



OPTIMISATION DE LA GESTION DU RESEAU DE DISTRIBUTION D'EAU POTABLE DE LA STATION COMPACTE DE MISSABOUGOU A BAMAKO

MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU
MASTER EN INGENIERIE DE L'EAU ET DE L'ENVIRONNEMENT
OPTION : COLLECTIVITES LOCALES

Présenté et soutenu publiquement le [Date] par
Fatou DIAWARA

Travaux dirigés par :

- **M. SOW Souleymane** (Ingénieur Hydraulicien, Chef de Département Distribution à la SOMAGEP-sa)
- **Dr MOUNIROU Lawani Adjadi** (Enseignant-chercheur à 2IE)
- **M. YONABA Ousmane Roland** (Enseignant à 2IE, Ingénieur Hydraulicien)

Jury d'évaluation du stage :

Président : Dr Anderson ANDRIANISA

Membres et correcteurs : Dr Angelbert Chabi BIAOU
Dr Lawani Adjadi MOUNIROU
M. Bega OUEDRAGO

Promotion [2014/2015]

DEDICACES :

Je dédie le présent travail :

Au Tout Puissant, le Tout Miséricordieux, qui m'a permis de poursuivre mes études depuis l'école primaire jusqu'à nos jours ;

A vous mes adorables parents :

- Mon papa chéri Feu Sidy DIAWARA, toi qui m'a inculqué le sens du travail bien fait, reçois ce présent travail comme un grain du couronnement de tous tes efforts.... J'espère que là où tu te trouves, tu es fier de tes enfants.

- Ma brave maman Rafiatou AKINTOLA dont je ne cesserai jamais de remercier de m'avoir donné la vie. Je te dédie entièrement ce modeste travail et te témoigne ma profonde affection pour ton sacrifice, ta rigueur, ton assistance sans laquelle rien de cela ne serait réalisé. Que Dieu te prête longue vie afin que tu puisses jouir des fruits de tes bienfaits.

A mon frère et ma sœur, votre amour fraternel m'a été d'un grand secours et ainsi que votre soutien indéfectible. Ce travail n'est qu'un exemple à dépasser absolument;

A mon cher Ousmane KANE pour ton soutien, ton assistance et ta patience...

A mes tantes et oncles pour votre soutien, votre dévouement et l'attention que vous avez portés à mon égard ;

A mes amis avec qui j'ai partagé mes peines et joies, recevez ici le signe de ma sympathie.

REMERCIEMENTS

Au terme de ce modeste travail, nous voudrions témoigner notre profonde gratitude à tous ceux qui de près ou de loin ont permis la réalisation de cette œuvre. Nous ne pouvons pas nous empêcher d'adresser nos sincères remerciements à l'endroit de :

- ✚ Monsieur le Directeur Général de la SOMAGEP-SA pour sa confiance en m'acceptant à la SOMAGEP-SA pour ce stage ;
- ✚ Mes encadreurs : **M. SOW Souleymane**, chef de Département de la Distribution, **Dr MOUNIROU Lawani Adjadi** et **M. YONABA Ousmane Roland** enseignants à Zie pour leur disponibilité, leurs remarques pertinentes et leurs conseils ;
- ✚ A l'ensemble du personnel de la SOMAGEP-SA pour leur accueil chaleureux, leur disponibilité et leur hospitalité ;

A tous mes compatriotes maliens et amis(es) dont les noms n'ont pas pu être cités mais que je n'oublie pas ;

RESUME

La présente étude a été effectuée dans la commune VI de la ville de Bamako qui est située sur la rive droite du fleuve Niger. Elle porte sur l'optimisation de la gestion du réseau de distribution d'eau potable de cette commune à travers la station compacte de Missabougou. Afin d'atteindre les objectifs visés, la démarche méthodologique a consisté à faire des enquêtes de terrain, d'inspecter le processus de traitement d'eau potable de la SCP de Missabougou, des diagnostics sur le réseau existant et de proposer un modèle hydraulique.

Le diagnostic a montré que les populations de la commune VI de Bamako rencontrent d'énormes problèmes d'accès à l'eau potable. Ceci s'explique par les faibles vitesses et débits dans les canalisations. Cependant les pressions étant trop élevées, nous remarquons des casses (fuites) sur le réseau et les pannes sur les ouvrages qui ne sont pas réparés à temps. Tout ceci aggrave le manque d'eau chez les abonnés. Or la SCP de Missabougou a été construite pour produire $12000\text{m}^3/\text{jr}$ tandis que jusqu'à nos jours seulement $8000\text{m}^3/\text{jrs}$ sont utilisées.

Les résultats obtenus lors de la simulation ont montré qu'il y a de fortes pressions au niveau des nœuds durant les heures creuses, aussi des faibles débits et vitesses dans les canalisations durant les heures de pointes. D'où la proposition d'un modèle hydraulique tout en ajoutant des nouveaux abonnés à travers un renforcement de branchement dans certains quartiers comme Missabougou, Zerny, Yirimadjo et Magnabougou rural et en augmentant la demande au niveau des nœuds afin que le reste de l'eau qui devait être produit ($4000\text{m}^3/\text{jrs}$) puissent être desservie entre les abonnés.

Mots Clé :

- 1- Modélisation**
- 2- Simulation**
- 3- Réseau Hydraulique**
- 4- Optimisation**
- 5- Bamako**

ABSTRACT

This study was conducted in a common Bamako specifically in the commune VI which is located on the right bank of the Niger River. It focuses on the optimization of the management of drinking water distribution network in this town through the compact station Missabougou. To achieve the objectives, the methodology has been to field surveys, inspect the drinking water treatment process CPC Missabougou, diagnostics on the existing network and to propose a hydraulic model.

The diagnosis showed that populations of common VI of Bamako face enormous problems of access to drinking water that is explained by the low speeds and flow rates in pipes. However the pressure being too high, we notice breakages (leakage) on the network and breakdowns on structures that are not repaired in time. All this aggravates the lack of water in subscribers. Gold CPS Missabougou was built to produce $12000\text{m}^3 / \text{jrs}$ while until now only $8000\text{m}^3 / \text{jrs}$ are used.

The results obtained during the simulation showed that there was strong pressure at the nodes during off-hours, flow rates and minimal speeds in the pipes during peak hours. Hence the proposal of the hydraulic model while adding new subscribers through a branch building in some quarters as Missabougou, Zerny, Yirimadjo and rural Magnabougou and increasing demand at the nodes so that the rest of the water was to be produced ($4000\text{m}^3 / \text{jrs}$) can be served between subscribers.

Key Words :

- 1- Modeling**
- 2- Simulation**
- 3- Hydraulic Network**
- 4- Optimization**
- 5- Bamako**

LISTE DES ABREVIATIONS

2IE	:	Institut International de l'Eau et de l'Environnement
AEP	:	Approvisionnement en Eau Potable
BF		Bornes fontaines
BP		Branchements particuliers
D.C		Département Commercial
DD	:	Direction Distribution
DNH	:	Direction Nationale de l'Hydraulique
EDM-SA	:	Société d'Energie Du Mali-SA
GIRE	:	Gestion Intégrée des Ressources en Eau
M.M.E.E	:	Ministère des Mines de l'Energie et de l'Eau
OMD	:	Objectifs du Millénaire pour le Développement
PIB	:	Produit Intérieur Brut
PNAEP	:	Plan National d'Accès à l'Eau Potable
P.A.N.G		Plan d'Action Nationale de Gestion
SCP	:	Station Compacte
SD	:	Service Distribution
SIG	:	Système d'Information Géographique
SOMAGEP-S.A	:	Société Malienne de Gestion de l'Eau Potable
SOMAPEP-SA	:	Société Malienne de Patrimoine d'Eau Potable
φ		Diamètre

Table des matières

DEDICACES	I
REMERCIEMENTS	II
RESUME	III
ABSTRACT	IV
LISTE DES ABREVIATIONS	V
Table des matières	VI
LISTE DES TABLEAUX	VIII
LISTES DES FIGURES	IX
I – 1 Contexte et Problématique	1
I – 1.1 Contexte	1
I – 1.2 Problématique.....	2
I – 1.3 Objectif général	3
I – 1.4 Résultats attendus	3
II – 1 Caractéristiques du milieu physique.....	4
II – 1.1 Données climatiques	4
II – 1.2 Réseau hydrographique.....	5
II – 1.3 Relief, végétation et sols	5
II – 2 Caractéristiques du milieu humain	6
II – 2.1 Aspect sociaux et démographiques	6
II – 2.2 Aspect économique	7
III – 1 Recherche documentaire	8
III – 2 Données de l'étude	8
III – 3 Diagnostic du réseau de la commune VI.....	8
III – 4 Chronogramme du stage.....	9
IV-1 Informations générales sur le réseau.....	11
IV-1.1 Evaluation des besoins en eau.....	12
IV-1.2 Evaluation des ressources en eau	14
IV-2 Caractérisation du réseau d'eau potable de la commune VI.....	14

IV-2.1 Réseau d'adduction	14
IV-2.2 Réseau de distribution	16
V-1 Simulation du fonctionnement actuel	21
V – 1.1 Calcul de débit	21
V – 1.2 Les pertes de charges	21
V-2 Résultats et propositions d'amélioration	23
V-2.1 Résultats	23
V-2.2 Proposition d'amélioration	30
VI- CONCLUSION GENERALE	33
VII-RECOMMADATIONS ET PERSPECTTIVES.....	34
BIBLIOGRAPHIE.....	35
ANNEXES :	37

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Valeurs moyennes mensuelles des températures et des précipitations	5
Tableau 2: Quelques données démographiques de la commune VI	7
Tableau 3: Chronogramme du stage	9
Tableau 4: Estimation de la consommation moyenne domestique en 2014	13
Tableau 5: Evolution de la consommation moyenne domestique et non domestique jusqu'en 2025.....	13
Tableau 6 : Evaluation des ressources en eau pour l'année de 2014	14
Tableau 7: Production moyenne journalière pour l'année 2014	16
Tableau 8 : Récapitulatifs du rendement de la station de traitement	16
Tableau 9 : Différents incidents au cours de l'année 2014.....	20
Tableau 10 : Etat des nœuds du réseau à 6h00	24
Tableau 11 : Etat des nœuds du réseau à 13h00	24
Tableau 12 : Etat des nœuds du réseau à 17h00	25
Tableau 13 : Etat de quelques arcs du réseau à 6h00.....	27
Tableau 14 : Etat de quelques arcs du réseau à 13h.....	28
Tableau 15 : Etat de quelques arcs du réseau à 17h.....	29
Tableau 16: Longueur totale des conduites selon le diamètre	31
Tableau 17: Type de mâchons	31
Tableau 18: Type de Bride-emboitement	31
Tableau 19: Type de plaques pleines	31
Tableau 20: Type de coudes	32
Tableau 21: Type de Té	32
Tableau 22 : Cône 2 emboitements.....	32

LISTES DES FIGURES

Figure 1: Carte de la commune VI de Bamako.....	4
Figure 2 : Image d'un réseau hydraulique	11
Figure 3: Image du réseau existant	12
Figure 4 : Image du décanteur	15
Figure 5 : Image du réservoir.....	17
Figure 6: Prise de pression.....	19
Figure 7 : Prise de débit à l'aide d'un débitmètre	20
Figure 8 : Diagramme des pressions pour les nœuds sélectionnés	25
Figure 9 : Diagramme des pressions pour les nœuds sélectionnés	26

I – INTRODUCTION

I – 1 Contexte et Problématique

I – 1.1 Contexte

Le Mali comme la plupart des pays africains est confronté depuis quelques années à des problèmes d'approvisionnement en eau potable de ses populations plus particulièrement celles de la ville de Bamako. C'est ainsi que le sommet du millénaire pour le développement durable tenu du 06 au 08 septembre 2000 à New-York, a permis aux dirigeants des pays du monde de convenir d'une réduction de moitié la proportion des populations n'ayant pas accès à l'eau au plus tard en 2015. Ce sommet mondial sur le développement durable a permis à la communauté internationale d'entériner les objectifs du millénaire sur l'accès à l'eau potable.

Cet enjeu s'avère plus préoccupant lorsqu'on doit desservir une population en forte croissance dans un contexte économique particulier. Grâce à un rapport fourni par la Direction Nationale l'Hydraulique qui portait sur l'insuffisance de la production d'eau potable et les pertes d'eau dans les conduites (fuites) que le Ministère de l'Energie et de l'Eau (M.E.E) a enregistré pour faire part à l'Etat. C'est ainsi que le gouvernement malien a adopté les Objectifs du Millénaire pour le Développement (OMD) en matière d'eau potable. Pour atteindre ces objectifs tant en milieu rural qu'en milieu urbain, aussi bien pour l'eau que pour l'assainissement, l'Etat malien s'est doté en septembre 2004 d'un Plan National d'Accès à l'Eau Potable (PNAEP) qui a comme principal objectif d'augmenter le taux de couverture des besoins en eau de 64% en 2004 à 82% en 2015 (Rapport de la Direction Nationale de l'hydraulique., 2006).

En effet, la ville de Bamako, capitale du Mali connaît depuis quelques années des problèmes d'accès à l'eau potable liés non seulement à la vétusté des équipements actuels, à l'insuffisance de la production, des moyens de transport, de stockage et de distribution mais aussi au développement socio-économique. Le fort taux d'accroissement de la population (3,9 %) et la non maîtrise de l'occupation spatiale ne facilitent pas le travail de planification de la SOMAGEP-S.A. Depuis quelques temps les quartiers semi-ruraux de Bamako notamment les quartiers de Missabougou, Yirimadjo, Tabacoro et Zerny sont devenus les nouvelles destinations pour les populations en quête de parcelles. Cela entraîne une explosion des besoins en eau potable des populations au moment où les équipements d'approvisionnement n'ont pas connus d'amélioration. La fourniture d'eau potable en quantité suffisante devient une préoccupation majeure pour le gouvernement malien. C'est

dans ce contexte que le gouvernement a décidé de mettre en place une politique de développement visant à garantir l'accès à l'eau potable des populations.

Actuellement, l'approvisionnement en eau domestique dans ces milieux semi-ruraux se fait essentiellement par puits ou par forages. Seuls quelques sites disposent jusqu'à présent de bornes fontaines. Les forages présents à Tabacoro, Missabougou ainsi qu'à Zerny sont d'un grand intérêt pour la population et constituent le seul moyen pour ces populations d'accéder à l'eau potable mais insuffisant.

Aujourd'hui, bon nombre de ces ouvrages sont non fonctionnels et cela a pour cause des pannes non réparées; ce qui aggrave la situation d'accès en eau potable de la population, et les pousse à se diriger vers l'utilisation des points d'eau traditionnels qui leur offre une eau non potable.

Notre étude vise donc à proposer un schéma d'optimisation de la gestion du réseau de distribution d'eau potable dans ces quartiers semi-ruraux par le biais de la station compacte de Missabougou et de proposer un modèle hydraulique durable pour un meilleur accès aux points d'eau.

I – 1.2 Problématique

L'accès à l'eau potable représente un des défis majeurs que les acteurs centraux et locaux doivent relever. La disponibilité en eau dépend principalement de variables climatiques et de l'utilisation de techniques nouvelles visant à dépolluer, traiter, réguler et protéger l'eau. Les efforts des gouvernements africains sont confrontés au phénomène de démographies galopantes qui rend plus coûteux les projets d'alimentation en eau potable des villes.

En effet, depuis quelques années certains quartiers de Bamako sont déficitaires en eau potable comme notre zone d'étude. Avec le manquement d'eau chez les abonnés qui ont pour cause l'insuffisance de la capacité d'eau produite ou l'éloignement de la SCP de Magnabougou à certains habitats que le gouvernement a mis en place la SCP de Missabougou en Février 2014.

La station compacte est produite pour produire 12 000m³/jr or jusqu'à nos jours 8000m³ sont utilisés. Ces eaux sont desservies dans les haut-standings, dans les écoles, les centres administratifs, les centres hospitalisés ainsi que les lycées.

Ce constat prouve que les systèmes d'AEP de la ville de Bamako ne fournissent pas suffisamment d'eau potable notamment pour la population de la commune VI (quartiers Missabougou, Yirimadjo, Tabacoro et Zerny).

I – 1.3 Objectif général

L'objectif de cette étude est d'optimiser la gestion du réseau de la commune VI de Bamako afin d'améliorer leur approvisionnement en eau de consommation à long terme.

I – 1.3.1 Objectifs spécifiques

Les objectifs spécifiques de cette étude sont :

- Faire le diagnostic sur le réseau AEP de la zone d'étude ;
- Proposer un schéma d'extension incluant les nouveaux abonnés.

I – 1.4 Résultats attendus

Le résultat attendu de cette étude est d'optimiser la gestion des 4000 m³ restant tout en améliorant la sectorisation de notre zone d'étude, en élaborant un modèle hydraulique qui sera basé sur le réseau existant ainsi qu'en détectant les insuffisances du réseau. Tout ceci fini, la proposition d'une solution d'amélioration s'en suivra.

II – PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

Bamako, la capitale du Mali est située sur les rives du fleuve Niger dans le Sud-Ouest du pays. Elle est construite sur une cuvette entourée de colline. C'est le centre administratif du pays, un important port fluvial et un centre commercial pour toute la région. Elle s'étend d'Ouest en Est sur 22km et du Nord au Sud sur 12km (AEDD, 2011), pour une superficie de 267 km². Ses coordonnées géographiques sont de 12° 40' Nord en latitude et 7° 59' Ouest en longitude et culmine en moyenne à 381 m d'altitude. Le district de Bamako compte une forêt classée, celle de Koulouba qui s'étend sur une superficie de 2 010 ha.

