



ETUDE DIAGNOSTIC DU SYSTEME D'AEP DE LA VILLE DE YAKO AU BURKINA FASO ET PROPOSITION TECHNIQUE D'AMELIORATION (HORIZON 2022)

MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU MASTER EN INGENIERIE DE L'EAU ET DE L'ENVIRONNEMENT OPTION : GENIE CIVIL ET HYDRAULIQUE

Présenté et soutenu publiquement le 18 /01/2017 par

WAOGWENDE WILFRIED MINOUGOU

Travaux dirigés par : Mr. Moussa OUEDRAOGO

Enseignant 2iE/ DGCH

Mr. Blaise DJIGUEMDE

Spécialiste en Management des Services Urbains
d'Eau et d'Assainissement

Jury d'évaluation du stage :

Président : Dr. Anderson ANDRIANISA

Membres et correcteurs : Mr. Bèga OUEDRAOGO
Mr . Moussa FAYE
Prénom NOM

Promotion 2015/2016

■ ■ ■ ■ **Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement**

Fondation 2iE - Rue de la Science - 01 BP 594 - Ouagadougou 01 - BURKINA FASO – IFU 00007748B

Tél. : (+226) 50. 49. 28. 00 - Fax : (+226) 50. 49. 28. 01 - Mail : 2ie@2ie-edu.org - www.2ie-edu.org

DEDICACE

*Je dédie ce présent mémoire
à toute ma famille*

REMERCIEMENTS

Nos remerciements vont à l'endroit de tous ceux qui ont œuvré de près ou de loin au bon déroulement de notre formation. Nous leur signifions notre sincère reconnaissance et notre gratitude. Nous tenons à remercier particulièrement :

- Mon père Denis MINOUGOU qui malgré son emploi du temps chargé m'a soutenu
- Ma mère Azara MINOUGOU pour ses conseils et accompagnements.
- Mr Lassina SANOU ex Directeur de l'Exploitation de l'ONEA pour nous avoir permis d'effectuer notre stage au sein de la Direction d'exploitation de l'ONEA.
- Mr Moussa OUEDRAOGO pour sa disponibilité et son accompagnement dans l'élaboration de ce présent document. En qualité d'Enseignant 2iE, il nous a guidé et fait bénéficier de ses riches expériences.
- Mr Blaise DJIGUEMDE chef de Service Production-distribution de l'ONEA pour son accompagnement et ses conseils
- Au personnel du centre ONEA de Yako pour leur dévouement à mon égard
- Aux autorités municipales de Yako pour leur disponibilité
- Le corps enseignant de 2iE pour la qualité de la formation reçue
- Toute ma famille qui m'a épaulé

Ma gratitude va aussi à l'endroit de mes camarades qui malgré, les difficultés traversées, ont su être solidaires et soudés les uns les autres.

RESUME

Yako est une ville située au Nord-Ouest du Burkina Faso et s'étend sur une superficie de 1092 km². Avec une population estimée à 29000 habitants est composé de 66% d'agriculteurs. Elle abrite plusieurs points d'eau comme les PMH, les puits et le réseau ONEA. De nos jours, nous observons une alimentation en eau potable effective sur le réseau de l'ONEA. A Yako, nous avons un réseau totalisant une longueur de 62,367 km et constitué par des conduites en PVC, et PEHD. Grâce à un travail en synergie avec les différents acteurs comme les fontainiers, le réseau devient de plus en plus sollicité dans la ville de Yako.

Le réseau actuel de la ville, enregistre d'énormes problèmes se traduisant surtout par les pertes en eau, l'état défectueux de certains équipements des forages, de la station de traitement, etc. Ces éléments sont des éléments clés au bon fonctionnement, etc. Ces différents problèmes causent un déficit en eau pour combler les besoins en eau de la population.

Compte tenu du déficit en eau potable qu'enregistre la ville de Yako, il apparaît donc impératif de planifier ou promouvoir de nouvelles actions en vue de relever la production. Il faudrait d'abord favoriser la réhabilitation et la construction de nouveaux forages, mais aussi procéder à l'extension du réseau ONEA.

Au bout de notre étude, nous avons opté pour la politique de l'optimisation de la gestion de l'AEP. A cet effet, il faudrait d'abord une implication effective des différents acteurs et bénéficiaires du système d'AEP, mais aussi l'élaboration d'un système de gestion assuré par le SIG.

Mots Clés :

- 1 – Eau potable**
- 2 - ONEA**
- 3 - Forage**
- 4 – Déficit**
- 5 - SIG**

ABSTRACT

Located in the North West of Burkina, YAKO spreads on 1092 km² with a population of 29,000 people. YAKO hosts several water sources including hand pumps, wells and the national water utility –ONEA which successfully and effectively supplies safe water through joint efforts of various stakeholders such as the stand pipe managers. In Yako, drinking water system totalizes a length of 62,367 km and it is constituted of PVC and HDPE pipes.

The current drinking water system of the city is confronting to many problems, mainly due to water losses, the defective state of some drilling equipment, the treatment plant, etc. These elements are key elements for proper operation, etc. These various problems cause a deficit of drinking water for the population of Yako.

Given the safe water issue in Yako, it is critical to plan or promote new initiatives carrying the potential of increasing production. This involves on the one hand, rehabilitation and new facilities and on the other hand, expanding ONEA network to users.

Our study has come up with the conclusion of sustaining the safe water management system. This requires first and foremost effective involvement of the various stakeholders and beneficiaries but also the design of a GIS-managed system

Key words:

- 1 – Drinking Water**
- 2 - ONEA**
- 3 - Drilling**
- 4 - Deficiency**
- 5 – SIG**

LISTE DES ABREVIATIONS ET SIGLES

2iE	:	Institut International de l'Eau et de l'Environnement
AEP	:	Adduction en Eau Potable
BF	:	Borne Fontaine
Bj	:	Besoins journaliers
Bjp	:	Besoin du jour de pointe
Bjt	:	Besoins journaliers totaux
BOAD	:	Banque Ouest Africaine de Développement
BP	:	Branchement Privé
CMA	:	Centre Médical avec Antenne Chirurgical
Cph	:	Coefficient de pointe horaire
Cpj	:	Coefficient de pointe journalière
Cps	:	Coefficient de pointe saisonnier
Cs	:	Consommation spécifique
DN	:	Diamètre Nominal
Dth	:	Diamètre théorique
FY	:	Forage Yako
Ic	:	Indice linéaire de consommation
Ich	:	Indice de consommation par habitant
Ilp	:	Indice linéaire de perte
Ilr	:	Indice linéaire de réparation
ONEA	:	Office National de l'Eau et de l'Assainissement
PEHD	:	Polyéthylène Haute Densité
pH	:	Potentiel d'Hydrogène
PMH	:	Pompe à Motricité Humaine
PN	:	Pression Nominale
PVC	:	Polychlorure de Vinyle
SIG	:	Système d'Informations Géographique
SONABEL	:	Société National Burkinabè d'Electricité
Vr	:	Volume de stockage

SOMMAIRE

<i>Dédicace</i> -----	<i>ii</i>
<i>Remerciements</i> -----	<i>iii</i>
<i>Résumé</i> -----	<i>iv</i>
<i>Abstract</i> -----	<i>v</i>
<i>Liste des abréviations et Sigles</i> -----	<i>vi</i>
<i>Liste des tableaux</i> -----	<i>ix</i>
<i>Liste des figures</i> -----	<i>x</i>
<i>I. Introduction</i> -----	<i>1</i>
1. Contexte de l'étude -----	<i>2</i>
2. Objectifs et Résultats attendus -----	<i>2</i>
3. présentation de la structure d'accueil -----	<i>3</i>
4. Présentation de la zone d'étude -----	<i>3</i>
<i>II. Matériels et Méthodes</i> -----	<i>7</i>
1. Matériels -----	<i>7</i>
2. Méthode de Travail -----	<i>7</i>
<i>III. Système d'aep</i> -----	<i>9</i>
1. Présentation du centre -----	<i>9</i>
2. production et refoulement -----	<i>10</i>
3. Traitement des eaux -----	<i>12</i>
4. Stockage -----	<i>12</i>
5. Le réseau de distribution et ses abonnés -----	<i>13</i>
6. les équipements de gestion technique (robinetterie et compteurs) -----	<i>15</i>
7. les Indicateurs de fonctionnement -----	<i>16</i>
<i>IV. Résultats-discussions-analyse</i> -----	<i>21</i>
1. Indice de fonctionnement du réseau -----	<i>21</i>
2. Bilan besoins/ressources -----	<i>23</i>

3.	Discussion et Analyses	30
4.	Synthèse de diagnostic	35
V.	<i>Proposition technique amélioration</i>	35
1.	Renforcement de la production	36
2.	Amélioration de la distribution	37
3.	Devis estimatif des travaux	38
4.	Détermination des charges diverses	40
5.	Détermination du prix du mètre cube d'eau	40
VI.	<i>Proposition d'un scenario de gestion</i>	41
1.	Accès au système à toute la population	41
2.	Mise en place de système de suivi de l'évolution de production et consommation	41
3.	Entretien et maintenance du réseau et des équipements	42
4.	Implication des bénéficiaires dans la gestion	42
5.	Gestion par le logiciel G-DOR	42
6.	Capitalisation des données existantes	43
VII.	<i>Etude d'impacts</i>	43
1.	Impact socio-économique	43
2.	Impact environnemental	43
VIII.	<i>Conclusion</i>	44
IX.	<i>Recommandations - Perspectives</i>	45
X.	<i>Annexes</i>	47

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Activités de la population de Yako	6
Tableau 2 : Religions.....	6
Tableau 3: Sources d'approvisionnement en eau de consommation de la population.....	6
Tableau 4 : Ménages souhaitant les branchements	7
Tableau 5 : Capacité à payer un abonnement ONEA.....	7
Tableau 6 : Evolution des débits	11
Tableau 7 : Caractéristiques de l'électropompe du FY7	11
Tableau 8: Composition du réseau de distribution en PVC selon les DN.....	13
Tableau 9: Poste d'eau à Yako en 2015	14
Tableau 10: Répartition des ouvrages hydrauliques sur la distribution	15
Tableau 11 : Compteurs d'eau à l'exhaure.....	15
Tableau 12 : Evolution des productions et consommation annuelle	16
Tableau 13 : Productions et consommations mensuelles de yako	17
Tableau 14: Données de réparations des fuites de décembre 2015.....	20
Tableau 15: Calcul des rendements.....	22
Tableau 16 : Calcul des Ilp.....	22
Tableau 17: Calcul des ICH	23
Tableau 18 : Evaluation des besoins	25
Tableau 19: Bilan/ressource	26
Tableau 20: Calcul des diamètres.....	26
Tableau 21: Calcul du volume de réservoir	27
Tableau 22 : Classification des réseaux	32
Tableau 23 : Valeurs de référence de l'ILP.....	32
Tableau 24: Devis estimatif partiel	39
Tableau 25: Devis estimatif total	40
Tableau 26 : Suivi de pH et de chlore de la station de traitement.....	55
Tableau 27: estimation des taux de desserte	57
Tableau 28: Exploitation du système	59

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation de la zone d'étude	4
Figure 2: Matériaux des conduites de distribution	13
Figure 3: Répartition des conduites suivant le diamètre	14
Figure 4: Histogramme des productions et consommations annuelles	17
Figure 5: Courbe des productions et consommations mensuelles d'eau Yako	18
Figure 6 : Répartition des fuites rencontrées.....	20
Figure 7: Courbe des vitesses.....	29
Figure 8: Courbe des pressions	29
Figure 9 : Coffret d'alimentation (à gauche) et Conduite dénudée par l'érosion(à droite).....	51
Figure 10: Présence d'eau dans les regards (à gauche) et salle de traitement(à droite).....	51
Figure 11 : Fuite dans un regard(à gauche) et Réparation de fuite sur branchements(à droite)	52
Figure 12: Tête de forage	52
Figure 13: Réservoir de Yako	53
Figure 14: Résultats de l'étalonnage des compteurs.....	61
Figure 15: Plan du réseau de distribution.....	63
Figure 16: Positionnement des captages	64

I. INTRODUCTION

L'eau est un élément vital et régulateur dans la vie de l'homme. L'eau est, et demeure le souci majeur des hommes. Conscients de ces enjeux, la question de l'eau est actuellement la plus grande préoccupation des différents acteurs et gestionnaires des pays, et surtout des organismes œuvrant dans le secteur de l'eau en général.

Le Gouvernement du Burkina Faso, à travers le programme national d'approvisionnement en eau potable et d'assainissement adopté en 2006, envisage surtout d'atteindre des objectifs maximaux de desserte c'est-à-dire couvrir les besoins en eau des populations. Malgré la mise en place de ce programme, nous remarquons toujours que les objectifs de dessertes sont loin d'être atteints, laissant ainsi les populations dans un besoin perpétuel. Yako, étant une ville du Burkina Faso concernée par ledit programme, est une ville qui malgré les efforts étatiques, reste un centre à problème du point de vue approvisionnement. Les acteurs du secteur de l'eau, très soucieux de la satisfaction des besoins en eau de la population de Yako, ont voulu une étude diagnostique du système d'approvisionnement en eau potable actuelle en vue de relever ses insuffisances avec la proposition d'une technique d'amélioration.

Cela nous amène à nous poser les questions de résolution telles que : Quel est l'état actuel de l'existant ? Les paramètres de dimensionnement sont-ils vérifiés ? Que faire pour renforcer l'existant ?

Dans ce présent mémoire, nous allons d'abord axer nos recherches sur l'existant en vue de déceler les problèmes que rencontrent le système. Ensuite, nous allons procéder à des vérifications des paramètres de calculs et enfin mener des études pour le renforcement de l'existant.

1. CONTEXTE DE L'ETUDE

Yako est une ville située dans la province du Passoré avec les coordonnées suivantes : 12°58'00'' Nord et 2°16'00'' Ouest. Elle se situe dans une zone soudano sahélienne avec une mauvaise répartition de la pluviométrie. La population de Yako est confrontée aux pénuries incessantes d'eau surtout en saison sèche. Soucieux du bien-être des populations présentes, le gouvernement à travers l'ONEA a mis en place le Programme National d'Approvisionnement en Eau potable et Assainissement (PN-AEPA) visant à faire passer le taux d'accès à l'eau potable de 65% en 2016 à un accès universel en 2030. Pour l'ONEA, les objectifs fixés de desserte en eau potable de ce centre semblent se dégrader d'année en année. Il apparaît donc primordial de mener des actions en vue de répondre aux demandes en eau de la population. C'est dans ce cadre que l'ONEA a voulu avoir une étude diagnostique du système en place.

2. OBJECTIFS ET RESULTATS ATTENDUS

a. Objectifs

❖ Objectif principal

L'objectif principal à travers cette étude est surtout de contribuer à l'amélioration des conditions de vie de la population actuelle.

❖ Objectifs spécifique

Nous visons d'une part à mener une étude diagnostique du système actuel afin de déceler ses insuffisances. D'autre part, nous voulons qu'au bout de cette étude, nous puissions proposer une technique de gestion afin d'assurer une distribution qualitative et quantitative.

b. Résultats attendus

Notre étude aura pour échéance l'année 2022. Cette échéance est choisie compte tenu du projet de renforcement de la station avec l'apport de l'eau potable du barrage Kanazoe. A l'issue de cette étude nous devons aboutir à :

- ❖ Un rapport de l'état des lieux du système actuel
- ❖ Un rapport d'analyse du fonctionnement technique
- ❖ Un bilan des besoins/ Ressources à l'horizon 2022
- ❖ Proposition technique d'amélioration

❖ Devis estimatif

3. PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL

L'ONEA est depuis le 02 novembre 1994, une société d'Etat (décret n°94-391/PRES/MICM/EAU) au capital de 3 080 000 000 de francs CFA. L'ONEA répond à des besoins fondamentaux de la vie : accès à l'eau potable et assainissement des eaux usées et excréta. L'ONEA a pour objet :

- la création, la gestion et la protection des installations de captage, d'adduction, de traitement, et de distribution d'eau potable pour les besoins urbains et industriels ;
- la création, la promotion et l'amélioration ainsi que la gestion des installations d'assainissement collectifs, individuels ou autonomes pour l'évacuation des eaux usées et des excréta en milieu urbain et semi urbain.

Actuellement, l'ONEA gère 56 centres dotés de systèmes d'approvisionnement en eau potable. L'effectif global du personnel ONEA au 31/12/2014 est de 948 agents dont 772 hommes et 176 femmes.

Son siège social est situé sur l'Avenue de l'ONEA, Porte n° 220, Secteur 17 (Pissy) 01 BP 170 Ouagadougou 01.

4. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

a. Situation géographique

Yako est une ville située au Nord Burkina Faso et plus précisément dans la province du Passoré à 109km de Ouagadougou sur la route nationale 2 et à 72 km de Ouahigouya. Elle compte quarante (40) villages et sept (07) secteurs¹. Dans le présent rapport, nous allons limiter notre zone d'étude aux sept secteurs de Yako qui constituent ainsi la ville. Elle a une forte capacité d'échanges socio-économiques compte tenu de son emplacement. En effet, elle est à l'intersection de plusieurs axes routiers relativement importants comme Ouahigouya, Dori, Kaya, Tougan, etc. La ville de Yako s'étend sur une superficie 1092 km².

¹ "Plan Communal de Développement de YAKO."

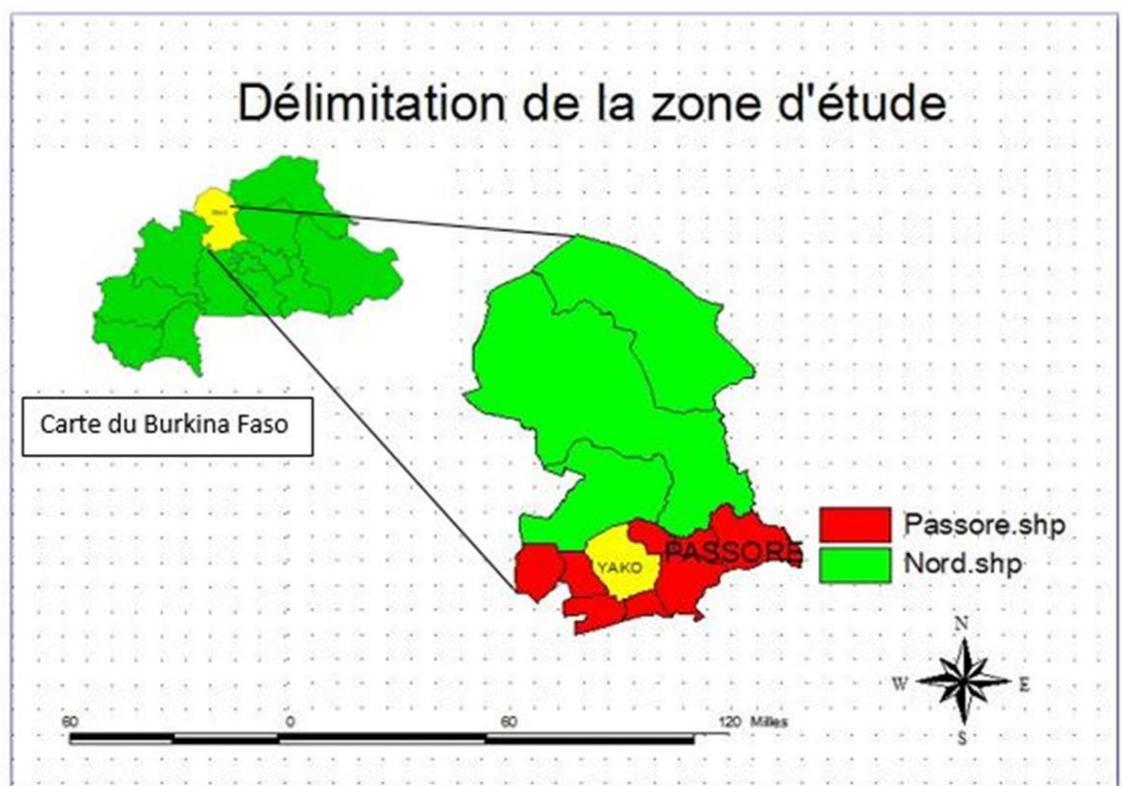


Figure 1 : Localisation de la zone d'étude

b. Milieu Physique

Le milieu physique regroupe un ensemble d'éléments naturels, tels que le climat, la géologie composée des sols, de la végétation, du relief et de la faune.

i. Climat

Situé dans une zone soudano sahélienne, Yako fait face à deux saisons bien distinctes :

- ✓ Une saison sèche durant d'Octobre à Mai soit huit (08) mois. Cette saison est caractérisée par l'harmattan et des vents chauds et secs.
- ✓ Une saison humide s'étalant de Juin à Septembre soit quatre (04) mois caractérisée par une pluviométrie moyenne annuelle de 730mm et de la mousson.

ii. La géologie

Yako constitue la limite du birrimien. Elle a un relief formé de nombreuses collines birrimiennes et de pénéplaine composée de roches dures. Ces formations exposent les sols à une forte érosion progressive.

Les sols de la ville de Yako sont dégradés entraînant ainsi une pauvreté en valeurs agronomiques. Les sols se classent en cinq groupes qui sont :

- ✓ Les lithosols avec un revêtement gravillonnaire
- ✓ Les sols argilo-sableux
- ✓ Les sols ferrugineux qui sont les plus majoritaires
- ✓ Les sols hydromorphes
- ✓ Les sols gravillonnaires

Du point de vue végétation, Yako est principalement constituée de savane arbustive et herbeuse. Nous avons des espèces végétales comme les eucalyptus, l'acacia, le tamarinier, etc. Cette végétation est de plus en plus dégradée à cause de certaines pratiques anthropiques comme la coupe abusive du bois, la pression foncière, etc. La faune quant à elle, est constituée du petit gibier tel que les lièvres, perdrix, etc.

c. Etudes démographiques

Yako abrite une population totale de 26237 habitants avec un taux de croissance de l'ordre de 2,7% en 2013² avec une densité de plus 70 habitants au km².

Cette population avait pour source d'approvisionnement en eau les puits et les PMH avant la mise en place du système d'AEP. De nos jours, avec l'expansion des bornes fontaines, la population s'alimente à travers le système AEP de l'ONEA.

Yako est une ville dotée de nombreuses infrastructures administratives. Nous pouvons noter la présence de plusieurs lycées et collèges, des administrations communales (mairie, services conjoint, etc.), des administrations sanitaires (CMA, Pharmacie, etc.) et des administrations déconcentrées de l'Etat (Haut-commissariat, préfecture, etc.)

A Yako réside une diversité ethnique assez accrue. Nous notons de façon majoritaire, les Mossé. Nous avons aussi la présence d'autres ethnies comme les Peulhs les Bobos, les Yarcés. La ville de Yako est constituée d'une population assez jeune (plus de 65% ont un âge inférieur à 60ans)

A Yako réside un responsable coutumier du nom de **NABA KIBA**. Ainsi, on peut dénombrer trois (03) grandes fêtes coutumières (le Rendini, le Bugaralé et le Napusum).

d. Contexte hydrogéologique

Yako, compte tenu de sa géologie, abrite des sources d'eau vulnérables à ressource exploitable limitée. Elle est traversée par deux grands affluents à savoir celui du fleuve Nakambé et du cours inférieur du Mouhoun qui servent de source de recharge pour la nappe

² ONEA/DIRECTION DE L'EXPLOITATION, "RAPPORT TECHNIQUE D'EXPLOITATION 2013."

d'eau souterraine. Les eaux de surface de Yako tirent principalement leur origine de ces deux affluents. Nous notons que ce sont des ressources intermittentes et tarissables en période sèche. Nous avons au total douze (12) forages pour le système d'AEP, mais aussi la présence de plusieurs points d'approvisionnement en eau tels que les PMH et les puits. Nous avons pu dénombrer au total 23 puits fonctionnels (traditionnel et moderne) et PMH.

e. Activités et religions

Avec les différentes investigations menées auprès de la population de Yako (enquêtes réalisées), nous avons pu enregistrer les activités majeures menées dans la ville. Elles sont réparties comme suit :

Tableau 1 : Activités de la population de Yako

	Nombre	Pourcentage (%)
Agriculteur	46	65,7
Eleveur	3	4,3
Commerce	21	30
Total	70	100

Tableau 2 : Religions

	Nombre	Pourcentage (%)
Musulman	50	71,4
Chrétien	19	27,1
Animiste	1	1,4
Total	70	100

Avec ces deux tableaux, nous avons une prédominance de l'agriculture avec un taux de 65,7 % et une prédominance des musulmans avec 71,4%. Le commerce et les chrétiens occupent les deuxièmes places selon leurs classements (activité principale et religion)

f. Sources d'approvisionnement

Tableau 3: Sources d'approvisionnement en eau de consommation de la population

	Nombre	Pourcentage (%)
Puits	0	0
PMH	0	0
Borne fontaine	44	62,9
Branchement privé	26	37,1
Total	70	100

Au regard de ce tableau, nous avons la principale source d'approvisionnement en eau qui est la borne fontaine avec un taux de 62,9% ensuite nous avons les branchements privés avec un taux de 37,1%. Ces résultats sont issus des enquêtes réalisées.

g. Capacité à payer l'abonnement au réseau

Tableau 4 : Ménages souhaitant les branchements

	Nombre	Pourcentage (%)
Oui	34	77,3
Non	10	22,7
Total	44	100

Tableau 5 : Capacité à payer un abonnement ONEA

	Nombre	Pourcentage (%)
Oui	28	63,6
Non	16	36,4
Total	44	100

Au regard de ces tableaux, nous constatons qu'il existe une forte demande des habitants, de l'ordre de 77,3%, pour ce qui est d'obtenir un branchement au réseau. Mais à cela s'ajoute aussi la proximité de ces ménages au réseau qui est aussi un facteur déterminant dans la réalisation des branchements.

II. MATERIELS ET METHODES

1. MATERIELS

Comme matériels, nous avons eu recours à :

- ❖ Fiches d'enquêtes élaborées grâce au logiciel SPHINX
- ❖ Documentations fournies par l'ONEA (rapports d'exploitation, plan SIG, etc.)
- ❖ Plan Communal de développement de la ville de Yako (PCD)

2. METHODE DE TRAVAIL

La méthode de travail utilisée se résume à deux grandes phases qui sont : la collecte de données et le travail de bureau

a. Collecte de données

Pendant cette phase, nous nous sommes déplacés dans la ville de Yako afin de mener diverses activités. Nous avons entrepris des entretiens avec les différents intervenants

(gestionnaires, populations, autorités communales) du réseau grâce à la fiche d'enquête préparée à cet effet. Nous avons aussi pendant cette phase, fait une reconnaissance des lieux à travers les visites des installations présentes afin de connaître les réalités que traversait le système AEP de la ville.

- ✓ **Critère d'échantillonnage et déroulement de l'enquête** : Nous avons choisi le type d'échantillonnage représentatif sur le nombre de la population et en fonction de la zone la plus représentative. Ce type d'échantillonnage stipule que pour une enquête, il faut avoir au moins 10 à 25% de la population considérée pour pouvoir mener une analyse qualitative. Nous avons une population estimée à 28420 habitants en 2016. Dans le présent rapport, nous allons opter pour la marge minimale de 10% de la population. Cette enquête s'est déroulée sur trois (03) jours et a touché les sept (07) secteurs de la ville et cela de manière occurrente. Nous avons consacré 10 fiches d'enquêtes pour chaque secteur. Nous avons eu un total de 2900 habitants de façon approximative. L'enquête avait pour but majeur de détecter les paramètres socio-économiques de la ville. Nous visons aussi à avoir l'avis des utilisateurs sur le réseau, les aptitudes et perspectives d'une extension possible, etc.
- ✓ **Entretien et diagnostic du système** : Le diagnostic est une étape faite sur la base de la visite des installations présentes. Nous avons visité les différentes stations de pompage (celles accessibles pendant la période de l'étude) en vue de voir les équipements présents ainsi que leurs caractéristiques. Nous avons aussi visité les différentes composantes du réseau (réservoir, station de traitement, borne fontaine, etc.). Concernant l'enquête auprès des administrations communales, et gestionnaire du centre, nous avons préféré avoir un entretien de manière directe avec ces acteurs.

b. Travail de bureau

Cela consistait au traitement et analyse des données collectées sur le terrain, à mener les différents calculs de dimensionnement, de vérification et à rédiger le présent mémoire de fin d'étude. Grâce aux données collectées, nous avons pu mener différentes études qui concourent à traiter le problème posé. Nous avons entré les données collectées auprès des ménages dans le logiciel SPHINX+ pour effectuer différents croisements de modalités pour une interprétation qualitative. Après le traitement des données acquises sur le terrain, nous avons mené une étude qualitative et quantitative des résultats tirés et, grâce aux différentes méthodes de calculs apprises lors de nos différents cours, nous avons pu tirer les chiffres caractéristiques relatifs à notre étude. Pour la simulation, nous avons renseigné toutes les données de base que demande le logiciel Epanet. Nous avons matérialisé le réseau sur Epanet grâce aux nombreuses données que comportait le plan Arcview. Ce sont, entre autres les diamètres, les cotes des composantes, les longueurs des conduites, etc.) Ainsi, après matérialisation du réseau sur Epanet, on procède

ainsi à la simulation.

III. SYSTEME D'AEP

Le système d'AEP regroupe l'ensemble des ouvrages et appareillages à mettre en place pour traiter et transporter les besoins en eau à satisfaire, depuis la ressource en eau jusqu'aux abonnés. Dans la ville de Yako, nous avons un système d'AEP conçu et géré par l'ONEA, et constitue ainsi la source d'approvisionnement en eau potable de la population de YAKO. Ainsi, le diagnostic du système apparaît comme une reconnaissance des différents dysfonctionnements. Une étude diagnostique complète est une étape assez délicate et demande beaucoup de temps.³ En effet, pour un réseau, elle demande la vérification de nombreux facteurs tels que :

- ✓ Les matériaux et diamètres des conduites
- ✓ Les pressions de service du réseau de distribution
- ✓ Les débits (adduction et distribution)
- ✓ La robinetterie (robinet, vannes, ventouses, vidanges, poteaux ou bouches d'incendies, etc.) qui assure le bon fonctionnement du réseau
- ✓ Les relevés de productions et consommations
- ✓ Les paramètres de création des ouvrages de captage d'eau souterraine et les conditions d'exploitation (quantité et qualité)
- ✓ Etc.

Nous allons nous baser sur les aspects ayant une grande importance dans le réseau.

1. PRESENTATION DU CENTRE

Le centre de Yako a été créé en 1988 grâce au financement de la BOAD, des Pays Bas et de l'Etat burkinabé⁴. Il est géré par une équipe de sept (07) agents composée comme suit :

- ✓ Un Electromécanicien œuvrant au poste de Chef de centre
- ✓ Un Plombier chargé de l'entretien du réseau

³ "Guide_Redactionnel_Diagnostic_AEP - Guide_Redactionnel_Diagnostic_AEP.pdf."

⁴ ONEA/DIRECTION DE L'EXPLOITATION, "RAPPORT TECHNIQUE D'EXPLOITATION 2013."

- ✓ Un Releveur qui est chargé de relever les index des compteurs et de distribuer les factures au près des abonnés
- ✓ Un Agent d'assainissement qui s'occupe du volet assainissement (latrines) financé par l'ONEA
- ✓ Une Caissière
- ✓ Deux gardiens

Responsable du bon fonctionnement du centre, ce personnel a pour objectif premier la satisfaction des besoins en eau de consommation de la population de Yako.

2. PRODUCTION ET REFOULEMENT

Concernant la ressource en eau, la ville de Yako est alimentée par douze (12) forages indexés de FY1 à FY12 et répartis en quatre stations comme suit :

- ❖ La station 1 : située au sein du centre, elle regroupe quatre (04) forages (FY1, FY2, FY3 et FY4). Elle constitue aussi la station de traitement du système.
- ❖ La station 2 regroupant trois (03) forages (FY6, FY7 et FY8)
- ❖ La station 3 regroupant aussi trois (03) forages (FY9, FY11 et FY12)
- ❖ La station 4 quant à elle regroupe deux (02) forages (FY5 et FY10) donnant les meilleurs débits du centre.

L'exhaure au niveau de ces différents ouvrages est assurée par des groupes électropompes immergés appropriés. Ces eaux sont acheminées à travers des conduites en PVC pour regagner le centre, avant d'être conduites vers le réservoir. La durée journalière de pompage est fixée par les hydrogéologues de l'ONEA, à 16h afin d'éviter l'assèchement de la ressource. Mais notons, qu'en temps de pointe, une dérogation de deux heures est demandée pour accroître la production. Les équipements sont alimentés par l'énergie que fournit la SONABEL. Il faut aussi souligner que le centre a acquis un groupe électrogène de secours à démarrage manuel de 15 KVA qui assure le fonctionnement de la station en cas de coupure d'électricité.

