sur une canalisation ils sont destinés à empêcher la circulation d'eau en retour.

6. Les poteaux et bouches d'incendie : Ils permettent aux services de lutter contre l'incendie, ils doivent être raccordés sur les conduites, capable d'assurer un débit de 17 l/s avec une pression de 10 m, ces appareils doivent être espacés de 200 à 300 m les uns des autres et être répartis suivant les risques à défendre.

7. Les compteurs d'eau : en comptabilisant l'eau, ils assurent une surveillance des débits dans le réseau.

8. Les pièces de raccords :

Outre les tuyaux droits, on utilise ses pièces de raccord permettant d'adapter la conduite au tracé prévu, nous citons :

- **Les tés :** sont utilisés pour le raccordement à l'équerre d'une conduite sur une autre.

- **Les coudes** : sont utilisés en cas de changement de direction.
- **Les cônes** : ce sont des organes de raccordement en cas de changement de diamètre.
- **Les joints** : ils ont pour fonction d'assurer l'étanchéité des jointures des tuyaux et faire face aux sollicitations mécaniques et chimiques, ils constituent la partie la plus fragile de la canalisation à cause de leur souplesse, tout mouvement du tuyau s'articule sur le joint, ce qui provoque des usures mécaniques, il existe trois principaux types de joints : mécaniques, à emboîtement et à bride, les joints mécaniques ou à emboîtement sont utilisés pour relier les conduites enfouies dans le sol, alors que les joints à bride sont utilisés pour raccorder des tronçons à l'intérieur des constructions (station de pompage, station de traitement ...).

9. Les branchements :

Constituent le raccordement des usagers au réseau de distribution, c'est la liaison entre le réseau public et le domaine privé, les principaux éléments constitutifs du branchement sont :

- **Le collier et le robinet de prise** : qui permettent de réaliser le piquage sur la conduite principale sans arrêter l'eau.
- **La bouche à clé** : pour manœuvrer le robinet de prise depuis le domaine public et ainsi ouvrir ou fermer le branchement.
- **Le tuyau de branchement**
- **Le regard de compteur** : placé en général en limite du domaine public et privé.
Arrivée

III.5. Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons fait le dimensionnement du réseau (deux mailles étudiées) en respectant les normes d'écoulement qui sont :

La vitesse minimale dans les conduites doit être entre 0.5 et 1.6 m/s

La pression minimale de 1.5 bar doit être prévue, en vue de la bonne tenue de la canalisation et des joints. Il faut éviter des pressions supérieures à 5 bar (dans notre cas les conduites sont de PN 10), qui risquent d'apporter des désordres (fuites) et certains bruits désagréables dans les installations intérieures d'abonnés, en addition nous avons cité les équipements hydrauliques existants dans le réseau.

IV.1.Introduction :

Les réservoirs sont des ouvrages hydrotechniques variés , ils constituent les organes régulateurs de pression et de débit (ils permettent de gérer les débits selon la demande) entre le régime de production et le régime de consommation , ils permettent d’emmagasinier l’eau lorsque la consommation devient inférieure à la production , et la restituent lorsque la consommation devient supérieure à la production , ils peuvent aussi jouer le rôle de brise charge dans le cas d’une distribution étagée. En plus, ces derniers peuvent jouer le rôle d’un relai (les réservoirs tampons), le réservoir représente le volant de la distribution [04].

IV.2.Fonctions des réservoirs : les fonctions générales assurées par les réservoirs d’eau potable sont multiples et d’une nature à la fois technique et économique qui se résume dans le tableau suivant :

Tableau IV-1- Les fonctions d’un réservoir [07].

Fonctions techniques	Fonctions économiques
-Régulation du débit	-Réduction des investissements sur les ouvrages de production
-Sécurité d’approvisionnement	-Réduction des investissements sur le réseau de distribution
-Régulation de la pression	-Réduction des dépenses d’énergie
-Simplification de l’exploitation	
-Réacteur participant au traitement	

IV.3.Classification des réservoirs :

Selon les critères pris en considération, les réservoirs peuvent être classés de diverses façons :

- **Classification selon le matériau de construction :** métallique, en maçonnerie, en béton armé ou précontraint
- **Classification selon la situation des lieux :** enterrés, semi-enterrés, surélevés ou sur tour (château d’eau).
- **Classification selon l’usage :** réservoir principal d’accumulation et de stockage, réservoir d’équilibre (tampon), réservoir de traitement.
- **Classification selon la forme géométrique :** Selon leur capacité, les réservoirs peuvent prendre la forme : rectangulaire ou carrée, cylindrique, sphérique, conique [04].

