



DIAGNOSTIC DU RESEAU D'EAU POTABLE DE LA VILLE DE KOUPELA

MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU
MASTER EN INGENIERIE DE L'EAU ET DE L'ENVIRONNEMENT
OPTION : INFRASTRUCTURES ET RESEAUX HYDRAULIQUES

Présenté et soutenu publiquement le 28 Janvier 2016 par

Aboubacar Nomtondo OUEDRAOGO

Travaux dirigés par : **M. Béga OUEDRAOGO** (Enseignant 2iE Ouagadougou)

M. Jean Joseph ZONGO (Directeur Régional du Nord-Est)

Jury d'évaluation du stage :

Président : **Dr. Angelbert BIAOU**

Membres et correcteurs : M. Bèga OUEDRAOGO

M. Roland YONABA

M. Arnaud GUENUM

M. Moussa FAYE

Promotion [2014/2015]

REMERCIEMENTS

Mon premier remerciement est adressé à Dieu pour m'avoir béni.

Je voudrai ensuite remercier chaleureusement mes parents pour m'avoir soutenu durant tout mon cursus académique.

Ensuite, je tiens à remercier sincèrement l'ONG USAID WA-WASH pour m'avoir accordé une bourse d'étude me permettant de réaliser les études de master.

Mes remerciements aux enseignants de l'Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement pour m'avoir donné une immense connaissance tant théorique que pratique grâce à leurs efforts conjugués ; et plus particulièrement à mon encadreur M. Bèga OUEDRAOGO.

Je remercie également l'Office National de l'Eau et de l'Assainissement plus particulièrement M. Bocar ZONGO, Chef du Service Réseau Production et M. Jean-Joseph ZONGO, Directeur Régional du Nord-Est pour leurs disponibilités et leurs appuis lors de mon stage.

Enfin, je tiens à remercier mes partenaires de tous les jours et les amis pour leurs multiples aides et leurs disponibilités.

DEDICACES

Je dédie ce document à mon père et à ma mère qui me donnent tout le temps la force d'aller de l'avant.

RESUME

Koupela est une ville située dans la région du Centre-Est du BURKINA FASO. Le système d'AEP de cette ville vieux de 1980 est composé à ce jour d'un barrage, de neuf (09) forages, de deux (02) châteaux d'eau de 150 m³ chacun, d'une bache de capacité utile égale à 100 m³, d'une station de traitement de capacité 110 m³/h, d'un réseau de refoulement de 18 Km et d'un réseau de distribution de 47 Km. Cette étude est un diagnostic du système d'AEP et a pour objet de vérifier l'aptitude du réseau actuel à assurer l'alimentation en eau potable de la population de cette ville et d'en identifier les insuffisances. Dans cette étude :

- ❖ Une analyse des besoins en eau de consommation et de la capacité de la ressource a été faite. Ce qui a révélé une non-couverture des besoins en eau de consommation ;
- ❖ Des pompes ont été redimensionnées pour faire face à une demande plus élevée ;
- ❖ Des modélisations ont été faites pour vérifier le choix des pompes ;
- ❖ Des indicateurs de réseau ont été calculés pour mesurer la performance du réseau ;
- ❖ Des dysfonctionnements comme l'insuffisance des compteurs de production ont été ressortis ;
- ❖ Puis des recommandations ont été faites pour améliorer la qualité du service d'eau

Mots clés : Koupela, Diagnostic, Eau potable, Besoins en eau, modélisation.

ABSTRACT

KOUPELA is a city located in Burkina Faso Central East region. The system of drinking water supply of this city stands for thirty-five years and is made up till this day of a dam, nine (09) bores, two (02) water towers, a tarpaulin, a processing station, a delivery network of 18 km long and a distribution network 47 of km long.

This study is a diagnosis of the network of the production of drinking water of KOUPELA and aims at checking the suitability of the existing network to ensure drinking water supply and identify possible shortcomings. In this study:

- ❖ An Analysis of drinking water needs and the capacity of this area water resource has been done. This analysis revealed that water demand is not yet satisfied.
- ❖ Some pumps have been resized to face up with a higher demand;
- ❖ Modeling has been done to check out pumps choosing
- ❖ Network indicators have been calculated to measure the performance of our network; dysfunctions such as the ineffectiveness of some water meters have been revealed
- ❖ And recommendations have been made to improve the quality of the water service in this city.

Key words: Koupela, diagnosis, drinking water, water demand, modeling

LISTE DES ACRONYMES ET ABRÉVIATIONS

AEP : Approvisionnement en Eau Potable

BA : Béton Armé

BF : Borne Fontaine

BP : Branchement Privé

CM : Château Métallique

Cood : Coordonnées

Des : Desservi

FIU : Florida International University

Hg : Hauteur Géométrique

HMT : Hauteur Manométrique Totale

LONAB : Loterie Nationale Burkinabé

ND : Niveau Dynamique

NS : Niveau Statique

ONBAH : Office National des Barrages et de l'Hydraulique

ONEA : Office National de l'Eau et de l'Assainissement

ONG : Organisation Non Gouvernementale

P : Population

PN-AEPA : Programme National en Approvisionnement en Eau Potable et Assainissement

Prof : Profondeur

TN : Terrain Naturel

TP: Trop Plein

USAID: United States Agency for International Development

WA-WASH: West Africa-Water Supply, Sanitation and Hygiene

GLOSSAIRE

a : taux d'accroissement de la population en pourcentage

D ou DN : diamètre nominale en mm

Di : Diamètre intérieur en mm

Dret : diamètre retenu en mm

Dst : diamètre standard en mm

Dth : diamètre théorique en mm

Dut : diamètre posé en mm

ΔHL : pertes de charge linéaires en m

ΔHS : pertes de charge singulières en m

ΔHT : pertes de charge totales en m

e : épaisseur en mm

H : hauteur en m

Ks : coefficient de Strickler en $m^{1/3}/s$

L : longueur en m

Q : débit en m^3/h

Qexp : débit à exploiter en m^3/h

Qp : débit pompage en m^3/h

V : vitesse en m/s

X : abscisse du point en m

Y : ordonnée du point en m

Z : côte du point en m

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Consommation d'eau en m ³ /mois en 2013 et 2014 de Koupela ET Pouytenga	19
Tableau 2 : Taux d'évolution de la consommation mensuelle à Koupela et à Pouytenga.....	19
Tableau 3 : Estimation des besoins en eau des villes de Koupela et de Pouytenga en 2014 d'Octobre à Mai	20
Tableau 4: Population de Koupela et DE Pouytenga en 1985, 1996, 2006	20
Tableau 5 : Taux d'accroissement des populations de Koupela et Pouytenga	21
Tableau 6 : Prévion de la population des villes de Koupela et Pouytenga en 2015, 2020, 2025	21
Tableau 7 : consommation domestique journalière de Koupela en 2020 et 2025	22
Tableau 8 : Consommation domestique journalière de Pouytenga en 2020 et 2025	22
Tableau 9 : Consommation non domestique mensuelle de Koupela en 2012, 2013, 2014.....	23
Tableau 10 : Consommation non domestique mensuelle de Pouytenga en 2012, 2013, 2014.....	23
Tableau 11 : Consommation moyenne mensuelle et journalière non domestique de Koupela en 2014, 2020 et 2025.....	24
Tableau 12 : Consommation moyenne mensuelle et journalière non domestique de Pouytenga en 2014, 2020 et 2025	24
Tableau 13 : consommation totale journalière de Koupela et Pouytenga en 2020 et 2025	24
Tableau 14 : Volume d'eau à mobiliser journalièrement à Koupela et à Pouytenga en 2020 et 2025 .	24
Tableau 15 : Caractéristiques des forages de Koupela	25
Tableau 16 : consignes d'exploitation des forages	26
Tableau 17 : Caractéristiques du barrage	28
Tableau 18 : Coordonnées des ouvrages de stockage	29
Tableau 19 : Données forages F4, F8 et bêche	31
Tableau 20 : Hauteur géométrique de F4 et F8.....	32
Tableau 21 : Calcul des pertes de charge de F4	33
Tableau 22 : Calcul des pertes de charge de F8	34
Tableau 23 : calcul de la HMT de F4 et de F8	34
Tableau 24 : choix des pompes des forages F4 et F8.....	35
Tableau 25 : consommation mensuelle des branchements privés en 2015	39
Tableau 26 : consommation mensuelle des bornes fontaines en 2015	39
Tableau 27 : Consommation spécifique mensuelle des branchements prives en 2015	40
Tableau 28 : Consommation spécifique mensuelle des bornes fontaines en 2015	40
Tableau 29 : Rendement global mensuel de Koupela pour l'année 2015	42
Tableau 30 : Vérification débits des forages	43
Tableau 31 : Débit de pompage des forages	44
Tableau 32 : Calcul des vitesses.....	46
Tableau 33: calcul des vitesses avec les débits d'exploitation	47
Tableau 34 : Dimensionnement des conduites de refoulement de F13, F1 et F15.....	48
Tableau 35: Calcul de la hauteur géométrique des forages.....	49
Tableau 36 : Calcul HMT F13	50
Tableau 37 : Niveau statique des forages F4, F8 et F15.....	52
Tableau 38 : Proposition fiche de renseignement des forages	54

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Vue satellitaire de la ville de KOUPELA.....	13
Figure 2 : Présentation de la zone d'étude	14
Figure 3 : Carte des centres et Directions de l'ONEA.....	17
Figure 4 : Schéma de la tête de forage	27
Figure 5 : châteaux d'eau	29
Figure 6 : Plan d'ensemble vue sur GOOGLE EARTH.....	30
Figure 7: Schéma de raccordement F4 et F8.....	32
Figure 8 : Modélisation 1 de F4 et F8.....	37
Figure 9 : Modélisation 2 de F4 et F8.....	38
Figure 10 : Plan d'ensemble du réseau de production	45
Figure 11 : Modélisation EPANET	51

Table des matières

I. INTRODUCTION	11
II. OBJECTIFS D'ETUDES ET APPROCHE METHODOLOGIQUE.....	12
II.1. OBJECTIF GENERAL	12
II.2. OBJECTIFS SPECIFIQUES	12
II.3. APPROCHE METHODOLOGIQUE	12
III. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE.....	13
III.1. SITUATION GEOGRAPHIQUE	13
III.2. CADRE PHYSIQUE.....	14
III.2.1. Climat et végétation.....	14
III.2.2. Relief et sol.....	15
III.3. ACTIVITES ECONOMIQUES	15
III.3.1. Agriculture	15
III.3.2. Elevage.....	15
IV. PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL	17
IV.1. GENERALITE.....	17
IV.2. DIRECTION REGIONALE DU NORD/EST.....	18
IV.3. CENTRE DE KOUPELA.....	18
V. ETUDE DE L'ADEQUATION RESSOURCE EN EAU/BESOINS EN EAU ET EVALUATION DES BESOINS FUTURS	18
V.1. ADEQUATION RESSOURCE/ BESOINS EN EAU.....	19
V.2. EVALUATION DES BESOINS FUTURS.....	20
V.2.1. Taux d'accroissement de population.....	20
V.2.2. Calcul des consommations	21
VI. ETAT DES LIEUX DU SYSTEME D'AEP	25
VI.1. FORAGES	25
VI.2. BARRAGE D'ITENGUE	27
VI.3. STATION DE TRAITEMENT	28
VI.4. LES CONDUITES ET LES OUVRAGES DE STOCKAGE.....	28
VII. DIAGNOTIC	31
VII.1. REDIMENSIONNEMENT D'ELECTROPOMPES F4 ET F8	31
VII.2. DIAGNOTIC GENERAL	39
VII.2.1. ANALYSE DES CONSOMMATONS.....	39
VII.2.2. Calcul des indicateurs.....	41
VII.2.3. Analyse des débits des forages	43
VII.2.4. Analyse du réseau.....	43
VII.2.5. Redimensionnement des conduites de refoulement de F1, F13, F15.....	47
VII.2.6. Redimensionnement de F13.....	50
VIII. PROPOSITION D'AMELIORATION DE LA DESSERTE EN EAU	52
IX. CONCLUSION	56
X. ANNEXES.....	57

XI. BIBLIOGRAPHIE..... 66

I. INTRODUCTION

L'eau est un élément indispensable à la vie de l'Homme. Elle gouverne sa vie ainsi que l'ensemble de ses activités. De ce fait, elle doit toujours être de bonne qualité et disponible en quantité suffisante pour mieux répondre à ses besoins en matière d'eau et c'est ce rôle que doit jouer tout distributeur d'eau potable.

Ainsi, l'importance que l'eau représente pour les êtres particuliers l'a placée au cœur des Objectifs du Millénaire pour le Développement. Il convient de noter que des efforts considérables ont déjà été dans le domaine de l'AEP. En effet, le taux d'accès à l'eau potable était estimé à 88,9% en 2011 au niveau mondial et à la région de l'Afrique subsaharienne ce taux atteignait 63%. Mais au BURKINA FASO, ce taux d'accès à l'eau potable atteint en général 80% en milieu urbain (DGRE et al. 2011). Cependant ce taux est en baisse au niveau de la ville de KOUPELA puisqu'en 2011, celui-ci était estimé à 71%. Par ailleurs, la forte croissance démographique que connaît la ville de KOUPELA et la rareté de la ressource en eau expliquent la raison pour laquelle certains de ses services d'eau n'arrivent toujours pas à satisfaire les besoins en eau de la population. En effet, ce centre urbain est généralement confronté à des problèmes de pénurie d'eau couvrant la période allant du mois de Mars au mois de Juin. C'est donc dans le but de trouver une alternative efficace à toute cette problématique que nous avons orienté notre étude sur le « **Diagnostic du Réseau de Production d'Eau potable de la ville de Koupela.** » Ainsi, notre étude de diagnostic vise à augmenter la performance du service d'eau de cette ville. Il convient de préciser que cette étude s'articulera autour des points suivants :

- Présentation de la zone d'étude,
- Présentation du service d'eau,
- Etude de l'adéquation ressource en eau/demande en eau et évaluation des besoins futurs,
- Etat des lieux des installations existantes,
- Diagnostic du réseau,
- Proposition de solutions.

II. OBJECTIFS D'ETUDES ET APPROCHE METHODOLOGIQUE

II.1. Objectif général

De façon globale, notre étude a pour objectif de diagnostiquer le service d'eau potable de la ville de Koupela ; ce qui permettra d'améliorer aussi les conditions de vie de la population.

II.2. Objectifs spécifiques

Les objectifs spécifiques qui concourent à l'atteinte de l'objectif général sont :

- Etudier le système demande en eau/ ressource en eau actuelle
- Projeter les besoins en eau à l'horizon 2025
- Faire ressortir les défaillances du réseau
- Propositions de solutions techniques d'amélioration

II.3. Approche méthodologique

Pour mener à bien cette étude, plusieurs activités ont été réalisées.

Dans un premier temps, nous avons effectué une recherche documentaire pour avoir des informations sur la ville. Dans un second temps, nous avons cherché les données nécessaires à l'étude de l'adéquation ressource en eau/ besoins ainsi qu'à l'établissement d'une projection des besoins en eau à l'horizon 2025. Ensuite nous avons étudié chaque composant du réseau pour connaître ses caractéristiques et connaître le réseau dans son ensemble. Une fois le réseau identifié, nous avons procédé au diagnostic proprement dit à la suite duquel, nous avons fait ressortir les différents dysfonctionnements du réseau et c'est après l'analyse de ces problèmes que nous avons proposé des solutions techniques.

III. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

III.1. Situation géographique

Située dans la région du Centre-Est du Burkina à environ 140 km de Ouagadougou, la ville de Koupela a pour coordonnées géographiques 12° 12' 04'' Nord et 0° 21' 18 '' Ouest. Chef-lieu de la province du KOURITENGA, cette ville carrefour est située à l'intersection de la route nationale N°4 (Ouagadougou-Fada) et de la route nationale N°16 (Koupela-Tenkodogo). D'une superficie d'environ 339 Km², elle comporte cinq (5) secteurs lotis.