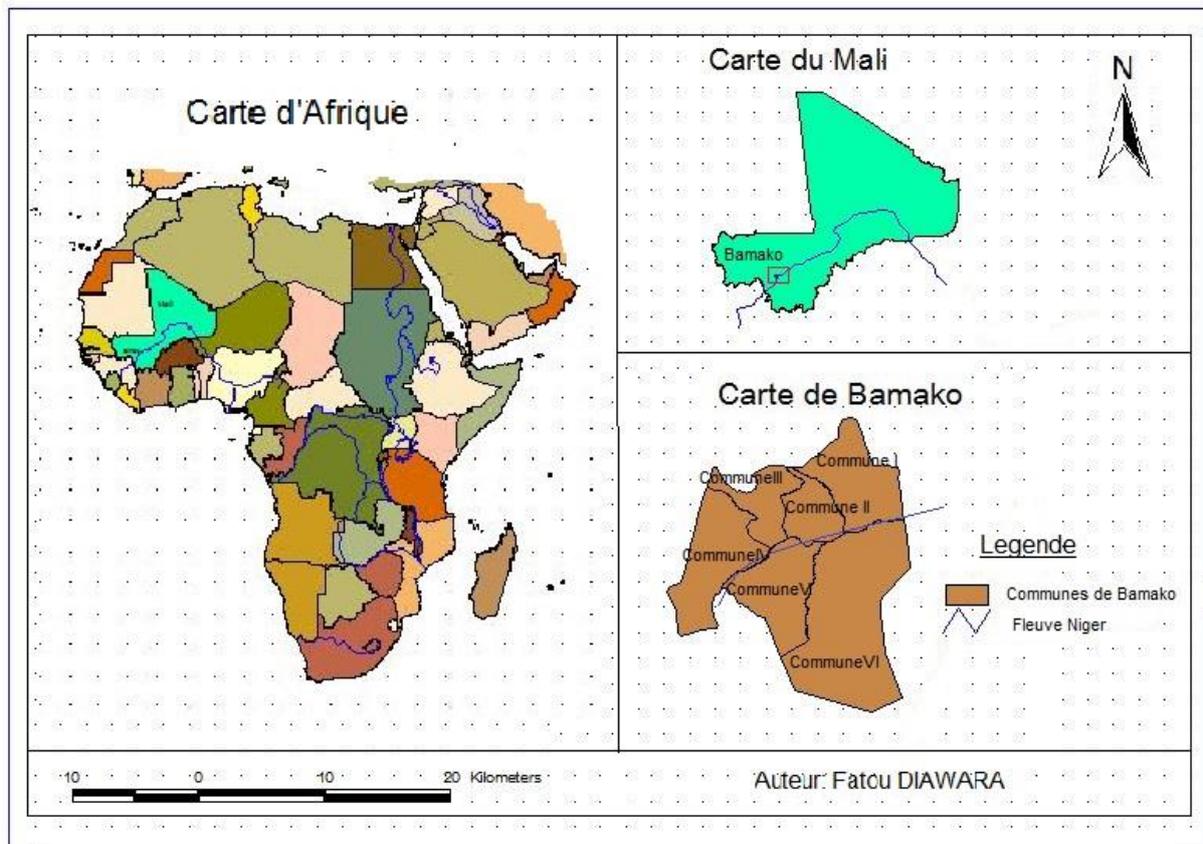


Figure 1: Carte de la commune VI de Bamako

II – 1 Caractéristiques du milieu physique

II – 1.1 Données climatiques

Bamako occupe la frange la plus méridionale du Sahel africain correspondant à la zone soudanienne. Elle bénéficie de ce fait d'un climat tropical assez humide avec un total des précipitations annuelles de 878 mm. Sur le plan climatique, la ville de Bamako est caractérisée par une saison pluvieuse de juin à octobre et une saison sèche plus longue de

novembre à mai. La température moyenne annuelle est d'environ 27°C avec une insolation très forte de 2500 à 3000 heures (Water Aid-MALI, 2007). Les pluies régulières estimées permettent le développement d'une savane arborée ainsi que la culture de plantes telles que le sorgho, le maïs et le coton.

Tableau 1: Valeurs moyennes mensuelles des températures et des précipitations

Mois	jan.	fév.	mar	avr	mai	jui.	jui.	août.	sep.	oct.	nov.	déc.	moyenne
T° minimale moyenne (°C)	17,3	20,0	23,1	25,2	25,3	23,4	22,0	21,6	21,6	21,5	19,2	17,4	21,5
T° moyenne (°C)	25,1	27,8	30,2	31,6	31,4	29,1	26,8	26,1	26,6	27,7	26,5	24,8	27,8
T° maximale moyenne (°C)	32,7	35,9	37,9	38,7	37,8	34,8	31,6	30,8	31,9	34,4	34,7	32,5	34,5
Précipitations (mm)	0,2	0,1	1,9	25,1	46,2	121,2	217,7	234,0	164,6	65,4	2,4	0,0	878,8

Il ressort de ce tableau que le mois d'Avril est le plus chaud et Août le plus frais qui correspond également au plus humide.

II – 1.2 Réseau hydrographique

Bamako est à cheval sur une limite géologique terrains sédimentaires - terrains cristallins et ou cristalloylliens. On a un socle granito-gneissique et schisteux (au Sud de l'agglomération) recouvert par une couverture sédimentaire de grès à intercalations élitiques (au Nord de l'agglomération). Le fleuve Niger a entaillé plus ou moins profondément les terrains sédimentaires tabulaires (grès de l'Infra cambrien) ainsi que les schistes et granitoïdes du bâti (socle) précambrien. Des dépôts récents comblent les dépressions du lit mineur du fleuve après chaque crue.

- Socle cristallin : Les affleurements du socle cristallin sont localisés à une trentaine de mètres au sud de Bamako
- Couverture sédimentaire : L'essentiel des formations sédimentaires est représenté par des grès hétéro granulaires qui constituent le bed-Rock, des formations quaternaires formées de latérites, d'alluvions, de colluvions et d'éboulis.

II – 1.3 Relief, végétation et sols

Elle est située dans la vallée du fleuve Niger et bordé par quelques collines. C'est une forme de relief peu disséquée par les vallées et située en hauteur par rapport au fond de ces

vallées périphériques plus basse. Le plan stratigraphique supérieur est constitué de couche dure de grès et de basalte.

La végétation est influencée directement par les types de climats et leur pluviométrie et couvre environ 24 % du développement des savanes arborées. Grâce au fleuve Niger et ces affluents, la pêche demeure un des piliers de l'économie nationale. Elle fait de la ville Bamako, l'une des producteurs principaux de poissons d'eau douce dans la sous-région malgré les sécheresses et les pluviométries capricieuses.

La ville de Bamako est sur un socle granite gneissique et schisteux recouvert de sédiment de grès. Le fleuve a entaillé plus ou moins profondément les schistes et granitoïdes du socle et la couverture sédimentaire. Ses alluvions occupent le lit majeur du fleuve; des dépôts récents comblent les dépressions du lit du fleuve après chaque crue. On distingue deux types de formations superficielles :

- Les sols issus des phénomènes d'altération et de latéritisation du rock.
- les formations alluviales occupant les lits majeurs et mineurs du fleuve et ses affluents.

II – 2 Caractéristiques du milieu humain

II – 2.1 Aspect sociaux et démographiques

La ville de Bamako compte 1 809 106 habitants selon le dernier recensement général de la population (RGPH , 2009). Le taux de croissance annuel est de 5%. Avec une forte pression, la démographie constitue l'un des principaux défis sociaux du pays et le taux de fécondité est de 6.6 enfants par femme. La ville de Bamako est érigée en districts et subdivisée en six (06) communes dirigées par des maires élus. Cette étude concerne la commune VI qui regroupe douze (12) quartiers. La commune VI est située sur la rive droite du fleuve Niger et couvre une partie du Sud-Est du district de Bamako. Cette dernière couvre une superficie de 70km². Cependant, la station compacte de Missabougou alimente uniquement quatre (04) quartiers semi-ruraux de ladite commune à savoir Missabougou, Tabacoro, Yirimadjo et Zerny. Le tableau 2 présente quelques données démographiques par quartier de la commune VI.

Tableau 2: Quelques données démographiques de la commune VI

Quartiers	Superficie en ha	Population 2007	Densité (nbre hbts par ha)	Nombre de ménages (2007)	Nombre de personne par ménage	Nombre de ménages (2014)	Population estimée en 2014
Sénou	3 816	21 630	6	3 605	6	4 680	28 083
Faladié	744	38 569	52	6 428	6	8 346	50 075
Banankabougou	273	15 500	57	2 583	6	3 354	20 124
Sokorodji	217	12 415	57	2 069	6	2 686	16 119
Sogoniko	353	22 816	65	3 802	6	4 936	29 622
Niamakoro	927	77 938	84	12 989	6	16 864	101 188
Dianguéla	91	12 584	138	2 097	6	2 723	16 338
Magnabougou	233	50 236	216	8 372	6	10 870	65 222
Missabougou	151	4 360	29	726	6	1 056	6 342
Yirimadjo	194	8 376	43	1 396	6	1 825	10 948
Zerni	-	4 637	-	821	6	1 095	6 571
Tabacoro	-	5 280	-	935	6	1 214	7 284
Total	6 999	274 341		45 720		59 846	359 104

Les quatre (04) quartiers périphériques de cette étude ont une population estimée en 2014 à 31145 habitants.

II – 2.2 Aspect économique

Le secteur primaire est la sève nourricière de l'économie. Cette économie est tributaire des aléas climatiques et des prix des matières premières sur le marché international. Il occupe en effet, plus de 80% de la population active et représente 45% du Produit Intérieur Brut (PIB), alors que le secteur secondaire (industrie) ne représente que 16% du PIB et celui du tertiaire (commerce, services) 39%.

III – Démarche méthodologie générale adoptée

La démarche méthodologique générale adoptée a consisté dans un premier temps à faire une synthèse bibliographique relative à notre thème d'étude. Cette phase nous a permis de mieux comprendre la problématique que pose l'approvisionnement en eau potable des populations. Dans un second temps, nous avons fait le diagnostic du fonctionnement actuel du réseau d'eau potable afin d'illustrer les problèmes que connaît ce réseau. Ensuite, des propositions d'amélioration ont été formulées. Enfin, la modélisation du réseau a été effectuée afin d'optimiser son fonctionnement.

III – 1 Recherche documentaire

La phase préparatoire a consisté au début de l'étude à réaliser les termes de référence de l'étude à savoir le contexte et la problématique, les objectifs général et spécifiques, les résultats attendus ainsi que les approches qui seront utilisés pour l'étude.

Quant à la phase d'appropriation de la thématique, elle a été facilitée par la documentation fournie par la SOMAGEP-SA et par la DNH (Direction Nationale de l'hydraulique). Néanmoins d'autres recherches à la bibliothèque nationale du Mali et des recherches sur internet au travers de Google et Science direct ont permis la lecture du document en rapport avec le thème de l'étude.

III – 2 Données de l'étude

Cette partie aborde les différentes données récoltées et les matériels utilisés. Ce sont entre autres :

- Utilisation des plans de la zone ;
- Certains rapport de la DNH et de la SOMAGEP-SA ;
- Centre de documentation et d'information du 2iE ;
- Utilisation d'un GPS, d'un appareil photo, des sondes, des ceintures, du débitmètre, du manomètre.
- Matériels de bureau : ordinateurs portable, Epanet, imprimante, photocopieuse, Google Earth, Word, Excel, Autocad, EpaCad.

III – 3 Diagnostic du réseau de la commune VI

Le diagnostic de l'AEP de la commune VI a révélé des problèmes réels en termes d'alimentation en eau potable des populations. En effet les quartiers semi-ruraux situés à la périphérie de Bamako sont alimentés par les stations de la SOMAGEP-SA. C'est à dire l'eau

provenant de la station compacte de Magnabougou. En raison de la poussée démographique de la zone, le système n'arrive plus à satisfaire les besoins de la population estimés à 15 237 m³/jr (Département commercial de SOMAGEP-SA , 2010).

Cependant avec l'urbanisation du secteur et l'insuffisance de l'eau provenant de la SCP de Magnabougou que la SCP de Missabougou a été réalisée pour pallier aux problèmes de baisse de pression qui deviennent de plus en plus fréquents dans les zones éloignés.

Pour cette étude, notre diagnostic consistera à évaluer la capacité de production de la station, les consommations domestiques et non domestiques afin de voir si la production peut faire face aux besoins de la population. Aussi vérifier le dimensionnement du réseau d'adduction tout en prélevant le débit sur certains nœuds du réseau et la campagne de pression chez certains abonnés.

III – 4 Chronogramme du stage

Cette démarche a été rédigée sur la base des termes de référence du thème de l'étude. Elle permettra d'atteindre les objectifs fixés.

Tableau 3: Chronogramme du stage

METHODES	DUREE DE STAGE				
	Février	Mars	Avril	Mai	Juin
Recherches documentaires	■				
Echanges avec les techniciens SOMAGEP S.A		■			
Visite des installations de production et suivi du traitement d'eau		■			
Diagnostic sur le réseau de la commune VI		■			
Modélisation du réseau existant			■		
Rédaction du mémoire	■				

IV- DIAGNOSTIC DU RESEAU ACTUEL DE LA COMMUNE VI

Avant d'effectuer le diagnostic du réseau, il nous a semblé nécessaire de définir quelques terminologies que nous allons rencontrer dans le réseau.

a) Quelques définitions

Réseau d'eau potable : On appelle un réseau l'ensemble de conduites reliées entre elles et formant une série de nœuds et des mailles. À cela, il faut ajouter les accessoires du réseau qui permettent une bonne exploitation et un bon entretien de ce dernier. Parmi ceux-ci, on peut citer les emboitements brutes, les poteaux d'incendies, les compteurs, les ventouses, les vannes de sectionnement etc...

Le réseau d'alimentation en eau potable doit présenter une bonne sécurité d'approvisionnement en eau potable de toutes les parties de l'agglomération. Ceci implique un bon maillage du réseau et la pose des vannes de sectionnement. La composition du réseau est la suivante :

- ❖ **Le captage :** Le captage consiste à prélever de l'eau d'un point A et à la transporter à un point B par l'intermédiaire d'une conduite. Dans la plupart du temps, cette conduite de transport est en charge.
- ❖ **La potabilisation :** L'eau captée est dans la plupart du temps impropre à la consommation. Ainsi, la potabilisation de l'eau est l'ensemble des ouvrages et le procédé physico-chimique et/ou biologique qui permet de rendre cette eau potable à la consommation.
- ❖ **La distribution :** L'eau rendue potable est acheminée sous pression dans des réservoirs ou des châteaux d'eau puis elle est stockée dans des lieux de stockage publics situés au pied des bâtiments desservis (réseau public de distribution d'eau potable). Enfin, elle est relayée par des tuyaux privés pour arriver jusqu'à nos robinets (chez les abonnés).
- ❖ **Le réservoir d'eau potable :** il joue un rôle capital dans le réseau de distribution. En effet, il permet de faire face aux variations plus ou moins importantes de la demande en eau. Les réservoirs servent donc principalement à harmoniser la demande et la production. La demande constitue une donnée variable, alors que pour être économique et efficace, la production doit être constante.

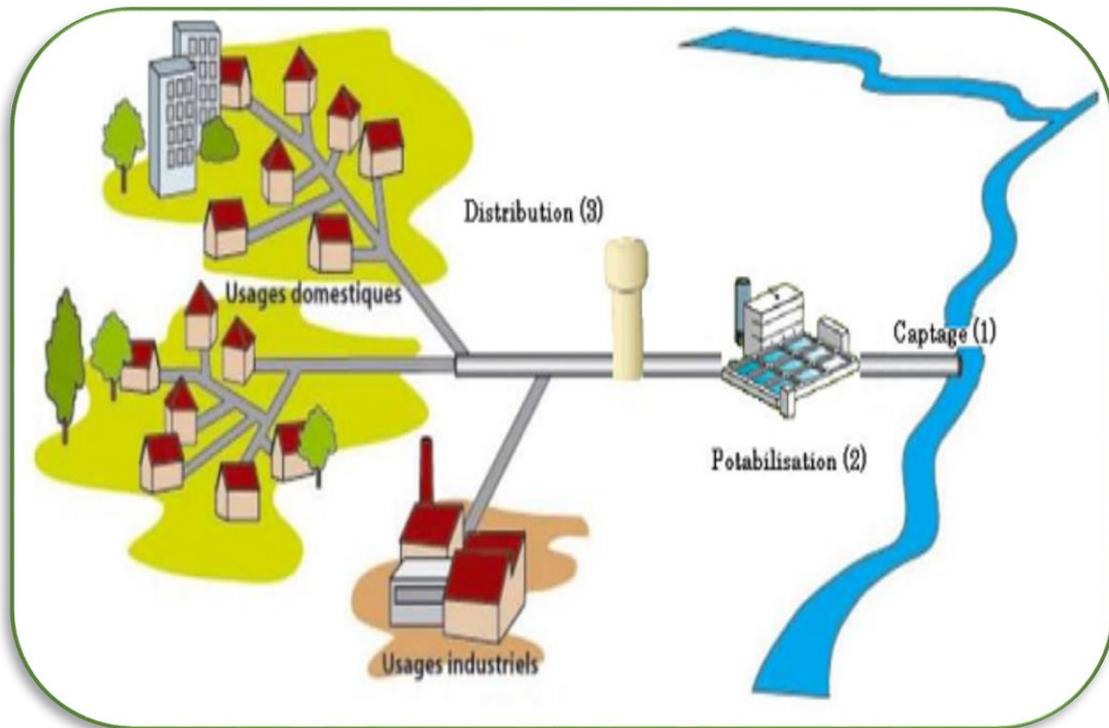


Figure 2 : Image d'un réseau hydraulique

IV-1 Informations générales sur le réseau

Le réseau de la commune VI de Bamako est un réseau mixte c'est-à-dire dans le même réseau nous avons des réseaux ramifiés dans les quartiers Missabougou, Yirimadjo et Zerny et maillé à Tabacoro. C'est un ancien réseau desservi avant par la SCP de Magnabougou, mais avec l'évolution de la population, la SCP de Missabougou a pris le relais depuis Février 2014. Notre source est la conduite d'alimentation du fleuve Niger qui assure l'essentiel de l'alimentation en eau potable de l'agglomération bamakoise. En effet, l'inventaire du réseau existant a montré que la zone d'étude est traversée par une conduite en fonte de diamètre 400mm qui est connectée au fleuve Niger. L'eau pompée subit un certain traitement avant d'être distribuer aux abonnés tout en respectant les normes établis par la SOMAGEP-SA en fonction de ceux de l'OMS. Il a un réseau linéaire de 34 452 m constitué de différents diamètres (ϕ 400 à ϕ 63).

