

**DIAGNOSTIC DU RESEAU DE DISTRIBUTION  
DU CENTRE MEDICAL AVEC ANTENNE  
CHIRURGICALE DE LA COMMUNE DE  
GOURCY**

MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU  
MASTER EN INGENIERIE DE L'EAU ET DE L'ENVIRONNEMENT  
OPTION : *Eaux Souterraines*

Présenté et soutenu publiquement le 28/06/2016 par

**Leslie Ingrid PEUWE TCHEUFFA**

Travaux dirigés par :

- **M. Moussa FAYE** Enseignant 2iE
- **M. Timbkièta Arthur Ludovic VOKOUMA**  
Chef service d'hydraulique agricole et urbaine

BERA

**Jury d'évaluation de stage**

Président du Jury: Dr. Angelbert BIAOU

Membres et correcteurs: M. Roland YONABA

M. Moussa OUEDRAOGO

Année [2014/2015]

## DEDICACES

*Je dédie ce mémoire à*

*Mon père qui peut trouver ici le résultat de ses longues années de sacrifices et de privations pour m'aider à avancer dans la vie. Merci pour les valeurs nobles, l'éducation et le soutien venu de toi ;*

*Ma mère, pour son amour, son soutien et toutes ses prières à mon égard ;*

*Toute la grande famille PEUWE et DJITIK pour leurs soutiens et leurs encouragements.*

## REMERCIEMENTS

Je rends Grâce à Dieu de m'avoir permis de mener à bien mon cursus scolaire et en particulier ce mémoire de fin d'étude de master.

Je voudrais ici remercier toutes ces personnes formidables qui ont participé de près ou de loin à l'aboutissement de ce travail. Je pense notamment à :

Mon encadreur M Moussa Faye, pour disponibilité et ses conseils ;

Mes enseignants du 2iE qui ont tous contribué à ma formation.

Je tiens à exprimer toute ma gratitude au Bureau d'étude BERA en la personne du chef d'agence M. Dieudonné .NIKIEMA J'adresse mes sincères remerciements à mes maitres de stage M. Arthur Ludovic VOKOUMA et M. Mahamadou WANDAOGO, pour leurs conseils, le partage du savoir et la confiance qu'ils ont m'accordés.

Mes remerciements vont également à tout le personnel de BERA, pour l'accueil et l'inoubliable expérience sociale vécue avec eux.

Je tiens aussi à remercier Dr David TSUANYO, pour son soutien, ses conseils constructifs et le temps qu'il a su m'accorder malgré ses nombreuses occupations ;

Je souhaite également témoigner toute mon affection à mes collègues, camarades et amis du 2iE. Sans tout un chacun de vous, mon expérience à 2iE n'aurait pas été la même.

Je tiens à remercier mes très chers amis qui m'ont beaucoup soutenu dans ce mémoire et tout long de ma formation de 2iE. Je pense notamment à Radegonde RUSAGARA, Nancy NONO, Éric MANDENG, Beatrice KAYEMB, Moise BALIMA, Samuel KONATE, James TCHOUASSI

À tous ceux qui m'ont soutenu de près ou de loin, je vous adresse par ces humbles mots toute ma reconnaissante.

## RESUME

Le centre médical de Gourcy connaît une baisse de pression depuis sa mise en service en 2012. L'objectif du présent mémoire est de proposer une solution à ce déficit. Une solution optimale ne peut s'obtenir sans avoir fait au préalable un état des lieux. De ce diagnostic, il en ressort que la solution la plus adaptée est la réalisation d'un système d'Adduction en eau potable simplifié (APS) au Centre Médical. Une enquête socioéconomique a été faite sur le site afin de connaître les habitudes de consommation et la capacité à la prédire dans le futur. Les besoins en eau nécessaires pour le CMA à l'horizon du projet en 2025 ont ainsi été évalués et estimés à **45,359 m<sup>3</sup>/j**. Le réseau d'adduction sera alimenté par un forage de **4m<sup>3</sup>/h**. Il acheminera l'eau vers un château d'eau métallique de **20m<sup>3</sup>** par le biais d'un système de pompage photovoltaïque de **2,01kWc**. La distribution de l'eau sera de manière gravitaire. Le dimensionnement des conduites de distribution a été fait sur Excel et vérifié à l'aide du logiciel EPANET. Des simulations faites, il en ressort que les pressions sont satisfaisantes. Cependant la plupart des vitesses dans les conduites sont inférieure à 0.3m/s. Ces faibles vitesses vont occasionner des dépôts de boues. On préconise des vidanges régulières pour évacuer ces pour dépôts. Les réseaux de distribution et de refoulement ont un linéique de **851,67 m** avec une conduite de diamètre refoulement de diamètre **DN63 PN16** et des conduites de distribution dont les conduites primaires ont un diamètre **DN90 PN10** et les secondaires de **DN63 PN10**. L'analyse de la qualité de l'eau du forage montre qu'elle est de bonne qualité selon les normes l'OMS ; néanmoins, un système de chloration sera nécessaire au niveau du château.

### Mots clés :

---

**1-Réseau d'adduction en potable simplifié**

**2-Diagnostic**

**3-CMA de Gourcy**

**4-Simulation hydraulique**

**5-Pompage photovoltaïque**

## ABSTRACT

The Gourcy Medical Center knows a pressure drop since its commissioning in 2012. The purpose of this brief is to propose a solution to this deficit. An optimal solution can not be achieved without first giving an overview. From this analysis, it appears that the most suitable solution is the implementation of a simplified system Adduction drinking water (APS) Medical Center. A socioeconomic survey was done on the site in order to know the habits and the ability to predict the future. Water requirements necessary for the CMA on the horizon of the project in 2025 were assessed and estimated at **45.359 m<sup>3</sup> / d**. The supply system will be powered by a drilling **4m<sup>3</sup> / h**. He will direct the water to a metal water tower **20m<sup>3</sup>** through a **2,01 kWc** photovoltaic pumping system. The distribution of water will gravity manner. The sizing of distribution lines has been done on Excel and verified with the EPANET software. Simulations made, it appears that the pressures are satisfactory. However most velocities in the lines are less than **0.3m / s**. These low speeds will cause sludge deposits. Regular oil changes are recommended to evacuate for these deposits. distribution and discharge networks have a linear of **851.67 m** with a pipe diameter discharge diameter **DN63 PN16** and delivery lines including the primary pipes have a diameter of **DN90 PN10** and secondary **DN63 PN10**. Analysis of the drilling water quality shows that it is of good quality according to WHO standards; However, a chlorination system will be required at the castle.

### Keywords:

---

- 1- Simplified drinking supply network**
- 2-Diagnostic**
- 3- CMA Gourcy**
- 4- Hydraulic simulation**
- 5- Photovoltaic pumping**

## ABRÉVIATIONS

<b>AEP</b>	Adduction en eau potable
<b>AEPA</b>	Adduction eau potable et assainissement
<b>AEPS</b>	Adduction en eau potable simplifiée
<b>APS</b>	Avant-projet sommaire
<b>APD</b>	Avant-projet détaillé
<b>BERA</b>	Bureau d'étude et de la recherche appliqué en eau
<b>CISSE</b>	Centre d'information système sanitaire épidémiologique
<b>CMA</b>	Centre médicale avec antenne chirurgicale
<b>DCE</b>	Dossier de consultation des entreprises
<b>EIER</b>	Ecole inter états Ingénieurs Equipement Rural
<b>IGB</b>	Institut géographique du Burkina
<b>ISO</b>	Organisation Internationale de la Norme
<b>MAHRH</b>	Ministère de l'agriculture, de l'hydraulique et des ressources halieutiques
<b>MCD</b>	Médecin chef du district
<b>OMS</b>	Organisation Mondiale de la Santé
<b>PDC</b>	Plan de Développement Communal
<b>PCCS-ZR).</b>	Projet de Construction de Centres Sanitaires en Zones Rurales
<b>PHED</b>	polyéthylène haute densité
<b>PVC</b>	Polychlorure de vinyle
<b>PN</b>	plan national
<b>PN</b>	Pression nominale
<b>RGPH</b>	Recensement Général de la Population et de l'Habitation
<b>TDR</b>	Termes de références

## I. TABLE DE MATIERE

I. Introduction .....	2
I.1. contexte .....	3
I.2. Objectifs du projet .....	3
II. Présentation de la zone d'étude.....	4
II.1. Localisation de la zone d'étude .....	4
II.2. Présentation du cadre physique .....	5
II.2.1. Le relief et le sol.....	5
II.2.2. Climat et végétation .....	5
II.2.3. Géologique et hydrogéologique .....	5
II.3. Présentation du Milieu humain.....	6
II.4. Présentation du CMA de Gourcy.....	6
III. Méthodologie de travail.....	8
III.1. La recherche documentaire .....	8
III.2. visites de terrain et La collecte les données. ....	8
III.3. Analyse technique et conception.....	8
IV. résultats et discussion .....	9
IV.1. Diagnostic de la situation actuelle de l'AEP.....	9
IV.1.1. Les points d'eau de la commune de Gourcy.....	9
IV.1.2. Bilan de l'accès à l'eau potable .....	9
IV.1.3. L'ouvrage hydraulique au CMA.....	10
IV.2. Enquête socio-économique .....	11
IV.2.1. Détermination de la période pointe et estimation du taux de fréquentation moyen en période de pointe .....	12
IV.2.2. Besoins en eau actuels du centre Gourcy .....	14
IV.2.3. Détermination des coefficients de pointe.....	14
IV.2.4. Estimation de la capacité d'accueil du CMA.....	15
IV.2.5. Les ressources énergétiques.....	15
IV.3. Evaluation des besoins en eau du CMA de Gourcy a l'horizon du projet .....	16
IV.3.1. Paramètre pour l'évaluation des besoins en eau .....	16
IV.3.2. Principe d'évaluation de la demande en eau.....	17
IV.4. Identification de la ressource en eau pouvant couvrir les besoins .....	19

IV.4.1. Études d'implantation.....	19
IV.4.2. La réalisation du forage. ....	22
IV.5. Conception du système d'AEPS du cma de gourcy.....	24
IV.5.1. Le type de réseau .....	25
IV.5.2. Le tracé .....	25
IV.5.3. Le réservoir.....	26
IV.5.4. Le mode de refoulement .....	26
IV.5.5. Le mode de distribution.....	27
IV.5.6. Les conduites .....	27
IV.5.7. Fontainerie et la robinetterie.....	28
IV.5.8. La source d'énergie .....	29
IV.6. Dimensionnement des équipements du système d'aePs du cma de GOURCY .....	29
IV.6.1. Dimensionnement du réseau de distribution du CMA de Gourcy.....	29
Hypothèses de calcul des conduites:.....	31
IV.7. Dimensionnement du refoulement .....	37
IV.8. Dimensionnement du Château d'eau .....	40
IV.8.1. Détermination de la capacité du réservoir .....	40
IV.8.2. Détermination du diamètre du réservoir .....	41
IV.8.3. Equipement du château d'eau.....	41
IV.8.4. Traitement au chlore.....	42
IV.9. Dimensionnement de la station de pompage solaire .....	43
IV.9.1. Estimation des besoins journaliers en eau .....	44
IV.9.2. Estimation de l'ensoleillement .....	44
IV.9.3. Le choix de la pompe.....	44
IV.9.4. Choix de l'onduleur .....	46
IV.9.5. Dimensionnement du champ photovoltaïque .....	46
IV.10. Proposition d'un système de gestion.....	50
IV.11. évaluation du cout de réalisation du projet .....	52
V. Notice d'impact environnement .....	54
VI. Conclusion générale et recommandations .....	55
VII. Bibliographie.....	56
VIII. Annexes .....	I

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: évolution des consultations par mois CMA de Gourcy .....	12
Tableau 2: Estimation des besoins actuels en eau du CMA de Gourcy.....	14
Tableau 3 : Estimation de la capacité d'accueil du centre.....	15
Tableau 4: Capacité maximale des usagers du CMA de Gourcy (à l'horizon du projet) .....	17
Tableau 5: Evaluation de la demande en eau du CMA de Gourcy .....	19
Tableau 6 : les résultats des sondages .....	22
Tableau 7 : caractéristique du forage .....	24
Tableau 8:Recapitulatif des débits .....	31
Tableau 9:Récapitulatif des résultats du dimensionnement du réseau de distribution du CMA de Gourcy .....	32
Tableau 10 : États des nœuds.....	35
Tableau 11 : États des conduites.....	36
Tableau 12 : Résultats des calculs des diamètres de la conduite de refoulement .....	38
Tableau 13:Calcul de la suppression dans la conduite de refoulement.....	39
Tableau 14:Récapitulatif des conduites du réseau .....	39
Tableau 15:Les répartitions prévisionnelles de consommations.....	40
Tableau 16: Récapitulatif de la capacité utile .....	40
Tableau 17:Caractéristiques l'onduleur .....	46
Tableau 18:Comparaison des caractéristiques techniques des modules solaires .....	48
Tableau 19: Devis estimatif .....	52
Tableau 20 : Impacts environnementaux et sociaux positifs et mesures de bonification .....	54
Tableau 21 : Impacts environnementaux et sociaux négatifs et mesures de d'atténuation.....	54

## LISTE DES FIGURES

Figure 1: Carte de localisation du CMA de Gourcy .....	4
Figure 2: Plan de masse du CMA de Gourcy.....	7
Figure 3 : Photos du forage du CMA de Gourcy. ....	10
Figure 4: Dispositifs de prélèvement de l'eau dans les différents services du CMA.....	10
Figure 5 : Dispositif Schlumberger .....	21
Figure 6: Ossature des réseaux d'adduction et de distribution du CMA de Gourcy.....	26
Figure 7: Résultats de la simulation de réseau.....	34
Figure 8: Schéma synoptique.....	43
Figure 9 : La carte de l'ensoleillement du Burkina.....	44
Figure 10 : Calcul de la HMT .....	45

## AVANT PROPOS

Cette étude a été effectuée dans l'enceinte du Bureau d'Etudes et de Recherches Appliquées (B.E.R.A). BERA est un bureau d'ingénierie burkinabé à vocation internationale qui intervient dans les domaines d'activités de l'eau et de l'environnement : adduction et distribution d'eau, animation et sensibilisation des communautés rurales, implantation et contrôle des puits et forages, installation des pompes, barrages, aménagement de bassins, de vallées, de bas-fonds, de plaines, pistes et routes. Il est spécialisé dans les études (APS, APD, DCE) et le suivi-contrôle des travaux d'hydraulique rurale et urbaine, des aménagements hydrauliques et hydro-agricoles, des pistes rurales et des ouvrages de désenclavement. Le marché qui a fait l'objet de la présente étude est l'étude et le suivi-contrôle de la réalisation des travaux d'un système d'AEPS du centre médicale avec antenne chirurgicale dans la commune de Gourcy. Ce marché a été financé par le Ministère de la Santé.

## INTRODUCTION

L'eau est une ressource indispensable à la survie de chaque être vivant mais pourtant elle se fait de plus en plus rare. Les rapports de l'UNESCO ont révélé en 2012 que 450 millions de personnes dans 29 pays du monde sont confrontées à des problèmes de pénuries d'eau ; 15000 personnes meurent chaque jour des maladies hydriques. Garantir l'accès à l'eau potable est un défi en particulier pour les pays en développement comme le Burkina Faso, qui est un pays enclavé. La région Nord du Burkina est l'une des régions les plus arides du pays. Dans cette région l'eau est l'un des enjeux les plus importants pour la population et les activités qui en sont tributaires.

Le centre médical antenne chirurgicale de Gourcy situé au nord du Burkina Faso, qui fait l'objet de notre étude est confronté à de sérieuses difficultés d'approvisionnement en eau potable. En effet, le Centre Médical dispose presque de tous les équipements pour un fonctionnement optimal. Cependant, il y a un problème de baisse de pression constaté. Pour pallier à cette situation, un forage à motricité humaine a été construit. Ce forage est loin de garantir de façon pérenne, le fonctionnement des services du centre. D'autre part, la commune de Gourcy souffre des coupures d'électricité de façon intensive. Pour notre part, nous avons choisi d'étudier le système d'adduction d'eau potable du CMA de Gourcy afin de relever les différentes préoccupations des usagers du centre en matière d'eau, de proposer un projet d'adduction d'eau potable optimale au centre et de faire des recommandations pertinentes en vue d'y assurer une sécurité hydraulique durable. C'est dans cet ordre d'idée que ce mémoire a été intitulé «diagnostic du réseau de distribution du Centre Médical avec Antenne chirurgicale de la commune de Gourcy ».

Il sera donc question, de trouver des voies et moyens de proposer un système AEPS optimal tant sur le plan hydraulique que financier. Pour ce faire, ce travail devra être mené de façon, et méthodique. Dans un premier temps, d'un diagnostic du réseau existant sera réalisée sur le terrain, suivie une enquête socioéconomique pour 'étudier le comportement des usagers du centre face à la ressource en eau existante, ensuite du dimensionnement des différents composants du système d'AEPS du CMA et enfin d'un devis estimatif.

## I.1. CONTEXTE

L'eau demeure la ressource minérale la plus prisée et la plus consommée au monde. Intervenant dans les secteurs de l'industrie et des administrations, elle reste non seulement indispensable à notre survie mais aussi et surtout à la santé publique. Au Burkina Faso, la distribution de cette ressource tant convoitée, est assurée par l'ONEA. Au regard de la forte demande, celle-ci n'arrive pas à desservir correctement toutes les régions du Burkina Faso : C'est le cas du CMA de Gourcy. Situé à 140km de Ouagadougou, le district sanitaire de Gourcy est une infrastructure englobant cinq (05) communes de la province du Zondoma. Il est équipé d'infrastructures adéquates comme le bloc opératoire et le service de radiologie faisant de lui l'un des plus grands centres d'accueil des malades de la région. Néanmoins, force est de constater que ce joyau médical ne dispose pas d'infrastructure n'arrive pas alimenter en eau potable, du fait d'une pression basse. Ainsi, une étude détaillée du système d'adduction en eau potable du CMA de Gourcy s'avère nécessaire pour assurer l'adéquation entre les besoins en eau Centre et la quantité d'eau captée.

## I.2. OBJECTIFS DU PROJET

L'objectif global est de faire le diagnostic du réseau d'eau du CMA de Gourcy en vue de concevoir le réseau de distribution.

Cet objectif global se scinde en objectifs spécifiques suivants :

- ❖ Faire une enquête socioéconomique pour connaître les pratiques et les comportements des usagers du CMA face à la ressource en eau ;
- ❖ Faire une estimation des besoins en eau du CMA de Gourcy ;
- ❖ Identifier la ressource en eau pouvant couvrir la demande en eau du centre médical ;
- ❖ Dimensionner les différents composants du réseau d'AEPS du centre médical;
- ❖ Faire une simulation du réseau d'AEPS ;
- ❖ Faire une estimation financière du projet ;
- ❖ Elaborer la notice d'impact.

## II. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

### II.1. LOCALISATION DE LA ZONE D'ETUDE

L'étude a été menée au sein du Centre Médical avec Antenne chirurgicale de Gourcy (CMA), qui est une infrastructure sanitaire de la ville de Gourcy. Le CMA de Gourcy est situé à cent quarante (140) km de Ouagadougou avec les coordonnées géographiques suivantes : 13° 13' 00" Nord ; 2° 21' 00" Ouest. La figure 1 présente la carte de situation du centre médicale avec antenne chirurgicale dans le département de Gourcy. La Commune de Gourcy est située au cœur de la Région du Nord dans la Province du Zoundoma au Burkina Faso. Elle est limitée dans sa partie Nord par la Commune de Ouahigouya dans la Province de Yatenga, et par la Commune de Lèba, à l'Est par les Communes de Bassi et de Tougo, au Sud par la Commune de Yako, et à l'Ouest par la Commune de Boussou (monographie de la Commune de Gourcy).