Pouytenga, elle est aussi située dans la province du KOURITENGA. Elle est à 125 km de Ouagadougou et à 15 Km de Koupela. D'une superficie de 175 Km², elle comporte également cinq (5) secteurs lotis

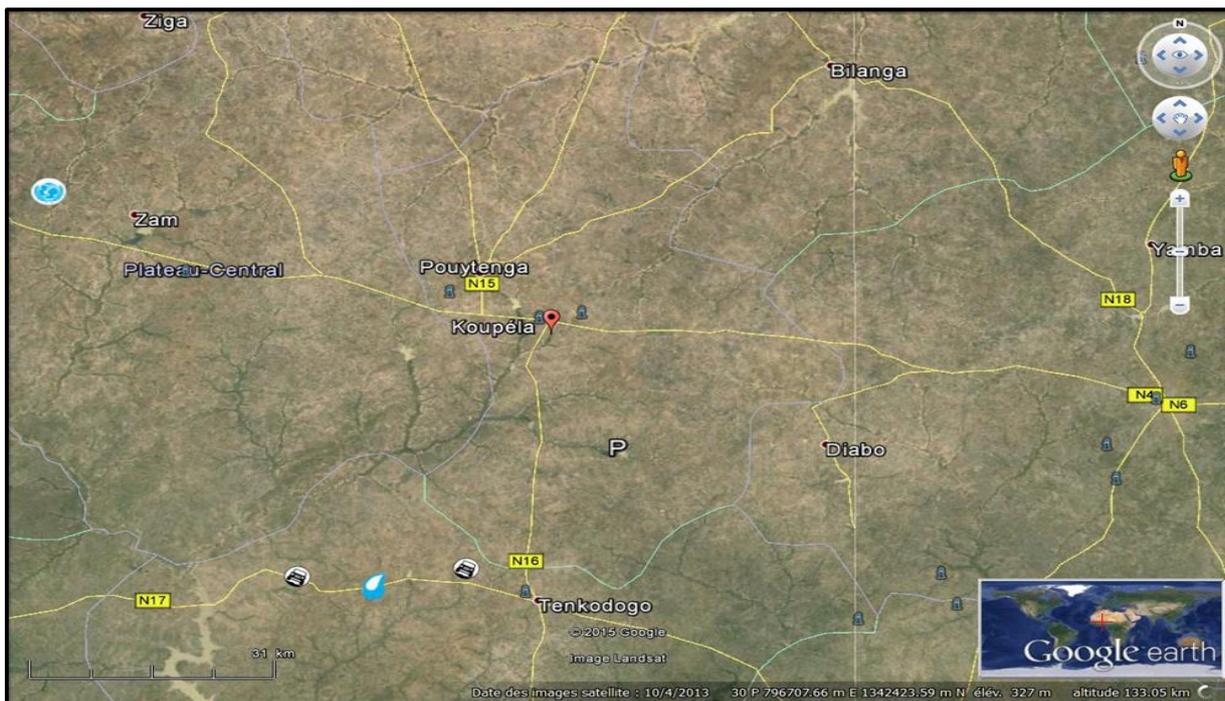


Figure 1 : Vue satellitaire de la ville de KOUPELA

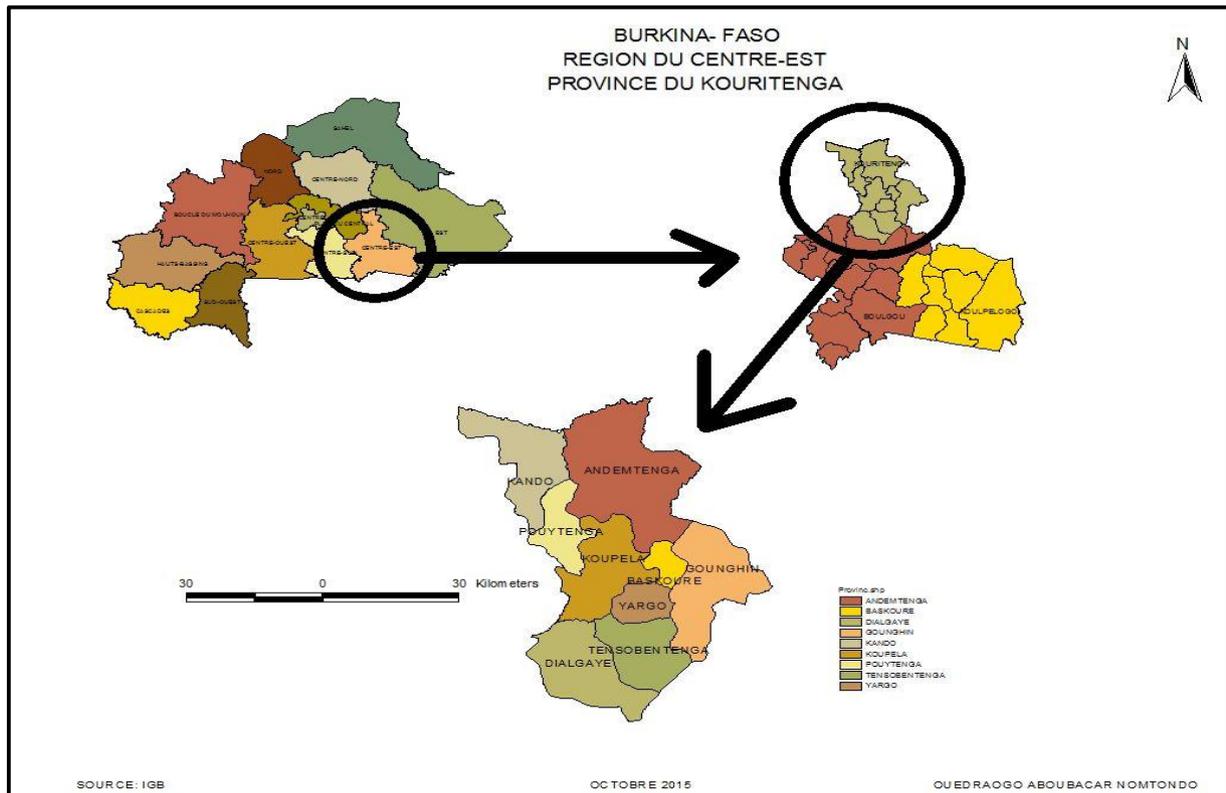


Figure 2 : Présentation de la zone d'étude

III.2. Cadre physique

III.2.1. Climat et végétation

Le climat de la ville de Koupela est du type soudanien et est caractérisé par une courte saison pluvieuse allant de Juin à Septembre, dominé par des vents de mousson et une longue saison sèche allant d'Octobre à Mai, balayée par les vents d'Est chargés de poussières ou harmattan. Les températures sont très variables. En saison de pluies, elles oscillent entre 24° et 34°. Par contre en saison sèche, on obtient de Décembre à mi-Février des températures variant entre 15° et 24° ; de mi-février à fin Avril, on a des journées très chaudes avec des maxima de 41°. Les hauteurs d'eaux recueillies varient entre 700 à 821 mm par an, soit une moyenne de 760 mm par an.

La végétation est caractérisée par une savane arbustive fortement dégradée et faiblement boisée. La majorité des arbres sont des espèces exotiques : des neems (*Azadirachta Indica*), des Eucalyptus (*Camaldulensis*), des flamboyants et de Cassia ou des essences ornementales. On note cependant, la présence d'espèces locales ayant résisté au phénomène d'urbanisation et de déforestation incontrôlée, telles que le baobab (*Adansonia Digitata*), le résinier, le néré (*Parkia Biglobosa*), le rônier (*Borassus Aethiopum*) et le karité (*Burvospermum Parkii*). Les essences

fruitières sont constituées de goyaviers, de manguiers, de papayers, des agrumes et de quelques ronciers.

III.2.2. Relief et sol

Koupela est une ville dont le terrain est relativement plat. Ce centre urbain présente de nombreux affleurements granitiques d'où la ville tire son nom ; cette situation s'observe particulièrement au niveau des secteurs N°3 et N°4. La ville repose sur un socle ancien granité recouvert par un sol généralement érodé et peu fertile en raison de la présence par endroits de la cuirasse latéritique. On y rencontre essentiellement trois types de sols:

- ❖ A l'Ouest, ce sont des sols peu évolués hydromorphes sur matériaux polyphasés graveleux et argilo-graveleux dérivés de granités et sur matériaux gravillonnaires.
- ❖ A l'Est, on a des sols ferrugineux tropicaux remaniés à tache et concrétion sur matériaux argileux-sableux parfois gravillonnaires et parfois calcaires en profondeur associés à sols peu évolués hydromorphes sur matériaux gravillonnaires.

III.3. Activités économiques

Les principales activités économiques des populations sont: l'agriculture et l'élevage qui occupent 80% ; le commerce et l'artisanat occupent 15%.

III.3.1. Agriculture

L'Agriculture occupe une très grande place dans les activités des populations. Cependant avec l'expansion du phénomène d'urbanisation, le secteur agricole connaîtra une forte régression dans les années à venir. La commune de Koupela et ses environs sont encadrés sur le plan agricole par les trois (3) unités d'encadrement agricoles qui sont : Donsin, Koupela Centre, et Nakalbo. Les principales cultures vivrières actuellement produites sont : le Sorgho rouge, le Sorgho blanc, le mil, le maïs et le riz. Les cultures de rente sont : l'arachide, le niébé, le soja et le sésame. La vulgarisation des fosses fumières et des fosses à compost ont permis d'augmenter le rendement de ces cultures ces dernières années.

III.3.2. Elevage

L'élevage constitue la deuxième activité économique de la population active après l'agriculture. Il s'agit principalement de l'élevage de petits ruminants, de porcs et de la volaille. L'élevage du gros bétail (en l'occurrence, les bœufs et les ânes) prend de l'ampleur avec la vulgarisation de la traction animale introduite au niveau de l'agriculture. Les types d'élevage

sont : l'élevage extensif pratiqué par une grande partie de la population et l'élevage semi-intensif pratiqué par les groupements d'éleveurs et quelques individus avec la mise en place d'unités d'embouche bovine, porcine et ovine. Le bétail est soit abattu et consommé sur place ou exporté sur pied vers Ouagadougou ou l'extérieur du pays comme le Ghana, le Togo et la Côte d'Ivoire.

IV. PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL

IV.1. Généralité

L'Office National de l'Eau et de l'Assainissement a été créé par décret n°85/387/CNR/PRES/EAU du 28 juillet 1985 sous la forme d'un Etablissement public de l'Etat à caractère industriel et commercial (EPIC). Il a été transformé en société d'Etat le 2 novembre 1994 (décret N°94-391/PRES/MICM/EAU). Il est responsable de la mise en œuvre du volet urbain du PN-AEPA. Cette responsabilité est traduite dans le plan stratégique 2011-2015 de l'ONEA et au niveau de la vision « **L'ONEA sera en 2015 une entreprise de référence dans le secteur de l'approvisionnement en eau potable et assainissement en Afrique, engagée dans l'innovation au service du client** ». Il possède en son sein quatre directions régionales :

- La Direction Régionale de Ouagadougou
- La Direction Régionale de Bobo-Dioulasso
- La Direction Régionale du Nord/Ouest
- La Direction Régionale du Nord/Est

Koupela abrite la direction régionale du Nord/Est.

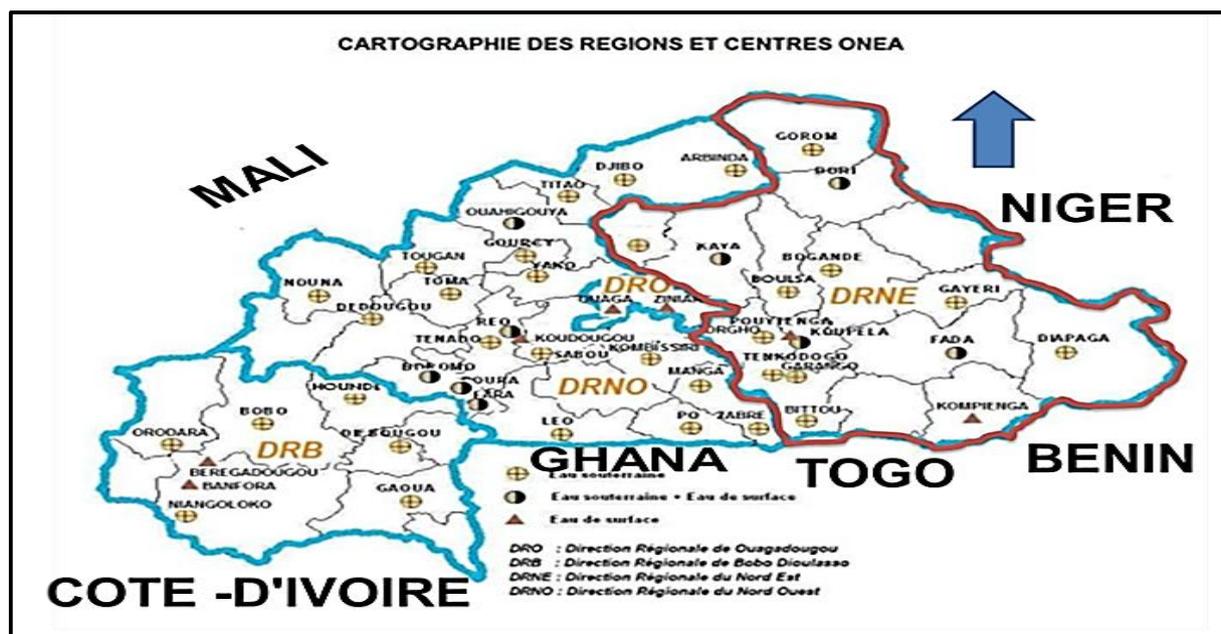


Figure 3 : Carte des centres et Directions de l'ONEA

IV.2. Direction Régionale du Nord/Est

C'est une nouvelle direction car elle a été créée en 2009 avec pour siège à Koupela. Elle est subdivisée en trois centres de regroupement (03) :

- Le centre de regroupement de Koupela qui regroupe les centres de Koupela, Pouytenga, Zorgho, Boulsa, Tenkodogo, Garango et Bittou
- Le centre de regroupement de Fada qui regroupe les centres de Fada, Gayeri, Bogande, Diapaga, Kompienga et Pama.
- Le centre de regroupement de Kaya qui regroupe les centres de Kaya, Dori, Gorom-Gorom, Kongoussi, Essakane ET Sebba.

IV.3. Centre de Koupela

Le centre de Koupela est géré par la Direction Régionale du Nord-Est. Le service d'eau a été mis en place en Novembre 1980 quand Koupela avait une population de 6700 habitants.

A sa réalisation, il comportait deux (02) forages de débit cumulé de 16 m³/h pour une production annuelle de 47779 m³ et un réseau de distribution de 5947 ml. Il comportait 56 abonnés et 13 bornes fontaines.

La direction est composée de trois services :

- Le service Réseau-Production
- Le service Electromécanique
- Le service Finances-GRH
- Le service Gestion-Clientèle

V. ETUDE DE L'ADEQUATION RESSOURCE EN EAU/BESOINS EN EAU ET EVALUATION DES BESOINS FUTURS

Koupela et Pouytenga utilisent tous le barrage d'ITENGUE comme source d'eau. Nous allons faire un bilan d'utilisation de cette eau et estimer les besoins futurs de la population.

