



**GESTION PATRIMONIALE ET MODELISATION DU RESEAU D'EAU
POTABLE DE LA VILLE DE TABLIGBO – TOGO**

MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGENIEUR 2iE AVEC GRADE DE
MASTER

SPECIALITE : EAU ET ASSAINISSEMENT

OPTION : MANAGEMENT DE L'ENVIRONNEMENT

Présenté et soutenu publiquement le [27 janvier 2021] par

Halidath Olaribigbé Adouke ABIBOU (20170671)

Encadrant 2iE : M. Moussa Diagne FAYE, Assistant de l'enseignement et de la recherche
en Hydraulique, 2iE

Maître de stage : Mme Kossiwa TSIPOAKA, Ingénieure 2iE en Génie Civil et Hydraulique

Structure d'accueil du stage : CONGAT/ICB et ARWP

Jury d'évaluation du mémoire :

Président : **Dr Angelbert C. BIAOU**

Membres et correcteurs : **Dr Roland O. YONABA**

Promotion [2019/2020]

DEDICACES

Au terme de ce parcours, il convient pour moi de dédier ce mémoire à ces personnes, qui m'ont soutenu d'une manière ou d'une autre durant ces années passées au Burkina Faso. Ainsi, ce modeste travail est dédié :

- À mon père et à ma mère ainsi qu'à toute ma famille pour leur soutien indéfectible, leurs prières, et tous les efforts consentis à mon endroit afin que je parvienne à ce niveau ;
- À mon mari, BADAROU Ganiyou pour son soutien tout au long de ce parcours ;
- À la famille MALADE pour son hospitalité durant mon séjour ;
- À la famille DJINANDOU pour son hospitalité durant mon séjour au pays des hommes intègres ;
- À mes ami(e)s pour l'attention et l'affection portées à mon égard ;

ABIBOU Halidath Olaribigbé Adouke

CITATION

« Nous ne pourrons vaincre aucune des maladies infectieuses qui affligent les pays en développement tant que nous n'aurons pas gagné la bataille pour l'eau potable, l'assainissement et les soins de santé de base. »

KOFI Annan,

Diplomate, Economiste, Homme d'Etat,
Homme politique, Humaniste, Scientifique (1938-2018)

REMERCIEMENTS

La rédaction de ce présent mémoire n'aurait été possible sans la participation et les conseils de bon nombre de personnes. Qu'elles trouvent ici l'expression de ma profonde gratitude.

- M. Moussa Diagne FAYE, Assistant de l'enseignement et de la recherche en Hydraulique, 2iE, Encadreur interne de ce mémoire, pour avoir accepté sans hésiter de m'encadrer, pour sa disponibilité sans faille ; ses conseils et ses critiques positives qui ont permis d'améliorer ce travail ;
- Mme Kossiwa TSIPOAKA, Administratrice Générale d'African Rural Water Pro (A.R.W.P), encadreur externe de ce mémoire pour sa disponibilité, sa patience, ses orientations et ses multiples conseils ;
- M. Emile ATIGAKU, Directeur de CONGAT/ICB ;
- M. Landry KAMWA, ING. Génie Civil & Hydraulique ;
- Au personnel de CONGAT/ICB ;
- Au personnel d'ARWP ;
- Au personnel de la TdE ;
- À l'ensemble du corps professoral et administratif de la Fondation 2iE, plus particulièrement à tous ceux qui ont été mes enseignants pour leurs disponibilités ;
- À tous mes amis et collègues de promotion pour les précieux échanges et la solidarité.

À tous ceux cités, et à ceux que j'aurais omis ou qui dans le secret m'ont fait bénéficier de leur aide d'une quelconque manière, infiniment merci.

RESUME

Tabligbo, chef-lieu de la préfecture de Yoto (région Maritime du Togo), bénéficie du renforcement de l'accès à l'eau potable de sa population dans le cadre du Projet d'Amélioration du Service de l'Eau et de l'Assainissement (PASEAT). L'objectif général de notre étude est l'optimisation du fonctionnement des infrastructures existantes sur le réseau d'eau potable de Tabligbo dans la commune de Yoto. Dans ce sens, le présent travail a consisté à collecter les données (Diagnostic et état des lieux), à les traiter, à construire un modèle du réseau existant et à modéliser le fonctionnement du réseau de la ville de Tabligbo à l'aide du logiciel EPANET afin d'avoir une bonne gestion patrimoniale du réseau et connaître la situation actuelle du réseau. Le diagnostic a révélé la vétusté des infrastructures, la non connaissance du patrimoine du réseau, les problèmes de fuites sur le réseau. Le système a été construit en **1979**, il est composé du captage (**03** forages dont **02** fonctionnels et **01** non fonctionnel avec un débit de **100 m³** par forage), **03** châteaux d'eau (**2** de **300 m³** et **01** de **400 m³**), des conduites d'adduction-distribution soient **4,45 km** de conduite d'adduction et **131,496 km** de conduites de distribution, des pompes (3 pompes de 15 KW refoulent vers Tabligbo et 3 pompes de 110 KW refoulent vers les autres zones). La simulation actuelle du réseau nous montre qu'en période de pointe et en période de moyenne consommation on observe une forte pression comprise entre **4 bars** et **10 bars**, également on remarque aussi qu'en ses deux périodes une partie des vitesses sont inférieures à **0,1 m/s**. La période de pose des conduites de la zone de fuite 1 est de **1983**. L'inventaire productif du patrimoine nous a permis d'identifier **17** vannes non fonctionnelles à remplacer, **3** vidanges non fonctionnelles à diagnostiquer et **7** ventouses non fonctionnelles à remplacer. La gestion patrimoniale et la modélisation hydraulique a permis de comprendre le comportement hydraulique actuel du système et les raisons des insuffisances constatées sur le réseau, l'analyse de la situation actuelles afin d'identifier les meilleures solutions à mettre en place pour les résoudre.

Mots clés :

Fuites d'eau, Gestion patrimoniale, Modélisation hydraulique, Réseau existant, Tabligbo.

ABSTRACT

Tabligbo, capital of the prefecture of Yoto (Maritime region of Togo), benefits from the strengthening of access to drinking water for its population as part of the *Projet d'Amélioration du Service de l'Eau et de l'Assainissement* (PASEAT). The general objective of our study is to optimize the operation of the existing infrastructure on the Tabligbo drinking water network in the municipality of Yoto. In this perspective, this study consisted in collecting data (diagnosis and inventory), processing and building a model simulation of the existing network in the city of Tabligbo using the EPANET software in order to strengthen the asset management of the network and develop insight regarding the current situation of the network. The diagnosis revealed the damaged state of the infrastructures, the lack of knowledge of the network's assets, the issues of leaks on the network. The system was initially built in 1979, and is composed of the mobilization infrastructures (03 boreholes including 02 functional and 01 non-functional with a flow rate of 100 m³ per borehole), 03 water towers (2 of 300 m³ and 01 of 400 m³), adduction-distribution pipes, i.e. 4.45 km of supply pipe and 131.496 km of distribution pipes, pumps (3 pumps of 15 KW deliver to Tabligbo and 3 pumps of 110 KW deliver to the other zones). The current simulation of the network shows us that in peak periods and in periods of average consumption we observe a high pressure between 4 bars and 10 bars, also we also notice that in both periods some of the speeds are lower than 0,1 m/s. The period for laying the pipes in leakage zone 1 was 1983. The productive inventory of the heritage enabled us to identify 17 non-functional valves to be replaced, 3 non-functional drains to be diagnosed and 7 non-functional suction cups to be replaced. The asset management and hydraulic modeling made it possible to understand the current hydraulic behavior of the system and the reasons for the shortcomings observed on the network, analysis of the current situation in order to identify the best solutions to be implemented to resolve them.

Keywords:

Asset management, Existing network, Hydraulic modeling, Tabligbo, Water leaks.

LISTE DES ABREVIATIONS

2iE	: Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement
astee	: association scientifique et technique pour l'eau et l'environnement
ARWP	: African Rural Water Pro
CIMAO	: Ciment de l'Afrique de l'Ouest
DPEC	: Direction de la Planification, des études et du Contrôle
GP	: Gestion Patrimoniale
HMT	: Hauteur Manométrique Total
NFD	: Non fonctionnel à diagnostiquer
NFR	: Non fonctionnel à remplacer
NFE	: Non fonctionnel à entretenir
ODD	: Objectif du Développement Durable
OMS	: Organisation Mondiale de la santé
PASEAT	: Projet d'Amélioration du Service de l'Eau et d'Assainissement de la commune de Tabligbo
PDC	: Plan de Développement Communale
PND	: Programme national de développement
PVC	: Polychlorure de Vinyle
QGIS	: Quantum GIS
RGPH	: Recensement Général de la Population et de l'Habitat
SIG	: Système d'Information Géographique
SPEAU	: Société de Patrimoine Eau et Assainissement en milieu Urbain et semi urbain
TDE	: Togolaise des eaux
WACEM	: Cimenterie du groupe indien

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation de la zone d'étude	3
Figure 2 : Répartition des zones de fuite sur le réseau (ZF1)	18
Figure 3 : Répartition de l'altitude sur le réseau	33
Figure 4 : Répartition des diamètres sur le réseau	34
Figure 5 : Répartition des pressions sur le réseau à 16h	35
Figure 6 : Répartition des pressions sur le réseau à 6h	35
Figure 7 : Répartition des vitesses sur le réseau à 16h.....	37
Figure 8 : Répartition de la vitesse sur le réseau à 6h.....	38
Figure 9 : Répartition des débits sur le réseau à 16h.....	39
Figure 10 : Répartition des débits sur le réseau à 6h.....	39

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Caractéristique des forages.....	8
Tableau 2: Récapitulatif du matériel et logiciels utilisés	17
Tableau 3: Explication représentatifs des niveaux de la GP du fichier inventaire de l'ASTEE	17
Tableau 4: Valeurs d'ILC acceptables par rapport au type de réseau	19
Tableau 5 : Valeurs de référence de l'ILP.....	19
Tableau 6: Caractéristiques réelles des pompes de refoulement.....	21
Tableau 7: Tranches de fonctionnement des pompes de refoulement et adduction.....	21
Tableau 8: Récapitulatif et justification des paramètres renseignés sur EPANET	23
Tableau 9 : Rendement globale du réseau.....	25
Tableau 10 : Récapitulatif des coefficients	25
Tableau 11 : Estimation du sous comptage en fonction de l'âge du compteur.....	26
Tableau 12 : Consommation moyenne de la ville	26
Tableau 13 : Estimation de la population.....	27
Tableau 14 : Résultats issues de l'hypothèse	27
Tableau 15 : Informations générales	29
Tableau 16 : Diamètres des conduites de refoulement Conduite (F1F2F3- Bâche)	32

LISTE DES GRAPHIQUES

Graphique 1 : Pluviométrie mensuelle moyenne	5
Graphique 2 : Différentes activités économiques de Tabligbo	6
Graphique 3 : Volume produit et distribué en 2019.....	26
Graphique 4 : Répartition des diamètres sur le réseau	29
Graphique 5 : Etat des vannes	30
Graphique 6 : Etat des ventouses	31
Graphique 7 : Etat des vidanges.....	31
Graphique 8 : Analyse comparative des pressions à 6 h et 16 h	36
Graphique 9 : Analyse comparative des vitesses à 6h et 16h.....	38

LISTE DES PHOTOS

Photo 1 : Les composants du réseau de Tabligbo	11
Photo 2 : Etat des lieux du réseau	12

SOMMAIRE

DEDICACES	i
CITATION	ii
REMERCIEMENTS	iii
RESUME.....	iv
ABSTRACT	v
LISTE DES ABREVIATIONS	vi
LISTE DES FIGURES.....	vii
LISTE DES TABLEAUX.....	viii
LISTE DES GRAPHIQUES	ix
LISTE DES PHOTOS	x
I. INTRODUCTION	1
II. PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL ET DE LA ZONE D'ETUDE...	2
II.1. Présentation de la structure d'accueil	2
II.2. Présentation de la de la zone d'étude.....	2
III. PRESENTATION DU PROJET	7
III.1. Contexte et problématique	7
III.2. Objectifs de l'étude	7
III.3. Description du système	8
III.4. Diagnostic/ état des lieux	11
IV. METHODOLOGIE DE CONCEPTION	12
IV.1. Estimation des besoins.....	12
IV.2. Collecte des données.....	14
IV.3. Le travail de bureau	16
IV.4. Gestion patrimoniale : canevas inventaire	17
IV.5. Modélisation	20
IV.6. Récapitulatif.....	23
V. RESULTATS ET DISCUSSIONS	25
V.1. Résultats de l'estimation des besoins en eau	25
V.2. Résultats de la gestion patrimoniale	27
V.3. Conduites du réseau de refoulement – caractéristiques.....	32
V.4. Résultats de la simulation actuelles	33
VI. CONCLUSION ET RECOMMANDATION	40
ANNEXES	42

I. INTRODUCTION

L'enjeu principal des services d'eau potable est aujourd'hui de préserver ses réseaux, de réduire les fuites et ainsi d'apporter un service en quantité et en qualité à ses populations. Pour atteindre les ODD le gouvernement togolais a mis sur pieds le Programme National de Développement (PND) qui vise à améliorer l'accessibilité de l'eau potable de sa population dont le principale objectif d'ici 2022 est de porter le taux de desserte en eau potable à 68% sur le plan national . Pour y parvenir, les services en charge se doivent d'assurer l'entretien des réseaux, de conduire les réparations et le renouvellement des réseaux, afin de garantir, la continuité de service en qualité et quantité de l'eau distribuée, tout en conservant un prix de l'eau économiquement acceptable pour l'usager. La gestion patrimoniale renvoie à des questions techniques, mais également à une stratégie politique et financière : se donner les moyens d'investir aujourd'hui dans la maintenance du réseau permettra au service de l'eau, et donc à ses usagers, de réaliser des économies à l'avenir. La gestion patrimoniale des systèmes d'eau au Togo est aujourd'hui à mettre en place. C'est un effort que portent la Société de Patrimoine Eau et Assainissement en milieu Urbain et semi urbain (SP-EAU) et la Togolaise des eaux (TdE) au niveau national.

Mais notons que, la gestion patrimoniale est une approche à long terme qui tient compte de l'état du patrimoine tout au long de son cycle de vie dans le but d'assurer le niveau de performance requis avec un facteur de risque donné, le tout dans un contexte économique contraint. Dans le cas du système d'alimentation en eau potable du Togo, cela peut donc se définir comme un processus de planification visant l'optimisation et se traduisant par un ensemble d'actions à entreprendre à court, moyen et long terme.

Sur l'ensemble du territoire, les usagers souhaitent bénéficier d'un service de qualité adapté à leurs besoins tout au long de l'année. Pour permettre aux exploitants de remplir l'ensemble des exigences des abonnés tout en étant rentables, la connaissance du réseau de distribution est essentielle. Le réseau de canalisation représente la majeure partie de la valeur patrimoniale des installations d'un service d'alimentation en eau potable. Une gestion efficace dépend du niveau d'information disponible sur le patrimoine. A cet effet, la commune de Tabligbo intégrée après la décentralisation à la nouvelle commune de Yoto1 a initié le Projet d'Amélioration des Services de l'Eau et de l'Assainissement dans la ville de Tabligbo avec l'appui des partenaires nationaux et de l'association Experts-Solidaires, et TdE. Il en est ressorti la nécessité de mettre en place une gestion patrimoniale du réseau d'eau potable de la ville et un outil d'aide à cette gestion, à travers une étude permettant de planifier les investissements en cohérence avec le développement de la ville.

II. PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL ET DE LA ZONE D'ETUDE

II.1. Présentation de la structure d'accueil

Le Projet d'Amélioration du Service de l'Eau et de l'assainissement de Tabligbo (PASEAT), a pour objectif d'améliorer les conditions de vie de la population de Tabligbo en améliorant durablement l'accès à l'eau potable dans la ville. Une convention de partenariat opérationnelle par phase a été signée entre la commune de Tabligbo en tant que maître d'ouvrage, la SP EAU en tant que maître d'ouvrage délégué, la TdE en tant qu'exploitant des infrastructures et Expert-Solidaire dont le représentant au Togo est ONG CONGAT/ICB (qui assure la coordination du projet) et le bureau d'études ARWP (qui assure la mise en œuvre technique du projet).

Plan juridique : La société African Rural Water Pro (ARWP) est une entreprise sociale de droit togolais, créée le 27 Septembre 2016 sous le régime d'établissement individuel.

L'administration d'ARWP est assurée par l'Administratrice Générale, Mme Kossiwa TSIPOAKA, Ingénieure 2iE en Génie Civil et Hydraulique.

Domaine d'intervention : ARWP est spécialisée dans les domaines de l'eau et de l'assainissement, de l'hydraulique et du développement local.

Dans ces domaines, elle réalise les prestations d'études, contrôles et suivi techniques, gestion de projets et autres. ARWP dispose d'un réseau de consultants, hydrauliciens, sociologues, techniciens supérieurs en génie civil et rural, économistes, agents de promotion sociale etc.

II.2. Présentation de la de la zone d'étude

♦ Situation géographique

La ville de Tabligbo, chef-lieu de la commune de Yoto1, est située dans la région maritime, au sud-est du Togo, à environ 75km de la ville de Lomé (capitale du Togo). Elle couvre une superficie de 10km² et est limitée au Nord par le canton de Kouvé, au Sud par le canton de Nome, à l'Est par les cantons de Kini Kondji et Amoussimé, et à l'ouest par le canton d'Ahépé. Avec une population estimée à environ 27 700 habitants (Document projet Tabligbo 2018), elle est composée de vingt-cinq (25) quartiers. La ville abrite une cimenterie du groupe indien WACEM, sur la base de l'ancienne entreprise CIMAO (Ciment de l'Afrique de l'Ouest). La population de la commune de Tabligbo se compose aujourd'hui d'un grand nombre de groupes sociolinguistiques. Le peuplement est composé des Ewé (majoritaire), Adja, Kabye, Kotokoli, Nago, Haoussa, peulh et Zarma. Ces différents groupes ethniques occupent différemment le territoire de la commune, sans cependant pouvoir identifier clairement cette répartition. Les différentes religions pratiquées sont l'animisme, le christianisme (les

catholiques, les protestants, les assemblées de Dieu, les baptistes, les célestes, les pentecôtistes...) et l'islam.