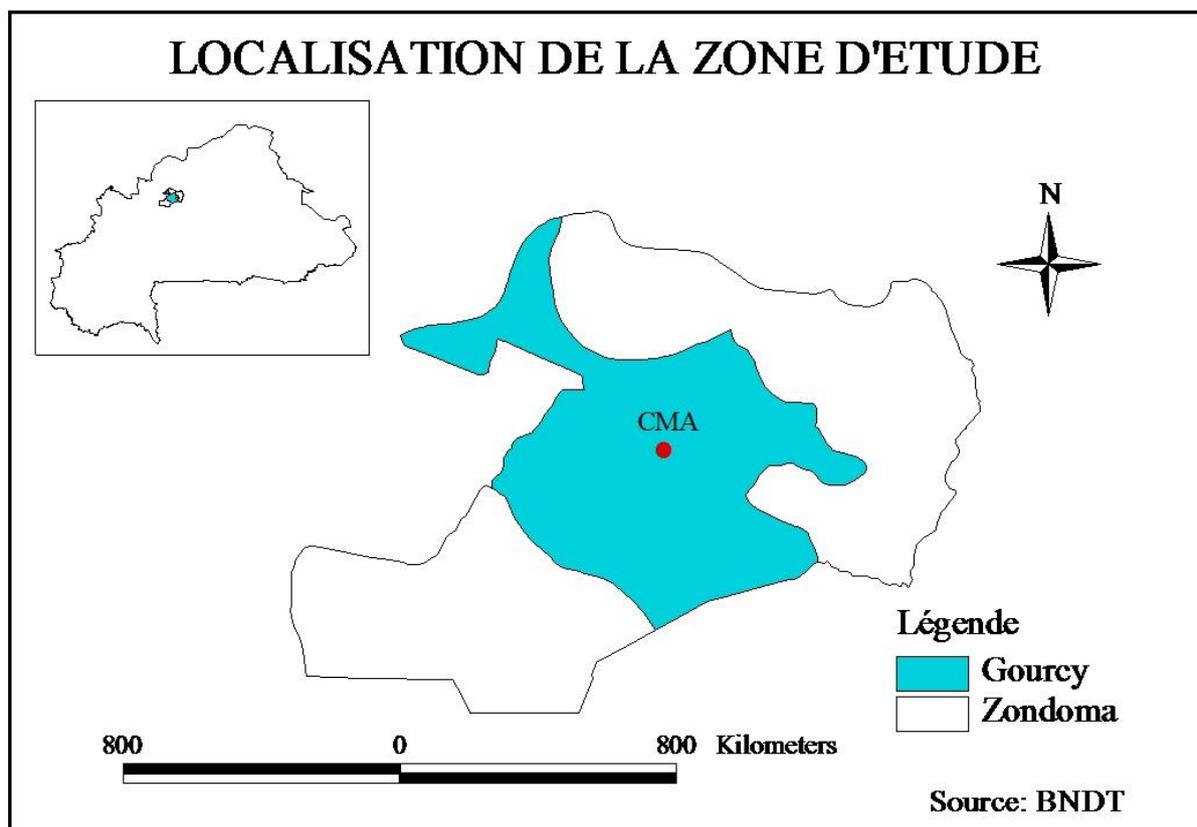


Figure 1: Carte de localisation du CMA de Gourcy

## **II.2. PRESENTATION DU CADRE PHYSIQUE**

### **II.2.1. Le relief et le sol**

L'altitude des plateaux latéritiques de la commune varie entre 300 m au sud et de 350 m au nord. La Province du Zondoma est soumise à une forte dégradation de l'environnement. Les ressources naturelles telles que l'eau et la végétation se font rare. Les sols essentiellement formés de plateaux latéritiques sont issus des cuirasses ferrugineuses. Ils sont pauvres en éléments nutritifs, caractérisés par une profondeur inférieure à la moyenne nationale et une faible capacité de rétention en eau (PCD AEPA de Gourcy, 2015).

### **II.2.2. Climat et végétation**

La Commune de Gourcy fait partie intégrante de la zone sahélienne où les hauteurs annuelles d'eau ne dépassent guère 600 mm sauf en année de pluviométrie exceptionnelle. Les précipitations connaissent une mauvaise répartition spatio-temporelle avec des poches de sécheresse s'étalant parfois sur près de deux décades. Cette situation a un effet négatif sur le développement de la végétation. La végétation est du type savane arborée. Le couvert végétal autrefois abondant s'est dégradé progressivement laissant subsister de nos jours des reliques forestières. Les peuplements arbustifs sont composés de baobabs, karités, nérés, figuiers, etc. Le reboisement a introduit les Neems et des arbres fruitiers dans les bas-fonds.

### **II.2.3. Géologique et hydrogéologique**

On distingue pour la Région du Nord dans les zones de socle, trois systèmes aquifères généralement superposés. Ce sont les aquifères de la zone altérée, les aquifères du milieu fissuré et les aquifères des latérites. Les aquifères captés par les forages correspondent généralement aux zones de fractures ou de fissures dans la roche altérée. Les niveaux statiques sont situés à une profondeur généralement inférieure à 30 mètres, mais atteignent les 65 mètres voire plus dans la plaine du Gondo et dans certaines zones cristallines à dominance volcano-sédimentaires. Les épaisseurs d'altérations sont relativement fortes 35 à 50 mètres voire supérieures à 75 mètres principalement dans les provinces du Yatenga et du Loroum. La profondeur des forages est proportionnelle aux épaisseurs d'altérations et est en moyenne de 80 mètres avec des débits très variables. Les premières venues d'eau se situant dans la majorité des cas dans la zone de contact ou zone décomprimée altération socle (PN-AEPA, 2015).

### **II.3. PRESENTATION DU MILIEU HUMAIN**

Selon le Recensement Général de la Population et de l'Habitation de 2006 (RGPH/2006), la Commune urbaine de Gourcy compte environs 81.226 habitants pour 12.315 ménages répartis dans 39 villages et 5 secteurs. Avec des taux d'accroissement estimés à 2,13% l'an en milieu rural et à 4,20% l'an en milieu urbain, la population est estimée à 88 155 habitants en 2009 et atteindrait 177493 habitants à l'horizon 2025. Au plan des activités économiques il est à noter que la population de Gourcy est composée majoritairement d'agriculteurs et d'éleveurs.

### **II.4. PRESENTATION DU CMA DE GOURCY**

Le CMA de Gourcy est une infrastructure sanitaire de la ville de Gourcy. Elle fut construite à travers le Projet de Construction de Centres Sanitaires en Zones Rurales (PCCS-ZR). Démarrés en 2006, les travaux ont été inaugurés en novembre 2012 avec un cout estimé à plus d'un milliard de FCFA. Le domaine du CMA couvre une superficie d'environ 6 ha. Le district sanitaire de Gourcy englobe les cinq communes de la province du Zondoma (Lèba, Bassi, Tougo, Boussou, Gourcy) avec 107 villages, 5 secteurs pour une population à couvrir estimée à plus de 200.000 habitants.

Vu l'importance de la population de la province, le CMA de Gourcy constitue un pôle très important dans son dispositif sanitaire. Cette importance tient du fait qu'en plus de sa plus grande capacité d'accueil de malades, il est le seul centre équipé d'infrastructures adéquates comme le bloc opératoire et le service de radiologie. Le plan de masse ci-dessous nous présente le CMA de Gourcy. Elle a été réalisée à partir du rapport topographique fourni par BERA et du logiciel Covadis.

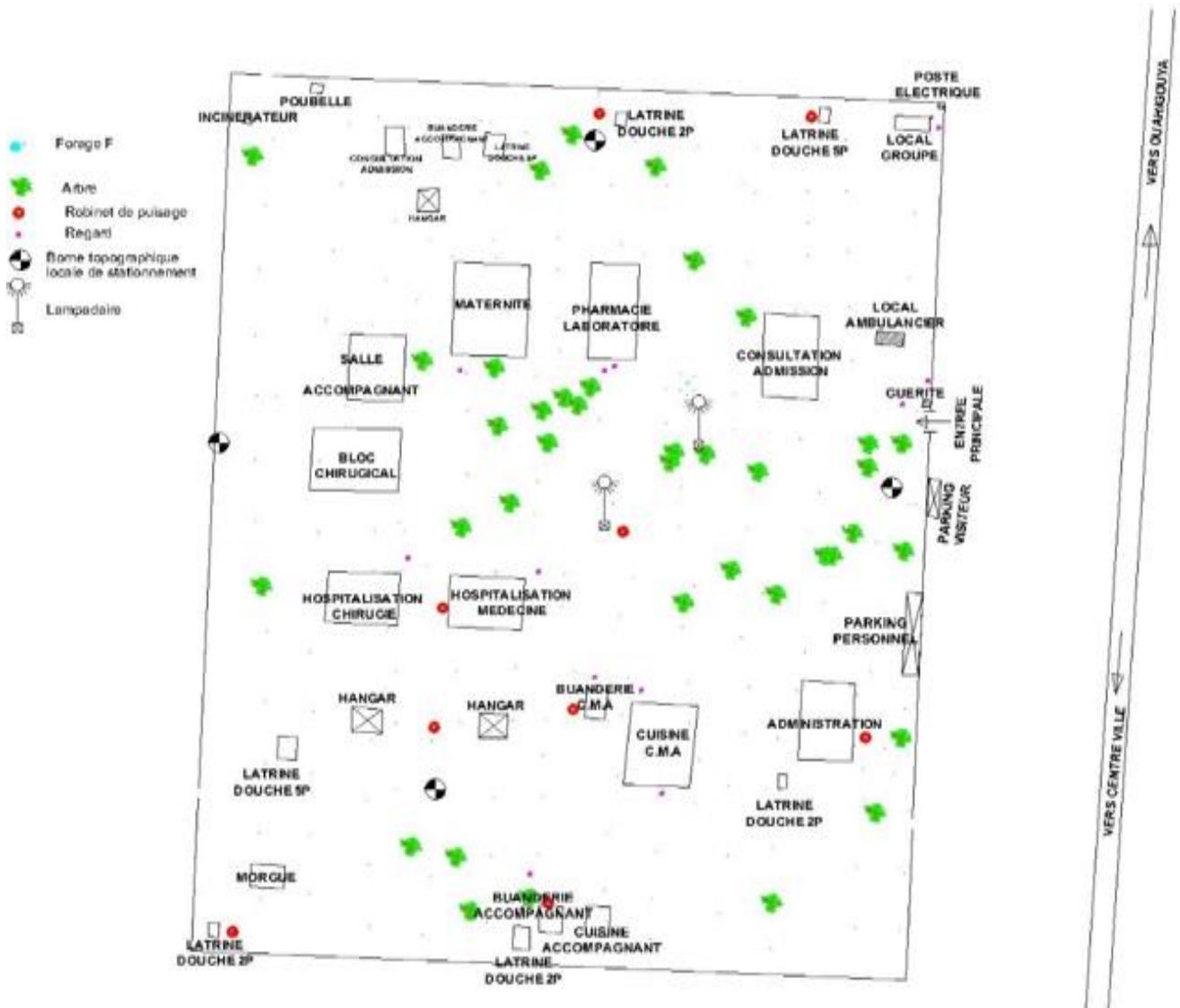


Figure 2: Plan de masse du CMA de Gourcy

### **III. METHODOLOGIE DE TRAVAIL**

Afin d'atteindre les objectifs du projet, nous avons adopté une démarche méthodologie de travail qui a consisté à faire: une recherche documentaire, une collecte des données nécessaires pour réaliser l'étude, des visites de terrain, une analyse et un traitement des données acquises et enfin la rédaction du rapport final.

#### **III.1. LA RECHERCHE DOCUMENTAIRE**

Elle a été la première étape de notre recherche. Elle a permis de mieux cerner le contexte dans lequel il s'inscrit et de faire la collecte des informations et documents indispensables à la conduite de l'étude. Elle a surtout porté sur la collecte des données statistiques des différents recensements (RGPH 1996 et 2006), la morphologie de la Commune, les données topographiques. La documentation a été fournie par BERA, la mairie de Gourcy, le District Sanitaire de Gourcy et le CMA de Gourcy. Cependant, d'autres recherches notamment à la bibliothèque de 2iE, et des recherches par internet ont permis la lecture de divers documents en rapports avec le thème d'étude. La collecte d'autres documents et données pouvant intéresser l'étude s'est poursuivie sur le terrain auprès du personnel du CMA, du District Sanitaire de Gourcy et des autorités locales.

#### **III.2. VISITES DE TERRAIN ET LA COLLECTE LES DONNEES.**

Dans un premier temps, les visites de terrain ont aidé à actualiser les données recueillies lors de la recherche documentaire. Elles ont, ensuite, permis de faire un état des lieux de la zone d'étude. Et enfin, elles nous ont permis de faire des entretiens avec les responsables du CMA de Gourcy afin recueillir les informations nécessaires pour la conception, l'évaluation des besoins en eau des consommateurs et le dimensionnement des différents composants du réseau AEPS du CMA de Gourcy.

#### **III.3. ANALYSE TECHNIQUE ET CONCEPTION.**

Après la collecte des données et les visites sur terrain, une analyse technique nous a permis de mettre à profit toutes les données recueillies, pour la conception d'un système plus efficient avec pour logistique les logiciels tels que Autocad, covadis, ArcView, et Epanet.

## **IV. RESULTATS ET DISCUSSION**

### **IV.1. DIAGNOSTIC DE LA SITUATION ACTUELLE DE L'AEP**

#### **IV.1.1. Les points d'eau de la commune de Gourcy**

D'après le Plan Communal de Développement (PCD, 2015), la ville de Gourcy est desservie par un système classique d'AEP. Le réseau est alimenté par une batterie de 7 forages dont le débit cumulé est de 29 m<sup>3</sup>/h. les forages sont équipés de pompes submersibles qui refoulent l'eau vers un château d'eau en béton armé d'une capacité de 150 m<sup>3</sup> par un système refoulement-distributif.

Le réseau dessert :

- ❖ 201 abonnés actifs sur un total de 245 branchements particuliers ;
- ❖ 19 bornes fontaines dont 16 sont fonctionnelles : les bornes fontaines non fonctionnelles sont simplement non raccordées au réseau.

La ville est également desservie par des points d'eau modernes représentés par les puits à grand diamètre et les forages et répartis de la manière suivante :

- ❖ 25 puits modernes permanents soit 42% ;
- ❖ 7 puits modernes temporaires soit 12% ;
- ❖ 18 forages fonctionnels soit 30% ;
- ❖ 10 forages non fonctionnels (en panne ou abandonnés) soit 16%.

#### **IV.1.2. Bilan de l'accès à l'eau potable**

Le taux d'accès à l'eau potable est de 38% pour la commune urbaine de Gourcy qui est en deçà de la moyenne nationale (54,6%) en 2006 (PCD, 2015). Seul le secteur 5 peut être considéré comme moyennement desservi, le reste des secteurs est faiblement desservi. Cet état de fait peut s'expliquer entre autres par :

- ❖ un problème de production lié à l'insuffisance de la ressource ;
- ❖ un nombre réduit de branchements privés ;
- ❖ une insuffisance des bornes fontaines.

### IV.1.3. L'ouvrage hydraulique au CMA

Le CMA possède un forage à motricité humaine pour son exploitation. Il débit  $1\text{m}^3/\text{h}$  Voici ci-dessous des photos du forage utilisé actuellement pour le fonctionnement du centre.



Figure 3 : Photos du forage du CMA de Gourcy.

Bien que le CMA de Gourcy soit raccordé au réseau d'AEP de la commune, il ne parvient pas à être alimenté en eau potable. Ce manque d'eau est dû au fait que la pression servie par le réseau de l'ONEA est très basse. Le Centre dispose de toute la plomberie nécessaire pour alimenter en eau potable. Mais depuis sa création en 2012, l'eau arrive pas jusqu'au centre et quand même elle y'arrive la pression est basse. Dans chaque service du CMA, les dispositifs ci-dessous y sont placés. Des femmes sont chargées de les alimenter en eau chaque matin. Dans certains services dont l'utilisation de l'eau doit se faire avec encore plus de précaution afin d'éviter les risques contamination de celle-ci, comme le laboratoire, les prestataires du service s'organisent entre eux pour puiser l'eau de leur fonctionnement.



Figure 4: Dispositifs de prélèvement de l'eau dans les différents services du CMA

Lors de l'étude, les plans du réseau de distribution du CMA n'ont pas pu être retrouvés, cependant des sondages ont été faits sur le terrain. De ces sondages, il en découle que la plupart des conduites du réseau sont des diamètres DN32 PN16.

Au terme de ce diagnostic, il en ressort que :

- ❖ Le réseau d'AEP de la commune permet seulement 38% de la demande en eau potable ;
- ❖ La production des forages ne suffit pas pour alimenter la commune ;

Le CMA de Gourcy n'arrive pas être approvisionné car la pression d'eau de l'ONEA est très basse, l'ONEA ;

Au regard du contexte de l'AEP de la commune, la solution la plus adaptée et bénéfique pour le CMA et aussi bien pour la commune est la réalisation d'un AEPS propre au CMA.

Pour cela, une enquête socioéconomique est nécessaire avant le passage à l'étape de conception/dimensionnement des équipements du système d'AEPS pour le CMA de Gourcy. Les parties suivantes présentent les résultats de l'enquête socio-économique et les travaux réalisés pour la conception et le dimensionnement.

## **IV.2. ENQUETE SOCIO-ECONOMIQUE**

L'enquête socioéconomique est un outil incontournable pour une évaluation des besoins en eau des consommateurs. Les investigations menées sur le terrain ont été réalisées par l'approche qualitative dont les entretiens semi structurés auprès d'un certain nombre de personnes ressources identifiées. Ces personnes sont entre autre, les responsables et le personnel du CMA de Gourcy. Les objectifs spécifiques de cette enquête socioéconomique ont été les suivants :

- ❖ Les comportements par rapport aux ressources en eau existantes ;
- ❖ Détermination de la période pointe ;
- ❖ Evaluation des besoins actuels en eau ;
- ❖ Détermination des coefficients de pointe ;
- ❖ Estimation de la capacité d'accueil maximale du CMA;
- ❖ Les ressources énergétiques souhaitées.

### IV.2.1. Détermination de la période pointe et estimation du taux de fréquentation moyen en période de pointe

D'après les informations collectées au service C.I.S.S.E et du personnel soignant, la période de pointe se situe dans la période d'hivernage c'est-à-dire d'août à novembre. C'est dans cette période que l'on rencontre beaucoup de malades souffrants du paludisme. C'est aussi dans cette période que l'on rencontre le plus d'accouchements. Le tableau ci-dessous nous présente l'évolution des consultations par mois au CMA.

Tableau 1: évolution des consultations par mois CMA de Gourcy

	Jan.	Fév.	mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	aout	Sept	Oct.	Nov.	Déc.
<b>2013</b>		995	876	955	856	787	787	<b>1026</b>	<b>1449</b>	<b>1992</b>	1370	894
<b>2014</b>	920	1207	931	1042	50	882	803	<b>1404</b>	<b>1456</b>	<b>1777</b>	1091	840
<b>2015</b>	825	879	931	1042	809	922	849	<b>1309</b>	<b>1064</b>	<b>1114</b>	991	790

Source : Service C.I.S.S.E du district sanitaire de Gourcy.

On peut clairement remarquer dans le tableau ci-dessus que la période de pointe va du mois d'août au mois de novembre. Cependant le taux de fréquentation moyenne est estimé par 1000 personnes par mois soit 34 personnes par jour.

#### a. Les comportements par rapport à la ressource en eau existante

Le CMA de Gourcy a sept (07) services fonctionnels en son sein. A savoir les urgences, la médecine, la maternité, le bloc opératoire, le laboratoire, l'administration et la cuisine.

##### ❖ la médecine

la ressource en eau essentiellement utilisée pour le lavage des mains avant et après chaque consultation, le nettoyage des blouses et le nettoyage des locaux ;

##### ❖ les urgences et la maternité

Dans ces services, la ressource en eau essentiellement utilisée pour le lavage des mains après chaque consultation, le nettoyage des blouses et le nettoyage des locaux en cas de saignement. En général, au CMA de Gourcy nous avons autour de 05 accouchements par pendant les périodes pointes.

##### ❖ le bloc opératoire

Le bloc opératoire nécessite beaucoup d'eau pour son fonctionnement .En effet, la ressource en eau est utilisée pour le lavage des mains avant après chaque intervention, le nettoyage des blouses après chaque intervention et le nettoyage du bloc après chaque intervention. Actuellement, le service peut réaliser au maximum cinq (05) opérations par jour

##### ❖ le laboratoire

Le laboratoire utilise aussi une énorme quantité d'eau pour son fonctionnement. Pour chaque prélèvement fait, il nécessite un lavage des mains du prestataire, pour passer d'une salle à l'autre un lavage des mains. Il nécessite de l'eau pour réaliser des analyses et certaines solutions telles que l'eau distillée et autres. La ressource en eau est aussi utilisée pour le nettoyage des blouses et des salles.

❖ **l'administration**

La ressource en eau essentiellement utilisée pour le nettoyage des salles.

❖ **la cuisine**

L'eau est utilisée pour le nettoyage de la salle, la préparation et la cuisson des repas. Les repas sont préparés une fois par jour en semaine et deux (02) fois par jour les week-ends.

Chaque service laisse une personne pour assurer la garde et chaque malade à, en moyenne, trois personnes accompagnatrices.