V.1. Adéquation ressource/ Besoins en eau

Les consommations en m³ par mois de 2013 et de 2014 se présentent comme suit :

Tableau 1 : Consommation d'eau en m³/mois en 2013 et 2014 de Koupela ET Pouytenga

Sites	KOUPELA		POUYTENGA	
	2 013	2 014	2013	2 014
Janvier	28588	31 054	40 336	44 589
Février	30564	30 978	41 397	39 022
Mars	31976	30 729	39 864	42 676
Avril	30778	26 941	37 232	30 990
Mai	30028	32 365	38 765	34 702
Juin	28717	27 845	38 157	37 391
Juillet	24673	29 974	39 210	34 958
Août	22916	25 033	31 134	31 831
Sept	27989	25 397	32 518	35 109
Octobre	24905	27 016	35 639	36 648
Novembre	31447	30 982	39 532	41 713
Décembre	30564	35 988	38 754	50 832

Des rationnements sont faits à partir de Février à Juin ; donc nous supposons que les besoins ne sont pas satisfaits en ces périodes. Ainsi le calcul de la consommation moyenne mensuelle concernera les autres mois.

Tableau 2 : Taux d'évolution de la consommation mensuelle à Koupela et à Pouytenga

Sites	KOUPELA		POUYTENGA	
	2013	2014	2013	2014
Juillet	24673	29 974	39 210	34 958
Août	22916	25 033	31 134	31 831
Septembre	27989	25 397	32 518	35 109
Octobre	24905	27 016	35 639	36 648
Novembre	31447	30 982	39 532	41 713
Décembre	30564	35 988	38 754	50 832
Janvier	28588	31 054	40 336	44 589
Total	191 082	205 444	3E+05	275680
Moyenne	27 297	29 349	36 732	39 383
Taux d'évolution	8%		7%	

Avec un rendement moyen de 80%, nous avons des besoins annuels suivants:

Tableau 3 : Estimation des besoins en eau des villes de Koupela et de Pouytenga en 2014 d'Octobre à Mai

Ville	Consommation moyenne mensuelle 2014 (m ³)	Besoins en intersaison 2014 (m ³)	Besoins totaux (m ³)
KOUELA	29 349	293 490	687 320
POUYTENGA	39 383	393 830	

Le barrage a une capacité initiale de 2,1 millions de m³. L'envasement de la retenue en 2013 est estimé à 30%. L'irrigation utilise un volume d'eau d'environ 642 000 m³. Aussi, on estime le volume d'eau évaporé à 40%. Ainsi, nous avons comme volume disponible pour la production d'eau potable au niveau du barrage (en intersaison) :

$$V = (2\,100\,000 \times 0,7) * 0,6 - 642\,000 = 240\,000\, m^3$$

Les forages de Koupela ont une production mensuelle d'environ 28 800 m³ soit une production de 230 400 m³ sur les 9 mois d'intersaison. Donc, comme volume total disponible pour la consommation d'eau potable :

$$V_d = 240\,000 + 230\,400 = 470\,400\, m^3$$

Le volume disponible est de 470 400 m³ contre un besoin de 687 320 m³. Il en découle que la ressource est insuffisante d'où il convient de la renforcer.

V.2. EVALUATION DES BESOINS FUTURS

V.2.1. Taux d'accroissement de population

D'après les recensements généraux de la population et de l'habitation de 1985, 1996 et 2006 faites par l'INSD, on a :

Tableau 4: Population de Koupela et DE Pouytenga en 1985, 1996, 2006

Villes \ Années	1985	1996	2006
KOUELA	9619	17619	28151
POUYTENGA	12445	35720	60618

En supposant un accroissement géométrique de la population, c'est-à-dire :

$$P = P_0(1 + a)^n, \text{ nous tirons } a = \left(\frac{P}{P_0}\right)^{1/n} - 1$$

De ces chiffres, nous pouvons dégager les taux d'accroissement suivants :

Tableau 5 : Taux d'accroissement des populations de Koupela et Pouytenga

Villes\Années	1996	2006
KOUELA	5,66%	5,25%
POUYTENGA	10,06%	7,83%

De ces taux moyens, nous pouvons calculer les populations en 2015, 2020, et 2025 en supposant que le taux d'accroissement sera celui de 2006.

Tableau 6 : Prévission de la population des villes de Koupela et Pouytenga en 2015, 2020, 2025

Villes\Années	2006	2015	2020	2025
KOUELA	28 151	44 616	57 624	74 424
POUYTENGA	60 618	119 470	174 163	253 895

V.2.2. Calcul des consommations

Comme consommateurs, nous avons les bornes fontaines et les branchements particuliers qui sont subdivisés neuf (09) catégories d'abonnés :

- Les particuliers
- Les retraités
- Les grandes maisons
- Les industries
- La commune
- L'administration
- L'ONEA

Les Objectifs du développement durable prônent pour un accès universel et durable à l'eau potable. Ainsi, nous prenons en hypothèse un taux d'accès de 100%.

- ❖ La consommation domestique

Dans le Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable, il est stipulé que les consommations spécifiques sont comprises entre 40l/j/hbt et 60l/j/hbt. Nous prenons en hypothèse 40l/j/hbt comme consommation spécifique car le standing de la population n'est pas élevé. Ce qui nous donne,

Tableau 7 : consommation domestique journalière de Koupela en 2020 et 2025

KOUPELA			
Année	Population	consommation spécifique (l/j/hbt)	Consommation journalière (m ³ /j)
2020	57 624	40	2 305
2025	74 424	40	2 977

Tableau 8 : Consommation domestique journalière de Pouytenga en 2020 et 2025

POUYTENGA			
Année	Population	consommation spécifique (l/j/hbt)	Consommation journalière (m ³ /j)
2020	174 163	40	6 967
2025	253 895	40	10 156

❖ La consommation non domestique (socio-économique et administrative)

Il s'agit des infrastructures communautaires : écoles, hôpitaux, infrastructures étatiques, commerciales, et religieuses, industries, marchés, abattoirs

Tableau 9 : Consommation non domestique mensuelle de Koupela en 2012, 2013, 2014

KOUELA				
Mois\Année	2 012	2 013	2 014	TOTAL
Juillet	2 052	2 548	1 871	6 471
Août	2 563	1 522	1 615	5 700
Septembre	1 852	1 883	1 577	5 312
Octobre	2 078	1 759	1 735	5 572
Novembre	3 198	2 248	2 038	7 484
Décembre	1 779	1 868	2 156	5 803
Total	13 522	11 828	10 992	36 342
Moyenne	2 254	1 971	1 832	2 019
Taux d'évolution		-13%	-7%	

Tableau 10 : Consommation non domestique mensuelle de Pouytenga en 2012, 2013, 2014

POUYTENGA				
Mois\Année	2 012	2 013	2 014	TOTAL
Juillet	508	791	712	2 011
Août	650	381	882	1 913
Septembre	613	317	907	1 837
Octobre	410	456	974	1 840
Novembre	739	346	1 024	2 109
Décembre	401	654	1 183	2 238
Total	3 321	2 945	5 682	11 948
Moyenne	554	491	947	664
Taux d'évolution		-11%	93%	

Nous remarquons que les taux d'évolution sont disparates ; donc nous allons supposer que les consommations évoluent avec le taux d'accroissement de la population.

Tableau 11 : Consommation moyenne mensuelle et journalière non domestique de Koupela en 2014, 2020 et 2025

KOUELA (5,25%)		
Année	Consommation moyenne mensuelle (m³/mois)	Consommation moyenne journalière (m³/j)
2014	1 832	61
2020	2 490	83
2025	3 216	107

Tableau 12 : Consommation moyenne mensuelle et journalière non domestique de Pouytenga en 2014, 2020 et 2025

POUYTENGA (7,83%)		
Année	Consommation moyenne mensuelle (m³/mois)	Consommation moyenne journalier (m³/j)
2014	947	32
2020	1 489	50
2025	2 170	72

❖ La consommation journalière totale (m³/j)

Elle représente la somme des consommations domestiques et des consommations non domestiques.

Tableau 13 : consommation totale journalière (m³/j) de Koupela et Pouytenga en 2020 et 2025

Année	KOUELA	POUYTENGA
2020	2 388	7 017
2025	3 084	10 338

❖ Volume d'eau à mobiliser journalièrement (m³/j)

En supposant un rendement de 80%, le volume d'eau à mobiliser est de :

Tableau 14 : Volume d'eau à mobiliser journalièrement (m³/j) à Koupela et à Pouytenga en 2020 et 2025

Année	KOUELA	POUYTENGA	TOTAL
2020	2 985	8 771	11 756
2025	3 855	12 923	16 778

VI. Etat des lieux du système d'AEP

Approvisionnement en Eau Potable (AEP) : Ensemble d'opérations visant à mobiliser une ressource en eau, si nécessaire la traiter qualitativement pour la rendre potable à la consommation humaine, et transporter en divers points de consommation publics ou privés.

Un système d'AEP est composé :

- D'ouvrages de mobilisation de la ressource en eau (barrages, puits, forages)
- D'équipements et ouvrages d'élévation (pompes et stations de pompage)
- De canalisations de transport et de distribution (réseaux)
- D'ouvrages de stockage (bâches, châteaux)

L'alimentation en eau de Koupela se fait à travers des eaux souterraines (forages) et une eau de surface (le barrage d'ITENGUE).

VI.1. Forages

On dénombre dix (10) forages (F1, F4, F7, F8, F10, F11, F12, F13, F14 et F15) dont un à l'arrêt (F12). Les caractéristiques sont les suivantes :

Tableau 15 : Caractéristiques des forages de Koupela

Forages	x	y	Date d'exécution	NS	ND	Qp
F1	787104	1347203	16/11/1977	97	82,95	6,07
F4	786577	1345028	08/11/1993	66,99	61,99	6,51
F7	788131	1345942	28/03/1988	75,67	56,17	4,3
F8	787048	1344296	07/04/1988	78,36	61,89	6,6
F10	789027	1344061	02/04/1988	83,06	70,04	9,3
F11	789000	1343957	16/11/1977	83,11	70,02	6,9
F12	790227	1346833	06/04/2012	-----	-----	arrêt
F13	790071	1346820	02/08/2012	99,6	74,67	2,4
F14	790177	1346906	14/08/2012	101,58	92,22	9,4
F15	790342	1346824	12/04/2013	88,48	102,36	4,1

Les consignes d'exploitation sont énumérées dans le tableau suivant :

Tableau 16 : consignes d'exploitation des forages

N° du forage en exploitation	N° du forage (ancienne appellation/fiche de foration)	Débit d'exploitation	Temps de pompage	Volume journalier par forage
		[m ³ /h]	[h/j]	[m ³ /j]
KPL-F1	F1	5	14	70
KPL-F4	F4	4	14	56
KPL-F7	F7	5	12	60
KPL-F8	F8	6	12	72
KPL-F10	F10	7	12	84
KPL-F11	F11 (SE2)	10	12	120
KPL-F12	F12	25	12	300
KPL-F13	KPF1-SE6 (Cafi*Kugri)	15	12	180
KPL-F14	KPF3-SE5 (Cafi*Kugri)	15	12	180
KPL-F15	KPF2-SE1 (Cafi*Kugri)	30	12	360

Les fiches techniques des forages sont présentées en [Annexe 1](#), [Annexe 2](#), [Annexe 3](#), [Annexe 4](#), [Annexe 5](#), [Annexe 6](#), [Annexe 7](#), [Annexe 8](#).

Le schéma ci-dessous est le schéma type tête de forage

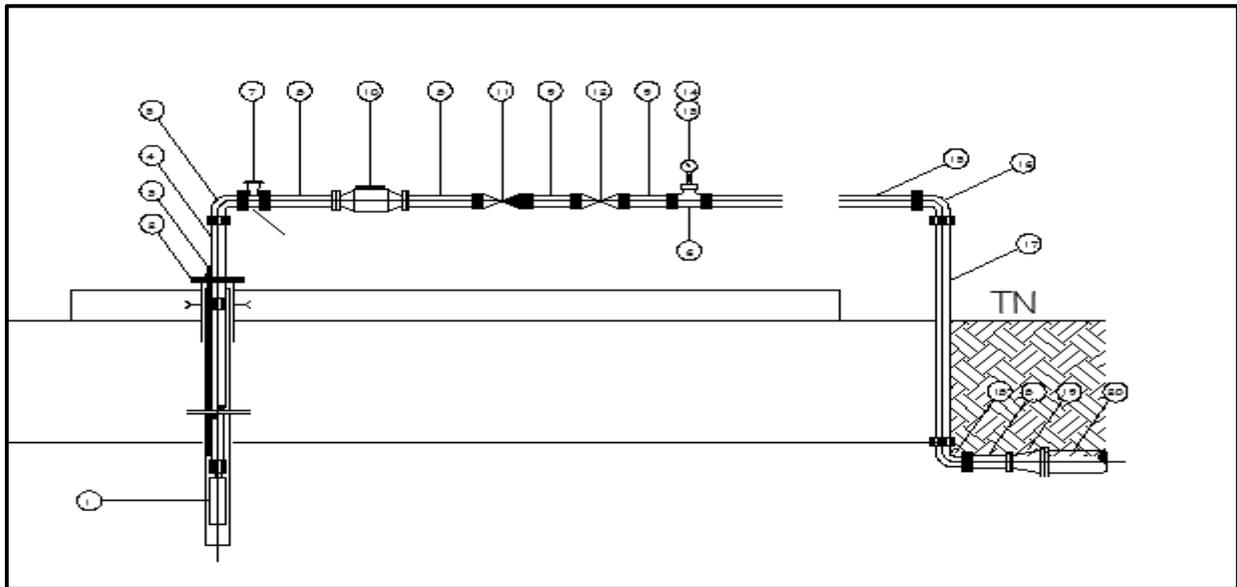


Figure 4 : Schéma de la tête de forage

Poste n°	liste des pièces
1	Pompe immergée
2	Collier de support
3	Tuyau polyéthylène de 20/2 pour piézomètre
4	Tuyau gava 50/60
5	Coude galva MF 1/4 DN 66/76
6	Té galva 66/33/66
7	Ventouse DN 40
8	Bride fileté DN 66/76
9	Embout fileté, DN 66/76
10	Compteur, DN 50 à brides
11	Clapet anti-retour, DN 66/76
12	Vanne d'arrêt, DN 66/76
13	Robinet de puissance DN 15/21
14	Mano-pressostat de (0-16 bars) à bain d'huile, DN 50
15	Tuyau galva, DN 66/76
16	Coude galva FF 1/4 DN, 66/76
17	Tuyau galva, DN 66/76
18	Coude galva MF 1/4, DN 66/76
19	Cône à brides, DN 100/66
20	Tuyau PEHD, DN 100

VI.2. Barrage d'ITENGUE

Le barrage de ITENGUE construit en 1985 par ONBAH et mis en exploitation depuis 1987, est situé à 2 Km de la ville de Koupela. Le barrage sert non seulement à l'exploitation agricole mais aussi à la consommation d'eau de boisson. Les caractéristiques sont les suivantes :

Tableau 17 : Caractéristiques du barrage

Désignation	Caractéristiques du barrage
X (m)	783784
Y (m)	1350699
Hauteur du déversoir (m)	10,05
Volume stocké en moyenne (m³)	2.100.000 m ³
Hauteur de calage de la prise d'eau (m)	7,5
Lame d'eau disponible pour l'irrigation (m)	2,55
Hauteur de la digue (m)	12
Longueur de la digue (m)	1765m dont 30m pour le déversoir

VI.3. Station de traitement

Au barrage, la station dispose de deux pompes submersibles FLYGT de 5.6 KW au débit nominal de 80 m³/h. Le débit de traitement est de 110 m³/h. Le système de traitement est : la décantation-floculation ; la filtration et désinfection. Le décanteur est un décanteur statique horizontal de 300 m³. L'eau traitée est stockée dans une bache de 200 m³ au niveau de laquelle se fait le refoulement sur Pouytenga et sur Koupela.