Tableau 6 : Evolution des débits⁵

Station	Numéro de forage	Débit prévu(m ³ /h)	Débit réel(m ³ /h)	ND moyen	Observation
1	FY1	7	4,9	41,70	Fonctionnel
	FY2	3	2,7	26,5	Fonctionnel
	FY3	5	4	25	En panne
	FY4	7	6,7	34,6	Fonctionnel
2	FY6	14	4,4	33	Fonctionnel
	FY7	14	8,4	35,30	En panne
	FY8	14	9	39	Fonctionnel
3	FY9	12	3,4	38,30	Fonctionnel
	FY11	5	4,1	38,6	En panne
	FY12	5	3,8	24,6	Fonctionnel
4	FY5	14	9,6	30,9	Fonctionnel
	FY10	10	9,6	25,6	Fonctionnel
Total	12	110	70,6	-	-

Avec un débit cumulé de **70,6m³/h** et pour 16h de pompage journalier nous avons une production journalière de l'ordre de **1129,6 m³**.

Nous avons deux types de dispositif de pompage dans la ville de Yako. Nous avons des stations réalisées par l'aide du Danemark et celles réalisées par l'ONEA. Sur chaque dispositif de pompage danois nous trouvons de l'amont vers l'aval :

- ❖ **Une électropompe immergée** : lors de notre sortie, nous étions confrontés au manque d'information pour les électropompes des forages. Mais, compte tenu d'une panne du Forage FY7, nous avons pu voir les caractéristiques de l'électropompe installée dans ce forage.

Tableau 7 : Caractéristiques de l'électropompe du FY7

Désignation	Valeurs
Marque	GRUNDFOS
Type	DK 8850
Série	MS4000
Débit Q/H	8m ³ /h-200m
Cosφ	0,87-0,85
Indice de protection(IP)	68
Tension	380-415
Fréquence courant	50Hz

⁵ ONEA, "Rapport D'exploitation Des Forages de Yako 2016."

- ❖ **Une ventouse** : permet de chasser l'air contenu dans les conduites
- ❖ **Deux manomètres** : renseignent sur les pressions de refoulement ;
- ❖ **Un filtre à sable** : capture les débris issus du forage
- ❖ **Un robinet** : dispositif permettant le prélèvement des eaux brutes pour les analyses.
- ❖ **Un compteur d'eau brute DN 50** : qui permet de comptabiliser l'eau pompée.
- ❖ **Un Pressostat** : servant à réguler le fonctionnement du dispositif.⁶
- ❖ **Deux clapets anti-retour** : Ces clapets ont pour rôle de lutter contre les retours d'eau
- ❖ **Un anti-bélier** : qui protège le dispositif des régimes transitoires.
- ❖ **Une vanne d'isolement** : qui permet la maintenance de la pompe.

3. TRAITEMENT DES EAUX

Compte tenu de la nature de la ressource en eau, nous notons une méthode de traitement moindre mais efficace. En effet, pour les eaux souterraines, le traitement se fait généralement avec juste l'ajout d'un désinfectant. Dans la ville de Yako, nous avons un traitement se faisant au moyen d'une pompe doseuse de chlore et on utilise l'hypochlorite.

Mais notons aussi que des tests d'analyse de la qualité de l'eau distribuée sont réalisés de façon semestrielle aux bornes fontaines et aux stations. Ce sont entre autres les tests physico chimiques et bactériologiques réalisés par le laboratoire de l'ONEA sis à Paspanga. A cela s'ajoute les mesures quotidiennes des pH et chlore résiduel du réseau (conf Annexe).

4. STOCKAGE

Le stockage des eaux pompées est assuré par un château d'eau en béton armé d'une capacité de 150 m³⁷. Le réservoir de stockage est muni de quatre conduites, d'une vanne de vidange, et d'une échelle en acier qui est fixée au réservoir afin de faciliter son accès. Les quatre conduites sont:

- ❖ **La conduite d'adduction** : faite en acier DN 160 à l'entrée du réservoir, cette conduite a pour but l'alimentation du réservoir par surverse. Elle possède une vanne située à la sortie de la station de traitement. Les eaux traitées cheminent à travers des conduites en PVC, avant de se déverser dans le réservoir par le biais de la conduite en acier.
- ❖ **La conduite de distribution** : faite en acier DN 200 et munie d'une vanne, c'est la conduite de desserte en eau potable. Elle dessert de façon gravitaire la ville de Yako.

⁶ "inter_aide_adduction_ventouses_vidanges_et_purges_1998.pdf"

⁷ ONEA/DIRECTION DE L'EXPLOITATION, "RAPPORT TECHNIQUE D'EXPLOITATION 2013."

- ❖ **La conduite de vidange** : elle permet de vidanger le réservoir pour une maintenance (nettoyage, réparation, etc.). Elle est faite en acier galvanisé avec un DN 90 munie d'une vanne et est relié à la conduite de trop plein.
- ❖ **La conduite de trop plein** : reliée à la conduite de vidange, elle permet de débarrasser le réservoir de l'excès d'eau. Elle est en acier galvanisé avec un DN 90.

5. LE RESEAU DE DISTRIBUTION ET SES ABONNES

a. Réseau de distribution

Le réseau de Yako couvre une longueur de 62.367m pour la distribution, réparti comme suit :

Tableau 8: Composition du réseau de distribution en PVC selon les DN

Diamètre(mm)	63	75	90	110	Total
Longueur(ml)	31.416	4.940,7	23.702,2	2.308,1	62.367

C'est un réseau de type mailé et ramifié. Les conduites sont les organes de transport de l'eau vers les différents points de desserte. Le réseau est constitué majoritairement de tuyaux en PVC de diamètre allant de 63 à 110mm.

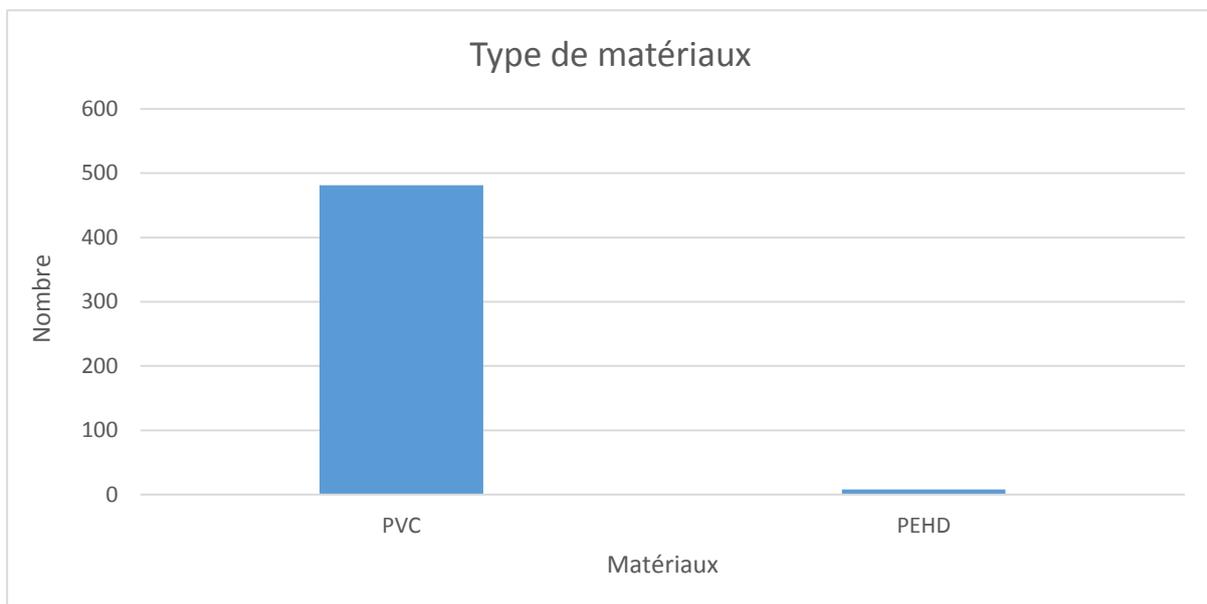


Figure 2: Matériaux des conduites de distribution

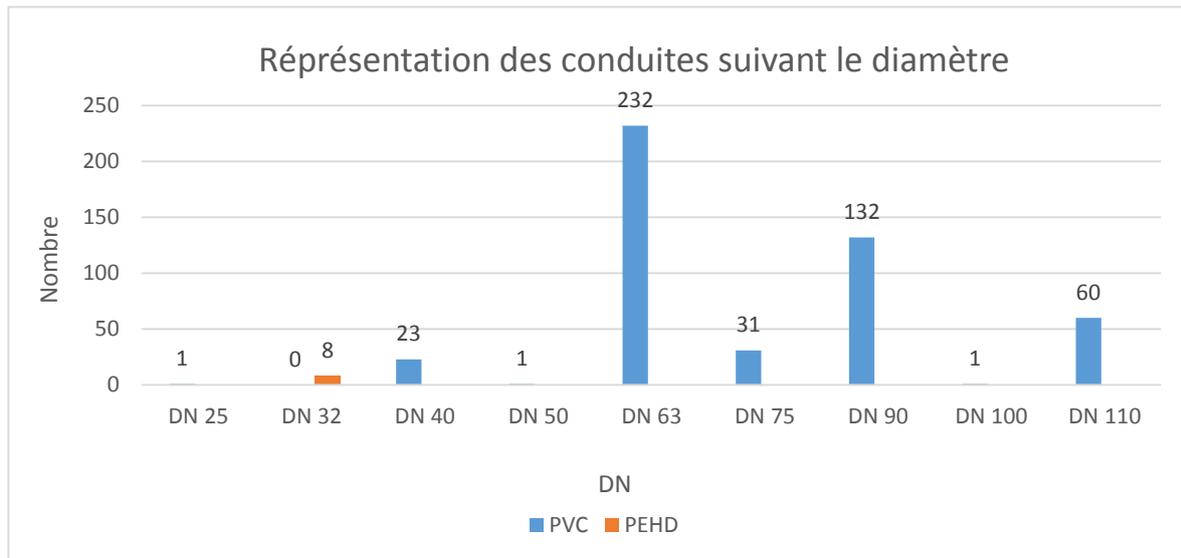


Figure 3: Répartition des conduites suivant le diamètre

Pour le tracé du réseau, les conduites sont placées sur le long des rues. Les conduites sont raccordées entre elles par des raccords et pièces spéciales à savoir les tés, coudes, joints, adaptateurs etc. Nous trouvons des conduites en acier galvanisés au niveau des bornes fontaines pour la desserte. Les conduites sont munies à l'extrémité du réseau par un bouchon en cas d'arrêt d'extension.

b. Abonnés

De nos jours, la ville de Yako comporte quarante-quatre (44) bornes fontaines dont quarante-une (41) sont fonctionnelles. Il comprend aussi environ 1729 branchements dont 1512⁸ sont fonctionnels se répartissant comme suit :

Tableau 9: Poste d'eau à Yako en 2015

Désignation	Quantité
Abonnés particuliers actifs	1.422
Grandes maisons	15
Budget national	26
Autres administrations	6
Bornes fontaines fonctionnelles	41
ONEA	2
Total	1.512

⁸ "RAPPORT MENSUEL D'EXPLOITATION DU CENTRE DE YAKO. MOIS D'AOUT 2016."

6. LES EQUIPEMENTS DE GESTION TECHNIQUE (ROBINETTERIE ET COMPTEURS)

a. Robinetterie

Le réseau comporte divers organes hydrauliques tels que les vannes, les ventouses, vidanges, poteaux d'incendie, etc.

Nous dénombrons au total quatre-vingt-quinze (95) équipements hydrauliques répartis comme suit :

Tableau 10: Répartition des ouvrages hydrauliques sur la distribution

Type d'ouvrages	Définition	Quantité
Vidange	Installé aux points bas du réseau, organes de protection permettant de vider les canalisations autant lors d'interruption du service qu'en exploitation	2
Ventouses	Installées aux points hauts du réseau, les ventouses permettent de chasser l'air que contient le réseau.	6
Vannes	Ce sont des dispositifs de régulation permettant de maîtriser l'écoulement de l'eau dans les conduites.	83
Poteaux d'incendie	Ce sont des dispositifs de prévention des incendies. Ils fonctionnent en débits élevés pour faciliter l'intervention en cas d'incendies.	4
Total		95

b. Compteurs

De nombreux compteurs sont installés dans diverses parties du réseau. On peut ainsi les résumer comme suit :

- ❖ **Compteurs d'eau brute à l'exhaure** : ce sont les compteurs du dispositif de pompage des forages. Au nombre de 12, ils fournissent les volumes d'eau à l'exhaure par les groupes électropompes. Compte tenu de l'inaccessibilité des sites, nous n'avons pu constater que pour les sites accessibles. Ce sont pour la plupart des sites visités, des compteurs DN 50 et DN 40⁹ classés comme suit :

Tableau 11 : Compteurs d'eau à l'exhaure

Marque	DN	Type	Classe métrologique
Acquaconta	40	A vitesse	C
Acquaconta	50	A vitesse	C
Watertech	50	A vitesse	C

⁹ OFFICE NATIONAL DE L'EAU ET DE L'ASSAINISSEMENT (ONEA), "RAPPORT DE MISSION DE VERIFICATION DE COMPTEURS DE PRODUCTION ET DE DISTRIBUTION A YAKO."

- ❖ **Compteur général** pour les eaux brutes, installé au niveau de la station de pompage 1, il est chargé de comptabiliser les volumes d'eau brute que véhiculent les 12 forages. C'est un compteur à vitesse de marque WMAP ayant les caractéristiques suivantes DN 80, Q : 30m³/h et PN 16 et de classe B. Il est situé sur la conduite d'arrivée des eaux brutes de façon verticale.
- ❖ **Compteur de desserte** : ce sont les compteurs installés au droit des abonnés (particuliers, borne fontaines etc.). La plupart des compteurs sont des compteurs **ZENNER** avec des DN 15 mm Pression nominale PN 10 de classe B.

Ces différents compteurs permettent de suivre l'évolution volumétrique des productions et des consommations des eaux dans la ville de Yako.

7. LES INDICATEURS DE FONCTIONNEMENT

a. Production et consommation d'eau

Pour cette section, nous avons étudié les productions et consommations annuelles, mensuelles afin d'en dégager les différents chiffres caractéristiques pour une appréciation efficace. Compte tenu de la disponibilité des données, nous n'allons prendre en compte que les trois dernières années, à savoir, 2013, 2014 et 2015 pour les différentes analyses.

- ❖ **Productions et consommations annuelles**

Elles se résument dans le tableau ci-dessous.

Tableau 12 : Evolution des productions et consommation annuelle

Année	Production(m ³)	Consommation(m ³)
2013	317 322	261 324
2014	330 297	274 874
2015	388 175	276 449

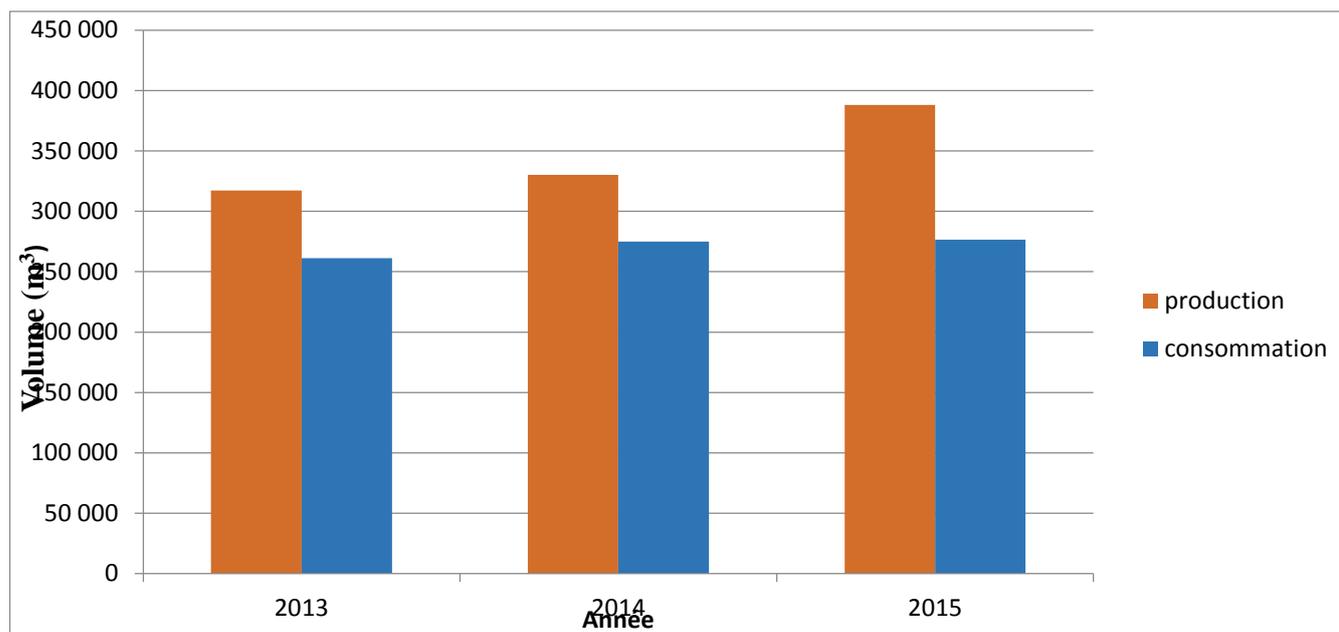


Figure 4: Histogramme des productions et consommations annuelles

❖ Productions et consommations mensuelles

Dans cette section, nous détaillons plus les productions et consommations suivant les mois.