La population de Tabligbo est fortement agricole. Toutes les couches sociales s'adonnent à l'agriculture qui est surtout développée sur les terres des quartiers périphériques. Les produits cultivés sont essentiellement le maïs, le manioc, le palmier à huile, etc. On peut repérer la ville de Tabligbo par les coordonnées (6° 35' 00" nord, 1° 30' 00" est)

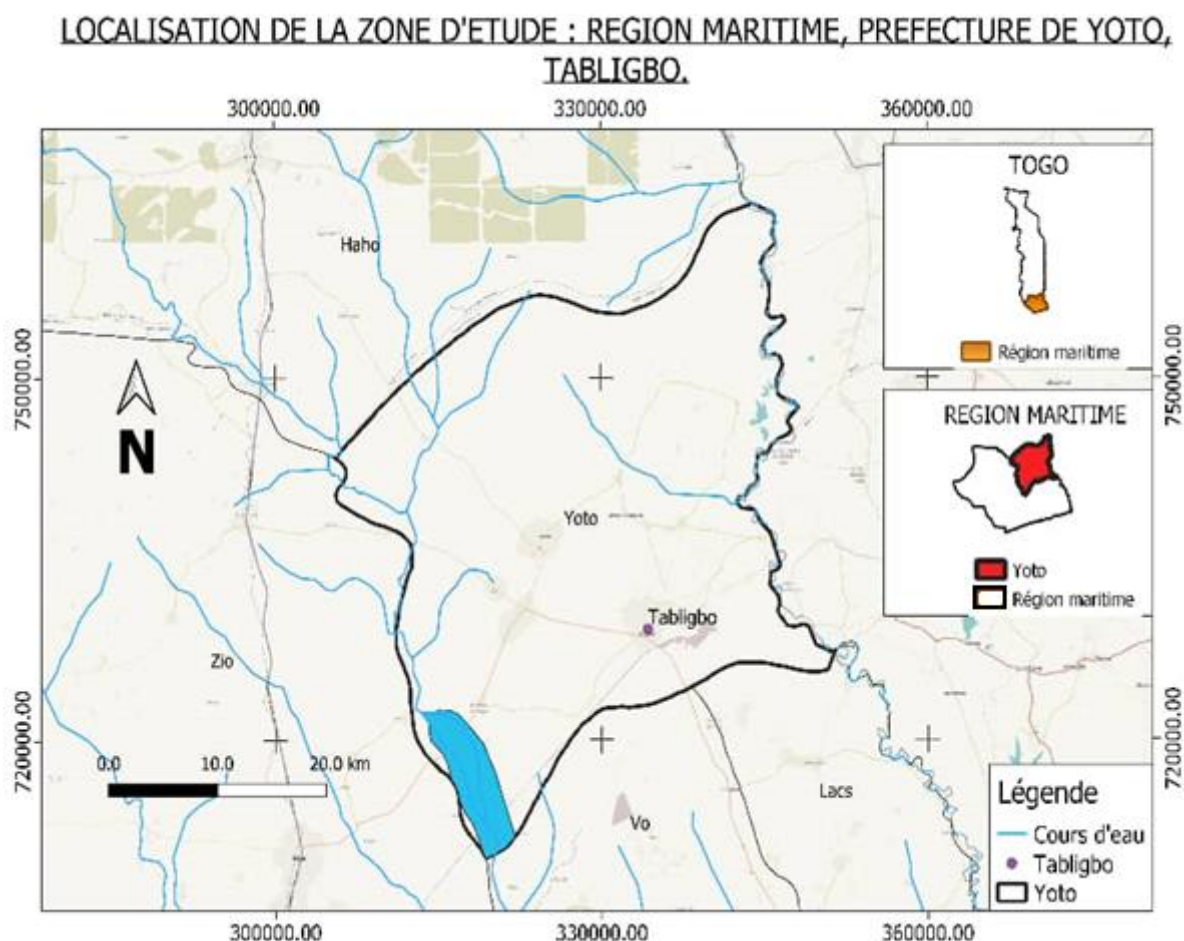


Figure 1 : Localisation de la zone d'étude

◇ Etude Topographique

La topographie du terrain joue un rôle très important dans les écoulements gravitaires et impose le plus souvent le tracé du réseau qui doit suivre le terrain naturel. En plus pour les écoulements sous pression, la topographie est déterminante en ce sens qu'elle permet d'avoir une idée sur l'emplacement de notre réservoir en fonction de la charge requise. Le relief, le sens d'écoulement sont aussi des éléments topographiques et morphologiques nécessaires à l'analyse hydrologique. La ville est située dans la dépression de la plaine de Kouvé, ce qui explique en partie que la plupart des quartiers de la commune soient soumis à une forte pression

de l'érosion. La commune s'étend à des altitudes comprises entre 35 et 80 m au-dessus du niveau de la mer, altitudes croissantes sur un axe Sud-est/Nord-ouest. Il n'existe pas de cours d'eau dans la commune mais certains bas-fonds se trouvent dispersés dans la ville, notamment du fait des eaux de ruissellement.

◇ **Contexte Géologique**

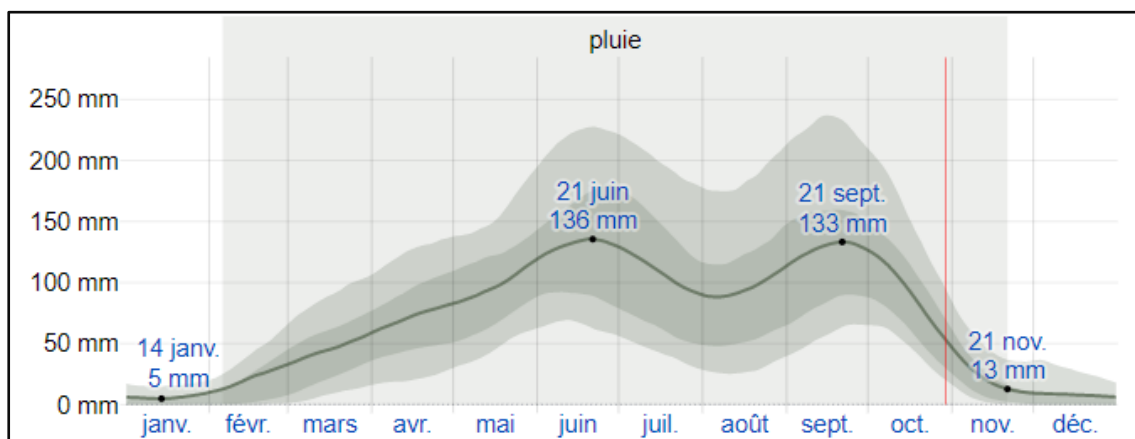
Le sol dans la commune de Tabligbo est un sol sablonneux et surtout argileux, de couleur ocre. Le sol et le sous-sol regorgent de minerais comme le calcaire ou la latérite, tous exploités. Il est soumis à l'érosion et donc très accidenté sur les routes non aménagées, surtout lorsque les pluies tropicales s'abattent sur la ville. C'est un problème majeur puisque les habitants tentent de combler ces trous grâce à leurs déchets solides. La problématique des inondations est également très présente et a souvent été évoquée par les autorités des quartiers centraux de Tabligbo (Zongo, Akpadja Kondji, ...) lors des enquêtes de terrain. Les quelques caniveaux en place ne permettent pas de soutenir les fortes pluies. Ces inondations contribuent au ravinement des routes et à la destruction d'habitations non construites en matériaux permanents

◇ **Hydrographie Et Climat**

La commune de Tabligbo jouit d'un climat de type tropical humide. Le climat de la région comporte deux éléments : un vent chaud et sec de Nord-Est apporté par les hautes pressions de décembre à janvier (harmattan), et un vent chaud et humide (mousson) du Sud-Ouest qui dure généralement de juin à septembre

On y distingue quatre saisons étalées de façon alternée sur toute l'année. Avec les effets des changements climatiques, ces saisons subissent actuellement de légères modifications, toutefois, dans l'ensemble, elles se présentent comme suit :

- Une grande saison sèche de novembre à mars ;
- Une grande saison pluvieuse d'avril à juillet ;
- Une petite saison sèche entre juillet et août ;
- Une petite saison pluvieuse d'août à novembre.



Graphique 1 : Pluviométrie mensuelle moyenne

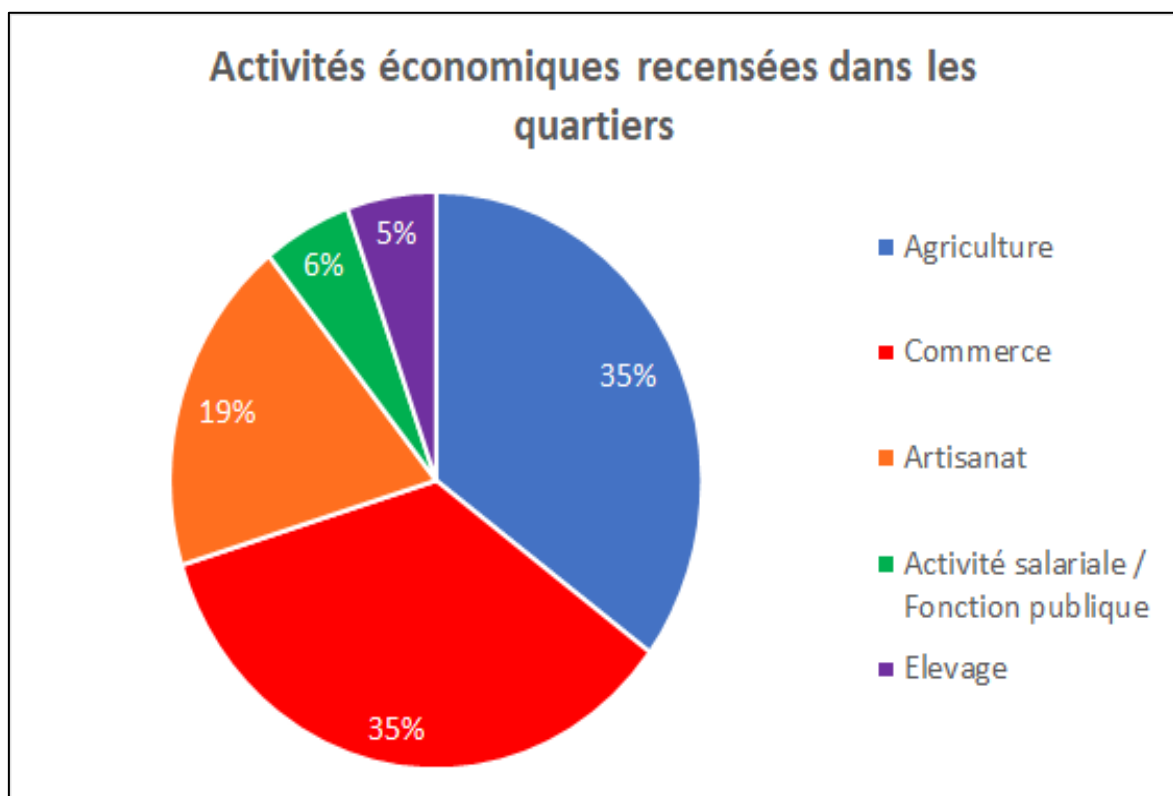
Source: <https://fr.weatherspark.com/y/45793/Météo-habituelle-à-Tabligbo-Togo>

Les précipitations atteignent environ 1500 mm par an, inégalement réparties sur l'année. Les températures minimum et maximum s'étalent en général de 22°C à 35°C, et est rarement inférieure à 19°C ou supérieure à 36°C.

◇ Situation Socio-Economique

L'agriculture et le commerce sont les principales activités économiques de Tabligbo (Graphique 2). Elle est pratiquée dans la majorité des quartiers, à l'exception d'Afonouvi Kome, Zongo et Dépôt qui sont fortement urbanisés. Selon le PDC, il s'agit d'une agriculture de subsistance traditionnelle et extensive. Le commerce est la seconde activité économique de Tabligbo. Il est peu représenté dans les quartiers périphériques, avec seulement quelques revendeurs de produits agricoles. Dans les quartiers urbanisés, on trouve de nombreux étales de produits alimentaires et manufacturés. C'est notamment le cas dans les quartiers de Zongo et d'Afonouvi Kome. L'artisanat est présent dans les quartiers urbains. Il représente la principale activité économique d'Akpadja Kondji et Wogba Kondji et est presque absent des zones périphériques. Dans les quartiers de Zébé et Dépôt, l'activité salariale et la fonction publique sont les activités les plus développées. Enfin, on peut noter la présence d'élevage de subsistance pratiqué par les ménages dans l'ensemble des quartiers. Il est également à noter la présence d'une cimenterie en périphérie de la ville. L'usine de la WACEM emploie une partie de la population et loge ses ouvriers dans les quartiers de Cité A et Cité B. Ces deux quartiers, résidentiels, sont donc dépourvus d'autres activités économiques. Tabligbo compte deux marchés. Le nouveau marché situé à Aziabou Kome est ouvert chaque mercredi. Il attire les populations des préfectures environnantes avec plus de 3000 usagers selon les informations

récoltées auprès de la mairie et du PDC (Document projet Tabligbo 2018). Bien que moins fréquenté, l'ancien marché situé en centre-ville est ouvert toute la semaine.



Graphique 2 : Différentes activités économiques de Tabligbo

Source : Document projet Tabligbo 2018

III. PRESENTATION DU PROJET

III.1. Contexte et problématique

L'approvisionnement en eau constitue à la fois une mission et une préoccupation majeure pour les communes du Togo. Selon le (Plan de Développement de la Commune de Tabligbo, 2017), seuls 20% des ménages disposent d'une source d'eau dans leur concession. Parmi celles-ci, environ 52% sont des sources de qualité douteuse (puits non protégés, impluviums, etc.). Les autres ménages, soit 71,80% de l'ensemble, doivent se déplacer pour s'approvisionner. Ainsi, plus de 24% des habitants de la ville de Tabligbo parcourent plus de 200m ou mettent plus de 15 minutes pour accéder à des points d'eau potable (recommandation minimales fixées par l'OMS). Dans la plupart de ces communes, il n'y a pas d'actions précises à l'endroit des populations. La gestion patrimoniale des systèmes d'eau au Togo est aujourd'hui à développer. C'est un effort que porte la SPEAU au niveau national, mais qui reste encore sous utilisée au niveau des centres locaux de la TdE. Les différents partenaires dont Experts Solidaires a donc décidé d'accompagner la TdE à améliorer ces équipements afin de répondre efficacement à la demande, d'améliorer le fonctionnement hydraulique au travers du PASEAT. L'inventaire et la connaissance du patrimoine aléatoires, Indicateurs de performance limités et assez peu fiables (rendement), les pertes énormes dues aux nombreuses fuites, l'état vétuste du réseau, très faible connaissance du réseau, problèmes de pressions, le réseau hydraulique présentant de faibles performances, le projet PASEAT vient en appui pour pallier à ses problèmes.

Afin d'identifier les insuffisances du réseau et les options viables à mettre en œuvre pour optimiser l'exploitation du réseau d'eau potable tout en garantissant la fourniture de l'eau potable en quantité et qualité avec une pression suffisante à la population de Tabligbo, il est proposé de mettre en place une gestion patrimoniale du réseau qui contribue en premier lieu à faire l'inventaire du réseau et une modélisation du réseau pour répondre à des questions sur le fonctionnement hydraulique du réseau mais également de planifier des actions bien réfléchies dans le but d'améliorer les performances et d'anticiper les pannes répétitives sur le réseau.

III.2. Objectifs de l'étude

L'objectif global de cette étude est l'optimisation du fonctionnement des infrastructures existantes sur le réseau d'eau potable de Tabligbo dans la commune de Yoto.

OBJECTIFS SPECIFIQUES

Pour atteindre notre objectif global, nous aurons de façon spécifique à :

- Améliorer la connaissance sur la gestion patrimoniale des réseaux d'eau ;

- Vérifier et analyser le fonctionnement du réseau,
- Définir les travaux à mettre en place pour faire face à la situation actuelle et future définies

RESULTATS ATTENDUS

- L'inventaire productif du patrimoine du réseau d'eau potable est fait
- La construction d'un modèle du réseau, modéliser et simuler le réseau est réalisée
- Les actions à mener à court et moyen terme sont détaillées et seront proposées pour remédier aux dysfonctionnements ou insuffisances constatées

III.3. Description du système

La TdE, Société Togolaise des Eaux, est chargée de fournir l'eau potable en milieu urbain. Avec la mise en place de la Société du Patrimoine de l'Eau, son rôle se limite aujourd'hui à la fonction d'exploitation du système d'Alimentation en Eau Potable. La ressource est prélevée dans l'aquifère Maestrichtien en 1979. La zone autour des forages est non clôturée et est cultivée par les populations autochtones mais l'utilisation de l'engrais y est interdite. Le système a été construit en 1979, et depuis lors, il n'y a vraiment pas eu de grands changements sur le réseau. Le système (Annexe XII : Schéma synoptique du réseau Tabligbo) est composé du captage (03 forages dont 02 fonctionnels et 01 non fonctionnel), 03 châteaux d'eau, Des conduites d'adduction-distribution soient 4,45 km de conduite d'adduction et 131,496 km de conduites de distribution alimentent 327 bornes fontaines payant, 3 bornes fontaines gratuit et desservent 1396 branchements privés ainsi que des services administratifs et professionnels.

♦ Le captage

La ressource utilisée est l'eau souterraine. Le système dispose de 03 forages F1, F2 et F3 sur le site de TANNOU et conduite d'eau brute ainsi que des installations électriques. Seuls F1 et F2 sont équipés, fonctionnels. L'eau souterraine est prélevée dans le maestrichtien et est refoulée avec des pompes immergées dans le centre de production. La production de l'eau distribuée à Tabligbo s'effectue par le pompage d'eau brute de 03 forages avec un débit respectif d'environ 100m³/h. Deux seulement sont utilisés, le troisième est non fonctionnel. Situés à 4 km de Tabligbo, dans le village de Tannou, ceux-ci ont une profondeur moyenne de 108m.

Les forages sont connectés aux châteaux d'eau au travers des conduites qui fonctionnent en adduction et en adduction-distribution ; ils sont équipés de pompes comme présenté par (le tableau 1) ci-dessous.

Tableau 1 : Caractéristique des forages

NOM	F3	F1	F2
PROFONDEUR	123	102,75	100,95
DEBIT_m3/h	128	130	127
ND (m)	27	46	29
NS (m)	7,7	13	7
ZTN (m)	21.00	32.00	31.00
ANNEE_POSE	1985	1979	1979
DEBIT_m3/h	128	130	127
HMT	80.00	100.00	70.00
MARQUE_P	Grundfos SP95-9N	Grundfos SP95-9N	Grundfos SP95-9N
P_KW	48.00	34.40	34.50

♦ Les châteaux d'eau

Le réseau de Tabligbo dispose de 03 châteaux d'eau fonctionnels : KOUVE (400 m³, installé en 1979), Bonelec (300 m³, installé en 1979) et Tabligbo (300m³, installé en 1978). La capacité de stockage de ces 03 châteaux d'eau est de 1000m³, ce qui représente actuellement moins d'une journée de production moyenne (2429m³/ j).

Plusieurs points compliquent l'utilisation optimale des volumes stockés dans l'objectif de maintenir un service continu et une pression suffisante dans les réseaux de distribution alimentés par les châteaux d'eau.

- Le déséquilibre entre les volumes stockés et la demande en eau,
- Les coupures d'électricités et les dysfonctionnements des équipements affectant la production au niveau des forages F1 et F2,
- L'absence de mesure et de connaissance fiable du niveau d'eau dans les châteaux d'eau afin de mieux gérer la production selon des plannings

Les informations concernant les châteaux d'eau sont présentées dans le (Tableau 8)

♦ Les conduites de distribution

Le réseau s'étend sur 149 km : 4km d'adduction en fonte avec 02 points de branchements et 145 km de distribution (dont 27km en fonte, 16 km en PEHD et 106 km en PVC). Les conduites de refoulement et d'adduction sont celles qui transportent l'eau des forages aux châteaux. Elles représentent respectivement 4450 ml et 129 941ml de réseau et datent pour la plupart de l'installation du réseau (1979).