VI.4. Les conduites et les ouvrages de stockage

On a un réseau mixte c'est-à-dire ramifié et maillé, constitué d'une gamme variée de diamètres :

- Le refoulement : Du PVC 63 au PVC 200 d'une longueur totale de 18235ml
- La distribution : Du PVC 63 au PVC 160 d'une longueur totale de 47020ml
- Le branchement : Du PVC 32 au PVC 50

Pour le stockage, Koupela possède une bache en béton armé de capacité utile égale 100 m³ et de deux châteaux d'eau situés côte à côte de 150 m³ chacun (l'un en béton armé et l'autre métallique)

Tableau 18 : Coordonnées des ouvrages de stockage

Stockage	X (m)	Y (m)
Châteaux	787696	1348185
Bâche	787779	1344296



Figure 5 : châteaux d'eau

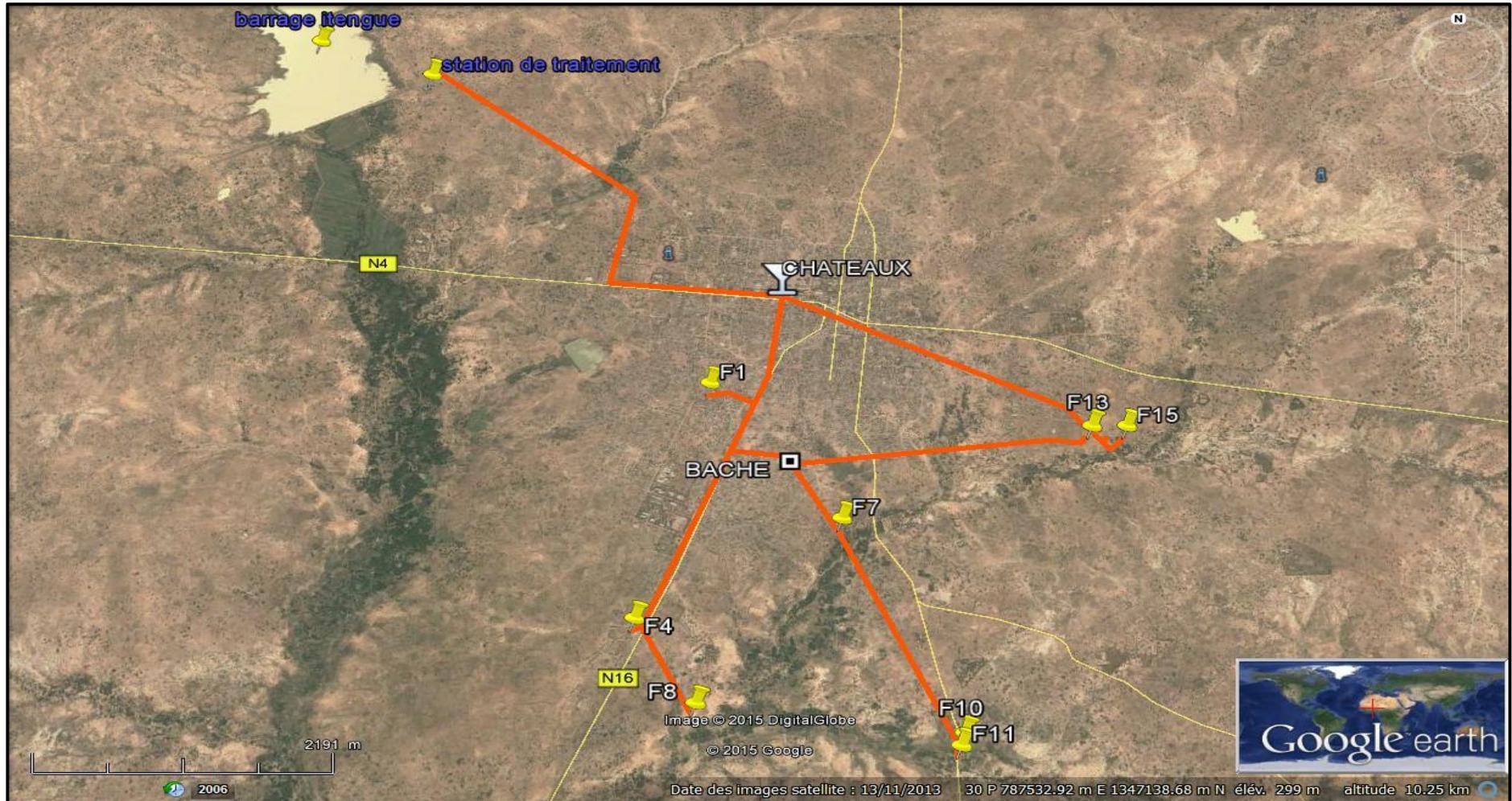


Figure 6 : Plan d'ensemble vue sur GOOGLE EARTH

VII. DIAGNOSTIC

VII.1. Redimensionnement d'électropompes F4 et F8

Il m'a été demandé dans un premier temps de redimensionner les groupes électropompes F4 et F8 car leurs débits avaient chuté. Pour information, le débit de F4 est passé de 5m³/h à 3m³/h et celui de F8 de 6m³/h à 4 m³/h.

Ma première étape était de rechercher les données hydrogéologiques et les côtes altimétriques de ces forages. Les niveaux statiques furent trouvés après arrêt du pompage sur mesure piézomètre. Signalons qu'on n'avait pas les caractéristiques des pompes qui s'y trouvaient. Face au manque de données, certaines hypothèses ont été faites pour le niveau dynamique et les côtes.

Finalement, on avait les données suivantes :

Tableau 19 : Données forages F4, F8 et bêche

Forages ou Points	Z_NS (m)	Z_ND (m)	D_COL_ MONTANTE (mm)	Z_TN (m)
F4	263,83	258,83	50	301,83
F8	281,83	276,83	50	296,83
I				299,83
J				309,33
Bêche				307,83

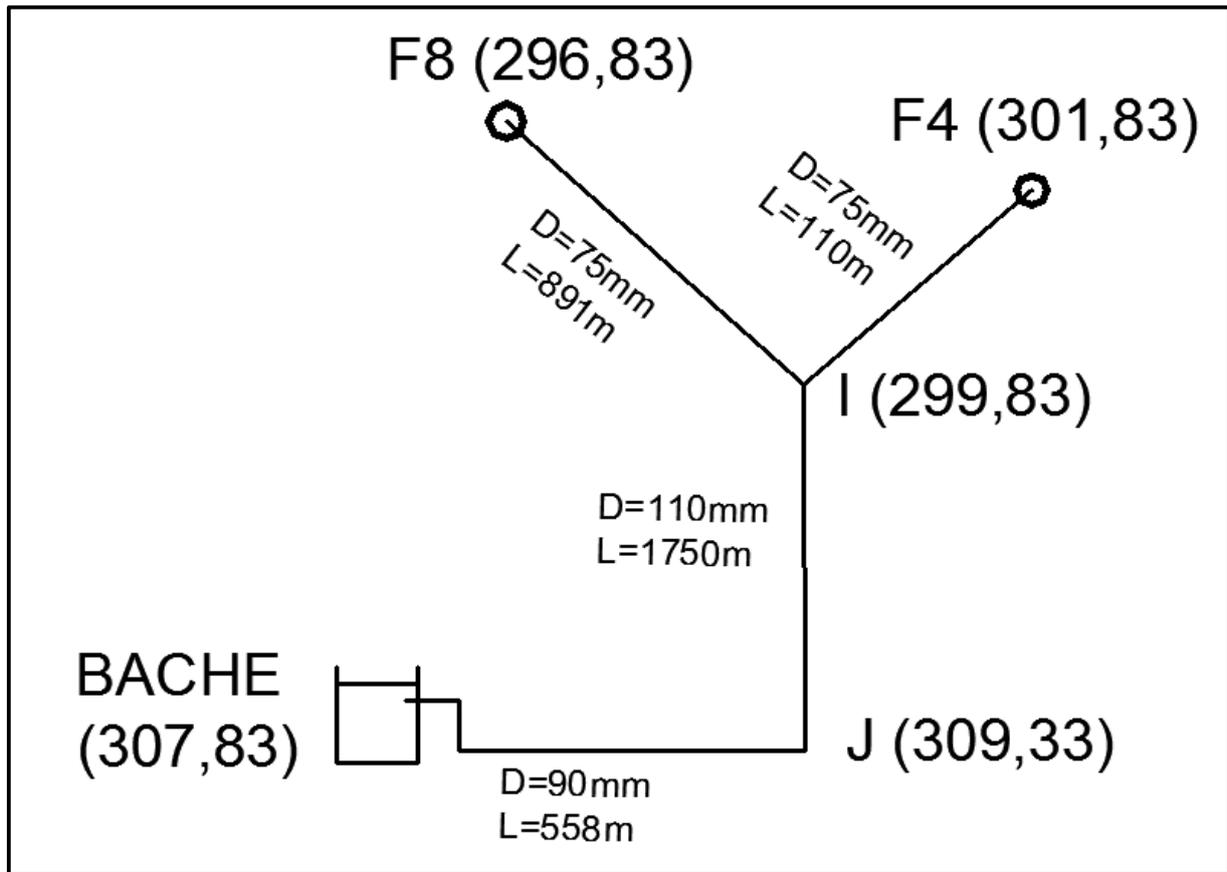


Figure 7: Schéma de raccordement F4 et F8

La bache a une hauteur de 3 m. Ainsi, on a les résultats suivants :

- Calcul de la hauteur géométrique

Tableau 20 : Hauteur géométrique de F4 et F8

Forages	Z_TN (m)	Z_ND (m)	Z_TP (m)	Hg (m)
F4	301,83	258,83	310,83	52
F8	296,83	276,83	310,83	34

- Calcul des pertes de charge

La formule de Manning Strickler a été utilisée :

$$\Delta H = \frac{10,29 \times Q^2 \times L}{K_S^2 \times D^{16/3}}$$

Nous prenons en considérations $\Delta H_S=10\% \Delta H_L$

- **F4**

Tableau 21 : Calcul des pertes de charge de F4

Tronçon	Q (m3/h)	DN (mm)	D _{int} (mm)	L (m)	K _s (m ^{1/3} /s)	ΔH _L (m)	ΔH _S (m)	ΔH _T (m)
Colonne montante	5	50	36,8	43	110	2,37	0,237	2,61
F4-I		110	93,6	110		0,04	0,004	0,04
I-J		110	93,6	1750		0,88	0,088	0,97
J-Bâche		90	76,6	558		0,82	0,082	0,97
TOTAL								2,90

- **F8**

Tableau 22 : Calcul des pertes de charge de F8

Tronçon	Q (m ³ /h)	DN (mm)	D _{int} (mm)	L (m)	K _s (m ^{1/3} /s)	ΔH _L (m)	ΔH _S (m)	ΔH _T (m)
Colonne montante	6	50	38,8	20	110	1,59	0,159	1,75
F8-I		75	63,8	891	110	4,98	0,498	5,48
I-J		110	93,6	1750	110	1,27	0,127	1,39
J-Bâche		90	76,6	558	110	1,18	0,118	1,29
TOTAL								9,92

- Calcul de la Hauteur manométrique totale (HMT)

$$HMT = H_g + \Delta H_T$$

Tableau 23 : calcul de la HMT de F4 et de F8

Forages	H _g (m)	ΔH _T (m)	HMT (m)
F4	52	2,90	52,90
F8	34	9,92	43,92

- **CHOIX DES POMPES**

Dans un premier temps, on a utilisé le logiciel WINCAPS pour choisir une pompe et ensuite on a fait une modélisation sur EPANET pour vérifier que la pompe choisie est vraiment adaptée.

WINCAPS est un logiciel contenant un ensemble de modules pour les pompes GRUNDFOS. Ces modules sont au nombre de cinq (5) à savoir : catalogue, dimensionnement, interchangeabilité, Maintenance et projet.

- Catalogue est utilisé quand on sait quel produit on veut et que l'on veut visualiser ou imprimer des informations techniques, schémas, descriptions, courbes de performance,...
- Dimensionnement permet d'obtenir une pompe adaptée à un système tout en définissant les données du système.
- Interchangeabilité permet de changer une ancienne pompe GRUNDFOS ou une pompe d'une autre marque par une nouvelle pompe GRUNDFOS
- Maintenance est destinée aux personnels de maintenance qui recherchent des instructions et vidéos de démontage et de montage, des listes de pièces détachées, des dessins en coupe et des vues éclatées.
- Projet permet de sauvegarder des sélections dans un dossier projet. Que l'on soit dans le module Catalogue, dimensionnement, ou interchangeabilité, on peut à tout moment ajouter un produit dans le dossier projet.

Pour nous, il est question d'utiliser le module dimensionnement.

A l'aide des trois paramètres suivants : pompe immergée, débit et hauteur manométrique totale, l'on a eu les propositions suivantes :

Tableau 24 : choix des pompes des forages F4 et F8

forages	Pompes
F8	SP5A-17
F4	SP5A-21

- Modélisation

Il existe plusieurs logiciels de modélisation. En exemple, nous avons : PORTEAU, WATERCAD, EPANET.

➤ **LOGICIEL UTILISE**

Pour notre étude, nous avons utilisé le logiciel Epanet car c'est celui dont nous connaissons. En plus, il est Gratuit, Libre et largement déployé.

Ces composants physiques sont : NŒUD (NODE), TRONCON, TUYAU ou ARC (PIPE ou LINK), RESSOURCE ou « BACHE » (RESERVOIR en anglais), RÉSERVOIR ou CHÂTEAU D'EAU (TANK), POMPE (PUMP), VANNE (VALVE), TEXTE ou ANNOTATION (TEXT).

Les étapes classiques de l'utilisation d'EPANET pour modéliser un système d'eau sont les suivantes:

- ✚ Définir les options par défaut
- ✚ Dessiner le réseau
- ✚ Saisir les propriétés des éléments du réseau
- ✚ Lancer une simulation hydraulique ou une analyse de la qualité
- ✚ Visualiser les résultats d'une simulation

Après modélisation, on a obtenu les résultats suivants :

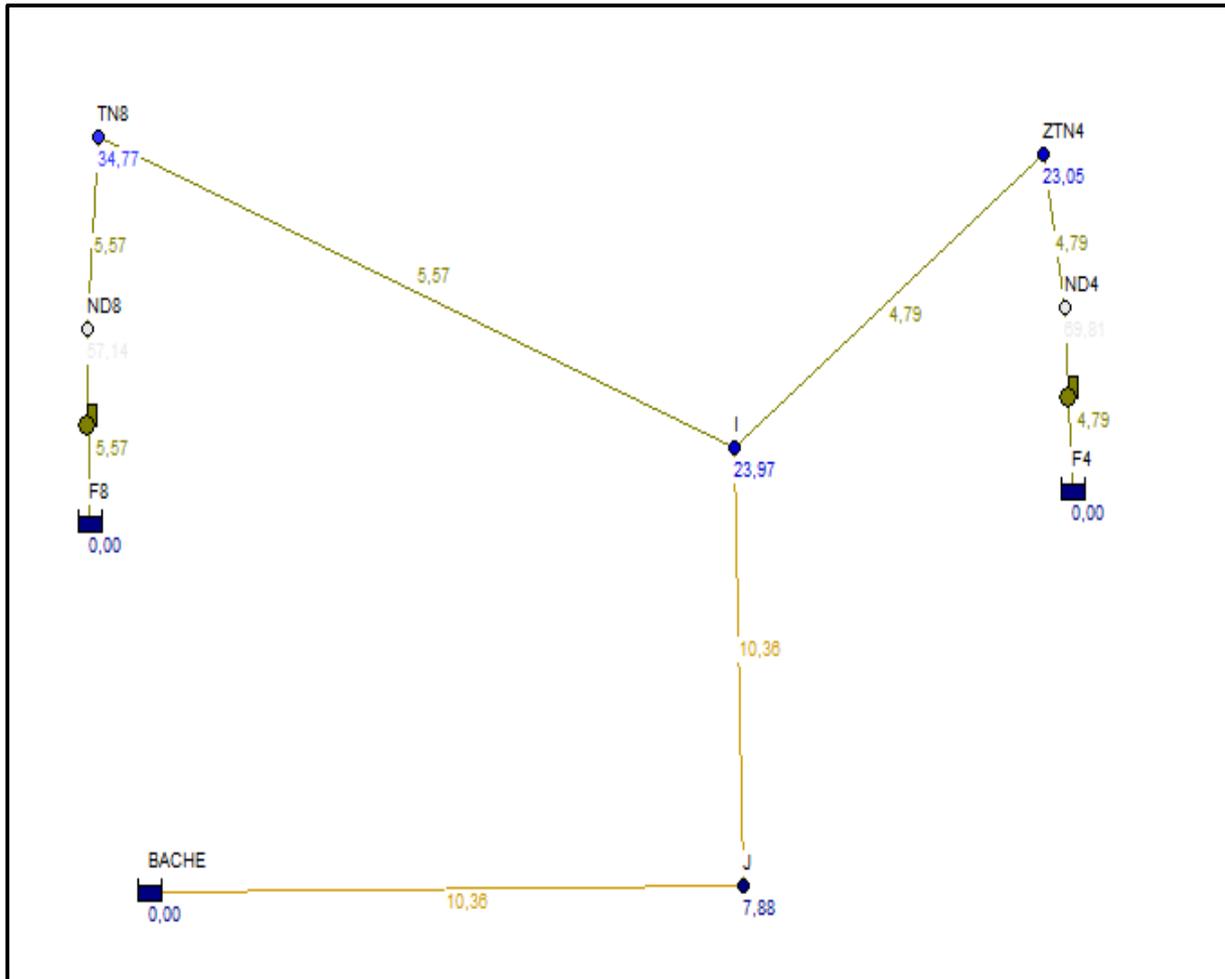


Figure 8 : Modélisation 1 de F4 et F8

Le forage F8 donne un débit de $5,58\text{m}^3/\text{h}$ tandis que le forage F4 donne un débit de $4,79\text{ m}^3/\text{h}$.