Tableau 13 : Productions et consommations mensuelles de yako

Mois /année	Production(m ³)			Consommation(m ³)		
	2013	2014	2015	2013	2014	2015
Janvier	25.006	26.736	37.104	20.612	24.062	21.599
Février	24.250	24.780	33.626	20.419	22.460	24.793
Mars	28.684	30.436	33.961	23.571	28.336	27.648
Avril	31.883	30.964	32.281	27.156	28.177	27.713
Mai	29.807	30.505	36.684	24.998	26.105	27.741
Juin	27.313	27.852	30.616	22.286	23.367	24.694
Juillet	25.192	23.910	29.212	21.335	20.519	20.313
Aout	22.431	20.133	28.221	16.857	15.747	14.654
Septembre	24.103	25.425	27.379	19.147	19.340	18.954
Octobre	26.797	28.823	33.657	20.105	20.176	20.469
Novembre	26.283	31.372	29.361	22.209	23.097	23.046
Décembre	25.573	29.361	36.072	22.629	23.488	24.825
Totaux	317.322	330.297	388.175	261.324	274.874	276.449

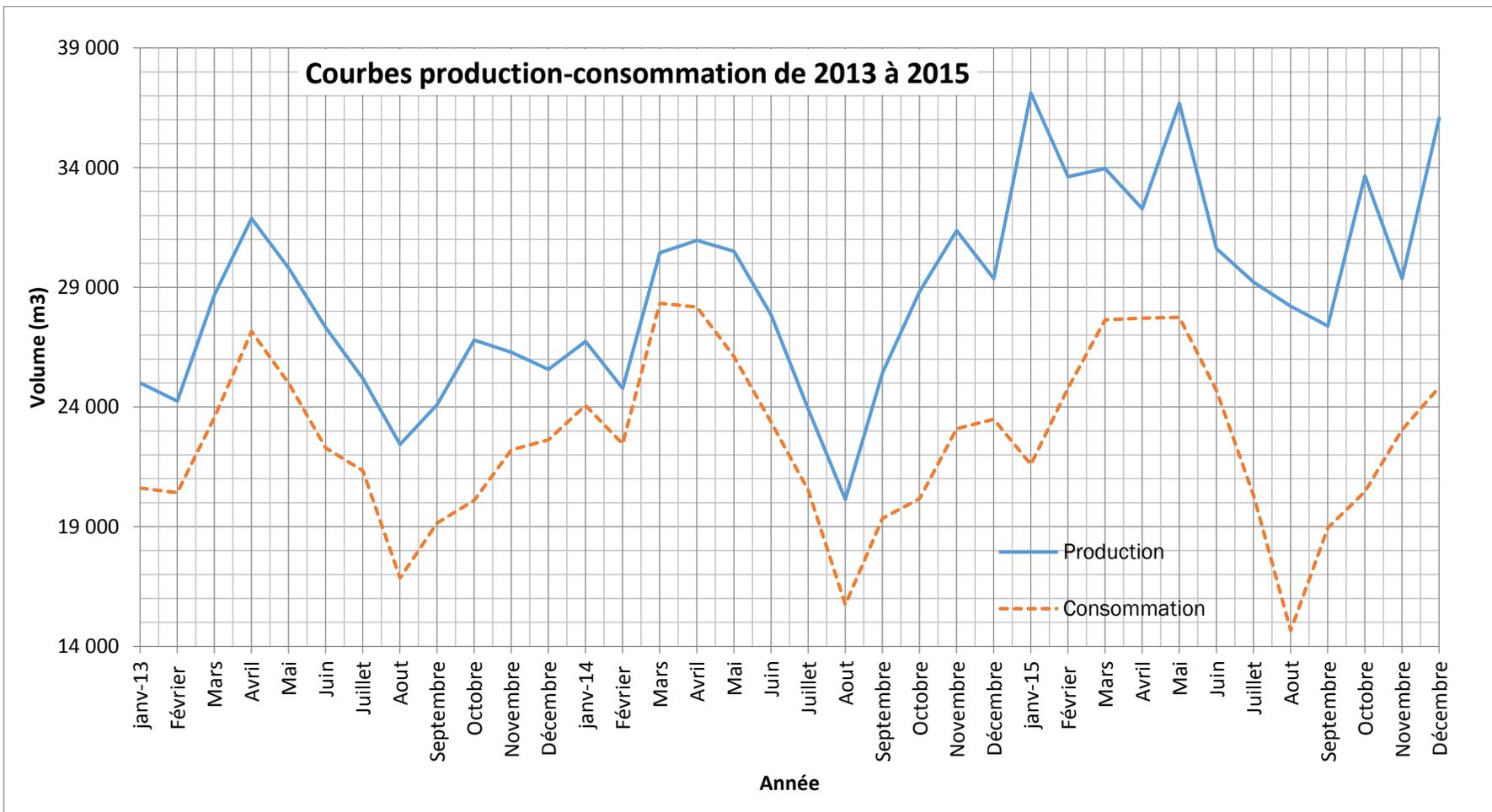


Figure 5: Courbe des productions et consommations mensuelles d'eau Yako

Ces courbes nous montrent l'évolution des productions et consommation au fil des années. Une nette augmentation se laisse voir. L'écart ne cesse de creuser depuis aout 2014.

b. Insuffisances et problèmes du système actuel

i. Insuffisances du système actuel

Les insuffisances apparaissent comme des conditions importantes mais pas réalisées. Les insuffisances en AEP sont des facteurs pouvant modifier ou entraver le fonctionnement du système mis en place. Nous avons de nombreuses insuffisances au niveau de notre système. Ce sont entre autres :

- ❖ **Manque d'équipements de rechange** : rencontrés le plus souvent au niveau des stations de pompage danoises, certaines commandes par exemple sont des éléments installés mais difficiles à trouver. Face à cette difficulté, nous remarquons une maintenance avec des éléments inappropriés ce qui occasionne une modification du fonctionnement de l'ouvrage.
- ❖ **Alimentation des stations par le réseau de la SONABEL** : Yako est une ville frappée par d'énormes coupures répétées d'énergie. Avec ces coupures inattendues nous assistons à un manque d'approvisionnement en eau de la population.
- ❖ **Manque d'une pompe doseuse de relai** : la pompe doseuse qui est l'élément permettant le traitement de l'eau brute fonctionne à plein temps.
- ❖ **Manque de certains équipements** : comme les testeurs de chlore, bleue de bromotimol, etc. : ce sont des réactifs qui permettent de déterminer la concentration des différentes composantes présentes dans l'eau afin de s'assurer de la qualité du traitement.

ii. Problèmes rencontrés au système actuel

Les problèmes rencontrés sur le site peuvent être énumérés suivants les différents endroits du système (adduction, traitement et distribution)

➤ Problèmes à l'adduction

- ❖ Baisse de production du centre due aux multiples pannes des équipements des forages
- ❖ Maintenance des forages impossible, causée par l'inaccessibilité de zones ;
- ❖ Coffret de commande des forages défectueux
- ❖ Circuit de commande pas conforme ;
- ❖ Temps relativement long pour la commande et livraison des pièces de rechange ;

❖ Maintenance préventive des ouvrages pas respectée

➤ **Station de pompage et traitement (station 1)**

Dans la station 1, nous rencontrons aussi des problèmes mineurs.

- ❖ Etat défectueux du dispositif de filtration
- ❖ Etat défectueux du compteur d'eau brute

➤ **Problème à la distribution**

Au cours de notre visite, nous avons pu recenser les problèmes suivants :

- ❖ Pertes en eau causées surtout par les fuites sur branchements

Tableau 14: Données de réparations des fuites de décembre 2015

Matériaux	DN(mm)	Nombre fuite réseau	Nombre de fuite sur branchement
PVC	32	-	9
	63-90	1	-
	>90	-	-
PEHD	25	-	16
	Total	1	25
	Pourcentage(%)	4	96

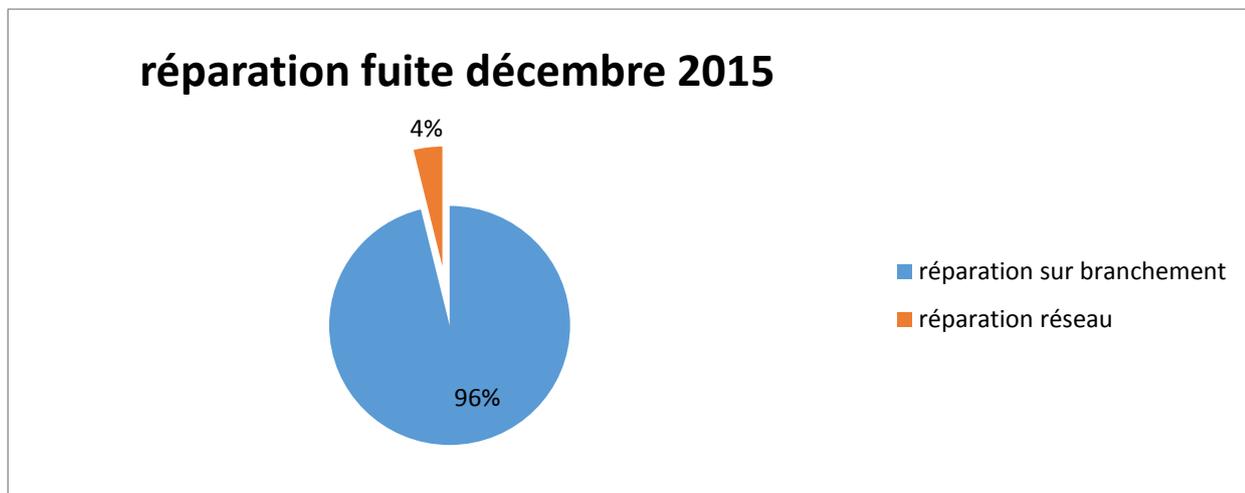


Figure 6 : Répartition des fuites rencontrées

- ❖ Casse de certaines conduites du réseau
- ❖ Coupure d'eau incessant

IV. RESULTATS-DISCUSSIONS-ANALYSE

1. INDICE DE FONCTIONNEMENT DU RESEAU

Les indices de fonctionnement du réseau sont des indices qui permettent d'apprécier la qualité du réseau à proprement dit¹⁰. Pour ces indices de fonctionnement, nous allons les calculer suivant les années écoulées. Pour le calcul de ces indices, nous allons procéder au découpage du réseau en deux (2) parties à savoir :

- ✓ Des captages au compteur général d'eau brute
- ✓ Du compteur aux points de desserte

a. Captages au compteur général d'eau brute (station 1)

Pour mesurer la performance du réseau d'adduction, nous allons évaluer tout d'abord le rendement en production (Rp) de ce dernier.

$$\text{Rendement de production} = \frac{\text{volume total d'eau à traiter}}{\text{volume d'eau à l'exhaure}}$$

Compte tenu que le volume d'eau à traiter est égal à celui à l'exhaure, nous avons un Rendement de production égale à 1. Avec ce rendement de 1, nous avons des indices (pertes sur l'adduction) nuls.

b. Compteur général d'eau brute aux points de desserte

Le réseau de distribution est le maillon possible d'occasionner d'énormes pertes de par sa nature et ses points faibles que sont les branchements et les nœuds. Il est donc important, d'effectuer une étude un peu approfondie sur les indices de performances.

➤ Rendement du réseau de distribution (R)

Le rendement d'un réseau de distribution encore appelé rendement primaire, apparaît comme la mesure d'écart entre le volume entrant dans le réseau et le volume, consommé ou facturé. En d'autres termes, il exprime les résultats de la gestion technique du distributeur. Il se calcule par la formule suivante :

$$R = \frac{\Sigma \text{volume facturé}}{\text{volume mis à distribution}}$$

¹⁰ "CCTP_diag_AEP - 424-2773.pdf."

Le rendement global primaire de notre réseau de distribution est de :

Tableau 15: Calcul des rendements

Année	2013	2014	2015
Rendement primaire	82%	83%	71%

➤ **Indice linéaire de consommation(Ilc)**

L'indice linéaire de consommation (Ilc) est le rapport entre le volume consommé et la longueur du réseau de distribution. Il est important dans la qualification d'un réseau. Il se calcule comme suit :

$$Ilc = \frac{\text{volume distribué}}{\text{longueur réseau}}$$

Ilc est de l'ordre de **12,14m³/j/km** en 2015.

➤ **Indice linéaire de perte(Ilp) en distribution**

L'indice linéaire de perte (ILP) est un facteur traduisant soit l'état soit la qualité de mise en œuvre du réseau. Il permet d'avoir une idée de pertes d'eau par kilomètre. Il est calculé de la façon suivante :

$$Ilp = \frac{\text{volume perdue}}{\text{longueur conduite} \times 365}$$

Ainsi, les indices linéaires de perte sont à l'ordre de :

Tableau 16 : Calcul des Ilp

Année	2013	2014	2015
Ilp (m ³ /km)	2,68	2,62	4,91

➤ **Indice linéaire de réparation de fuite(Ilr)**

Il est important dans le diagnostic car il donne une idée concernant sur la fréquence d'intervention sur un type de conduite. Nous pouvons estimer cet indice par la formule ci-dessous.

$$Ilr = \frac{\text{nombre total de réparation de l'année}}{\text{longueur conduite de distribution}}$$

L'indice de réparations de conduites de distribution en 2015 est : **1,85réparations/an/km**.

➤ **Indice de consommation par habitants(ICH)**

Cet indice est très important pour le diagnostic d'un système. En effet, grâce à cet indice nous pouvons ainsi savoir si l'eau est utilisée à bon escient ou gaspillée, ou indisponible. Il est

déterminé en faisant le rapport entre le volume total comptabilisé chez les abonnés et le nombre d'habitants de la période. Il est obtenu par calcul avec la formule suivante :

$$ICH = \frac{\text{volume comptabilisé}}{\text{nombre d'habitants}}$$

Ainsi, en 2015, nous avons des indices consignés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 17: Calcul des ICH

Année	2013	2014	2015
Consommation annuelle(m ³)	261.324	274.874	276.449
Consommation BF(m ³ /an)	117.377	141.757	148.451
Nombre BF	34	38	41
Consommation par BF(l/bf/j)	9.458,26	1.0220,4	9.919,88
ICH des BF(l/hab/j)	21,02	22,71	22,04
Consommation BP(m ³ /an)	108.305	133.117	127.998
Nombre BP	1.091	1.271	1.422
Consommation par BP(l/bp)	272	286,94	247
ICH des BP(l/hab/j)	27,2	28,7	24,7

De par le tableau ci-dessus, nous remarquons que les valeurs des ICH sont faibles. Nous avons des ICH auxiliaire dans l'intervalle 20-30 l/hab/j.

2. BILAN BESOINS/RESSOURCES

Le bilan besoin/ressource est une démarche permettant de se projeter dans le futur (horizon du projet). Il permet de quantifier les ressources disponibles et le taux de couverture de cette ressource. C'est la note de calcul qui permet d'apprécier le fonctionnement du réseau à l'horizon du projet.

a. Besoins

i. Evaluation des besoins actuels et futurs

Les besoins actuels représentent les quantités d'eau que consomment toute la population pour s'épanouir et cela pendant une journée. La ville de Yako considérée comme une ville semi-urbaine a un taux de croissance de l'ordre de 2,7%.

❖ Estimation de la population à l'horizon 2022

Pour l'estimation de la population actuelle et future de la ville de Yako, nous nous sommes basés sur la formule ci-dessous :

$$P_n = P_i [1 + t]^{n-i}$$

Avec :

P_n = population à l'horizon 2022

P_i = population de 2016

t = taux d'accroissement de la ville

❖ **Besoins journaliers domestiques (Bj)**

Les besoins journaliers domestiques sont calculés avec la consommation spécifique (C_s) de chaque habitant.