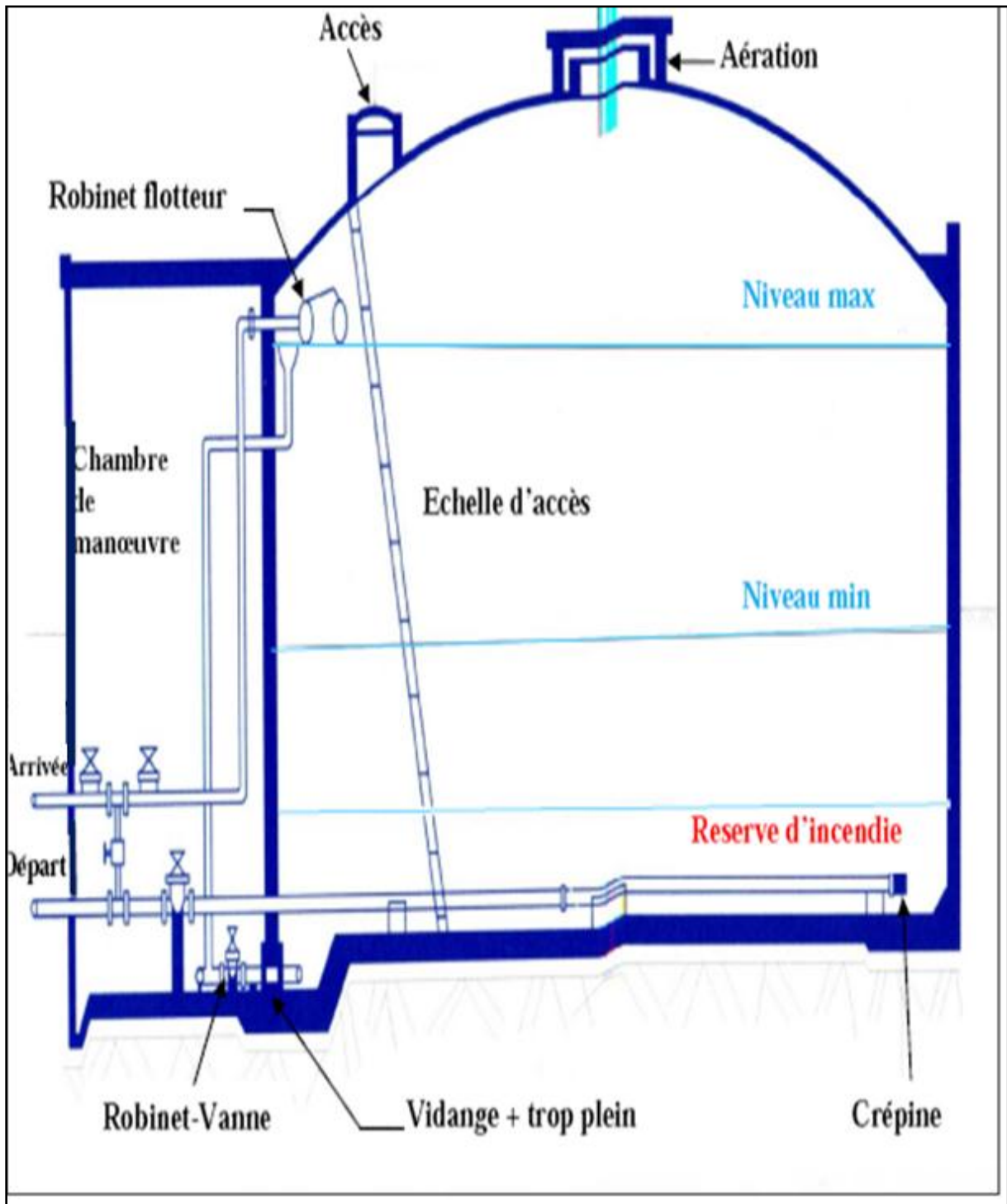


Figure IV. 1. Schéma détaillé d'un réservoir [06].

IV.4. Calcul de la capacité du réservoir :

Le calcul de la capacité du réservoir tient compte de la consommation maximale journalière ($Q_{\max j}$), en appliquant la méthode analytique, qui tient compte des débits d'apport et des débits de consommation en ajoutant le volume d'incendie estimé 120 m^3 .

La méthode analytique :

Cette méthode consiste à déterminer les excès ΔV^+ et les déficits ΔV^- d'eau pendant les différentes heures de la journée par superposition de la demande et la consommation on suivant après le rythme de remplissage, en fonction des coefficients horaires (ah%) qui varient suivant les différentes heures de desserte et d'importance de la population.

La somme du plus grand excès (ΔV^+) et le plus grand déficit (ΔV^-) en volume d'eau d'une même journée, correspond au volume de cette tranche de réservoir V_R , il s'écrit:

$$V_R = |\Delta V^+|_{\max} + |\Delta V^-|_{\max} + V_{\text{inc}}$$

Avec : ΔV : volume apport - volume consommé

Volume apport = correspond au débit maximal journalier (m^3)

Volume consommé = volume d'apport $\cdot (\text{ah} \cdot 24) / 100$. (m^3)

V_{inc} : c'est le volume d'incendie 120 m^3 [05].

Sachant que ce réservoir est destiné à alimenter toute la commune (la totalité du réseau de distribution), pour cela nous devons prendre la valeur du débit maximal journalier lié au nombre de la population totale, et non pas le débit des deux mailles.

D'après les calculs fait par le bureau d'étude, $Q_{\max j} = 6019.56 \text{ m}^3/ \text{j}$ (pour toute l'agglomération).

Chapitre IV : Ouvrage de stockage

Tableau IV-2- Calcul de la capacité du réservoir

Heures	consommation d'eau en % agg (a)	Volumes (m ³)		Volumes cumulés (m ³)		Différences ΔV (m ³) (apport - consommation)	
		Volume d'apport (Q _{maxh})	Volume de consommation (Q max h. ΔT.a./100)	Vapport	Vconsommé	ΔV+	ΔV-
0-1	1,5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
1-2	1,5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
2-3	1,5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
3-4	1,5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
4-5	2,5	300,978	180,587	1504,890	180,587	1324,303	
5-6	3,5	300,978	252,822	1805,868	433,408	1372,460	
6-7	4,5	300,978	325,056	2106,846	758,465	1348,381	
7-8	5,5	300,978	397,291	2407,824	1155,756	1252,068	
8-9	6,25	300,978	451,467	2708,802	1607,223	1101,579	
9-10	6,25	300,978	451,467	3009,780	2058,690	951,090	
10-11	6,25	300,978	451,467	3310,758	2510,157	800,601	
11-12	6,25	300,978	451,467	3611,736	2961,624	650,112	
12-13	5	300,978	361,174	3912,714	3322,797	589,917	
13-14	5	300,978	361,174	4213,692	3683,971	529,721	
14-15	5,5	300,978	397,291	4514,670	4081,262	433,408	
15-16	6	300,978	433,408	4815,648	4514,670	300,978	
16-17	6	300,978	433,408	5116,626	4948,078	168,548	
17-18	5,5	300,978	397,291	5417,604	5345,369	72,235	
18-19	5	300,978	361,174	5718,582	5706,543	12,039	
19-20	4,5	300,978	325,056	6019,560	6031,599		-12,039
20-21	4	300,978	288,939	6320,538	6320,538		0,000
21-22	3	300,978	216,704	6621,516	6537,242	84,274	
22-23	2	300,978	144,469	6922,494	6681,712	240,782	
23-24	1,5	300,978	108,352	7223,472	6790,064	433,408	

Remarque : le pompage se fait pendant 20 heures (4 :00 – 00 :00).

$$\mathbf{A.N :} \quad \mathbf{V_R} = |\Delta V^+|_{\max} + |\Delta V^-|_{\max} + V_{\text{inc}}$$

$$\mathbf{V_R} = |1372.460| + |-12.039| + 120$$

$$V_R = 1504.499 \text{ m}^3$$

On réalise un réservoir de 1500 m³.

IV.5. Dimensionnement du réservoir :

Après avoir déterminé la capacité du réservoir, on calcul alors leur dimensions à l'aide des formules suivantes :

IV.5.1. La section du réservoir : elle est déterminée comme suit :

$$V_R = S * H \quad \text{donc} \quad S = V_R / H$$

Avec :

V_R : volume du réservoir projeté (m³)

S : section du réservoir (m²)

H : hauteur de la lame d'eau est limitée le plus souvent entre **3** et **6 m**, on prend **H = 4m**.

A.N : $S = 1500 / 4$

$$S = 375 \text{ m}^2$$

IV.5.2. Diamètre du réservoir :

Le diamètre de la cuve d'un réservoir circulaire est déterminé par la formule suivante :

$$D = \sqrt{4V/\pi H}$$

Avec :

D : diamètre du réservoir (m)

V : volume du réservoir (cas d'étude : $V = 1500 \text{ m}^3$)

H : hauteur du réservoir (cas d'étude $H = 4 \text{ m}$)

A.N : $D = \sqrt{(4 * 1500)/(3.14 * 4)} = 21.85$

On prend : $D = 22 \text{ m}$

Chapitre IV : Ouvrage de stockage

La hauteur de la réserve d'incendie dans le réservoir est calculée par la formule suivante :

$$H_{inc} = (4 \cdot V_{inc}) / (\pi \cdot D^2)$$

Avec :

H_{inc} : hauteur de la réserve d'incendie dans le réservoir (m)

V_{inc} : volume de la réserve d'incendie égale à **120 m³**

A.N : $H_{inc} = (4 \cdot 120) / (\pi \cdot 22^2)$

$$H_{inc} = 0.32 \text{ m}$$

Les dimensions du réservoir sont reportées sur le tableau ci après :

Tableau IV-3- Caractéristiques du réservoir projeté

Réservoir	V (m ³)	H (m)	D _{th} (m)	D _{standard}	S(m ²)	H _{inc} (m)
R 1500	1500	4	21.85	22	375	0.32

Remarque : D_{th} : diamètre théorique (m).