Les pompes disponibles étaient le SP5A-25. Ainsi, une autre modélisation avec ces pompes a été faite. Et les résultats sont les suivants :

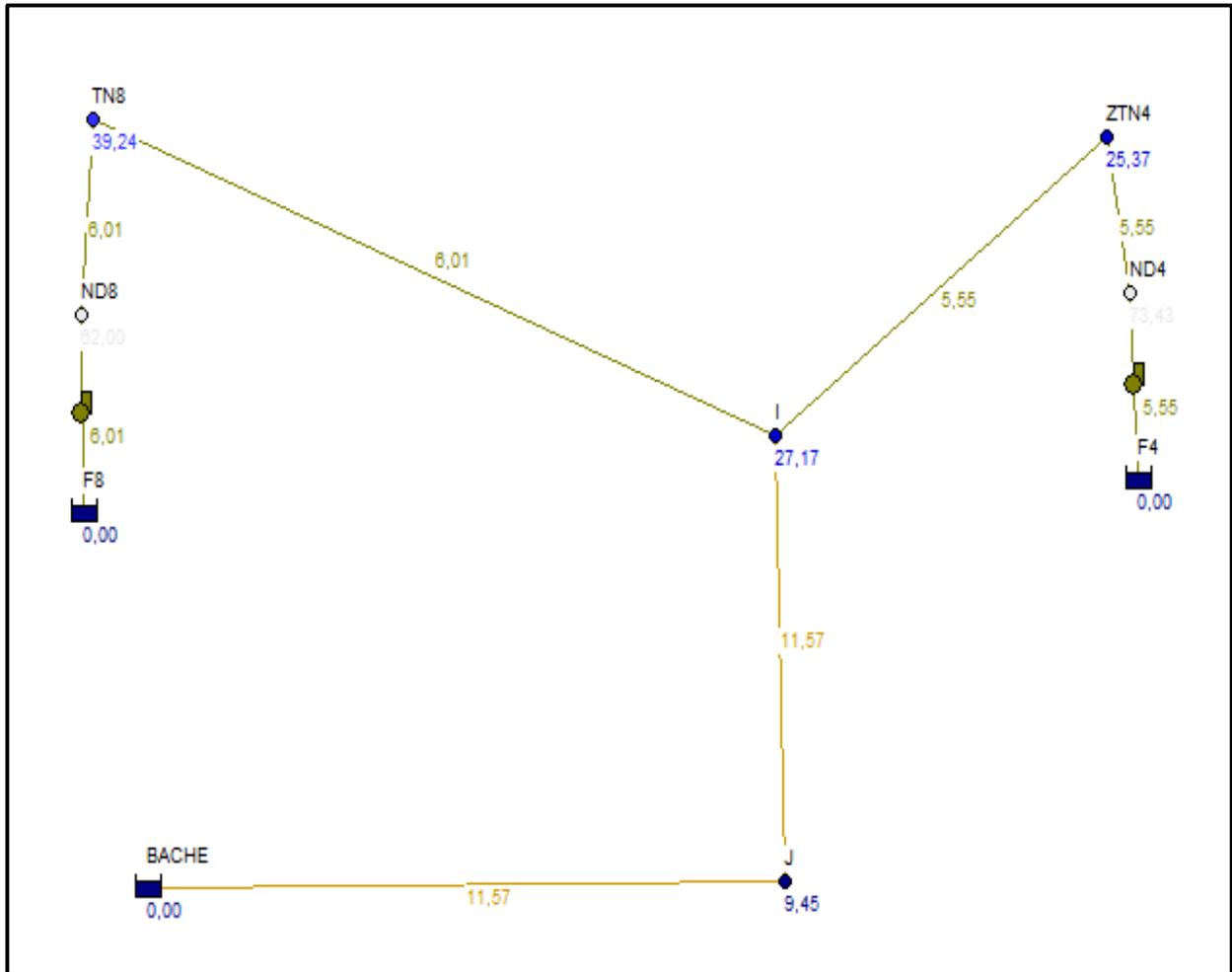


Figure 9 : Modélisation 2 de F4 et F8

Le forage F8 donne un débit de 6,01 m³/h tandis que le forage F4 donne un débit de 5,55 m³/h.

Après remplacement des pompes, on avait au F8 un débit de 6,5m³/h et au F4 un débit de 5,80m³/h.

VII.2. DIAGNOSTIC GENERAL

VII.2.1. ANALYSE DES CONSOMMATONS

Les consommations pour les ménages et les bornes fontaines sont consignés dans le tableau suivant :

Tableau 25 : consommation mensuelle des branchements privés en 2015

BP			
MOIS	ABONNE (nbre)	CONSOMMATION (m³/mois)	CONSOMMATION (m³/j)
Janvier	2 202	17 252	557
Février	2 251	17 686	632
Mars	2 305	22 580	728
Avril	2 339	19 638	655
Mai	2 368	18 514	597
Juin	2 391	19 025	634

Tableau 26 : consommation mensuelle des bornes fontaines en 2015

BF			
MOIS	ABONNE (nbre)	CONSOMMATION (m³/mois)	CONSOMMATION (m³/j)
Janvier	70	13674	441
Février	65	14000	500
Mars	71	13866	447
Avril	65	12387	413
Mai	62	7604	245
Juin	67	9617	321

Dans le PN-AEPA, il est dit qu'un abonné (ménage) représente 10 habitants et qu'une borne fontaine alimente 500 habitants. Ainsi on a les consommations spécifiques suivantes :

Tableau 27 : Consommation spécifique mensuelle des branchements privés en 2015

BP				
Mois	ABONNE (nbre)	Habitants (nbre)	Consommation (m³/j)	Consommation (l/j/hbt)
Janvier	2 202	22 020	557	25
Février	2 251	22 510	632	28
Mars	2 305	23 050	728	32
Avril	2 339	23 390	655	28
Mai	2 368	23 680	597	25
Juin	2 391	23 910	634	27

Tableau 28 : Consommation spécifique mensuelle des bornes fontaines en 2015

BF				
Mois	ABONNE (nbre)	Habitants (nbre)	Consommation (m³/j)	Consommation (l/j/hbt)
Janvier	70	35000	441	13
Février	65	32500	500	15
Mars	71	35500	447	13
Avril	65	32500	413	13
Mai	62	31000	245	8
Juin	67	33500	321	10

Le PN-AEPA stipule que les consommations spécifiques sont de :

- ❖ 40-60l/j/hbt pour les BP
- ❖ 20l/j/hbt pour les BF

De ces deux tableaux, il en découle que les consommations spécifiques sont en deçà de la norme. Ce qui vient réaffirmer que les besoins en eau ne sont pas satisfaits.

VII.2.2. Calcul des indicateurs

❖ Rendement refoulement

$$R_1 = \frac{\sum \text{volumes d'eau entrée réservoir}}{\sum \text{volumes d'eau sortie station}} \approx 1$$

Ce rendement est impossible à calculer car le compteur entrée château est inexistant et celui de l'entrée bache est défectueux.

❖ Rendement distribution

$$R_2 = \frac{\sum \text{volume d'eau consommé}}{\sum \text{volume eau mis en distribution}}$$

Ce rendement est impossible à calculer car on ne relève pas le volume d'eau sortie château d'eau.

❖ Rendement château d'eau

$$R_3 = \frac{\sum \text{volume d'eau sortie château}}{\sum \text{volume eau entrée château}}$$

Ce rendement est impossible à calculer car on ne relève pas le volume d'eau sortie château d'eau.

❖ Rendement global

Le tableau ci-dessus présente les consommations et les productions du mois de Janvier à Juin.

$$R_3 = \frac{\sum \text{volume d'eau consommé}}{\sum \text{volume eau refoulé}}$$

Tableau 29 : Rendement global mensuel de Koupela pour l'année 2015

Mois	Consommation	Production	Rendement
Janvier	33389	42 180	79,16
Février	34 643	37544	92,27
Mars	38813	46040	84,30
Avril	34168	35414	96,48
Mai	28000	29586	94,64
Juin	30689	36491	84,10
Total	199702	227255	87,88

Le contrat-plan est un contrat lié entre l'ONEA et l'ETAT contenant un certain nombre d'engagement en termes d'objectifs à atteindre toujours en vue d'une amélioration continue. Dans le contrat-plan, l'ONEA s'est engagé pour un rendement de 82% en 2015 pour la DRNE. Nous apercevons que c'est en janvier que ce rendement n'est pas atteint mais le rendement semestriel est d'environ 88% ce qui est acceptable. Cependant, KOUPELA avait 88% comme valeur cible du rendement réseau. Ce taux de 88% est presque atteint.

❖ Indice linéaire de perte

Cet indice permet d'appréhender plus précisément l'état d'étanchéité du réseau

Indice linéaire de perte en refoulement et distribution : $ILP = \frac{\text{Consommation non comptabilisé_pertes}}{\text{longueur réseau}}$

$$ILP = \frac{27553}{65,26 * 180} = 2,35\text{m}^3/\text{j}/\text{Km}$$

Caractérisation de la zone d'étude :

$$\text{densité du réseau} = \frac{\text{nombre d'abonnés}}{\text{longueur réseau de distribution}} = \frac{2523}{47,02} = 54 \text{ abonnés}/\text{Km}$$

Nous constatons que le nombre d'abonné par Km est supérieur à 50 ce qui veut dire que nous sommes en zone urbaine.

On a $ILP < 7$. Donc selon le tableau ci-dessous, on a une bonne valeur 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

❖ **Taux de desserte**

A la date de Juin 2015, KOUPELA comptait 2391 abonnés au niveau des branchements privés et 67 abonnés au niveau des bornes fontaines. Le contrat-plan stipule que pour le calcul du taux de desserte, les hypothèses sont de neuf (09) personnes par ménage et trois cent (300) personnes par borne fontaine. Ainsi, la population desservie est de $P_{des}=2391*9+67*300=41619$. En 2015, la population de Koupela est de 47 364 soit un taux de desserte de 88% qui est largement supérieur à la cible de 63%.

VII.2.3. Analyse des débits des forages

La règle dit que : $0,75Q_{exp} < Q_p < 1,25Q_{exp}$

Tableau 30 : Vérification débits des forages

Forages	Qp (m ³ /h)	Qexp (m ³ /h)	0,75xQexp (m ³ /h)	1,25xQexp (m ³ /h)	Appréciation
KPL-F1	6,07	5	3,75	6,25	Exploitation acceptable
KPL-F4	6,51	5	3,75	6,25	Sur exploite
KPL-F7	4,3	5	3,75	6,25	Exploitation acceptable
KPL-F8	6,6	6	4,5	7,5	Exploitation acceptable
KPL-F10	9,3	7	5,25	8,75	Sur exploite
KPL-F11	6,9	10	7,5	12,5	Sous exploite
KPL-F12	ARRET	ARRET	ARRET	ARRET	ARRET
KPL-F13	2,4	15	11,25	18,75	Sous exploite
KPL-F14	9,4	15	11,25	18,75	Sous exploite
KPL-F15	4,1	30	22,5	37,5	Sous exploite

Nous constatons que sur les neuf (09) forages fonctionnels seul trois respectent le débit de pompage

VII.2.4. Analyse du réseau

Les débits aux forages sont les suivants :

Tableau 31 : Débit de pompage des forages

Forages	Qp (m ³ /h)
KPL-F1	6,07
KPL-F4	6,51
KPL-F7	4,3
KPL-F8	6,6
KPL-F10	9,3
KPL-F11	6,9
KPL-F13	2,4
KPL-F14	9,4
KPL-F15	4,1