La plupart des services ne fonctionnent pas à 100% de leur capacité du fait de l'insuffisance de la ressource en eau. En effet, plusieurs interventions et analyses nécessitant beaucoup d'eau sont renvoyées dans d'autres villes. Certains services comme la buanderie et la radiologie ne fonctionnent pas, bien qu'ayant été équipées

### IV.2.2. Besoins en eau actuels du centre Gourcy

Sur la base des informations recueillies lors l'enquête et énumérées ci-dessus, nous avons estimé les besoins en eau et résumé dans le tableau ci-dessous

Tableau 2: Estimation des besoins actuels en eau du CMA de Gourcy

	Nombre par jour	Besoin journalier Bj / personne (en litres)	Besoins totaux journalier (en litres)	Justification des besoins en eau journalier
<b>Besoins du personnel</b>	30	30	900	Bj = recommandé / OMS
<b>Malades de médecine générale</b>	10	150	1500	lits d'hospitalisation pour les malades à soigner (cours de Zougrana D.2iE)
<b>Bloc opératoire</b>	5	150	750	
<b>Maternité</b>	5	150	750	
<b>Personnel accompagnant des malades</b>	60	20	1200	Bj = min recommandé / OMS
<b>Besoins de la population riveraine</b>	500	20	10000	1 borne fontaine pour 500 hbts  Bj = min recommandé / OMS
Besoin total des usagers			<b>15100</b>	
<b>Espace vert (m<sup>2</sup>)</b>	600	2	<b>1200</b>	
Besoins totaux actuels en eau du CMA			<b>16300</b>	

Les besoins actuels du CMA sont estimés à **16,3 m<sup>3</sup>/j**.

### IV.2.3. Détermination des coefficients de pointe

Les variations saisonnières ont une influence sur la demande globale et les dimensions du système. Elles permettent d'évaluer les besoins de régulation de ressources en eau. Le coefficient de pointe saisonnière Cps est le rapport de la consommation journalière moyenne calculée sur l'année et de la consommation journalière moyenne du mois de pointe. Il varie en situation normale entre 1,10 et 1,20 en zone sahélienne. (Zougrana, D,2003. Cours d'approvisionnement en eau potable. Ouagadougou : 2iE).

$$Cjs = \frac{c_{jm}}{c_{jmp}} = 1,12$$

Le coefficient de pointe journalière  $C_{pj}$  exprime le retour de façon cyclique du comportement des usagers au cours de la semaine. C'est le rapport de la consommation journalière du jour de pointe et de la consommation journalière moyenne de la période de pointe. Le coefficient de pointe journalière ( $C_{pj}$ ) est compris entre 1,05 et 3 dans les zones semi rurale de pays sahélien (Ouédraogo, B., 2005. Ouvrages constitutifs des systèmes d'AEP: Evaluation des besoins )

$$C_{jp} = \frac{C_{jp}}{C_{jmp}} = 1,02$$

Nous allons retenir la valeur de **1,05**

Généralement, le coefficient de pointe horaire ( $C_{ph}$ ) compris entre 2,5 et 3. ( Zoungrana, D., 2003. Cours d'approvisionnement en eau potable. Ouagadougou : 2iE.). Par ailleurs, la valeur de **3** est utilisée pour les villes de moins de 10 000 habitants, ainsi la valeur de 3 a été adopté comme coefficient de pointe horaire.

Avec :

Cjm(m <sup>3</sup> /j) : La consommation journalière moyenne calculée sur l'année	27,64
Cjp(m <sup>3</sup> /j) : La consommation journalière du jour de pointe	24,28
Cjmp(m <sup>3</sup> /j) : La consommation moyenne du mois de pointe	24,7

Ces consommations ont été calculées à partir des données collectées au service C.I.S.S.E

#### IV.2.4. Estimation de la capacité d'accueil du CMA

Une enquête a été faite auprès du MCD afin de connaître la capacité d'accueil maximale actuelle du CMA en termes de nombre total de personnel soignant, du nombre de lits par service. Le tableau ci-dessous présente les résultats de l'enquête.

Tableau 3 : Estimation de la capacité d'accueil du centre

Désignation	Nombre
Nombre total personnel soignant	30
Nombre de lits en médecine générale	28
Nombre de lits en maternité	12
Nombre de lits en chirurgie	18

#### IV.2.5. Les ressources énergétiques

Trois sources d'énergies sont disponibles au CMA et peuvent être utilisées pour le pompage :

- ❖ L'énergie solaire ;
- ❖ L'énergie thermique (groupe électrogène propre à l'AEPS) ;
- ❖ Le réseau de distribution public (SONABEL)

Cependant, les dirigeants du Centre privilégient le pompage au fil solaire, compte tenu des coupures d'électricité assez récurrentes.

### **IV.3. EVALUATION DES BESOINS EN EAU DU CMA DE GOURCY A L'HORIZON DU PROJET**

#### **IV.3.1. Paramètre pour l'évaluation des besoins en eau**

##### **a. L'horizon du projet**

L'horizon de dimensionnement du projet est fixé à 2025, conformément aux termes de références (TDR) qui confèrent au système une capacité de satisfaire les demandes des usagers du Centre pour une période de 10 ans après sa mise en exploitation.

##### **b. Evaluation du nombre des consommateurs à l'échéance du projet**

D'après les résultats de l'enquête socio-économique présentés dans le tableau 2, on dénombre environ cinquante (58) lits d'hospitalisation pour les malades à soigner, le personnel médical est composé de trente (30) personnes. Cependant, chaque malade à soigner est accompagné en moyenne, de trois (03) personnes.

##### **c. Les consommations spécifiques**

La consommation spécifique en eau d'une population dépend de plusieurs facteurs dont le développement socio-économique des usagers, le développement urbain, les sources d'approvisionnement existantes, la tarification. Cependant pour l'estimation des besoins globaux de notre projet nous avons choisi les consommations spécifiques suivantes :

- ❖ 200l/jr par lits d'hospitalisation pour les malades à soigner (Zoungana, D, 2003. Cours d'approvisionnement en eau potable. Ouagadougou : 2iE.)
- ❖ 30 l/jr pour les accompagnants, étant donné que nous sommes en zone semi urbain (Zoungana, D.,2003. Cours d'approvisionnement en eau potable. Ouagadougou : 2iE.)
- ❖ 30l/jr pour les besoins du personnel ;
- ❖ 20l/jr/hts pour la borne fontaine recommandés par l'OMS. Il a été considéré qu'une borne fontaine approvisionne 500 habitants, puisque que nous sommes en milieu semi-urbain.

Besoins annexes sont évalués à 20% de la consommation totale. On peut citer comme besoins annexes l'arrosage des arbres du CMA, le fonctionnement de la morgue, le nettoyage des VIP...

##### **d. Coefficients de pointe**

Afin de prendre en compte des habitudes et des comportements des usagers du CMA de Gourcy, il est retenu les coefficients de pointe déterminés plus haut

- ❖ Coefficient de pointe saisonnier **1.12** ;
- ❖ Coefficient de pointe journalier **1.05** ;
- ❖ Coefficient de pointe horaire **3**.

**e. Les pertes d'eau**

Le pourcentage de pertes adopté pour le présent projet est de **10%**, ce qui est conforme aux rendements enregistrés dans les centres secondaires ONEA et dans les AEPS en fonctionnement actuellement. Ainsi, le coefficient de perte utilisé pour les calculs est de 1,1.

**IV.3.2. Principe d'évaluation de la demande en eau**

La demande en eau d'un usager est la consommation qu'il a atteint lorsque celui-ci intègre la synthèse de ses contraintes économiques, son appréciation de sa valeur sociale et sanitaire de l'eau. Compte tenu de l'importance que prend aujourd'hui la valeur économique de l'eau en raison des coûts de mobilisation de plus en plus élevés et de sa raréfaction, les services d'eau entrent dans la logique qui veut que les installations et les quantités d'eau produites soient perpétuellement adaptées à la demande solvable. La demande solvable est donc un préalable à la définition de la dimension des systèmes d'AEP.

**a. Evaluation des besoins en eau**

Le besoin en eau étant défini comme l'offre que l'exploitant devra rendre disponible pour répondre à la demande des usagers. Dans cette étude, pour estimer les besoins en eau du centre à l'horizon du projet, nous avons déterminé les besoins par rapport à la capacité d'accueil maximal du centre majoré de 20% pour les besoins annexes. Compte tenu de la rareté de l'eau dans la Commune de Gourcy, nous avons jugé judicieux d'implanter une borne fontaine pour aider la population environnante. Le tableau ci-dessous présente les résultats de l'évaluation des besoins en eau futurs du CMA de Gourcy à l'horizon du projet.

Tableau 4: Capacité maximale des usagers du CMA de Gourcy (à l'horizon du projet)

	Nombre par jour	Besoin journalier Bj / personne (en litres)	Besoins totaux journalier (en litres/jr)
<b>Besoins du personnel</b>	30	30	900
<b>Besoin en eau des malades</b>	58	200	11600
<b>Personnel accompagnant des malades</b>	174	30	5220
<b>Besoins de la population riveraine</b>	500	20	10000
Besoin en eau total des usagers			<b>27720</b>
Besoins annexes			<b>5544</b>
Besoins totaux en eau du CMA à l'horizon du projet			<b>33264</b>

Ainsi les besoins en eau du CMA de Gourcy à l'horizon du projet est estimé **33.264 m<sup>3</sup>/j**. Cette estimation pourra couvrir les besoins du centre à 100%.

**b. Estimation de la demande journalière de pointe en eau**

La demande journalière en eau ( $D_j$ ) est le produit du besoin journalier ( $B_j$ ) par les pertes au réseau et le facteur saisonnier ( $C_{ps}$ ). Notre perte sur le réseau étant déjà estimé à 10% de la consommation domestique étant donné que le réseau est neuf.

$$D_j = B_j * C_{ps} * C_{pj} (1 + \% \text{ perte sur réseau}).$$

**c. Estimation du débit moyen horaire**

Il se calcule en fonction du type de branchement. C'est le rapport de la demande journalière de pointe du type de branchement par le temps de distribution.

$$Q_{mhBP} = \frac{D_{jpBP}}{24} \quad \text{et} \quad Q_{mhBF} = \frac{D_{jpBF}}{12}$$

Avec :  $Q_{mhBP}$  : débit moyen horaire des branchements privés (m<sup>3</sup>/h)

$Q_{mhBF}$ : débit moyen horaire des bornes fontaines (m<sup>3</sup>/h)

Le débit moyen horaire total  $Q_{mh}$  est donné par la somme de  $Q_{mhBP}$  et  $Q_{mhBF}$

**d. Estimation du débit de pointe horaire**

Le débit de pointe horaire ( $Q_{ph}$ ) est le produit du débit moyen horaire ( $Q_{mh}$ ) par le coefficient de pointe horaire ( $C_{ph}$ ).

$$Q_{ph} = Q_{mh} * C_{ph}$$

Avec

$Q_{ph}$  : débit de pointe horaire (m<sup>3</sup>/h)

$Q_{mh}$  : débit moyen horaire (m<sup>3</sup>/h)

$C_{ph}$  : coefficient de pointe horaire

Le tableau ci-dessous résume tous les paramètres pris en compte pour évaluer la demande en eau du CMA de Gourcy par rapport au type de branchement choisi.

Tableau 5: Evaluation de la demande en eau du CMA de Gourcy

Paramètres	Type de Branchement	
	BF	BP
Facteur saisonnier Cps	1,12	1,12
Coefficient de pointe journalier Cpj	1,05	1,05
Coefficient de pointe horaire Cph	3	3
Perte dans le réseau (% de la consommation spécifique)	10%	10%
Besoin journalier total Bj (m <sup>3</sup> /j)	<b>35,064</b>	
	23,064	12
Demande journalière de pointe Djp (m <sup>3</sup> /j)	29,836	15,523
Demande journalière de pointe Djp (m <sup>3</sup> /j)	<b>45,359</b>	
Temps de distribution (h)	12	24
Débit moyen horaire Qmh (m <sup>3</sup> /h)	2,486	0,647
Débit moyen horaire total Qmh (m <sup>3</sup> /h)	3,133	
<b>Débit de pointe horaire total (m<sup>3</sup>/h)</b>	<b>9,399</b>	

La demande journalière en eau des usagers du CMA de Gourcy à l'horizon du projet est donc de **45,359 m<sup>3</sup>/j** avec un débit horaire de pointe de **9,399 m<sup>3</sup>/h**. Le débit de pointe horaire correspond au débit minimum à la sortie du château pour satisfaire les besoins des journaliers du centre.

#### IV.4. IDENTIFICATION DE LA RESSOURCE EN EAU POUVANT COUVRIR LES BESOINS

La zone du projet se situe dans la partie soudano- sahélienne du Burkina Faso où la pluviométrie moyenne annuelle est autour 600 m. Le réseau hydrographie se résume à quelques cours d'eau temporaires qui alimentent le Nakambé et dont le régime est rythmé par la saison des pluies. Le sol est latéritique et le socle cristallin. On distingue, pour généralement dans les zones de socle, trois systèmes aquifères superposés. Ce sont les aquifères de la zone altérée, les aquifères du milieu fissuré et les aquifères des latérites. Afin d'obtenir la ressource en eau, des études d'implantation ont été effectuées. A partir des résultats de sondage de ces études, un forage a été réalisé.

##### IV.4.1. Études d'implantation

Les études d'implantation des sites de forage du CMA se sont déroulées en plusieurs étapes suivantes :

- ❖ les études préparatoires ;
- ❖ la reconnaissance hydrogéologique ;

- ❖ la prospection géophysique ;
- ❖ L'interprétation de données et choix des sites.

#### a. Etudes préparatoires

C'est la première phase de l'étude géophysique. Elle s'est menée en trois (03) étapes à savoir : la géolocalisation de la zone d'étude, l'étude bibliographique et la collecte des données nécessaires pour l'étude.

La géolocalisation de la zone a permis d'aboutir au choix des sites pour l'implantation d'un forage. En outre, les aspects ont été imposés dans les limites définies par le maître d'ouvrage et des bénéficiaires ;

L'étude bibliographique a été menée pour analyser, à partir des rapports des campagnes précédentes, les conditions les plus favorables pour implanter un ouvrage productif.

La collecte de données s'est effectuée dans les centres de documentation du MAHRH, l'IGB et dans la base de données de l'ingénieur hydrogéologue. Ces données sont entre autres :

- ❖ les informations sur la zone d'étude ;
- ❖ la carte topographique au 1/200 000<sup>ème</sup> ;
- ❖ les photographies aériennes au 1/50 000<sup>ème</sup>.

#### b. Reconnaissance hydrogéologique

Après la prise de contacts avec les personnes ressources, l'hydrogéologue chargé de l'étude s'est attelé à faire:

- ❖ L'étude géomorphologique et la mise en évidence des linéaments par interprétation des photographies aériennes ;
- ❖ La reconnaissance géologique de la zone in situ et à partir des documents en possession ainsi que sa caractérisation ;
- ❖ L'inventaire des autres programmes hydraulique dans la zone d'étude favorable répertoriée sur les photographies aériennes à l'aide d'indices naturels (géologiques, animaux et végétaux) et de la géomorphologie. A partir du tracé des linéaments sur la photographie aérienne, il définit une ou plusieurs plateformes de prospection géophysique. Les profils y sont placés de sorte à recouper perpendiculairement les anomalies supposées. Un schéma de situation des traînés est ensuite élaboré. Ce schéma et les indications données sur la fiche de reconnaissance guideront l'équipe géophysique pour l'exécution du programme. (*voir annexe II*).

#### c. Prospection géophysique électrique

La prospection électrique consiste à étudier les propriétés électriques du sous-sol au moyen de mesures effectuées à la surface .Il a été effectué une exploration horizontale (profils électriques) et une série

d'explorations verticales (sondages électriques) pour cerner le point le plus favorable où implanter le forage. Les méthodes électriques de sondage et de traîné de résistivités qui ont été employés, utilisent le dispositif linéaire Schlumberger à quatre électrodes. Dans ce dispositif les électrodes d'injection (A et B) sont situées aux extrémités de la ligne et les électrodes de potentiel (M et N) au centre. L'injection dans le sol d'un courant continu permet de calculer à partir des mesures d'intensité et de différence de potentiel, la résistivité électrique du sous-sol à la verticale du point central O du dispositif. Pour le cas du CMA, la géométrie suivante a été appliquée :

[AB]= 100m, [MN]=0m, Pas de mesure = 10m.

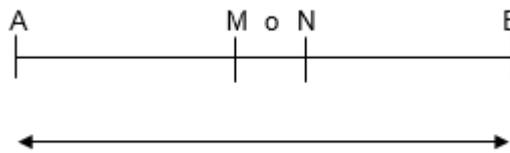


Figure 5 : Dispositif Schlumberger

#### ❖ Profils électriques

La valeur des résistivités apparentes mesurées en chaque point est reportée sur graphique semi logarithmique. Dans les régions de socle cristallin, les zones altérées et fracturées, susceptible d'être aquifères, sont mises généralement en évidence par des anomalies conductrices. (*Voir annexe II* pour la fiche de profils électriques).

#### ❖ Sondages électriques

Autour des anomalies repérées sur le profil de résistivités, une série de sondages électriques sera réalisée afin de mettre en évidence en chacun des points, la coupe géo-électrique du sous-sol. Pour implanter un forage ayant toutes les chances d'être productif. Il convient de rechercher les zones liant à la fois un milieu capacitif, poreux (altérations) suffisamment épais et aquifère. Avec un milieu drainant sous-jacent (socle fracture et altéré). Sur le terrain, les résultats ont été portés sur diagramme bi-logarithmique et interprétés quantitativement.

Un dispositif pluridirectionnel a été exécuté sur le terrain, pour déterminer l'orientation de l'étude. Deux dispositifs de résistivités, parallèles, ont été exécutés, le premier pour recouper les fractures, le second pour confirmer la continuité de celle-ci. Deux autres profils ont été exécutés perpendiculairement à ces fractures permettant de déterminer les nœuds, les zones les plus favorables. L'équipe a réalisé 02 sondages électriques. (*Voir annexe II* pour la fiche de sondages électriques).

#### ❖ Interprétation des données

L'interprétation des mesures des profils électriques a permis de déterminer les deux (2) meilleurs sites pour la foration. Le choix s'est basé sur :

- L'interprétation des anomalies concordantes confirmées par les deux méthodes d'investigations (photographie aérienne et géo-électriques) ;
- L'interprétation des sondages ;
- La comparaison des allures des courbes de sondages avec les sondages d'étalonnage.

Tableau 6 : les résultats des sondages

Site	Ordre de foration	Profondeur des altérations	Profondeurs maximale de sondage	Profondeur des venues d'eau
Sondage2	F1	42 m	70 m	10m 40m 60m
Sondage1	F2	20 m	70 m	40m 60 m

La profondeur des altérations est donnée à titre indicatif. Le fonçage peut être arrêté lorsque le débit sera jugé satisfaisant et la profondeur raisonnable pour le captage des pompes.

#### **IV.4.2. La réalisation du forage.**

##### **a. Méthode de foration utilisée**

La méthode de foration utilisée est celle du marteau fond de trou. Un marteau pneumatique équipé de taillants est fixé à la base d'un train de tiges et animé en percussion par envoi d'air comprimé dans la ligne de sonde. Le fluide de circulation utilisé est l'air, qui, détendu à son passage dans le marteau, acquiert une grande vitesse et remonte dans l'espace annulaire (entre tige et les parois du forage) en entraînant les déblais.

##### **b. Le déroulement de la foration**

La technique du marteau fond de trou s'est particulièrement développée en recherche d'eau dans les terrains durs et fracturés et ce qui est notre cas de figure.

Sur le terrain, la foration s'est déroulée suivant les étapes énumérées ci-dessous :

- ❖ Forer avec une trilame de diamètre 9'7/8 jusqu' à la cote 25.40m correspondant à la fin de l'altération ;
- ❖ Alléger le forage au diamètre 12'5 ;
- ❖ Mettre les raisings de diamètre 250 mm pour consolider les parois ;
- ❖ Changer d'outil de foration lorsqu'on a attend la roche saine par le marteau fond de trou de 6' ;
- ❖ Forer jusqu'à la coté 91.60 m.
- Parallèlement, nous avons :

- ❖ Prélever les échantillons (chaque mètre) en vue d'établir la coupe géologique du forage (**voir annexe II**) ;
- ❖ Noter la granulométrie sur chaque échantillon ;
- ❖ Noter les arrivées d'eau ;
- ❖ Noter la profondeur totale du forage en remontant les tiges ;
- ❖ Noter la vitesse de pénétration de l'outil.

Le débit à la fin de la foration a été de  $4\text{m}^3/\text{h}$ .

Toutes ces informations ont été répertoriées sur la fiche de foration (**voir annexe II**).

### c. **Equipement du forage**

La foration terminée, nous sommes passé à l'équipement du forage. L'équipement technique a pour but de protéger l'ouvrage, permettre son exploitation optimale et éliminer les aquifères nuisibles (Koita, M., 2013. Cours d'ouvrage de captage. Ouagadougou .2iE.) Les différentes étapes de l'équipement technique consiste à la :

- ❖ mise en place du tubage et les crépines ;
- ❖ pose du massif filtrant.

(**Voir annexe II, le schéma montrant comment a été équipé le forage**).

### d. **Développement du forage**

Après son équipement technique, le développement a été réalisé afin d'éliminer le plus possibles d'éléments fins contenus entre les pores des éléments plus grossiers et par conséquent améliorer considérablement la productivité du forage. La technique de développement utilisée a été celui du développement air lift. L'opération a consisté à descendre une ligne d'air dans le tubage et à alterner de façon brutale avec les phases de soufflage créant ainsi des turbulences dans les terrains autour de l'ouvrage de captage qui vont entrainer les fines particules dans le forage avant d'être rejetées à la surface. Le développement a pris fin lorsque l'eau a été dépourvue de sable et a présenté un aspect clair. Il a durée 02h30 heures. Le débit du forage à la fin du développement est de  $5\text{m}^3/\text{h}$ .