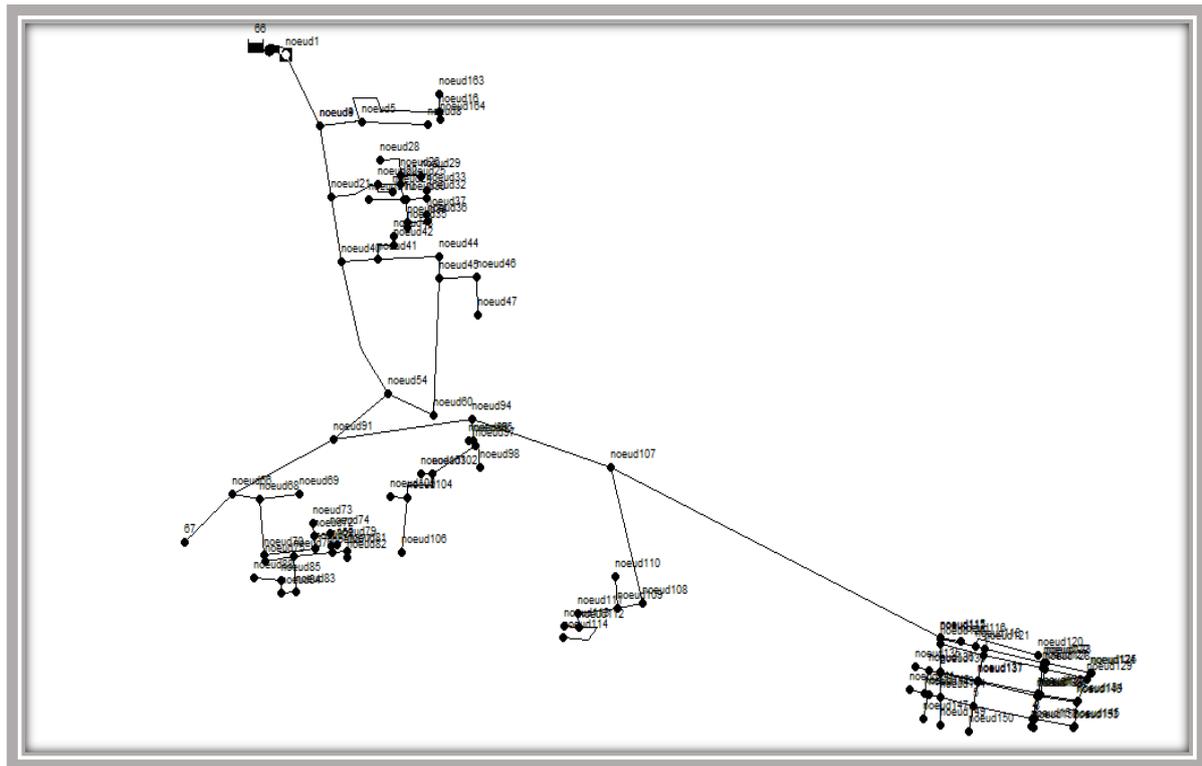


Figure 3: Image du réseau existant

IV-1.1 Evaluation des besoins en eau

Elle correspond à l'offre que l'exploitant doit rendre disponible pour répondre à la demande des usagers. De ce fait, nous avons deux grands besoins à déterminer qui sont les besoins domestiques et non domestiques.

IV-1.1.1 Evaluation des consommations (besoins) domestiques

La demande domestique est la quantité d'eau utilisée au niveau des familles et comprend l'eau nécessaire pour la boisson et aux autres activités domestiques. En termes de quantité, la consommation spécifique en litre par jour et par habitant (l/j/hab.) est fonction du niveau de vie, de la culture des populations et des niveaux d'équipement sanitaire.

Dans notre zone d'étude, le nombre de personnes par abonnés est six (06). Il y a des maisons à haute-standing, des bâtiments administratifs, des écoles ainsi des lycées. Cependant, la consommation mensuelle d'un abonné est comprise entre 25 et 30 m³ (Département distribution, consommation SCP Missabougou), la consommation moyenne spécifique est de l'ordre de 138 à 160 l/j/personnes. Aussi, on dénombre quatre (06) bornes fontaines reliées au

réseau de la station compacte de Missabougou. Ce tableau ci-dessous illustre les estimations des consommations moyennes domestiques 2014.

Tableau 4: Estimation de la consommation moyenne domestique en 2014

	Quartiers	Nombre d'abonnés	Nombre de personnes par abonné	Nombre de personnes desservies	Consommation spécifique (l/j/pers)	Consommation totale (m ³ /j)
Branchement particulier	Missabougou	984	6	5 904	150	885.6
	Zerny	966		5 796		869.4
	Yirimadjo	1 450		8 700		1305.0
	Tabacoro	1 100		6 600		990.0
Bornes fontaines	Tous les quartiers	6	400	2 400	40	96.0
TOTAL		4 506		29 400		4 146

Le taux de desserte en eau potable des quatre (04) est estimé à : $29\,400 / 31145 = 94.4\%$.

IV-1.1.2 Evaluation des consommations non domestiques

La consommation non domestiques regroupe les consommateurs tels que les écoles, les lycées ou collèges, les bâtiments administratifs, les centres de santé, les centres commerciaux, les boulangeries. N'ayant pas le nombre exact de ces consommateurs, on supposera que le taux de consommation non domestiques représente 20 % des consommations domestiques. Le tableau 5 suivant montre l'évolution des consommations jusqu'à 2025 avec un taux d'accroissement de 3.9%.

Tableau 5: Evolution de la consommation moyenne domestique et non domestique jusqu'en 2025

Désignation	2014	2020	2025
Consommation domestiques (m ³ /j)	4 146.0	5 215.8	6 315.4
Consommation non domestiques (m ³ /j)	829.2	1 043.2	1 263.1
Total (m³/j)	4 975.2	6 259.0	7 578.5

IV-1.2 Evaluation des ressources en eau

La principale source d'alimentation de la station compacte de Missabougou est le fleuve Niger. La station de captage est composée de trois (03) pompes dont deux (02) pompes fonctionnent simultanément. Le débit nominal de chaque pompe estimé à 270 m³/h. La durée de pompage est de 24 heures par jour. Le tableau suivant présente pour chaque mois la production moyenne journalière pour l'année de 2014.

Tableau 6 : Evaluation des ressources en eau pour l'année de 2014

Mois	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Production journalière moyenne (m ³)	8 889	8 358	8 708	9 519	9 756	9 099	8 709	8 920	8 178	8 602	9 159	8 638

La production moyenne journalière au niveau du captage est estimée à 8 878 m³ ce qui correspondant à un débit moyen de captage de 370 m³/h. En période de pointe, cette production peut avoisiner 9 756 m³ ce qui conduit à un coefficient de pointe de 1,10.

IV-2 Caractérisation du réseau d'eau potable de la commune VI

Une eau est dite potable quand elle peut être consommée sans risque d'effet nocif à court ou à long terme. Elle doit répondre à des normes définies par la législation et la réglementation en vigueur sur la qualité de l'eau. Elle est caractérisée par un réseau de distribution et un réseau d'adduction.

IV-2.1 Réseau d'adduction

Le réseau d'adduction de la station compacte de Missabougou est composé d'une station de captage, du transfert de l'eau brute par l'intermédiaire d'une conduite jusqu'à la station de traitement, et celui de l'eau traitée de la station de traitement vers les réservoirs de stockage et de distribution.

IV-2.1.1 Transport de l'eau brute

La SCP de Missabougou prend sa source dans le fleuve Niger. Elle capte l'eau à travers trois pompes d'exhaures avec un débit nominal de 270 m³/h par pompe. La conduite de refoulement est en fonte avec une longueur de refoulement de 200 m avant d'arriver à la station de traitement.

IV-2.1.2 Station de traitement de l'eau

La station de traitement est composée d'un laboratoire, une salle technique, cinq (05) décanteurs pouvant contenir chacun 550 m³ de volume, avec cinq (05) bâches intermédiaires et un réservoir de stockage d'eau traitée pouvant contenir 1000 m³ d'eau. La première injection du produit de traitement (sulfate, hypo-chlorure de calcium) se fait à 50 m après captage de l'eau brute. Le débitmètre d'eau brute est installé sur la conduite de refoulement qui est relié aux décanteurs. Les décanteurs et les bâches sont reliés entre elles par des conduites intermédiaires. La deuxième injection des produits de traitement (lait de chaux, polymère et charbon actif) avant d'être déversé dans le décanteur. La quantité de ces produits dépend de la qualité d'eau brute c'est-à-dire en fonction de sa turbidité. Chaque décanteur est muni d'une purge de boues et des lamelles. Les bâches sont reliées aux filtres par des pompes de 110 m³/h chacun. C'est après filtration que l'eau est refoulée dans le réservoir. Le laborantin prélève à chaque 4 heures une quantité d'eau brute et d'eau traité afin de voir s'ils respectent les normes établis par la SOMAGEP-SA en fonction de ceux de l'OMS. (Les fiches de référence des essais se trouvent en annexe).



Figure 4 : Image du décanteur

IV-2.1.3 Production journalière

Après la filtration, l'eau traitée parvient dans un bac de stockage d'eau traitée. Ce bac a un volume de 1000 m³. L'eau traitée est refoulée par des pompes à hauteur d'un débit de 300

m³/h dans un réservoir avant d'être acheminée chez les abonnés. Le tableau ci-dessous présente pour l'année 2014 la production moyenne journalière.

Tableau 7: Production moyenne journalière pour l'année 2014

Mois	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc.
Production journalière moyenne (m ³)	7 956	7 191	8 028	9 110	9 241	8 254	7 779	7 506	7 122	7 757	8 390	7 537

La production moyenne journalière au niveau de la station de traitement est estimée à 7 989 m³ ce qui correspond à un débit moyen de captage de 333 m³/h. En période de pointe, cette production peut avoisiner 9 241 m³ ce qui conduit à un coefficient de pointe de 1,16.

Le rendement de la station de traitement est illustré par le tableau ci-dessous. Sa valeur moyenne est de 89,9 %.

Tableau 8 : Récapitulatifs du rendement de la station de traitement

Mois	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc.
Eau brute (m ³)	8 889	8 358	8 708	9 519	9 756	9 099	8 709	8 920	8 178	8 602	9 159	8 638
Eau traitée (m ³)	7 956	7 191	8 028	9 110	9 241	8 254	7 779	7 506	7 122	7 757	8 390	7 537
Rendement (%)	89	86	92,2	95,7	94,7	90,7	89,3	84,1	87,1	90,2	91,6	87,2

IV-2.1.4 Station de pompage et de refoulement de l'eau traitée

La station de pompage et les conduites de refoulement se trouvent dans la station de traitement. La conduite de refoulement est en fonte et à un diamètre de 400 mm avec une longueur de 100 m. Sur les conduites de refoulement nous avons un débitmètre permettant de mesurer le débit à la sortie de station (débit d'eau traitée).

IV-2.2 Réseau de distribution

Le réseau de distribution d'eau potable est un ensemble de conduites interconnectées fonctionnant sous pression, et qui assurent l'alimentation de la ville à partir des réservoirs. Son tracé permet d'assurer l'accès aux usagers dans des conditions économiques optimales tout en prévenant les difficultés d'exploitation et d'entretien. Il est composé des réservoirs et des conduites de distribution.

IV-2.2.1 Réservoirs

Le réservoir d'eau potable joue un rôle capital dans le réseau de distribution. En effet, il permet de faire face aux variations plus ou moins importantes de la demande en eau, d'assurer le volume d'eau nécessaire pour la protection incendie et de faire face à une éventuelle défaillance de l'une des composantes du réseau se situant à l'amont du réservoir (source d'alimentation, usine de traitement, conduite d'adduction etc.).

Les réservoirs servent donc principalement à harmoniser la demande et la production. La demande constitue une donnée variable, alors que pour être économique et efficace, la production doit être constante.

Dans le cas particulier de cette étude, la conduite d'adduction refoule directement dans la bache aménagée à la sortie du réseau. Cette bache constitue donc notre réservoir d'eau potable à partir de laquelle l'eau sera distribuée vers les abonnés. Elle est posée sur un radier en béton armé et est construit pour contenir 1000 m³ d'eau. C'est un réservoir métallique avec un débit moyen de distribution de 490 m³/h. Nous avons deux pompes de refoulement qui aspirent dans la bache de stockage puis refoulent chez les abonnés. Ces pompes ont respectivement chacun un débit de 319m³/h et 315 m³/h avec des hauteurs de refoulement de 101,4 m et 115 m.



Figure 5 : Image du réservoir

IV-2.2.2 Les conduites de distribution

Les conduites de refoulement servent à refouler l'eau du réservoir vers les abonnés par le biais des pompes. Le linéaire de la conduite de distribution est 34 452 m répartie entre le réseau ramifié et le réseau maillé. De ce fait pour le réseau ramifié nous avons une longueur de 24 725m quant au réseau maillé nous avons 9 727 m. L'eau à distribuer est divisée entre les branchements particuliers (BP) et les bornes fontaines (BF).

IV-2.2.3 Estimation des pertes du réseau de distribution

Les pertes rencontrées sur notre réseau de distribution en 2014 sont énormes. L'estimation de sa valeur passe par la connaissance du volume d'eau facturée par rapport au volume d'eau distribuée. N'ayant pas les volumes d'eau facturée, cette estimation peut être faite sur la base des consommations moyennes précédemment calculées. Le rapport de ces consommations et du volume moyen refoulé nous donne une valeur de 62.3%. Cette valeur est très faible et montre que le fonctionnement du réseau de distribution de Missabougou n'est pas optimal.

Ainsi nous pouvons dire que les pertes sont dues à un manque d'étanchéité au niveau de joints des canalisations favorisant ainsi les fuites d'eau dans le réseau, mais aussi à des tuyaux défectueux du réseau public de distribution d'eau potable. Toutefois, les pertes dans les résidences, dues à un usage abusif ou à une plomberie défectueuse, ne sont pas comptabilisées dans les pertes mais plutôt dans la consommation domestique. Les pertes sont difficiles à déterminer de façon précise.

IV-2.2.4 Illustration de quelques tâches effectuées lors du stage

❖ Détermination linéaire du réseau hydraulique

L'une des premières tâches effectuées durant ce stage a été la détermination du kilomètre linéaire du réseau de la SCP de Missabougou. Alors, en vue d'avoir une idée sur la taille du réseau de la zone d'étude, nous avons déterminé le linéaire du réseau hydraulique en procédant comme suit :

- Grâce aux plans obtenus au département du système d'information de la SOMAGEP-SA sur lesquels nous avons mesuré les longueurs des différents tronçons principaux (FD 400 jusqu'au PVC 63) à l'aide d'une règle graduée ;

- La mise à l'échelle de ces mesures dans une feuille Excel, nous a permis d'avoir les longueurs exactes du terrain par tronçons ;
- Enfin à travers les mesures obtenues de ces axes principaux, nous avons numéroté les différents nœuds en fonction des demandes d'alimentation en eau et aussi des bouts de tronçon.

❖ **Mesure de pression et de débit sur différents points du réseau**

Les nœuds sont soit un point de jonction de plusieurs conduites ou soit un point d'extrémité d'une ramification. Ils comprennent les points d'injection de débits et les points de soutirage (consommations ou rejet). On peut dire aussi qu'une conduite ou tronçon de conduite est une partie de réseau comprise entre deux nœuds. L'ensemble de ces conduites formant une boucle fermée, constitue une maille du réseau et les réseaux qui ne constituent pas de maille sont dits ramifiés.

➤ **Mesure de pression**

Pour avoir une idée sur la pression nous avons effectué une prise de pression chez certains abonnés à l'aide d'un manomètre gradué (bars) et nous avons procédé comme suit :

- Identifier les points critiques sur les axes principaux (quelques abonnés) ;
- Echange avec ces abonnés ;
- Identification des robinets externes (ceux qui sont dans la cours) ;
- Et enfin introduire le manomètre dans le robinet puis l'ouvrir jusqu'à avoir une pression constante sur le manomètre.



Figure 6: Prise de pression

➤ Mesure de débit

Grâce aux axes principaux identifiés sur les plans du réseau, nous avons effectué les mesures de débit à l'aide d'un débitmètre (un câble de connexion, deux (02) sondes, deux (02) ceintures et un mètre) afin d'avoir une idée sur les débits alimentant les différents secteurs.



Figure 7 : Prise de débit à l'aide d'un débitmètre

❖ **Analyses statiques des incidents dans le secteur hydraulique**

Cette analyse consiste à regrouper les différents incidents rencontrés sur le réseau au courant de l'année 2014. Le tableau ici dessous nous permet d'avoir une idée sur ces problèmes en général et nous guidé dans la diminution et l'optimisation des incidents.

Tableau 9 : Différents incidents au cours de l'année 2014

Recensement des différents incidents de 2014			
Les Types d'incident	Nombres	Les Impacts	La Durée (heure)
Réclamation client: Baisse de pression	4	Manque d'eau dû à l'essai de la station pompage	9h 50min
Réclamation client: Manque d'eau	46	Problème de vanne et bouchage de la prise	130h 10min
Réclamation client: qualité d'eau	14	Purge -vidange de réseau	43h 54min
Fuite d'eau	469	Coupure d'eau chez les abonnés	1044h 12min
consignation réseau	46	Vanne bouché	173h 7min

V- MODELISATION DU RESAU DE DISTRIBUTION

V-1 Simulation du fonctionnement actuel

Afin d'avoir une idée sur la simulation du réseau existant, nous avons procédé à la recherche de certains données qui nous ont permis d'avoir une idée globale du fonctionnement actuel.

V – 1.1 Calcul de débit

Le débit utilisé dans la simulation du réseau est le débit journalier maximal obtenu dans le réseau existant. Dans ce travail, nous avons utilisé le logiciel EPANET qui est basé sur la méthode du gradient.

En effet, EPANET version 2 Fr est un logiciel de simulation du comportement des systèmes de distribution d'eau, d'un point de vue hydraulique mais également d'un point de vue de qualité d'eau. Il est largement utilisé dans le monde.

V – 1.2 Les pertes de charges

On distingue deux types de pertes de charges dans un réseau de distribution qui sont entre autre les pertes de charges linéaires ou régulières et les pertes de charges singulières ou locales.

V – 1.2.1 Les pertes de charges linéaires

Elles sont dues aux frottements de l'eau contre les parois des conduites et les turbulences provoqués par ces effets. Elles dépendent en toute rigueur des caractéristiques de l'eau (viscosité de l'eau, régime d'écoulement, température etc...), et des caractéristiques de conduite (longueur, rugosité des parois, diamètre intérieur etc...).

Le calcul des pertes de charges linéaires dans EPANET utilise selon les caractéristiques du liquide en fonction de l'une des trois (03) formules suivantes :

❖ La formule de Hazen-Williams

Cette formule est la plus utilisée aux Etats-Unis. Elle s'exprime par :

$$\Delta h = 10,65x \frac{Q^{1,85}}{CHW^{1,85}x D^{4,87}} x L$$

Q : débit en (m³/s)

CHW : coefficient de Hazen- Williams

D : diamètre intérieur de la conduite en (m)

L : longueur de la conduite en (m)

Δh = perte de charge en (m)

Elle surestime les pertes de charges linéaires comparativement aux autres formules. Cette surestimation prend en compte les pertes de charges singulières. (A.L. MAR, 2003)

❖ La formule de Darcy-Weisbach

Elle est largement utilisée en Europe et s'applique à tous les régimes d'écoulement et à tous les liquides. Cette formule est sélectionnée par défaut dans EPANET. Elle est donnée par :

$$\Delta h = \lambda \times \frac{L}{D} \times \frac{V^2}{2g}$$

λ : coefficient de pertes de charge (-)

V : vitesse d'écoulement en (m/s)

D : diamètre de la conduite en (m)

L : longueur de la conduite en (m)

❖ La formule de Chezy-Manning

Elle est généralement utilisée pour les écoulements dans les canaux découverts et pour les grands diamètres.

Dans notre étude, nous avons choisi la formule de Darcy-Weisbach pour le calcul de nos pertes de charges linéaires dans la simulation.

V – 1.2.2 Les pertes de charges singulières

Elles sont dues aux modifications brusques de l'écoulement dans les pièces telles que les changements de section (rétrécissement, élargissement), les changements de direction (coudes, té etc...) et aussi au niveau des appareils de contrôle suivi (vanne, clapet).