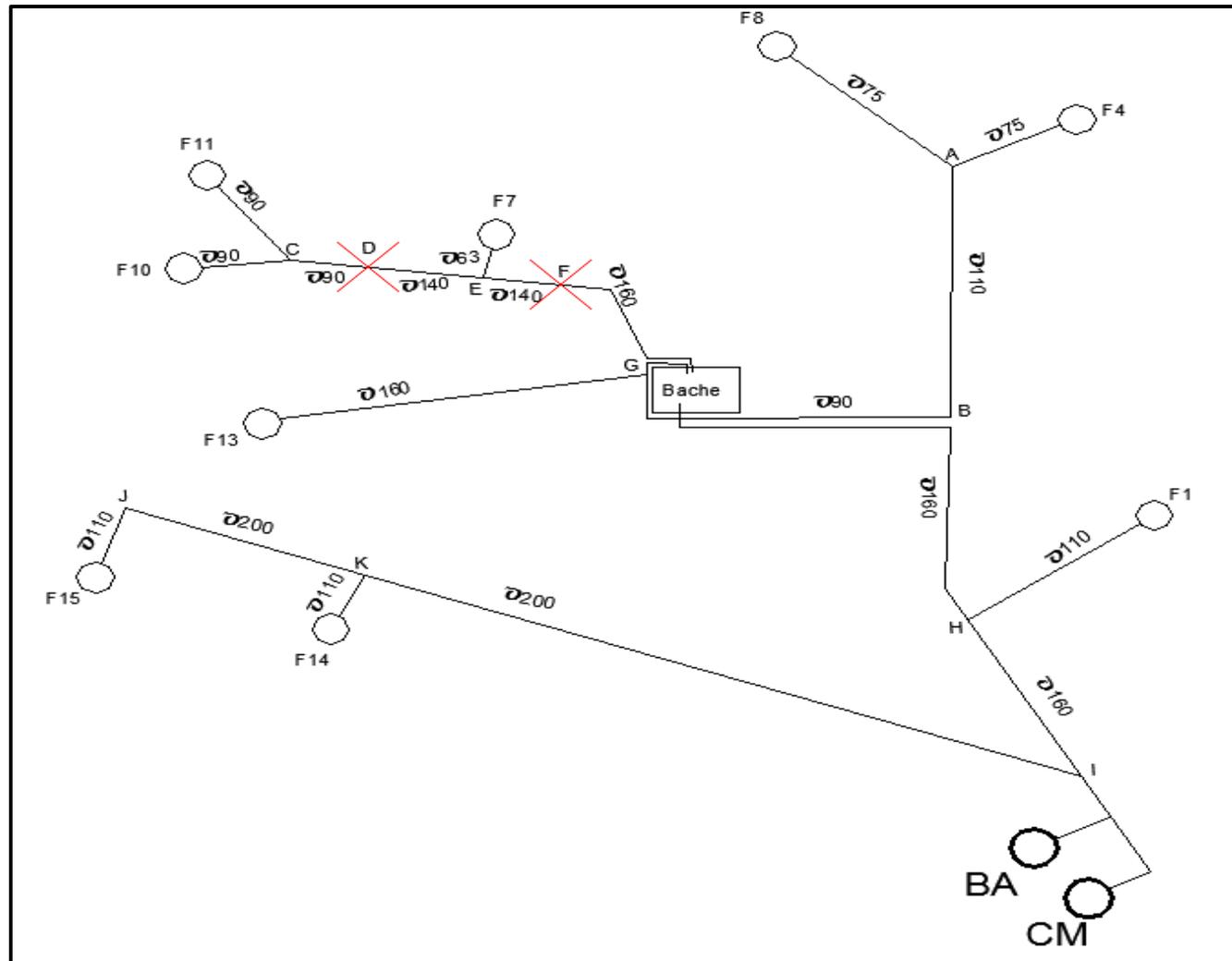


Figure 10 : Plan d'ensemble du réseau de production

Nous avons calculés les vitesses à partir de la formule de continuité à savoir :

$$Q = V \times S \rightarrow V = \frac{4 \times Q}{\pi \times D^2}$$

Tableau 32 : Calcul des vitesses

Tronçons	D (mm)	e (mm)	Di (mm)	Q (m³/h)	V (m/s)	Commentaire
F8-A	75	5,6	63,8	6,6	0,57	Acceptable
F4-A	75	5,6	63,8	6,51	0,57	Acceptable
A-B	110	8,2	93,6	13,11	0,53	Acceptable
B-Bâche	90	6,7	76,6	13,11	0,79	Acceptable
F10-C	90	6,7	76,6	9,3	0,56	Acceptable
F11-C	90	6,7	76,6	6,9	0,42	Acceptable
C-D	90	6,7	76,6	16,2	0,98	Acceptable
D-E	140	10,4	119,2	16,2	0,40	Acceptable
F7-E	63	4,7	53,6	4,3	0,53	Acceptable
E-F	140	10,4	119,2	20,5	0,51	Acceptable
F-G	160	11,9	136,2	20,5	0,39	Acceptable
F13-G	160	11,9	136,2	2,4	0,05	Insuffisante
F15-J	110	8,2	93,6	4,1	0,17	Insuffisante
J-K	200	14,9	170,2	4,1	0,05	Insuffisante
F14-K	110	8,2	93,6	9,4	0,38	Acceptable
K-I	200	14,9	170,2	13,5	0,16	Insuffisante
Bâche-H	160	11,9	136,2	30	0,57	Acceptable
F1-H	110	8,2	93,6	6,07	0,25	Insuffisante
H-I	160	11,9	136,2	36,07	0,69	Acceptable

Nous constatons que nous avons des vitesses inférieures à 0,3 m/s. Pour le tronçon F1-H, cette faiblesse est due à un surdimensionnement de la conduite. Pour les autres tronçons, cela est due à la chute des débits des forages F13, F15 mais aussi peut-être que les conduites n'ont pas été bien dimensionnées. Nous supposons que F13, F14, F15 débitent normalement. Les vitesses sont les suivantes :

Tableau 33: calcul des vitesses avec les débits d'exploitation

Tronçons	D (mm)	e (mm)	Di (mm)	Q (m ³ /h)	V (m/s)
F13-G	160	11,9	136,2	15	0,29
F15-J	110	8,2	93,6	30	1,21
F14-K	110	8,2	93,6	15	0,61

De ce tableau, il ressort que La conduite de refoulement du F13 a été surdimensionnée et que la celle du F15 a été sous dimensionnée.

VII.2.5.Redimensionnement des conduites de refoulement de F1, F13, F15

Le dimensionnement est basé sur les débits des consignes d'exploitation et des formules de Bresse, Bresse modifié et de Munier à savoir :

- Bresse

$$D = 1,5 \times Q^{0,5}$$

- Bresse modifié

$$D = 0,8 \times Q^{1/3}$$

- Munier

$$D = (1 + 0,02n) \times Q^{0,5}$$
 Où n représente le nombre d'heure de pompage journalier

Tableau 34 : Dimensionnement des conduites de refoulement de F13, F1 et F15

Tronçons	Q (m ³ /h)	Dth			Dst			Dint			V			Dret	Dut
		Bresse	Bresse modifiée	Munier	Bresse	Bresse modifié	Munier	Bresse	Bresse modifié	Munier	Bresse	Bresse modifié	Munier		
F13-E	15	96,82	128,73	80,04	110	160	90	93,6	136,2	76,6	0,61	0,29	0,90	90	160
F1-G	5	55,90	89,26	46,21	63	90	63	53,6	76,6	53,6	0,62	0,30	0,62	63	110
F15-H	30	136,93	162,19	113,20	160	160	160	136,2	136,2	136,2	0,57	0,57	0,57	160	110

De même, les conduites de refoulement posées sont en pression nominale 16 bars alors qu'en calculant les hauteurs géométriques nous avons constaté qu'il était économique de poser des conduites de pression nominale 10 bars.

Tableau 35: Calcul de la hauteur géométrique des forages

FORAGES	ND ou HTP	Côte TN	Hg
F4	61,99	104,99	50,36
F7	56,17	101,17	56,18
F8	61,89	96,61	50,46
F10	70,04	100	42,31
F11	70,02	100	42,33
F13	74,67	109,45	37,68
F1	82,95	111,95	73,8
F14	92,22	127,9	64,53
F15	102,36	128,78	54,39
Bâche	106,35	109,35	47,4
Château	120,25	138,5	-
ITENGUE	-	105,27	51,48

Une mission du Service Gestion de la Ressource en Eau était venue diagnostiquée les forages F12, F14 et F15. Il est ressorti que les forages étaient sur une nappe commune d'où l'arrêt du forage F12.

La conduite du forage F13 est raccordée aux conduites des forages F4 et F8 ; ce qui n'a pas été pris en compte dans le dimensionnement des pompes de F4 et F8.

Ainsi, nous allons redimensionner la pompe de F13.

VII.2.6.Redimensionnement de F13

✓ Calcul de la HMT

Tableau 36 : Calcul HMT F13

Tronçon	Q (m ³ /h)	DN (mm)	D _{int} (mm)	Ks	L (m)	ΔHT(m)	Hg (m)	HMT (m)
Colonne montante F13	15	63	48,8	110	34,78	5,59	37,38	56,16
F13-Bache	15	110	93,6	110	2650	13,19		

✓ Chois de la pompe

Q	HMT	Proposition pompe
15 m ³ /h	56,16 m	SP17-7

C'est la même pompe qui est actuellement dans le forage F13.

✓ **Modélisation**

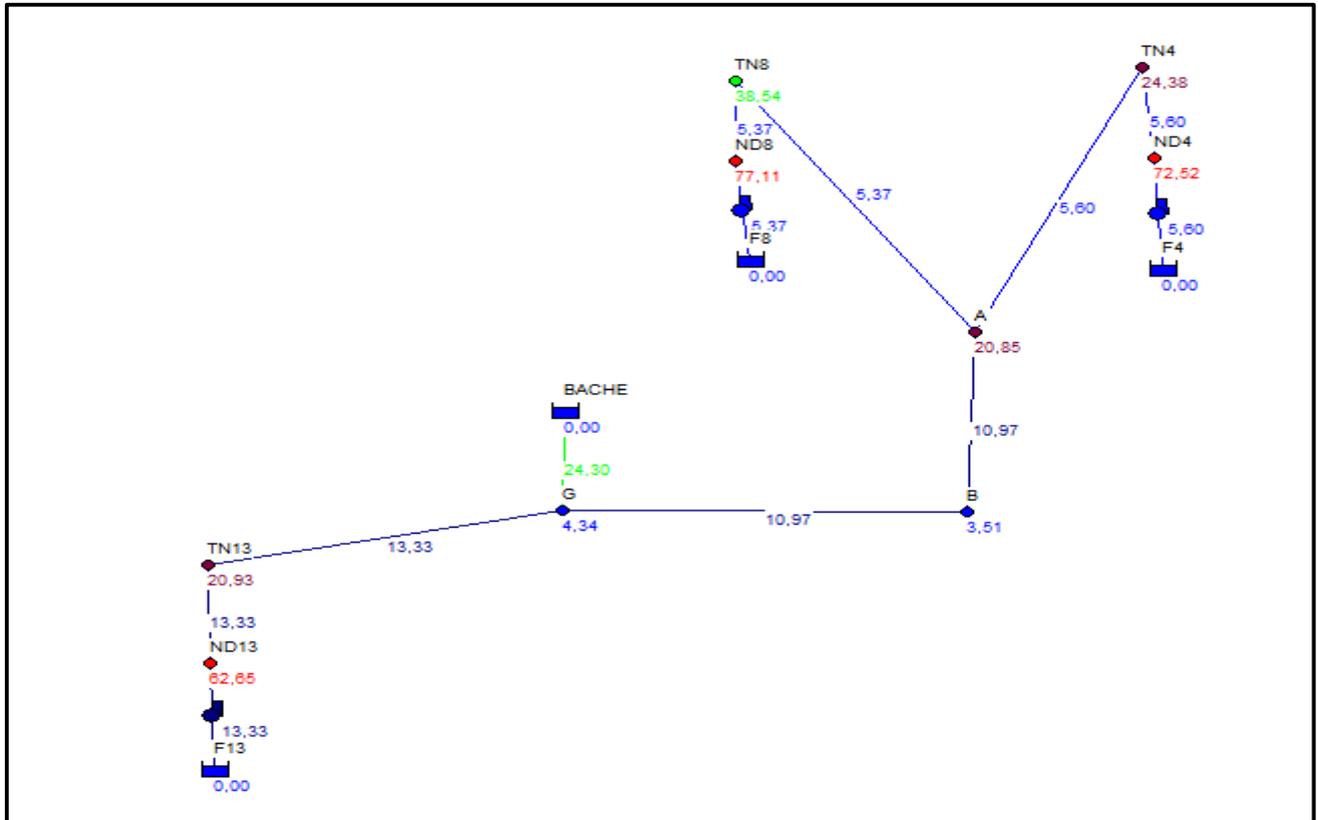


Figure 11 : Modélisation EPANET

La modélisation nous donne un débit de 13,33m³/h alors que le forage donne un débit actuel de 8,33 m³/h. Nous pensons qu'il doit y avoir des données incorrectes au niveau du forage.

VIII. PROPOSITION D'AMELIORATION DE LA DESSERTE EN EAU

Nos propositions tournent autour de trois points :

✓ Augmenter la capacité de production

Face aux pénuries d'eau récurrentes, à la non-satisfaction de la demande en eau, il faut un renforcement de la production d'eau potable. Pour cela, un barrage d'une capacité de stockage de 120 millions de m³ est déjà en cours d'étude. Mais en attendant la fin des travaux, des forages supplémentaires doivent être réalisés pour réduire le déficit et aussi faire respecter la période d'irrigation aux maraichers.

✓ Suivre les forages

Le constat c'est qu'il n'y a pas un suivi des forages. Entre temps, les tubes piézomètres de certains forages étaient tombés et actuellement la plus part des tubes piézomètre ne sont pas exploitables car le tube est plié jusqu'à une certaine profondeur. Alors que chaque mois dans le rapport d'exploitation, on mentionne que les mesures sont réalisées et on renseigne des valeurs de rabattement. Ce qui fait que l'utilisation de ces données pour un travail cause déjà un problème. En exemple dans le registre des forages F10 et F11, la dernière mesure date du 09/09/2013.

Le second constat est qu'au fil des années, le niveau statique ne fait que baisser. Le forage ne retrouve pas son niveau statique initial. Ce qui explique les chutes de débits.

En exemple :

Tableau 37 : Niveau statique des forages F4, F8 et F15

Forages	Date de création	NS départ	NS actuel
F4	08/11/1993	82,49	44,49
F8	07/04/1988	90,11	75,11
F15	12/04/2013	117,83	92,73

Pour les forages F14, F12, F15 une mission du service gestion de la ressource en eau est venue diagnostiquer ces forages. Il est ressorti que les forages étaient sur une nappe commune d'où l'arrêt du forage F12. Aussi, le dernier constat est qu'il n'existe pas de base de données d'identité de forages. L'équipement de certains forages est inconnu.

Pour le suivi, nous recommandons de :

- ✓ Rendre fonctionnels les tubes piézomètres
- ✓ Disposer au minimum d'un piézomètre par station de pompage
- ✓ Faire périodiquement les mesures des niveaux (maximum hebdomadairement)
- ✓ Constituer une base de données des forages en renseignant le tableau ci-dessous

Tableau 38 : Proposition fiche de renseignement des forages

Centre	Forage					Pompe				Colonne montante		Compteur	Refoulement	
	N°	NS	ND	Prof forage	coord	Type	Prof installation	Prof électrode haute	Prof électrode basse	Diamètre	Longueur	Type et diamètre	Diamètre	Longueur
KOUPELA	F1													
	F4													
	F7													
	F8													
	F10													
	F11													
	F12													
	F13													
	F14													
	F15													

✓ **Réseau**

Sur le réseau, nous avons constaté sur un tronçon de même débit, des conduites de diamètres différents. Ainsi, nous recommandons une uniformisation de ces conduites. Aussi, les conduites de diamètres 75 mm, 140 mm ne sont plus utilisées à l'ONEA alors qu'elles existent sur le réseau. Donc, l'ONEA doit travailler à remplacer ces conduites. Egalement, le plan de comptage existant n'est pas actualisé et en plus sur le terrain l'emplacement des conduites de refoulement n'est pas balisé. Ainsi, nous recommandons des sondages pour repérer les conduites et la mise en place de balises pour faciliter une intervention en cas de besoin.

Enfin, nous recommandons fortement des compteurs fonctionnels à chaque sortie de forage, chaque entrée et sortie des ouvrages de stockages pour un meilleur suivi du réseau de refoulement. Les relevés des indexes de ces compteurs doivent être faits de façon quotidienne.

IX. CONCLUSION

La gestion technique d'un réseau d'AEP a pour but principal de livrer à la population une eau de qualité, en quantité et à un prix compétitif avec une continuité de service. Une étude de diagnostic permet non seulement d'acquérir une connaissance détaillée du réseau, de son fonctionnement et de ses problèmes, mais surtout d'anticiper les problèmes que peut connaître la ville avec l'évolution de la demande afin de prévoir des aménagements en conséquence.