♦ Station de traitement

La station de traitement des eaux de Tabligbo permet de rendre potable l'eau brute pompée depuis Tannou pour l'alimentation du réseau de la ville. Elle se trouve à 4,45 km du lieu de captage. Une fois pompée, cette eau acide riche en CO_2 est acheminée via une conduite en fonte de diamètre 250 mm vers l'usine de traitement. L'eau traitée est stockée dans 02 bâches de 300 m^3 chacune puis refoulée à l'aide de 02 électropompes vers 02 réservoirs de 300 m^3 . La consommation moyenne dans la ville est de 80 000 m^3 par mois.

◊ **Autres sources d'approvisionnement en eau**

De nombreuses personnes ont recours à l'eau des puits et des forages privés pour l'eau de boisson. Or, cette eau est non protégée contre les contaminations possibles des fosses de toilettes non étanches, de la défécation à l'air libre et des intrants chimiques utilisés dans la zone.

◊ **Qualité de l'eau**

La majorité des problèmes de santé liés à l'eau résultent d'une contamination microbienne. Toutefois, la contamination par des produits chimiques de l'eau de boisson peut aussi entraîner un certain nombre de problèmes graves pour la santé.

A Tabligbo, grand nombre de la population consomme l'eau de puit contaminée et qui entraînent des troubles digestives et intestinales. Ces indigestions, dues à la contamination des eaux par les fèces humaines ou animales représentent le plus grand risque sur le plan microbien, peuvent être une source de bactéries, de virus, de protozoaires et d'helminthes pathogènes. Notons que, dans certains quartiers l'eau des puits et même de certains forages sont très salés compte tenu de l'intrusion saline. Le rôle de l'eau dans la transmission de maladies est connu. Il importe de garantir en permanence sa qualité, en premier lieu, pour des raisons de santé publique.



Château d'eau



Pompe de refoulement



Forage

Photo 1 : Les composants du réseau de Tabligbo

III.4. Diagnostic/ état des lieux

La production de l'eau distribuée à Tabligbo s'effectue par le pompage d'eau brute de 3 forages avec un débit respectif d'environ 100 m³/h. Deux seulement sont utilisés, car les pompes du troisième sont en panne. Le réseau géré par la Togolaise des Eaux couvre majoritairement le centre de la commune de Tabligbo (Afonouvi Kome, Zongo, Agbo Kome). Il s'étend ensuite quelque peu pour atteindre les zones semi-urbaines de manière plus disparate alors que les quartiers périphériques ne sont pas alimentés, hormis les quartiers profitant du passage d'une conduite de distribution vers une zone hors des limites de la ville.

Le réseau de la ville rencontre de nombreuses difficultés, de par sa vétusté (Réseau mis en place vers 1979), puis de par la présence de fuites non détectées (le réseau traversant brousse et zones marécageuses) et enfin de par la maintenance insuffisante du réseau et de ses installations (Photo 2). La TDE de Tabligbo connaît plusieurs difficultés dans l'exploitation du service. L'on peut noter : un taux de pertes élevés, un manque de connaissance des informations de production et de distribution, un coût élevé de fonctionnement, une faible couverture du réseau très faible connaissance du réseau, pas de culture de la cartographie, utilisation de données papier peu exploitable, problèmes de pressions, Taux de fuite importante, équipement défectueux, Les données existantes du réseau sont incomplètes. Les fiches des interventions techniques sont remplies partiellement.



Armoire de commande des forages
défectueuse



Anti béliet installé depuis 1978,
risque d'accident



Canalisation mis à nue



Manomètre défectueux



Fuite sur le réseau

Photo 2 : Etat des lieux du réseau

IV. METHODOLOGIE DE CONCEPTION

L'aboutissement de ce travail a été rendu possible grâce au suivi d'une structuration bien définie. Le travail consistera entre autres à :

- Faire la collecte des données,
- Faire le traitement des données,
- Compiler l'ensemble des données dans un fichier Excel basée sur le modèle de fichier de l'astee pour réaliser l'inventaire du réseau,
- Obtenir le modèle en fichier INP,
- Simuler le réseau sur EPANET,
- Évaluer financièrement le projet ;

Pour atteindre efficacement les objectifs visés par le projet, notamment la réalisation d'une bonne mise en place de la gestion patrimoniale, une méthodologie a été élaborée et suivie. Elle est sommairement abordée dans les points qui suivront afin de donner, un aperçu des conditions d'exécution du travail.

IV.1. Estimation des besoins

◇ Données démographiques

La population bénéficiaire du projet est estimée à 89165 habitants en 2010 (recensement général de la population et de l'habitation en 2010), avec un taux d'accroissement de 2,4 %.(INSEED, TOGO). Pour déterminer la population à l'horizon du projet (2025), nous allons appliquer un modèle de croissance géométrique où le taux de croissance est proportionnel à la population et au temps.

La formule ci-après de Thomas MALHUS a été utilisée :

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

P_n =Population à l'année projetée ;

P_0 = Population à l'année de référence ;

α = Taux d'accroissement de la population,

n = Nombres d'année

Le besoin en eau d'un usager est ce qu'il consommerait en dehors de toute contrainte économique. Dans la conception des systèmes, c'est une simple allocation de quantité d'eau fixée par les pouvoirs publics ou le projecteur.

◇ Abonnés privés

Le réseau de Tabligbo dessert au total mille trois cent trente-trois (1333) branchements, chiffre des rapports de l'agence pour l'année 2019. Au cours de l'année 2019, 16 branchements sont effectués. Nous estimons le nombre de personne par branchement privé à 15 Personnes, avec une consommation spécifique de 40l/j/hab. (Source, TdE 2019).

◇ **Branchements administratifs**

La consommation par abonné administratif est de 90 m³/an et croît avec la population de la commune avec une consommation de 0,8 m³/an. La consommation journalière des branchements administratifs sera de 31634 m³ par an avec 50 branchements en 2025.

◇ **Bornes fontaines**

Trois cent trente (330) bornes fontaines sont construites dont trois (3) sont gratuites et trois cent vingt-sept 327 sont payantes. Le nombre de personnes par borne fontaine est projeté à 200 Personnes, avec une consommation spécifique de 20l/j/hab.

Le nombre d'habitants par bornes fontaines a été estimé en se basant sur la répartition spatiale et sur la base des données des différents fontainiers. La distance maximale de 500 m que devra parcourir un habitant pour trouver une borne fontaine. Tout en tenant compte des questions de sécurité, en évitant que les habitants ne traversent les grandes voies pour accéder aux bornes fontaines. (Source TdE, 2019)

◇ **Besoins moyens journalier**

Le besoin moyen journalier permet de suivre l'évolution de la consommation, sa détermination dépend de deux paramètres, la consommation spécifique moyenne et la population.

$$B_{jm} = \frac{C_s}{1000 \times P_n}$$

Avec :

B_{jm} : consommation moyenne journalière exprimée en m³/j

C_s : consommation spécifique en l/hbt/j

P_n : Population à l'année n.

◇ **Demande de production du jour de pointe**

C'est la quantité d'eau à pouvoir en situation de pointe (saisonnière et journalière) en intégrant les pertes en eau du réseau. Ce besoin de pointe a été calculé pour chaque quartier à partir de la demande 2019 et du coefficient de perte (C_{perte}).

$$B_{jp} = C_{pj} \times B_{jm} \times C_{perte}$$

Avec :

B_{jm} : consommation moyenne journalière exprimée en m³/j

C_{pj} : coefficient de pointe journalière

C_{perte} : coefficient de perte

◇ Débit moyen horaire

C'est le rapport entre la demande de production du jour de pointe et le temps de distribution T (en heures).

$$Q_{mh} = B_{jp} \times T_1$$

Avec :

Q_{mh} : débit moyen horaire (m^3/h)

B_{jp} : consommation journalière de pointe exprimée en m^3/h

T_1 : temps de distribution borne fontaine (h).

◇ Débit de pointe horaire

Le débit de pointe horaire noté Q_{ph} est le produit du débit moyen horaire et du coefficient de pointe horaire C_{ph} . C'est le débit de dimensionnement du réseau de distribution.

$$Q_{ph} = Q_{mh} \times C_{ph}$$

Avec :

Q_{ph} : exprimé en m^3/h

Q_{mh} : débit moyen horaire (m^3/h)

C_{ph} : coefficient de pointe horaire

✚ Coefficients de pointes et de pertes

Pour tenir compte des habitudes et des comportements en matière d'utilisation d'eau potable, il est retenu les coefficients de pointe suivants :

◇ Le coefficient de pointe journalière

$$C_{pj} = \frac{D_{jp}}{D_{jmp}}$$

C'est le rapport de la consommation journalière de pointe sur la consommation journalière moyenne du mois de pointe. En général compris entre 1,05 et 1,15

◇ Le coefficient de pointe horaire

Ce coefficient est généralement pris entre 2 et 2,5 pour les villes ayant des populations entre 10 000 et 50 000.

IV.2. Collecte des données

Un inventaire du patrimoine ne nécessite pas forcément une étude spécifique. Dans tous les cas, la traçabilité sur la précision ou la provenance d'une information est tout aussi importante que l'information elle-même. C'est l'étape la plus longue et la plus difficile pour mener à bien un

bon inventaire du réseau, et aussi la plus importante. Certaines difficultés ont été rencontrées lors de la collecte de données :

- données non disponibles sous forme directement exploitable : les fonds de plans n'existent pas en fichiers numériques.
- données incomplètes ou inexistantes (réseau secondaire) : c'est le cas pour les données essentielles (diamètre, organes hydrauliques, etc.) aux conduites secondaires et pour certaines données relatives à toutes les conduites (date de pose, protection, ...).

◇ **Recherche documentaire**

Cette méthodologie a consisté en la collecte d'informations techniques et de documents préexistants sur la zone d'étude dans la salle d'archivage de la TdE à Cacaveli, une revue des connaissances bibliographiques relatives à Tabligbo, la collecte des données relatives à l'adduction d'eau potable, les différentes études effectuées au Togo par des projets qui ont eu à traiter des problèmes d'alimentation en eau semblables à celui de Tabligbo. Aussi, des documents disponibles à la bibliothèque de la structure d'accueil ont été utiles. Le regard a également été tourné vers des sites internet, la bibliothèque 2iE et des personnes ressources

◇ **Sortie terrain et collecte des données complémentaires**

Tout projet d'inventaire des ressources patrimoniales nécessite un travail de terrain pour vérifier les données collectées et compléter la base de données. Ce travail consiste à faire des vérifications ayant pour objectif de s'assurer que les plans du réseau sont à jours et disponibles, que le SIG est complet, que les caractéristiques des organes et appareils sont à jours, etc. Pour cela, on procède aux travaux suivants:

- Sondages ciblés pour mettre à jour : les diamètres des conduites, le linéaire des conduites, l'année de pose et la provenance, l'état actuel des conduites, les diamètres et l'état des organes du réseau, etc.
- Entretien avec le chef d'agence (responsable de l'exploitation du réseau d'eau potable à Tabligbo), et celui de la Société du Patrimoine Eau et Assainissement en milieu Urbain et Semi-urbain (SP-EAU) S.A ;
- Contrôle in situ de toutes les données accessibles sur le terrain par visite et simple constatation superficielle ;
- Entretien avec les responsables communaux (Mairie de Yoto1) ;
- Visites des différents ouvrages du réseau et échanges avec les acteurs correspondants ;
- Vérifier que certaines données contenues dans les couches SIG correspondent aux données réelles du terrain ;

- Relève des informations et données techniques des ouvrages et équipements dont les informations n'ont pas été trouvées lors de la recherche documentaire ;
- Connaître l'état de fonctionnement des équipements et ouvrages du réseau ;

◊ **Données géographiques et topographiques**

La reconnaissance du site passe aussi par la collecte des données de situation. Ces données permettent d'avoir une meilleure appréhension de la zone étudiée, de faciliter le tracé du réseau et l'implantation des différents points (château d'eau, bornes fontaines, etc.). Les différentes coordonnées ont été obtenues au GPS Garmin 62 S, les côtes et les différentes courbes de niveaux à partir du logiciel Qgis.

IV.3. Le travail de bureau

L'objet de cette phase est de faire l'analyse et la synthèse des informations de la recherche documentaire et des enquêtes sur le terrain, le tri des informations obtenues de la recherche documentaire et la rédaction du rapport. Pour mener à bien cette étude, il a été question pour nous de faire :

- rechercher des informations dans les dossiers de projets, les décomptes de travaux, les archives communales, etc. ;
- faire appel à la mémoire humaine : plombier TdE, anciens fontainiers, chef d'agence, bureaux d'études, administration, etc. ;
- Faire un diagnostic de la situation actuelle ;
- Collecter, traiter et interpréter des données ;
- vérifier les données collectées et compléter la base de données ;
- Formuler des hypothèses pour avoir les données non disponibles après recherche ;
- Mettre à jour, corrections et compléments visant à élaborer les plans les plus fiables ;
- Mettre à jour le SIG du réseau de la ville de Tabligbo ;
- Concevoir un modèle de fichier pour l'inventaire du réseau d'eau potable de Tabligbo ;
- Renseigner dans un fichier Excel les données traitées du réseau de la ville ;
- Mettre à jour le modèle ;
- Modéliser complètement le nouveau réseau ;

◊ **Analyse et traitement des données**

Les données collectées ont été traitées sur Excel Microsoft et sur QGIS. Ces outils ont permis de faire le tri des données, de réaliser les différents scénarios et de faire des graphiques ainsi que des tableaux. OSM nous a permis d'établir la carte de Tabligbo. L'extension Qwater nous

a permis de faire sortir le modèle en format inp et le logiciel EPANET nous a permis de faire la modélisation du réseau.

Tableau 2: Récapitulatif du matériel et logiciels utilisés

Matériels	
Outils	Importance
GPS Garmin 62 S	Collecte des informations topographiques, repérage des points stratégiques
Décamètre laser	Mesure
Logiciels	
QGIS3.6 ; extension Qwater, MMQGIS	Tracé du réseau, dessins ouvrages et détails
OSM	Télécharger les cartes à partir d'osm pour pouvoir superposer les différentes couches et connaître la zone de chaque organe et installations du réseau.
Google Earth	Appréciation de la dispersion spatiale (modèle de groupement), emplacement des organes et installations du réseau.
EPANET 2.0	Simulation du réseau
Excel (Office 2013)	Ensemble des opérations de calculs du projet

IV.4. Gestion patrimoniale : canevas inventaire

L'inventaire du réseau permet d'avoir la liste de tous les éléments constitutifs du réseau. Cet inventaire permet à la TdE d'avoir une description détaillée du patrimoine à gérer. Le modèle du fichier de l'astee à servir de base pour créer le canevas inventaire, elle permet de renseigner l'origine et le niveau de précision des informations collectées. Compte tenu de l'ancienneté et de la vétusté du réseau, un programme concernant la formation et l'appui au personnel de la TdE de Tabligbo sur la mise en place d'un SIG de l'infrastructure de l'alimentation en eau potable a été initié en 2019 par un expert solidaire pour la coopération technique dans le cadre du projet du projet PASEAT. L'extraction des données de tous les équipements et infrastructure de la TdE de Tabligbo en tenant compte de la base de données SIG. A cela on associe les données nécessaires de la GP qui comporte trois niveaux à savoir le Niveau 1 constitue le socle minimal de connaissance nécessaire à la mise en œuvre de la gestion Patrimoniale, le niveau 2 la connaissance à la gestion patrimoniale et le niveau 3 la gestion patrimoniale optimisée (**Tableau 3**)

Tableau 3: Explication représentatifs des niveaux de la GP du fichier inventaire de l'astee

Les niveaux 1, 2 et 3 mentionnés dans le guide ont été matérialisé en tête de chaque colonne dans les différents onglets (niveaux de collecte). Ils correspondent à:	
1	Niveau minimal de connaissance préalable à une gestion patrimoniale = descriptif détaillé au sens du décret du 27 janvier 2012

2	Bonnes pratiques en matière de gestion patrimoniale
3	Pratiques poussées de la gestion patrimoniale (outil SIG à minima)

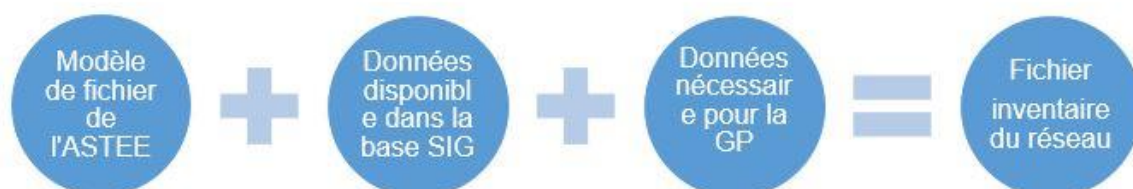


Schéma 1 : Méthodologie d'obtention du fichier inventaire du réseau

Parmi ces données l'année de pose ou la période de pose n'est pas connue or elle représente une donnée clé à connaître pour une bonne gestion patrimoniale du réseau. Au sein de l'équipe de travail l'hypothèse retenue pour connaître l'année ou la période de pose des conduites est : En cas d'indisponibilité de la donnée, prendre l'année de l'abonné le plus ancien sur le tronçon et attribuer sa période de branchement comme l'année de pose de la conduite. Cette hypothèse est appliquée à la zone ZF1 (Figure 2) où les fuites sont les plus récurrentes.