### e. **Les essais de pompage**

Nous avons effectué l'essai de pompage par palier intercalé et l'essai de pompage longue durée. L'objectif de l'essai par palier a été de déterminer les caractéristiques du forage. Nous avons effectué trois paliers intercalés d'une heure de remonté. Après avoir déterminé le débit critique, nous avons fixé le débit d'exploitation à  $4\text{m}^3/\text{h}$  et pompé pendant 72h. (voir en annexe II les fiches des essais de pompage) Le tableau ci-dessous présente les caractéristiques du forage.

Tableau 7 : caractéristique du forage

Débit d'exploitation du forage (m <sup>3</sup> /h)	4
niveau dynamique(m)	41
niveau statique(m)	12
rabattement(m)	29
La profondeur du forage(m)	90,6
cote du terrain naturel (m)	334.10

#### f. La qualité de l'eau du forage

Après la réalisation du forage, nous avons prélevé un échantillon de l'eau du forage afin d'effectuer une analyse microbiologique et une analyse de ses paramètres physico-chimiques. Cependant, aucune analyse n'a été fait in situ. Les résultats de l'examen microbiologie (**voir annexe II**) de l'eau du forage montre que cette eau ne comporte aucun coliformes totaux, aucun coliformes fécaux ni streptocoques fécaux. Ainsi nous pouvons dire que cette eau est conforme aux normes de l'OMS sur le plan bactériologie pour les paramètres analysés. D'autre part, les résultats de l'analyse physico-chimique de l'eau du forage révèle que cette eau est conforme à la norme sur le plan physico-chimique. Nous pouvons dire que cette eau est consommable et sera utilisée pour alimenter le Centre Médical de Gourcy.

#### Conclusion

A la suite de série d'études et d'investigations, nous avons obtenu un forage avec un débit d'exploitation de 4m<sup>3</sup>/h dont les paramètres physicochimique correspondent aux normes de l'OMS. Par ailleurs, la demande globale de pointe a été estimée à **45,359 m<sup>3</sup>/j** (**voir tableau 5**). Un forage de **4m<sup>3</sup>/h** (**Voir tableau 7**) pourrait suffire pour alimenter le CMA .Ainsi, on peut passer à la conception et au dimensionnement des différents ouvrages.

### IV.5. CONCEPTION DU SYSTEME D'AEPS DU CMA DE GOURCY

Le schéma général d'une installation de distribution d'eau dépend de plusieurs paramètres tels que :

- ❖ Le type de réseau ;
- ❖ Le tracé ;
- ❖ Le réservoir ;
- ❖ Le mode de distribution ;
- ❖ Le mode d'adduction ;
- ❖ Le choix des matériaux de canalisation du réseau de distribution ;
- ❖ La robinetterie ;
- ❖ La source d'énergie ;

### **IV.5.1. Le type de réseau**

Nous avons choisi un réseau ramifié qui est un réseau construit sous forme d'arbre allant des conduites primaires aux conduites secondaires. Il intègre aussi une borne fontaine, des branchements privés raccordés aux bâtiments du centre, et douze (12) robinets de puisages. L'écoulement s'effectue de l'amont vers l'aval dans les conditions normales de fonctionnement. En effet, nous avons opté pour ce type de tracé car il est adapté aux réseaux de faible densité des points de livraison et une continuité de service peu exigée. Son coût est relativement bas à l'investissement, et cet avantage par rapport au réseau maillé s'estompe avec les désavantages liés aux pertes de charge élevées du système, l'apparition de zones mortes en cas d'arrêt ou de baisse de consommation, la création de grandes zones d'interruption de la fourniture d'eau en cas de défaillance.

### **IV.5.2. Le tracé**

Le tracé du réseau de distribution a été réalisé dans l'optique d'assurer l'accès du réseau aux usagers dans des conditions économiques optimales tout en prévenant les difficultés d'exploitation et d'entretien des différents infrastructures. Ce tracé a été fait selon les principes suivants :

Un fonctionnement hydraulique simple et efficace ;

- ❖ continuité du service en évitant la création de points de faiblesse ou en prévoyant des alternatives en cas de rupture ;
- ❖ optimisation de la longueur du réseau par le choix des allées devant recevoir les conduites ;
- ❖ équipement minimum afin de faciliter la ventouse maîtrise du réseau et son entretien : vannes, vidanges ;
- ❖ Des robinets de puisards sont placés à l'entrée de chaque bâtiment pour faciliter l'entretien de ces derniers ;

Une borne fontaine a été implantée devant le centre afin d'aider la population environnante en cas de coupure d'eau dans la ville

( Mamoud, I., 2002. Alimentation en eau potable. Ecole nationale de Tunis.)

La figure ci-dessous nous présente l'ossature des réseaux d'adduction et de distribution du CMA de Gourcy.



#### **IV.5.5. Le mode de distribution**

Les conduites de distribution sont celles qui assurent le transport de l'eau stockée dans le réservoir vers les foyers. La distribution est entièrement gravitaire. Elle se fait à partir d'un réservoir qui domine hydrauliquement tout le réseau, La pression de service est atteinte ou dépassée sur l'ensemble des zones sans l'intervention d'une machine élévatoire.

#### **IV.5.6. Les conduites**

##### **a. Nature de conduites**

La gamme de tuyaux présente sur le marché est très large de point de vue nature de la matière de fabrication. Les plus utilisés sont:

- ❖ plastique (PVC et PEHD).
- ❖ métallique (tuyau en fonte, acier galvanisé).
- ❖ à base ciment

En revanche, cette diversité a vraiment son importance, qui réside dans les avantages que peut offrir chacun de ces tuyaux, mais en général le choix du type convenable est lié à des facteurs d'ordre technique et économique, comme à titre d'exemple: les conduites en plastique sont reconnues pour leur légèreté, leur souplesse, leur résistance aux fluides agressifs et à la corrosion, leur flexibilité (PEHD), leur raccordement sans soudure (PVC) et par leur petits diamètres. Mais le plus important reste leur coût, contrairement aux conduites métalliques et celles à base ciment dont les diamètres sont plus grands. Dans notre cas, le choix de la conduite est imposé par les prescriptions de l'ONEA qui recommandent des tuyaux en plastique si les diamètres de simulation sont petits. Pour les raisons susmentionnées, on utilisera alors le PVC pour le réseau et le PEHD pour le branchement des abonnés.

##### **b. Propriétés des conduites**

- ❖ Rugosité

La rugosité définit l'état de la surface interne de la conduite. Elle décrit son degré d'aspérité, et peut avoir ou non une unité selon les auteurs qui l'utilisent dans les formules de calcul des pertes de charge. Elle diffère d'un tuyau à l'autre et dépend de la nature de la matière de base et de l'ancienneté de la conduite.

- ❖ Diamètre nominal

L'autre caractéristique est le diamètre nominal ou externe. Chaque type de tuyau a une gamme de diamètre nominal bien précise, parmi lesquels on peut choisir le plus convenable. Les diamètres ont été pris dans le catalogue des conduites « interplast » (*DIN 8062 / ISO 161*).

❖ Pression nominale

C'est l'une des propriétés les plus importantes des tuyaux. Pour les canalisations en plastique, elle correspond à la pression de service admissible, en bar, pour le transport de l'eau à 20°C.

Le choix de la pression nominale convenable se fait en prenant une pression nominale supérieure à la plus haute pression déclarée dans un nœud du réseau.

c. Pertes de charge

❖ . Pertes de charge linéaire

Les pertes de charge linéaire sont dues d'une part, au frottement des filets d'eau en mouvements les uns sur les autres, et d'autre part, à leurs contact avec les parois internes tout au long de la conduite.

Pour les évaluer, on a utilisé la formule de Manning sticker

$$J = \frac{10,29}{Ks^2} * \frac{Q^2}{D^{16/3}} * L$$

(Ouédraogo, B., 2005. Ouvrages constitutifs des systèmes d'AEP: Adductions, 2iE)

❖ Pertes de charge singulière :

Tous les accessoires montés dans le réseau (coudes, vannes, té, cône de réduction,...), les déviations et les changements de diamètre sont à l'origine des pertes de charge singulière. Leur influence n'est plus comparée aux pertes de charge linéaire, et par conséquent on les estime à 10% de celles-ci.

#### IV.5.7. Fontainerie et la robinetterie

Pour le bon fonctionnement du réseau, la mise en place d'appareils de protection est nécessaire. Il s'agit essentiellement :

❖ des robinets vannes qui permettent d'isoler certains tronçons du réseau lors des interventions de maintenance par exemple. Les robinets vannes seront à quart (1/4) de tour en laiton chromé ou en fonte, de diamètre correspondant à la conduite sur laquelle ils seront placés. Tous les robinets vannes enterrés seront placés sous bouches à clé comprenant une tête de bouche à clé, un tube allonge, un tabernacle. L'ensemble sera manœuvré par une clé à béquille. Ils seront de norme NF avec une certification ISO160.

❖ des vidanges qui permettent de vidanger ou de nettoyer le réseau ou une partie du réseau en cas de. Elles sont placées aux points bas et raccordées aux conduites de diamètres 90 mm minimum. Elles seront munies de vanne de vidange et se déverseront un regard conscrit. (**Voir annexe III**)

❖ des clapets anti-retour qui permettent d'empêcher le retour de l'eau dans un sens non désiré. Par exemple, l'eau du réservoir ne doit pas retourner dans le forage évitant ainsi les risques de pollution du forage. Ils seront de norme NF avec une certification ISO160.

#### **IV.5.8. La source d'énergie**

D'après les enquêtes socioéconomiques, il ressort que la ville de Gourcy connaît une série de coupures qui porte atteinte au bon fonctionnement des CMA. C'est la raison pour laquelle nous avons choisi un système d'énergie solaire couplé avec le réseau public SONABEL comme source d'énergie.

L'utilisation de l'énergie solaire est privilégiée par rapport aux autres sources d'énergie pour le pompage de l'eau nécessaire au fonctionnement du CMA du fait de sa disponibilité et de son coût d'exploitation moindre par rapport aux autres sources d'énergie.

### **IV.6. DIMENSIONNEMENT DES EQUIPEMENTS DU SYSTEME D'AEPS DU CMA DE GOURCY**

#### **IV.6.1. Dimensionnement du réseau de distribution du CMA de Gourcy**

Le dimensionnement de réseau s'est fait par la méthode aval amont sur Excel et les résultats du dimensionnement ont été vérifiés à l'aide du logiciel EPANET II.

Le logiciel EPANET est un logiciel de simulation du comportement hydraulique et qualitatif de l'eau dans les réseaux d'eau potable. Un réseau d'eau potable sur ce logiciel se définit par des tuyaux (tronçons), des nœuds (intersection de deux tuyaux et extrémité d'une antenne) mais également d'autres organes (réservoirs, pompes, clapets, différents types de vannes).

##### **a. Le dimensionnement du réseau de distribution par la méthode aval amont**

##### **Calcul du débit de la borne fontaine**

Nous avons prévu une borne fontaine pour la population environnante du CMA.

##### **Les hypothèses de calcul :**

- ❖ Temps de fonctionnement : 12 heures par jour ;
- ❖ Nombre de personnes desservies par borne fontaine : 500 personnes ;
- ❖ Consommation spécifique (Cs) : 20l/j/personne ;
- ❖ Distance maximale à parcourir parcourue pour atteindre une borne fontaine : 500 m .

**Le débit d'une borne fontaine** est donné par la formule suivante:

$$Q_{bf} = \frac{Cs \cdot N_{bf}}{3600 \cdot T_{bf}} = 0,23 \text{ l/s}$$

##### **Avec**

Cs étant la consommation spécifique

T<sub>bf</sub> le temps de fonctionnement d'une borne fontaine

N<sub>bf</sub> : nombre de personnes par borne fontaine

La borne fontaine choisit comporte trois robinets (**voir annexe III pour les plans d'exécution**). Généralement, le débit standard d'un robinet est 0,5l/s donc pour les 03 robinets de la borne fontaine cela fera 1,5l/s. Ce débit est fixé ainsi pour éviter les longues files d'attentes

### Calcul du débit de prélèvement aval

Pour déterminer le débit de prélèvement aval, il suffit de calculer les débits de route qui interagissent sur ce nœud. Le débit en nœud de dessert serait donc la moitié des débits de route qui interagisse sur ce nœud

### Calcul du débit de route

Le débit de route que nous notons  $Q_r$  représente le débit desservi par un tronçon de conduite pendant la distribution.

Pour le déterminer nous considérons que la desserte s'est fait linéairement et proportionnelle à la longueur du tronçon.

Son expression est :

$$q_r = \frac{Q_{ph}}{\sum_1^n L_i} \text{ l/s/ml } \quad Q_{ph}: \text{debit de pointe horaire}$$

$$\sum_1^n L_i : \text{somme des longueurs pour les dessertes}$$

Le débit de route  $Q_r$  est obtenu par la relation suivante :

$$Q_r = q_r * l_i$$

### Calcul de débit réel

C'est la somme du débit aval plus le débit de route.

$$Q_r = q_r + q_{aval}$$

Le tableau ci-dessous présente les résultats des calculs des différents débits.

Tableau 8:Recapilatif des débits

Tronçons	Nœud amont	Nœud aval	Ztn aval	Longueur (m)	Débit route (l/s)	Débit prélevement aval (l/s)
CH-N0	Ch	N0	336,23	15,76	0,0229	0,116
N0-N1	N0	N1	336,86	85,6	0,1244	0,573
N1-BF	N1	BF	336,98	4,89	1,0071	1.5
N1-N2	N1	N2	336,59	9,87	0,0143	0,035
N2-N3	N2	N3	335,25	52,81	0,0767	0,067
N3-N4	N3	N4	334,8	38,8	0,0564	0,067
N4-N8	N4	N8	334,5	82,3	0,1196	0,060
N4-N5	N4	N5	333,537	7,82	0,0114	0,092
N5-N6	N5	N6	333,55	48,18	0,0700	0,069
N6-N7	N6	N7	332,52	46,26	0,0672	0,034
N5-N9	N5	N9	333,73	70	0,1017	0,051
N0-N10	N0	N10	336,76	58,3	0,0847	0,105
N10-N11	N10	N11	334,73	86,77	0,1261	0,074
N11-N12	N11	N12	334,7	15,7	0,0228	0,055
N12-N13	N12	N13	333,35	59,37	0,0863	0,061
N13-N14	N13	N14	333,16	24,32	0,0353	0,064
N14-N15	N14	N15	332,76	63,5	0,0923	0,046
N10-N16	N10	N16	336,75	68,5	0,0995	0,187
N16-N17	N16	N17	332,38	188,31	0,2736	0,137
$\sum_1^n Li$ :La somme des longueurs pour les dessertes				<b>1027,060</b>	<b>2,4922</b>	
$qr = \frac{Qph}{\sum_1^n Li} \text{ l/s/ml}$				<b>0,00145</b>		

### Hypothèses de calcul des conduites:

- ❖ pertes de charge singulière sont estimées à **10%** de celles linéaires.
- ❖ Pression minimale de service **Pmin = 10mCE** conformément au cahier de charge de l'ONEA
- ❖ Choix des diamètres et vérification des vitesses

Les diamètres théoriques des conduites :  $Q = v * \frac{\pi * D^2}{4} \Leftrightarrow Dth = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v}}$

Le diamètre nominal est choisi sous la vérification des conditions de vitesse : **0,3 < V(m/s) < 1,5**

- ❖ Calcul des pertes de charges avec la formule Manning Strickler

$\Delta H \text{ (m)} = 1,1 J * L$

Avec k=120 coefficient de rugosité des canalisations en PVC

Tableau 9:Récapitulatif des résultats du dimensionnement du réseau de distribution du CMA de Gourcy

Tronçons	Longueur (m)	Q (l / s)	Φth (mm)	Φint (mm)	DN	J (m) sur tronçon	Σ J	Nœud aval	ZN Aval (m)	Pression miniale	Zmin imposée (m)	P en Xaval pr max des Zmi	Pression statique	V (m/s)
CH-N0	15,76	3,02	62,0	81,40	90,00	0,07	0,07	N0	336,23	10	346,30	10,83	10,75	<b>0,7</b>
N0-N1	85,6	2,27	53,8	81,40	90,00	0,22	0,29	N1	336,86	10	347,08	10,05	10,12	<b>0,5</b>
N1-N2	9,87	0,53	26,0	57,00	63,00	0,01	0,30	<b>N2</b>	336,59	10	346,60	10,53	10,39	<b>0,2</b>
N2-N3	52,81	0,58	27,2	57,00	63,00	0,06	0,36	N3	335,25	10	345,31	11,82	11,73	<b>0,2</b>
N3-N4	38,8	0,48	24,8	57,00	63,00	0,03	0,39	N4	334,8	10	344,83	12,30	12,18	<b>0,2</b>
N4-N8	82,3	0,24	17,4	57,00	63,00	0,02	0,02	N8	334,5	10	344,52	12,61	12,48	<b>0,1</b>
N4-N5	7,82	0,26	18,3	57,00	63,00	0,00	0,41	N5	333,537	10	343,54	13,59	13,44	<b>0,1</b>
N5-N6	48,18	0,31	19,8	57,00	63,00	0,02	0,43	N6	333,55	10	343,57	13,57	13,43	<b>0,1</b>
N6-N7	46,26	0,13	13,1	57,00	63,00	0,00	0,43	N7	332,52	10	342,52	14,61	14,46	<b>0,1</b>
N5-N9	70	0,20	16,1	57,00	63,00	0,01	0,01	N9	333,73	10	343,74	13,39	13,25	<b>0,1</b>
N0-N10	58,3	0,91	34,0	57,00	63,00	0,16	0,49	N10	336,76	10	346,92	10,21	10,22	<b>0,4</b>
N10-N11	86,77	0,49	24,9	57,00	63,00	0,07	0,52	N11	334,73	10	344,80	12,33	12,25	<b>0,1</b>
N11-N12	15,7	0,26	18,2	57,00	63,00	0,00	0,52	N12	334,7	10	344,70	12,43	12,28	<b>0,1</b>
N12-N13	59,37	0,30	19,5	57,00	63,00	0,02	0,54	N13	333,35	10	343,37	13,76	13,63	<b>0,1</b>
N13-N14	24,32	0,16	14,4	57,00	63,00	0,00	0,54	N14	333,16	10	343,16	13,97	13,82	<b>0,1</b>
N14-N15	63,5	0,18	15,3	57,00	63,00	0,01	0,55	N15	332,76	10	342,77	14,36	14,22	<b>0,1</b>
N10-N16	68,5	0,47	24,5	57,00	63,00	0,05	0,50	N16	336,75	10	346,80	10,33	10,23	<b>0,2</b>

A partir de ce tableau nous pouvons déterminer la hauteur sous radier ( $H_{\text{radier}}$ )

La hauteur sous radier est la différence entre la pression maximale dans la conduite et l'altitude du réservoir.  $H_{radier} = 347,13 - 337,06 = 10,07 \text{ m}$ .

Ainsi nous avons hauteur sous radier de **10m**.

**La pression nominale** doit être supérieure à la pression statique maximale des nœuds dans le réseau. La pression statique maximale est de **18.58 m**. Nous choisissons de prendre une pression nominale 6 bars c'est-à-dire **60 mCE**. Cependant l'ONEA exige une pression minimale de 10 bars pour les conduites de distribution. Ainsi toutes conduites de distributions seront en **PN10**

## **b. Simulation sur EPANET II**

- ❖ Les paramètres d'entrées dans le logiciel

### **La longueur des conduites.**

L'unité de longueur utilisée pour les tuyaux est le mètre. La construction du réseau a été facilitée par le fait qu'il m'a été possible d'importer le réseau à partir d'AutoCad. Et, il a fallu vérifier si les valeurs ont été correctement importées. Le tableau 9 ci-dessous présente les données d'entrée des longueurs des conduites)

### **Diamètres des conduites**

Le second paramètre à introduire est le diamètre interne des tuyaux en mm. Ce paramètre sera saisi dans un premier temps sans précaution car c'est pendant la simulation qu'on va le changer jusqu'à avoir les vitesses et les pressions nécessaires. Cependant nous avons utilisé la formule de **Dth** =

$\sqrt{\frac{4Q}{\pi v}}$  afin de prédimensionner les conduites avant d'insérer dans le logiciel. Le tableau 8 ci-dessous présente les données d'entrée des diamètres des conduites)

### **Rugosité des conduites**

Puisque Nous avons calculé les pertes de charge par la formule de Darcy weisbach, La valeur du coefficient de rugosité retenue pour les conduites en PVC est de 120 à tous les tronçons.