IV.6.Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons calculé la capacité du réservoir qui alimente la ville de Sidi Akkacha, à partir du débit maximal journalier, la capacité de stockage du réservoir est 1500 m³, avec une hauteur de 4 m, un diamètre de 22 m et une section de 375 m².

V.1. Introduction :

La phase de réalisation est l'aboutissement des phases précédentes car c'est dans celle-ci qu'est réalisé le projet. Cette étape est de la responsabilité du maître d'œuvre (BOUGHLYA EL HADJ) sous contrôle du maître d'ouvrage (ADE unité de Chlef), elle consiste la fourniture et la pose des conduites et raccords et de tous appareils d'équipement des canalisations, la construction des ouvrages en maçonnerie comme les regards, l'exécution des branchements et la remise en état des lieux.

V.2. Les travaux sur terrain :

V.2.1. Ouverture de la tranchée :

Les tranchées sont établies en chaque point à la profondeur indiquée au profil en long, (en suivant la pente demandée afin d'avoir un lit de pose régulier qui évitera une déformation de la conduite) :

- Débarrasser le fond de fouille des éléments gênants.
- La largeur du fond de la tranchée doit être au moins égale au diamètre extérieur du tuyau, en laissant 30cm de part et d'autre du tuyau pour les diamètres nominaux inférieurs ou égaux à 600mm pour qu'il soit aisé de placer et manœuvrer les conduites.
- La profondeur moyenne des conduites est entre 0.8m et 1.2 m pour assurer la protection de la conduite contre les variations de la température et le risque d'écrasement sous l'effet des charges et des surcharges, elle dépend du diamètre nominal de la conduite, et elle doit permettre la réalisation correcte des branchements particuliers.
- Les terres en excédent ou impropres aux remblaiements sont évacuées aux décharges.
- La prise en compte d'un lit de pose de 10 cm au minimum réalisé avec du sable doit être pratiquement systématique afin de fournir un soutien permanent et solide au dessous des tuyaux, permettant une assise correcte des canalisations.
- l'entrepreneur prend toutes les dispositions utiles pour éviter tous les éboulements (utilisation de blindage pour éviter les éboulements) et assurer la sécurité du personnel, conformément aux règlements.

V.2.2. Déblais :

Les déblaiements provenant des mises en profil seront évacués ou déposés dans des emplacements désignés selon les plans de remblaiements ou dans des emplacements accessibles en permettant la réutilisation en remblais, ou l'évacuation vers des décharges.

V.2.3. La pose de la conduite :

- Au moment de leur mise en place, les tuyaux sont examinés à l'intérieur et débarrassés de tous corps étrangers, leurs bouts sont nettoyés, et la soudure se fait hors de la tranchée (avant la pose).
- Le fond de la fouille doit être propre, sans pierre ou point dur.
- Après avoir été descendu dans la tranchée, le tuyau est aligné avec celui qui le précède (assemblage par la mise en œuvre des joints entre les tuyaux).
- Mettre en place le calage latéral.
- A chaque arrêt de travail, les extrémités des conduites en cours de pose sont obturées pour éviter l'introduction de corps étrangers.

V.2.4. Remblai :

Le remblaiement est le rebouchage de la tranchée, en reconstituant le terrain tout en assurant le bon fonctionnement du réseau, les remblais initiaux sont réalisés après la pose des tuyaux à l'aide de la pelle, ils sont réalisés avec du sable par couches d'épaisseur égale à 15 cm, le sable utilisé doit être humide pour être correctement compacté, ce travail est appelé remblai d'enrobage, il comprend : le lit de pose, l'assise, le remblai de protection.

On ajoute environ un lit de 30 cm du gravier concassée sur le quel on pose le grillage avertisseur bleu, le remblaiement et le compactage se poursuivent par couches successives jusqu'à atteindre le niveau de la fermeture de la tranchée en réutilisant les déblais d'extraction de la fouille (débarrassés des éléments impropres).

V.2.5. La remise en état des lieux :

Immédiatement après le remblaiement des tranchées, l'entrepreneur doit rétablir les chaussées, les trottoirs et les accotements. Ce travail est exécuté avec le plus grand soin, conformément aux prescriptions et suivant la réglementation en vigueur, il doit être assuré dans le plus bref délai.

V.3.Photos prises du chantier :