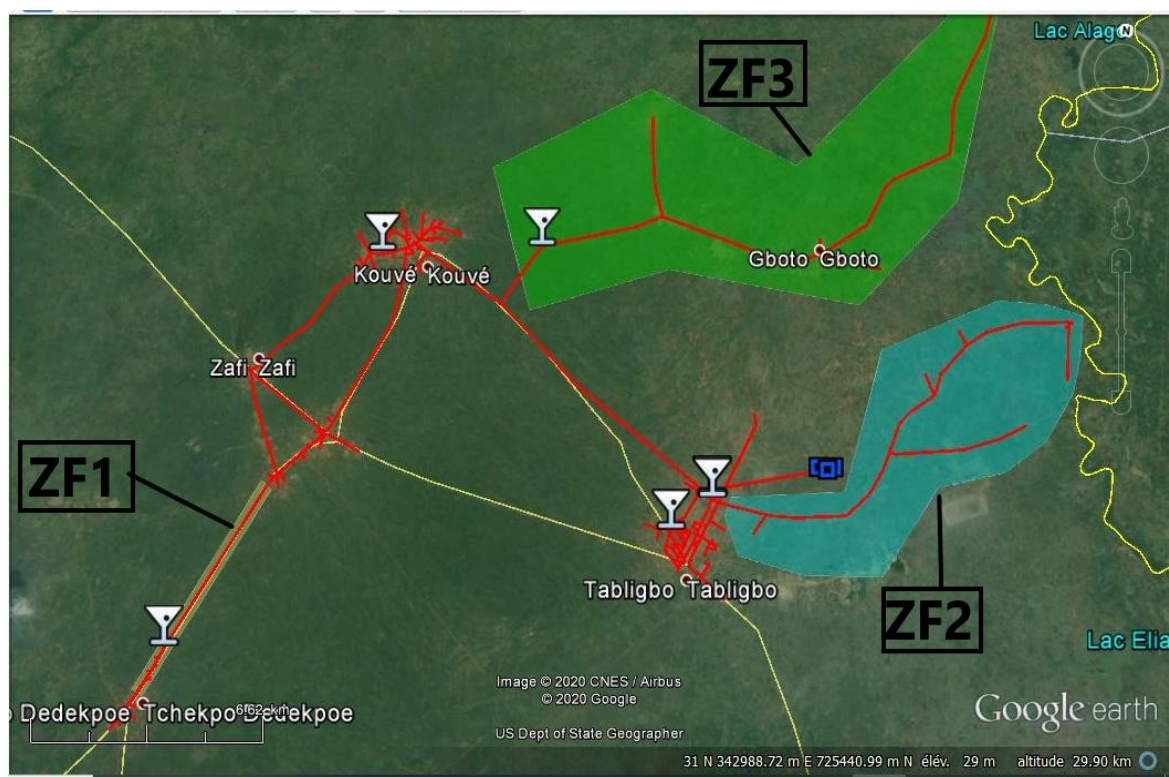


Figure 2 : Répartition des zones de fuite sur le réseau (ZF1)

◇ Informations générales

- Linéaire de canalisations sans les branchements

La longueur totale du réseau, hors branchements, est une donnée à connaître et à renseigner. La collecte de cette information est rendue obligatoire

- Nombre de branchements de particuliers

Les branchements sont des zones très sensibles aux fuites. Connaître le nombre de ces branchements est une des premières étapes dans la lutte contre ces fuites.

- Indice linéaire de consommation

C'est le volume d'eau consommés rapporté au linéaire de canalisation. Exprimé en m³/jour/km, il permet de caractériser l'utilisation ou adhésion à un réseau de distribution d'eau potable par la population. Cet indice se calcule comme suit :

$$ILC(m^3/j/km) = \frac{\text{Volume annuel facturé}(m^3)}{\text{Linéaire de canali}(km) \times 365 \text{ jours}}$$

Tableau 4: Valeurs d'ILC acceptables par rapport au type de réseau

Type de réseau	Rural	Intermédiaire	Urbain
ILC en m ³ /j/km	<10	10 <ILC< 30	>30

- Indice linéaire de perte

L'indice linéaire de perte (ILP) permet de caractériser les performances d'un réseau et de comparer plusieurs réseaux indépendants de leur taille. Il présente les volumes perdus par fuites ramenés à une unité linéaire de conduite.

$$ILP(m^3/j/km) = \frac{\text{Volume annuel Distribué} - \text{Volume facturé}(m^3)}{\text{Linéaire de canali}(km) * 365 \text{ jours}}$$

Tableau 5 : Valeurs de référence de l'ILP

Type de réseau	Rural	Intermédiaire	Urbain
	<25 abonnés/km	<50 abonnés/km	>50 abonnés/km
Bon	<1.5	<3	<7
Acceptable	1.5 à 2.5	3 à 5	7 à 10
Médiocre	2.5 à 4	5 à 8	10 à 15
Mauvais	>4	>8	>15

Matériau

Cette information est indispensable au dimensionnement d'un réseau, à l'élaboration d'un projet de travaux ainsi que d'un plan d'actions de lutte contre les fuites. En effet, les matériaux influencent le comportement hydraulique d'un réseau et ne réagissent pas de la même façon aux contraintes extérieures et au vieillissement. Le matériau constitutif de la conduite est couramment renseigné mais parfois de manière incomplète. En effet, une canalisation en fonte grise ne réagit pas comme une canalisation en fonte ductile. Il est donc souhaitable d'avoir l'information la plus précise possible.

Diamètre

Le diamètre des conduites est généralement bien connu des services d'eau puisqu'il s'agit d'une donnée essentielle au dimensionnement d'un réseau ou à son renouvellement. Cependant, une valeur peut correspondre à un diamètre intérieur comme à un diamètre extérieur. Il est donc important de choisir une convention de mesure et/ou d'écriture et de l'appliquer systématiquement. Cette donnée est également indispensable à l'élaboration d'un plan d'actions contre les fuites.

IV.5. Modélisation

♦ **Présentation du logiciel EPANET et des paramètres de modélisation**

EPANET est un logiciel de modélisation qui, par le calcul, peut simuler le comportement d'un système de distribution d'eau. EPANET permet d'intégrer différentes données directement depuis Qgis à l'aide de l'extension Qwater.

En effet, l'utilisation d'une couche Qgis est un avantage important dans la création d'un modèle sur EPANET. Les données de la base sont ainsi directement exploitables pour la modélisation, car elles sont présentes dans les différents tableaux attributaires des couches ainsi que leurs spatialisations. Chaque couche présente sur Qgis va se voir attribuer un rôle par l'extension Qwater. Ainsi, les tables attributaires contenant les informations utiles à la modélisation, telles que le diamètre des conduites, la longueur, la géométrie, seront conservées sur EPANET.

La conservation de ces données entre les deux logiciels permet un gain de temps important, sous réserve que la base de données d'où elles proviennent soit constamment mise à jour, complète et fiable.

♦ **Les pompes**

Les pompes sont les éléments qui permettent de prodiguer de l'énergie au fluide. Ce sont donc elles qui vont conditionner, avec les variations d'altitudes, les pressions dans le réseau in fine les différents débits. Elles sont définies sur EPANET par leurs courbes caractéristiques. Un volet « courbe » permet de les renseigner :

- La hauteur manométrique de fonctionnement, ou HMT;
- Le débit associé ;

Avec ces deux caractéristiques, EPANET peut calculer la courbe de fonctionnement des pompes.

Dans le cas de Tabligbo, 6 pompes de distribution placées à la station de traitement injectent l'eau dans le réseau depuis les deux baches. Pour rappel, ces 6 pompes ont été nommées :

P1/P2 : KSB SIMENS et P3 : KSB ASEA alimentent Tabligbo ; P5/P6 : KSB GRUNDFOS et P4 : KSB ASEA alimente Kouvé, Ahépé, zafi, tchékpo, gboto. Voici leurs caractéristiques actuelles:

Tableau 6: Caractéristiques réelles des pompes de refoulement

Pompes	HMT constructeur (m)	Débit constructeur (m³/h)
P1/P2 : KSB SIMENS	35	87
P3 : KSB ASEA	57	72
P5/P6 :KSB GRUNDFOS	204	120
P4 : KSB ASEA	204	120

◊ Les nœuds

Les nœuds sont les points de départ et de fin des conduites présentées plus haut. Afin de modéliser et de répartir la demande en eau du réseau de Tabligbo sur l'ensemble du système de façon réaliste, des nœuds de demande ont été choisis et porteront les demandes de consommation. Pour chaque nœud de demande des quartiers, la demande de base appliquée dans le modèle est la moyenne de la consommation journalière de chaque abonnés du réseau, cette consommation des abonnés réparties sur les conduites est attribuée aux nœuds le plus proche de la conduite. Le profil de consommation sert à moduler cette demande en fonction des heures de la journée et définira donc des heures de pointe. Ce profil est directement intégré comme paramètre dans le logiciel EPANET sous forme de courbe de modélisation appliquée à la demande aux nœuds. Le profil de consommation retenu pour la ville de Tabligbo est présenté par l' (**Annexe VII**). C'est ainsi que les consommations ont été modélisées sur 479 points répartis sur l'ensemble du réseau. Ces éléments décrivent les horaires de fonctionnement des pompes détaillé ci-dessous :

Tableau 7: Tranches de fonctionnement des pompes de refoulement et adduction

Refoulement	Temps de fonctionnement		Pause		Pause
P1/P2/P3 (TABLIGBO)	15h/jour	4h-12h	12h-14h	14h-21h	21h-4h
P4/P5/P6 (KOUVE)	17h/jour	3h-12h	12h-14h	14h-22h	22h-3h

Forage	0-3h	3h-12h	12h-14h	14h-22h	22h-0h
F1/PI1	F1	F1	F1	F1	F1
F2/PI2		F2	F2	F2	

En période de forte demande la PI2 fonctionne 24h/24h. Ces horaires ont été récoltés auprès des agents de la TdE en charge du fonctionnement des pompes. On remarque que P1/P2/P3 est moins utilisée que P4/P5/P6 au cours de la journée. Comme aucun protocole n'est suivi, chacun des 3 agents de la TdE en charge des pompes ont des habitudes de fonctionnements différents. Les horaires de fonctionnement des pompes sont donc toujours différents d'un jour à l'autre, en fonction du technicien, de la demande et des aléas propres à la journée et qui vont influencer le niveau d'eau dans la bache. Les pompes ne sont donc pas utilisées en réalité de manière codifiée et à des plages horaires constantes.

◇ Option de temps

Il est possible de modifier la durée de la modélisation pour permettre de voir le comportement du système sur la journée, la semaine ou encore le mois. Le modèle de Tabligbo présente une cyclicité journalière, c'est à dire que les pressions et niveaux d'eau dans les réservoirs sont globalement identiques d'un jour à l'autre. Il n'est donc pas pertinent de faire tourner le modèle sur plusieurs jours. En conclusion, nous avons fixé la durée du modèle à 24 h, ce qui est suffisant pour étudier les variations journalières.

IV.6. Récapitulatif

Les caractéristiques des différents éléments du réseau de Tabligbo ont été renseignés sur EPANET sont synthétisées ci-après :

Tableau 8: Récapitulatif et justification des paramètres renseignés sur EPANET

Éléments	Valeurs	Justification
Conduites	Diamètre : de 63 à 160 mm Longueur : renseigné depuis Qgis Nœuds départ/ arrivé : renseigné depuis Qgis Rugosité : 0,001/0,0015/1,5	Le diamètre des conduites est renseigné depuis les données fournies par la TdE. La longueur des conduites et les nœuds de départ et d'arrivée sont issus couches Qgis. La rugosité est donnée par le type de matériaux renseigné par la TdE soit PVC et PEHD sous la formule de Darcy-Weisbach.
Réservoir fini : Château d'eau	Altitude sol : Altitude fond de cuve : Volume : 300 m ³ *2 Diamètre : 8 m Niveau d'eau dans cuve : • minimum : 0,5 m • maximum : 5,5 m • initial : 2 m	Les caractéristiques du château sont présentes dans les archives et les plans de la construction du château d'eau (DPEC).
P1 /P2	HMT : 35 m Débit : 87 m ³ /h	Des mesures ont été prises sur le terrain pour connaître les courbes de fonctionnement réelles des pompes.
P3	HMT : 57 m Débit : 72 m ³ /h	
Nœuds	Altitude : 19,2 m à 155,00 m Demande par abonnée	L'altitude a été prise sur différentes cartes topographiques et d'après les archives (DPEC). La demande (consommation et pertes) a été spatialisée grâce à la couche spatialisée des compteurs qui a permis de répartir les chiffres de production en sortie de la station de traitement.
Codage	Saison sèche	L'utilisation des pompes a été donnée par les techniciens de la station de traitement.
Temps	24h	Le modèle a une périodicité de 1 jour et est stabilisé dès 24h

◇ **Simulation de la situation actuelle**

Le modèle a pour but une meilleure compréhension du fonctionnement hydraulique et l'identification des différentes actions à mettre en œuvre pour un meilleur service, la démarche consiste à modéliser en période de moyenne consommation et en période de pointe.

V. RESULTATS ET DISCUSSIONS

V.1. Résultats de l'estimation des besoins en eau

Les besoins généraux de la ville de Tabligbo sont récapitulés dans le tableau de (Annexe I). Le coefficient de pointe journalière 1,15 sera adopté pour Tabligbo. A la vue de la taille de la population de Tabligbo, le coefficient de pointe horaire adopté sera 2.

Tableau 9 : Rendement globale du réseau

Année	Volume distribué/volume produit
2016	71,83%
2017	81,63%
2018	82,08%
2019	91,90%
rendement globale	81,86%

Les données de relèves compilées sur les derniers mois de 2016, 2017, 2018 et sur l'année 2019 donnent un rendement global de 81,86 % soit une perte globale de 20,22%. Ce rendement du réseau est calculé à partir des données de production (volume mensuel) et des données de consommation (compteurs abonnés). Pour un réseau moyennement entretenu correspondant à un rendement de 80%, le coefficient de perte est compris entre 1,25 à 1,35. Ainsi, le coefficient de perte (C_{perte}) retenu pour la modélisation est de 1,35 pour 2018.

Tableau 10 : Récapitulatif des coefficients

Les paramètres	Coefficient de pointe saisonnière	Coefficient de pointe journalière	de	Coefficient de pointe horaire	Coefficient de perte	Taux d'accr. de Population (%)
2018	1,1	1,15		2	1,35	2,4%
2019	1,1	1,15		2	1,33	2,4%
2020	1,1	1,15		2	1,31	2,4%
2021	1,1	1,15		2	1,29	2,4%
2022	1,1	1,15		2	1,27	2,4%
2023	1,1	1,15		2	1,25	2,4%
2024	1,1	1,15		2	1,23	2,4%
2025	1,1	1,15		2	1,21	2,4%
2026	1,1	1,15		2	1,19	2,4%

Le (Tableau 10) présente les résultats de l'estimation des besoins de la ville de Tabligbo. Les résultats complets de cette estimation se situent à l'Annexe II.

◇ Evaluation de la production et des consommations

Les données de consommation sont obtenues à partir de la compilation de relève des compteurs abonnés et des compteurs des bornes fontaines, fournie par la TdE sur l'année 2019. Pour pouvoir bien suivre l'exploitation des installations de production et de distribution d'eau, les compteurs d'eau sont installés en différents points du réseau.

Une estimation du sous comptage en fonction de l'âge du compteur est proposée à titre indicatif et pour illustration dans le **(Tableau 11)**

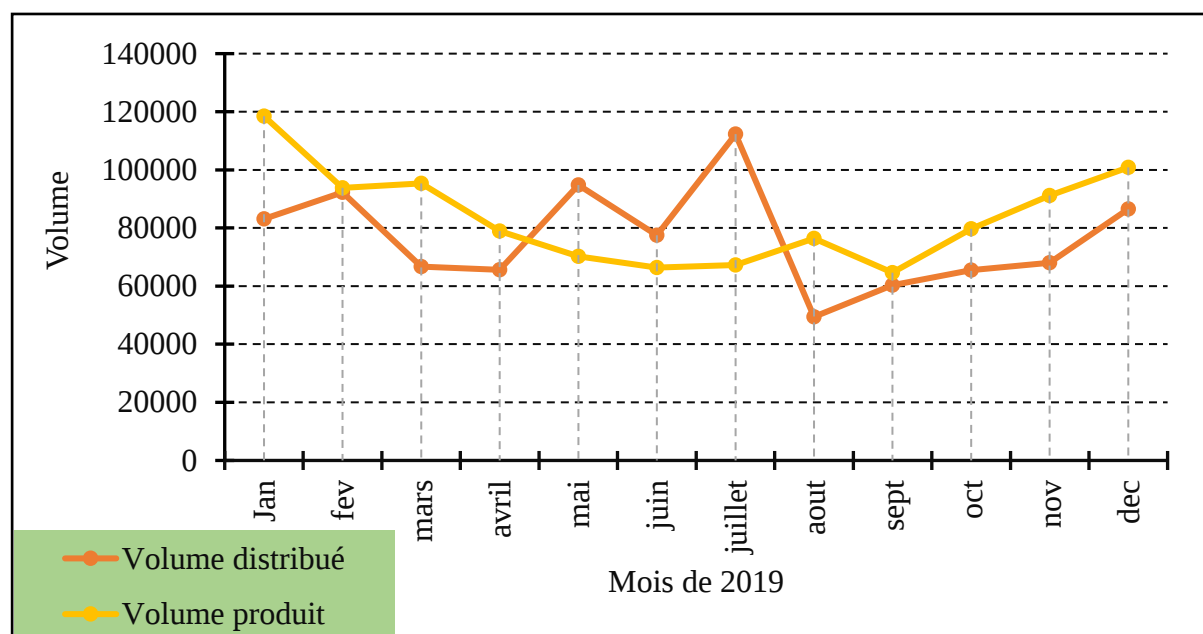
Tableau 11 : Estimation du sous comptage en fonction de l'âge du compteur

Tranche d'âge	Pertes moyennes par sous comptage	Tranche d'âge	Pertes moyennes par sous comptage
0 à 5 ans	-2.5%	21 à 25 ans	-7%
6 à 10 ans	-5.4%	26 à 30 ans	-8.8%
11 à 15 ans	-6.4%	31 à 40 ans	-14.8%
16 à 20 ans	-6.9%	> 40 ans	-21.1%

Source : (Agence de l'eau, 2004)

➤ Evaluation de la production

Graphique 3 : Volume produit et distribué en 2019



Le (Graphique 3) montre que le volume produit est largement supérieur au volume distribué mais au mois de mai, juin et juillet le volume distribué est supérieur au volume produit.

Les données de production sont présentées par le tableau ci-dessous

Tableau 12 : Consommation moyenne de la ville

Mois	Conso m3/jour	Conso m3/mois
Janvier	2844	85201

Février	2922	87559
Mars	2349	70360
Avril	2106	63088
Mai	3029	90601
Juin	2702	80981
Juillet	2760	82719
Août	2147	64322
Septembre	1776	53197
Octobre	2018	60507
Novembre	3033	91057
Décembre	2857	85563
conso_moy_2019	2545,25	76262,91667

La consommation moyenne de la ville fluctue autour de 76262,91667 m³/mois (soit environ 2545,25 m³/j obtenu par la compilation des données de la TdE) pour une production annuelle d'environ 83610,83 m³ /mois (soit environ 2697,12 m³/j). Pour un taux de rendement de 70 % (Agence Tabligbo TdE 2019)

➤ ESTIMATION DE LA POPULATION

Les résultats de l'estimation de la population de chaque zone sont consignés dans le

Tableau 13 : Estimation de la population

Référence		RGPH Estimation : 2.4%									
Année		2010	2015	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Population	Tabligbo	26 001	29 275	31 433	32 188	32 960	33 751	34 561	35 391	36 240	37 110
	Kouvé	20 469	23 046	24 746	25 339	25 948	26 570	27 208	27 861	28 530	29 214
	Gboto	14 694	16 544	17 764	18 190	18 627	19 074	19 532	20 000	20 480	20 972
	Total	61 164	68 865	73 943	75 717	77 535	79 395	81 301	83 252	85 250	87 296

V.2. Résultats de la gestion patrimoniale

Tableau 14 : Résultats issues de l'hypothèse

Zone de fuite 1	de tronçons	date de pose abonnée	Matériau de pose	Matériau tronçon	diamètre conduite/tronçon	Date de pose conduite
ZF1	6280	2014	PEHD	PVC	110	1983
	6320	2018	PEHD	PVC	90	1983
	6321	1999	PEHD	PVC	160	1983
	6322	2018	PEHD	PVC	90	1983

	6789	2007	PEHD	PVC	160	1983
	6323	1995	PVC	PVC	160	1983
	6324	1995	PVC	PVC	90	1983
	6790	1998	PEHD	PVC	160	1983
	6327	1999	PEHD	PVC	160	1983
	6331	1999	PEHD	PVC	110	1983
	6333	1999	PEHD	PVC	90	1983
	6520	1999	PEHD	PVC	110	1983
	6519	1999	PEHD	PVC	110	1983
	6336	1999	PEHD	PVC	110	1983
	6798	1999	PEHD	PVC	110	1983
	6797	1983	PVC	PVC	110	1983

Le fichier inventaire dispose d'une liste exhaustive des données (Annexe V) qui n'ont pas pu être totalement renseigné. Cette liste renferme des données contenues dans la base de données SIG, des données non disponibles, des données qui nécessitent de faire appels à la connaissance humaine des anciens chefs d'agence, agents, plombiers, releveur. Le tableau (Annexe vi) ci-dessous propose un extrait de la structure de données proposée, Les lignes en gris sont les lignes pour lesquelles on a des difficultés à retrouver les données.