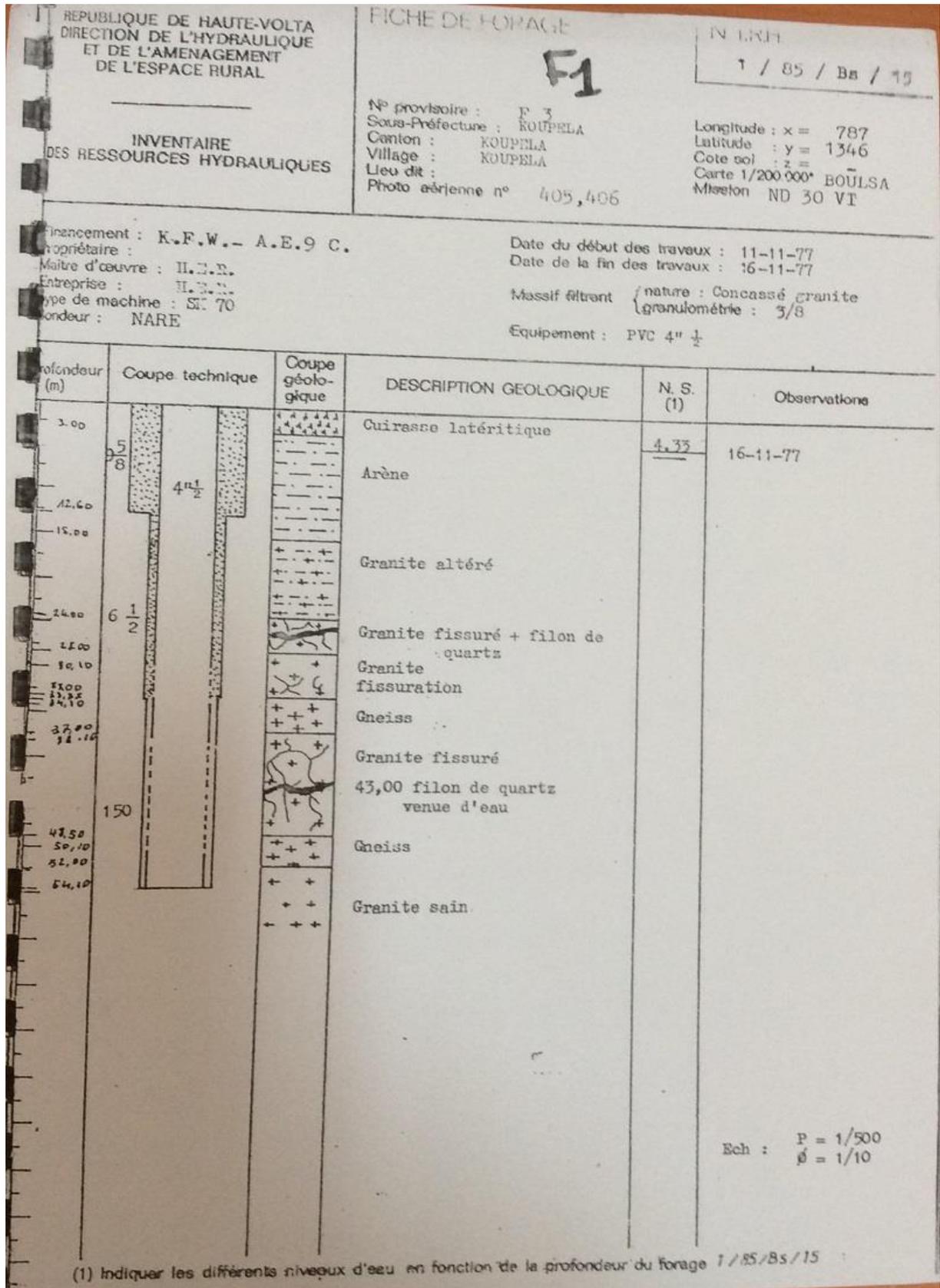
Ainsi, cette étude de diagnostic a permis de faire ressortir des défaillances qui entravent le bon fonctionnement du service d'eau potable de Koupela. Elle a montré l'insuffisance de la ressource en eau à travers l'étude du bilan besoin-production. Cette étude montre que le déficit en 2014 représentait 32% des besoins de la population. Il est vrai qu'un barrage est en vue de construction en vue de renforcer la ressource en eau de cette ville mais il faut que des mesures d'urgence soient prises pour un renforcement de la ressource dans le but d'atténuer les problèmes d'eau à Koupela. Par ailleurs, le diagnostic a fait ressortir des conduites pas bien dimensionnées, des forages non pérennes et pas bien suivies ; et une insuffisance des compteurs de production ; la mise en œuvre des recommandations permettra de résoudre ces problèmes. Néanmoins, le réseau a un bon rendement global ce qui est acceptable.

La mise en œuvre des propositions faites permettra non seulement de rendre le centre plus performant mais permettra aussi une meilleure satisfaction de la population donc son amélioration de vie.

X. ANNEXES

Annexe 1 : Fiche de forage de F1	58
Annexe 2 : Fiche de forage de F4	59
Annexe 3 : Fiche de forage de F7	60
Annexe 4 : Fiche de forage de F8	61
Annexe 5 : Fiche de forage de F10	62
Annexe 6 : Fiche de forage de F12	63
Annexe 7 : Fiche de forage de F13	63
Annexe 8 : Fiche de forage de F14	64
Annexe 9 : Fiche de forage de F15	65

Annexe 1 : Fiche de forage de F1



Annexe 2 : Fiche de forage de F4

N° provisoire : F4 de A. Ouedraogo
 Sous-Préfecture : KOUPELA
 Canton :
 Village :
 Lieu dit :
 Photo aérienne n° :

Longitude : x =
 Latitude : y =
 Cote sol : z =
 Carte 1/200 000
 Mission :

Date du début des travaux : 8 - 11 - 2013
 Date de la fin des travaux :

Matériau filtrant : nature : Granite
 Granulométrie : 3/11 - 450 µ

Equipement : PVC plein : 20 m
 PVC creusé : 25 m

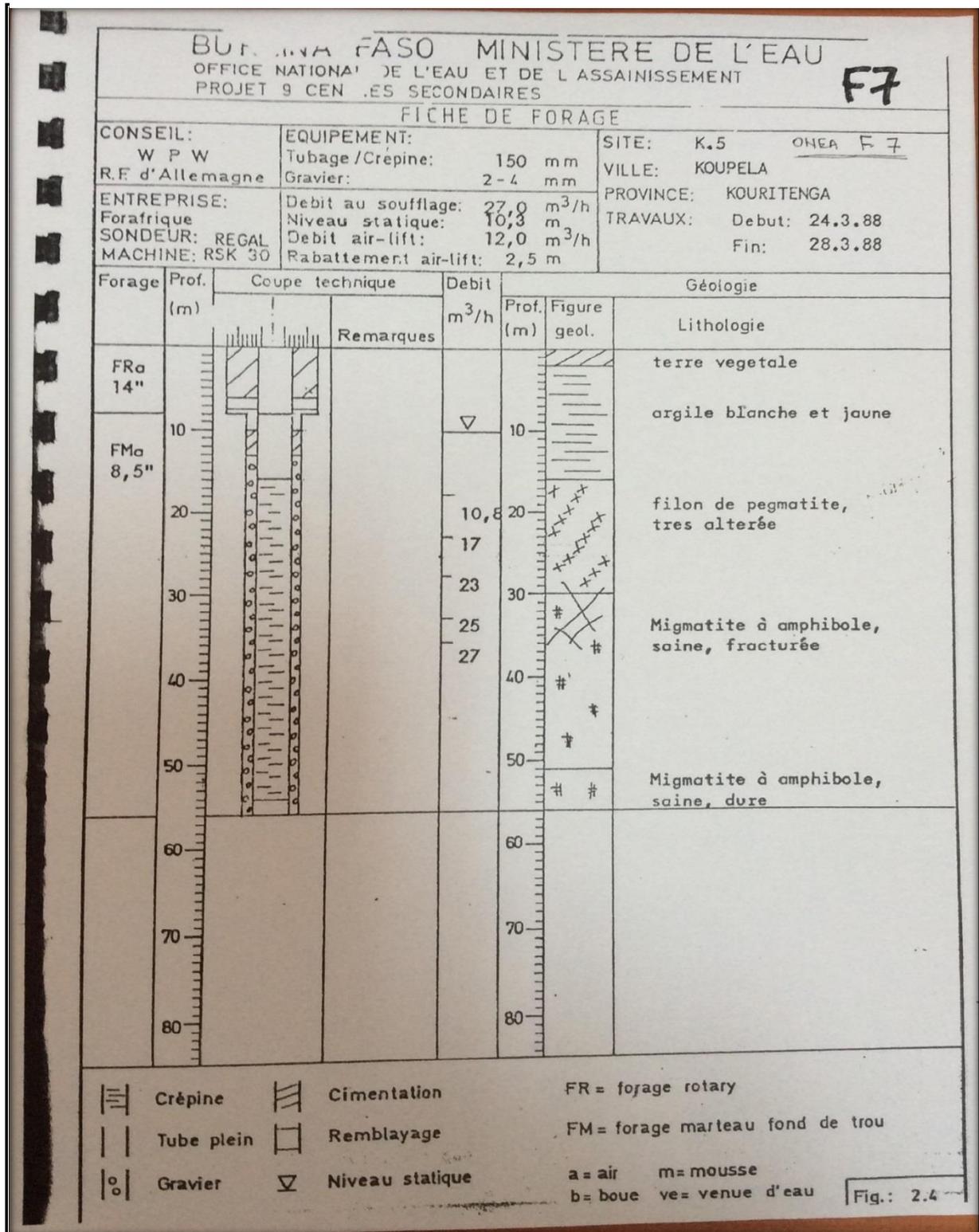
O.N.S.
 Adresse : F.11130 II
 SARANDE Doctar

Coupe technique	Coupe géologique	DESCRIPTION GEOLOGIQUE	N. S. (1)	Observations
		Terre latéritique + débris de quartz granite peu altéré granite fissuré granite jointé	11,5	Pout (1) = 12 m ³ /h Q exploitable = 10,2 m ³ /h Q ap = 2,33 Q1 = 31 m = 7,7 m ³ /h Q2 = 27 m = 2 m ³ /h Q3 = 14 m = 12 m ³ /h Q4 = 5 m = 17 m ³ /h Profondeur : 50 m