Figure V.1.Tracé du réseau

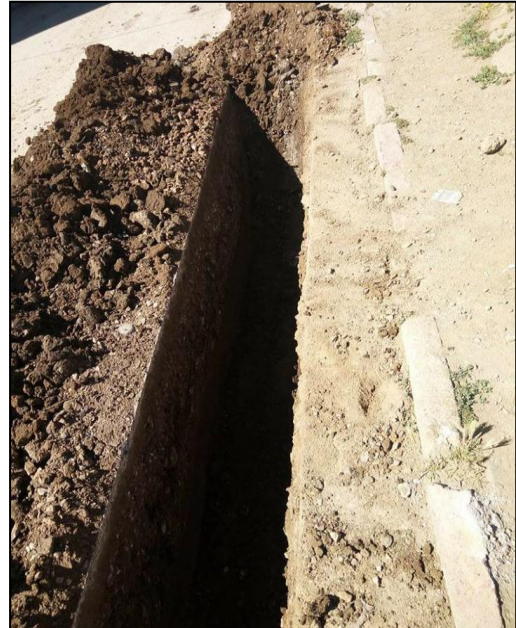


Figure V.2.Ouverture de la tranchée



Figure V.3.Pose de la conduite



Figure V.4.Pose du grillage avertisseur

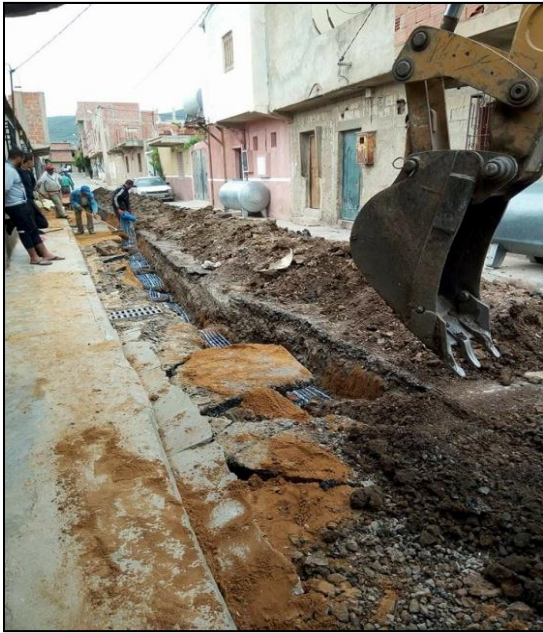


Figure V.5. Remblaiement de la tranchée

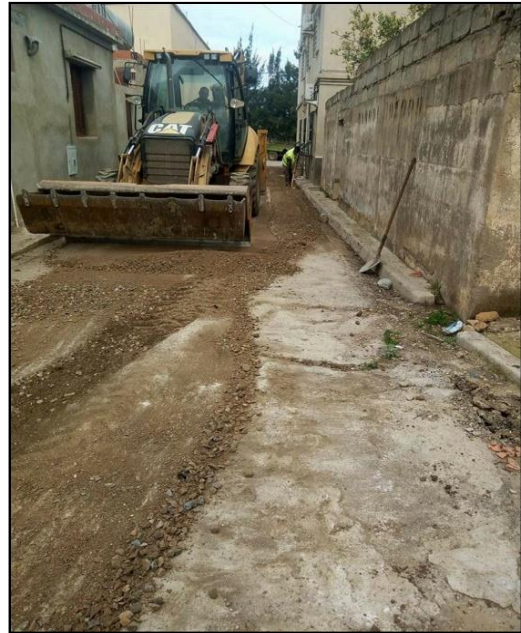


Figure V.6. Remise en état des routes



Figure V.7. Branchement (D=25mm)



Figure V.8. Regard de vanne

V.4. Conclusion :

Après la pose des conduites et l'installation de tous les équipements hydrauliques et avant la distribution de l'eau aux abonnés, nous devons désinfecter notre réseau en utilisant le chlore ou bien le permanganate de potassium.

Conclusion Générale

Au cours de cet ouvrage, nous avons essayé d'apporter une contribution à l'alimentation en eau potable de la commune de Sidi Akkacha ,nous avons fait le dimensionnement d' une partie du réseau de distribution pour l'horizon 2045 afin d'assurer une pression convenable et un débit suffisant aux abonnés, nous avons fait une modélisation du réseau sur logiciel EPANET qui nous a facilité l'estimation des différents paramètres hydrauliques (vitesse , pression, diamètre ...) ,ainsi nous avons dimensionner le réservoir qui alimente la commune tout en trouvant sa capacité (1500m³) et ses dimensions (hauteur 4 m, diamètre 22 m, section 375 m²) , et pour la réalisation du projet, nous avons défini les principales étapes telles que la pose des conduites (PEHD PN10) .

Cette étude nous a permis de mettre en pratique toutes les informations que nous avons acquises dans le domaine hydraulique durant notre cycle de formation.

Ce stage est un tremplin pour notre avenir professionnel, en effet nous avons pu découvrir les différents postes de l'entreprise et avoir un aperçu global de son fonctionnement, il nous a permis d'avoir une approche réelle du monde du travail, de travailler en groupe , de faire la recherche scientifique de développer de nombreuses compétences. Nous avons acquis diverses informations dans le domaine hydraulique telles que l'utilisation du logiciel EPANET et la réalisation d'un projet d'AEP.

Enfin, nous souhaitons par le biais de ce modeste travail avoir mis à la disposition de ceux qu'auraient à traiter des sujets similaires des informations utiles pour mener au mieux leurs projets.

Références bibliographiques

[01] : Présentation de l'ADE : <http://www.ade.dz/index.php/l-entreprise/organisation>

[02] : Rapport " Présentation de l'entreprise ", ADE unité de Chlef.

[03] : ADE unité de Chlef, " Travaux de réhabilitation des réseaux d'AEP de la ville de Sidi Akkacha wilaya de Chlef ".

[04] : F.BELGAID, C.KEBAILI, " **Contribution à l'étude de l'alimentation en eau potable du flanc nord de la wilaya de Tizi Ouzou à partir du barrage de Taksebt** ", mémoire d'ingénieur d'état, université Mouloud Mammeri de Tizi –Ouzou, (2007).

[05] : N.CHEBILI, T. KOURAT, " **Raccordement des villages de Boumahni commune d'Ain Zaouia au transfert des eaux à partir du barrage Koudiet Acerdoune de Bouira** ", mémoire d'ingénieur d'état en agronomie, université Mouloud Mammeri de Tizi –Ouzou, (2008).

[06] : M.Yousfi, " **Contribution à l'étude de renforcement et de réhabilitation d'un réseau d'adduction d'eau. Exemple des communes de Ouaguenoun et de Ait Aissa Mimoun (Tizi Ouzou)** ", mémoire d'ingénieur d'état, Université Mouloud Mammeri de Tizi –Ouzou, (2008).

[07] : S.ARHAB, N.AZZI, " **Etude de renforcement d'un réseau d'adduction de la commune d'Ain-Turk (Wilaya de Bouira)** ", mémoire d'ingénieur d'état, université Mouloud Mammeri de Tizi –Ouzou, (2006).

[08] :DJ.ALOUACHE, " **Etude du système d'alimentation en eau potable de la ville de MOUZAIA(W.BLIDA)**", mémoire d'ingénieur d'état en hydraulique, école national supérieur de l'hydraulique ARRBAOUI ABDALLA, (2003).

Annexe 01 :