### **Altitude des nœuds**

C'est la première caractéristique à saisir pour un nœud, nous avons pu déterminer ces cotes au sol en se basant sur un fichier Covadis sur lequel on a reporté le levée topographique du site de l'étude. Son unité est le mètre. Le tableau suivant donne les altitudes en m des nœuds. Voir le tableau 8 ci plus bas pour les données d'entrée des altitudes des nœuds)

### **Demande de base des nœuds**

Paramètre propre aux nœuds: il s'agit d'insérer la demande en eau dans chacun d'eux en l/s, en faisant appel au tableau 7.

❖ Simulation hydraulique

Après avoir introduit toutes les données appropriées aux nœuds et aux tronçons, l'étape suivante est la validation du modèle hydraulique, si un message d'erreur s'affiche donc il faut revoir les données d'entrée et s'en assurer, sinon la simulation sera révélée réussie et il ne reste que de changer les diamètres des tuyaux préalablement insérés pour ceux qui sont en dehors de la fourchette des vitesses et pressions.

La figure ci-dessous présente l'ossature du réseau de CMA en mettant en exècre les pressions en chaque nœud et ainsi que les débits au niveau de chaque conduite

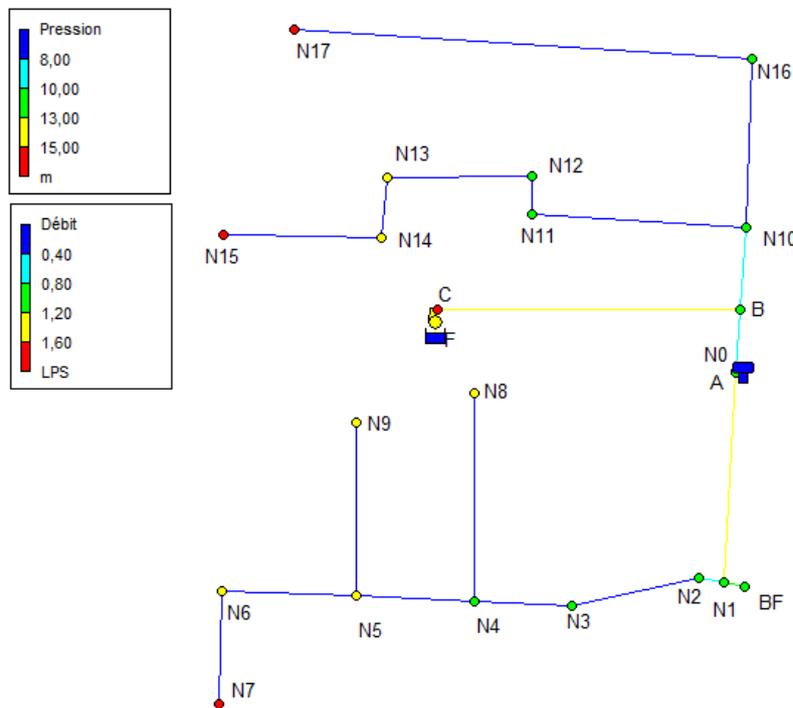


Figure 7: Résultats de la simulation de réseau.

Le tableau ci dessous est un résumé les différents paramètres introduits et ainsi que le résultat de la simulation au niveau de chaque nœud.

Tableau 10 : États des nœuds

Paramètres d'entrée			Résultats de la simulation	
Nœud	altitude (m)	demande de base (l/s)	charge hydraulique (m)	pression (m)
N0	336,903	0,116	347,82	10,92
N1	336,98	0,073	347,62	10,64
N 2	336,643	0,035	347,61	10,97
N 6	332,55	0,036	347,53	14,98
N 10	336,763	0,105	347,65	10,88
N 3	335,245	0,069	347,57	12,33
N 9	333,73	0,051	347,53	13,8
N 515	333,537	0,069	347,54	14
N 11	334,728	0,074	347,61	12,88
N12	334,689	0,055	347,61	12,92
N 13	333,348	0,061	347,6	14,25
N14	333,2	0,064	347,59	14,39
N 15	332,04	0,046	347,59	15,55
N 8	334,482	0,06	347,55	13,07
N 4	334,8	0,067	347,56	12,76
N 7	332,525	0,034	347,53	15,01
N16	336,76	0,187	347,61	10,85
N 17	332,378	0,137	347,6	15,22
N A	336,88	0	348,06	11,18
N c	333,55	0	348,93	15,38
N B	336,7	0	348,14	11,44
BF	336,98	1	347,6	<b>10,62</b>
Château	<b>347,07</b>			

Nous constatons après simulation, la pression minimal est **10,62m** supérieur **10 m** qui la pression minimale de service prescrite par ONEA. D'autre part, la hauteur sous radier sera fixé à la cote **347,06m** c'est-à-dire à 10m du terrain naturel

Le tableau ci dessous présente les différents paramètres introduits et ainsi que le résultat de la simulation au niveau de chaque conduite.

Tableau 11 : États des conduites

Données d'entrée			Résultats de la simulation		
Conduites	Longueur (m)	Diamètre intérieur (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	Perte de Charge (m/km)
N1-N2	9,88	57	0,42	0,16	0,032
N11-N12	15,69	57	0,23	0,09	0,038
N2-N3	51,81	57	0,39	0,15	0,032
N3-N4	38,8	57	0,32	0,12	0,034
N10-N16	68,5	57	0,32	0,13	0,034
N1-BF	4,88	57	1	0,39	0,025
N0-N1	65,6	67,8	1,49	0,41	0,024
N13-N14	24,32	57	0,11	0,04	0,029
chateau-N0	15,51	67,8	2,34	0,65	0,021
N16-N17	188,31	57	0,14	0,05	0,033
N10-N11	86,77	57	0,3	0,12	0,035
N14-N15	63,5	57	0,05	0,02	0,065
N4-N5	100,55	57	0,19	0,07	0,04
N5-N6	48,18	57	0,07	0,03	0,042
N6-N7	46,26	57	0,03	0,01	0,086
N4-N9	82,3	57	0,06	0,02	0,048
N5-N8	70	57	0,05	0,02	0,058
N12-N13	60	57	0,17	0,07	0,04
N0-N10	85,6	67,8	0,73	0,31	0,029
A-ch	1,55	57	1,43	0,56	0,023
B-C	122,07	57	1,43	0,56	0,023
B-A	25,3	57	1,43	0,56	0,023

Nous remarquons que presque toutes les vitesses à l'intérieur des conduites ne respectent pas l'hypothèse  $0,3 < V \text{ (m/s)} < 1,5$ . Ceci est dû au fait qu'il n'a pas beaucoup de prélèvement sur ces rames. Il aurait fallu réduire les diamètres de ces conduites afin que l'hypothèse soit validée les conduites de diamètres DN63 sont les diamètres minimales à prendre pour des primaires et secondaires Raison pour laquelle, nous avons gardé ces diamètres ainsi. Pour le moment, nous risquons d'avoir des dépôts dans les conduites. Et nous suggérons une vidange régulière du réseau, En moyenne une fois par an.

.Les résultats obtenues par partir du logiciel EPANET II sont pratiquement identiques à ceux obtenues sur Excel. Nous pouvons dire que le dimensionnement a été bien effectué.

Notre réseau a une longueur totale de 1247,25m. Ces conduites sont représentées sur le plan de masse de réseau **en annexe III**.

**c. Carnet du réseau de nœuds**

Le carnet de nœud renseigne sur les différents assemblages de pièces au niveau d'un nœud. Il constitue ainsi un élément essentiel dans l'évaluation du devis estimatif d'un tracé de réseau et représente surtout un outil clé ou de repérage lors de l'exécution d'un nœud. Sur le tracé du réseau nous dénombrons 29 nœuds et les 12 robinets (**voir dans l'annexe III**).

**d. Mode de pose des conduites**

Pour des mesures de sécurité et de commodité, les conduites seront toutes enterrées afin d'éviter l'encombrement des voies de communication ou leur écrasement par les charges trop lourdes. Ce qui évitera du coup le réchauffement de l'eau et l'ensoleillement des conduites qui pourrait leur être préjudiciable.

**Précaution de pose:** une couche de sable de 10cm sera posée au fond du trou avant la pose de la conduite.

Les tranchées auront les dimensions suivantes

- ❖ Profondeur minimale de la tranchée  $H_{min} \geq 1m$  et
- ❖ Largeur minimale de la tranchée  $L_{min} \geq 0,4m$

## IV.7. DIMENSIONNEMENT DU REFOULEMENT

❖ **Le choix d'un diamètre de refoulement**

Le choix d'un diamètre de refoulement relève d'un compromis entre, d'une part le souci de réaliser le moins possible d'investissement (petit diamètre) et d'autre part le souci de réduire les charges d'exploitation: une faible HMT engendre moins de charges énergétiques. (cours de Bega Ouédraogo)\_ Trois (03) variantes ont été étudiées afin de déterminer le diamètre nominal des conduites, sous la contrainte de la **condition de vitesses de Flamant** :  $V \leq 0,60+D(m)$

**Bresse** :  $1.5 \cdot Q^{0.5}$  (m<sup>3</sup>/s)

**Bresse modifié** :  $0.8 \cdot Q^{1/3}$  (m<sup>3</sup>/s)

**Munier** :  $(1+0.02n) \cdot Q^{0.5}$  (m<sup>3</sup>/s) avec n = nombre d'heures de pompage par jour

$0,3 < V_{th}(m/s) < 1,5$

$$v = \frac{Di(m/s)^{0.5}}{50}$$

Le nombre d'heure pompage par jour est 8h la durée d'ensoleillement au Burkina Faso

Le débit d'exploitation est **4m<sup>3</sup>/h**

La longueur de la conduite de refoulement est **155,68 m**

Voici consignés dans le tableau ci-dessous les résultats du calcul du diamètre de la conduite de refoulement par les différentes formules citées ci-dessus

Tableau 12 : Résultats des calculs des diamètres de la conduite de refoulement

Diamètres		V	DN	V flamant
D (mm) MUNIER	38,667	0,50	63,00	0,66
D(mm) BRESSE	50,000	0,57	63,00	0,66
D(mm) BRESSE Modifié	82,860	0,73	90,00	0,69

La formule qui respecte la condition de flamant est celle de BRESSE. Avec un diamètre DN63. .  
L'ONEA exige une pression minimale de 16 bars pour les conduites de refoulement. Ainsi la conduite de refoulement sera en **PN16**

#### ❖ Vérification de la résistance des conduites de refoulement au coup de bélier

L'arrêt brusque de pompes en cas de coupure de courant d'énergie accidentelle ou d'une défaillance mécanique peut engendrer dans les conduites une oscillation de pression. Ces variations de pression peuvent être à la base d'un coup de bélier dont les conséquences peuvent être dommageables pour les conduites de refoulement, un déboitement des conduites suite à la rupture et à la détérioration des joints, un endommagement des pompes. Les têtes de forages étant les points les plus sensibles au coup de bélier, les vérifications de risque de coup de bélier se feront en ces points.

Nous allons utiliser la formule d'**Allievi** pour le calcul de la surpression et de la dépression :

$$H_0 \pm a \times \frac{V_0}{g}$$

$H_0$  : pression absolue sur la tête de forage en régime permanent ;

$H_0 = H_{géo} + p_{dc} + P_{atm}$  ;

$P_{atm}$  est la pression exercée au-dessus du réservoir = 1 bar.

Vo : vitesse de l'eau dans le tuyau en régime permanent ;

g: accélération de la pesanteur = 9,8 m/s<sup>2</sup>

a : la célérité des ondes, donnée par la formule suivante :

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + Kx \frac{D_{int}}{e}}} \quad e = \text{épaisseur de la canalisation} = 0,5 * (DN - D_{int})$$

D<sub>int</sub> = diamètre intérieur

K = 33 pour le PVC

Il y a risque de coup de bélier lorsque la pression absolue de calcul dans la conduite en régime transitoire est supérieure à la pression maximale admissible de la conduite :  $H + \Delta h \geq PMA$ , où  $PMA = PN$

H=pression statistique= altitude trop plein dans le réservoir-altitude du forage=16.87m

Tableau 13:Calcul de la suppression dans la conduite de refoulement

tronçon	DN (m)	épaisseur(m)	k (PVC)	a (m/s)	U (m/s)	Δh(m)	H	H+Δh(m)	PN(m)
refoulement	0,570	0,060	33	520,48	0,25	13,0417	16,87	<b>29,91</b>	<b>160</b>

On remarque que la valeur de la surpression est inférieure à la pression de service des canalisations qui est de 160 mCE (16 bars). Un dispositif anti bélier n'est donc pas nécessaire sur le réseau de refoulement.

### Conclusion

Le réseau qui devra desservir le CMA de Gourcy fonctionnera de manière gravitaire. Il sera alimenté par le réservoir d'une hauteur sous radier de 10m. Le réseau de transfert et d'adduction est constitué de conduites en PVC PN6 de diamètres répartis comme suit :

Tableau 14:Récapitulatif des conduites du réseau

	Ø 75 mm	Ø 63 mm	Total (ml)
Refoulement (ml)		155,68	155,68
Distribution (ml)	145,45	550,54	695,99
Longueur totale (ml)	<b>145,45</b>	<b>706,22</b>	<b>695,99</b>

On pourra voir sur le plan de masse en annexe II la position de chaque nœud du réseau ainsi que les différents des conduites. Les ventouses, vidanges et les différentes vannes seront répertoriées sur les profils en long (**voir annexe III**).

## IV.8. DIMENSIONNEMENT DU CHATEAU D'EAU

### IV.8.1. Détermination de la capacité du réservoir

Pour jouer convenablement son rôle, le réservoir doit être de capacité suffisante. L'évolution de cette capacité est effectuée en tenant compte de la variation de la demande.

Afin d'alléger les coûts d'exploitation, nous fixons la durée quotidienne du pompage à 08 heures par jour. Il faut alors déterminer l'heure optimale de démarrage des pompes de façons à minimiser les capacités de stockage.

A partir de ce raisonnement, nous déduisons le volume utile du réservoir d'eau qui est donné par l'expression suivante :

#### ❖ Hypothèses

demande journalière de pointe (Djp)	<b>45,3588</b> m <sup>3</sup> /j
Temps pompage (Tpomp)	<b>8</b> h/j
Qpompe/entran réservoir (Djp/Tpomp)	<b>5,67</b> m <sup>3</sup> /h
temps distribution (Tdistribu)	<b>24</b> H
Qdistribué/sortan reservoir (Djp/Tdistribu)	<b>1,89</b> m <sup>3</sup> /h

Les répartitions prévisionnelles de consommations sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 15:Les répartitions prévisionnelles de consommations

période	durée	coefficient de consommation de la période	consommation= Cch*Qsortant
<b>8h-11h</b>	3	3	5,670
<b>11h-14h</b>	3	1,5	2,835
<b>14h-16h</b>	2	1,05	1,984

Les résultats de calcul du dimensionnement du réservoir sont consignés dans le tableau suivant :

Tableau 16: Récapitulatif de la capacité utile

Période	8h-11h	11h-14h	14h-16h
<b>Durée</b>	3,000	3,000	2,000
<b>Q pompé/entrant (m<sup>3</sup>/h)</b>	<b>5,670</b>	<b>5,670</b>	<b>5,670</b>
<b>V pompé/entrant (m<sup>3</sup>)</b>	17,010	17,010	11,340
<b>Vpompe cumulé (m<sup>3</sup>)</b>	17,010	34,019	45,359
<b>Q distribué= Cch*Qsortant (m<sup>3</sup>/h)</b>	5,670	2,835	1,984
<b>V ditribué= Qdistri*Tdistri (m<sup>3</sup>)</b>	17,010	8,505	3,969
<b>Vd cumulé sortan reser</b>	17,010	25,514	29,483
<b>Vpc-Vdc</b>	<b>0,000</b>	8,505	<b>15,876</b>

La capacité utile du réservoir sera de  $15.876+0.00=15.876 \text{ m}^3$

Compte tenu des capacités de réservoirs disponibles sur le marché, on prendra un réservoir de capacité de **20m<sup>3</sup>**.

#### **IV.8.2. Détermination du diamètre du réservoir**

Prenons une hauteur de la tranche d'eau dans le réservoir  $h = 3.5 \text{ m}$  Le volume du réservoir  $V = S \times h$  ; avec  $S =$  surface de base du réservoir. Notre réservoir étant de forme cylindrique, on a :

$$V = \frac{\pi * D^2 * h}{4}$$

Les dimensions du réservoir seront :

Hauteur **H=4.3 m** et Diamètre **D=3m**.

#### **IV.8.3. Equipement du château d'eau**

##### **❖ Conduite d'arrivée (adduction)**

L'arrivée de l'eau dans le château d'eau par averse en chute libre, provoque une oxygénation de l'eau, ce qui peut être favorable aux eaux souterraines, ordinairement pauvres en oxygène dissous.

##### **❖ Conduite de départ (distribution)**

Le départ de la conduite de distribution s'effectue de 0,15 à 0,20 m au-dessus du radier, et doit être muni d'une crépine en vue d'éviter l'introduction ; dans la distribution des boues ou des sables qui peuvent se déposer dans la cuve.

##### **❖ Conduite de vidange**

Elle permet de vidanger le château d'eau en vue de nettoyage ou de réparation. Cette conduite partira au point bas du château d'eau. Elle sera munie d'un robinet vanne et sera raccordée à la conduite de trop plein.

##### **❖ Conduite de trop plein**

Cette conduite permet d'évacuer l'excès d'eau arrivant au château d'eau, ce qui permet d'éviter que le niveau maximal soit atteint dans le château d'eau. La conduite de trop plein ne comportera pas de robinet sur son parcours ; sa section transversale sera disposée selon un plan horizontal situé à une distance  $h$  au-dessus du niveau maximal.

##### **❖ Conduite by-pass**

Ce tronçon de conduite relie les conduites d'alimentation (arrivée) et de distribution (départ) ; il fait circuler l'eau sans le faire passer au château d'eau ; permettant d'isoler le château d'eau en cas de besoin de nettoyage de la cuve château d'eau ou réparation du château d'eau.

(Voir annexe III pour le plan d'exécution du château.)

#### **IV.8.4. Traitement au chlore**

Les résultats d'analyse d'eau du forage du CMA de Gourcy relève qu'elle est bonne qualité, cependant pour le renforcement de cette qualité dans le réseau, il est introduit dans la cuve du château d'eau des pastilles de chlore au moyen d'un diffuseur lent. Ce diffuseur libère du chlore rémanent dans l'eau contenue dans la cuve et cette rémanence persiste jusque dans la canalisation garantissant ainsi une protection qualitative de l'eau jusqu'à sa livraison aux usagers.

Le rapport d'exploitation de l'ONEA (Mai 2015) donne un taux de chloration moyen de 2,2 g/m. Nous conserverons ce taux 2,2g/m pour la production moyenne annuelle.

#### **Vérification du temps de séjour des pastilles de chlore**

Temps de séjour minimum : il faut au moins 2h pour que le chlore désinfecte efficacement. Cette contrainte impose capacité totale de la cuve (CT) / débit de pointe horaire (Qd) > 2h, où  $Qd = 4,7 \text{ m}^3/\text{h}$  :  $CT / Qd = 4.3\text{h} > 2\text{h}$  ; la contrainte est bien vérifiée.

Temps de séjour maximum : l'eau ne doit pas rester dans le réservoir pendant plus de 2 jours au risque de voir le chlore perdre son efficacité. Cette contrainte impose Capacité totale de la cuve / (demande journalière de pointe) < 2 jr.

Capacité totale de la cuve / (demande journalière de pointe) =  $20/25.83 = 0,77\text{jr} < 2\text{jr}$ . condition vérifiée

Somme toute, le réservoir a été dimensionné pour de la demande journalière de pointe et adéquation avec les pressions sur le réseau. Les caractéristiques de notre réservoir sont :

- ❖ Le réservoir sera métallique et de capacité 20 m<sup>3</sup> ;
- ❖ Une conduite de distribution en PVC DN63 PN16 ;
- ❖ Cote terrain naturel : 337,06 m ;
- ❖ Hauteur du réservoir : 10 m ;
- ❖ D'où Cote du radier : 347,06 m ;
- ❖ Diamètre D=3 m ;
- ❖ Hauteur de la cuve 4,3 m ;
- ❖ Cote de déversement (trop plein) 351,36 m.

## IV.9. DIMENSIONNEMENT DE LA STATION DE POMPAGE SOLAIRE

La source d'énergie choisit pour alimenter la pompe est l'énergie solaire photovoltaïque. Cette énergie devra couvrir les besoins journaliers à 100% sans intervention d'une autre source d'énergie. Cependant, nous allons le coupler au réseau de la SONABEL. Le couplage au réseau de la SONABEL a pour objectif de venir en secours à la station solaire les jours d'ensoleillement faible, les jours de forte demande en eau ou encore en cas de panne d'un élément de la station solaire.

La figure ci-dessous nous présente le principe de fonctionnement d'une station avec une pompe AC.