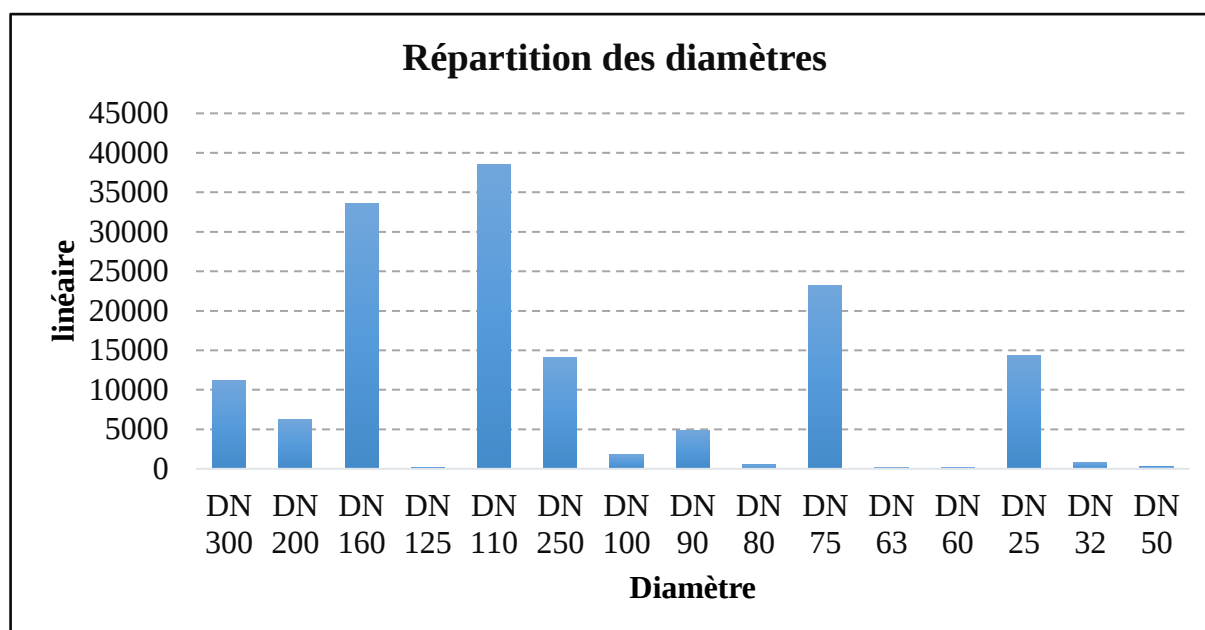
Les résultats de l'hypothèse appliquée à la zone ZF1 (Figure 2) ou les fuites sont les plus récurrentes. Les résultats de l'hypothèse (Tableau 14) a permis de trouver la bonne date de pose des conduites. Le choix de l'année 1983 est basé sur le critère suivant : Les abonnées (2955) et borne fontaine (2956) sont les plus vieux branchements privée sur le tronçon

Les autres données seront intégrer dans les fiches de la TdE pour être collectée et mis à jour. Elles ne sont pas disponible aujourd'hui mais pourrons l'être à long terme.

Diamètre

Il est important de connaître les diamètres car la gestion des canalisations des gros diamètres n'est pas la même que celle des petits diamètres. La figure présente les différents diamètres des canalisations du réseau ainsi que leurs linéaires.

Graphique 4 : Répartition des diamètres sur le réseau



Cette analyse a permis de constater que les linéaires de canalisation de diamètre 110,160 et 75 sont en grandes proportions.

✚ Matériaux

D'après le diagnostic effectué sur la nature des matériaux constituant le réseau de Tabligbo :

- Le matériau principal dans le réseau est le PVC avec un linéaire de 96869 m (soit 64% du linéaire total de réseau).
- Le PEHD représente un linéaire de 18153 (environ 13 % du linéaire total).
- La FONTE représente un linéaire de 33947 (environ 24 % du linéaire total).

✚ Informations Générales

L'indice linéaire de consommation pour la localité de Tabligbo est de $ILC (m^3/j/km) = 19,96 m^3/j/km$.

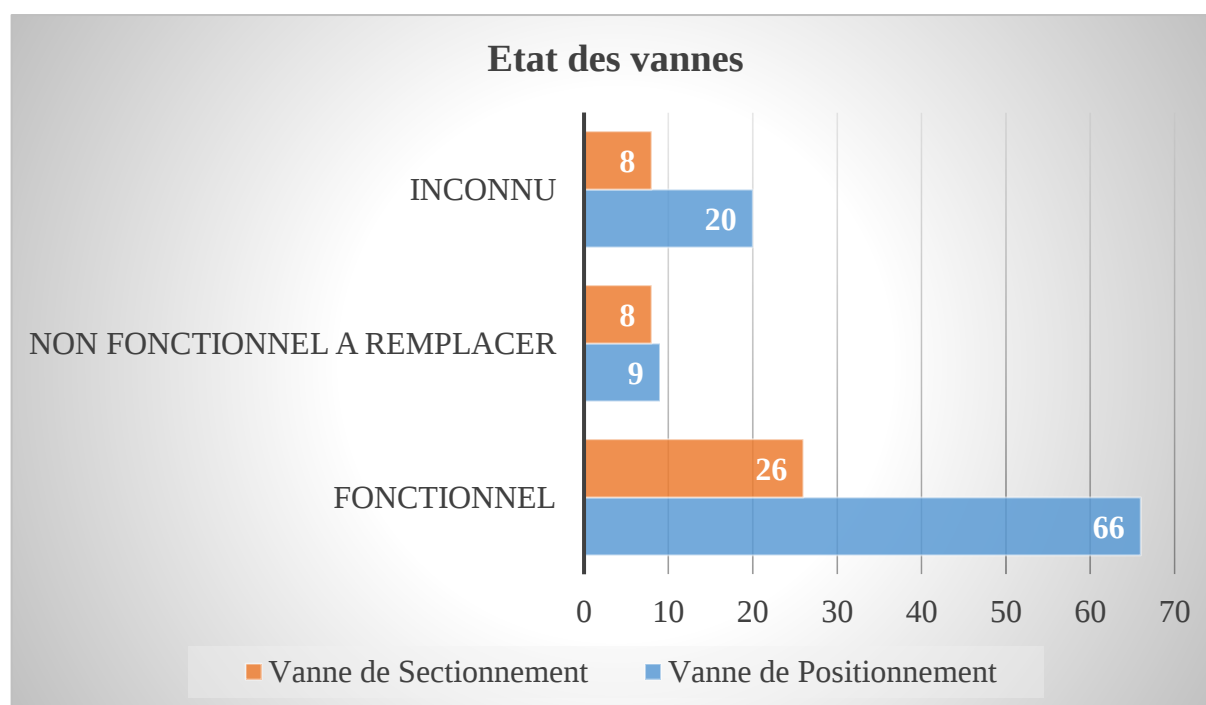
L'indice linéaire de perte (ILP) pour la localité de Tabligbo est de $ILP (m^3/j/km) = 19,96 m^3/j/km$ et une charge du réseau de 26.96 abonnés/km, l'ILP du réseau est mauvais. L'ILP permet de suivre l'évolution de pertes sur un réseau mieux que le rendement.

Tableau 15 : Informations générales

Année	2019	
Exploitant	TdE	
Réseau	Tabligbo	
Linéaire de canalisations sans branchements	135.946	ml
Nombre de branchements	1.725	u
Longueur réseau	151.616	ml
Ressource en eau	Souterraine	

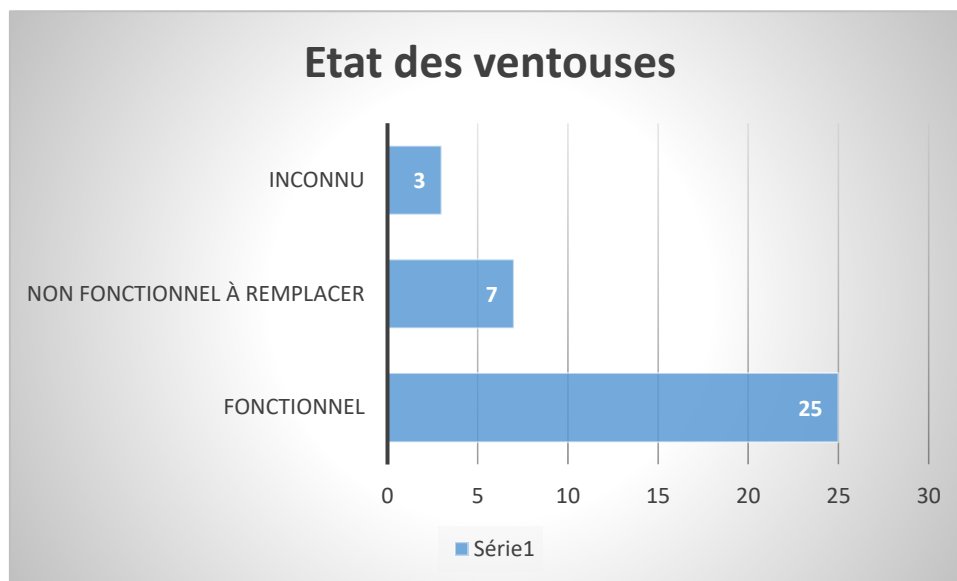
Volume facturé annuellement	950.598	m ³
Volume distribué annuellement	922.049	m ³
Volume produit annuellement	1.003.330	m ³
Rendement du réseau	70 %	
ILC = Indice Linéaire de consommation	19,96	m ³ /j/km
Temps de pompage (h/jour)	21h/jour	
Coefficient de pointe journalière	1,15	
Consommation bornes fontaines	374.718	m ³
Consommation branchement privé	547.331	m ³

Graphique 5 : Etat des vannes



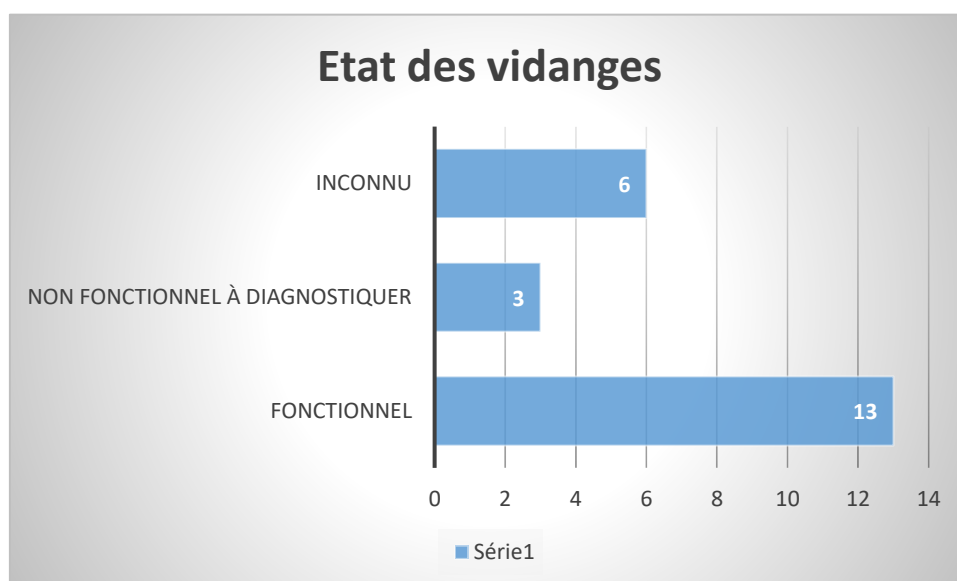
L'inventaire productif nous a permis d'identifier les vannes fonctionnelles et non fonctionnelles du réseau. La catégorie non fonctionnel est divisé en 3 différents types : non fonctionnel à diagnostiquer (NFD), non fonctionnel à remplacer et (NFR) et non fonctionnel à entretenir (NFE). L'ensemble des vannes sur le réseau est NFR, le choix a été fait en fonction des remarques fait sur le terrain.

Graphique 6 : Etat des ventouses



L'inventaire productif nous a permis d'identifier les ventouses fonctionnelles et non fonctionnelles du réseau. L'ensemble des ventouses non fonctionnelles sur le réseau est NFR, le choix a été fait en fonction des remarques fait sur le terrain.

Graphique 7 : Etat des vidanges



L'inventaire productif nous a permis d'identifier les vidanges fonctionnelles et non fonctionnelles du réseau. L'ensemble des ventouses non fonctionnelles sur le réseau est NFD, le choix a été fait en fonction des remarques fait sur le terrain.

V.3. Conduites du réseau de refoulement – caractéristiques

Les conduites du réseau de refoulement ou d'adduction (forage-Station) sont dimensionnées pour le transport des débits d'eau venant du forage vers le réservoir. Les longueurs des conduites sont fonction du système adopté et des emplacements de la source d'eau et du réservoir. Les conduites sont en Fonte ductile. Plusieurs approches de dimensionnement de ces conduites (diamètres intérieurs théoriques) ont été proposées et leurs formules utilisées dans la présente étude :

Auteurs	Expressions	Unités – Annotations
Bresse	$(m) = 1,5Q^{0,5} (m^3/s)$	D : diamètre théorique intérieur [m]
Bresse modifié	$D(m) = 0,8Q^{1/3}$	Q : Débit transporté par la conduite [m ³ /s]
Munier (1961)	$(m) = (1+0,02n) Q^{0,5}$	n : nombre d'heures de pompage /jour
Bedjaoui	$(m) = 1,27 Q^{0,5}$	V : vitesse de l'eau dans la conduite [m/s]
Bonnin	$(m) = Q^{0,5}$	
Flamant	$V \leq 0,6 + D^{th}$	

Le réseau d'adduction est clairement illustré à l'Annexe XI. La configuration du site est telle que la conduite achemine l'eau des forages 1 et 2 vers les réservoirs. Les différents diamètres retenus sont consignés dans le (Tableau 16). En somme, une (01) conduite DN 300 refoule l'eau vers le réservoir avec des vitesses respectant les conditions de Flamant.

Tableau 16 : Diamètres des conduites de refoulement Conduite (F1F2F3- Bâche)

Formule	Dth	DN/Dint	Vitesse	Condition de Flamant	Conclusion
Bresse	0,401559	0,45	0,4508401	1,05	Vérifiée
Bresse modifié	0,065766	0,08	1,4	0,68	Non Vérifiée
Bonnin	0,039673	0,05	3,6	0,65	Non Vérifiée
Bedjaoui	0,014199	0,05	3	0,65	Non Vérifiée
Munier	1,174734	1	0,0912951	1,6	Vérifiée

Le diamètre de la conduite existant du réseau est un DN 300 or d'après le calcul théorique il faut utiliser un DN de 450. Le diamètre n'étant pas respecté, les pertes de charges augmentent ce qui entraîne une diminution de la pression.

V.4. Résultats de la simulation actuelles

Le modèle a permis de comprendre le comportement hydraulique actuel du système et les raisons des insuffisances; Une fois l'ensemble paramètres ([Tableau 8](#)) intégrés au logiciel, il est possible de faire tourner le modèle. Les résultats de la simulation actuelle : modélisation en période de moyenne consommation et en période de pointe.

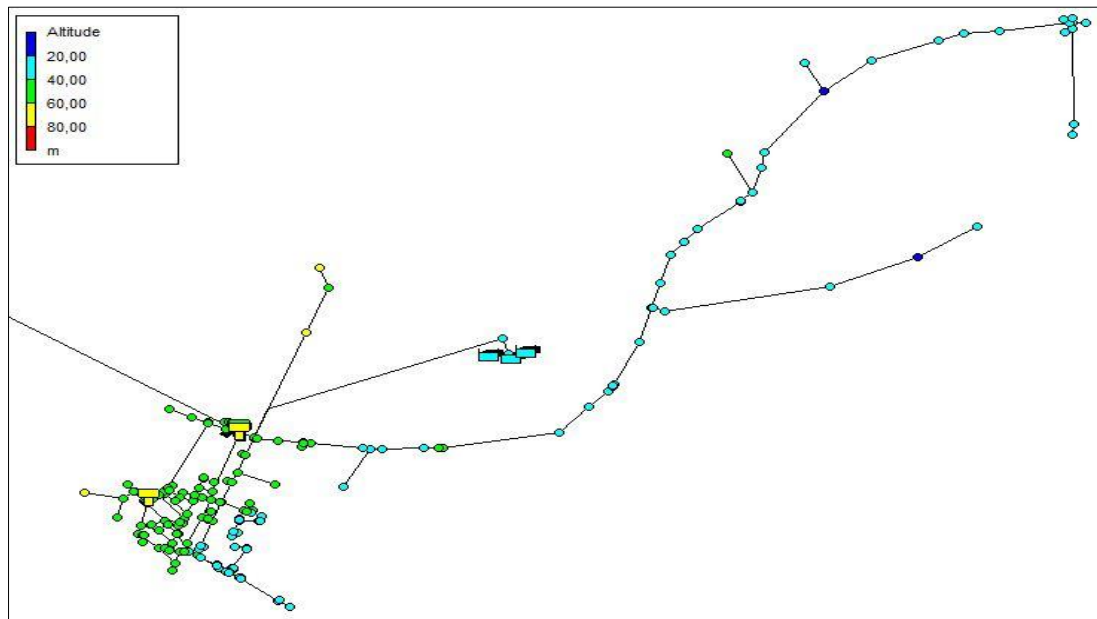


Figure 3 : Répartition de l'altitude sur le réseau

Comme présenté par la, nous pouvons remarquer que la partie des localités (ZEBE, CITE A, ZONGO, AGBOKOME, DEPOT) ont des altitudes élevées comprises entre 40 et 80 m et sont représentées en jaune et en vert. Il s'agit du centre-ville de Tabligbo où se situent également les réservoirs. Les sites d'implantation des forages situés à TANNOU et les localités (CITE B, ATAKPAMEDE, TOKPLI) sont de basse altitude comprises entre 10 et 40 m.