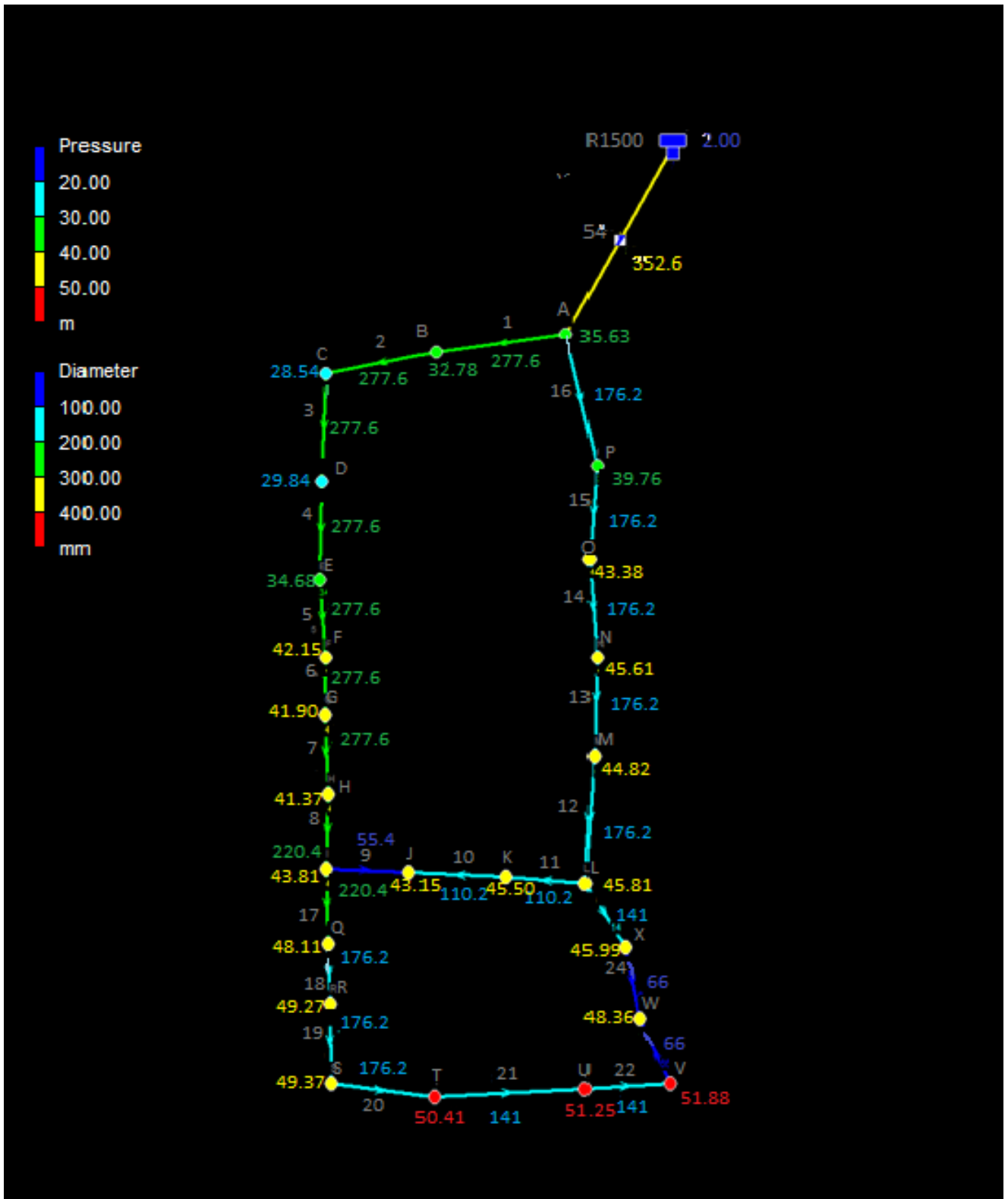


Figure 01 : Plan du réseau d'AEP de Sidi Akkacha (deux mailles) par simulation

EPANET

Annexe 02 : Calcul des diamètres et des pressions des ramifications

Tableau 01 : Calcul des diamètres des ramifications

Nœud	Cond sec	Cond Ter	L (m)	Q Trnc (l/s)	Q route (l/s)	Q _{tot} (l/s)	Ø calculé (mm)	Ø Int (mm)	Ø Ext (mm)	V (m/s)	j (m/m)	ΔH _r (m)
B	B—1		454,5	2,27	0	2,27	53,77	66	75	0,66	0,0072	3,79
C	C—2		14,00	0,07	1,01	1,08	37,11	44	50	0,71	0,0132	0,21
		2—3	56,50	0,28	0	0,28	18,96	28	32	0,46	0,0099	0,65
		2—4	146,00	0,73	0	0,73	30,48	35,2	40	0,75	0,0189	3,18
	C—5		45,50	0,23	3,73	3,96	71,00	96,8	110	0,54	0,0031	0,16
		5—6	66,50	0,33	0	0,33	20,57	28	32	0,54	0,0134	1,03
		5—7	29,00	0,14	3,25	3,40	65,80	79,2	90	0,69	0,0063	0,21
		7—8	74,50	0,37	0	0,37	21,77	28	32	0,60	0,0166	1,43
		7—9	87,50	0,44	2,44	2,88	60,59	79,2	90	0,59	0,0046	0,47
		9—10	115,00	0,57	0	0,57	27,05	35,2	40	0,59	0,0121	1,61
		9—11	29,00	0,14	1,73	1,87	48,81	66	75	0,55	0,0050	0,17
		11—12	77,50	0,39	0	0,39	22,20	28	32	0,63	0,0179	1,60
		11—13	29,00	0,14	1,19	1,34	41,29	55,4	63	0,56	0,0064	0,21
		13—14	24,00	0,12	0,59	0,71	30,06	35,2	40	0,73	0,018	0,50
		14—15	65,00	0,32	0	0,32	20,33	28	32	0,53	0,0129	0,97
		14—16	53,00	0,26	0	0,26	18,36	28	32	0,43	0,0088	0,54
	13—17	97,00	0,48	0	0,48	24,84	28	32	0,79	0,0271	3,02	
D	D—18		200,00	1,00	0,96	1,96	49,94	66	75	0,57	0,0055	1,27
		18—19	68,00	0,34	0	0,34	20,80	28	32	0,55	0,0140	1,10
		18—20	124,00	0,62	0	0,62	28,09	35,2	40	0,64	0,0140	2,00
E	E—21		2,5	0,01	0,96	0,97	35,13	44	50	0,64	0,0108	0,03
		21—22	65,5	0,33	0	0,33	20,41	28	32	0,53	0,0131	0,99
		21—23	126	0,63	0	0,63	28,31	35,2	40	0,65	0,0144	2,09
F	F—24		4,5	0,02	3,05	3,07	62,55	79,2	90	0,62	0,0052	0,03
		24—25	32,5	0,16	0,98	1,15	38,21	44	50	0,75	0,0147	0,55
		25—26	56,5	0,28	0	0,28	18,96	28	32	0,46	0,0099	0,65
		25—27	140,5	0,70	0	0,70	29,90	35,2	40	0,72	0,0176	2,85
		24—28	82	0,41	0	0,41	22,84	28	32	0,67	0,0198	1,87
		24—29	67,5	0,34	1,16	1,49	43,61	55,4	63	0,62	0,0078	0,61
		29—30	68	0,34	0	0,34	20,80	28	32	0,55	0,0140	1,10
	29—31	163,5	0,82	0	0,82	32,25	44	50	0,54	0,0078	1,48	
G	G—32		41,5	0,21	0,83	1,03	36,29	44	50	0,68	0,0122	0,58
		32—33	59,5	0,30	0	0,30	19,46	28	32	0,48	0,0109	0,75
		32—34	106	0,53	0	0,53	25,97	35,2	40	0,54	0,0104	1,28

Suite du tableau 01 :