Les pertes de charges singulières sont en fonction du débit, du diamètre de la conduite et la nature de la singularité. L'importance d'inclure ou non de telles pertes dans les calculs dépend de l'exactitude exigée. Elles sont données par la formule suivante :

$$\Delta h_s = k_i \times \frac{Q^2}{2g \times S^2}$$

Q : débit en (m³/h)

S : section de la conduite (m²)

Ki : coefficient dépendant de la singularité (-)

Δh_s : pertes de charges singulières

La même formule est utilisée dans EPANET, ce pendant pour tenir compte de ces pertes, il faut assigner à chaque tuyau un coefficient de perte de charge singulière k_i avec i étant fonction de la singularité. Le coefficient de pertes de charges singulières est donc pris en charge directement par le logiciel dans le calcul.

Remarque : Les pertes de charges singulières peuvent être estimées en une fraction des pertes de charges linéaires soit 5% pour les conduites d'adduction équipées de peu de singularités, et 10% pour les conduites de distribution (A.L. MAR, 2003)

Avec $\Delta h_t = \Delta h_l + \Delta h_s$, mais dans notre étude nous avons considéré que Δh_s était nulle d'où on a $\Delta h_t = \Delta h_l$

Simulation du réseau

Elle fait partie des étapes les plus importantes dans l'optimisation de la gestion du réseau de distribution. C'est à ce niveau que l'on peut apprécier le comportement du réseau dans le temps. EPANET 2 Fr est le logiciel utilisé.

V-2 Résultats et propositions d'amélioration

V-2.1 Résultats

Ces résultats sont donnés sous forme de tableau et diagramme. Ils présentent l'état des nœuds et des conduites pendant toutes les heures de la journée. Nous présentons ici quelques parties de ces résultats à 6h00, 13h00 et 17h00 qui font parties des heures les plus critiques c'est-à-dire à des heures de pointes. Le reste des résultats sera placé en annexes.

a) Etats des nœuds du réseau aux heures de pointes (forte consommation)

Tableau 10 : Etat des nœuds du réseau à 6h00

ID Nœud	Demande (m ³ /h)	Charge (m)	Pression (m)
Nœud nœud 122	7,7	367,76	24,76
Nœud nœud 44	9,52	377,2	30,2
Nœud nœud 66	17,22	376,82	20,82
Nœud nœud 47	3,08	377,09	34,09
Nœud noeud108	3,92	374,39	16,39

On remarque à travers ce tableau que la demande est maximale au niveau de nœuds 66 par contre la pression ainsi que la charge est maximale au niveau du nœud 47. (Voir annexe pour le reste du tableau).

Tableau 11 : Etat des nœuds du réseau à 13h00

ID Nœud	Demande (m ³ /h)	Charge (m)	Pression (m)
Nœud nœud 22	5,94	402,14	83,14
Nœud nœud 44	7,48	401,2	54,2
Nœud nœud 66	13,53	400,97	44,97
Nœud nœud 47	2,42	401,13	58,13
Nœud nœud 108	3,08	399,45	41,45

Sur ce tableau, la pression est forte sur tous les nœuds mais avec des demandes faibles. Par exemple pour le nœud 47, on a la plus faible demande à 13h00 et la plus forte demande est au niveau du nœud 66. Par contre c'est le nœud 22 qui a une forte pression, quant au nœud 108 nous remarquons qu'il a la plus faible pression dans ce tableau.

Tableau 12 : Etat des nœuds du réseau à 17h00

ID Nœud	Demande (m ³ /h)	Charge (m)	Pression (m)
Nœud nœud 22	7,56	378,72	59,72
Nœud nœud 44	9,52	377,2	30,2
Nœud nœud 66	17,22	376,82	20,82
Nœud nœud 47	3,08	377,09	34,09
Nœud nœud 108	3,92	374,39	16,39

Nous remarquons qu'à 17h00 les pressions sont moins faibles par rapport à 13h00 donc moins de consommations chez les abonnés. Au nœud 66, la demande est plus élevée mais avec la plus faible pression d'où les pertes de charges sont grandes.

b) Diagramme de pression de certains nœuds

Ce graphique représente la variation de la pression en fonction de la demande au niveau des différents nœuds sur le réseau. On remarque que cette variation est maximale au niveau du nœud 21 par rapport aux autres nœuds. Cela s'explique par le fait que le nœud 21 se situe dans la zone de Missabougou proche de la station car plus on est loin de la station plus la vitesse d'eau est faible.

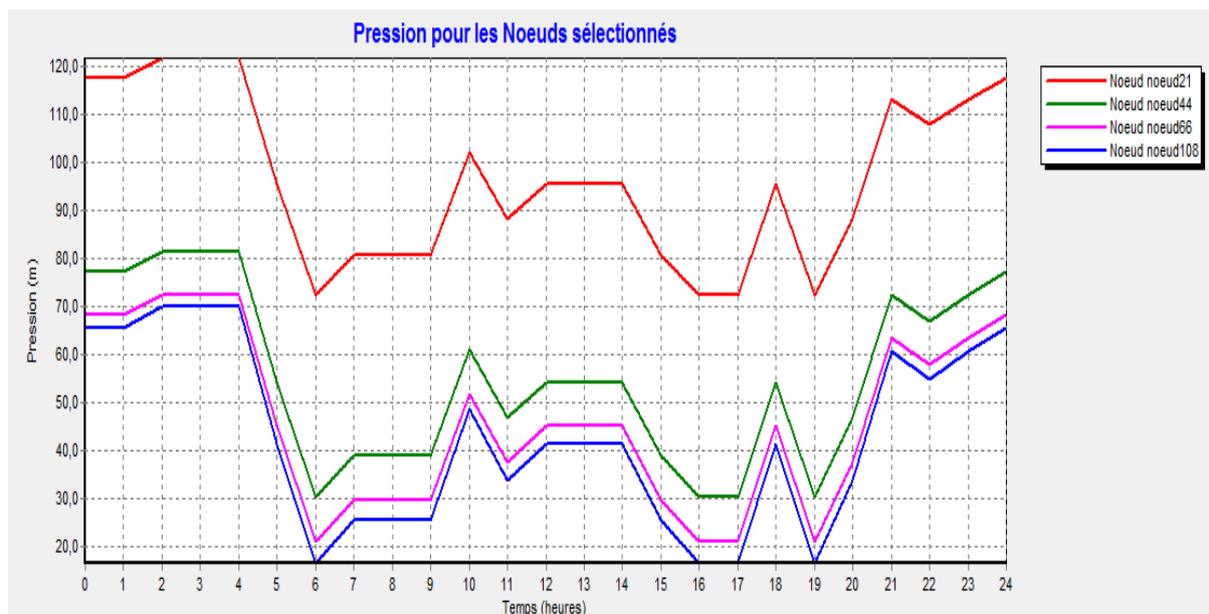


Figure 8 : Diagramme des pressions pour les nœuds sélectionnés

Et aussi au niveau des heures creuses (01h à 05h et 08h à 14h) la pression est un peu élevée et parfois même constante sur ces différents nœuds mais aux heures de pointes (06h à 07h et 16h à 20h) la pression devient très faible sur toutes les courbes car on remarque qu'il y a de forte consommation en ces moments.

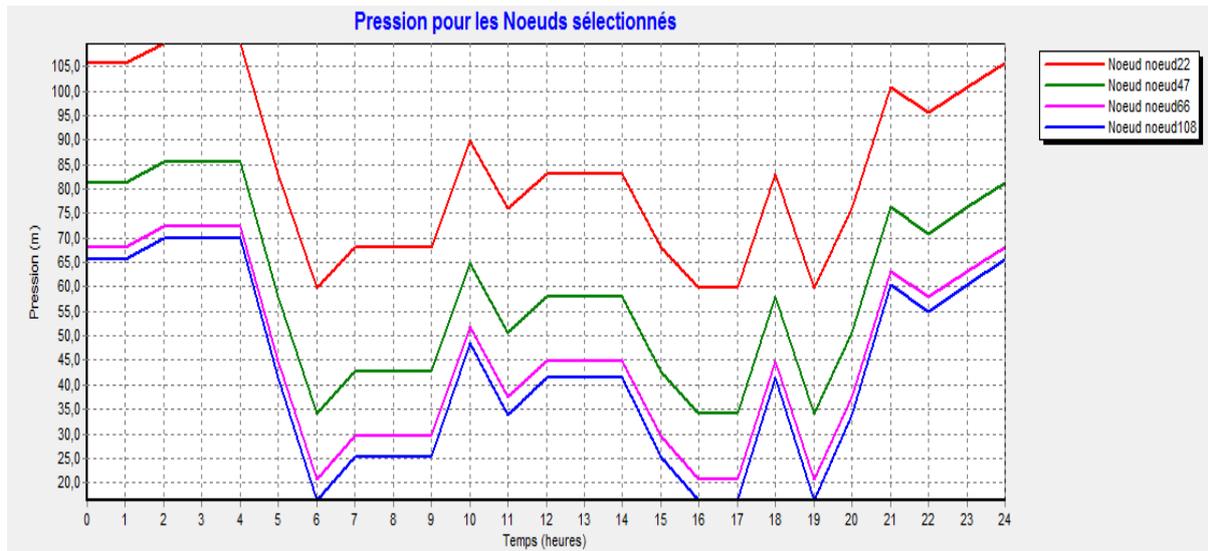


Figure 9 : Diagramme des pressions pour les nœuds sélectionnés

c) Etats des arcs (tuyaux) du réseau aux heures de pointes (fortes consommations)

Tableau 13 : Etat de quelques arcs du réseau à 6h00

ID Arc	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Rugosité (mm)	Débit (m ³ /h)	Vitesse (m/s)	Pert.Charge Unit.(m/km)
Tuyau tuyau118	189	369,4	0,5	1,26	0	0
Tuyau tuyau32	199,5	101,6	0,03	1,82	0,06	0,07
Tuyau p42	204,4	184,6	0,03	7,14	0,07	0,04
Tuyau tuyau164	198	101,6	0,03	1,3	0,04	0,04
Tuyau tuyau129	390	101,6	0,03	2,09	0,07	0,09
Tuyau tuyau56	402,5	369,4	0,5	392,72	1,02	3,14
Tuyau tuyau102	185,5	147,6	0,03	0,94	0,02	0
Tuyau tuyau114	129,5	147,6	0,03	4,38	0,07	0,05
Tuyau tuyau109	1082,67	369,4	0,5	303,62	0,79	1,89
Tuyau tuyau117	3147,2	369,4	0,5	270,59	0,7	1,51
Tuyau tuyau143	120	147,6	0,03	-0,84	0,01	0
Tuyau tuyau163	132	147,6	0,03	-1,09	0,02	0
Tuyau tuyau162	57	147,6	0,03	3,52	0,06	0,04
Tuyau tuyau161	105	147,6	0,03	-0,16	0	0
Tuyau tuyau8	3,42	369,4	0,5	758,28	1,97	11,51
Tuyau tuyau27	266	369,4	0,5	668,68	1,73	8,97
Tuyau tuyau45	147	369,4	0,5	560,1	1,45	6,32
Tuyau tuyau6	70	369,4	0,5	843,26	2,19	14,21
Tuyau 4	2212	184,6	0,03	24,22	0,25	0,38
Tuyau 6	411	101,6	0,1	35,98	1,23	16,68
Tuyau 1	102,5	290,8	0,03	18,72	0,08	0,03
Tuyau 7	665	147,6	0,03	13,58	0,22	0,4
Tuyau 8	1120	184,6	0,03	2,06	0,02	0

Les diamètres étant imposé, nous remarquons que le débit est très minime dans certaines canalisations du réseau mais aussi avec de très faibles vitesses sur toutes les canalisations. Sur les tuyaux 143 et 163, nous avons des débits négatifs qui sont dus au sens d'écoulement des tuyaux dans le réseau.

La vitesse et le débit étant proportionnels, nous remarquons des faibles vitesses dans certains tronçons qui sont due aux débits. Les vitesses nulles sont des bouts de tronçons. Les débits négatifs sont dus au sens des tuyaux dans Epanet.

Tableau 14 : Etat de quelques arcs du réseau à 13h

ID Arc	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Rugosité (mm)	Débit (m ³ /h)	Vitesse (m/s)	Pert.Charge Unit.(m/km)
Tuyau tuyau118	189	369,4	0,5	0,99	0	0
Tuyau tuyau32	199,5	101,6	0,03	1,43	0,05	0,05
Tuyau p42	204,4	184,6	0,03	5,59	0,06	0,03
Tuyau tuyau164	198	101,6	0,03	1,02	0,04	0,02
Tuyau tuyau129	390	101,6	0,03	1,64	0,06	0,06
Tuyau tuyau56	402,5	369,4	0,5	309,08	0,8	1,96
Tuyau tuyau102	185,5	147,6	0,03	0,74	0,01	0
Tuyau tuyau114	129,5	147,6	0,03	3,44	0,06	0,04
Tuyau tuyau109	1082,67	369,4	0,5	238,56	0,62	1,18
Tuyau tuyau117	3147,2	369,4	0,5	212,61	0,55	0,94
Tuyau tuyau143	120	147,6	0,03	-0,66	0,01	0
Tuyau tuyau163	132	147,6	0,03	-0,86	0,01	0
Tuyau tuyau162	57	147,6	0,03	2,75	0,04	0,02
Tuyau tuyau161	105	147,6	0,03	-0,14	0	0
Tuyau tuyau8	3,42	369,4	0,5	595,79	1,54	7,14
Tuyau tuyau27	266	369,4	0,5	525,39	1,36	5,57
Tuyau tuyau45	147	369,4	0,5	440,08	1,14	3,93
Tuyau tuyau6	70	369,4	0,5	662,56	1,72	8,81
Tuyau 4	2212	184,6	0,03	19,03	0,2	0,25
Tuyau 6	411	101,6	0,1	28,27	0,97	10,52
Tuyau 1	102,5	290,8	0,03	15,22	0,06	0,02
Tuyau 7	665	147,6	0,03	10,67	0,17	0,26
Tuyau 8	1120	184,6	0,03	2,13	0,02	0,01

Dans ce tableau, nous remarquons que les débits sont très faibles à 13h par rapport à 07h ainsi que les vitesses. A certains endroits, vu que la vitesse est très faible, les abonnés ont des problèmes à s'alimenter (pour le reste du tableau, voir annexe....).

Tableau 15 : Etat de quelques arcs du réseau à 17h

ID Arc	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Rugosité (mm)	Débit (m3/h)	Vitesse (m/s)	Pert.Charge Unit.(m/km)
Tuyau tuyau118	189	369,4	0,5	1,26	0	0
Tuyau tuyau32	199,5	101,6	0,03	1,82	0,06	0,07
Tuyau p42	204,4	184,6	0,03	7,14	0,07	0,04
Tuyau tuyau164	198	101,6	0,03	1,3	0,04	0,04
Tuyau tuyau129	390	101,6	0,03	2,09	0,07	0,09
Tuyau tuyau56	402,5	369,4	0,5	392,65	1,02	3,14
Tuyau tuyau102	185,5	147,6	0,03	0,94	0,02	0
Tuyau tuyau114	129,5	147,6	0,03	4,38	0,07	0,05
Tuyau tuyau109	1082,67	369,4	0,5	303,62	0,79	1,89
Tuyau tuyau117	3147,2	369,4	0,5	270,59	0,7	1,51
Tuyau tuyau143	120	147,6	0,03	-0,84	0,01	0
Tuyau tuyau163	132	147,6	0,03	-1,09	0,02	0
Tuyau tuyau162	57	147,6	0,03	3,53	0,06	0,04
Tuyau tuyau161	105	147,6	0,03	-0,16	0	0
Tuyau tuyau8	3,42	369,4	0,5	758,28	1,97	11,51
Tuyau tuyau27	266	369,4	0,5	668,68	1,73	8,97
Tuyau tuyau45	147	369,4	0,5	560,1	1,45	6,32
Tuyau tuyau6	70	369,4	0,5	843,26	2,19	14,21
Tuyau 4	2212	184,6	0,03	24,22	0,25	0,38
Tuyau 6	411	101,6	0,1	35,98	1,23	16,68
Tuyau 1	102,5	290,8	0,03	18,66	0,08	0,03
Tuyau 7	665	147,6	0,03	13,58	0,22	0,4
Tuyau 8	1120	184,6	0,03	2	0,02	0

Les données du tableau à 17h c'est presque pareil que ceux à 13h. Donc on peut dire qu'on a les mêmes remarques.

V-2.2 Proposition d'amélioration

Afin de pallier les différents manquements observés dans la zone, l'augmentation de la capacité de production devient importante. De ce fait l'utilisation des 4000m³ restant pourrait être utilisée pour desservir les nouveaux abonnés. Cependant, nous pouvons suggérer de redéfinir le projet tout en déterminant le nombre des nouveaux abonnés à ajoutés, la demande au niveau des nœuds, le choix des zones à modéliser et les caractéristiques de nouvelles conduites. Ces nouveaux abonnés seront répartir entre le nouveau et l'ancien réseau. Donc les vitesses et les débits pourront augmenter tout en diminuant la pression au niveau des nœuds. Pour l'ancien réseau, nous allons jouer sur les tronçons où il y a des faibles vitesses afin d'augmenter la demande au niveau de ces nœuds. En cas de coupure de courant, il y a l'arrêt brusque des pompes ou d'une défaillance mécanique qui peut être engendré dans les conduites avec des variations de pression. Pour cela, nous pouvons proposer l'achat d'un groupe électrogène, aussi changer les pompes de refoulement par des pompes à vitesse et aussi réparer les incidents produits (casses, consignations réseaux) sur les conduites dans un bref délai.

De ce fait, la SCP de Missabougou pourra produire comme convenu la quantité d'eau pour lequel elle a été construite et la population de la zone d'étude sera satisfaite des problèmes d'eau qu'ils ont eu à identifier au début du projet.

❖ Quantités des pièces pour l'alimentation en eau du nouveau réseau

Cette partie revêt une importance capitale dans la mesure où elle permet de faire l'estimation des quantités de matériaux à utiliser dans le but de faire l'évaluation financière. On déterminera ainsi les quantités des conduites et les pièces spéciales.

❖ Le linéaire des conduites de distribution

Le linéaire des conduites de distribution est estimé à 11,15 km répartie selon le diamètre et le matériau utilisé.

Tableau 16: Longueur totale des conduites selon le diamètre

Désignations	Linéaires totales	Unités	Matériaux
Longueur totale des ϕ 63	4915	m	PVC
Longueur totale des ϕ 90	1333	m	PVC
Longueur totale des ϕ 110	4903	m	PVC

❖ Les pièces spéciales

Les pièces spéciales sont constituées par les mâchons, les tés, les coudes, les brides-embroitements et les plaques pleines. Les tableaux suivant donnent le récapitulatif des diverses pièces.