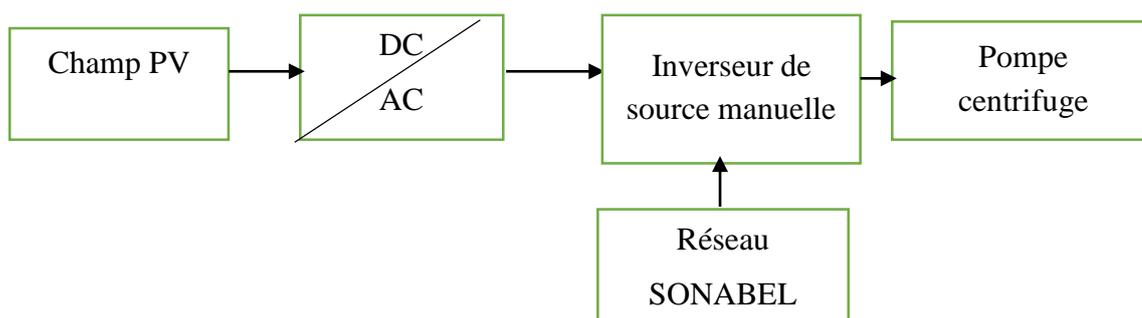


Figure 8: Schéma synoptique

Ainsi la station solaire sera constituée des différents éléments ci-dessous :

- ❖ Panneaux photovoltaïques ;
- ❖ Un onduleur ;
- ❖ Un inverseur manuel
- ❖ Un coffret de commande et accessoires de protection pour la motopompe ;
- ❖ Les accessoires pour le câblage.

Le dimensionnement des équipements de station solaire nécessite les données ci-après :

- ❖ Estimation des besoins journaliers en eau
- ❖ Estimation de l'ensoleillement
- ❖ Hauteur Manométrique Totale (HMT)
- ❖ Choix de la pompe
- ❖ Choix de l'onduleur de pompage
- ❖ Dimensionnement du champ photovoltaïque
- ❖ Choix des plaques solaires

### IV.9.1. Estimation des besoins journaliers en eau

Les besoins journaliers ont été évalués dans la partie 2. Ils sont estimés à **45,359 m<sup>3</sup>/j.** cependant la capacité de notre réservoir est de **20 m<sup>3</sup>/j.**

### IV.9.2. Estimation de l'insolation

Nous pouvons voir sur la carte ci-dessus que l'insolation moyen dans la commune de Gourcy est **E<sub>i</sub> = 5,78 kWh/m<sup>2</sup>/j**

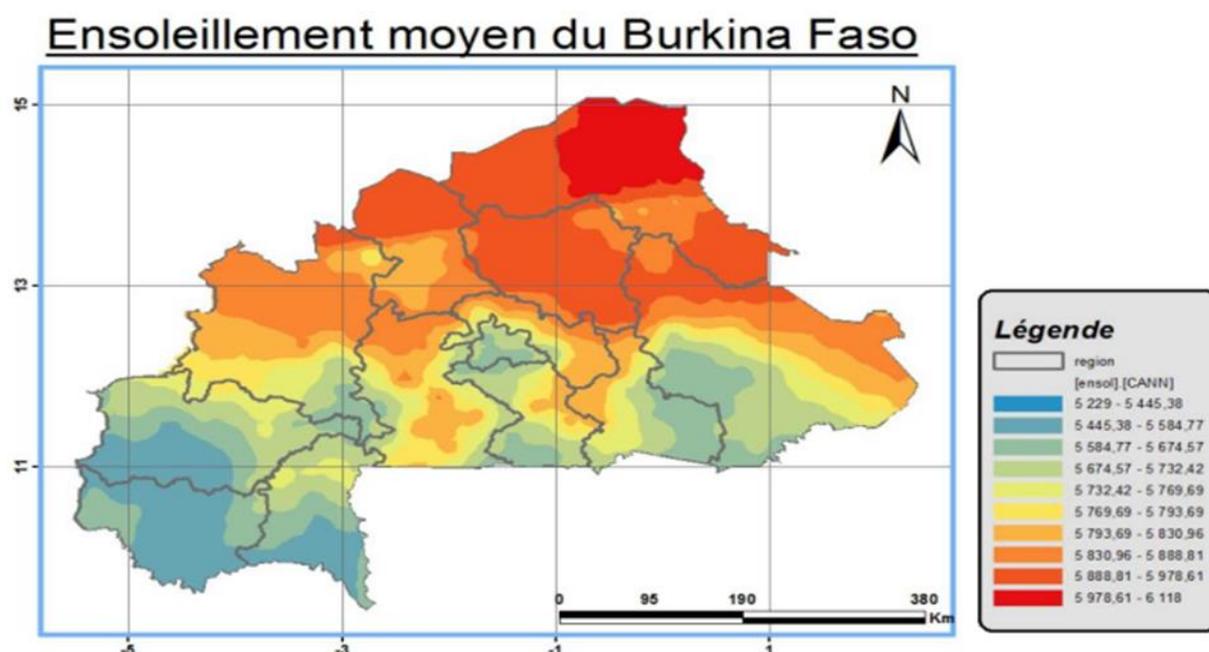


Figure 9 : La carte de l'insolation du Burkina

Source : NASA, 2015

### IV.9.3. Le choix de la pompe

Le choix de pompe s'est porté sur les pompes immergées du catalogue de la marque GRUNDFOS à partir de la HMT requise et du débit recherché pour le pompage.

#### a. Calcul de la HMT

Pompe immergée :  $HMT = H_{géo} + \Delta H$

HMT : hauteur manométrique totale

H<sub>géo</sub> = hauteur géométrique est la différence de cote entre le niveau dynamique et la cote de refoulement au niveau du réservoir

$\Delta H$  : perte de charge dans la conduite d'adduction (les pertes de charge linéaires sont majorées de 10% pour intégrer celles singulières) calculée à partir de la formule de Manning Strickler

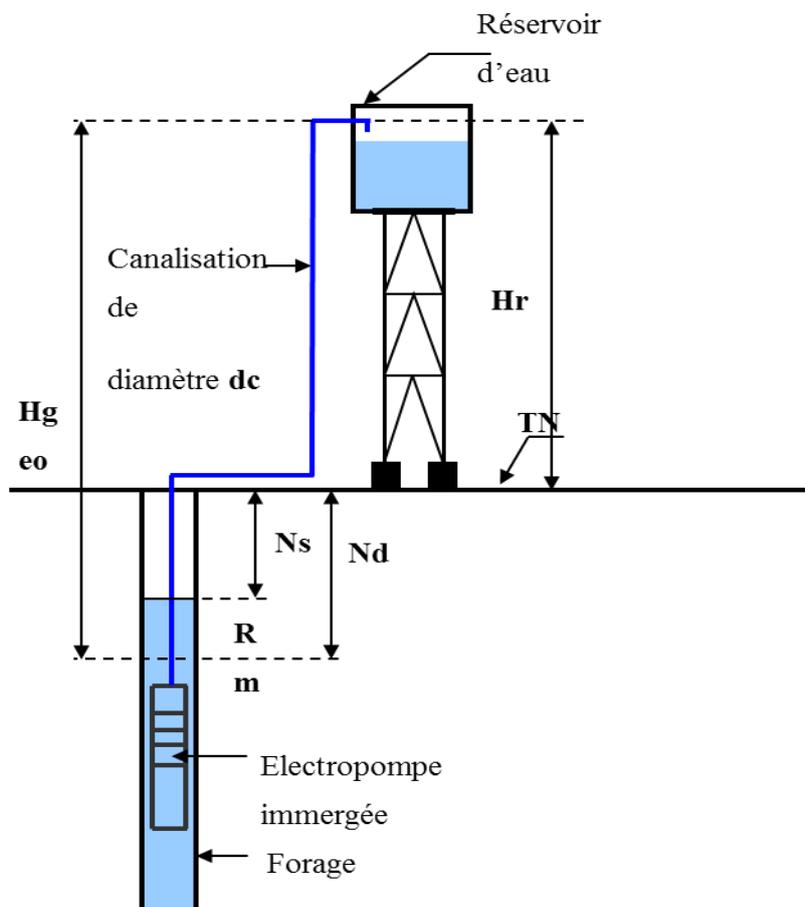


Figure 10 : Calcul de la HMT

**Données**

Hauteur d'eau dans le réservoir est **3,9 m**

Hauteur sous radier **10m**

Pertes charges totales calculés à partir de la formule de Manning Strickler est **0.93m**

Le niveau dynamique est **41,84 m** (voir fiche de d'essai de pompage à l'annexe II)

PVC hors sol=**0.63m**

**$HMT = H_{géo} + \Delta H = ND + Hr = 41.84 - 0.63 + 10 + 3.9 = 55,11 \text{ m}$**

**b. Choix des pompes**

La pompe choisie en fonction du débit pompé et de la HMT dans le catalogue des pompes immergées pour forages GRUNDFOS : SP3A-22N de moteur de Ms 402. (Voir annexe IV pour la fiche technique de la pompe).

#### IV.9.4. Choix de l'onduleur

La puissance de l'onduleur est choisie en fonction de la puissance absorbée du moteur de la pompe. On tiendra compte de la puissance d'appel des moteurs qui est environ 3 fois la puissance nominale absorbée.

$$P_{ond} \geq \frac{3 \times P_u}{R_{moteur}} = 3.81 \text{ kW}$$

$P_{ond}$  puissance de l'onduleur

$P_u$  puissance utile de la pompe

$R_{ond}$  rendement du moteur

Ainsi nous avons choisi un onduleur photovoltaïque de 5 kW de la marque **SANUPSP61A** dont les caractéristiques sont les suivantes

Tableau 17:Caractéristiques l'onduleur

	Unité	Valeurs
<b>ENTREE</b>		
Tension nominale d'entrée	[Vdc]	360
Plage d'entrée admissible	[Vdc]	150 à 450
Plage d'entrée de fonctionnement	[Vdc]	120 à 520
<b>SORTIE</b>		
Tension nominale par phase	[Vac]	230
Fréquence de sortie maximale	[Hz]	60
Fréquence de sortie minimale	[Hz]	6
Puissance nominale maximale	[kW]	5.
Rendement	[%]	> 96

#### IV.9.5. Dimensionnement du champ photovoltaïque

Le dimensionnement champ solaire ne saurait se faire sans au préalable avoir fait un choix des types de module à utiliser pour le dimensionnement.

##### a. Les différents types de cellules photovoltaïques

Il existe plusieurs types de cellules photovoltaïques à savoir :

##### ❖ Les cellules photovoltaïques de silicium monocristallin

Ce sont les cellules qui présentent le meilleur rendement : il atteint Jusqu'à 20%. Par contre, c'est la technologie la plus chère, et qui présente peu de flexibilité d'irradiation. C'est-à-dire que son

rendement est très bon en cas de bonne irradiation, lorsque le temps est clair, mais par contre beaucoup moins bon en cas de ciel nuageux.

#### ❖ Les cellules photovoltaïques de silicium polycristallin

La grande majorité des panneaux installés sont de technologie polycristalline. Les panneaux ont une bonne durée de vie : entre 25 et 30 ans comme ceux de technologie monocristalline. Les panneaux polycristallins possèdent un bon rendement de 12 à 16%, et sont moins coûteux que les monocristallins. Ils ont un rendement meilleur sous faible ensoleillement.

#### ❖ Les cellules photovoltaïques de silicium amorphe

Ces cellules ont un rendement nettement moins bon que les précédentes technologies, de l'ordre de 7 à 8 %, et ont une durée de vie moyenne de l'ordre de 10 ans. Par contre, cette technologie permet de réaliser des panneaux souples, qui permettent une installation simplifiée, principalement sur de grandes surfaces comme les toitures de bâtiments industriels.

#### ❖ Les cellules photovoltaïques en couche mince de Cadmium Tellurium

Ces cellules ne sont pas réalisées à base de silicium mais à base de CdTe. Ces panneaux ont une durée de vie enviable à celle des polycristallins et possèdent un rendement de 10 à 12%. Leur avantage est qu'ils possèdent une bonne résistance à la température et sont plus efficaces avec un rayonnement diffus que les panneaux cristallins. Le développement de cette technologie est limité par la toxicité des produits utilisés.

### **b. Les autres critères de choix**

Le premier critère est de choisir un panneau photovoltaïque de bonne qualité, et qui soit certifié. En effet, l'investissement d'un panneau est rentable seulement si le matériel dure au moins 20 ans. Il existe divers systèmes de garanties. Le coût du panneau solaire est un autre critère tout aussi important, qui diffère beaucoup selon la technologie choisie.

En fonction de la surface nécessaire, pour couvrir ses besoins en énergie et du type d'installation choisi, le choix de la technologie sera différent. Il convient de bien étudier le climat du lieu d'installation. Il est moins rentable d'investir dans des panneaux monocristallins si le climat est majoritairement nuageux, que dans des panneaux affichant un rendement inférieur mais se comportant bien mieux avec ce type de climat. Plusieurs calculs sont nécessaires afin d'évaluer au mieux le critère rendement (et donc production d'électricité) et le prix du panneau.

**c. Comparaison des certaines marques de modules PV**

Tableau 18: Comparaison des caractéristiques techniques des modules solaires

	<b>KYOCERA /KD 250 GH-4YB2</b>	<b>AUVERSUN/ AWM 250 MONO</b>	<b>SOLARWORLD /SW250 POLY</b>
<b>Type de cellules</b>	Polycristalline	Monocristalin	Polycristalline
<b>Puissance maxi P<sub>max</sub></b>	250 Wc	250 Wc	250 Wc
<b>Tension maxi V<sub>mp</sub></b>	29,8 V	29,8 V	30,5 V
<b>Tension de circuit ouvert V<sub>co</sub></b>	36,9 V	30,64	37,6 V
<b>Courant maxi I<sub>mp</sub></b>	8,39 A	8,25 A	8,27 A
<b>Courant de court circuit I<sub>cc</sub></b>	9,09 A	8,2A	8,81 A
<b>Longueur</b>	116,16 Cm	116,16 Cm	167,5 Cm
<b>Largeur</b>	99,06 Cm	99,06 Cm	100,1 Cm
<b>Epaisseur</b>	4,59 Cm	4,59 Cm	3,1 Cm
<b>Poids</b>	20 Kg	20,5 Kg	21,2 Kg
<b>Prix</b>	<b>157 650 FCFA</b>	<b>200 000 FCFA</b>	<b>110 000 FCFA</b>

Toutes ces données sont prises dans les conditions de test standard (STC : 1000 W/m<sup>2</sup>, à 25°C, avec un spectre solaire à AM 1.5).

Vue les critères de choix citées ci-dessus ; on a choisi le module **SOLARWORLD /SW250 POLY** par la suite des calculs. Il constitue dans la plupart des projets le meilleur compromis qualité/ cout Sa fiche technique est représentée en annexe IV.

**d. Dimensionnement des modules**

➤ **Détermination de la puissance minimale du générateur photovoltaïque.**

Elle est donnée par la formule suivante :

$$P_c = 2,725 \cdot 10^{-3} \frac{Q_j \cdot H_{mt}}{K_p \cdot E_i \cdot R_{ond} \cdot R_{mp}} \quad (P_c \text{ en kWc, } E_i \text{ en kWh/m}^2 \cdot j)$$

Avec

Q<sub>j</sub>=25,11 : Besoin journalier en eau (m<sup>3</sup>/j) ;

Rond=96 : Rendement de l'onduleur (%) ;

R<sub>mp</sub> =55% : Rendement du groupe motopompe (%) ;

H<sub>mt</sub>=55,11 : Hauteur manométrique totale (m) ;

E<sub>i</sub>=5,78 : Rayonnement total journalier moyen mensuel (kWh/m<sup>2</sup>.j) ;

Le coefficient de productivité du système photovoltaïque K<sub>p</sub>=0.5

Pour les applications en sites isolés en climat chaud,  $K_p$ , coefficient de productivité du générateur est typiquement comprise entre 0,5 et 0,55 (cours de pompage photovoltaïque *Dr. Harinaivo A. ANDRIANISA, 2015*).

Ainsi on obtient une puissance crête  **$P_c=2,01 \text{ kWc}$**

#### ❖ Détermination du nombre de module

Le nombre de module en série dépend de la tension d'entrée de l'onduleur et de la tension nominale des modules à utiliser à  $P_{max}$

$$N_{MS} = \frac{\text{Max tension de fonctionnement onduleur}}{\text{Tension max d'un module}} = \frac{500}{30.5} = 14.75 \text{ On retient } NMS = 15$$

Vérifications :

- Tension en circuit ouvert :  $15 \times 30.6 = 458.4 \text{ V} < \text{Tension max admissible onduleur (500V)}$ , le nombre NMS = 15 est définitivement arrêté.

$$N_{BP} = \frac{P_c}{N_{MS} \times \text{Puissance d'un module}} = 0,62 \text{ On retient } NBP = 1$$

La puissance installée est :  $15 \times 250 = 3,750 \text{ kWc}$

#### ❖ Choix des équipements de protection de la station solaire

Afin d'assurer un pompage optimale au fil du soleil, certains équipements de protection sont nécessaires. Ces éléments seront câblés et mis dans un coffret électrique. Nous pouvons citer :

- Le disjoncteur général de coupure ;
- Un parafoudre protégé avec un disjoncteur ;
- Un inverseur manuel ;
- Disjoncteur pour motopompe ;
- Un disjoncteur pour réseau Sonabel ;
- Neutre à la terre.

La station solaire sera composée de 15 modules de puissance de 250 Wc connecté à une pompe électrique de la marque gundfos par l'intermédiaire d'un onduleur photovoltaïque de puissance nominale de 5 kW. Le réseau électrique de la sonabel sera connecté à la station par l'intermédiaire d'un inverseur de source manuel.

Les panneaux solaires seront installés sur un support fixe. L'onduleur et les coffrets devront être installés dans le local technique.

## IV.10. PROPOSITION D'UN SYSTEME DE GESTION

Sur la base des dispositions suscitées, les collectivités territoriales ont le droit de gérer le service public de l'eau et de l'assainissement, soit en régie ou gestion directe, soit par délégation.

### **La gestion directe**

La régie ou gestion directe est le procédé de gestion du service public qui consiste pour l'Etat ou une collectivité territoriale à l'exploiter directement. Dans la gestion directe ou régie du service public de l'eau, la collectivité territoriale gère l'ouvrage soit à l'aide de ses propres services, soit par l'intermédiaire d'un organe autonome qui en est son émanation à travers les mécanismes juridiques.

### **La gestion déléguée**

La gestion déléguée regroupe l'ensemble des modes de gestion par lesquels l'Etat ou la collectivité territoriale confie la gestion du service public à un tiers notamment privé, doté de la personnalité juridique, gérant le service public avec plus ou moins d'autonomie, mais dans tous les cas, sous le contrôle de la collectivité. En matière de délégation de service public de l'eau, les communes définissent les grands objectifs du Service de l'Eau, ses règles d'exécution, le mode de mise en concurrence, le contrôle des performances; fixent les normes de qualité et de protection de l'environnement et les tarifs du service de l'eau. L'opérateur privé apporte les savoir-faire technique et managérial et s'engage par contrat à atteindre des résultats vérifiables en termes de qualité du service, d'extension de la zone de desserte ou de programme d'investissement. La gestion déléguée est une forme de partenariat entre une collectivité territoriale et une personne de droit privé. On distingue les modes de gestion déléguée aux risques de l'autorité délégante et les modes de gestion déléguée aux risques du délégataire. (document cadre de gestion du service public de l'eau en milieu rural et semi-urbain)

### **Choix du mode de gestion**

Après analyse des différents modes de gestion, le régie financière semble le mieux indiqué au CMA de Gourcy. En effet, Ce mode de gestion ne dispose pas de personnalité morale et ne se distingue pas de la collectivité territoriale qui l'a créée. Son autonomie financière se caractérise par un budget particulier appelé « budget annexe », qui est joint au budget principal de la commune. Le budget annexe est soumis à la règle de l'équilibre financier. Ainsi les intervenants dans ce mode de gestion sont ;

#### **❖ Le ministère de la santé**

Le ministère de la santé assurera les fonctions de régulation, la mise en cohérence des politiques, législations et réglementations, transfert de compétences et met en place des mesures

d'accompagnement, le suivi et contrôle de la qualité de l'eau destinée à la consommation des populations.

#### ❖ **La CMA de Gourcy**

Le CMA de Gourcy représenté par le MCD. Il sera chargé de mettre en place et de sélectionner un comité de gestion qui assurera leur fonction de maîtrise d'ouvrage. Ces acteurs auront pour principales responsabilités :

- d'assurer la maîtrise d'ouvrage ;
- de gérer les AEPS de façon durable;
- d'assurer le renouvellement des équipements;
- de veiller au bon déroulement du service de l'eau.

Il se charge également de la délégation de l'exploitant de la borne fontaines au service de la gestion de l'eau au niveau de l'AEPS.

#### ❖ **Le Comité de Gestion**

Il assure les responsabilités de production et la distribution de l'eau aux usagers. Il assure également la gestion financière du système c'est à dire recouvrement du prix de l'eau, exécution des achats et paiements du personnel et des prestataires ainsi que l'établissement de bilans de gestion. Il sera responsable de la propreté, de l'hygiène et des conditions de distribution de l'eau aux points d'eau lui correspondant. Il assure aussi le suivi général des installations de contrôle et d'inspection.