Ainsi on a :

$B_j = C_s \times P_n$ avec C_s représentant la consommation spécifique.

❖ **Besoins jour de pointe (Bjp)**

Ces besoins représentent les consommations pendant les périodes de pointe. Il se calcule suivant la relation :

$$B_{jp} = B_j \times C_{ps} \times C_{pj}$$

❖ **Besoins journaliers totaux (Bjt)**

Les besoins journaliers totaux regroupent l'ensemble des besoins de jour de pointe et autres besoins (B_a) tels que les besoins des services, administration. Dans ce présent rapport, nous allons les estimer à 10% des besoins du jour de pointe.

$$B_{jt} = B_{jp} + B_a \text{ ou } B_{jt} = 1,1 \times B_j$$

❖ **Besoins en production actuelle (Qp)**

Les besoins en production représentent le rapport de la consommation journalière sur le rendement du système. Compte tenu de la vétusté du système, nous remarquons une baisse de rendement. Nous optons pour un rendement (n) du système de 90%. Ainsi nous avons :

$$Q_p = \frac{B_{jt}}{n}$$

❖ **Débits d'adduction (Qad)**

Le débit d'adduction est le débit que doit fournir la station pour une alimentation efficace de la ville de Yako. Nous avons un temps de pompage journalier de l'ordre de 16h. Le débit d'adduction est ainsi le rapport entre les besoins en production et le temps de pompage. On a :

$$Q_{ad} = \frac{Q_p}{T_p}$$

❖ **Débits de distribution (Qdist)**

Le débit de distribution représente la quantité d'eau distribuée en 24h. Il est dimensionné sur

la base du débit de pointe horaire. Ainsi, nous avons :

$$Q_{dist} = \frac{B_{jp}}{24} \times C_{ph}$$

❖ Détermination des coefficients de pointe

- ✓ **Coefficient de pointe saisonnière (Cps)** : c'est le rapport entre la demande journalière moyenne du mois de pointe, et de la demande journalière moyenne de l'année. Ce coefficient peut aussi se rapporter aux données mensuelles et est généralement compris entre 1,10 et 1,20 selon les zones. Dans notre cas on a :

$$C_{ps} = \frac{\text{volume du mois de pointe}}{\text{volume moyen mensuel de l'année}}$$

Ainsi, dans notre cas, on a un Cps de l'ordre de **1,2**.

- ✓ **Coefficient de pointe journalière (Cpj)** : c'est le rapport entre la demande du jour de pointe sur la demande journalière moyenne du mois de pointe et est généralement compris entre 1,05 et 1,15. Avec nos entretiens, nous avons pu avoir le coefficient de pointe journalière qui est de l'ordre de 1,1.
- ✓ **Coefficient de pointe horaire** : rend compte de la pointe de la consommation au cours de la journée. Il exprime les habitudes du consommateur au cours de la journée. C'est un coefficient calculable mais suivant l'expérience, il est compris entre 1,5 et 3 en fonction de la taille de la localité. Dans notre présente étude nous allons l'estimer à 2,5.

ii. Hypothèses de calculs

- ✓ Pour la consommation spécifique au niveau des points de desserte, nous allons nous baser sur les valeurs du PN-AEPA à savoir 40l/hab/j minimum pour les bornes fontaines et au moins 60l/hab/j pour les branchements privés.
- ✓ Un branchement privé dessert 10 habitants et une borne fontaine 450 habitants dans un rayon de 500m
- ✓ Taux de couverture du réseau est de 100% (BP=43% et BF=57%)

Ainsi pour les besoins actuels et futurs on a :

Tableau 18 : Evaluation des besoins

	2016	2022	Coefficient de variation
Population	28 420	33 347	Taux d'accroissement de 2,7%
Population desservie par BP	12 221	14 339	Taux de couverture de 43%
Population desservie par BF	16 199	19 007	Taux de couverture de 57%
Bj(m³/j)	1 381,22	1 620,62	60l/hab/j pour BP et 40l/hab/j pour BF
Bjp	1 823,21	2 139,22	Cps = 1,2 et Cpj=1,1
Bjt(m³/j)	2 005,53	2 353,14	1,1 × Bj
Qp(m³/j)	2 228,36	2 614,6	n=90%
Qad(m³/h)	139,27	163,41	Tp=16h
Qdist(m³/h)	189,92	222,84	Cph=1,1

b. Ressources

Les ressources correspondent à la somme des débits des différents ouvrages de captages (forages). Ainsi, Le bilan besoin/ ressource est :

Tableau 19: Bilan/ressource

Situation actuelle		
Ressource (m ³ /j)	Besoin de pointe(m ³ /j)	Déficit/excédent(m ³ /j)
1 129,6	1 823,21	-693,61
Situation future		
1 129,6	2 139,22	-1 009,62

c. Vérification des diamètres des conduites d'adduction et distribution

La vérification des diamètres des conduites apparait très importante. Ainsi, pour la conduite de distribution, nous avons les débits suivants.

Pour la vérification de la conduite de distribution (à la sortie du château d'eau), nous allons utiliser la formule :

$$D = \left[\frac{4 \times Q}{\pi \times v} \right]^{0,5} \text{ avec } v \text{ estimé à } 1\text{m/s} \text{ dans la conduite de distribution à la sortie du réservoir}$$

Pour la conduite d'adduction (à l'entrée du château d'eau), nous allons utiliser les formules de Bresse, Bresse modifié.

$$\text{Bresse : } D_{th} = 1,5 \times Q^{0,5}$$

$$\text{Bresse Modifié: } D_{th} = 0,8 \times Q^{\left(\frac{1}{3}\right)}$$

Ainsi, on a des diamètres actuels et futurs de l'ordre de :

Tableau 20: Calcul des diamètres

	2016	2022	Caractéristiques des conduites
Dth distribution	259,17	280,73	-
DN choisi	300	300	Fonte PN10
Dth Bresse	295	319	-
Dth Bresse modifié	271	285	-
DN adduction	300	300	Fonte PN10

d. Vérification de la capacité de stockage (Vr)

Le stockage de l'eau permet de donner aux usagers un confort lors de la distribution¹¹. Compte tenu du manque de la répartition horaire des consommations, nous allons utiliser la méthode de dimensionnement simplifiée pour la vérification. Cette méthode stipule qu'il faut un stockage de l'ordre de 30 à 40% de la consommation journalière de pointe. Dans ce présent projet, nous allons opter pour une capacité de stockage de 30% de la consommation du jour de pointe. Cette capacité sera associée à la réserve incendie. Ainsi :

$$V_r = \frac{Q_p \times 30}{100}$$

Ainsi, nous avons :

Tableau 21: Calcul du volume de réservoir

Volume	2016	2022
Volume utile(m ³)	668,51	783,38
Volume incendie(m ³)	120	120
Vr(m ³)	788,51	903,38

Il faudrait un réservoir ayant une capacité de stockage d'au moins 903,38m³ à l'horizon du projet. Compte tenu des dispositions constructives, nous allons opter pour la construction d'un château d'eau ayant comme capacité utile 1000 m³.

e. Vérification des paramètres hydrauliques

Pour la vérification des paramètres hydrauliques nous avons eu recours au logiciel EPANET. Epanet est un logiciel de simulation de comportements des systèmes de distribution d'eau du point de vue hydraulique. Grâce à ce logiciel, nous allons vérifier les pressions et les vitesses dans les conduites de distribution.

i. Paramètres de simulation

La simulation du réseau nécessite des réglages préalables des composantes.

❖ Conduites

Pour les conduites, données de base sont surtout les nœuds initial et final, le diamètre de conduite, la longueur, le coefficient de rugosité. Les diamètres, les longueurs et les nœuds initial et final sont des données fournies par le plan Arcview du réseau. Par contre, la rugosité est prise

¹¹ "Microsoft Word - RAPPORT PH3_LA VALLA EN GIER DEF.docx - 24.pdf."

égale à 120 compte tenu de l'ancienneté du système. Après une simulation, les résultats attendus sont surtout le débit, la vitesse moyenne et la perte de charges.

❖ **Réservoir**

Pour le réservoir, les informations de base entrées sont la cote radier, les niveaux initial, minimal et maximal de l'eau. Les principaux éléments calculés après simulation sont la charge, la pression.

Cote radier : 353m
Cote TN : 337m
Cote trop plein : 356,4m

❖ **Vannes**

Les données de base relatives aux vannes sont les diamètres, les nœuds initial et final, l'état...

Pour la simulation, nous avons choisi des vannes de type TCV et ouvertes avec un coefficient de perte de l'ordre de 0,1. Les résultats après simulation sont le débit et les pertes de charges.

❖ **Nœuds de demandes**

Les nœuds sont les points d'entrée et sortie des eaux du réseau. Ce sont des entités réunissant au moins deux conduites. Les paramètres avant simulation sont la cote du radier et la demande en eau. La simulation nous donne une idée sur la pression.

ii. Résultats de simulation

La simulation grâce au logiciel Epanet nous a permis de déterminer les courbes caractéristiques des vitesses et pression.

❖ **Vitesse dans les conduites**

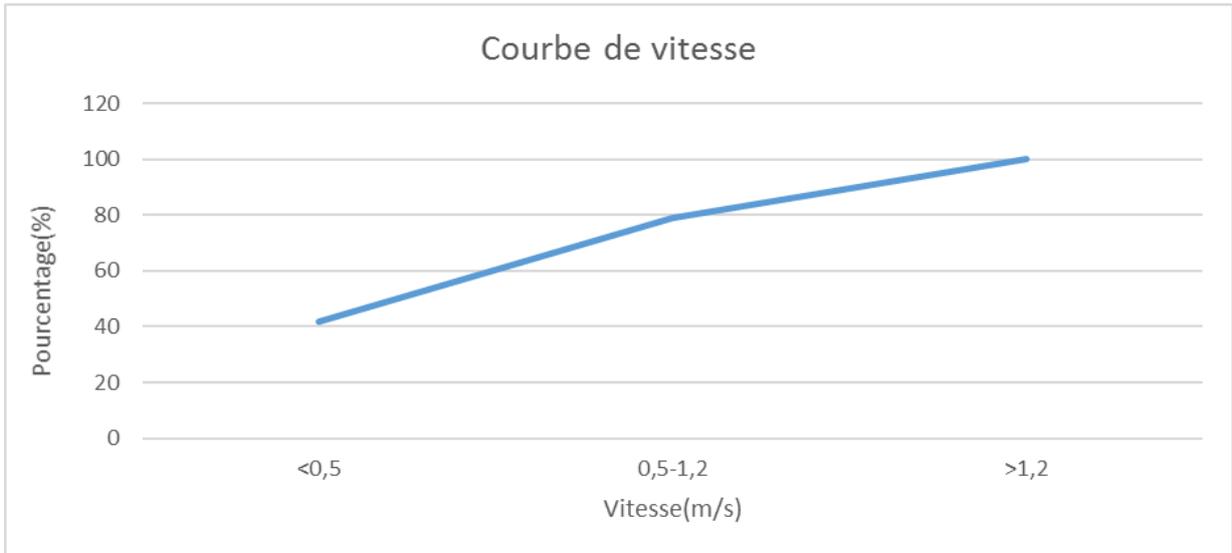


Figure 7: Courbe des vitesses

Dans la figure ci-dessus, nous remarquons que 42% des conduites ont une vitesse inférieure à 0,5 et 10% par contre, ont une vitesse supérieure à 1,2.

❖ **Pressions dans les nœuds de demande**

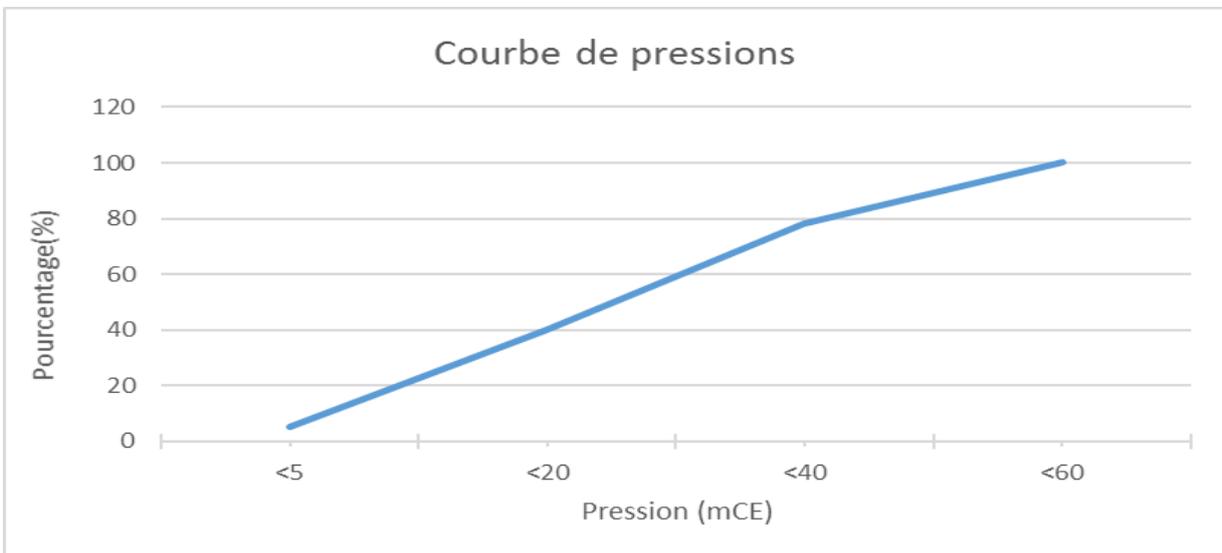


Figure 8: Courbe des pressions

Pour les pressions, nous avons 5% des nœuds ayant une pression inférieure à 5 mCE.

3. DISCUSSION ET ANALYSES

a. Analyse socio-économique

Avec les enquêtes menées auprès des ménages, nous avons pu déceler comme activité principale l'agriculture suivie du commerce surtout du côté de la gare routière, et de l'élevage. La population de Yako s'alimente de manière efficace sur le réseau AEP à travers les bornes fontaines et les branchements privés octroyant ainsi au réseau d'AEP de l'ONEA le taux de couverture de 100%. D'une majorité musulmane, la population de Yako a manifesté son envie d'avoir le branchement privé pour une alimentation plus efficace.

b. Système actuel

Le système AEP de la ville de Yako apparaît insuffisant car il n'arrive plus à satisfaire la demande en eau de la population.

i. Ressource en eau

Nous remarquons une différence de 39,4 m³/h entre les débits prévus et réels et nous notons la panne de trois forages laissant ainsi le centre en sous-production. Du point de vue équipement de la station, nous notons aussi une différence. En effet, en fonction du constructeur de la station, nous assistons à une réduction de la protection dans l'équipement. Une station est dite de bonne qualité, quand elle est bien protégée. Avec une protection moindre, la station fait plus face aux pannes probables.

Les PMH quant à elles, sont la plupart installées dans les écoles et ne fonctionnent qu'à temps partiel.

ii. Production et consommation

La production et la consommation sont des facteurs dépendant de tout un ensemble d'éléments. Nous avons par exemple la saison, la disponibilité de la ressource, etc. Dans les tableaux et figures ci-dessus (confère partie Résultats, production et consommation) nous remarquons une augmentation considérable des productions mais contrairement moindre des consommations de la ville de Yako. Cette augmentation se traduit par la nature croissante des courbes. Du point de vue analyse, nous remarquons une variation (écart entre la courbe de production et consommations) qui n'est pas constant. Cette variation traduit les pertes qu'enregistre notre système. Compte tenu de son irrégularité, elle traduit nettement l'augmentation annuelle des pertes qu'enregistre notre système du fait de la non variation considérable des consommations. Les courbes de productions et consommations (cf. résultats)

sont plus parlantes car elles montrent les variations de production et de consommation fournies par notre réseau.

c. Problèmes du réseau

i. Problème à l'adduction

Les ouvrages de pompage sont des ouvrages qui doivent être surveillés de près. Ils constituent l'élément majeur au bon fonctionnement du système AEP. Les problèmes cités plus hauts, constituent tous d'une manière ou d'une autre une source de la baisse de production du centre de Yako. Cette baisse engendre une non satisfaction des besoins en eau de la population.

ii. Problème à la distribution

La distribution fait face surtout au problème de fuites causant de nombreuses pertes en eau.¹² Les fuites sont des pertes physiques d'une quantité d'eau causant un dysfonctionnement du réseau. En menant une étude sur les causes probables des fuites sur branchements, nous nous sommes rendus compte que les fuites sont la plupart dues à l'inadéquation des matériaux utilisés, à la robinetterie mais aussi à la rupture des conduites causée par la nature du sol. La pose des conduites était faite sans le respect des conditions de pose qui stimulent la pose d'une fine couche de sable. Les conduites étaient posées sur le sol dur laissant ainsi celles-ci à la merci du sol. Nous avons rencontré aussi des fuites au niveau des robinetteries.