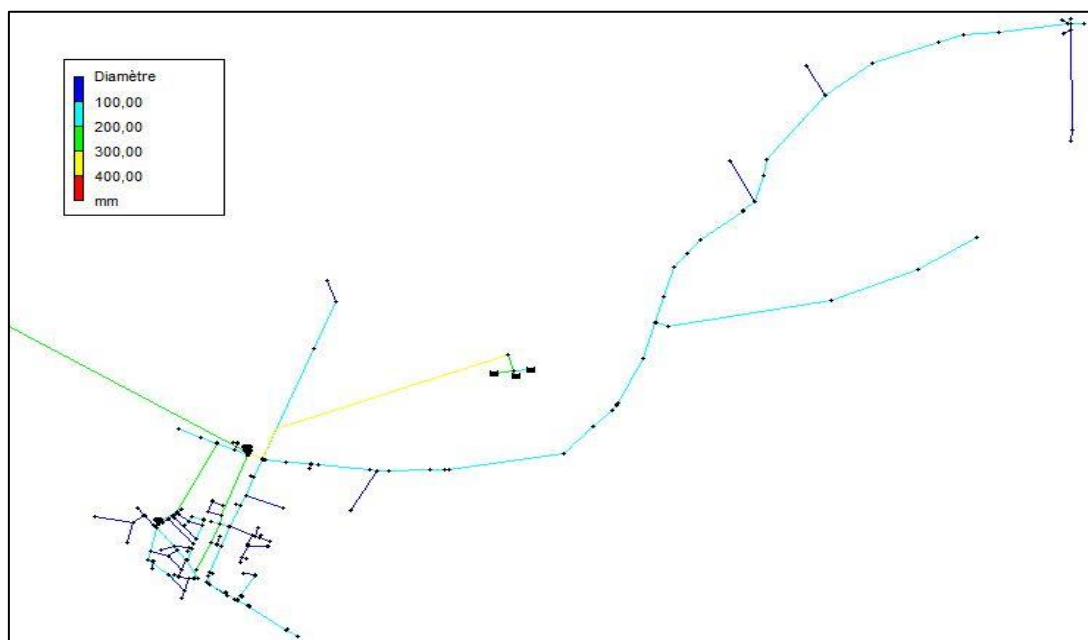


Figure 4 : Répartition des diamètres sur le réseau

Comme affiché par la, la conduite d'adduction principale a un diamètre de 300mm. Les conduites de refoulement de chaque forage sont quant à elles comprises entre 100 et 200mm. Le réseau de distribution quant à lui comprend des conduites de diamètre allant de 100 à 300mm, avec des diamètres inférieurs à 100mm pour les ramifications secondaires.

◇ **PRESSION**

PERIODE DE MOYENNE CONSOMMATION (16h)

Les données de distribution ont permis de déceler les variations horaires de la demande en eau. Ainsi, à 16h nous avons une consommation horaire proche de la moyenne. La simulation du réseau à cette heure a donné les résultats suivants :

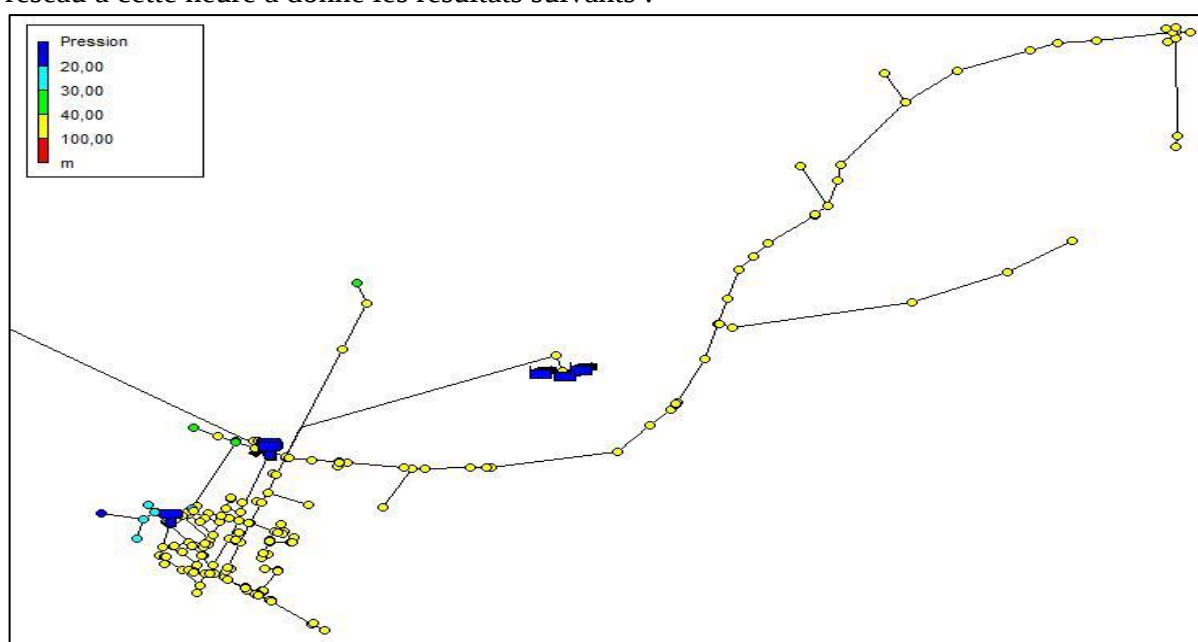


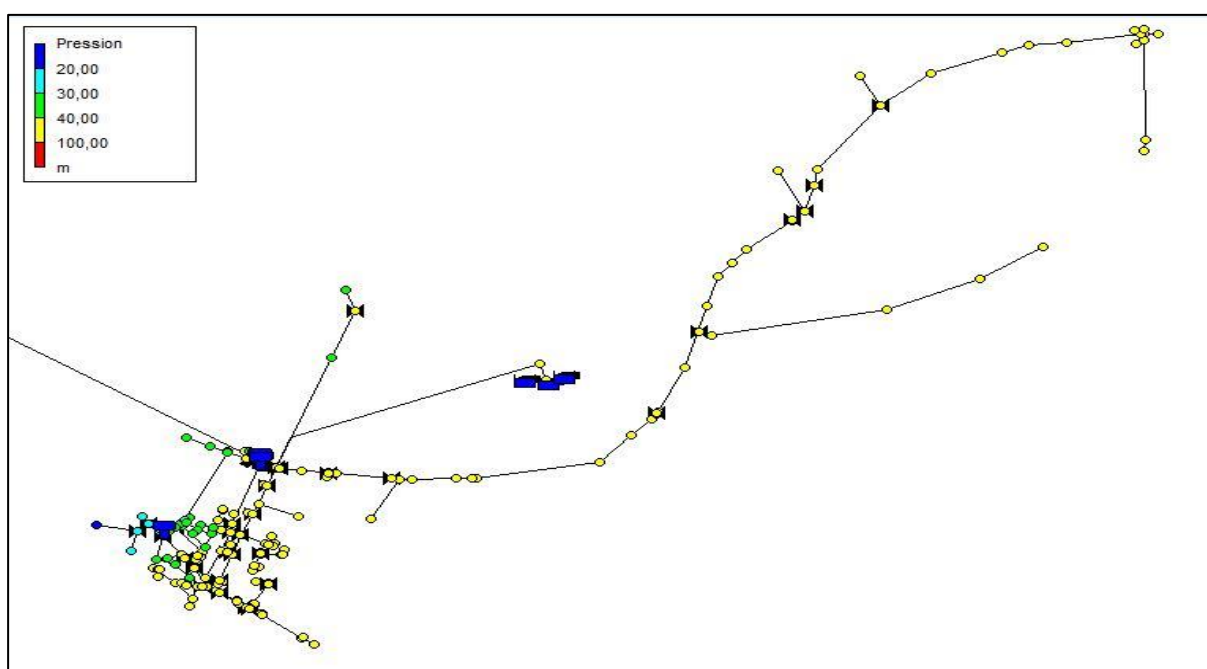
Figure 5 : Répartition des pressions sur le réseau à 16h

Nous pouvons ainsi remarquer que à l'heure de consommation moyenne, la majorité des pressions sur l'ensemble du réseau sont généralement supérieures à 40m, avec des exceptions pour des ramifications situées à l'ouest du site (zone haute) mais restant supérieures à 20m et 30m. Les résultats de la montrent une pression haute (81,02 m) au nœud ID 4596 qui est l'altitude le plus bas du réseau et une pression bas de (17,06 m) au nœud ID 5006 qui est l'altitude le plus haut du réseau.

Nous concluons donc qu'aux heures de moyenne consommation, les pressions ne sont pas correctes sur le réseau de Tabligbo, notamment au niveau du quartier de NTIFAFA-KOME

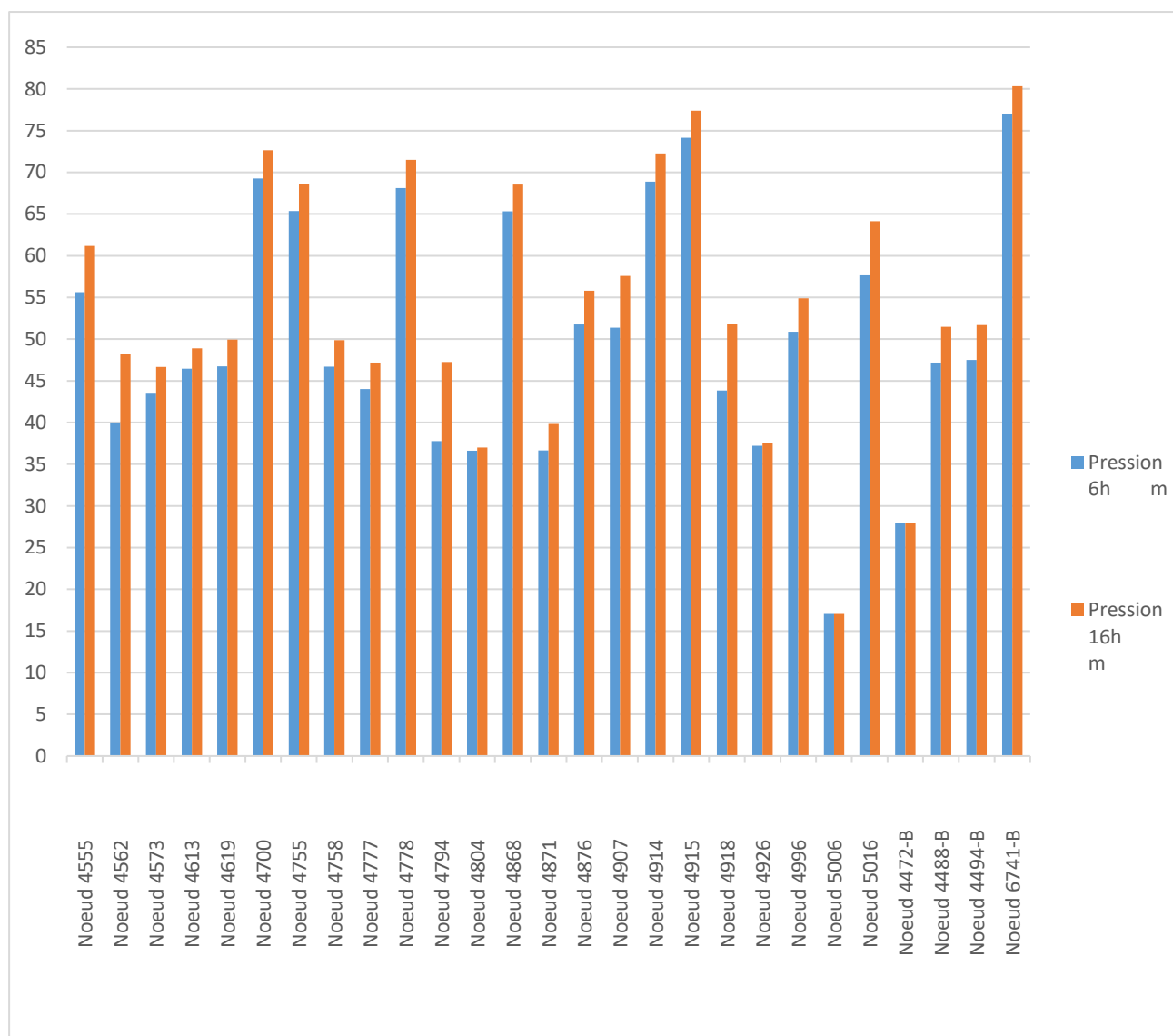
PERIODE DE POINTE (6h)

La simulation du réseau à l'heure de pointe a donné les résultats suivants :

Figure 6 : Répartition des pressions sur le réseau à 6h

Les résultats de la nous pouvons ainsi remarquer que à l'heure de pointe, les pressions sur l'ensemble du réseau sont généralement supérieures à 40m, avec des exceptions pour des ramifications situées à l'ouest du site (zone haute) mais restant supérieures à 20m et 30m. Le réseau d'eau potable de la ville de Tabligbo présente des pressions acceptables et stables comprises entre 2 et 4 bars

Graphique 8 : Analyse comparative des pressions à 6 h et 16 h



La pression en période de moyenne consommation est supérieure à celle de la période de pointe.

◇ VITESSE

PERIODE DE MOYENNE CONSOMMATION (16h)

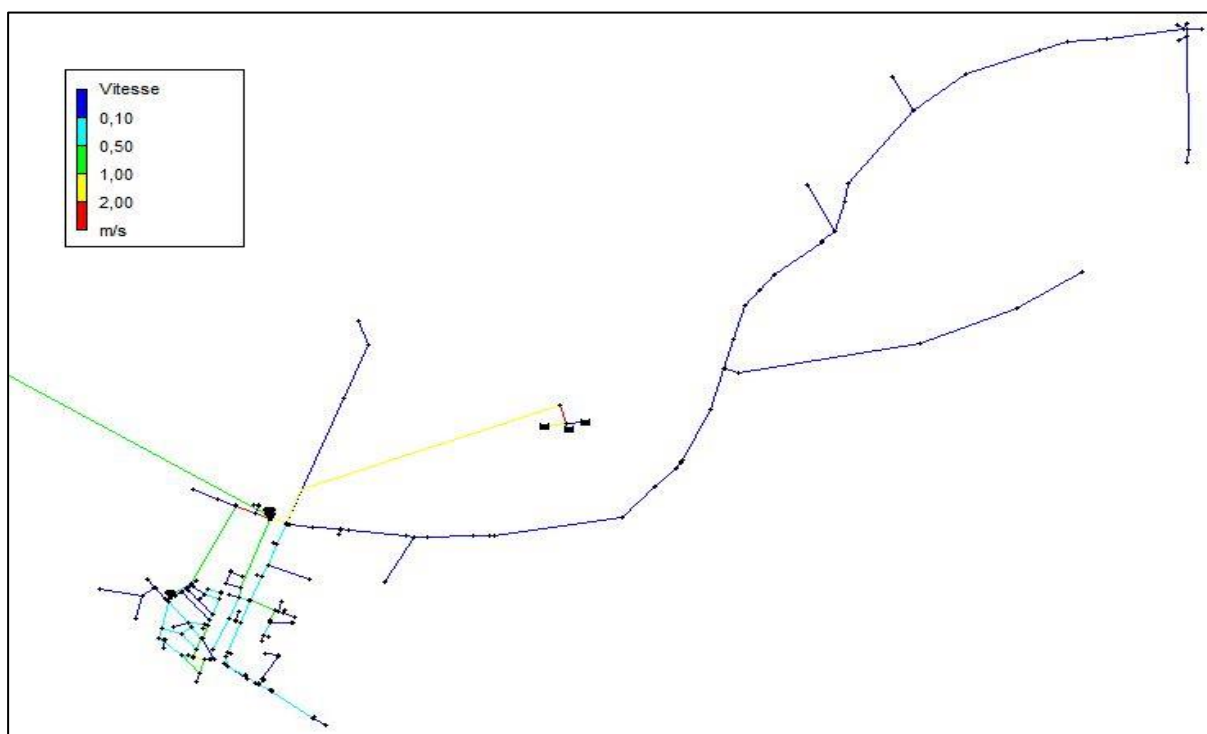


Figure 7 : Répartition des vitesses sur le réseau à 16h

En fonctionnement normal et généralement, il est considéré que la vitesse d'écoulement de l'eau dans les canalisations doit être comprise 0.3m/s et 2m/s. Des vitesses insuffisantes peuvent entraîner la formation en excès de biofilm et d'algues sur les parois des canalisations et déboucher sur des problèmes de qualité d'eau distribuée. Des vitesses excessives augmenteront les pertes de charge dans des proportions importantes qui pourront conduire à des insuffisances de pression à l'aval des conduites en situation de survitesse.

Comme présenté par la (Figure 7) les vitesses dans les canalisations du réseau de distribution (ramifications) à des vitesses d'écoulement de l'eau inférieures à 0,1m/s. Seulement les conduites principales de distribution allant du château respectent les conditions d'auto-curage. Ces sous-vitesses sont dues à un surdimensionnement des diamètres des canalisations. Cela peut entraîner des dépôts importants à l'intérieur des canalisations et une plus forte prolifération des bactéries, l'eau ne circulant pas et devenant par endroit (bout de ligne) stagnante. Cette particularité du réseau de Tabligbo dans son ensemble devrait inciter la TdE à exercer une vigilance accrue sur la maintenance des réseaux (analyses, examen d'échantillons de canalisations prélevés lors de travaux, ...)