## IV.11. EVALUATION DU COUT DE REALISATION DU PROJET

Nous avons réalisé un devis estimatif du système AEPS du CMA de Gourcy que nous proposons dans le tableau ci- bas. Il comporte six parties.

Tableau 19: Devis estimatif

DEVIS ESTIMATIF					
N°	DESIGNATION	Unit é	Quant ité	Prix unitaire (FCFA)	Montant total (FCFA)
<b>I INSTALLATION DE CHANTIER - FRAIS GENERAUX</b>					
I.1	Installation et repli de chantier	FF	1	850 000	850 000
I.2	Etudes techniques d'exécution (plans d'exécution des ouvrages)	FF	1	250 000	250 000
<b>TOTAL I</b>					<b>1 100 000</b>
<b>II FOURNITURE ET POSE DES EQUIPEMENTS DE PRODUCTION</b>					
<b>II.1 Ouvrage de captage</b>					
II.1.1	implantation géophysique de forage	FF	1	300 000	300 000
II.1.2	Exécution de forage diamètre minimal 6'	U	1	500 000	500 000
II.1.3	Développement des forages	FF	1	300 000	300 000
II.1.4	Pompage d'essai (par palier, longue durée)	FF	1	1 000 000	1 000 000
II.1.5	Analyse de l'eau (chimique et bactériologique)	FF	1	100 000	100 000
II.1.6	Construction de la tête de forage	FF	1	100 000	100 000
<b>TOTAL II</b>					<b>2 300 000</b>
<b>III STATION DE POMPAGE SOLAIRE</b>					
III.1	Fourniture et pose des équipements aériens en tête de forage	ENS	1	800 000	800 000
III.2	Raccordement à la colonne d'alimentation du réservoir (fourniture et pose)	FF	1	50 000	50 000
III.3	Aménagement de terrain, construction de l'abri et clôture grillagée	FF	1	500 000	500 000
III.4	Fourniture et pose d'un preostoat pour avertissement de la surpression	u	1	500 000	500 000
III.5	Fourniture et installation de panneaux solaires de 250 w	U	15	150 000	2 250 000
III.6	Câblage du champ pose des câbles et boites dérivation, fournitures et pose d'un converser onduleur d'un régulateur de tension, un interrupteur, un coffret de commande	ens	1	400 000	400 000
III.7	inverseur manuel de source solaire /la SONABEL	FF	1	100 000	100 000
III.8	Fourniture et pose de système de protection des installations	ENS	1	800 000	800 000
<b>TOTAL III</b>					<b>10 000 000</b>
<b>IV CONSTRUCTION ET EQUIPEMENT DE CHÂTEAU D'EAU</b>					
IV.1	analyse du sol pour la fondation du château	FF	1	550 000	550 000
IV.2	Etudes géotechniques pour fondation du château d'eau	FF	1	250 000	250 000
IV.3	Construction et montage de château de 20 m <sup>3</sup> , hauteur sous radier 1 8m	U	1	12 000 000	12 000 000
IV.4	Fourniture et pose de tuyaux et raccords de la colonne d'alimentation	FF	1	150 000	150 000
IV.5	Fourniture et pose de tuyaux et raccords de la colonne de distribution	FF	1	100 000	100 000

IV.6	Fourniture et pose d'accessoires de by-pass et vidange	FF	1	600 000	600 000
IV.7	Fourniture et pose d'un système de chloration (diffuseur, pastilles aux dérivés chlorés)	U	1	500 000	500 000
IV.8	Fourniture et pose de matériel de comptage et divers	FF	1	60 000	60 000
	<b>TOTAL IV</b>				<b>14 210 000</b>
<b>V</b>	<b>FOURNITURE ET POSE DES EQUIPEMENTS DE DISTRIBUTION</b>				
<b>IV.1</b>	<b>Fourniture et pose de conduites y compris toutes sujétions</b>				
V.1.1	Conduite en PEHD DN 16	ml	153,6	1 000	153 600
V.1.2	Conduite en PVC 75 PN 10	ml	145,5	3 500	509 250
V.1.3	Conduite en PVC 63 PN 10	ml	792,47	2 500	1 981 175
V.1.4	Conduite en PVC 63 PN 16	ml	155,68	3 000	467 040
<b>V.2</b>	<b>Fourniture et pose de pièces spéciales et accessoires en PVC</b>				
V.2.1	Bouchon DE 32	U	10	6 000	60 000
V.2.2	Bouchon DE 63	U	5	14 000	70 000
V.2.3	Cône à emboîtement 63/32	U	10	44 000	440 000
V.2.4	Cône à emboîtement 75/63	U	4	76 000	304 000
V.2.5	Coude 1/4 à emboîtement DE 63 ou 50	U	6	6 000	36 000
V.2.6	Coude 1/4 à emboîtement DE 75	U	1	6 500	6 500
V.2.7	Coude 1/16 à emboîtement DE 63	U	2	64 000	128 000
V.2.8	Té égal à emboîtement 63/63/63	U	1	12 000	12 000
V.2.9	Té égal à emboîtement 75/75/75	U	3	40 000	120 000
V.2.1 0	Adaptateur à brides 75	U	6	25 000	150 000
V.2.1 1	Adaptateur à brides 63	U	5	20 000	100 000
<b>V.3</b>	<b>Accessoires sur réseau: robinets vannes, ventouses et vidanges</b>				
V.3.1	Robinet vanne DN 75	U	2	375 000	750 000
V.3.2	Robinet vanne DN 63	U	5	380 000	1 900 000
V.3.3	Fourniture et pose de ventouse sur PVC 63 sous regard	U	2	400 000	800 000
V.3.4	Aménagement de vidange avec prise sur PVC 63	U	3	425 000	1 275 000
	<b>TOTAL V</b>				<b>9 262 565</b>
<b>VI</b>	<b>OUVRAGES ANNEXES ET PRESTATIONS DIVERSES</b>				
VI.1	Construction du local d'exploitation	FF	1	700 000	700 000
VI.2	Branchement et construction d'une borne fontaine sur réseau	FF	1	700 000	700 000
VI.3	installation complète de robinet de puisage	U	12	100 000	1 200 000
VI.4	Fabrication et pose de bornes de signalisation	U	10	17 000	170 000
VI.5	Fourniture et pose de bouches à clef pour robinets vannes	U	7	12 000	84 000
VI.6	Fourniture de pièces de rechange pour l'entretien du réseau	U	1	300 000	300 000
VI.7	Fourniture de pièces de rechange pour l'entretien électromécanique	FF	1	300 000	300 000
VI.8	Formation et suivi des responsables d'exploitation et AUE	FF	1	500 000	500 000
	<b>TOTAL VI</b>				<b>3 954 000</b>
	<b>TOTAL GENERAL HT-HD</b>				<b>40 826 565</b>

Le cout de réalisation s'élèvera à quarante millions huit cent vingt-six mille cinq cent soixante-cinq francs (40 826 565 F CFA).

## V. NOTICE D'IMPACT ENVIRONNEMENT

Il est indispensable dans le cadre de notre étude de tenir compte des aspects environnementaux. La réalisation des travaux de construction du système d'AEPS vont entrainer une modification de l'écosystème, notamment de l'air, l'eau et les sols. Il est plus que nécessaire d'appliquer un certain nombre mesure pour le préserver. Nous allons d'une part, relever les impacts négatifs et positifs de notre projet. Et d'autre part, nous proposerons quelques mesures d'atténuation afin de réduire l'effet néfaste des impacts et des mesures de bonification pour les aspects positifs.

Tableau 20 : Impacts environnementaux et sociaux positifs et mesures de bonification

Elément du milieu	Impacts	Mesures
Emploi	Création d'emplois	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Privilégier la main d'œuvre locale à compétence égale</li> <li>❖ Assurer une large information sur les postes et qualifications recherchés ;</li> </ul>
Cadre de vie	Amélioration du cadre de vie	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ la réduction des maladies dues au manque d'approvisionnement en eau potable</li> <li>❖ la contribution à l'atteinte des objectifs du millénaire pour le développement</li> </ul>

Tableau 21 : Impacts environnementaux et sociaux négatifs et mesures de d'atténuation

Elément du milieu	Impacts	Mesures
Air	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Lors des travaux de terrassement, il pourrait avoir une pollution de l'air par les matériaux fins en suspension.</li> <li>❖ La pollution provoquée par le bruit des engins</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Arroser régulièrement la route ;</li> <li>❖ Installer des panneaux signalant qu'il y'a des travaux de chantier au centre;</li> <li>❖ Eviter les travaux nocturnes avec les engins (forage) ;</li> </ul>
Sol	❖ Pollution du sol (Les tranchées effectués peuvent provoqués des éboulements de terrains)	
Eau	Pollution des eaux de surface et de la nappe	❖ Eviter les déversements des produits dangereux sur le sol ;
Risques	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Risque d'accidents professionnels</li> <li>❖ Risque de propagation des MST</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Se conformer à la réglementation en matière de sécurité sur le chantier;</li> <li>❖ Education et sensibilisation des employés.</li> </ul>

## CONCLUSION GENERALE ET RECOMMANDATIONS

Le diagnostic du réseau de distribution du CMA de Gourcy a permis d'appréhender les problèmes d'approvisionnement que connaît la commune de Gourcy et surtout le CMA. De ce diagnostic, il en ressort que la conception d'un réseau d'adduction en eau potable simplifié (AEPS) au CMA de Gourcy serait la solution la plus bénéfique aussi bien pour CMA que pour la commune.

Le système d'AEPS proposé a été dimensionné pour couvrir à 100% les besoins en eau du centre jusqu'à l'horizon du projet 2025.

Les simulations du réseau nous révèlent que réseaux que les pressions satisfaites les conditions de pression mais les vitesses d'écoulement des eaux ne satisfassent pas les conduites de vitesses dans une conduites. Nous avons examiné la question de savoir s'il fallait diminuer le diamètre des conduites afin que les conditions des vitesses soient respectées. Après analyse fait, nous avons décidé de garder ces conduites ainsi, vu que le conduites choisit lors dimensionnement sont des conduites minimales (DN63).

La station de pompage solaire a été dimensionnée pour couvrir les besoins en eau de la journée à 100% pour les 20 prochaines années.

Les analyses physicochimiques nous révélèrent que l'eau est de bonne qualité. Cependant, nous allons installer un système de chloration dans le château d'eau.

Le devis estimatif est estimé à quarante millions huit cent vingt-six mille cinq cent soixante-cinq francs (**40 826 565 F CFA**).

L'entreprise de réalisation des travaux de l'AEPS au CMA de Gourcy dans la a gagné ce marché pour montant de cinquante-sept millions neuf cent quinze deux vingt-six francs (**57 915 226 F CFA**) hors taxes. Nous pouvons donc dire que notre étude est optimale tant sur le plan hydraulique que financier. Nous recommandons à l'issue de cette étude pour améliorer la durée du système de l'AEPS du CMA de Gourcy ce qui suit :

- ❖ Une grande implication du comité de gestion d'eau ;
- ❖ Un suivi rigoureux de la maintenance et du contrôle des ouvrages (des vannes, vidanges, ventouses etc..);
- ❖ Nettoyage régulier des panneaux solaire afin de maintenir toujours un bon rendement.

## **BIBLIOGRAPHIE**

- Ouédraogo, B, 2005. Ouvrages constitutifs des systèmes d'AEP: Adductions, réservoirs, réseaux de distribution. EIER, 2005, P. 1-3.
- OMS, 2004. Liens entre l'eau, l'assainissement, l'hygiène et la santé.
- Zoungrana, D, 2003. Cours d'approvisionnement en eau potable. 2iE
- Carcassonne, A., 2013. Cahier de prescription technique réseaux d'assainissement et adduction en eau potable.
- DINEPA, 2003. Conception des réseaux d'adduction et distribution de l'eau potable. Haïti
- Schiller, E. Le pompage photovoltaïque: manuel de cours à l'intention des ingénieurs et des techniciens.
- Ouédraogo, T., 2006. Monographie de la commune de Gourcy. Burkina Faso.
- Plan Communal de Développement sectoriel Approvisionnement en Eau Potable et Assainissement de Gourcy. 2015.
- Koita, M., 2013. Cours d'ouvrage de captage. Ouagadougou .2iE.
- Harinaivo, A, 2012. Cours de pompage photovoltaïque. Ouagadougou. 2iE.
- Mamoud, I, 2002. Alimentation en eau potable. Ecole nationale de Tunis.
- Compan, E, 2010. Fontaines et jets d'eau conception et réalisation.

## **VI. ANNEXES**

Annexe 1 : Les données de la collectées.....	II
Annexe 2: Données sur l'implantation géophysique et le forage réalisé.....	VI
Annexe 3 : Plans d'exécution et profil en long du réseau.....	XVIII
Annexe 4 : Données sur la station de pompage solaire .....	XXXIII

## **ANNEXE 1 : LES DONNEES DE LA COLLECTEES**

La fiche de collectes des données

FICHE DE COLLECTE DE DONNEES	
Projet:	
Auteur	Date: / /
<b>LOCALISATION</b>	
	Département: _____ Nom du village _____ — Commune: _____ —
Personnel	
Nom(s), fonction(s):	_____ _____ _____
<b>1. GENERALITES</b>	
1.1. Que pensez-vous des problèmes d'eau dans votre centre ?	_____ _____
1.2. Selon vous, quelles sont les causes de ces problèmes ?	_____ _____ _____
1.3. Quelles sont les fréquences de coupures d'eau dans le centre ?	_____ _____ _____
1.4. Quelle est la durée des coupures ?	_____ _____ _____
1.5. En quelle période les coupures influencent t- elles fortement votre travail ?	_____ _____
1.6. Comment trouvez-vous la pression de service d'eau de l'ONEA lorsqu'il n' ya pas de coupures ?	_____ _____ _____
1.7. Suite à cette série de coupures, quelle(s) stratégie(s) avez-vous mise en place au niveau du centre pour pallier à ce déficit ?	_____

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**2. EVALUATION DU NOMBRE DE CONSOMMATEURS**

2.1. Quelle est la période de forte fréquentation? De basse fréquentation? Et de moyenne fréquentation? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

2.2. Approximativement combien de personnes fréquentent le centre dans ces périodes ?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

2.3. Quel est le taux d'accroissement des malades dans le centre \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**3. EVALUATION DES BESOINS EN EAU**

3.1. Quelles sont les différentes infrastructures du centre? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

3.2. Quelles sont les activités nécessitantes de l'eau? :

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

3.3. Quelle quantité d'eau ces activités consomment elles en moyen? En période de pointe ?\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

3.4. Quelle est la consommation d'eau au niveau des infrastructures ? En période de pointe? en moyenne ?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**4. SOURCE D'ENERGIE**

4.1. Que diriez-vous au sujet de l'alimentation en énergie au niveau du centre ? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

4.2. Disposez-vous d'un groupe électrogène ? Si oui, ce groupe couvre t'il tous les besoins en énergie du centre ? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

4.3. Quelle source d'énergie souhaiteriez-vous utiliser pour alimenter la pompe? \_\_\_\_\_

la sonabel     le groupe électrogène     les plaques solaires     Autres ?  
précisez :

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

#### 5. BORNE FONTAINE

5.1. Etant donné qu'il y'a des problèmes d'accès à l'eau potable dans la commune, souhaiteriez vous qu'on implante des bornes fontaines? Si oui combien? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

5.2. À quel endroit souhaiterait-vous qu'on implante cette (s) borne (s) fontaine (s)? \_\_\_\_\_

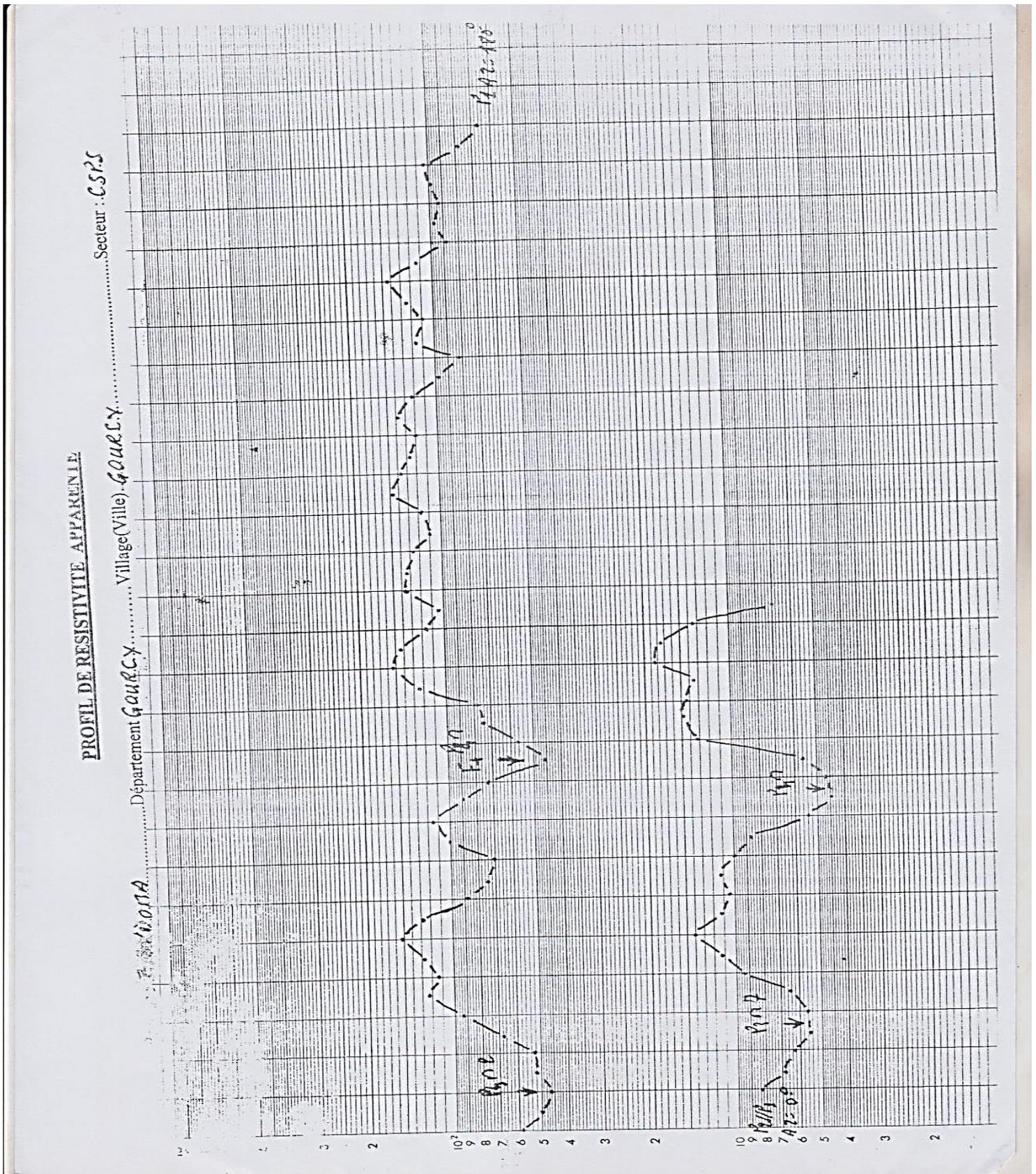
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