Face à ces fuites nous assistons aux pénuries d'eau, à la baisse du rendement du système, à des pertes économiques etc. Les pénuries touchent surtout les zones hautes à cause de la faiblesse de la pression. Ce sont les secteurs 3 et 5. Cette faible pression est essentiellement due au déficit de production du centre.

Ces différents problèmes engendrent une hausse des plaintes des consommateurs qui n'est autre qu'une de leurs conséquences.

d. Indice de fonctionnement du réseau

Les indices de fonctionnement d'un réseau sont des indices qui permettent d'apprécier de façon qualitative et quantitative un réseau. Avec les calculs des indices de fonctionnement (cf. résultats), nous remarquons un rendement bon pour le réseau de production. Nous n'enregistrons aucune perte en eau. Nous pouvons donc dire que la priorité d'intervention se

¹² Ibid.

situé au niveau de la distribution.

i. Rendement primaire du réseau

Au regard du tableau de rendement, nous nous rendons compte que le rendement du réseau est en pleine baisse. Nous avons un rendement primaire de l'ordre de 82% en 2013 contre 71% en 2015. Selon la nature du réseau (vétuste, ou jeune) nous devons avoir une plage de rendement compris entre 0,5 et 0,9

Nous remarquons que la valeur est comprise dans la plage et tend plus vers 0,5. Cela peut s'expliquer par la vétusté du réseau et de ses composantes, soit par un manque d'entretien du réseau, mais aussi par les fuites non décelées. En effet, le rendement baisse en fonction de l'âge des conduites, de leur colmatage mais aussi par la nature des conduites en place. Notre système est muni de vannes de vidange fonctionnelles situées au plus bas du système. Le centre procède à des vidanges suivant un planning afin de débarrasser le réseau des débris.

ii. Indice de consommation(Ic)

Pour classifier le réseau, nous nous sommes basés sur la norme suivante :

Tableau 22 : Classification des réseaux

Type de réseau	Indice de consommation	
	(m ³ /j/km)	(m ³ /h/km)
Réseau de type rural	Ic < 10	Ic < 0,417
Réseau de type intermédiaire	Ic de 10 à 30	Ic de 0,417 à 1,25
Réseau de type urbain	Ic > 30	Ic > 1,25

Nous avons un Ic de l'ordre de 12,14 m³/j/km. Comparativement à la classification des réseaux, nous avons donc un réseau de type semi rural.

iii. Indice linéaire de perte(ILP)

L'indice de perte, en tant que quantificateur de pertes, permet de voir le degré de performance que fait face notre réseau. Une classification de réseau en fonction des indices est donc établie comme norme.

Tableau 23 : Valeurs de référence de l'ILP

Indice de perte (m ³ /j/km)	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

Nous avons une charge du réseau de l'ordre de 24,24 abonnés par kilomètres. Selon les valeurs de référence de l'ILP, nous avons des ILP médiocres pour 2013 et 2014 (Ilp compris entre 2,5 et 4), et un Ilp mauvais pour 2015 (car >4). Nous faisons face à des Ilp au-dessus de la norme. Dans notre zone d'étude, nous pouvons dire que cela s'explique par la nature du sol qui est un sol dur ne facilitant pas l'adhésion des conduites mises en place. A Yako, les conduites sont posées sans la mise en place d'un lit de pose qui est un élément protecteur des conduites. En absence de ce lit, au simple coup ou choc on a des pertes en eau. Ces résultats sont à considérer avec réserve du fait des possibles dysfonctionnements du compteur.

iv. **Indice linéaire de réparation (Ilr)**

L'indice linéaire de réparations est un indice nous interpellant sur la qualité de mise en œuvre et des matériaux utilisés. Nous avons un indice relativement faible (confère le calcul ci-dessus) Ce qui pourrait expliquer le faible taux de plaintes enregistrées. Cet indice est celui de la conduite principale. En effet, il est faible car la plupart des fuites de notre réseau se rencontrent sur les branchements.

v. **Indice linéaire de consommation par habitants (ICH)**

Au regard du tableau ci-dessus (confère tableau des ICH), nous remarquons que la valeur, pour la plupart des ICH est inférieure aux conditions que prône le PN-AEP. Il est spécifié que la consommation moyenne en eau potable pour les centres semi-urbain est de 57l/hab/j pour les BP et de 37l/hab/j pour les BF. Donc nous pouvons dire que la population de Yako est sous approvisionnée en eau potable. En d'autres termes, nous avons une insuffisance de production en eau potable.

e. **Vérification du fonctionnement du système à court terme (2022)**

i. **Bilan besoin/ressource**

Le bilan besoin/ressource montre clairement le déficit d'alimentation en eau potable de la ville de Yako. En effet, nous assistons à une demande supérieure à l'offre laissant la ville de Yako dans le besoin incessant. Les douze (12) forages ne sont plus en mesure de satisfaire la demande en eau de la population même en fonctionnement simultané.

Yako est située dans une entité hydrologique à source tarissable et de recharge difficile. Il faut mener d'énormes investigations pour ravitailler la station en eau. L'effet tarissable peut être une explication à la baisse des débits procurés par les forages. A cela peut aussi s'ajouter une méconnaissance de la géométrie de la nappe. C'est à dire que les études décèlent

difficilement les caractéristiques de la nappe présente.

Avec ces baisses de débits, nous nous devons de chercher d'autres sources d'approvisionnement en eau pour pallier le déficit d'eau. Au cours de notre sortie sur terrain, nous avons noté la présence d'un forage nouvellement réalisé mais pas mis-en service. Ce forage a un débit de $40\text{m}^3/\text{h}$ et est implanté sur l'axe Tougan-Yako. Il est réalisé dans une zone très différente de celle des autres forages. Il est situé dans une zone à fort couvert végétal avec la présence d'indicateurs de présence d'eau souterraine. Si ce forage est mis en service, cela pourrait atténuer le déficit d'eau de 2016 mais il va falloir prévoir d'autres sources qui seront réalisées dans la même zone.

ii. Diamètre des conduites

A l'étude des diamètres des conduites avec les besoins de pointe actuels et futurs, nous remarquons une augmentation légère des diamètres des conduites d'adduction et de distribution. En effet, de 200mm, elles passent à 300mm. Ces conduites, acheminent d'importants débits plus que ceux actuels. Afin de permettre une bonne adduction et distribution, il est donc impératif de revoir à la hausse les diamètres des dites-conduites.

iii. Capacité de stockage

Les études menées plus haut nous conduisent à une capacité de stockage de 1000m^3 . Cette capacité de stockage trouvée avec la méthode simplifiée met à nu l'inefficacité du château actuel d'une capacité de 150m^3 . Le déficit de la capacité de stockage s'élève à près de 900m^3 en fonctionnement futur. Compte tenu de l'augmentation future des besoins en production, il faut donc envisager un rehaussement de la capacité de stockage par la construction d'un nouveau château d'eau.

Pour combler la capacité de stockage déficitaire, nous allons opter pour la construction d'un château d'eau de capacité utile 1000m^3 .

f. Paramètres hydraulique

i. Vitesse dans les conduites

Pour un réseau d'AEP, la norme des vitesses est de $0,5\text{m/s}$ à $1,2\text{m/s}$. Cette norme est fixée afin d'assurer un bon écoulement dans le réseau. Les vitesses dans notre réseau sont comprises entre $0,3\text{m/s}$ et $1,5\text{m/s}$.

Dans notre réseau, nous avons 42% des conduites qui ont des vitesses inférieures à $0,5\text{m/s}$. Cette faible vitesse a un impact négatif sur le fonctionnement du réseau. Elle entraîne les

colmatages des conduites surtout.

Nous avons aussi des vitesses au-dessus de la norme. En effet, 10% des conduites ont des vitesses allant à 1,5. Ces vitesses, sont risques de casse de la conduite favorisant ainsi les pertes en eau.

ii. Pression des nœuds

La pression est un élément important dans un réseau d'AEP. En effet, à elle seule, elle peut être source de bon fonctionnement mais aussi entrainer des dysfonctionnements dans le réseau.

Dans notre réseau, nous avons des pressions comprises entre 3 et 60 m soit 0,3 bars soit 6 bars dont 5% des nœuds ont une pression inférieure à 0,5bars. Compte tenu de la pression nominale minimale des conduites, nous avons des pressions inférieures aux pressions admissibles.

Cette répartition de pression atteste l'état de déficit d'eau dans certains secteurs tels que les secteurs 3 et 5. En effet, elle constitue des zones basses à hautes pressions.

4. SYNTHÈSE DE DIAGNOSTIC

De notre diagnostic, il est surtout ressorti que notre réseau d'AEP actuel est insuffisant pour la satisfaction des besoins en eau de la population. En effet, nous enregistrons d'énormes problèmes constaté sur ce réseau. Ce sont surtout :

- L'insuffisance de production dû à l'insuffisance des ouvrages de captage, la baisse drastique des forages.
- L'insuffisance de la capacité de stockage
- L'état défectueux de certains équipements notamment les équipements des ouvrages de captages, de traitement, coffret de commande
- L'inaccessibilité des stations pour la maintenance dû au manque de chemins d'accès
- La perte énorme en eau se traduisant par les fuites surtout sur les branchements observés au niveau des piquages.

V. PROPOSITION TECHNIQUE AMÉLIORATION

Dans le mémoire de diagnostic, nous avons pu percevoir l'insuffisance de la production en eau actuelle et future pour les besoins de la population. Pour subvenir aux besoins en eau de la population, il faut donc prévoir d'autres techniques concourant à accroître la production en eau. Cette partie de notre mémoire vise à faire des propositions techniques pour l'amélioration du système d'AEP présent.

1. RENFORCEMENT DE LA PRODUCTION

La production étant l'élément moteur de notre système d'AEP, nous nous devons une attention particulière sur ces défaillances. Ainsi, pour une optimisation de la production, un certain nombre d'actions seront menées et sont définies dans les paragraphes suivants.

a. Réhabilitation des ouvrages

Lors de l'inspection des ouvrages, nous avons décelé certaines pannes au niveau des captages. Ces pannes sont la plupart dues au manque de suivis préventifs des installations, l'état défectueux des câbles d'alimentation, etc. Afin d'améliorer le fonctionnement de ces installations, nous avons prévu une réfection des **câbles d'alimentation** se traduisant par le changement de ces matériaux.

En plus des réhabilitations observées au niveau des stations de pompage, il faut prévoir la réhabilitation des bornes fontaines défectueuses. En effet, avec le nombre grandissant de la population, les 41 bornes fontaines fonctionnelles seront insuffisantes à l'horizon du projet. Une réhabilitation des bornes fontaines serait donc nécessaire afin de palier au déficit à l'horizon du projet.

b. Réhabilitation des coffrets de commande

Les coffrets de commande sont des dispositifs permettant de réguler le fonctionnement des captages qui leur sont assignés. Durant notre séjour, nous avons remarqué un état défectueux des dits-coffrets se caractérisant par un non-respect des branchements qui leur a été attribué. Ce sont principalement les coffrets de la station de pompage 1. Une réhabilitation des coffrets apparaît nécessaire afin de mieux comprendre le dispositif et mieux gérer le système.

c. Installation d'une pompe doseuse de relaie

La pompe doseuse est un élément très important dans une station de traitement. Pendant notre phase de visite, nous avons remarqué l'existence d'une unique pompe doseuse. Nous jugeons bon et primordial d'avoir deux pompes pour un bon fonctionnement d'une quelconque station de traitement. Il faut donc de façon impérative installer une **pompe doseuse de relaie** dans la station de traitement pour éviter tout dysfonctionnement dans cette station.

d. Pose de compteur d'eau brute

Le compteur d'eau brute est un compteur permettant le suivi des eaux recueillies à

l'exhaure. Ayant subi des étalonnages, ce compteur s'est avéré défaillant. Il est donc nécessaire de changer **le compteur** afin d'avoir une idée exacte sur la quantité d'eau produite à l'exhaure.

e. Implantation de nouveaux ouvrages

A l'horizon du projet, nous avons un déficit en eau à l'ordre de **1.009,62m³/j**. Ce déficit sera comblé au moyen d'autres sources prévisionnelles.

Avec un tel déficit, il faut des sources de captage à débits cumulé de plus de 1.009,62 m³/j. Compte tenu des écarts des débits, nous allons estimer une capacité journalière de 100m³ minimum pour les forages à implanter. Ces forages seront implantés dans la zone du FY13 (axe Yako-Tougan). Partant ainsi sur la base d'une capacité de production journalière de 150m³/forage, nous allons prévoir l'implantation de **8 nouveaux forages** à l'horizon du projet. Ces forages pourront combler le déficit en eau actuel.

Les alentours de la ville regorgent de nombreuses ressources en eau constituée pour la plupart par les eaux de surface. En effet, nous avons un atout potentiel qui est le barrage de Kanazoe situé à 25 km de la ville. Nous pouvons créer un système de traitement pour le barrage de Kanazoe et pomper l'eau potable pour alimenter la station de Yako.

Avant l'implantation des nouveaux forages, nous devons obligatoirement raccorder le forage FY13 à la station 1.

f. Aménagement des chemins pour les stations

Pendant notre étude, nous avons fait ressortir l'inaccessibilité de certaines stations de pompage due aux zones marécageuses. Il sera donc important, d'aménager des chemins d'accès bien établis visant à faciliter la maintenance de ces stations, même en temps d'intempérie. Ces aménagements touchent surtout les 3 stations de pompage à savoir les stations 1, 3, et 4.

2. AMELIORATION DE LA DISTRIBUTION

La distribution fait face à d'énormes insuffisances qu'il est souhaitable de corriger afin d'optimiser plus son fonctionnement. En effet, la distribution est la partie du système le plus exposé aux problèmes du fait de sa nature changeante et cela, de façon continue.

a. Implantation d'un réservoir pour le stockage

Le stockage est une étape qui permet de faciliter la distribution. Elle se fait au moyen d'un château d'eau. Le château d'eau de 150m³ s'avère insuffisant pour le stockage à l'horizon du

projet. Il faut donc envisager l'implantation d'un nouveau château de capacité total minimum de 1000 m³.

b. Renouvellement de canalisation

Lors de la phase de vérification, nous avons observé que les diamètres des canalisations de distribution et d'adduction sont inefficaces. Le renouvellement de canalisations vise au remplacement des conduites d'adduction et de distribution par des conduites de DN 300. Ces travaux de renouvellement se dérouleront sur une distance d'environ 1500m.

c. Réimplantation du réseau

Lors de notre diagnostic, nous étions confrontés à des extensions dites inutiles. En effet sur les plans prévisionnels, ces extensions traversaient des zones ne comportant pas d'habitations. Ce sont des extensions prévues mais pas bénéfiques. Il est donc plus judicieux de rapprocher le réseau à la population pour faciliter ainsi les branchements. Nous avons donc jugé bon de rattraper ces extensions dans des zones qui en sont dépourvues. La longueur de ses canalisations est estimée à **2243m**.

d. Acquisition des équipements de détection de fuite

Les fuites causent aussi la baisse de rendement du système. Durant notre séjour dans le centre, nous avons pu palper le domaine de fuite de réseau. La détection de fuite importante se fait de manière tâtonnante. En effet, nous avons fait face à une fuite non détectable à vue d'œil. Afin d'éviter les pertes de ce genre, il sera souhaitable d'équiper le centre d'appareils permettant de détecter les fuites sur le réseau.

3. DEVIS ESTIMATIF DES TRAVAUX

Le devis estimatif est l'ensemble des ressources financières à déployer pour mener à bien un quelconque projet. En effet, il consiste à quantifier toutes les actions (en rapport avec les finances) à mettre en place pour la réalisation. Pour une bonne réalisation d'un devis, il faut aussi tenir compte des différentes taxes qui ont un impact sur le coût. Nous avons entre autre la taxe sur la valeur ajoutée, les charges d'entretien, etc. Dans notre présent rapport, le devis sera fait conformément aux normes financières prescrites par l'ONEA, mais aussi à l'aide de la recherche des prix sur les marchés existants.