PERIODE DE POINTE (6h)

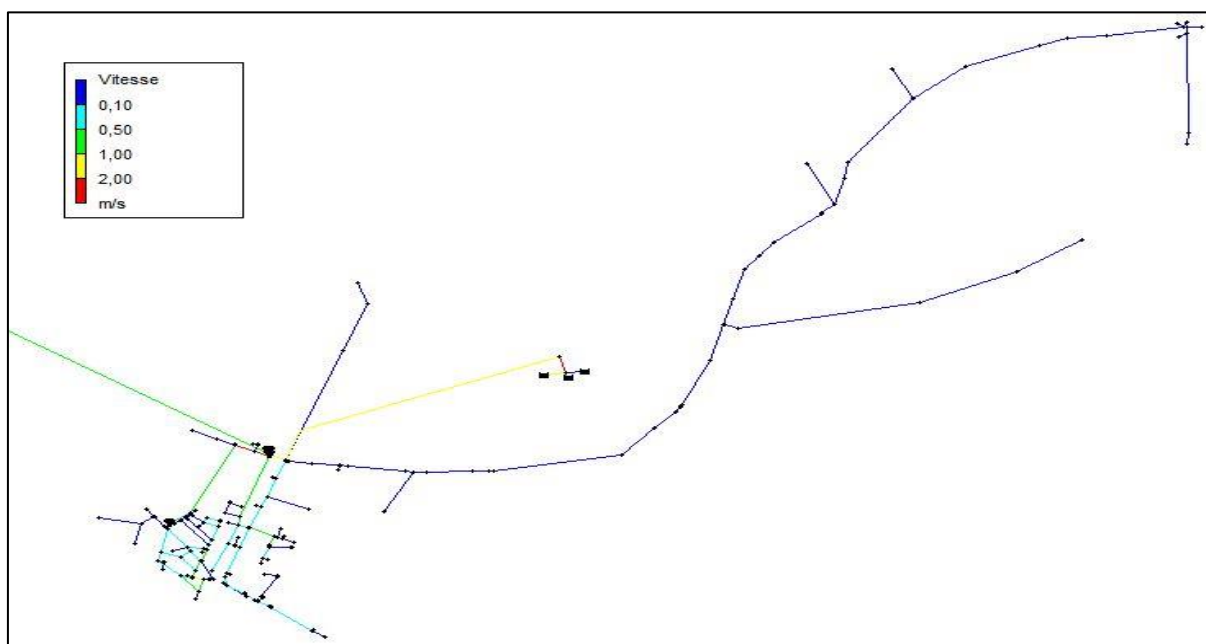
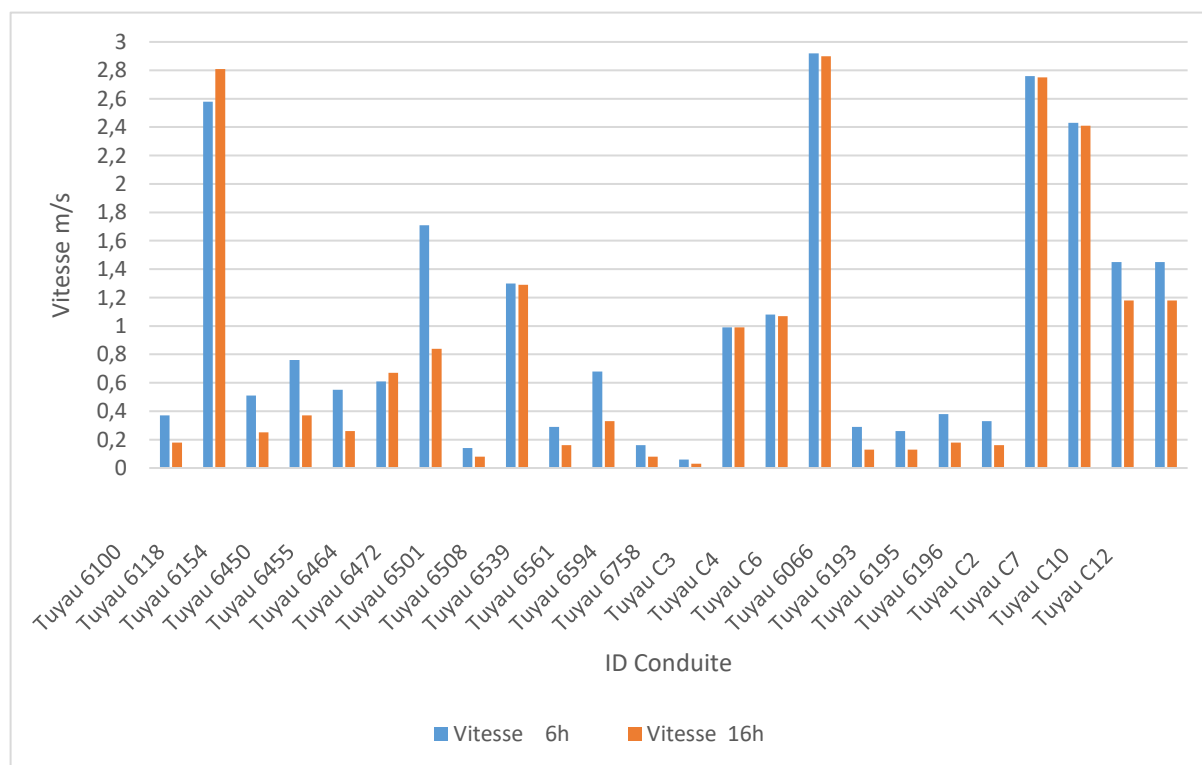


Figure 8 : Répartition de la vitesse sur le réseau à 6h

Comme présenté par la Figure 8 ci-dessous, une bonne partie du réseau de distribution (ramifications) a des vitesses d'écoulement de l'eau inférieures à 0,1m/s. Seulement les conduites principales de distribution allant du château respectent les conditions d'auto-curage.

Graphique 9 : Analyse comparative des vitesses à 6h et 16h



En période de pointe la vitesse à 6 h est supérieure à la vitesse en période de moyenne consommation 16 h.

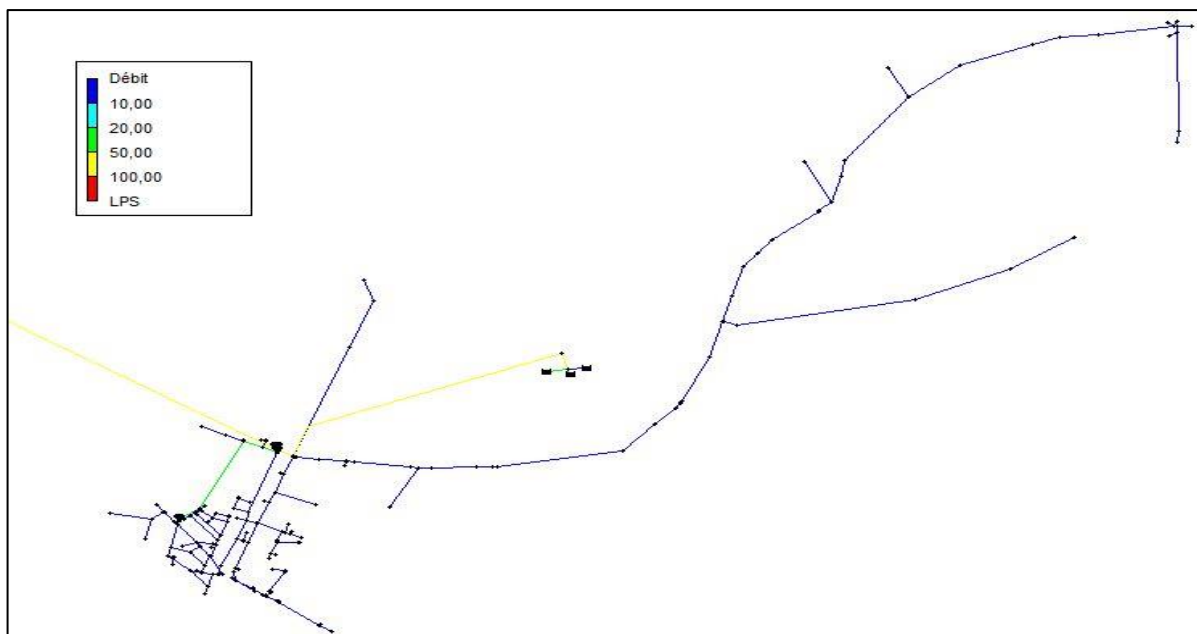


Figure 9 : Répartition des débits sur le réseau à 16h

Comme présentés par la ci-dessus, les débits sont pour l'ensemble du réseau de distributions inférieures à 10 l/s. Pour la conduite d'adduction principale, le débit est compris entre 50 à 100 l/s.

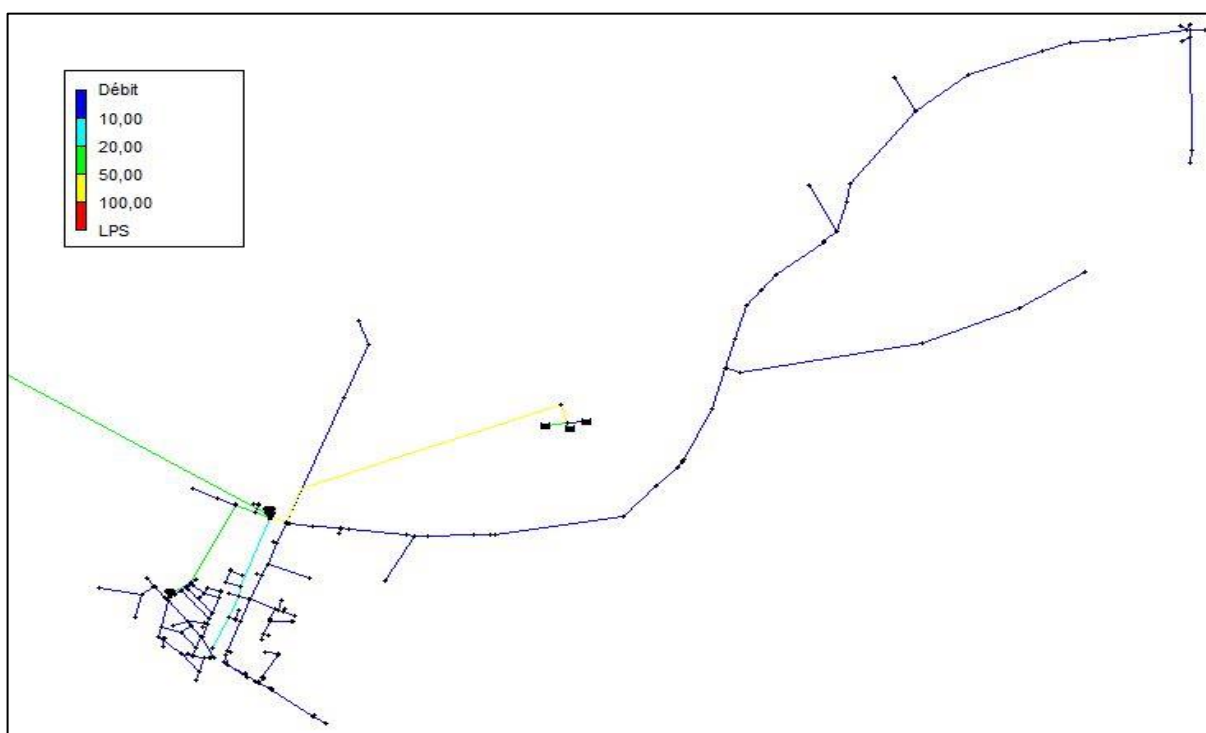


Figure 10 : Répartition des débits sur le réseau à 6h

Comme présentés par la **Figure 10** ci-dessous, les débits sont pour l'ensemble du réseau de distributions inférieures à 10 l/s. Pour la conduite d'adduction principale, le débit est compris entre 50 à 100 l/s.

VI. CONCLUSION ET RECOMMANDATION

Le réseau d'eau potable de la ville de Tabligbo a été mis en fonction en 1976. La demande actuelle ne permet plus de répondre aux besoins de la population qui a fortement évolué dans certaines zones.

L'inventaire productif et la modélisation du réseau d'eau potable de Tabligbo a permis d'identifier les problèmes du réseau qui sont entre autres des sous-pressions et sur-pressions dans certains quartiers, des sous vitesses sur l'ensemble du réseau dues à des diamètres de conduites surdimensionnés pouvant entraîner des dépôts important à l'intérieur des canalisations, la répartition déséquilibré par rapport à la répartition de la consommation d'eau, les équipements fonctionnels ou non fonctionnels et de nombreuses fuites et casses régulières. La simulation de la situation actuelle du réseau nous a permis de mieux comprendre l'état du réseau actuel et d'envisager des mesures correctives qui permettrons au réseau de desservir la population en eau jusqu'à l'horizon du projet et plus.

Afin d'adapter notre travail aux priorités de travaux identifiés et au rythme des financements obtenus par les partenaires du projet, il est recommandé de procéder selon les étapes suivantes:

- *Réaliser les opérations d'extension ciblées sur le réseau,*
- *Améliorer le rendement du réseau,*
- *Améliorer la pression et la répartition du stockage sur le réseau existant,*
- *Améliorer la vitesse sur le réseau,*
- *Développer et renforcer le réseau,*
- *Développer d'un outil automatisé, sous le logiciel EPANET, qui servira à modéliser et à simuler les fuites automatiquement,*
- *Desservir les quartiers de développement de la ville*

BIBLIOGRAPHIE

- Agence Tabligbo TdE. 2019. “GESTIONS DES RESEAUX ET DES BRANCHMENTS.” Bilan annuel. Tabligbo.
- “Compte rendue séminaire gestion patrimoniale.” 2020. Rapport 3.
- Document projet Tabligbo. 2018. “Projet d’Amélioration du Service de l’Eau et d’Assainissement de la commune de Tabligbo (ASEAT).” Rapport. Tabligbo.
- Experts-Solidaires, and ARWP. 2020. “Campagne de Mesure de Pression.” Rapport. Tabligbo.
- IGIP INGENIEUR-CONSEILS .DARMSTADT . R.F . D’ALLEMAGNE. 1984. Adduction d’eau des villes de TABLIGBO-BASSAR-MANGO PHASE 2.
- KAMWA, Landry. 2019. “Diagnostic, modélisation et de réhabilitation du réseau d’eau potable de la ville d’Aného.” Mémoire.
- MERZOUK. 2005. Méthodologie de Détection et de Localisation Des Fuites Dans Un Réseau D’eau Potable Dans Les Petites et Moyennes Collectivités.
- ONEMA. 2012. Gestion Patrimoniale Des Réseaux D’eau Potable Elaboration Du Descriptif Détaillé Des Ouvrages de Transport et de Distribution D’eau.
- ONEMA. 2016. Gestion patrimoniale des réseaux d’eau potable Volume II : Optimiser ses pratiques pour un service durable et performant. Vol. II.
- TdE 2019, Rapport mensuel d’exploitation TdE (Togo).
- Ministère de la Planification, du Développement et de l’Aménagement du Territoire du Togo, Caractéristiques démographiques volume 2, recensement général de la population et de l’habitat Novembre 2010.

Cours consultés :

- FAYE, M. 2018, OUEDRAOGO, M. 2016, recherche des fuites cours 2iE.
- BEGA U 2016, cours 2iE d’approvisionnement en eau potable.
- FAYE M. 2019, cours 2iE Adduction en eau potable.

ANNEXES

Annexe I : Besoins généraux de la ville de Tabligbo.....	43
Annexe II : Estimations des besoins en eau de la ville de Tabligbo	45
Annexe III : Branchement administratifs	48
Annexe IV : Résumé des canalisations	49
Annexe V : Liste exhaustive des données	51
Annexe VI : Identification des données non trouvées en remplissage gris.....	52
Annexe VII : Profil de consommation	53
Annexe VIII : Répartition matériaux des conduites.....	53
Annexe IX : les équipements hydrauliques du réseau de la ville de Tabligbo.....	53
Annexe X : Modèle du fichier inventaire de Tabligbo.....	54
Annexe XI : Réseau d'adduction de la ville de Tabligbo	55
Annexe XII : Schéma hydraulique AEP Tabligbo	56
Annexe XIII : Répartition quartier du réseau Tabligbo	57

Annexe I : Besoins généraux de la ville de Tabligbo

		TAUX DE DESSERTE EN ALIMENTATION EAU POTABLE								
Année	2010	2015	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Global (%)	37%	35%	45%	47%	52%	55%	59%	62%	66%	68%
BP (%)	18%	17%	22%	25%	28%	29%	31%	33%	35%	36%
BF (%)	19%	18%	23%	22%	24%	26%	28%	29%	31%	32%

		POPULATION DESSERVIE EN EAU POTABLE								
ANNEE	2010	2015	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
GLOBAL	22631	24103	33274	35587	40318	43667	47968	51616	56265	59361
BP	11010	11707	16267	18929	21710	23025	25203	27473	29838	31427
BF	11621	12396	17007	16658	18608	20643	22764	24143	26428	27935

		NOMBRE DE BORNE FONTAINE								
ANNEE	2010	2015	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
TAUX (%)	19	18	23	22	24	26	28	29	31	32

NOMBRE DE BF	58	62	85	83	93	103	114	121	132	140
--------------	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----

		NOMBRE DE BRANCHEMENT PRIVE								
ANNEE	2010	2015	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
TAUX (%)	18	17	22	25	28	29	31	33	35	36
NOMBRE DE BP	734	780	1084	1262	1447	1535	1680	1832	1989	2095

BRANCHEMENTS ADMINISTRATIFS										
ANNEE		2015	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
CONSOMMATION	m3/an			28090	28652	29225	29809	30406	31014	31634
NOMBRE DE BRANCHEMENTS	u			44	45	46	47	48	49	50

NOMBRE TOTAL DE BRANCHEMENTS											
ANNEE			2015	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
BRANCHEMENTS PRIVE		U	780	1084	1 262	1447	1 535	1680	1 832	1989	2 095
BORNE FONTAINE			62	85	83	93	103	114	121	132	140
BRANCHEMENTS ADMINISTRATIFS			0	0	44	45	46	47	48	49	50
TOTAL			842	1 170	1 389	1 585	1 684	1 841	2 000	2 170	2 284

Annexe II : Estimations des besoins en eau de la ville de Tabligbo

	Année	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	Année St°
	Population	73 943	75 717	77 535	79 395	81 301	83 252	85 250	87 296	87 296
Bornes Fontaines	Taux de dessert des BF (%)	23	22	24	26	28	29	31	32	35
	Population desservie par les BF	17 112	16 658	18 872	20 440	22 453	24 161	26 337	27 786	33 621
	Nombre de pers/BF	200	200	200	200	200	200	200	200	200
	Nombre de BF	86	84	95	102	113	121	132	139	168
	Cons_spéc des BF	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
	Bjm des BF [m3/j]	342,2	333,2	377,4	408,8	449,1	483,2	526,7	555,7	672,4
Branchements Privés	Taux de dessert des BP(%)	22	25	28	29	31	33	35	36	40
	Population desservie par les BP	16 162	18 929	21 446	23 227	25 515	27 455	29 928	31 575	38 206

	Nombre de pers/BP	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	Nombre de BP	1 077	1 262	1 430	1 548	1 701	1 830	1 995	2 105	2 547
	Cons_spéc des BP	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
	Bjm des BP [m3/j]	646,5	757,2	857,8	929,1	1 020,6	1 098,2	1 197,1	1 263,0	1 528,2
BF + BP	Taux de dessert du réseau (%)	45	47	52	55	59	62	66	68	75
	Bjm domestiques	988,7	1 090,3	1 235,3	1 337,9	1 469,6	1 581,4	1 723,9	1 818,7	2 200,7
Act Socio-Econ	Taux Bjm_domes %	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
	Bjm activités Socioecon	197,7	218,1	247,1	267,6	293,9	316,3	344,8	363,7	440,1
Besoins	Bjm [m3/j]	1 186,5	1 308,4	1 482,3	1 605,5	1 763,6	1 897,7	2 068,6	2 182,5	2 640,8
	Cperte	1,35	1,33	1,31	1,29	1,27	1,25	1,23	1,21	1,19
	Bjmp [m3/j]	1 601,7	1 740,2	1 941,9	2 071,1	2 239,7	2 372,2	2 544,4	2 640,8	3 142,5
	Cpj	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15
	Bjp [m3/j]	1 842,0	2 001,2	2 233,1	2 381,7	2 575,7	2 728,0	2 926,1	3 036,9	3 613,9
Réseau de distribution	□ réseau_distribution	63,00%	65,0%	67,0%	69,0%	71,0%	73,0%	75,0%	77,0%	79,0%