Tableau 17: Type de mâchons

Pièces	Quantités	Matériau
Manchon Express DN 60	8	PVC
Manchon Express DN 80	2	PVC
Manchon Express DN 100	7	PVC

Tableau 18: Type de Bride-embroitement

Pièces	Quantités	Matériau
Bride-Emboitement pour PVC DE 63	10	PVC
Bride-Emboitement pour PVC DE 90	2	PVC
Bride-Emboitement pour PVC DE 110	6	PVC

Tableau 19: Type de plaques pleines

Pièces	Quantités	Matériau
Plaque Pleine DN 60	6	PVC
Plaque Pleine DN 80	2	PVC

Plaque Pleine DN 100	3	PVC
----------------------	---	-----

Tableau 20: Type de coudes

Pièces	Quantités	Matériau
Coude Express au 1/4 DN 60	14	PVC
Coude Express au 1/4 DN 80	5	PVC
Coude Express au 1/4 DN 100	7	PVC

Tableau 21: Type de Té

Pièces	Quantités	Matériau
Té Express Tubulure Bride 80x60	3	PVC
Té Express Tubulure Bride 100x60	3	PVC
Té Express Tubulure Bride 60x60	5	PVC
Té Express Tubulure Bride 100x80	2	PVC
Té Express Tubulure Bride 300x100	2	PVC
Té Express Tubulure Bride 100x100	1	PVC

Tableau 22 : Cône 2 emboitements

Pièces	Quantités	Matériaux
Cône 2 emboitements 90x63	3	PVC
Cône 2 emboitements 110x63	3	PVC
Cône-Bride emboitement 110x90	2	PVC
Cône 2 emboitements 400x100	7	Fonte

VI- CONCLUSION GENERALE

Le mémoire intitulé “Optimisation de la gestion du réseau de distribution d'eau potable de la station compacte de Missabougou à Bamako”, objet du présent mémoire, a nécessité le diagnostic du réseau existant, l'évaluation des besoins de la population, les caractéristiques du réseau d'eau potable, la récupération des mesures de débit et de pression à la sortie station à partir de base de données sur serveur, la mesure des linéaires du réseau sur fond de plan SIG et la mesure de débit sur réseau avec des débitmètres portatifs.

De ce fait des zones ont été décelées pour absorber le reliquat de la production au niveau de la station compacte. Les abonnés ont les mêmes habitudes de consommation dans la zone. Ceci nous permet de déterminer le nombre potentiel de nouveaux abonnés avec le reliquat de 4000 m³ de la capacité de la station. Ce nombre a été estimé 5287 abonnés. Ces abonnés seront alimentés à partir de nouvelles extensions de réseau dont le coût est estimé à 130 000 F CFA à partir du bordereau de prix utiliser par SOMAGEP-SA dont l'Etat prend en charge 100 000F CFA.

Ces nouvelles extensions ont fait l'objet de simulation pour vérifier les pressions de service et les vitesses dans les canalisations. Le choix des zones à alimenter est fait à partir de la base de données des demandes d'abonnement. Voir annexe 5.

Cet appoint d'eau potable permettra de résoudre en partie le stress hydrique enregistré dans cette partie de la capitale politique du Mali et de soulager les populations tout en permettant de garantir un accès durable à l'eau potable et d'améliorer les conditions d'hygiène.

VII-RECOMMANDATIONS ET PERSPECTIVES

Afin de contribuer à l'amélioration de la distribution d'eau potable dans les quartiers semi ruraux (Missabougou, Yirmadjo Zerny, Tabacoro etc...) de Bamako et d'assurer la pérennité des ouvrages de production, nos recommandations porteront sur :

- ❖ Les sensibilisations doivent être renforcées au niveau des populations pour la consommation d'eau potable afin d'éviter certaines maladies ;
- ❖ L'extension du réseau dans de nouvelles zones pour permettre le branchement de 474 nouveaux abonnés dont les devis sont disponibles ;
- ❖ Subventionner les coûts des nouveaux branchements et le prix de l'eau afin les populations puissent s'approvisionner dans les bonnes conditions ;
- ❖ La densification des branchements sur les canalisations existantes pour permettre plus de consommation sur les canalisations et aussi subventionnés les incitations aux branchements afin de réduire les coûts ;
- ❖ Pour plus de sécurité, il faudra mettre en place un agent de qualité qui veillera sur le suivi des installations et aussi évités les pannes dans le réseau ;
- ❖ Veillez au respect des normes d'hygiène et norme de traitement d'eau délivrer par l'OMS ainsi que la SOMAGEP-SA ;
- ❖ Pour pallier au problème d'insuffisance de points d'eau et réduire ainsi l'encombrement des populations autour d'eux, il serait mieux d'encourager la mise en place de nouveaux réseaux de distribution et d'augmenter la construction de nouveaux points d'eau.

BIBLIOGRAPHIE

- A.L. MAR , Avril 2003 . *Cours d'hydraulique : Ecoulements en charge ;*. Ouagadougou/Burkina Faso: s.n.
- AEDD, 2011. *Relief de Bamako*, s.l.: s.n.
- Direction commerciale de la SOMAGEP-SA, Février 2015. *Répartition des tournées-Agence yirimadjo*, s.l.: s.n.
- Direction Nationale de l'Hydraulique au Mali, 2015. *Situation du secteur de l'eau et de l'assainissement*, Bamako: s.n.
- Direction Nationale de l'hydraulique, 2010. *Normes sur les consommations spécifiques du Mali*, Bamako: s.n.
- ECOLES EIER - ESTHER, Bèga Urbain OUEDRAOGO, 2005. *Ouvrages Constitutifs de Systèmes d'AEP, adductions - réservoirs - réseaux de distribution*. Ouagadougou: s.n.
- Lewis A. Rossman (Water Supply and Water Ressources Dvision), 2003. *Manuel d'utilisation d'EPANET (version française)*, s.l.: s.n.
- Ministère de l'Energie et de l'Hydraulique au Mali, 2013. Dans: *Contrat d'affernage du service public d'eau potable*. Bamako: s.n.
- Ministère de l'Energie,des Mines et de l'Eau du Mali, 2007. Etat des lieux des réssources en eau et leur cadre de gestion. Dans: *P.A.N.G intégrée des ressources en eau*. s.l.:s.n.
- Ministère des Mines,de l'Energie et de l'Eau , 2006. Plan d'action de la strategie de suivi et d'évaluation des réssources en eau du Mali. Dans: *DNH*. BAMAKO: s.n.
- Ministère des Mines,de l'Enerrgie et de l'Eau , 2006. *Politique Nationale de l'Eau*, Bamako: s.n.

- Rapport de la direction Nationale de l'hydraulique., 2006. *LA GOUTTE D'EAU*, Bamako: s.n.
- RGPH , 2009. *Demographie de Bamako*, s.l.: s.n.
- WASH Cluster, 2012. Cadre strategique et operationnel du Mali. Dans: *Water Sanitation Hygiène*. Bamako: s.n.
- Water Aid-MALI, 2007. Plan sectoriel de developpement de la commune VI. Dans: Bamako: s.n.

ANNEXES :

ANNEXE 1 : Présentation d'EPANET	38
ANNEXE 2 : Programme d'analyses de la SCP de Missabougou	40
ANNEXE 3 : Rapport d'analyse des pressions au niveau des nœuds à des heures de pointes (réseau existant).....	41
ANNEXE 4 : Rapport d'analyse des arcs du réseau existant à des heures de pointes.....	50
ANNEXE 5 : Proposition du nouveau réseau	60
ANNEXE 6 : Images des différentes pièces spéciales	61
ANNEXE 7 : Devis du nouveau réseau	63

ANNEXE 1 : Présentation d'EPANET

❖ Paramètres d'entrée du réseau

EPANET modélise un système de distribution d'eau comme un ensemble d'arcs reliés à des nœuds. Les arcs représentent des tuyaux, des pompes et des vannes de contrôle. Les nœuds représentent des nœuds de demande, des réservoirs et des bâches.

Les nœuds de demande

Les nœuds de demande sont des points du réseau où les arcs se rejoignent. Ce sont des points d'entrée ou de sortie d'eau et peuvent ne pas avoir de débit. Les données d'entrée minimales exigées pour les nœuds de demande sont :

- L'altitude du nœud ;
- La demande en eau (qui peut varier dans le temps) ;
- La courbe de modulation de la demande.

Les résultats calculés aux nœuds de demande, à chacun des intervalles de temps d'une simulation sont :

- La charge hydraulique (ou hauteur piézométrique) ;
- La pression au niveau du nœud ;
- La demande au niveau du nœud ;

On peut aussi voir le graphique d'évolution de la pression au nœud de demande.

❖ Les réservoirs

Les réservoirs sont des nœuds avec une capacité de stockage, dont le volume d'eau stocké peut varier au cours du temps. Les données de base sont :

- L'altitude du radier ;
- Le diamètre ;
- Le niveau initial, minimal et maximal de l'eau.

Le niveau d'eau dans le réservoir doit rester entre les niveaux minimal et maximal. EPANET arrête la sortie d'eau si le réservoir est à niveau minimal et arrête à l'arrivée s'il est à son niveau maximal.

❖ Les conduites

Les conduites sont des arcs qui transportent l'eau d'un point à un autre. EPANET suppose que tous les tuyaux sont pleins à tout instant. L'eau s'écoule de l'extrémité qui a la charge hydraulique la plus élevée à celle qui a la charge la plus faible.

Les données de base pour les conduites sont :

- Les nœuds initial et final ;
- Le diamètre ;
- Le coefficient de rugosité (pour déterminer la perte de charge) ;
- La longueur des tronçons ;
- L'état initial (ouvert, fermé ou avec un clapet anti-retour).

Les principales valeurs calculées dans la simulation sont :

- Le débit ;
- La vitesse d'écoulement ;
- La rugosité

ANNEXE 2 : Programme d'analyses de la SCP de Missabougou

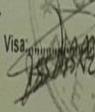
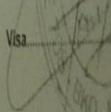

DIRECTION DE L'EXPLOITATION / DEPARTEMENT LABORATOIRE CENTRAL

PROGRAMME D'ANALYSES DES STATIONS COMPACTES DE MISSABOUGOU

SOMAGEP-SA IS 008.03.01

ANNEE : 2015 STATION COMPACTE DE MISSABOUGOU

ACTIVITES	JANVIER A DECEMBRE					
	DU LUNDI AU DIMANCHE		Nbre d'échantillons/mois	Nbre d'analyses / mois	Nbre d'échantillons an	Nbre d'analyses / an
	Paramètres	Frequence d'Echantillonnage				
Eau Brute : EB	Turbidité	4 fois / jour	120	120	1440	1440
	pH			120		1440
Eau décantée	Turbidité	4 fois / jour	120	120	1440	1440
	pH			120		1440
Eau Filtrée	Turbidité	4 fois / jour	120	120	1440	1440
	Chlore libre	4 fois / jour	120	120	1440	1440
Sortie station	Turbidité	4 fois / jour	120	120	1440	1440
	pH			120		1440
	Chlore libre			120		1440
	Aluminium résiduel	1 fois / semaine	4	4	48	48
ANALYSES PHYSICOCHIMIQUES COMPLETES : EB/ET	Dureté, nitrates, fer alcalinité etc....	1 fois / mois par le Labo Central	2	32	24	768
Sortie Station (1) et Réseau de distribution (voir Bko DLC)	Turbidité	1 fois / semaine par le Labo Central	4	4	48	48
	pH			4		48
	Chlore libre			4		48
	Coliformes totaux			4		48
	coliformes fécaux			4		48
	Escherichia Coli			4		48
	Streptocoques fécaux			4		48
	Clostridium Perfringens	1	1	12	12	
TOTAL			611	3440	7332	14124

SOMAGEP-SA IS 008.03-01 Etabli par EL H. M. ISSABRE Approuvé par: Yenizanga KONE
 DATE: 16/01/2015 Visa:  Visa: 

ANNEXE 3 : Rapport d'analyse des pressions au niveau des nœuds à des heures de pointes (réseau existant)

État des Nœuds du Réseau à 6:00 Heures			
ID Nœud	Demande (m ³ /h)	Charge (m)	Pression (m)
Nœud nœud 1	257,6	382,73	69,73
Nœud nœud 54	8,4	377,11	37,11
Nœud nœud 91	1,41	376,82	33,82
Nœud nœud 115	133,56	369,73	18,73
Nœud nœud 116	1,26	369,73	18,73
Nœud nœud 8	13,58	374,57	50,57
Nœud nœud 5	22,4	374,84	35,84
Nœud nœud 9	53,62	381,69	61,69
Nœud nœud 4	60,76	381,73	61,73
Nœud nœud 16	21,28	380,89	39,89
Nœud nœud 21	57,54	379,31	72,31
Nœud nœud 26	4,48	378,44	48,44
Nœud nœud 29	1,82	378,42	46,42
Nœud nœud 40	108,78	378,38	48,38
Nœud nœud 45	21,04	377,11	33,11
Nœud nœud 44	9,52	377,2	30,2
Nœud nœud 60	16,66	377,11	42,11
Nœud nœud 149	1,54	368,08	13,08
Nœud nœud 150	1,41	367,85	16,85
Nœud nœud 137	8,54	367,85	18,85
Nœud nœud 135	0,84	368,09	12,09
Nœud nœud 153	0,56	367,69	25,69
Nœud nœud 140	0,28	367,69	27,69
Nœud nœud 124	4,2	367,67	28,67
Nœud nœud 117	3,08	369,31	17,31
Nœud nœud 125	0,43	367,76	28,76
Nœud nœud 121	4,06	368,17	20,17
Nœud nœud 131	1,4	368,07	18,07
Nœud nœud 130	1,82	368,15	15,15
Nœud nœud 134	1,4	367,69	27,69
Nœud nœud 145	4,2	367,69	25,69
Nœud nœud 144	3,36	368,08	12,08
Nœud nœud 136	2,8	368,09	14,09
Nœud nœud 142	2,52	368,09	11,09
Nœud nœud 141	1,09	368,09	9,09
Nœud nœud 143	2,38	368,08	12,08
Nœud nœud 147	1,3	368,08	10,08

Nœud nœud 126	5,04	368,89	15,89
Nœud nœud 127	8,68	367,76	24,76
Nœud nœud 123	3,78	367,76	24,76
Nœud nœud 133	1,4	367,76	20,76
Nœud nœud 122	7,7	367,76	24,76
Nœud nœud 132	1,4	367,76	20,76
Nœud nœud 139	3,64	367,69	20,69
Nœud nœud 152	0,52	367,69	18,69
Nœud nœud 151	0,53	367,69	18,69
Nœud nœud 138	4,9	367,7	20,7
Nœud nœud 128	7,56	367,7	24,7
Nœud nœud 129	4,2	367,67	28,67
Nœud nœud 110	0,92	374,35	20,35
Nœud nœud 113	0,6	374,32	9,32
Nœud nœud 114	1,4	374,32	9,32
Nœud nœud 94	13,3	376,53	39,53
Nœud nœud 103	0,53	376,39	37,39
Nœud nœud 102	3,08	376,39	33,39
Nœud nœud 106	0,9	376,39	37,39
Nœud nœud 97	2,8	376,46	37,46
Noeud nœud 98	0,94	376,46	26,46
Noeud nœud 104	2,1	376,39	40,39
Noeud nœud 105	0,8	376,39	38,39
Noeud nœud 95	1,12	376,47	41,47
Noeud nœud 96	0,22	376,47	46,47
Noeud nœud 66	17,22	376,82	20,82
Noeud nœud 68	1,96	376,79	23,79
Noeud nœud 69	0,87	376,79	33,79
Noeud nœud 70	1,82	376,75	16,75
Noeud nœud 71	1,32	376,68	32,68
Noeud nœud 73	0,25	376,68	34,68
Noeud nœud 107	19,6	374,48	22,48
Noeud nœud 112	2,38	374,32	10,32
Noeud nœud 109	2,52	374,35	25,35
Noeud nœud 75	1,82	376,74	16,74
Noeud nœud 76	2,8	375,86	26,86
Noeud nœud 72	0,81	376,68	31,68
Noeud nœud 74	0,35	376,68	36,68
Noeud nœud 77	1,13	375,84	34,84
Noeud n 152	0,24	375,84	37,84
Noeud nœud 79	0,11	375,84	34,84
Noeud nœud 81	0,32	375,83	35,83
Noeud nœud 82	0,04	375,83	38,83
Noeud nœud 118	6,58	368,28	19,28

Noeud noeud 120	3,78	368,27	23,27
Noeud noeud 28	1,96	378,44	53,44
Noeud noeud 24	1,12	378,71	55,71
Noeud noeud 22	7,56	378,72	59,72
Noeud noeud 25	4,06	378,44	52,44
Noeud noeud 30	5,74	378,37	40,37
Noeud noeud 31	3,08	378,33	52,33
Noeud noeud 35	0,78	378,34	41,34
Noeud noeud 34	6,02	378,34	42,34
Noeud noeud 36	5,04	378,13	32,13
Noeud noeud 37	0,99	378,12	32,12
Noeud noeud 32	3,92	378,25	34,25
Noeud noeud 33	0,41	378,25	39,25
Noeud noeud 41	15,54	377,65	48,65
Noeud noeud 42	4,06	377,55	40,55
Noeud noeud 43	0,98	377,55	40,55
Noeud noeud 46	6,44	377,09	28,09
Noeud noeud 47	3,08	377,09	34,09
Noeud noeud 88	1,05	375,76	16,76
Noeud noeud 84	0,56	375,78	22,78
Noeud noeud 85	0,98	375,77	22,77
Noeud noeud 83	0,84	375,8	30,8
Noeud noeud 108	3,92	374,39	16,39
Noeud noeud 111	1,68	374,33	13,33
Noeud noeud 163	2,1	380,87	41,87
Noeud noeud 164	0,84	380,89	43,89
Noeud 10	4,06	378,39	40,39
Noeud 1	7,56	368,1	20,1
Noeud 2	5,6	368,12	15,12
Noeud 3	4,2	367,69	18,69
Noeud 4	5,32	367,69	18,69
Noeud 5	6,16	367,85	14,85
Noeud 67	0,28	376,82	12,82
Bâche 66	-1100,86	350	0