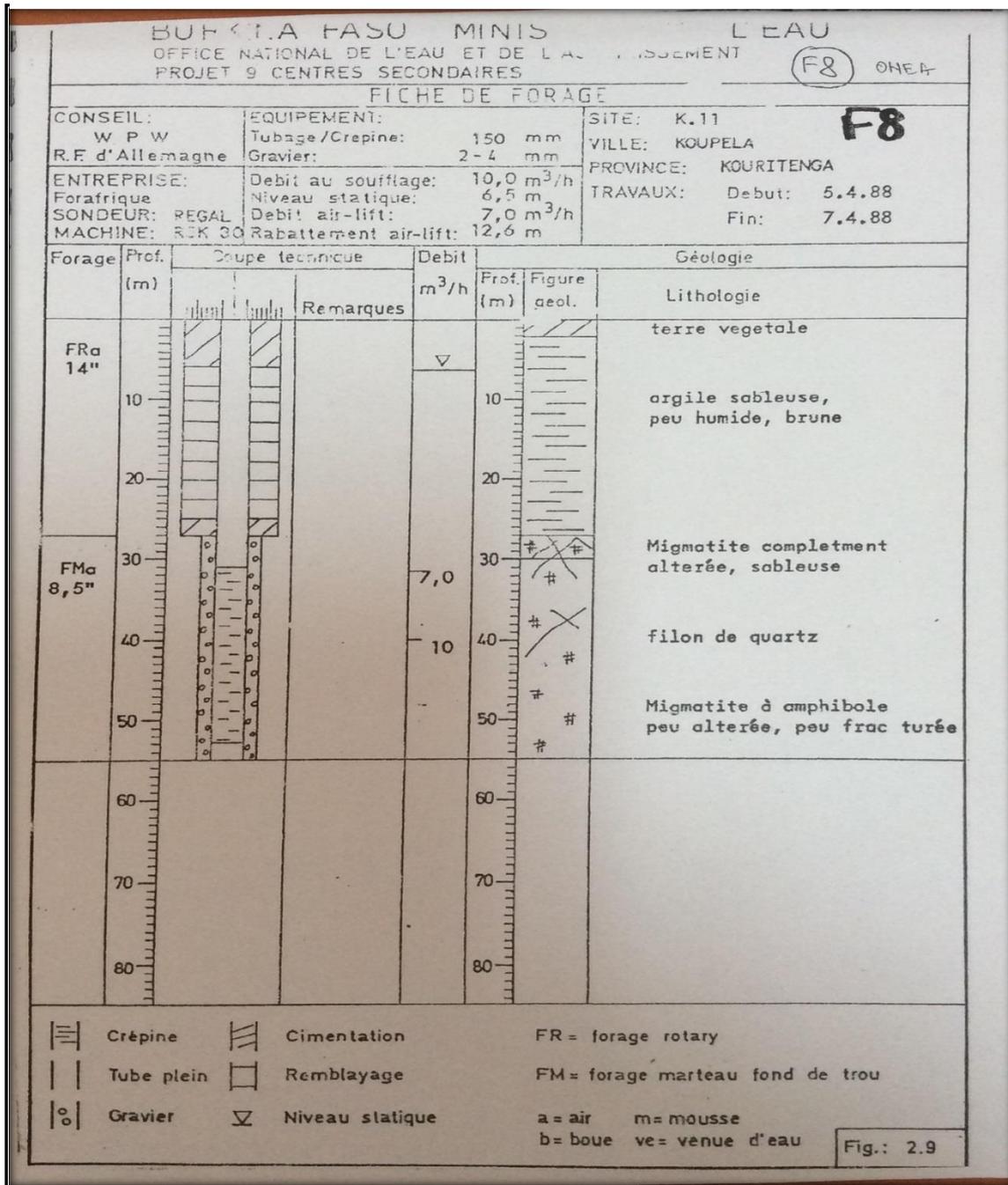
Vu le 5 - 11 - 2013

(1) Indiquer les différents niveaux d'eau en fonction de la profondeur du forage

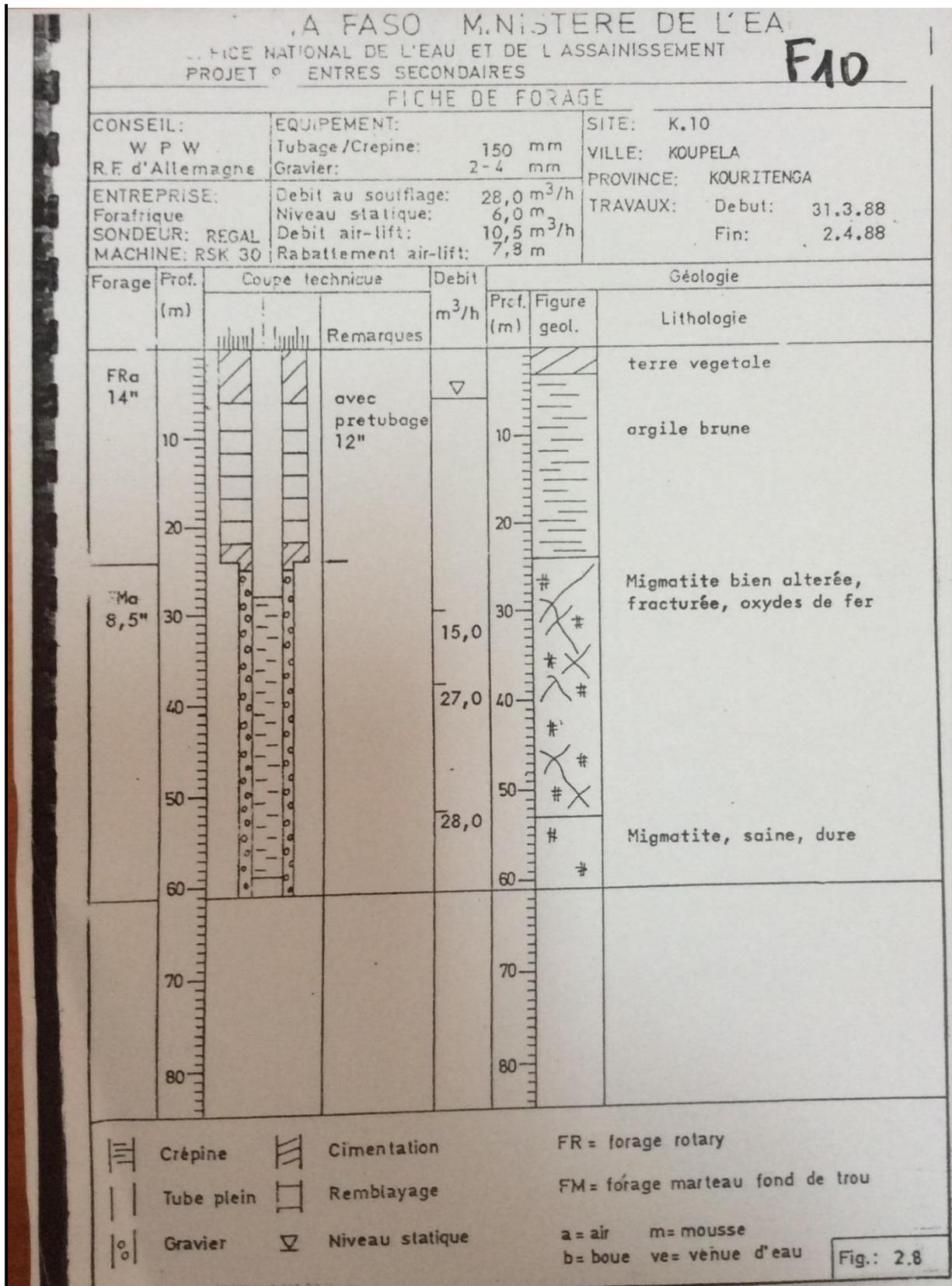
Annexe 3 : Fiche de forage de F7



Annexe 4 : Fiche de forage de F8



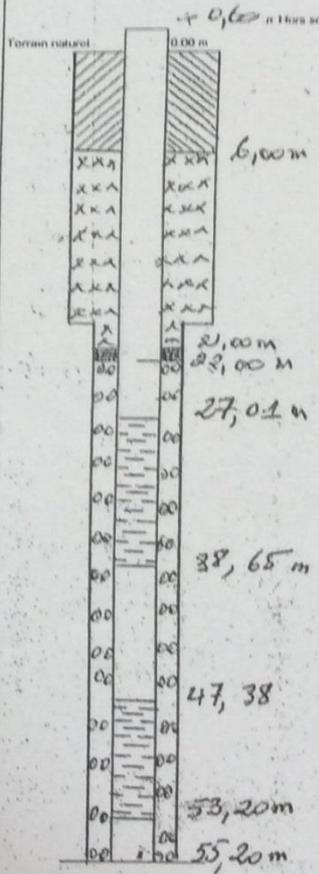
Annexe 5 : Fiche de forage de F10



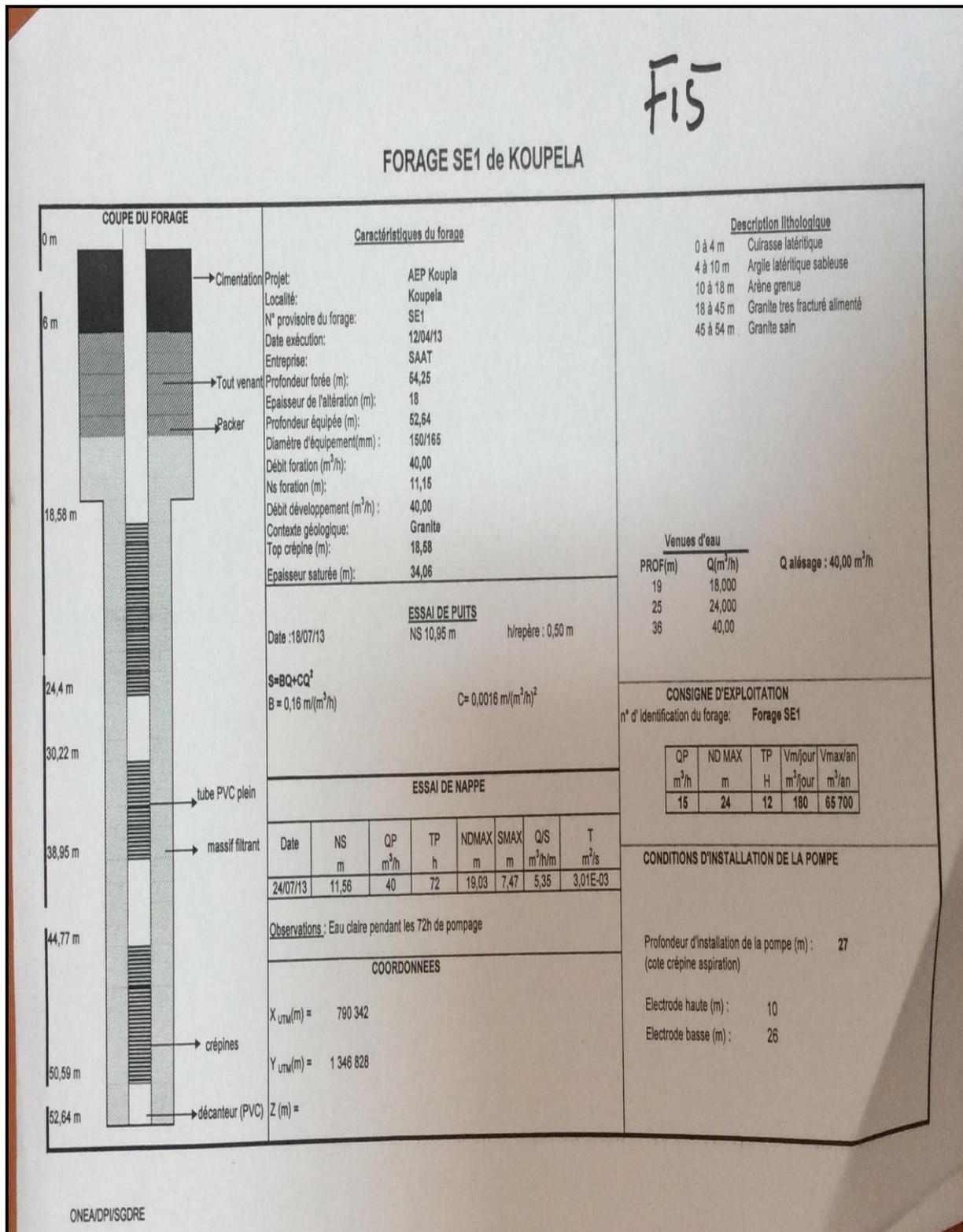
Annexe 7 : Fiche de forage de F13

FICHE DE CHANTIER DE FORAGE				N° For		
Province: KOURI TENGA		Commune: KOUPELA		N° For: KPE1		
Village: KOUPELA		Localité (Q, H): Centre ONEA / KOUPELA		Coordonnées du Forage		
Site foré: SE6		Entreprise: STAF - SA		X: 790.067		
Date début: 02/08/2012		Atelier forage: 1300		Y: 1346.822		
Date fin: 02/08/2012		Sondeur: O. INOUSSA		Long. Tiges: 6,10 m		
				Haut Table: 1,34 m		
				Long. Outils: 0,57 m / 1,16 m		
RESULTATS						
Prof. Forée: 55,30 m		Prof. Equipée: 55,30 m		Ep. All.: 15,19 m		
Prof. Venues d'eau: VE1: 26 m		VE2: 32 m		VE3: 1 m		
Débits Venues d'eau: Q1: 10,00 m³/h		Q2: 20 m³/h		Q3: 1 m³/h		
				Q4: 1 m³/h		
				Q5: 1 m³/h		
DESCRIPTION TECHNIQUE						
Profondeur	Description de la lithologie	Débit fin lige		Log	V.E	Plan d'équipement
		Tige	Q en m³/h			
0 à 4 m	Craie latéritique rouge	1				Terrain naturel
4 à 6 m	Altérites kaolinisées	2				0,00 m
6 à 15 m	Altérites	3				0,60 m
15 à 20 m	Granite sain	4				0,60 m
20 à 29 m	Granite fissuré	5				0,60 m
29 à 35 m	Granite fracturé	6				0,60 m
35 à 55 m	Granite sain	7				0,60 m
		8				0,60 m
		9				0,60 m
		10				0,60 m
		11				0,60 m
		12				0,60 m
		13				0,60 m
		14				0,60 m
		15				0,60 m
		16				0,60 m
		17				0,60 m
		18				0,60 m
		19				0,60 m
		20				0,60 m
		21				0,60 m
		22				0,60 m
		23				0,60 m
		24				0,60 m
		25				0,60 m
		26				0,60 m
		27				0,60 m
		28				0,60 m
		29				0,60 m
		30				0,60 m
		31				0,60 m
		32				0,60 m
		33				0,60 m
		34				0,60 m
		35				0,60 m
		36				0,60 m
		37				0,60 m
		38				0,60 m
		39				0,60 m
FORATION		EQUIPEMENT		Diamètre PVC (int / ext): 150 / 165 mm Fentes: 4 mm		
Diamètre for.: 12 1/2 6 1/2 8 1/2		Alésage		Nombre de centreurs: 1		
Prof. For.: 15,19 40,11 40,11		PVC plein (P) de 0,00 à 23,36 m		Nat. Gravier: quartz sable		
Outil utilisé: Talame MET MET		PVC crépiné (C) de 23,36 à 46,64 m		Granulométrie gravier: 2-4 mm		
STATUT DU FORAGE ou OBSERV. (Pos, Nég, Ab, Tech.)		PVC de 46,64 à 55,30 m		Gravier de: 18,00 à 55,30 m		
		PVC de 1 à 1 m		Volume du gravier: 400 litres		
		PVC de 1 à 1 m		Nat. Packer: Compactant		
		PVC de 1 à 1 m		Packer de: 17,00 à 18,00 m		
		PVC de 1 à 1 m		Cimentation de: 0,00 à 5,00 m		

Annexe 8 : Fiche de forage de F14

FICHE DE CHANTIER DE FORAGE					
		Province: KOURETENGA Commune: KOUPELA Village: KOUPELA Localité (C. H): Centre ONEA / KOUPELA	F14	N° For: KPF3 Coordonnées du Forage: X: 790 172 Y: 326 208	
Site foré: 565	Entreprise: SMAT-299	Long. Tiges: 6,10 m			
Date début: 10/08/2012	Atelier forage: TBW	Haut. Table: 1,30 m			
Date fin: 14/08/2012	Sondeur: O. Inoué	Long. Outils: 457 m			
RESULTATS					
Prof. Forée: 55,20 m	Prof. Equipée: 55,20 m	Ep. All.: 17,50 m	N S: <input type="checkbox"/> m	Débit fin: 15,02 m ³ /h	
Prof. Venues d'eau: VE1: 35,00 m	VE2: <input type="text"/> m	VE3: <input type="text"/> m	VE4: <input type="text"/> m	VE5: <input type="text"/> m	
Débits Venues d'eau: Q1: 15,00 m ³ /h	Q2: <input type="text"/> m ³ /h	Q3: <input type="text"/> m ³ /h	Q4: <input type="text"/> m ³ /h	Q5: <input type="text"/> m ³ /h	
DESCRIPTION TECHNIQUE					
Profondeur	Description de la lithologie	Débit fin tige	Log	V.E	Plan d'équipement
0 à 4 m	Craie latéritique rouge	Tige 0 en m ³ /h			
4 - 16 m	Altérites	1			
16 - 25 m	Granite peu fissuré	2			
25 - 35 m	Granite fracturé	3			
35 - 55,20 m	Granite sain	4			
		5			
		6			
		7			
		8			
		9			
		10			
		11			
		12			
		13			
		14			
		15			
		16			
		17			
		18			
		19			
		20			
		21			
		22			
		23			
		24			
		25			
		26			
		27			
		28			
		29			
		30			
		31			
		32			
		33			
		34			
		35			
		36			
		37			
		38			
		39			
FORATION:		EQUIPEMENT			
Diamètre for.: 12" / 2 6" / 2 Alésage 8" / 2 Prof. For.: 17,50 m 37,70 m 37,70 m Outil utilisé: Trelame MFF MFF		Diamètre PVC (int / ext): 150 / 165 mm Fentes: 1 mm PVC plein (P) de 0,00 à 27,01 m Nombre de centreurs: <input type="text"/> PVC crépimé de 38,65 à 47,38 m Nat. Gravier: granite, sable PVC de 53,20 à 55,20 m Granulométrie gravier: 3-14 mm PVC crepiné de 27,01 à 38,65 m Gravier de: 23,00 à 55,20 m PVC de 47,38 à 53,20 m Volume du gravier: 450 litres PVC de 1 à 1 m Nat. Packer: Compactom 6 PVC de 1 à 1 m Packer de: 21,00 à 22,00 m PVC de 1 à 1 m Gimentation de: 0,00 à 06,00 m			
STATUT DU FORAGE ou OBSERV. (Pos., Nég., Ab., Tech.)					

Annexe 9 : Fiche de forage de F15



XI. BIBLIOGRAPHIE

- Monographie de la commune de KOUPELA [en ligne]. Consulté le 27/06/2015.
< <http://www.inforoute-communale.gov.bf/prov-new/KOUPELA/KOUPELA.htm> >
- Philippe Colbach. ALIMENTATION EN EAU POTABLE [en ligne]. Consulté le 27/06/2015. < <http://www.eauxpotables.com/archives/2007/11/14/6581849.html> >
- Eaufrance. Distribution d'eau potable. Consulté le 26/11/2015. < <http://www.eaufrance.fr/s-informer/comprendre/l-eau-potable-et-l-assainissement/distribution-d-eau-potable> >
- INSD. Population des principales villes. Consulté le 27/06/2015. 07/08/2015. < <http://www.insd.bf/n/contenu/Tableaux/T0314.htm> >
- Raogo MOISE. Lutte contre les pénuries d'eau au Kouritenga. Consulté le 17/12/2015. < <http://www.zedcom.bf/hebdo/op872/6.php> >
- Moussa, OUEDRAOGO. (2014). *Gestion technique des réseaux d'eau sous pression: Recherche de fuites*. 182 p.
- Bèga OUEDRAOGO. *Les systèmes d'approvisionnement en eau de consommation*. 32 p.
- Bega OUEDRAOGO. (2005). *Ouvrages constitutifs des systèmes d'AEP*. 109 p
- Denis ZOUNGRANA. (2008). *Approvisionnement en eau potable*. 117 pages.
- Youssouf DIARRA. (1992). *Diagnostic Hydraulique du périmètre hydro-agricole d'ITINGUE*. Diplôme d'ingénieur : EIER.
- Allel BELAIB. (). *MODELISATION HYDRAULIQUE D'UN SYSTÈME DE TRANSFERT D'EAU POTABLE -CAS DU TRANSFERT DU COULOIR CHLEF-TENES-EL GUELTA – A PARTIR DU BARRAGE DE SIDI YACOUB*. Magister : université hassiba benbouali de chlef.

- Sylvain GUILSOU. (2007). *MODELISATION SUR LE LOGICIEL EPANET DU RESEAU D'EAU POTABLE DE LA COMMUNE D'URRUGNE (064)*. Diplôme d'Ingénieur de l'Agriculture et de l'Environnement : l'ENGEES.
- ONEA. (2013). *Contrat-plan 2013-2015*. 16 p.
- Ministère de l'Agriculture, de l'Hydraulique et des Ressources Halieutiques. (Janvier 2008). *Programme national d'approvisionnement en eau potable et assainissement à l'horizon 2015*. 50 p.
- Irstea. (19 Décembre 2012). *Documentation Porteau 3*. 177 p. Guide Utilisateur.
- Lewis A. Rossman. (01 septembre 2003). *EPANET 2.0 Simulation Hydraulique et Qualité pour les Réseaux d'Eau sous Pression*. Manuel de l'utilisateur.
- BENTLEY institute press. (2007). *Advanced Water Distribution Modeling and management*.
- Centre de documentation. (2015). *GUIDE DE PRESENTATION DES NORMES BIBLIOGRAPHIQUES*. 21 p. Cours de CIHEAM-IAM DE MONTPELLIER.