Vol_BF distribué [m3/j]	1 012,1	940,7	1 018,4	1 054,7	1 108,5	1 141,8	1 192,1	1 205,1	1 397,8
Temps_distri des BF	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Qmoy_horaire des BF	84,34	78,39	84,87	87,89	92,37	95,15	99,34	100,43	116,48
Cph des BF	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Qph des BF	168,68	156,79	169,74	175,78	184,75	190,31	198,69	200,85	232,97
Vol_BP_distri [m3/j]	1911,7	2138,0	2314,6	2397,1	2519,3	2595,1	2709,3	2738,9	3176,8
Temps_distri des BP	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Qmoy_horaire des BP	79,65	89,08	96,44	99,88	104,97	108,13	112,89	114,12	132,37
Cph des BP	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Qph des BP	159,31	178,17	192,88	199,76	209,94	216,26	225,78	228,24	264,73
Qph de distribution	327,99	334,96	362,62	375,54	394,68	406,57	424,46	429,10	497,70
Vol_tot_distr [m3/j]	2 923,8	3 078,8	3 333,0	3 451,8	3 627,7	3 737,0	3 901,5	3 944,1	4 574,6
Tps_refou théorique	17	17	17	17	17	17	17	17	17

Réseau refoulement eau traitée	Qhor_refoulement	172,0	181,1	196,1	203,0	213,4	219,8	229,5	232,0	269,1
	Qmoy_forage [m3/h]	258,0	258,0	258,0	258,0	258,0	258,0	258,0	258,0	258,0
	Nombre de forages	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
	Tps_refou réel	5,7	6,0	6,5	6,7	7,0	7,2	7,6	7,6	8,9
	Diamètre théorique d'adduction	0,450	0,450	0,450	0,450	0,450	0,450	0,450	0,450	0,450
	Diamètre retenu [m]	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
	Vitesse d'éclt [m/s]	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
	Vérification de la condition de l'USGS	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

Annexe III : Branchement administratifs

	BRANCHEMENTS ADMINISTRATIFS							
ANNEE		2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
CONSOMMATION	m3/an	28090	28652	29225	29809	30406	31014	31634
NOMBRE DE BRANCHEMENTS	u	44	45	46	47	48	49	50

Annexe IV : Résumé des canalisations

Répartition des conduites en fonction du type de matériaux	
Matériaux	Longueur (m)
FONTE DN 300	4450
FONTE DN 300	6700
FONTE DN 250	14050
FONTE DN 100	1800
FONTE DN 80	500
FONTE DN 60	200
FONTE DN 200	6247
PVC DN 125	144
PVC DN 110	35556
PVC DN 160	33617
PVC DN 90	4895
PVC DN 75	14022
PVC DN 160	9
PVC DN 110	10
PVC DN 90	11

PVC DN 75	12
PVC DN 63	220
PVC DN 50	236
PVC DN 32	849
PVC DN 25	7288
PEHD DN 110	3000
PEHD DN 75	9210
PEHD DN 25	7035

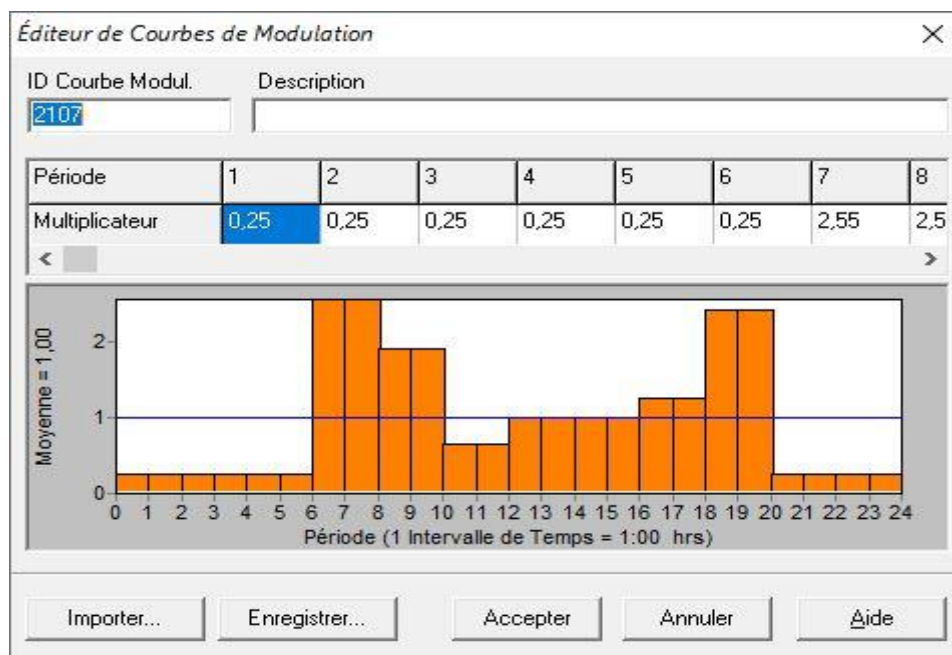
Annexe V : Liste exhaustive des données

Conduite	Branchement	Stockage	Ventouse	Vanne	Vidange	Forage	Bélier	Pompe	Equipement	Intervention	Foncier	Immobilier	mobilier	Coûts comptable
ID_TRONCON	ID_BRANCHEMENT	ID_RESERVOIR	ID_VENTOUSE	ID_VANNE	ID_VIDANGE	ID_FORAGE	ID_BELIER	ID_POMPE	ID_EQUIPEMENT	ID_TRONCON	AGENCE	AGENCE	AGENCE	Année
AGENCE_ZONE	ID_TRONCON	AGENCE_ZONE	AGENCE_ZONE	NOM	NOM	NOM	AGENCE_ZONE	AGENCE_ZONE	AGENCE_ZONE	AGENCE_ZONE	ID_foncier	ID_Immobilier	ID_mobilier	AGENCE_ZONE
ID_jonction	ID_ABONNE	ZONE	MARQUE	DIAMETRE_m	Zone	ZONE	MARQUE	COUVERTURE_LIGNE	LIEU	DATE_INTERVENTION	DATE_ACQUISITION	DATE_ACQUISITION	DATE_ACQUISITION	COUTS_MAINTENANCE
ID_Jonction	NOM_ABONNE	QUARTIER	ETAT	MARQUE	DIAMETRE_m	NAPPE	PRESSI ON SERVICE MAXI_bar	DEBIT_m3/h	ID_OUVREGE	DATE_DETECTI ON/SIGNALE MENT	SUPERFICIE	TYPE_IMMOBILIER	TYPE_MOBILIER	COUTS_RENOUVELLEMENT
Longueur	NUMERO_ABONNE	NŒUDS	ANNEE_POSE	ETAT	ELEVATION	ETAT	PRESSI ON EPREUVE_bar	HMT	MARQUE	TYPE_INTERVENTION	Destination	Destination	Destination	COUTS_DOMMAGE
PERIODE_POSE	NOMDU QUARTIER	TYPE	PERIODE_POSE	COORD_X	ETAT	Coord_X	DATE DE POSE	MARQUE_P	ANNEE_POSE	NATURE_DEFAILLANCE	ANCIEN PROPRIETAI RE	NOM ENTREPRISE	NOM ENTREPRISE	
ANNEE_POSE	ZONE	COTE_DU_RADI ER_m	NŒUDS	COORD_Y	Coord_X	Coord_Y	ETAT	MARQUE_MOT EUR	PERIODE_POSE	CAUSE_DEFAILLANCE	CONTACT_ANCIEN_PROPRI ETAI	CONTACT_ENTREPRISE	CONTACT_ENTREPRISE	
DIAMETRE	Coord_X	COTE_CHEMINEE_m	Coord_X	NŒUDS	Coord_Y	NŒUDS	Coord_X	ETAT	NOMBRES	CAUSE_DEFAILLANCE	Coord_X	Valeur à neuf	Nombres	
MATERIAU	Coord_Y	CAPACITE	Coord_Y	ANNEE_COLL ECTE DES DONNEES	NŒUD	PROFONDEUR	Coord_Y	P_KW	ETAT	Coord_X	Coord_Y		Valeur à neuf	
TYPE_EAU	ELEVATION	COORD_X	ELEVATION	ANNEE_POSE	ANNEE_POSE	DEBIT_m3/h	Valeur à neuf	Coord_X	ADRESSE	Coord_Y	TITRE_FONCIER			
DEBIT_l/s	ETAT_ABONNEE	COORD_Y	REMARQUE	PERIODE_POSE	ANNEE_COLL ECTE DES DONNEES	DATE DE REALISATION		Coord_Y	COORD_X	Coord_Z	zone I (zone de protection i mmédiate)			
RUGOSITE_m	ETAT_COMPT EUR	HAUTEUR	PROTECTION	ELEVATION	PERIODE_POSE	ND		ANNEE_POSE	COORD_Y	ZONE	zone II (zone protégée rapprochée)			
COTE_TN	TYPE DE CONTRAT	DIAMETRE	Valeur à neuf	REMARQUE	Valeur à neuf	NS		Valeur à neuf	Valeur à neuf	TYPOLOGIE	zone III (zone protégée éloignée)			
FONCTION	USAGE	NIVEAU INITIAL		Valeur à neuf	REMARQUE	ALTITUDE			INFORMATION UTILES	VOLUME_FUIT E_m3/h				
NB_BRANCHEMENT	TYPE_PROTECTION	NIVEAU MINIMAL				ANNEE_POSE				ABON_SANS_EAU				
JOINT	Diametre_MAT ERIEU	NIVEAU_MAXI				PERIODE_POSE				PLAINT E INTERVENTION				
DATE_MISE_H S	TYPE_ABON	PERIODE_POSE								TYPE_PLAINT E				
CAUSE_MISEH ORSSERV	MATERIAU	MATERIAU								TEST_EAU				
LITDEPOSE	DATE_SOUSC	ANNEE_POSE												
TYPE_SOL	LONGUEUR													
ETAT_SOL	Valeur à neuf													
TRAFIC	INTERVENTI ONS													
ENVIRONNEM ENT	DATE_INTERV ENTION													
PRESSI ON														
FABRICANT														
ENTREPRISE														
M_OEUVRE														
TECHNIQUE_ POSE														
DEPOT														
CORROSION														
valeur à neuf														
VALIDATION														
DATE														
VALIDATION														

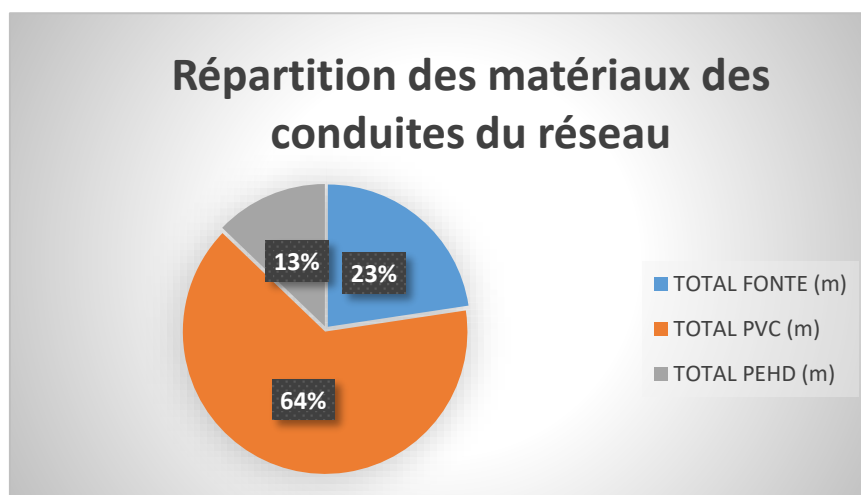
Annexe VI : Identification des données non trouvées en remplissage gris

Conduite	Branchement	Stockage	Ventouse	Vanne	Vidange	Forage	Bélier	Pompe	Equipement	Intervention
ID_TRONCON	ID_BRANCHEMENT	ID_RESERVOIR	ID_VENTOUSE	ID_VANNE	ID_VIDANGE	ID_FORAGE	ID_BELIER	ID_POMPE	ID_EQUIPEMENT	ID_TRONCON
AGENCE	ID_TRONCON	AGENCE	AGENCE	NOM	NOM	NOM	AGENCE	AGENCE	AGENCE	AGENCE
ZONE	AGENCE	NOM	DIAMETRE_m	AGENCE	AGENCE	AGENCE	CAPACITE_L	TYPE_DE_POMPE	TYPE_EQUIPEMENT	ID_ELEMENT_DEFAILLANT
ID_jonction	ID_ABONNE	ZONE	MARQUE	DIAMETRE_m	Zone	ZONE	MARQUE	COUVERTURE_LIGNE	LIEU	DATE_INTERVENTION
ID_Jonction	NOM_ABONNE	QUARTIER	ETAT	MARQUE	DIAMETRE_m	NAPPE	PRESSION_SERVICE_MAXI_bar	DEBIT_m3/h	ID_OUVRAGE	DATE_DETECTION/SIGNALLEMENT
Longueur	NUMERO_ABONNE	NŒUDS	ANNEE_POSE	ETAT	ELEVATION	ETAT	PRESSION_EPREUVE_bar	HMT	MARQUE	TYPE_INTERVENTION
PERIODE_POSE	NOMDU_QUARTIER	TYPE	PERIODE_POSE	COORD_X	ETAT	Cood_X	DATE DE POSE	MARQUE_P	ANNEE_POSE	NATURE_DEFAILLANCE
ANNEE_POSE	ZONE	COTE_DU_RADIER_m	NŒUDS	COORD_Y	Cood_X	Coord_Y	ETAT	MARQUE_MOTEUR	PERIODE_POSE	CAUSE_DEFAILLANCE
DIAMETRE	Coord_X	COTE_CHEMINEE_m	Cood_X	NŒUDS	Coord_Y	NŒUDS	Coord_X	ETAT	NOMBRES	Coord_X
MATERIAU	Coord_Y	CAPACITE	Coord_Y	ANNEE_COLLÈCTE DES DONNEES	NŒUD	PROFONDEUR	Coord_Y	P_KW	ETAT	Coord_Y
TYPE_EAU	ELEVATION	COORD_X	ELEVATION	ANNEE_POSE	ANNEE_POSE	DEBIT_m3/h	Valeur à neuf	Cood_X	ADRESSE	Coord_Z
DEBIT_l/s	ETAT_ABONNÉ	COORD_Y	REMARQUE	PERIODE_POSE	ANNEE_COLLÈCTE DES DONNEES	DATE DE REALISATION		Coord_Y	COORD_X	ZONE
RUGOSITE_m	ETAT_COMPTEUR	HAUTEUR	PROTECTION	ELEVATION	PERIODE_POSE	ND		ANNEE_POSE	COORD_Y	TYPOLOGIE
COTE_TN	TYPE DE CONTRAT	DIAMETRE	Valeur à neuf	REMARQUE	Valeur à neuf	NS		Valeur à neuf	Valeur à neuf	VOLUME_FUIT E_m3/h
FONCTION	USAGE	NIVEAU_INITIAL		Valeur à neuf	REMARQUE	ALTITUDE			INFORMATION UTILES	ABON_SANS_EAU
NB_BRANCHEMENT	TYPE_PROTECTION	NIVEAU_MINIMAL				ANNEE_POSE				PLAINTE_INTERVENTION
JOINT	Diametre_MATERIAU	NIVEAU_MAXI				PERIODE_POSE				TYPE_PLAINT E
DATE_MISE_HS	TYPE_ABON	PERIODE_POSE								TEST_EAU
CAUSE_MISEH ORSSERV	MATERIAU	MATERIAU								
LITDEPOSE	DATE_SOUSC	ANNEE_POSE								
TYPE_SOL	LONGUEUR									
ETAT_SOL	Valeur à neuf									
TRAFIC	INTERVENTIONS									
ENVIRONNEMENT	DATE_INTERVENTION									
PRESSION										
FABRICANT										
ENTREPRISE										
M_OEUVRE										
TECHNIQUE_POSE										
DEPOT										
CORROSION										
valeur à neuf										
VALIDATION										
DATE										
VALIDATION										

Annexe VII : Profil de consommation



Annexe VIII : Répartition matériaux des conduites



Annexe IX : les équipements hydrauliques du réseau de la ville de Tabligbo

Equipements hydrauliques	Quantité
Vanne sectionnement	42
Vanne de piquetage	95
Ventouse	35
Manomètre	3
Poteau d'incendie	0
Antibélier	2

Annexe X : Modèle du fichier inventaire de Tabligbo

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	Chaque tronçon doit porter un identifiant unique	Nom de l'agence	Zone	Début de la conduite, identifiant unique de l'organe de jonction	Fin de la conduite, identifiant unique de l'organe de jonction	En metre	Choisir dans la liste	Saisir si connue avec précision	Diamètre nominal Choisir dans la liste	Choisir dans la liste	Choisir dans la liste	Débit	La rugosité de la conduite	Cote terrain naturel	Fonction de la canalisation	Nombre de branchements sur la canalisation
2	ID TUYAUX			NŒUD INITIAL	NŒUD FINAL	LONGUEUR			DIAMETRE	TAG		DEBIT	RUGOSITE			
3									E							
4	ID_TRONCON	AGENCE	ZONE	ID_Jonction	ID_Jonction	Longueur	PERIODE_ANNEE	PC	DIAMETRE	MATERIAU	TYPE_EAU	DEBIT_l/s	RUGOSITE_m	COTE_TN	FONCTION	NB_BRANC
35	784	Tabligbo		Node95	Node381	81,88			75	PVC	Eau traitée		0,015		Distribution	1
36	785	Tabligbo		Node134	Node67	687,56			75	PVC	Eau traitée		0,015		Distribution	1
37	786	Tabligbo		Node372	Node56	62,66			90	PVC	Eau traitée		0,015		Distribution	2
38	787	Tabligbo		Node377	Node337	187,80			160	PVC	Eau traitée		0,015		Distribution	2
39	788	Tabligbo		Node457	Node125	1782,16			160	PVC	Eau traitée		0,015		Distribution	20
40	789	Tabligbo		Node351	Node228	468,58			110	PVC	Eau traitée		0,015		Distribution	4
41	790	Tabligbo		Node366	Node389	776,06			75	PVC	Eau traitée		0,015		Distribution	3
42	791	Tabligbo		Node331	Node65	334,41			90	PVC	Eau traitée		0,015		Distribution	1
43	792	Tabligbo		Node351	Node351	0,03			75	PVC	Eau traitée		0,015		Distribution null	
44	793	Tabligbo		Node353	Node355	51,51			75	PVC	Eau traitée		0,015		Distribution	4
45	794	Tabligbo		Reservoir292	Node44	121,97			200	PVC	Eau traitée		0,015		Distribution	2
46	795	Tabligbo		Node46	Node118	357,34			110	PVC	Eau traitée		0,015		Distribution	11
47	796	Tabligbo		Node120	Node299	45,29			90	PVC	Eau traitée		0,015		Distribution	1
48	797	Tabligbo		Node299	Node320	21,75			75	PVC	Eau traitée		0,015		Distribution	2
49	798	Tabligbo		Node320	Node321	113,59			75	PVC	Eau traitée		0,015		Distribution	3
50	799	Tabligbo		Node321	Node320	113,59			75	PVC	Eau traitée		0,015		Distribution	3
51	800	Tabligbo		Node320	Node321	113,59			75	PVC	Eau traitée		0,015		Distribution	3

Annexe XI : Réseau d'adduction de la ville de Tabligbo

Annexe XII : Schéma synoptique du réseau Tabligbo

Annexe XIII : Répartition quartier du réseau Tabligbo