H	H--35		81	0,40	1,62	2,02	50,76	66	75	0,59	0,00586	0,55
		35—36	130,5	0,65	0	0,65	28,81	35,2	40	0,67	0,0154	2,31
		35—37	33	0,16	0,80	0,97	35,08	44	50	0,64	0,01077	0,41
		37—38	105,5	0,53	0	0,53	25,91	35,2	40	0,54	0,01039	1,26
		37—39	55	0,27	0	0,27	18,71	28	32	0,45	0,00949	0,60
I	I--40		41,5	0,21	3,35	3,56	67,35	79,2	90	0,72	0,00687	0,33
		40—41	200,5	1,00	0	1,00	35,71	44	50	0,66	0,0115	2,65
		40—42	36	0,18	2,17	2,35	54,74	66	75	0,69	0,00775	0,32
		42—43	202	1,01	0	1,01	35,85	44	50	0,66	0,01166	2,71
		42—44	233	1,16	0	1,16	38,50	44	50	0,77	0,01518	4,07
J	J--45		5	0,02	5,59	5,62	84,58	96,8	110	0,76	0,006	0,03
		45—46	193,5	0,97	0	0,97	35,08	44	50	0,64	0,01077	2,40
		45—47	35,5	0,18	4,45	4,62	76,75	96,8	110	0,63	0,00419	0,17
		47—48	110	0,55	0,55	1,10	37,37	44	50	0,72	0,01359	1,72
		48—49	41	0,20	0	0,20	16,15	28	32	0,33	0,00551	0,26
		48—50	68,5	0,34	0	0,34	20,87	28	32	0,56	0,01425	1,12
		47—51	31	0,15	3,20	3,35	65,33	79,2	90	0,68	0,00614	0,22
		51—52	75	0,37	0	0,37	21,84	28	32	0,61	0,01685	1,45
		51—53	31	0,15	2,67	2,82	59,95	79,2	90	0,57	0,00446	0,16
		53—54	102	0,51	0	0,51	25,47	35,2	40	0,52	0,00976	1,15
		53—55	33,5	0,17	1,99	2,16	52,42	66	75	0,63	0,0066	0,25
		55—56	157	0,78	0	0,78	31,60	44	50	0,52	0,00731	1,32
	55—57	241,5	1,21	0	1,21	39,20	55,4	63	0,50	0,00528	1,47	
K	K--58		135	0,67	0	0,67	29,31	35,2	40	0,69	0,0164	2,55
M	M--59		65,5	0,33	0,48	0,81	32,05	44	50	0,53	0,00771	0,58
		59—60	29	0,14	0	0,14	13,58	28	32	0,24	0,0029	0,10
		59—61	67	0,33	0	0,33	20,65	28	32	0,54	0,01367	1,05
N	N--		10	0,05	2,30	2,35	54,68	66	75	0,69	0,00772	0,09
		205—206	130	0,65	0	0,65	28,76	35,2	40	0,67	0,01529	2,29
		205—207	330	1,65	0	1,65	45,82	55,4	63	0,68	0,00941	3,57
O	O--62		51	0,25	0	0,25	18,01	28	32	0,41	0,00825	0,48
P	P--63		96	0,48	0	0,48	24,71	35,2	40	0,49	0,00873	0,96

Suite du tableau 01 :

Q	Q--64		2,5	0,01	2,75	2,76	59,29	79,2	90	0,56	0,00428	0,01	
		64—65	141	0,70	0	0,70	29,95	35,2	40	0,72	0,01777	2,88	
		64—66	99	0,49	0	0,49	25,10	35,2	40	0,51	0,00924	1,05	
		64—67	47	0,23	1,31	1,55	44,41	55,4	63	0,64	0,00838	0,45	
		67—68	118	0,59	0	0,59	27,40	35,2	40	0,61	0,01278	1,73	
		67—69	145	0,72	0	0,72	30,37	35,2	40	0,74	0,01871	3,12	
		Q--70	202	1,01	0	1,01	35,85	44	50	0,66	0,01166	2,71	
R	R--71		164,5	0,82	1,06	1,88	48,94	66	75	0,55	0,00512	0,97	
		71—72	114	0,57	0	0,57	26,93	35,2	40	0,59	0,01199	1,57	
		71—73	98	0,49	0	0,49	24,97	35,2	40	0,50	0,00907	1,02	
S	S--74		60	0,30	1,33	1,63	45,61	55,4	63	0,68	0,00925	0,64	
		74—75	165,5	0,83	0	0,83	32,45	44	50	0,54	0,00806	1,53	
		74—76	101,5	0,51	0	0,51	25,41	35,2	40	0,52	0,00967	1,13	
T	T--77		13,5	0,07	2,32	2,39	55,14	66	75	0,70	0,00796	0,12	
		77—78	200	1,00	0	1,00	35,67	44	50	0,66	0,01144	2,63	
		77-79	25	0,12	1,20	1,32	41,02	55,4	63	0,55	0,00625	0,18	
		79—80	67,5	0,34	0	0,34	20,72	28	32	0,55	0,01386	1,08	
		79—81	172	0,86	0	0,86	33,08	44	50	0,57	0,00866	1,71	
		T--82		4,5	0,02	1,58	1,60	45,15	55,4	63	0,66	0,00892	0,05
		82—83	132	0,66	0	0,66	28,98	35,2	40	0,68	0,01573	2,39	
	82—84	184	0,92	0	0,92	34,21	44	50	0,60	0,00981	2,08		
U	U--85		8,5	0,04	1,29	1,34	41,25	55,4	63	0,55	0,00638	0,06	
		85—86	86	0,43	0	0,43	23,39	28	32	0,70	0,0217	2,15	
		85—87	173	0,86	0	0,86	33,17	44	50	0,57	0,00875	1,74	
V	V--88		6,5	0,03	3,21	3,24	64,28	79,2	90	0,66	0,00578	0,04	
		88—89	217,5	1,09	0	1,09	37,20	44	50	0,71	0,01337	3,34	
		88—90	67	0,33	0,84	1,17	38,62	44	50	0,77	0,01536	1,18	
		90--91	72	0,36	0,48	0,84	32,64	44	50	0,55	0,00824	0,68	
		91--92	43,5	0,22	0	0,22	16,64	28	32	0,35	0,00615	0,31	
		91--93	52	0,26	0	0,26	18,19	28	32	0,42	0,00856	0,51	
		90--94	161	0,80	1,33	2,13	52,12	66	75	0,62	0,00646	1,20	
		94--95	64,5	0,32	0	0,32	20,26	28	32	0,52	0,01274	0,95	
		94--96	54	0,27	0,74	1,01	35,80	44	50	0,66	0,0116	0,72	
		96--97	53,5	0,27	0	0,27	18,45	28	32	0,43	0,00902	0,55	
		96--98	94	0,47	0	0,47	24,45	28	32	0,76	0,02558	2,77	
	88--99	191	0,95	0	0,95	34,86	44	50	0,63	0,01051	2,31		