Tableau 24: Devis estimatif partiel

Zone de travaux	Désignation	Unité	Prix unitaire	Quantité	Prix total(FCFA)
Captage	Câble pour Réhabilitation forage(FY3,FY4)	ml	3.000	1500	4.500.000
	Réhabilitation coffret	u	250.000	2	500.000
	Réhabilitation des BF	u	500.000	3	1.500.000
	Implantation des forages	u	10.000.000	8	80.000.000
	Equipements électriques (câble, coffrets, capteurs, etc.)	ENS	3.000.000	8	24.000.000
	Fourniture et pose des électropompes immergées (nouveaux forages)	u	3.000.000	8	24.000.000
	Aménagements chemins d'accès (FY5, FY10, FY12,FY13, FY14, FY8)	u	100.000	6	600.000
Sous total 1					135.100.000
Traitement	Fourniture et pose de pompe doseuse	ENS	1.500.000	1	1.500.000
	Compteur d'eau brute	u	120.000	1	120.000
Sous total 2					1.620.000
Stockage	Mise en place d'un réservoir en Béton armé d'une capacité de 1000 m ³	u	500.000.000	1	500.000.000
	Fourniture et pose de canalisation en Fonte DN 300, PN 16	ml	1005	11.000	11.055.000
Sous total 3					511.055.000
Distribution	Fourniture et pose de canalisation PVC DN 63, PN 10	ml	5500	1012	5.566.000
	Fourniture et pose de canalisation PVC DN 75, PN 10	ml	7500	648	4.860.000
	Fourniture et pose de canalisation PVC DN 90, PN 10	ml	8500	583	4.955.500
	Raccords divers de canalisation (tés, coudes, vannes, etc)	Ens	1	10% linéaire	1.538.150
Sous total 4					16.919.650
Total partiel					664.694.650

Arrêté le présent devis au total partiel de six-cent soixante-quatre millions six-cent quatre-vingt-quatorze mille six-cent cinquante (664.694.650) francs CFA

Tableau 25: Devis estimatif total

COUT TOTAL D'INVESTISSEMENT	
Prix HT	664.694.650
Imprévues (10%)	66.469.465
Taxe à Valeur Ajoutée (TVA) 18%	119.645.037
Prix TTC	850.809.152

Arrêté le présent devis au total de **huit cent cinquante millions huit cent neuf mille cent cinquante-deux (850.809.152 francs CFA**

4. DETERMINATION DES CHARGES DIVERSES

a. Amortissement des équipements

Les amortissements sont des charges supplémentaires que génère le projet. En effet, pour une étude assez complexe de la rentabilité d'un investissement, toutes les charges sont à prendre en considération afin d'avoir une idée réelle sur la rentabilité du projet. Les amortissements dans notre cadre, concernent surtout les moyens matériels comme les pompes, les canalisations, etc. qui sont des éléments dotés d'une durée de vie au bout de laquelle ces éléments deviennent moins productifs. Ainsi, nous estimons la somme des amortissements totaux à vingt-deux millions cent quarante-trois mille six cent cinquante francs (**29.643.650**). Ce montant représente les amortissements jusqu'à la fin du projet.

b. Autres charges

Les autres charges représentent les dépenses de tout autre élément intervenant dans le bon fonctionnement du système. Nous avons entre autre les dépenses liées à l'achat du chlore, frais d'entretien des équipements, etc. Nous allons prendre une estimation *de l'ordre de 10% du coût d'investissement* par an ce qui s'élève ainsi à quatre cent-vingt-un millions quatre cent douze mille cent-soixante (421.412.160) francs CFA jusqu'à l'échéance du projet.

5. DETERMINATION DU PRIX DU METRE CUBE D'EAU

Pour une bonne gestion du système, il est important d'impliquer la population bénéficiaire avec le paiement des charges d'investissement et de fonctionnement. L'amélioration du rendement du système va engendrer la revue de la grille tarifaire du mètre cube d'eau afin de valoriser les investissements réalisés. Il est calculé par la formule suivante :

$$\text{Prix de revient} = \frac{\text{Investissement} + \text{Amortissement} + \text{Charge}}{\text{Production}}$$

Jusqu'à l'horizon du projet, nous avons un prix de revient de l'eau estimé à l'ordre de trois cent soixante-deux (362) Francs CFA. Compte tenu de l'existence d'une grille tarifaire nationale, nous allons procéder par une légère augmentation du prix de l'eau et cela de façon continue jusqu'à l'horizon du projet

VI. PROPOSITION D'UN SCENARIO DE GESTION

La gestion est un élément capital dans la viabilité du système. Dans la gestion, nous devons viser ou planifier la survie à long terme de notre système à travers des actions menées à cet effet.

1. ACCES AU SYSTEME A TOUTE LA POPULATION

Cela se traduira par les actions suivantes :

- ✓ Le suivi de la gestion des fontainiers : Comme méthode d'accompagnement, nous envisageons mettre en place un comité formateur pour une formation de gérant de BF et choisir les fontainiers suivant des critères afin de s'assurer de la bonne gestion de la BF qui leur sont attribuées.
- ✓ La promotion des branchements : les branchements se voient détournés de tout regard par certains habitants compte tenu du prix de l'avance sur branchements ne rentrant pas dans la capacité financière de ces usagers. Nous proposons la mise en place d'un système de branchements adéquat avec la possibilité de paiement de l'avance suivant une modalité de tranche.
- ✓ Etude d'une politique de mise en place d'un type de paiement par tranche : pour les populations le désirant, ceci apparaît comme une technique d'encouragement pour promouvoir les branchements particuliers.

2. MISE EN PLACE DE SYSTEME DE SUIVI DE L'EVOLUTION DE PRODUCTION ET CONSOMMATION

Il est important d'avoir une idée sur la production et la consommation en eau des

populations. En effet, cela nous permet de suivre de près le système en place afin de déceler en temps réel les éventuels problèmes pour y remédier. Pour le système de suivi, nous optons pour des relevés hebdomadaires des quantités d'eau transitées dans les différents compteurs d'eau principaux ou gros compteurs placés à cet effet. Avec ce suivi, nous pouvons donc garder un œil sur les pertes enregistrées et voir du même coup la stabilité du rendement.

3. ENTRETIEN ET MAINTENANCE DU RESEAU ET DES EQUIPEMENTS

Pour garder le système productif nous nous devons de porter une attention à ses éléments constitutifs. L'entretien et la maintenance ont pour objectifs de parer aux défaillances que peuvent rencontrer le réseau tout en augmentant la durée de vie du réseau, et de garder aussi un état de production stable. Cette étape se fera suivant un programme établi de façon annuelle ou deux fois dans l'année. L'entretien est surtout de débarrasser le réseau et les équipements des débris qui entravent leur bon fonctionnement.

4. IMPLICATION DES BENEFICIAIRES DANS LA GESTION

Pour une bonne gestion par les organes extérieurs (ONEA), il faut d'abord une bonne gestion des bénéficiaires. Il faut que les bénéficiaires prennent conscience de l'importance du système en place afin d'éviter certaines mauvaises pratiques qui pourront entraver son fonctionnement. Comme mauvaises pratiques nous avons ainsi les vols d'équipements, les gaspillages d'eau surtout au niveau des BF, etc. Nous allons mettre en place un comité de sensibilisation sur le comportement à adopter et nous allons aussi mettre un moyen de communication pour les éventuels problèmes.

5. GESTION PAR LE LOGICIEL G-DOR

G-DOR est un logiciel de gestion adéquat pour la gestion du système. Pour la gestion des systèmes d'AEP, G-DOR est le logiciel le plus utilisé et le plus répandu. C'est un logiciel doté des capacités d'analyse du fonctionnement de n'importe quel dispositif. G-DOR servira dans la maintenance curative des ouvrages déjà réalisés. Mais avant toute gestion, une formation des agents s'avère nécessaire pour assurer une bonne gestion. On opte pour une formation de deux agents au minimum pour le Centre ONEA de Yako. Cette formation se déroulera au CEMEAU suivant un chronogramme donné.

6. CAPITALISATION DES DONNEES EXISTANTES

Il s'agit d'enregistrer les données relatives au système dans un plan ou un SIG. En d'autres termes, il s'agit de procéder à l'actualisation du réseau en introduisant les paramètres clés de contrôles comme le type de conduite (PVC, PEHD) la date de pose, etc. Ces informations vont nous permettre de bien gérer les conduites en place en distinguant les caractéristiques des conduites selon leurs vétustés, leur type etc. il faut aussi y mentionner les branchements exécutés sur le plan.

VII. ETUDE D'IMPACTS

Les impacts caractérisent les effets positifs ou négatifs que peuvent engendrer notre projet d'amélioration. Ils se situent sur plusieurs niveaux comme les niveaux socio-économique, environnementale, etc.

1. IMPACT SOCIO-ECONOMIQUE

Concernant le secteur socio-économique nous pouvons dire que cette amélioration permettra :

- ✓ L'entrée des devises à l'état par le prélèvement de la Taxe sur la valeur ajoutée (TVA) avec la commande des équipements
- ✓ Création d'emplois pour la population avec l'obtention des marchés de fouilles
- ✓ Diversification des revenus (fontainier, fouilleur, etc.)
- ✓ Amélioration des conditions de vies de la population
- ✓ Hausse du prix de revient de l'eau

2. IMPACT ENVIRONNEMENTAL

Concernant les impacts environnementaux nous avons :

- ✓ Disponibilité d'une eau saine en quantité suffisante pour la population
- ✓ Possibilité de développement de maladies hydriques en l'endroit des bornes fontaines si les eaux perdues ne sont pas bien gérées.
- ✓ Modification de l'espace naturel
- ✓ Réduction des terres cultivables

VIII. CONCLUSION

Au terme de cette étude, il en ressort que le système d'AEP de la ville de Yako est confronté à l'incapacité de produire une eau en quantité suffisante pour la population laissant ainsi les services de gestion dans de réelles crises. Cette insuffisance s'explique d'une part par des réalités que font face ces services, mais d'autre part par la variable aléatoire qui est l'essor de la population. De notre étude il est ressorti la présence des zones plus défavorisées du point de vue approvisionnement notamment les secteurs 3 et 5.

Par ailleurs, de notre diagnostic, il s'est avéré que la demande en eau de la population de Yako est largement supérieure à l'offre. C'est dans cette optique, que des actions seront entreprises en vue de rehausser l'offre. Dans notre étude, des propositions techniques sont énoncées afin de pouvoir augmenter l'offre du système, mais aussi des propositions considérées comme des recommandations visant à assurer un service continu.

IX. RECOMMANDATIONS - PERSPECTIVES

- Veiller à l'accessibilité des équipements de la station de traitement pour les différentes analyses.
- Installer des sources d'énergie de relai dans les stations de pompage pour une production constante
- Contrôler les pompages de ceux possédant des forages propres afin d'éviter l'assèchement de la ressource
- Formation des manœuvres pour la maintenance curative des stations
- Raccordement du barrage Kanazoe soit accéléré
- Réhabilitation des regards afin de les vider des débris
- Etablir une fiche de suivi de volume produite et distribuée de façon hebdomadaire

Bibliographie

- “CCTP_diag_AEP - 424-2773.pdf.” Accessed August 3, 2016.
<http://www.am28.org/rep-fichier/2774/424-2773.pdf>.
- “Guide_Redactionnel_Diagnostic_AEP - Guide_Redactionnel_Diagnostic_AEP.pdf.” Accessed August 3, 2016.
http://www.eau-seine-normandie.fr/fileadmin/mediatheque/Collectivite/Technologie/Guide_Redactionnel_Diagnostic_AEP.pdf.
- “inter_aide_adduction_ventouses_vidanges_et_purges_1998.pdf.” Accessed September 26, 2016.
http://www.pseau.org/outils/ouvrages/inter_aide_adduction_ventouses_vidanges_et_purges_1998.pdf.
- “Microsoft Word - RAPPORT PH3_LA VALLA EN GIER DEF.docx - 24.pdf.” Accessed August 3, 2016.
<http://www.documentation.eaufrance.fr/entrepotsOAI/AERMC/R220/24.pdf>.
- OFFICE NATIONAL DE L'EAU ET DE L'ASSAINISSEMENT (ONEA). “RAPPORT DE MISSION DE VERIFICATION DE COMPTEURS DE PRODUCTION ET DE DISTRIBUTION A YAKO,” March 21, 2016.
- ONEA. “Rapport D'exploitation Des Forages de Yako 2016,” n.d.
- ONEA/DIRECTION DE L"EXPLOITATION. “RAPPORT TECHNIQUE D"EXPLOITATION 2013,” n.d.
- “Plan Communal de Developpement de YAKO.” bureau BBEA et PDRD, n.d.
- “RAPPORT MENSUEL D'EXPLOITATION DU CENTRE DE YAKO. MOIS D'AOUT 2016,” n.d.

X. ANNEXES

Annexe 1 : Fiche d’enquête.....	48
Annexe 2: Le système en quelques photos.....	50
Annexe 3 : Suivi du pH et du chlore	54
Annexe 4: Estimation des besoins annuels	56
Annexe 5: Tableau d'exploitation.....	58
Annexe 6: Etalonnage des compteurs	60
Annexe 7:Plans réseau	62



Annexe 1 : Fiche d’enquête

GUIDE D'ENTRETIEN DES MENAGES

I) IDENTITE DE L'ENQUETE

1. Nom

2. Prénom

3. Sexe

1. M 2. F

4. Religion

1. Musulman, Chrétiens, Animiste

5. Quartier

6. Profession

1. Agriculteur 2. Eleveur 3. Autre(à préciser)

7. Situation matrimoniale

1. Oui 2. Non

8. Quelle est la taille de votre ménage?

II) EVALUATION DES BESOINS EN EAU

9. L'eau est-elle disponible?

1. Oui 2. Non

10. Quelle est votre source d'approvisionnement en eau?

1. Puits 2. PMH 3. Borne fontaine
 4. Branchement privé

11. Quelle quantité d'eau consommez vous par jour de façon estimée?

12. Est-elle suffisante pour vos besoins journaliers?

1. Oui 2. Non

13. Quelle est la fréquence de votre approvisionnement?

1. 2 jours 2. 3 jours 3. plus de 3 jours

14. Etes-vous satisfait de votre source d'approvisionnement?

1. Oui 2. Non

15. Si, non, quels sont les problèmes rencontrés?

16. Que préconisez-vous pour l'amélioration?

III) ETUDE DE BRANCHEMENTS POSSIBLE (uniquement pour les résidents n'ayant pas de branchement privé)

17. Quels type d'approvisionnement préférez-vous?

1. PMH 2. Borne fontaine 3. Branchement privé

18. Pensez vous être capable de payer le prix du branchement privé (branchement s'élevant à... de nos jours)?

1. Oui 2. Non

19. Quelles sont vos remarques et suggestions sur les méthodes de gestion du réseau?



Annexe 2: Le système en quelques photos



Figure 9 : Coffret d'alimentation (à gauche) et Conduite dénudée par l'érosion(à droite)



Figure 10: Présence d'eau dans les regards (à gauche) et salle de traitement(à droite)



Figure 11 : Fuite dans un regard(à gauche) et Réparation de fuite sur branchements(à droite)