État des Nœuds du Réseau à 13:00 Heures			
ID Nœud	Demande (m ³ /h)	Charge (m)	Pression (m)
Noeud nœud 1	202,4	404,64	91,64
Noeud nœud 54	6,6	401,15	61,15
Noeud nœud 91	1,11	400,97	57,97
Noeud nœud 115	104,94	396,55	45,55
Noeud nœud 116	0,99	396,55	45,55
Noeud nœud 8	10,67	399,5	75,5
Noeud nœud 5	17,6	399,68	60,68
Noeud nœud 9	42,13	404	84
Noeud nœud 4	47,74	404,03	84,03
Noeud nœud 16	16,72	403,45	62,45
Noeud nœud 21	45,21	402,52	95,52
Noeud nœud 26	3,52	401,96	71,96
Noeud nœud 29	1,43	401,95	69,95
Noeud nœud 40	85,47	401,94	71,94
Noeud nœud 45	16,53	401,15	57,15
Noeud nœud 44	7,48	401,2	54,2
Noeud nœud 60	13,09	401,15	66,15
Noeud nœud 149	1,21	395,49	40,49
Noeud nœud 150	1,11	395,34	44,34
Noeud nœud 137	6,71	395,34	46,34
Noeud nœud 135	0,66	395,5	39,5
Noeud nœud 153	0,44	395,23	53,23
Noeud nœud 140	0,22	395,24	55,24
Noeud nœud 124	3,3	395,22	56,22
Noeud nœud 117	2,42	396,28	44,28
Noeud nœud 125	0,34	395,28	56,28
Noeud nœud 121	3,19	395,54	47,54
Noeud nœud 131	1,1	395,48	45,48
Noeud nœud 130	1,43	395,54	42,54
Noeud nœud 134	1,1	395,24	55,24
Noeud nœud 145	3,3	395,23	53,23
Noeud nœud 144	2,64	395,49	39,49
Noeud nœud 136	2,2	395,5	41,5
Noeud nœud 142	1,98	395,49	38,49
Noeud nœud 141	0,86	395,49	36,49
Noeud nœud 143	1,87	395,49	39,49
Noeud nœud 147	1,02	395,49	37,49
Noeud nœud 126	3,96	396,01	43,01
Noeud nœud 127	6,82	395,28	52,28
Noeud nœud 123	2,97	395,28	52,28

Noeud nœud 133	1,1	395,28	48,28
Noeud nœud 122	6,05	395,28	52,28
Noeud nœud 132	1,1	395,28	48,28
Noeud nœud 139	2,86	395,24	48,24
Noeud nœud 152	0,41	395,24	46,24
Noeud nœud 151	0,42	395,24	46,24
Noeud nœud 138	3,85	395,24	48,24
Noeud nœud 128	5,94	395,24	52,24
Noeud nœud 129	3,3	395,22	56,22
Noeud nœud 110	0,73	399,43	45,43
Noeud nœud 113	0,47	399,41	34,41
Noeud nœud 114	1,1	399,41	34,41
Noeud nœud 94	10,45	400,79	63,79
Noeud nœud 103	0,42	400,7	61,7
Noeud nœud 102	2,42	400,7	57,7
Noeud nœud 106	0,7	400,7	61,7
Noeud nœud 97	2,2	400,74	61,74
Noeud nœud 98	0,74	400,74	50,74
Noeud nœud 104	1,65	400,7	64,7
Noeud nœud 105	0,63	400,7	62,7
Noeud nœud 95	0,88	400,75	65,75
Noeud nœud 96	0,18	400,75	70,75
Noeud nœud 66	13,53	400,97	44,97
Noeud nœud 68	1,54	400,95	47,95
Noeud nœud 69	0,68	400,95	57,95
Noeud nœud 70	1,43	400,92	40,92
Noeud nœud 71	1,03	400,88	56,88
Noeud nœud 73	0,2	400,88	58,88
Noeud nœud 107	15,4	399,51	47,51
Noeud nœud 112	1,87	399,41	35,41
Noeud nœud 109	1,98	399,43	50,43
Noeud nœud 75	1,43	400,92	40,92
Noeud nœud 76	2,2	400,34	51,34
Noeud nœud 72	0,64	400,88	55,88
Noeud nœud 74	0,28	400,88	60,88
Noeud nœud 77	0,89	400,33	59,33
Noeud n 152	0,19	400,33	62,33
Noeud nœud 79	0,09	400,33	59,33
Noeud nœud 81	0,25	400,33	60,33
Noeud nœud 82	0,03	400,33	63,33
Noeud nœud 118	5,17	395,62	46,62
Noeud nœud 120	2,97	395,61	50,61
Noeud nœud 28	1,54	401,96	76,96
Noeud nœud 24	0,88	402,14	79,14

Noeud nœud 22	5,94	402,14	83,14
Noeud nœud 25	3,19	401,96	75,96
Noeud nœud 30	4,51	401,91	63,91
Noeud nœud 31	2,42	401,89	75,89
Noeud nœud 35	0,62	401,9	64,9
Noeud nœud 34	4,73	401,9	65,9
Noeud nœud 36	3,96	401,76	55,76
Noeud nœud 37	0,78	401,76	55,76
Noeud nœud 32	3,08	401,83	57,83
Noeud nœud 33	0,32	401,83	62,83
Noeud nœud 41	12,21	401,48	72,48
Noeud nœud 42	3,19	401,42	64,42
Noeud nœud 43	0,77	401,42	64,42
Noeud nœud 46	5,06	401,13	52,13
Noeud nœud 47	2,42	401,13	58,13
Noeud nœud 88	0,82	400,28	41,28
Noeud nœud 84	0,44	400,29	47,29
Noeud nœud 85	0,77	400,29	47,29
Noeud nœud 83	0,66	400,31	55,31
Noeud nœud 108	3,08	399,45	41,45
Noeud nœud 111	1,32	399,41	38,41
Noeud nœud 163	1,65	403,44	64,44
Noeud nœud 164	0,66	403,45	66,45
Noeud 10	3,19	401,93	63,93
Noeud 1	5,94	395,5	47,5
Noeud 2	4,4	395,52	42,52
Noeud 3	3,3	395,24	46,24
Noeud 4	4,18	395,24	46,24
Noeud 5	4,84	395,34	42,34
Noeud 67	0,22	400,97	36,97
Bâche 66	-864,96	350	0

État des Nœuds du Réseau à 17:00 Heures			
ID Nœud	Demande (m ³ /h)	Charge (m)	Pression (m)
Noeud nœud 1	257,6	382,73	69,73
Noeud nœud 54	8,4	377,11	37,11
Noeud nœud 91	1,41	376,82	33,82
Noeud nœud 115	133,56	369,73	18,73
Noeud nœud 116	1,26	369,73	18,73
Noeud nœud 8	13,58	374,57	50,57
Noeud nœud 5	22,4	374,84	35,84
Noeud nœud 9	53,62	381,69	61,69
Noeud nœud 4	60,76	381,73	61,73
Noeud nœud 16	21,28	380,84	39,84
Noeud nœud 21	57,54	379,31	72,31
Noeud nœud 26	4,48	378,44	48,44
Noeud nœud 29	1,82	378,42	46,42
Noeud nœud 40	108,78	378,38	48,38
Noeud nœud 45	21,04	377,11	33,11
Noeud nœud 44	9,52	377,2	30,2
Noeud nœud 60	16,66	377,11	42,11
Noeud nœud 149	1,54	368,08	13,08
Noeud nœud 150	1,41	367,85	16,85
Noeud nœud 137	8,54	367,85	18,85
Noeud nœud 135	0,84	368,09	12,09
Noeud nœud 153	0,56	367,69	25,69
Noeud nœud 140	0,28	367,69	27,69
Noeud nœud 124	4,2	367,67	28,67
Noeud nœud 117	3,08	369,31	17,31
Noeud nœud 125	0,43	367,76	28,76
Noeud nœud 121	4,06	368,17	20,17
Noeud nœud 131	1,4	368,07	18,07
Noeud nœud 130	1,82	368,15	15,15
Noeud nœud 134	1,4	367,69	27,69
Noeud nœud 145	4,2	367,69	25,69
Noeud nœud 144	3,36	368,08	12,08
Noeud nœud 136	2,8	368,09	14,09
Noeud nœud 142	2,52	368,09	11,09
Noeud nœud 141	1,09	368,09	9,09
Noeud nœud 143	2,38	368,08	12,08
Noeud nœud 147	1,3	368,08	10,08
Noeud nœud 126	5,04	368,89	15,89
Noeud nœud 127	8,68	367,76	24,76

Noeud nœud 123	3,78	367,76	24,76
Noeud nœud 133	1,4	367,76	20,76
Noeud nœud 122	7,7	367,76	24,76
Noeud nœud 132	1,4	367,76	20,76
Noeud nœud 139	3,64	367,69	20,69
Noeud nœud 152	0,52	367,69	18,69
Noeud nœud 151	0,53	367,69	18,69
Noeud nœud 138	4,9	367,7	20,7
Noeud nœud 128	7,56	367,7	24,7
Noeud nœud 129	4,2	367,67	28,67
Noeud nœud 110	0,92	374,35	20,35
Noeud nœud 113	0,6	374,32	9,32
Noeud nœud 114	1,4	374,32	9,32
Noeud nœud 94	13,3	376,53	39,53
Noeud nœud 103	0,53	376,39	37,39
Noeud nœud 102	3,08	376,39	33,39
Noeud nœud 106	0,9	376,39	37,39
Noeud nœud 97	2,8	376,46	37,46
Noeud nœud 98	0,94	376,46	26,46
Noeud nœud 104	2,1	376,39	40,39
Noeud nœud 105	0,8	376,39	38,39
Noeud nœud 95	1,12	376,47	41,47
Noeud nœud 96	0,22	376,47	46,47
Noeud nœud 66	17,22	376,82	20,82
Noeud nœud 68	1,96	376,79	23,79
Noeud nœud 69	0,87	376,79	33,79
Noeud nœud 70	1,82	376,75	16,75
Noeud nœud 71	1,32	376,68	32,68
Noeud nœud 73	0,25	376,68	34,68
Noeud nœud 107	19,6	374,48	22,48
Noeud nœud 112	2,38	374,32	10,32
Noeud nœud 109	2,52	374,35	25,35
Noeud nœud 75	1,82	376,75	16,75
Noeud nœud 76	2,8	375,86	26,86
Noeud nœud 72	0,81	376,68	31,68
Noeud nœud 74	0,35	376,68	36,68
Noeud nœud 77	1,13	375,84	34,84
Noeud nœud 152	0,24	375,84	37,84
Noeud nœud 79	0,11	375,84	34,84
Noeud nœud 81	0,32	375,84	35,84
Noeud nœud 82	0,04	375,84	38,84
Noeud nœud 118	6,58	368,28	19,28
Noeud nœud 120	3,78	368,27	23,27

Noeud noeud 28	1,96	378,44	53,44
Noeud noeud 24	1,12	378,71	55,71
Noeud noeud 22	7,56	378,72	59,72
Noeud noeud 25	4,06	378,44	52,44
Noeud noeud 30	5,74	378,37	40,37
Noeud noeud 31	3,08	378,33	52,33
Noeud noeud 35	0,78	378,34	41,34
Noeud noeud 34	6,02	378,34	42,34
Noeud noeud 36	5,04	378,13	32,13
Noeud noeud 37	0,99	378,12	32,12
Noeud noeud 32	3,92	378,25	34,25
Noeud noeud 33	0,41	378,25	39,25
Noeud noeud 41	15,54	377,65	48,65
Noeud noeud 42	4,06	377,55	40,55
Noeud noeud 43	0,98	377,55	40,55
Noeud noeud 46	6,44	377,09	28,09
Noeud noeud 47	3,08	377,09	34,09
Noeud noeud 88	1,05	375,76	16,76
Noeud noeud 84	0,56	375,78	22,78
Noeud noeud 85	0,98	375,77	22,77
Noeud noeud 83	0,84	375,8	30,8
Noeud noeud 108	3,92	374,39	16,39
Noeud noeud 111	1,68	374,33	13,33
Noeud noeud 163	2,1	380,82	41,82
Noeud noeud164	0,84	380,84	43,84
Noeud 10	4,06	378,39	40,39
Noeud 1	7,56	368,1	20,1
Noeud 2	5,6	368,12	15,12
Noeud 3	4,2	367,69	18,69
Noeud 4	5,32	367,69	18,69
Noeud 5	6,16	367,85	14,85
Noeud 67	0,28	376,82	12,82
Bâche 66	-1100,86	350	0

ANNEXE 4 : Rapport d'analyse des arcs du réseau existant à des heures de pointes

État des Arcs du Réseau à 6:00 Heures						
ID Arc	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Rugosité (mm)	Débit (m ³ /h)	Vitesse (m/s)	Pert.Charge Unit.(m/km)
Tuyau tuyau118	189	369,4	0,5	1,26	0	0
Tuyau tuyau32	199,5	101,6	0,03	1,82	0,06	0,07
Tuyau p42	204,4	184,6	0,03	7,14	0,07	0,04
Tuyau tuyau164	198	101,6	0,03	1,3	0,04	0,04
Tuyau tuyau129	390	101,6	0,03	2,09	0,07	0,09
Tuyau tuyau56	402,5	369,4	0,5	392,72	1,02	3,14
Tuyau tuyau102	185,5	147,6	0,03	0,94	0,02	0
Tuyau tuyau107	157,5	184,6	0,03	0,8	0,01	0
Tuyau tuyau100	45,5	101,6	0,03	0,22	0,01	0
Tuyau tuyau82	935	101,6	0,03	8,08	0,28	0,95
Tuyau tuyau81	147	101,6	0,03	0,35	0,01	0
Tuyau tuyau30	262,5	184,6	0,03	42,36	0,44	1,04
Tuyau tuyau31	70	184,6	0,03	8,26	0,09	0,06
Tuyau tuyau28	402,5	184,6	0,03	51,04	0,53	1,47
Tuyau tuyau39	189	184,6	0,03	12,84	0,13	0,12
Tuyau tuyau40	66,5	184,6	0,03	0,78	0,01	0
Tuyau tuyau41	385	101,6	0,03	6,03	0,21	0,57
Tuyau tuyau42	84	101,6	0,03	0,99	0,03	0,02
Tuyau tuyau37	385	101,6	0,03	4,33	0,15	0,31
Tuyau tuyau38	35	101,6	0,03	0,41	0,01	0
Tuyau tuyau46	385	184,6	0,03	58,6	0,61	1,89
Tuyau tuyau48	70	101,6	0,03	0,98	0,03	0,02
Tuyau tuyau49	525	184,6	0,03	38,02	0,39	0,86
Tuyau tuyau47	231	101,6	0,03	5,04	0,17	0,41
Tuyau tuyau51	248,5	184,6	0,03	9,52	0,1	0,07
Tuyau tuyau52	227,5	184,6	0,03	3,08	0,03	0,01
Tuyau tuyau88	262,5	101,6	0,03	3,43	0,12	0,21
Tuyau tuyau89	203	101,6	0,03	2,59	0,09	0,13
Tuyau tuyau90	91	101,6	0,03	2,03	0,07	0,08
Tuyau tuyau91	444,5	101,6	0,03	1,05	0,04	0,03
Tuyau tuyau83	308	101,6	0,03	1,85	0,06	0,07
Tuyau tuyau86	119	101,6	0,03	0,36	0,01	0
Tuyau tuyau99	185,5	147,6	0,03	12,49	0,2	0,34
Tuyau tuyau101	42	147,6	0,03	11,14	0,18	0,28
Tuyau tuyau105	105	147,6	0,03	0,53	0,01	0
Tuyau tuyau110	717	184,6	0,03	13,43	0,14	0,13
Tuyau tuyau111	168	147,6	0,03	9,51	0,15	0,21
Tuyau tuyau112	171	101,6	0,03	0,92	0,03	0,02

Tuyau tuyau113	269	147,6	0,03	6,06	0,1	0,1
Tuyau tuyau114	129,5	147,6	0,03	4,38	0,07	0,05
Tuyau tuyau109	1082,67	369,4	0,5	303,62	0,79	1,89
Tuyau tuyau117	3147,2	369,4	0,5	270,59	0,7	1,51
Tuyau tuyau143	120	147,6	0,03	-0,84	0,01	0
Tuyau tuyau163	132	147,6	0,03	-1,09	0,02	0
Tuyau tuyau162	57	147,6	0,03	3,52	0,06	0,04
Tuyau tuyau161	105	147,6	0,03	-0,16	0	0
Tuyau tuyau8	3,42	369,4	0,5	758,28	1,97	11,51
Tuyau tuyau27	266	369,4	0,5	668,68	1,73	8,97
Tuyau tuyau45	147	369,4	0,5	560,1	1,45	6,32
Tuyau tuyau6	70	369,4	0,5	843,26	2,19	14,21
Tuyau tuyau19	262,5	101,6	0,03	2,1	0,07	0,09
Tuyau tuyau20	112	101,6	0,03	0,84	0,03	0,01
Tuyau tuyau29	129,5	101,6	0,03	1,12	0,04	0,03
Tuyau Tuyau33	210	184,6	0,03	1,96	0,02	0
Tuyau tuyau34	94,5	184,6	0,03	30,04	0,31	0,56
Tuyau tuyau35	332,5	101,6	0,03	-3,08	0,11	0,17
Tuyau tuyau36	3,5	101,6	0,03	22,9	0,78	6,26
Tuyau tuyau50	175	184,6	0,03	28,5	0,3	0,51
Tuyau tuyau96	129,5	369,4	0,5	329,41	0,85	2,22
Tuyau tuyau67	108,5	369,4	0,5	365,59	0,95	2,72
Tuyau tuyau95	49	369,4	0,03	34,77	0,09	0,03
Tuyau tuyau73	266	207,8	0,03	17,27	0,14	0,12
Tuyau tuyau75	455	207,8	0,03	14,45	0,12	0,09
Tuyau tuyau76	52,5	207,8	0,03	9,9	0,08	0,04
Tuyau tuyau77	469	101,6	0,03	2,73	0,09	0,14
Tuyau tuyau79	91	101,6	0,03	1,41	0,05	0,05
Tuyau tuyau103	476	147,6	0,03	7,41	0,12	0,14
Tuyau tuyau80	105,35	101,6	0,03	0,25	0,01	0
Tuyau tuyau106	406	184,6	0,03	3,79	0,04	0,01
Tuyau tuyau108	178,5	184,6	0,03	0,9	0,01	0
Tuyau tuyau116	112	147,6	0,03	-0,6	0,01	0
Tuyau tuyau115	332	147,6	0,03	1,4	0,02	0,01
Tuyau tuyau120	327	147,6	0,03	42,68	0,69	3,15
Tuyau tuyau121	81	160	0,1	32,32	0,45	1,39
Tuyau tuyau123	546	147,6	0,03	19,22	0,31	0,74
Tuyau tuyau124	18	147,6	0,03	10,07	0,16	0,23
Tuyau tuyau125	399	147,6	0,03	0,43	0,01	0
Tuyau tuyau122	588	184,6	0,03	3,78	0,04	0,01
Tuyau tuyau126	396	101,6	0,03	12,27	0,42	2,01
Tuyau tuyau128	546	101,6	0,03	6,33	0,22	0,62
Tuyau tuyau127	60	101,6	0,03	9,05	0,31	1,16
Tuyau tuyau138	216	147,6	0,03	7,43	0,12	0,14
Tuyau tuyau130	51	147,6	0,03	-4,2	0,07	0,05