Suite du tableau 01

W	W--		69	0,34	3,93	4,27	73,75	96,8	110	0,58	0,00362	0,29	
		100—101	98	0,49	0	0,49	24,97	35,2	40	0,50	0,00907	1,02	
		100—102	65,5	0,33	3,11	3,44	66,16	79,2	90	0,70	0,00643	0,48	
		102—103	182,5	0,91	0	0,91	34,07	44	50	0,60	0,00966	2,03	
		102—104	39,5	0,20	2,00	2,20	52,91	66	75	0,64	0,00683	0,31	
		104—105	40,5	0,20	0	0,20	16,05	28	32	0,33	0,00539	0,25	
		104—106	98	0,49	1,31	1,80	47,86	55,4	63	0,75	0,01106	1,25	
		106—107	70	0,35	0	0,35	21,10	28	32	0,57	0,01483	1,19	
		106—108	67,5	0,34	0,62	0,96	34,95	44	50	0,63	0,01061	0,82	
		108—109	70	0,35	0	0,35	21,10	28	32	0,57	0,01483	1,19	
		108--110	54,5	0,27	0	0,27	18,62	28	32	0,44	0,00933	0,58	
X	X--111		71,5	0,36	5,99	6,34	89,88	110,2	125	0,67	0,004	0,33	
		111--112	37	0,18	0,81	0,99	35,54	44	50	0,65	0,01129	0,48	
		112--113	59	0,29	0	0,29	19,37	28	32	0,48	0,01081	0,73	
		112--114	102,5	0,51	0	0,51	25,54	35,2	40	0,53	0,00985	1,16	
		111--115	104	0,52	4,47	4,99	79,76	96,8	110	0,68	0,00483	0,58	
		115--116	101	0,50	0	0,50	25,35	35,2	40	0,52	0,00959	1,11	
		115--117	70,5	0,35	3,62	3,97	71,12	96,8	110	0,54	0,00316	0,26	
		117--118	95	0,47	0	0,47	24,58	35,2	40	0,49	0,00856	0,94	
		117--119	69,5	0,35	2,80	3,14	63,28	79,2	90	0,64	0,00545	0,44	
		119--120	75,5	0,38	0	0,38	21,92	28	32	0,61	0,01705	1,48	
		119--121	67,5	0,34	2,08	2,42	55,52	66	75	0,71	0,00816	0,63	
		121--122	69	0,34	0	0,34	20,95	28	32	0,56	0,01444	1,15	
		121--123	348	1,74	0	1,74	47,05	55,4	63	0,72	0,01038	4,16	
		X--124		99	0,49	2,86	3,35	65,33	79,2	90	0,68	0,00614	0,70
		124--125	61,5	0,31	0	0,31	19,78	28	32	0,50	0,01167	0,83	
		124--126	76	0,38	1,16	1,54	44,23	55,4	63	0,64	0,00826	0,72	
		126--127	73,5	0,37	0	0,37	21,62	28	32	0,60	0,01623	1,37	
		126--128	158	0,79	0	0,79	31,70	44	50	0,52	0,0074	1,34	
	124--129	203	1,01	0	1,01	35,94	44	50	0,67	0,01176	2,75		

Tableau -02-Calcul des pressions au sol des ramifications

Nœud	Conduite	Cote géodésique (m)	ΔHt (m)	Cote Piézométrique (m)	Pression au sol (m)
B		137,2		168,69	31,49
	B--1		3,79		
1		124,57		164,90	40,33
C		141,3		168,58	27,28
	C--2		0,21		
2		141,56		168,37	26,81
	2--3		0,65		
3		142,05		167,72	25,67
2		141,56		168,37	26,81
	2--4		3,18		
4		144,74		165,19	20,45
C		141,3		168,58	27,28
	C--5		0,16		
5		133,71		168,42	34,71
	5--6		1,03		
6		133,96		167,39	33,43
5		133,71		168,42	34,71
	5--7		0,21		
7		131,95		168,21	36,26
	7--8		1,43		
8		132,53		166,78	34,25
7		131,95		168,21	36,26
	7--9		0,47		
9		130,28		167,74	37,46
	9--10		1,61		
10		128,2		166,13	37,93
9		130,28		167,74	37,46
	9--11		0,17		
11		129,47		167,57	38,10
	11--12		1,60		
12		128,39		165,98	37,59
11		129,47		167,57	38,10
	11--13		0,21		
13		128,36		167,36	39,00
	13--14		0,50		

Suite du tableau 02 :

14		128,19		166,86	38,67
	14--15		0,97		
15		127,52		165,90	38,38
14		128,19		166,86	38,67
	14--16		0,54		
16		127,76		166,32	38,56
13		128,36		167,36	39,00
	13--17		3,02		
17		125,62		164,33	38,71
D		139,9		168,48	28,58
	D--18		1,27		
18		139,87		167,21	27,34
	18--19		1,10		
19		137,90		166,11	28,21
18		139,87		167,21	27,34
	18--20		2,00		
20		137,64		165,21	27,57
E		134,9		168,42	33,52
	E--21		0,03		
21		137,87		168,38	30,51
	21--22		0,99		
22		136,38		167,40	31,02
21		137,87		168,38	30,51
	21--23		2,09		
23		139,06		166,29	27,23
F		127,7		168,19	40,49
	F--24		0,03		
24		127,69		168,16	40,47
	24--25		0,55		
25		128,22		167,61	39,39
	25--26		0,65		
26		130,8		166,96	36,16
25		128,22		167,61	39,39
	25--27		2,85		
27		131,31		164,75	33,44
24		127,69		168,16	40,47
	24--28		1,87		

Suite du tableau 2 :

28		127,18		166,28	39,10
24		127,69		168,16	40,47
	24--29		0,61		
29		125,86		167,55	41,69
	29--30		1,10		
30		125,34		166,45	41,11
29		125,86		167,55	41,69
	29--31		1,48		
31		125,16		166,07	40,91
G		127,4		167,91	40,51
	G--32		0,58		
32		126,31		167,32	41,01
	32--33		0,75		
33		126,59		166,57	39,98
32		126,31		167,32	41,01
	32--34		1,28		
34		125,67		166,05	40,38
H		127,7		167,88	40,18
	H--35		0,55		
35		127,21		167,34	40,13
	35--36		2,31		
36		125,61		165,03	39,42
35		127,21		167,34	40,13
	35--37		0,41		
37		126,44		166,93	40,49
	37--38		1,26		
38		125,26		165,67	40,41
37		126,44		166,93	40,49
	37--39		0,60		
39		126,15		166,33	40,18
I		124,9		167,66	42,76
	I--40		0,33		
40		123,16		167,33	44,17
	40--41		2,65		
41		122,53		164,68	42,15
40		123,16		167,33	44,17
	40--42		0,32		

Suite du tableau 02 :