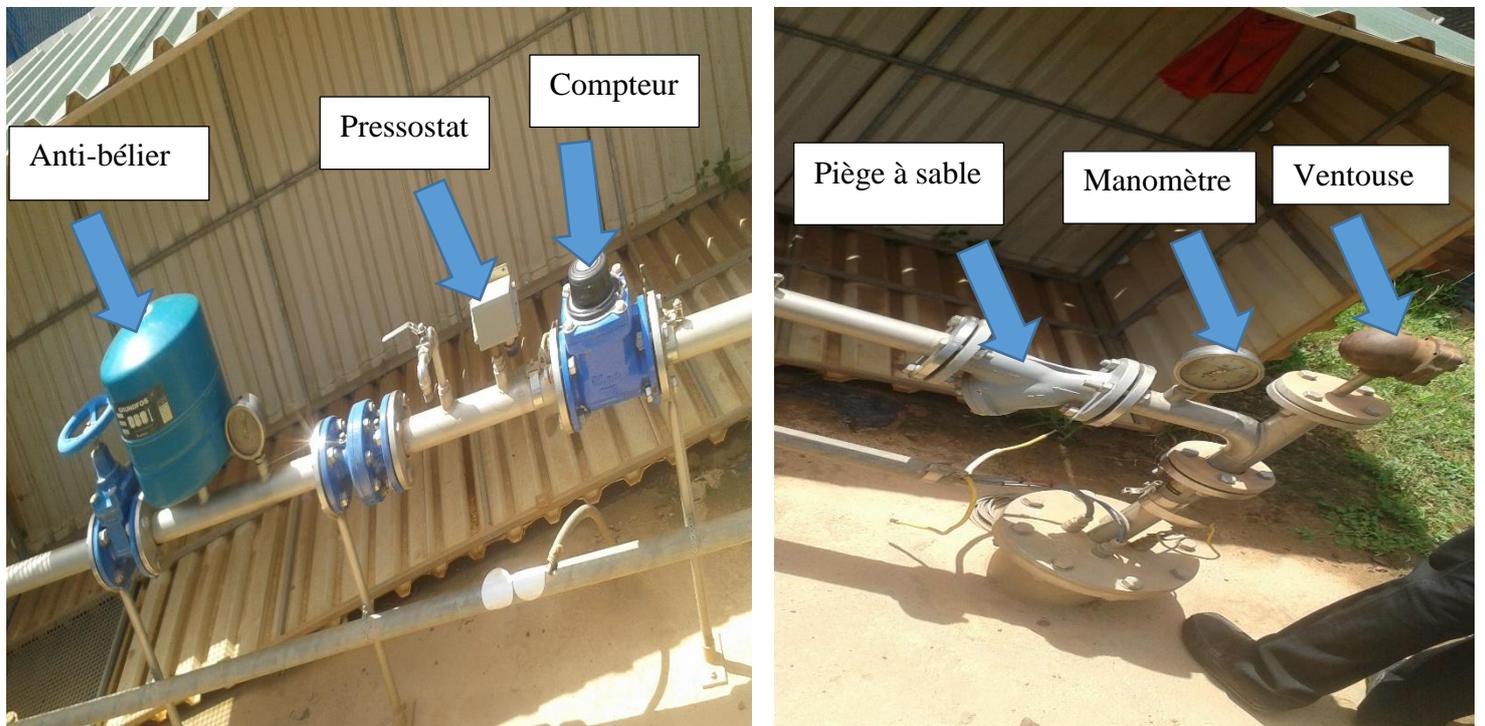


Figure 12: Tête de forage

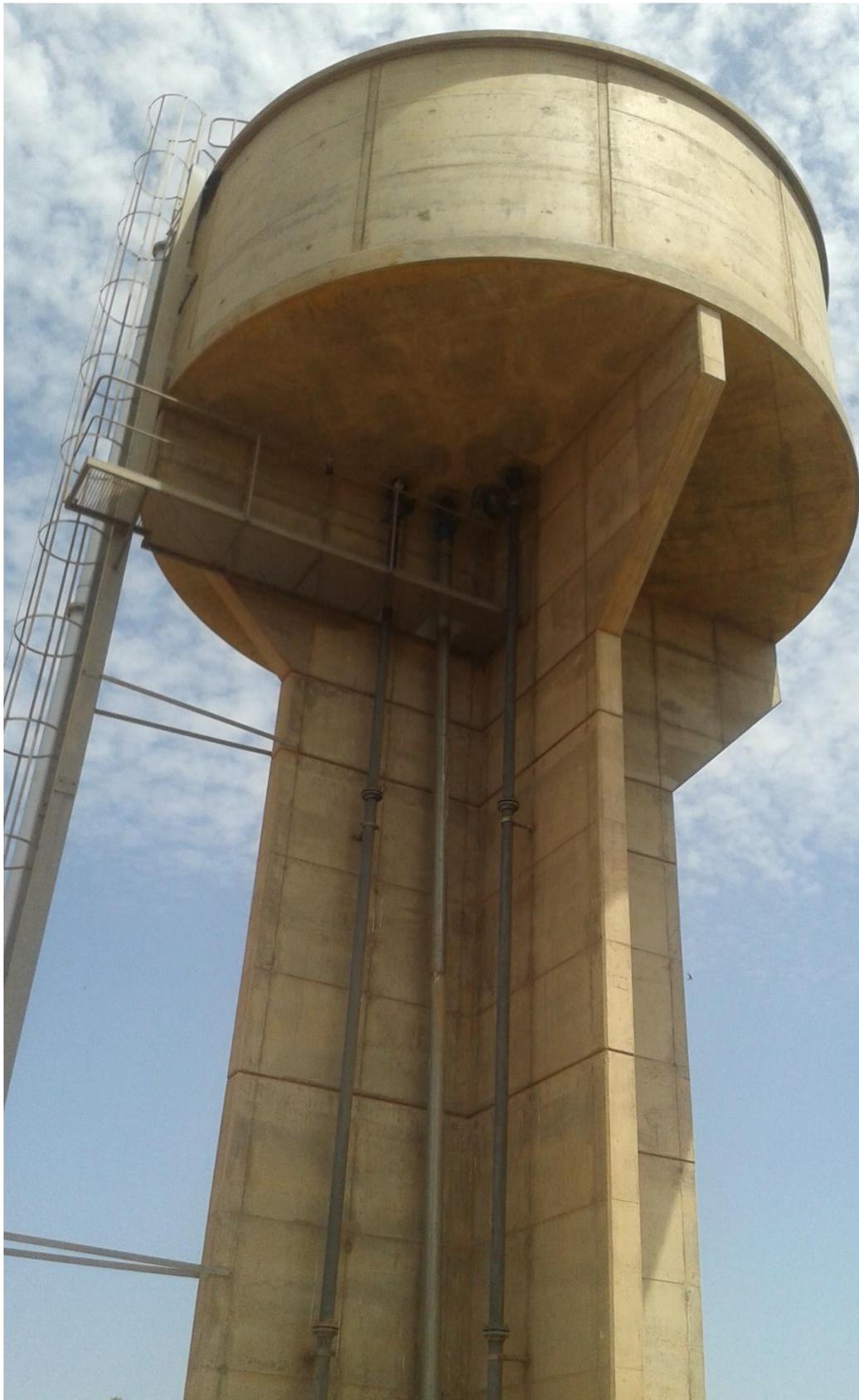


Figure 13: Réservoir de Yako



Annexe 3 : Suivi du pH et du chlore

Tableau 26 : Suivi de pH et de chlore de la station de traitement

Dates	pH	Chlore libre(mg/l)
1	6,8	1,3
2	6,8	1,2
3	6,8	1,3
4	6,8	1,3
5	6,8	1,4
6	6,9	1,4
7	6,8	1,5
8	6,8	1,4
9	6,9	1,5
10	6,9	1,5
11	6,8	1,4
12	7	1,4
13	6,9	1,3
14	7,1	1,2
15	7	1,4
16	6,8	1,5
17	6,9	1,3
18	6,8	1,5
19	7,2	1,4
20	7,1	1,4
21	6,9	1,5
22	7,1	1,5
23	6,8	1,2
24	6,9	1,5
25	7,1	1,2
26	6,8	1,3
27	6,9	1,5
28	6,8	1,3
29	6,9	1,5
30	7	1,4
31	6,9	1,4



Annexe 4: Estimation des besoins annuels

Tableau 27: estimation des taux de desserte

	2013	2014	2015	Moyenne
Population desservie par Bp	11 370	11 856	11 790	
Population desservie par BF	14 867	15 090	15 884	
Population totale desservie	26 237	26 946	27 674	
Taux de desserte Bp	0,43	0,44	0,43	0,43
Taux de desserte BF	0,57	0,56	0,57	0,57



Annexe 5: Tableau d'exploitation

Calcul :

➤ **Annuité annuelle (An)**

$$An = \frac{\text{cout équipement}}{\text{durée de Vie}}$$

➤ **Amortissement annuelle (A)**

$$A = \sum An$$

➤ **Charges variable annuelle(Cv)**

$$Cv = 0,1 \times \text{prix d'investissement}$$

➤ **Prix de revient (Pr) de l'eau**

$$\text{Prix de revient} = \frac{\text{Investissement} + \text{Amortissement} + \text{Charge}}{\text{Production}}$$

Tableau 28: Exploitation du système

Désignation	Durée de vie	Coût	Annuité annuelle
Electropompe immergée	2	2.000.000	1.000.000
Pompe doseuse	2	1.500.000	750.000
Château d'eau	20	500.000.000	25.000.000
Canalisations	10	26.536.500	2.653.650
Raccords et vanne	5	1.200.000	240.000
Amortissement annuelle (Franc cfa)			29.643.650
Charges variables (Franc Cfa)			84.282.432
Prix de revient (Franc cfa/ m³)			362



Annexe 6: Etalonnage des compteurs

Tableau 1: Recommandations

site	Ctr (marque)	dn	Ecart constaté	Recommandation	délai	responsable
Forage F2	Acquaconta	40		Respecter les conditions de pose	Fin 2016	SRP /CC
Forage F10	Watertech	50		Respecter les conditions de pose	Fin 2016	SRP/CC
Forage F7	Acquaconta	50	-27,03	A changer	Sans délai	DRNO
Forage F6	Acquaconta	50	+25	A changer	Sans délai	DRNO
Compteur général	WMAP	80	+11,30	A changer	Sans délai	DRNO
Forage F4	Watertech	50	+22,73	A changer	Sans délai	DRNO

Figure 14: Résultats de l'étalonnage des compteurs



Annexe 7:Plans réseau

Plan du réseau de distribution de YAKO

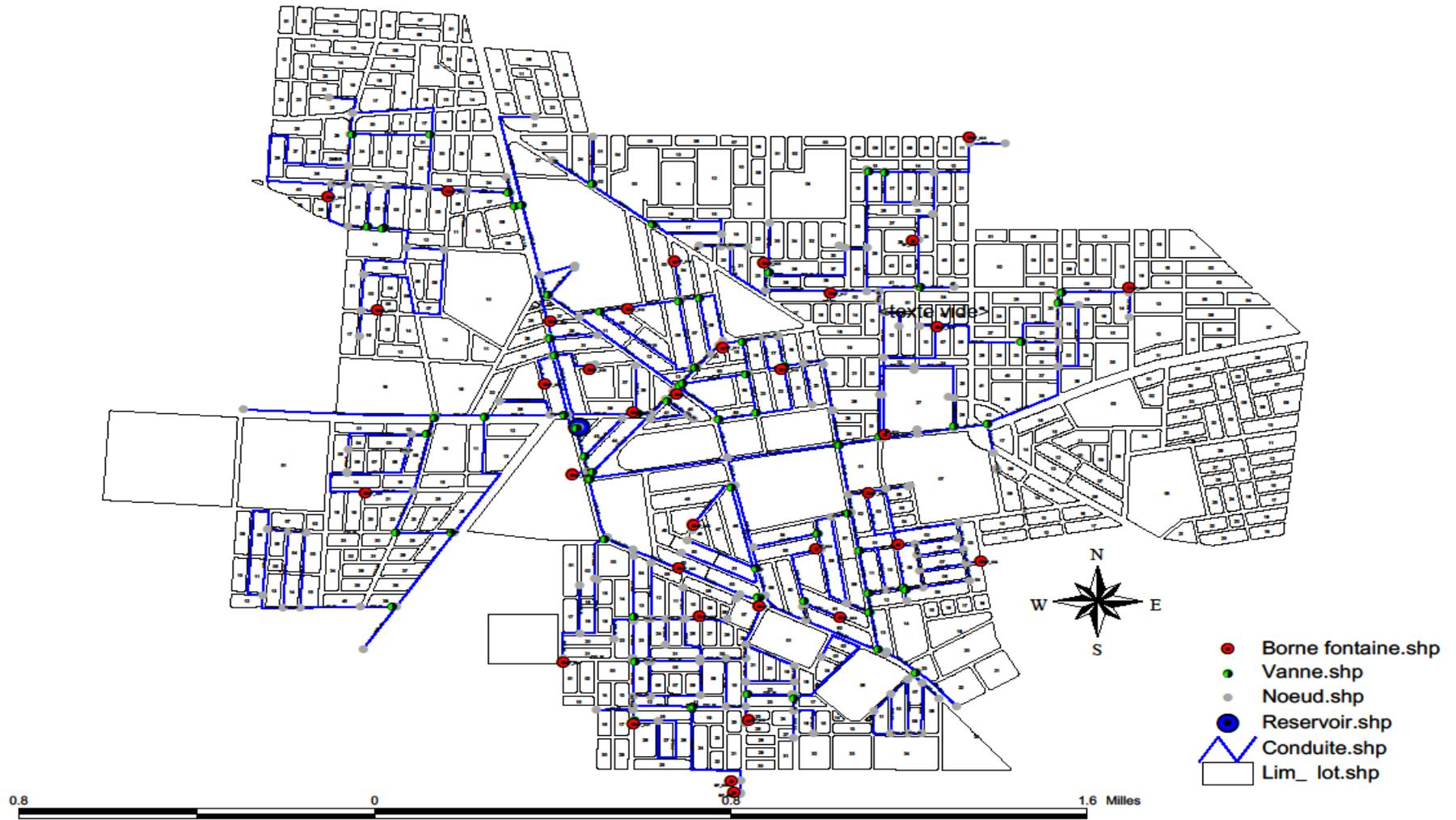


Figure 15: Plan du réseau de distribution

Positionnement des forages de Yako



Figure 16: Positionnement des captages

Table des matières

- Dédicace*..... *ii***
- Remerciements*..... *iii***
- Résumé*..... *iv***
- Abstract*..... *v***
- Liste des abréviations et Sigles*..... *vi***
- Liste des tableaux* *ix***
- Liste des figures* *x***
- I. Introduction* *1***
 - 1. Contexte de l’étude..... 2**
 - 2. Objectifs et Résultats attendus..... 2**
 - a. Objectifs..... 2
 - b. Résultats attendus..... 2
 - 3. présentation de la structure d’accueil 3**
 - 4. Présentation de la zone d’étude..... 3**
 - a. Situation géographique 3
 - b. Milieu Physique 4
 - c. Etudes démographiques 5
 - d. Contexte hydrogéologique 5
 - e. Activités et religions 6
 - f. Sources d’approvisionnement 6
 - g. Capacité à payer l’abonnement au réseau 7
- II. Matériels et Méthodes* *7***
 - 1. Matériels..... 7**
 - 2. Méthode de Travail 7**
 - a. Collecte de données 7
 - b. Travail de bureau 8
- III. Système d’aep* *9***
 - 1. Présentation du centre 9**
 - 2. production et refoulement 10**

3. Traitement des eaux	12
4. Stockage.....	12
5. Le réseau de distribution et ses abonnés	13
a. Réseau de distribution	13
b. Abonnés	14
6. les équipements de gestion technique (robinetterie et compteurs).....	15
a. Robinetterie.....	15
b. Compteurs	15
7. les Indicateurs de fonctionnement	16
a. Production et consommation d'eau.....	16
b. Insuffisances et problèmes du système actuel	19
IV. Résultats-discussions-analyse	21
1. Indice de fonctionnement du réseau	21
a. Captages au compteur général d'eau brute (station 1)	21
b. Compteur général d'eau brute aux points de desserte	21
2. Bilan besoins/ressources	23
a. Besoins	23
b. Ressources	26
c. Vérification des diamètres des conduites d'adduction et distribution	26
d. Vérification de la capacité de stockage (Vr)	27
e. Vérification des paramètres hydrauliques	27
3. Discussion et Analyses.....	30
a. Analyse socio-économique	30
b. Système actuel	30
c. Problèmes du réseau	31
d. Indice de fonctionnement du réseau.....	31
e. Vérification du fonctionnement du système à court terme (2022)	33
f. Paramètres hydraulique	34
4. Synthèse de diagnostic	35
V. Proposition technique amélioration	35
1. Renforcement de la production.....	36
a. Réhabilitation des ouvrages	36
b. Réhabilitation des coffrets de commande	36
c. Installation d'une pompe doseuse de relaie.....	36
d. Pose de compteur d'eau brute	36

e.	Implantation de nouveaux ouvrages.....	37
f.	Aménagement des chemins pour les stations.....	37
2.	Amélioration de la distribution.....	37
a.	Implantation d'un réservoir pour le stockage.....	37
b.	Renouvellement de canalisation.....	38
c.	Réimplantation du réseau.....	38
d.	Acquisition des équipements de détection de fuite.....	38
3.	Devis estimatif des travaux.....	38
4.	Détermination des charges diverses.....	40
a.	Amortissement des équipements.....	40
b.	Autres charges.....	40
5.	Détermination du prix du mètre cube d'eau.....	40
VI.	<i>Proposition d'un scenario de gestion</i>.....	41
1.	Accès au système à toute la population.....	41
2.	Mise en place de système de suivi de l'évolution de production et consommation.....	41
3.	Entretien et maintenance du réseau et des équipements.....	42
4.	Implication des bénéficiaires dans la gestion.....	42
5.	Gestion par le logiciel G-DOR.....	42
6.	Capitalisation des données existantes.....	43
VII.	<i>Etude d'impacts</i>.....	43
1.	Impact socio-économique.....	43
2.	Impact environnemental.....	43
VIII.	<i>Conclusion</i>.....	44
IX.	<i>Recommandations - Perspectives</i>.....	45
X.	<i>Annexes</i>.....	47