Tuyau tuyau131	195	147,6	0,03	-6,31	0,1	0,1
Tuyau tuyau132	24	147,6	0,03	1,18	0,02	0
Tuyau tuyau133	351	147,6	0,03	-8,89	0,14	0,19
Tuyau tuyau134	18	147,6	0,03	-14,09	0,23	0,42
Tuyau tuyau135	546	147,6	0,03	-16,39	0,27	0,56
Tuyau tuyau136	348	147,6	0,03	-10,36	0,17	0,25
Tuyau tuyau144	105	147,6	0,03	-10,78	0,17	0,26
Tuyau tuyau145	348	147,6	0,03	19,69	0,32	0,77
Tuyau tuyau119	47,5	184,6	0,03	135,77	1,41	8,95
Tuyau 18	100	184,6	0,03	90,01	0,93	4,16
Tuyau tuyau137	264	184,6	0,03	72,7	0,75	2,81
Tuyau tuyau142	15	184,6	0,03	60,51	0,63	2
Tuyau 21	100	184,6	0,03	24,45	0,25	0,39
Tuyau tuyau139	51	101,6	0,03	1,45	0,05	0,05
Tuyau tuyau140	204	101,6	0,03	-0,9	0,03	0,02
Tuyau 26	100	101,6	0,03	5,85	0,2	0,54
Tuyau tuyau141	204	101,6	0,03	-3,8	0,13	0,25
Tuyau tuyau146	540	147,6	0,03	11,44	0,19	0,29
Tuyau tuyau147	24	147,6	0,03	5,81	0,09	0,09
Tuyau tuyau148	351	147,6	0,03	1,63	0,03	0,01
Tuyau tuyau149	192	147,6	0,03	2,53	0,04	0,02
Tuyau tuyau150	90	147,6	0,03	0,56	0,01	0
Tuyau tuyau157	540	147,6	0,03	11,53	0,19	0,3
Tuyau tuyau154	21	160	0,1	6,41	0,09	0,07
Tuyau tuyau151	357	147,6	0,03	2,23	0,04	0,02
Tuyau tuyau152	207	101,6	0,03	0,54	0,02	0,01
Tuyau tuyau153	66	101,6	0,03	0,52	0,02	0,01
Tuyau tuyau155	207	101,6	0,03	0,74	0,03	0,01
Tuyau tuyau156	62	101,6	0,03	0,53	0,02	0,01
Tuyau tuyau158	186	147,6	0,03	-0,29	0	0
Tuyau tuyau159	216	147,6	0,03	1,41	0,02	0,01
Tuyau tuyau160	306	147,6	0,03	19,39	0,31	0,75
Tuyau tuyau165	225	184,6	0,03	1,54	0,02	0
Tuyau tuyau87	17,1	101,6	0,03	0,04	0	0
Tuyau 59	100	369,4	0,5	-0,28	0	0
Tuyau 5	367,5	207,8	0,03	0,87	0,01	0
Tuyau 2	52,5	101,6	0,03	0,35	0,01	0
Tuyau 3	49,96	184,6	0,03	0,11	0	0
Tuyau 4	2212	184,6	0,03	24,22	0,25	0,38
Tuyau 6	411	101,6	0,1	35,98	1,23	16,68
Tuyau 1	102,5	290,8	0,03	18,72	0,08	0,03
Tuyau 7	665	147,6	0,03	13,58	0,22	0,4
Tuyau 8	1120	184,6	0,03	2,06	0,02	0
Pompe 35	Sans Valeur	Sans Valeur	Sans Valeur	1100,86	0	-32,73

État des Arcs du Réseau à 13:00 Heures						
ID Arc	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Rugosité (mm)	Débit (m ³ /h)	Vitesse (m/s)	Pert.Charge Unit.(m/km)
Tuyau tuyau118	189	369,4	0,5	0,99	0	0
Tuyau tuyau32	199,5	101,6	0,03	1,43	0,05	0,05
Tuyau p42	204,4	184,6	0,03	5,59	0,06	0,03
Tuyau tuyau164	198	101,6	0,03	1,02	0,04	0,02
Tuyau tuyau129	390	101,6	0,03	1,64	0,06	0,06
Tuyau tuyau56	402,5	369,4	0,5	309,08	0,8	1,96
Tuyau tuyau102	185,5	147,6	0,03	0,74	0,01	0
Tuyau tuyau107	157,5	184,6	0,03	0,63	0,01	0
Tuyau tuyau100	45,5	101,6	0,03	0,18	0,01	0
Tuyau tuyau82	935	101,6	0,03	6,35	0,22	0,62
Tuyau tuyau81	147	101,6	0,03	0,28	0,01	0
Tuyau tuyau30	262,5	184,6	0,03	33,29	0,35	0,67
Tuyau tuyau31	70	184,6	0,03	6,49	0,07	0,04
Tuyau tuyau28	402,5	184,6	0,03	40,11	0,42	0,95
Tuyau tuyau39	189	184,6	0,03	10,09	0,1	0,08
Tuyau tuyau40	66,5	184,6	0,03	0,62	0,01	0
Tuyau tuyau41	385	101,6	0,03	4,74	0,16	0,37
Tuyau tuyau42	84	101,6	0,03	0,78	0,03	0,01
Tuyau tuyau37	385	101,6	0,03	3,4	0,12	0,21
Tuyau tuyau38	35	101,6	0,03	0,32	0,01	0
Tuyau tuyau46	385	184,6	0,03	45,53	0,47	1,19
Tuyau tuyau48	70	101,6	0,03	0,77	0,03	0,01
Tuyau tuyau49	525	184,6	0,03	29,36	0,3	0,54
Tuyau tuyau47	231	101,6	0,03	3,96	0,14	0,27
Tuyau tuyau51	248,5	184,6	0,03	7,48	0,08	0,05
Tuyau tuyau52	227,5	184,6	0,03	2,42	0,03	0,01
Tuyau tuyau88	262,5	101,6	0,03	2,7	0,09	0,14
Tuyau tuyau89	203	101,6	0,03	2,04	0,07	0,08
Tuyau tuyau90	91	101,6	0,03	1,59	0,05	0,06
Tuyau tuyau91	444,5	101,6	0,03	0,82	0,03	0,01
Tuyau tuyau83	308	101,6	0,03	1,45	0,05	0,05
Tuyau tuyau86	119	101,6	0,03	0,28	0,01	0
Tuyau tuyau99	185,5	147,6	0,03	9,81	0,16	0,22
Tuyau tuyau101	42	147,6	0,03	8,76	0,14	0,18
Tuyau tuyau105	105	147,6	0,03	0,42	0,01	0
Tuyau tuyau110	717	184,6	0,03	10,55	0,11	0,09
Tuyau tuyau111	168	147,6	0,03	7,47	0,12	0,14
Tuyau tuyau112	171	101,6	0,03	0,73	0,02	0,01
Tuyau tuyau113	269	147,6	0,03	4,76	0,08	0,06
Tuyau tuyau114	129,5	147,6	0,03	3,44	0,06	0,04

Tuyau tuyau109	1082,67	369,4	0,5	238,56	0,62	1,18
Tuyau tuyau117	3147,2	369,4	0,5	212,61	0,55	0,94
Tuyau tuyau143	120	147,6	0,03	-0,66	0,01	0
Tuyau tuyau163	132	147,6	0,03	-0,86	0,01	0
Tuyau tuyau162	57	147,6	0,03	2,75	0,04	0,02
Tuyau tuyau161	105	147,6	0,03	-0,14	0	0
Tuyau tuyau8	3,42	369,4	0,5	595,79	1,54	7,14
Tuyau tuyau27	266	369,4	0,5	525,39	1,36	5,57
Tuyau tuyau45	147	369,4	0,5	440,08	1,14	3,93
Tuyau tuyau6	70	369,4	0,5	662,56	1,72	8,81
Tuyau tuyau19	262,5	101,6	0,03	1,65	0,06	0,06
Tuyau tuyau20	112	101,6	0,03	0,66	0,02	0,01
Tuyau tuyau29	129,5	101,6	0,03	0,88	0,03	0,01
Tuyau Tuyau33	210	184,6	0,03	1,54	0,02	0
Tuyau tuyau34	94,5	184,6	0,03	23,61	0,25	0,36
Tuyau tuyau35	332,5	101,6	0,03	-2,42	0,08	0,11
Tuyau tuyau36	3,5	101,6	0,03	18	0,62	4,02
Tuyau tuyau50	175	184,6	0,03	21,88	0,23	0,32
Tuyau tuyau96	129,5	369,4	0,5	258,82	0,67	1,38
Tuyau tuyau67	108,5	369,4	0,5	287,25	0,74	1,7
Tuyau tuyau95	49	369,4	0,03	27,32	0,07	0,02
Tuyau tuyau73	266	207,8	0,03	13,57	0,11	0,08
Tuyau tuyau75	455	207,8	0,03	11,35	0,09	0,06
Tuyau tuyau76	52,5	207,8	0,03	7,78	0,06	0,03
Tuyau tuyau77	469	101,6	0,03	2,14	0,07	0,09
Tuyau tuyau79	91	101,6	0,03	1,11	0,04	0,03
Tuyau tuyau103	476	147,6	0,03	5,82	0,09	0,09
Tuyau tuyau80	105,35	101,6	0,03	0,2	0,01	0
Tuyau tuyau106	406	184,6	0,03	2,98	0,03	0,01
Tuyau tuyau108	178,5	184,6	0,03	0,7	0,01	0
Tuyau tuyau116	112	147,6	0,03	-0,47	0,01	0
Tuyau tuyau115	332	147,6	0,03	1,1	0,02	0
Tuyau tuyau120	327	147,6	0,03	33,53	0,54	2,03
Tuyau tuyau121	81	160	0,1	25,39	0,35	0,89
Tuyau tuyau123	546	147,6	0,03	15,09	0,25	0,48
Tuyau tuyau124	18	147,6	0,03	7,92	0,13	0,15
Tuyau tuyau125	399	147,6	0,03	0,34	0,01	0
Tuyau tuyau122	588	184,6	0,03	2,97	0,03	0,01
Tuyau tuyau126	396	101,6	0,03	9,61	0,33	1,3
Tuyau tuyau128	546	101,6	0,03	4,96	0,17	0,4
Tuyau tuyau127	60	101,6	0,03	7,1	0,24	0,75
Tuyau tuyau138	216	147,6	0,03	5,82	0,09	0,09
Tuyau tuyau130	51	147,6	0,03	-3,3	0,05	0,03
Tuyau tuyau131	195	147,6	0,03	-4,96	0,08	0,07

Tuyau tuyau132	24	147,6	0,03	0,9	0,01	0
Tuyau tuyau133	351	147,6	0,03	-6,97	0,11	0,12
Tuyau tuyau134	18	147,6	0,03	-11,04	0,18	0,27
Tuyau tuyau135	546	147,6	0,03	-12,87	0,21	0,36
Tuyau tuyau136	348	147,6	0,03	-8,15	0,13	0,16
Tuyau tuyau144	105	147,6	0,03	-8,45	0,14	0,17
Tuyau tuyau145	348	147,6	0,03	15,49	0,25	0,5
Tuyau tuyau119	47,5	184,6	0,03	106,68	1,11	5,71
Tuyau 18	100	184,6	0,03	70,73	0,73	2,67
Tuyau tuyau137	264	184,6	0,03	57,16	0,59	1,8
Tuyau tuyau142	15	184,6	0,03	47,57	0,49	1,29
Tuyau 21	100	184,6	0,03	19,24	0,2	0,25
Tuyau tuyau139	51	101,6	0,03	1,13	0,04	0,03
Tuyau tuyau140	204	101,6	0,03	-0,73	0,03	0,01
Tuyau 26	100	101,6	0,03	4,61	0,16	0,35
Tuyau tuyau141	204	101,6	0,03	-2,97	0,1	0,16
Tuyau tuyau146	540	147,6	0,03	9	0,15	0,19
Tuyau tuyau147	24	147,6	0,03	4,59	0,07	0,06
Tuyau tuyau148	351	147,6	0,03	1,34	0,02	0,01
Tuyau tuyau149	192	147,6	0,03	2,03	0,03	0,01
Tuyau tuyau150	90	147,6	0,03	0,44	0,01	0
Tuyau tuyau157	540	147,6	0,03	9,07	0,15	0,19
Tuyau tuyau154	21	160	0,1	5,03	0,07	0,05
Tuyau tuyau151	357	147,6	0,03	1,71	0,03	0,01
Tuyau tuyau152	207	101,6	0,03	0,39	0,01	0
Tuyau tuyau153	66	101,6	0,03	0,41	0,01	0
Tuyau tuyau155	207	101,6	0,03	0,56	0,02	0,01
Tuyau tuyau156	62	101,6	0,03	0,42	0,01	0
Tuyau tuyau158	186	147,6	0,03	-0,23	0	0
Tuyau tuyau159	216	147,6	0,03	1,11	0,02	0
Tuyau tuyau160	306	147,6	0,03	15,25	0,25	0,49
Tuyau tuyau165	225	184,6	0,03	1,21	0,01	0
Tuyau tuyau87	17,1	101,6	0,03	0,03	0	0
Tuyau 59	100	369,4	0,5	-0,22	0	0
Tuyau 5	367,5	207,8	0,03	0,68	0,01	0
Tuyau 2	52,5	101,6	0,03	0,28	0,01	0
Tuyau 3	49,96	184,6	0,03	0,09	0	0
Tuyau 4	2212	184,6	0,03	19,03	0,2	0,25
Tuyau 6	411	101,6	0,1	28,27	0,97	10,52
Tuyau 1	102,5	290,8	0,03	15,22	0,06	0,02
Tuyau 7	665	147,6	0,03	10,67	0,17	0,26
Tuyau 8	1120	184,6	0,03	2,13	0,02	0,01
Pompe 35	Sans Valeur	Sans Valeur	Sans Valeur	864,96	0	-54,64

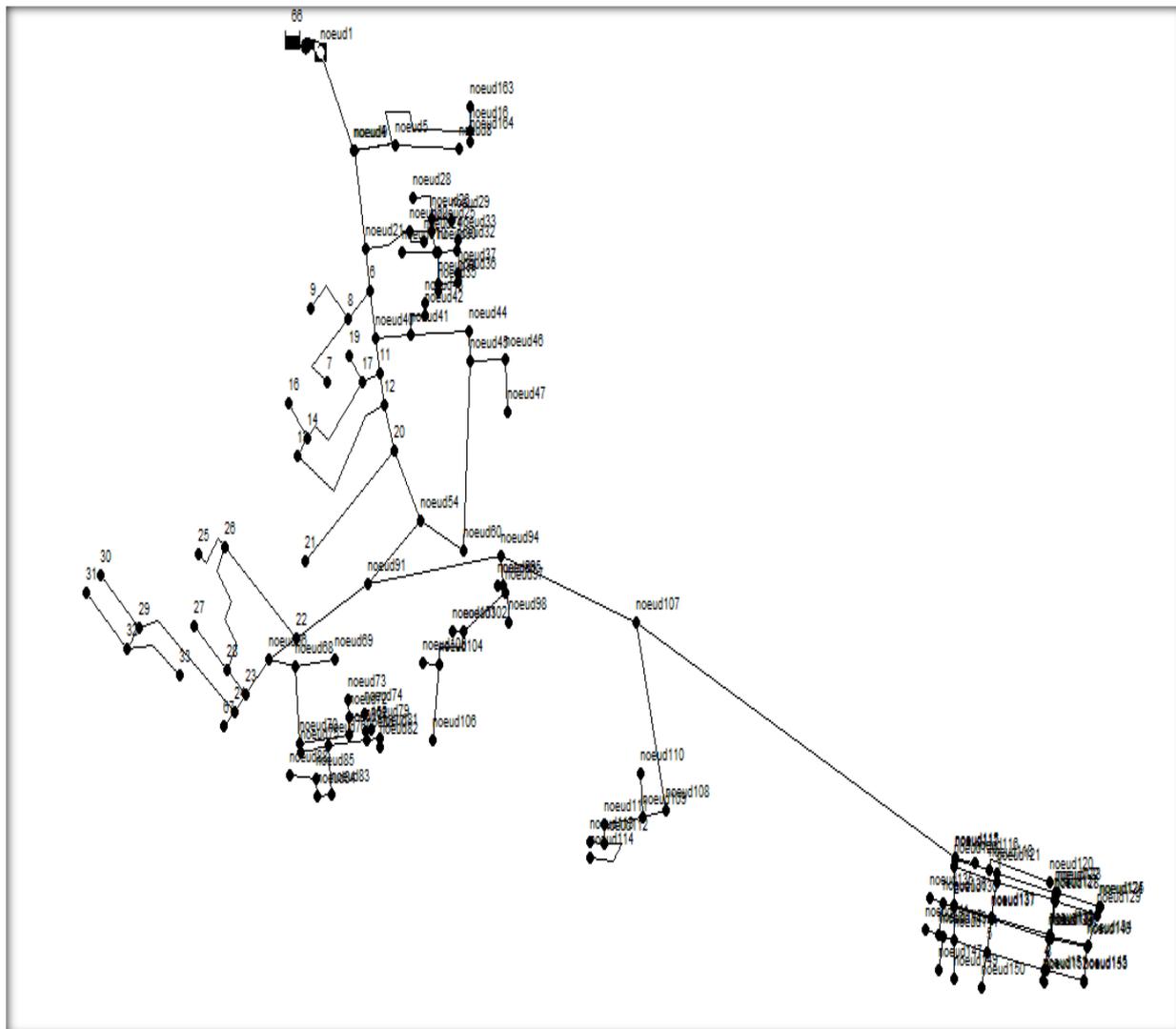
État des Arcs du Réseau à 17:00 Heures						
ID Arc	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Rugosité (mm)	Débit (m3/h)	Vitesse (m/s)	Pert.Charge Unit.(m/km)
Tuyau tuyau118	189	369,4	0,5	1,26	0	0
Tuyau tuyau32	199,5	101,6	0,03	1,82	0,06	0,07
Tuyau p42	204,4	184,6	0,03	7,14	0,07	0,04
Tuyau tuyau164	198	101,6	0,03	1,3	0,04	0,04
Tuyau tuyau129	390	101,6	0,03	2,09	0,07	0,09
Tuyau tuyau56	402,5	369,4	0,5	392,65	1,02	3,14
Tuyau tuyau102	185,5	147,6	0,03	0,94	0,02	0
Tuyau tuyau107	157,5	184,6	0,03	0,8	0,01	0
Tuyau tuyau100	45,5	101,6	0,03	0,22	0,01	0
Tuyau tuyau82	935	101,6	0,03	8,08	0,28	0,95
Tuyau tuyau81	147	101,6	0,03	0,35	0,01	0
Tuyau tuyau30	262,5	184,6	0,03	42,36	0,44	1,04
Tuyau tuyau31	70	184,6	0,03	8,26	0,09	0,06
Tuyau tuyau28	402,5	184,6	0,03	51,04	0,53	1,47
Tuyau tuyau39	189	184,6	0,03	12,84	0,13	0,12
Tuyau tuyau40	66,5	184,6	0,03	0,78	0,01	0
Tuyau tuyau41	385	101,6	0,03	6,03	0,21	0,57
Tuyau tuyau42	84	101,6	0,03	0,99	0,03	0,02
Tuyau tuyau37	385	101,6	0,03	4,33	0,15	0,31
Tuyau tuyau38	35	101,6	0,03	0,41	0,01	0
Tuyau tuyau46	385	184,6	0,03	58,66	0,61	1,89
Tuyau tuyau48	70	101,6	0,03	0,98	0,03	0,02
Tuyau tuyau49	525	184,6	0,03	38,08	0,4	0,86
Tuyau tuyau47	231	101,6	0,03	5,04	0,17	0,41
Tuyau tuyau51	248,5	184,6	0,03	9,52	0,1	0,07
Tuyau tuyau52	227,5	184,6	0,03	3,08	0,03	0,01
Tuyau tuyau88	262,5	101,6	0,03	3,43	0,12	0,21
Tuyau tuyau89	203	101,6	0,03	2,59	0,09	0,13
Tuyau tuyau90	91	101,6	0,03	2,03	0,07	0,08
Tuyau tuyau91	444,5	101,6	0,03	1,05	0,04	0,03
Tuyau tuyau83	308	101,6	0,03	1,85	0,06	0,07
Tuyau tuyau86	119	101,6	0,03	0,36	0,01	0
Tuyau tuyau99	185,5	147,6	0,03	12,49	0,2	0,34
Tuyau tuyau101	42	147,6	0,03	11,14	0,18	0,28
Tuyau tuyau105	105	147,6	0,03	0,53	0,01	0
Tuyau tuyau110	717	184,6	0,03	13,43	0,14	0,13
Tuyau tuyau111	168	147,6	0,03	9,51	0,15	0,21
Tuyau tuyau112	171	101,6	0,03	0,92	0,03	0,02
Tuyau tuyau113	269	147,6	0,03	6,06	0,1	0,1