42		122,06		167,01	44,95
	42--43		2,71		
43		121,25		164,30	43,05
42		122,06		167,01	44,95
	42--44		4,07		
44		120,02		162,94	42,92
J		123,7		165,94	42,24
	J--45		0,03		
45		123,6		165,91	42,31
	45--46		2,40		
46		124,82		163,51	38,69
45		123,6		165,91	42,31
	45--47		0,17		
47		122,53		165,73	43,20
	47--48		1,72		
48		121,71		164,02	42,31
	48--49		0,26		
49		121		163,76	42,76
48		121,71		164,02	42,31
	48--50		1,12		
50		121,56		162,89	41,33
47		122,53		165,73	43,20
	47--51		0,22		
51		121,37		165,52	44,15
	51--52		1,45		
52		121,36		164,06	42,70
51		121,37		165,52	44,15
	51--53		0,16		0,00
53		120,24		165,36	45,12
	53--54		1,15		
54		120,64		164,21	43,57
53		120,24		165,36	45,12
	53--55		0,25		
55		119,85		165,10	45,25
	55--56		1,32		
56		119,7		163,78	44,08
55		119,85		165,10	45,25

Suite du tableau 02 :

	55--57		1,47		
57		117,42		163,64	46,22
K		122,1		165,21	43,11
	K--58		2,55		
58		123,92		162,66	38,74
M		123,2		166,80	43,60
	M--59		0,58		
59		122,13		166,22	44,09
	59--60		0,10		
60		121,35		166,12	44,77
59		122,13		166,22	44,09
	59--61		1,05		
61		123,09		165,17	42,08
N		123,4		167,79	44,39
	N--205		0,09		
205		124,02		167,70	43,68
	205--206		2,29		
206		124,71		165,41	40,70
205		124,02		167,70	43,68
	205--207		3,57		
207		120,64		164,13	43,49
O		125,8		167,93	42,13
	O--62		0,48		
62		130,91		167,45	36,54
P		130,00		168,47	38,47
	O--63		0,96		
63		131,19		167,51	36,32
Q		120,34		167,39	47,05
	Q--64		0,01		
64		120,33		167,37	47,04
	64--65		2,88		
65		121,41		164,49	43,08
64		120,33		167,37	47,04
	64--66		1,05		
66		120,52		166,32	45,80
64		120,33		167,37	47,04
	64--67		0,45		

Suite du tableau 02 :

67		119,68		166,92	47,24
	67—68		1,73		
68		120,17		165,19	45,02
67		119,68		166,92	47,24
	67—69		3,12		
69		119,81		163,80	43,99
Q		120,34		167,39	47,05
	Q—70		2,71		
70		119,57		164,68	45,11
R		118,77		166,97	48,20
	R—71		0,97		
71		119,69		166,01	46,32
	71—72		1,57		
72		118,99		164,43	45,44
71		119,69		166,01	46,32
	71-73		1,02		
73		118,75		164,98	46,23
S		118,64		166,94	48,30
	S—74		0,64		
74		118,12		166,30	48,18
	74—75		1,53		
75		114,75		164,77	50,02
74		118,12		166,30	48,18
	74—76		1,13		
76		116,35		165,17	48,82
T		117,13		166,46	49,33
	T—77		0,12		
77		117,43		166,34	48,91
	77—78		2,63		
78		115,75		163,70	47,95
77		117,43		166,34	48,91
	77—79		0,18		
79		118,48		166,16	47,68
	79—80		1,08		
80		116,4		165,08	48,68
79		118,48		166,16	47,68
	79—81		1,71		

Suite du tableau 02 :

81		117,85		164,44	46,59
T		117,13		166,46	49,33
	T--82		0,05		
82		117,17		166,41	49,24
	82--83		2,39		
83		115,8		164,03	48,23
82		117,17		166,41	49,24
	82--84		2,08		
84		111,97		164,34	52,37
U		115,94		166,11	50,17
	U--85		0,06		
85		116,06		166,05	49,99
	85--86		2,15		
86		115,98		163,90	47,92
85		116,06		166,05	49,99
	85--87		1,74		
87		114,34		164,30	49,96
V		114,92		165,71	50,79
	V--88		0,04		
88		115,06		165,67	50,61
	88--89		3,34		
89		113,17		162,32	49,15
88		115,06		165,67	50,61
	99--90		1,18		
90		115,77		164,48	48,71
	90--91		0,68		
91		113,31		163,80	50,49
	91--92		0,31		
92		113,13		163,49	50,36
91		113,31		163,80	50,49
	91--93		0,51		
93		112,74		163,29	50,55
90		115,77		164,48	48,71
	90--94		1,20		
94		114,26		163,29	49,03
	94--95		0,95		
95		110,38		162,34	51,96

Suite du tableau 02 :

94		114,26		163,29	49,03
	94--96		0,72		
96		113,51		162,57	49,06
	96--97		0,55		
97		108,42		162,01	53,59
96		113,51		162,57	49,06
	96--98		2,77		
98		107,85		159,80	51,95
88		115,06		165,67	50,61
	88--99		2,31		
99		114,26		163,36	49,10
W		117,56		164,89	47,33
	W--100		0,29		
100		118,18		164,60	46,42
	100--101		1,02		
101		114,58		163,58	49,00
100		118,18		164,60	46,42
	100--102		0,48		
102		118,45		164,12	45,67
	102--103		2,03		
103		116,48		162,09	45,61
102		118,45		164,12	45,67
	102--104		0,31		
104		118,69		163,81	45,12
	104--105		0,25		
105		116,66		163,56	46,90
104		118,69		163,81	45,12
	104--106		1,25		
106		119,74		162,56	42,82
	106--107		1,19		
107		115,83		161,37	45,54
106		119,74		162,56	42,82
	106--108		0,82		
108		119,21		161,74	42,53
	108--109		1,19		
109		116,28		160,54	44,26
108		119,21		161,74	42,53

Suite du tableau02 :

	108--110		0,58		
110		117,46		161,15	43,69
X		121,9		163,04	41,14
	X--111		0,33		
111		121,63		162,72	41,09
	111--112		0,48		
112		121,03		162,24	41,21
	112--113		0,73		
113		120,87		161,50	40,63
112		121,03		162,24	41,21
	112--114		1,16		
114		118,38		161,07	42,69
111		121,63		162,72	41,09
	111--115		0,58		
115		120,48		162,14	41,66
	115--116		1,11		
116		118,92		161,02	42,10
115		120,48		162,14	41,66
	115--117		0,26		
117		119,32		161,88	42,56
	117--118		0,94		
118		119,01		160,95	41,94
117		119,32		161,88	42,56
	117--119		0,44		
119		118,99		161,45	42,46
	119--120		1,48		
120		119,7		159,96	40,26
119		118,99		161,45	42,46
	119--121		0,63		
121		119,56		160,81	41,25
	121--122		1,15		
122		119,5		159,67	40,17
121		119,56		160,81	41,25
	121--123		4,16		
123		114,66		156,66	42,00
X		121,9		163,04	41,14
	X--124		0,70		

Suite du tableau 02 :

124		121,26		162,35	41,09
	124--125		0,83		
125		120,82		161,52	40,70
124		121,26		162,35	41,09
	124--126		0,72		
126		120,51		161,62	41,11
	126--127		1,37		
127		120,52		160,25	39,73
126		120,51		161,62	41,11
	126--128		1,34		
128		116,67		160,28	43,61
124		121,26		162,35	41,09
	124--129		2,75		
129		115,89		159,60	43,71