Tuyau tuyau114	129,5	147,6	0,03	4,38	0,07	0,05
Tuyau tuyau109	1082,67	369,4	0,5	303,62	0,79	1,89
Tuyau tuyau117	3147,2	369,4	0,5	270,59	0,7	1,51
Tuyau tuyau143	120	147,6	0,03	-0,84	0,01	0
Tuyau tuyau163	132	147,6	0,03	-1,09	0,02	0
Tuyau tuyau162	57	147,6	0,03	3,53	0,06	0,04
Tuyau tuyau161	105	147,6	0,03	-0,16	0	0
Tuyau tuyau8	3,42	369,4	0,5	758,28	1,97	11,51
Tuyau tuyau27	266	369,4	0,5	668,68	1,73	8,97
Tuyau tuyau45	147	369,4	0,5	560,1	1,45	6,32
Tuyau tuyau6	70	369,4	0,5	843,26	2,19	14,21
Tuyau tuyau19	262,5	101,6	0,03	2,1	0,07	0,09
Tuyau tuyau20	112	101,6	0,03	0,84	0,03	0,01
Tuyau tuyau29	129,5	101,6	0,03	1,12	0,04	0,03
Tuyau Tuyau33	210	184,6	0,03	1,96	0,02	0
Tuyau tuyau34	94,5	184,6	0,03	30,04	0,31	0,56
Tuyau tuyau35	332,5	101,6	0,03	-3,08	0,11	0,17
Tuyau tuyau36	3,5	101,6	0,03	22,9	0,78	6,26
Tuyau tuyau50	175	184,6	0,03	28,56	0,3	0,51
Tuyau tuyau96	129,5	369,4	0,5	329,41	0,85	2,22
Tuyau tuyau67	108,5	369,4	0,5	365,59	0,95	2,72
Tuyau tuyau95	49	369,4	0,03	34,77	0,09	0,03
Tuyau tuyau73	266	207,8	0,03	17,27	0,14	0,12
Tuyau tuyau75	455	207,8	0,03	14,45	0,12	0,09
Tuyau tuyau76	52,5	207,8	0,03	9,9	0,08	0,04
Tuyau tuyau77	469	101,6	0,03	2,73	0,09	0,14
Tuyau tuyau79	91	101,6	0,03	1,41	0,05	0,05
Tuyau tuyau103	476	147,6	0,03	7,41	0,12	0,14
Tuyau tuyau80	105,35	101,6	0,03	0,25	0,01	0
Tuyau tuyau106	406	184,6	0,03	3,79	0,04	0,01
Tuyau tuyau108	178,5	184,6	0,03	0,9	0,01	0
Tuyau tuyau116	112	147,6	0,03	-0,6	0,01	0
Tuyau tuyau115	332	147,6	0,03	1,4	0,02	0,01
Tuyau tuyau120	327	147,6	0,03	42,68	0,69	3,15
Tuyau tuyau121	81	160	0,1	32,32	0,45	1,39
Tuyau tuyau123	546	147,6	0,03	19,21	0,31	0,74
Tuyau tuyau124	18	147,6	0,03	10,07	0,16	0,23
Tuyau tuyau125	399	147,6	0,03	0,43	0,01	0
Tuyau tuyau122	588	184,6	0,03	3,78	0,04	0,01
Tuyau tuyau126	396	101,6	0,03	12,28	0,42	2,01
Tuyau tuyau128	546	101,6	0,03	6,34	0,22	0,62
Tuyau tuyau127	60	101,6	0,03	9,05	0,31	1,16
Tuyau tuyau138	216	147,6	0,03	7,43	0,12	0,14

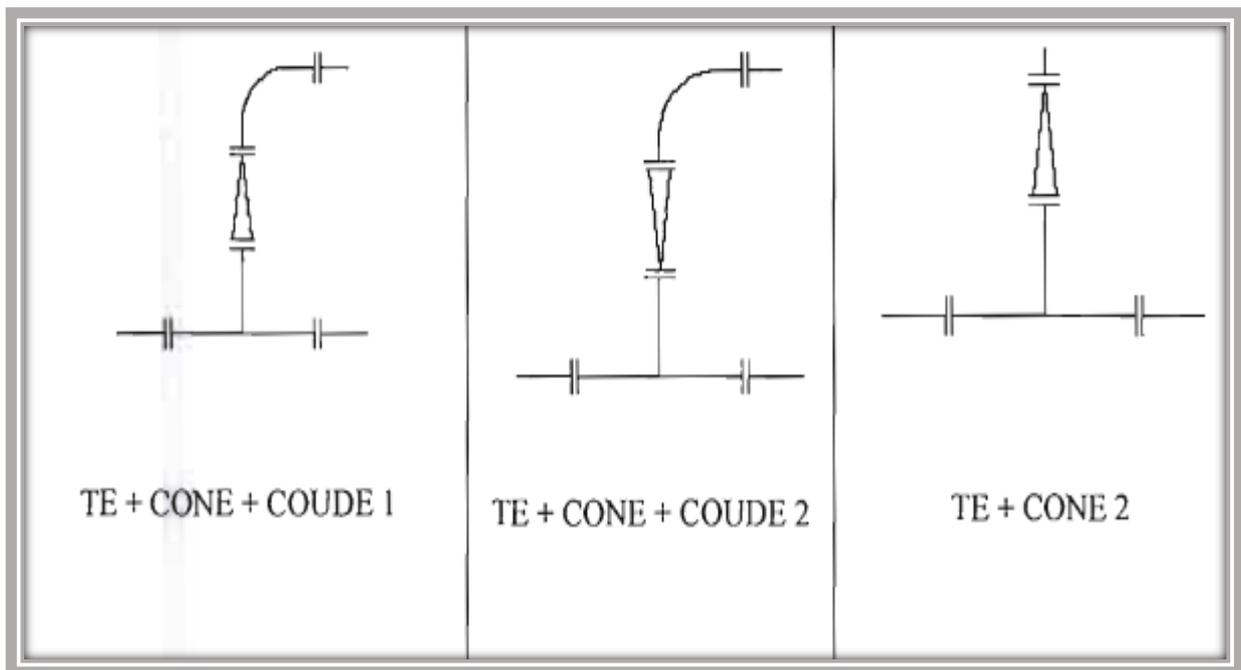
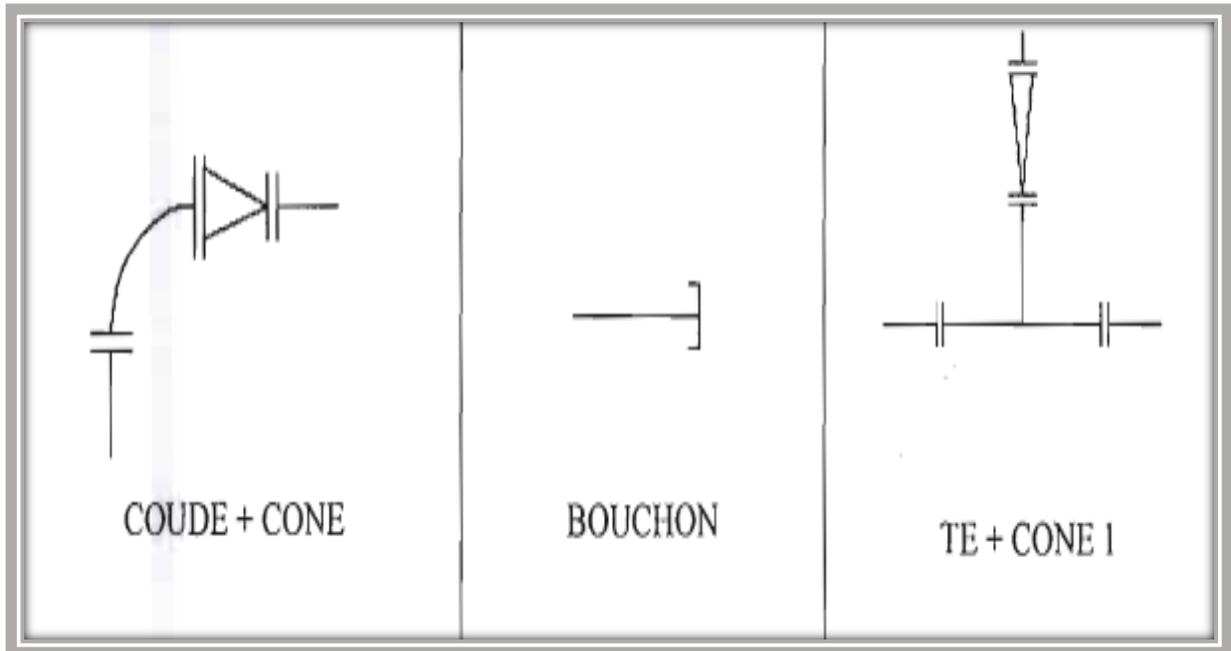
Tuyau tuyau130	51	147,6	0,03	-4,2	0,07	0,05
Tuyau tuyau131	195	147,6	0,03	-6,31	0,1	0,1
Tuyau tuyau132	24	147,6	0,03	1,19	0,02	0
Tuyau tuyau133	351	147,6	0,03	-8,89	0,14	0,19
Tuyau tuyau134	18	147,6	0,03	-14,09	0,23	0,42
Tuyau tuyau135	546	147,6	0,03	-16,39	0,27	0,56
Tuyau tuyau136	348	147,6	0,03	-10,36	0,17	0,25
Tuyau tuyau144	105	147,6	0,03	-10,78	0,17	0,26
Tuyau tuyau145	348	147,6	0,03	19,69	0,32	0,77
Tuyau tuyau119	47,5	184,6	0,03	135,77	1,41	8,95
Tuyau 18	100	184,6	0,03	90,01	0,93	4,16
Tuyau tuyau137	264	184,6	0,03	72,69	0,75	2,81
Tuyau tuyau142	15	184,6	0,03	60,51	0,63	2
Tuyau 21	100	184,6	0,03	24,45	0,25	0,39
Tuyau tuyau139	51	101,6	0,03	1,45	0,05	0,05
Tuyau tuyau140	204	101,6	0,03	-0,9	0,03	0,02
Tuyau 26	100	101,6	0,03	5,86	0,2	0,54
Tuyau tuyau141	204	101,6	0,03	-3,8	0,13	0,25
Tuyau tuyau146	540	147,6	0,03	11,44	0,19	0,29
Tuyau tuyau147	24	147,6	0,03	5,81	0,09	0,09
Tuyau tuyau148	351	147,6	0,03	1,61	0,03	0,01
Tuyau tuyau149	192	147,6	0,03	2,52	0,04	0,02
Tuyau tuyau150	90	147,6	0,03	0,56	0,01	0
Tuyau tuyau157	540	147,6	0,03	11,52	0,19	0,3
Tuyau tuyau154	21	160	0,1	6,4	0,09	0,07
Tuyau tuyau151	357	147,6	0,03	2,24	0,04	0,02
Tuyau tuyau152	207	101,6	0,03	0,56	0,02	0,01
Tuyau tuyau153	66	101,6	0,03	0,52	0,02	0,01
Tuyau tuyau155	207	101,6	0,03	0,73	0,02	0,01
Tuyau tuyau156	62	101,6	0,03	0,53	0,02	0,01
Tuyau tuyau158	186	147,6	0,03	-0,29	0	0
Tuyau tuyau159	216	147,6	0,03	1,41	0,02	0,01
Tuyau tuyau160	306	147,6	0,03	19,39	0,31	0,75
Tuyau tuyau165	225	184,6	0,03	1,54	0,02	0
Tuyau tuyau87	17,1	101,6	0,03	0,04	0	0
Tuyau 59	100	369,4	0,5	-0,28	0	0
Tuyau 5	367,5	207,8	0,03	0,87	0,01	0
Tuyau 2	52,5	101,6	0,03	0,35	0,01	0
Tuyau 3	49,96	184,6	0,03	0,11	0	0
Tuyau 4	2212	184,6	0,03	24,22	0,25	0,38
Tuyau 6	411	101,6	0,1	35,98	1,23	16,68
Tuyau 1	102,5	290,8	0,03	18,66	0,08	0,03
Tuyau 7	665	147,6	0,03	13,58	0,22	0,4

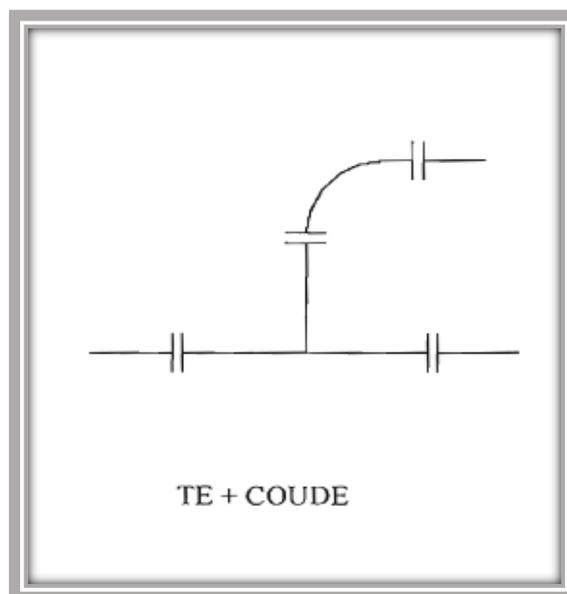
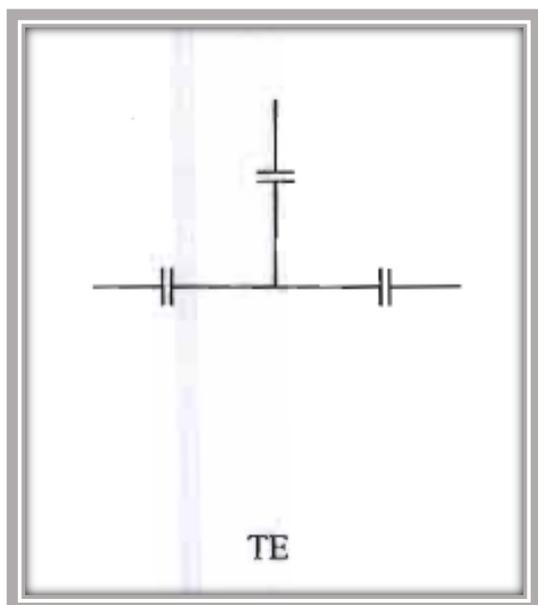
Tuyau 8	1120	184,6	0,03	2	0,02	0
Pompe 35	Sans Valeur	Sans Valeur	Sans Valeur	1100,86	0	-32,73

ANNEXE 5 : Proposition du nouveau réseau



ANNEXE 6 : Images des différentes pièces spéciales





ANNEXE 7 : Devis du nouveau réseau

DEVIS ESTIMATIF ET QUANTITATIF DU NOUVEAU RESEAU					
Désignations	Unités	Quantités	Prix Unitaires		TOTAL
			Fournitures	Posse	
Terrassement					
Tranchée exécutée à la main en terrain rocheux	m3	9411,6		17 000	159 997 200
Fourniture et mise en œuvre de sable	m3	2823,3		8 500	23 998 050
Canalisation					
Canalisation PVC pression PN 10 DE 63	ml	4915	900	800	8 355 500
Canalisation PVC pression PN 10 DE 90	ml	1333	1 900	1 000	3 865 700
Canalisation PVC pression PN 16 DE 110	ml	4903	2 800	1 200	19 612 000
Accessoires					
Manchon Express DN 60	u	8	20 500	1 600	176 800
Manchon Express DN 80	u	2	24 100	1 800	51 800
Manchon Express DN 100	u	7	309 200	2 100	2 179 100
Bride-Emboîtement pour PVC DE 63	u	10	42 900	1 500	444 000
Bride-Emboîtement pour PVC DE 90	u	2	51 600	1 600	106 400
Bride-Emboîtement pour PVC DE 110	u	6	60 000	1 900	371 400
Plaque Pleine DN 60	u	6	10 300	3 200	81 000
Plaque Pleine DN 80	u	2	12 100	4 000	32 200
Plaque Pleine DN 100	u	3	15 600	4 300	59 700
Coude Express au 1/4 DN 60	u	14	51 100	4 000	107 114
Coude Express au 1/4 DN 80	u	5	79 600	4 400	101 605

Coude Express au 1/4 DN 100	u	7	95 200	5 100	130 907
Té Express Tubulure Bride 80x60	u	3	79 600	4 700	93 703
Té Express Tubulure Bride 100x60	u	3	95 200	5 500	111 703
Té Express Tubulure Bride 60x60	u	5	51 100	4 300	72 605
Té Express Tubulure Bride 100x80	u	2	95 200	5 500	106 202
Té Express Tubulure Bride 300x100	u	2	389 100	20 300	429 702
Té Express Tubulure Bride 100x100	u	1	95 200	5 500	100 701
Cône 2 emboitements 90x63	u	3	68 000	1 500	72 503
Cône 2 emboitements 110x63	u	3	92 500	1 700	97 603
Cône 2 emboitements 110x90	u	2	92 500	1 700	95 902
Cône 2 emboitements 400x100	u	7	367 000	18 900	499 307
Grillage avertisseur bleu	ml	11151,3	300	100	4 460 520
Génie civil					
Réalisation de béton de fondation à 250 kg/m3 pour butée	m3	0,2		176 464	35 293
Branchement					
Réalisation des nouveaux branchements	u	5287	130 000		687 310 000
SOUS TOTAL					913 156 220