#### REMARQUES/ SUGGESTIONS

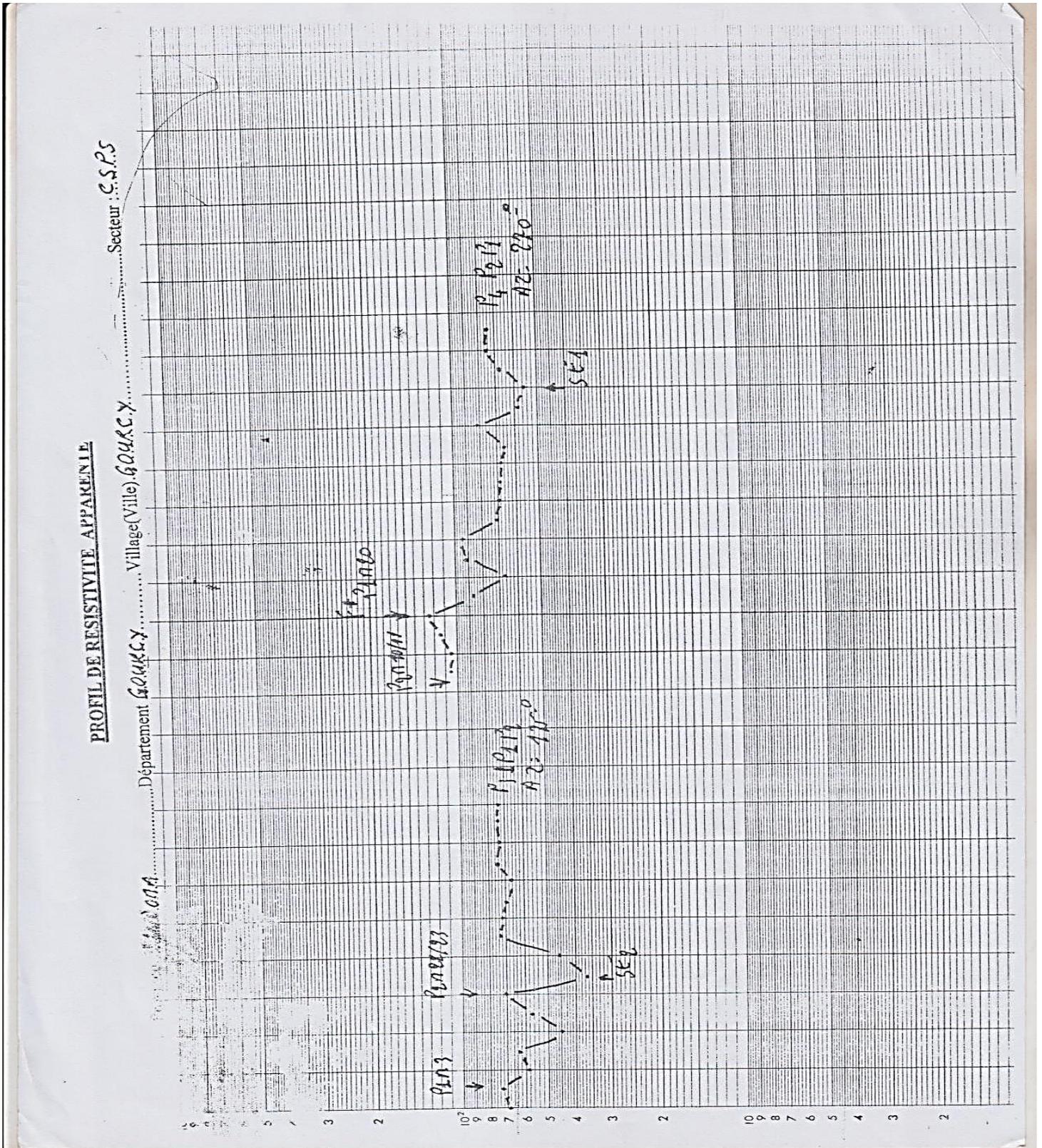
## **ANNEXE 2: DONNEES SUR L'IMPLANTATION GEOPHYSIQUE ET LE FORAGE REALISE**

- ❖ Les profils électriques
- ❖ Les sondages électriques
- ❖ La fiche de foration
- ❖ Les fiches des essaies par pompage
- ❖ Les analyses de l'eau

Profil électrique



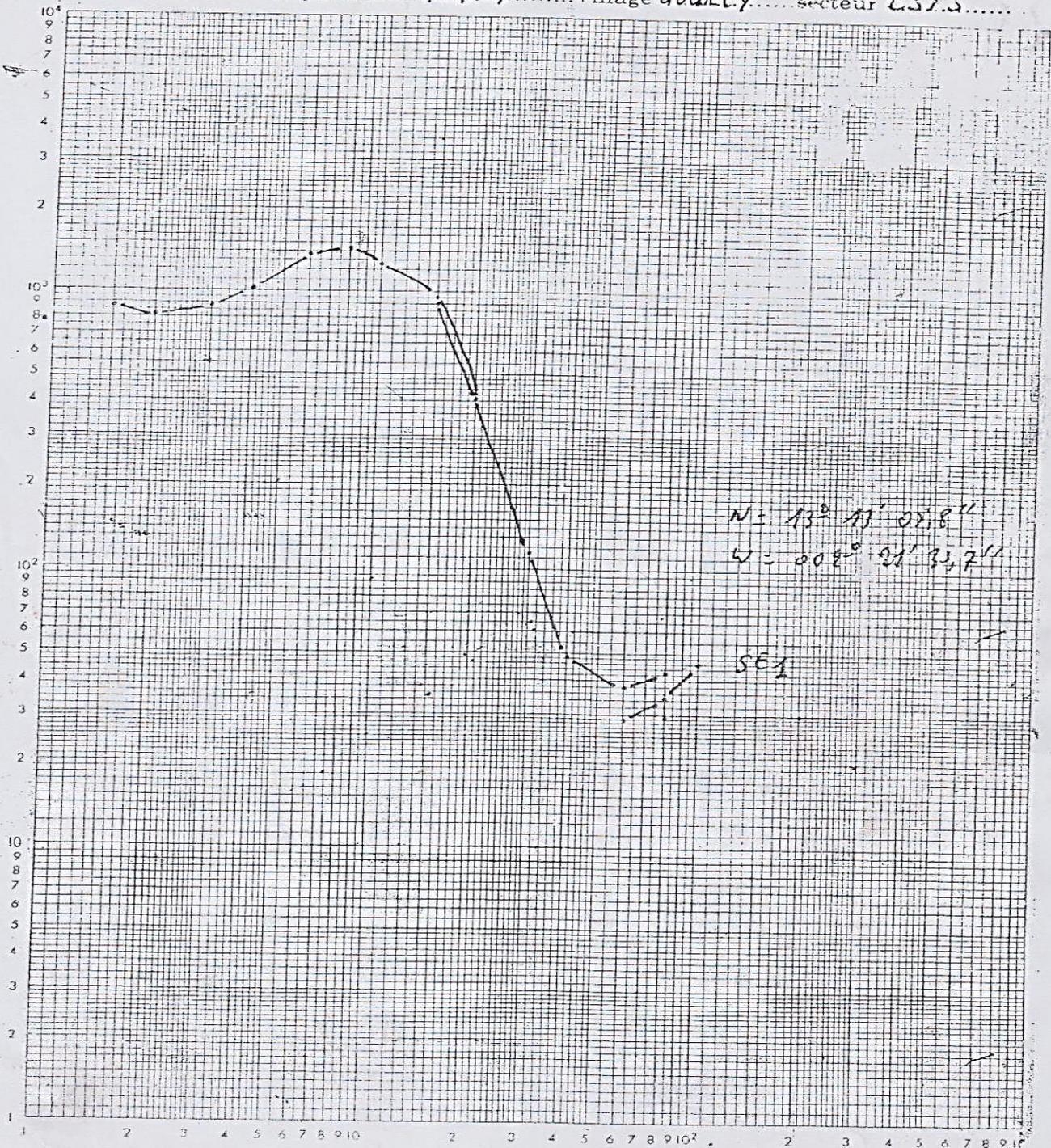
Profil électrique



Sondage électrique

SONDAGE ELECTRIQUE

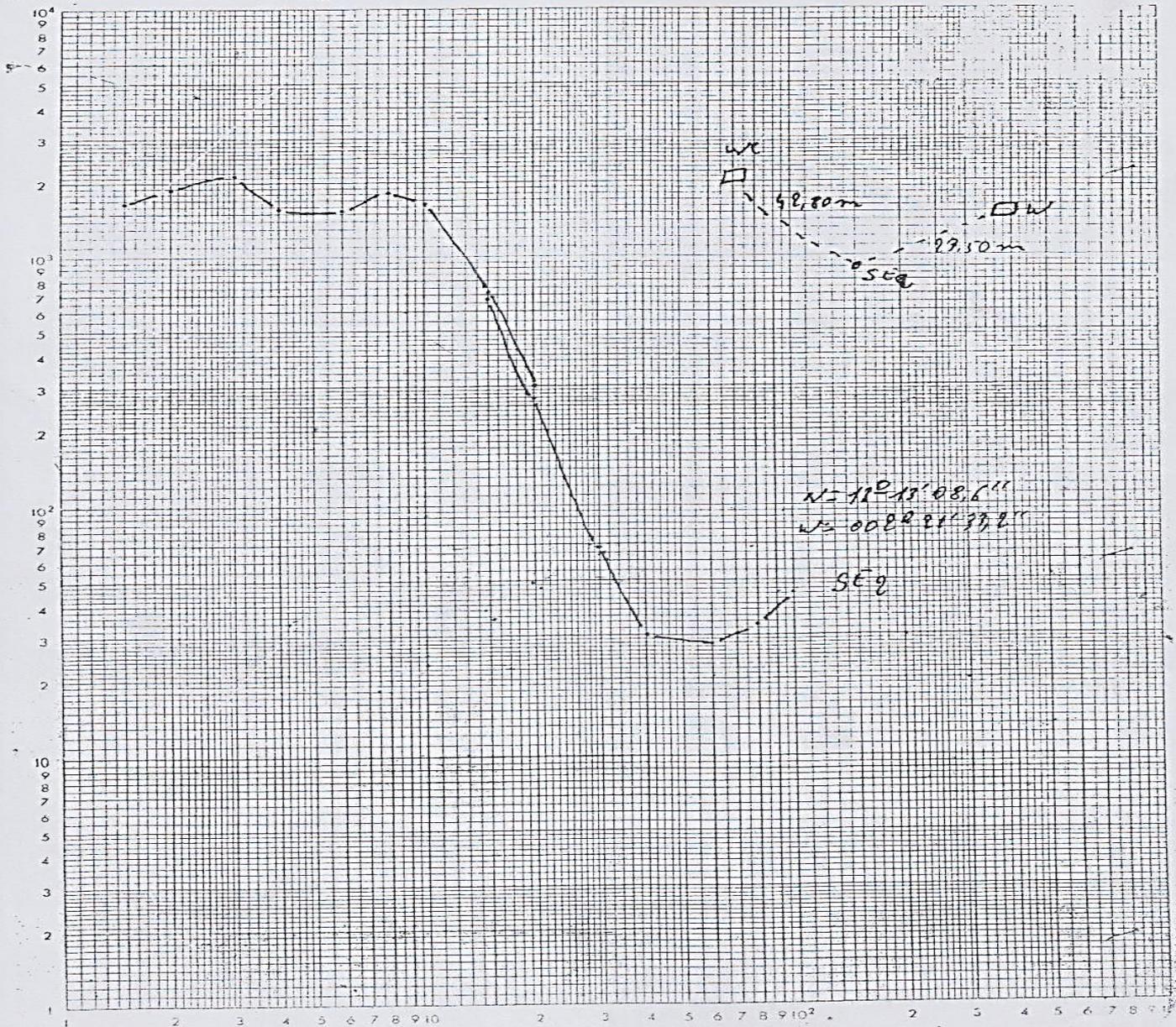
Provin. ZADOUA Département GOURCY..... Village GOURCY..... secteur C.S.T.S.....



Sondage électrique

**SONDAGE ELECTRIQUE**

Provin. ZANDONA Département GOURCY..... Village : GOURCY..... Secteur : S.M......



La fiche de foration



**Fiche de chantier**

**FORAGE**

Village : Gourcy Forage N° : .....

Quartier : C.D.A .....

Département : Gourcy .....

Province : Zandema .....

IRH : .....

Entreprise : A.C.T.G Atelier : M.R Sondeur : ..... Contrôleur : Zoula Couly

Site géophysique : SE1 Coordonnées : X : ..... Y : ..... Z : ..... m

Village / site précédent : Ouagadougou Distance parcourue : 1.45 km

Date et heure du début des travaux : 14-4-2016 Stand by avec force motrice : ..... h

Date et heure de la fin des travaux : 16-4-2016 Stand by sans force motrice : ..... h

FORATION				Hauteur de table : <u>1,20</u> m	Longueur de tige : <u>5,10</u> m					
N° tige	Prof. (m)	Durée (mn)	Temps sur échelle					Observations (VE/fract./etc.)	Techniques de foration	
			10	20	30	40	50		Profondeur (m) :	
1	4,30	2'00"							Profondeur (m) : <u>25,40</u> <u>91,60</u>	
2	9,40	1'50"							Diamètre (pe) : <u>12 1/2</u> <u>8"</u>	
3	14,50	2'15"							Technique : <u>air rotatif</u>	
4	19,60	3'40"							Long. Outil (m) : <u>Balaine</u> <u>17 FT</u>	
5	24,70	5'11"							Profondeur totale forée : <u>91,60</u> mss	
6	30,35	8'10"							Epaisseur d'altération : <u>25,40</u> mss	
7	35,50	4'42"							Epaisseur du socle : <u>66,20</u> mss	
8	40,60	3'52"						42 m Forte humidité	Type de tubage provisoire : <u>PVC</u>	
9	45,70	3'53"							Diamètre tubage provisoire : <u>8</u> pe	
10	50,80	1'18"							Côte sabot du tubage provisoire : <u>25,40</u> mss	
11	55,90	11'21"							Tubage provisoire perdu : ..... m	
12	61,00	14'50"						V-eau 62m	Principales venues d'eau	
13	66,10	15'57"							N°	prof.(m)
14	71,20	9'39"						1 <sup>ère</sup>	<u>55</u>	<u>0,750</u>
15	76,30	12'12"						2 <sup>ème</sup>	<u>62</u>	<u>1,800</u>
16	81,40	14'40"						3 <sup>ème</sup>	<u>76</u>	<u>2</u>
17	86,50	17'20"						4 <sup>ème</sup>	<u>86</u>	<u>4</u>
18	91,60	14'30"						5 <sup>ème</sup>	<u>91</u>	<u>4</u>
19								6 <sup>ème</sup>		
20										
21										
22										
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										

Débit final : 4 m3/h

Niveau statique : / mss

**Caractéristiques de l'eau**

PH : .....

Conductivité : ..... µS/cm

Température : ..... °C

Tâche de sable : ..... cm

La fiche de foration

**EQUIPEMENT DU FORAGE**

Longueur du décanteur : 2,80 m      Nature du bouchon de fond : Ciment      hauteur du bouchon : 0,10 m

**Caractéristiques des tubes**      Type (marque) : Solice      Diamètre intérieur : 160 mm  
Taille des fentes : 1 mm      Diamètre extérieur : 165 mm

**Niveau crépinés**

1<sup>er</sup> de 44,30 m à 47,20 m  
2<sup>ème</sup> de 50,10 m à 55,90 m  
3<sup>ème</sup> de 61,70 m à 73,30 m  
4<sup>ème</sup> de 79,10 m à 87,80 m  
5<sup>ème</sup> de \_\_\_\_\_ m à \_\_\_\_\_ m

Longueur totale des tubes crépinés : 29 m  
Longueur totale des tubes pleins : 62,20 m  
(y compris le tube hors sol et le décanteur)

Longueur totale de l'équipement : 91,20 m

**Massif filtrant**

Nature : quartz rous      Provenance : \_\_\_\_\_      Granulométrie : de 2 à 4 mm  
6<sup>ng</sup> Profondeur : de 90,60 à 40 mss.      Volume : 1265 l.      Longueur : 50,60 m

**Etanchéité (Packer)**

Nature : guellon      Profondeur : de 40 à 38 mss.      Volume : 20 l.      Longueur : 21 m  
Masse : \_\_\_\_\_ Kg

**Comblement**

Tout venant : de \_\_\_\_\_ à \_\_\_\_\_ mss  
Cimentation de tête : de \_\_\_\_\_ à \_\_\_\_\_ mss.      Nombre de sacs de ciment : \_\_\_\_\_      Nature : \_\_\_\_\_  
Fermeture de tête : oui  non       Nature (fermeture) : \_\_\_\_\_

**GEOLOGIE**

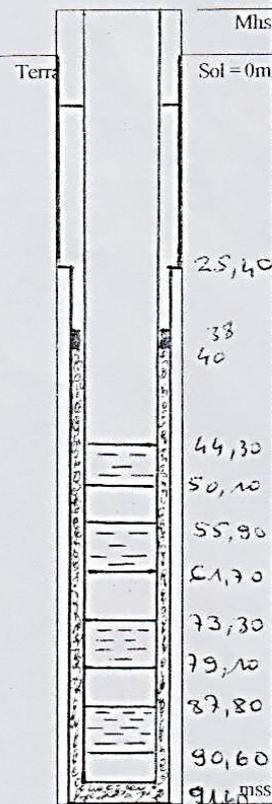
Code géologique (Rp/Aq) : \_\_\_\_\_

**Coupe technique**

Profondeur (de xx à yy mss)

Description lithologique

Profondeur (de xx à yy mss)	Description lithologique
<u>00</u> à <u>25</u>	<u>caillasse latéritique</u>
<u>3</u> à <u>7</u>	<u>Argile latéritique</u>
<u>8</u> à <u>25</u>	<u>Argile arg. leuse</u>
<u>26</u> à <u>40</u>	<u>Roche verte altérée fine</u>
<u>41</u> à <u>35</u>	<u>Roche verte fine à moyenne arg. de</u>
<u>36</u> à <u>91</u>	<u>Roche verte peu fine</u>
à	<u>Suis</u>
à	
à	
à	



**OBSERVATIONS :**

Forage positif

Le chef de chantier

Le contrôleur

fiche des essais par pompage

Programme de réalisation et équipement de forages positifs

Forage.....

**FICHE DE DEVELOPPEMENT**

Province : <u>FONDOUA</u>	Entreprise : <u>ACMG</u>	Opérateur : <u>Kabré Jean</u>
Commune : <u>GOURCY</u>	Type de compresseur : <u>J.R.</u>	Contrôleur : <u>Zongo Emile</u>
Village : <u>GOURCY</u>	Pression : <u>15</u> bars	
Quartier : <u>CNA</u>	Date des travaux : <u>23/04/2016</u>	

<b>CARACTERISTIQUE DU FORAGE</b>	<b>PHASE DE DEVELOPPEMENT</b>
Profondeur équipée : <u>90,60</u> m	Production sommet des crépines : <u>3,00</u> m <sup>3</sup> /h
Profondeur avant développement : <u>90,48</u> m	Production en face des crépines : <u>4,00</u> m <sup>3</sup> /h
Profondeur après développement : <u>90,60</u> m	Production fond de trou : <u>5,00</u> m <sup>3</sup> /h
Position des crépines : de _____ m à _____ m	Durée air lift : <u>3H30</u> h
de _____ m à _____ m	Niveau dynamique final : _____ m <sup>3</sup> /h
de _____ m à _____ m	Conductivité : _____ us/cm
Niveau statique avant développement : <u>9,30</u> m	Température : _____ °C
Hauteur PVC hors sol : <u>0,65</u> m	Teneur en sable : _____
Débit à la forassions : _____ m <sup>3</sup> /h	pH : _____
<u>5 m<sup>3</sup>/h</u>	

Heure (h/mn)	Durée (mn)	Profondeur de l'émulseur (m)	Débit (m <sup>3</sup> /h)	Niveau dynamique (m)	Observations
7H00	00				
	15	45 m	3,00 m <sup>3</sup> /h		Eau peu claire
	30	45 m	3,00 m <sup>3</sup> /h		Eau peu claire
	45	45 m	3,00 m <sup>3</sup> /h		Eau claire
8H00	50	65 m	4,00 m <sup>3</sup> /h		Eau trouble + dépôt de sable
	75	65 m	4,00 m <sup>3</sup> /h		Eau peu claire + dépôt de sable
	90	65 m	4,00 m <sup>3</sup> /h		Eau claire
	105	Fond du trou	5,00 m <sup>3</sup> /h		Eau trouble + dépôt de sable
9H00	120	Fond du trou	5,00 m <sup>3</sup> /h		Eau peu claire
	135	Fond du trou	5,00 m <sup>3</sup> /h		Eau claire
9H30	150	Fond du trou	5,00 m <sup>3</sup> /h		Eau claire

**Cimentation de la tête du forage :**

De \_\_\_\_\_ m à \_\_\_\_\_ m  
 Nombre de sacs de ciment de 50 kg : \_\_\_\_\_  
 Nature et origine du ciment : \_\_\_\_\_

Visa opérateur

*Kabré Jean*  
 Kabré Jean

Visa contrôleur

*Zongo Emile*  
 Zongo Emile

Fiche des essais par pompage

FICHE DE POMPAGE DE LONGUE DUREE

Identification de la localité et des acteurs

province: ZONDOUA Coord. Localité:  
 Département: GOURCY Longit. X:  
 Village: Méguet Latit. Y: Entreprise: A CMG  
 Localité: EMA Altitude: Opérateur: Kébé Jean  
 Contrôleur: Zongo Emil

Données sur le forage		Données sur l'essai			
N° For.:	Niveau des crépines:	Date pompage:	26.10.2016	Temp. Eau:	.....°C
Débit fin for.:	De ..... à ..... m	Prof. Mesurée:	90,60 mss	pH de l'eau:	.....
Prof; Equip.:	De ..... à ..... m	Côte pompe:	74 mss	C.E.:	.....µS/CM
NS avant:	De ..... à ..... m	NS après pompe:	7 mss	Instr. Mes. Débit:	.....

Mesure de la descente											
Heure début		Heure début		Heure début		Heure début		Heure début			
Temps	niv. Dynam	Q(m3/h)	Temps	niv. Dynam	Q(m3/h)	Temps	niv. Dynam	Q(m3/h)	Temps	niv. Dynam	Q(m3/h)
0'	12,05 m	4,00 m <sup>3</sup> /h	40'	36,08 m	4,10 m <sup>3</sup> /h	420'	40,37 m	4,10 m <sup>3</sup> /h	1920'	41,51 m	4,00 m <sup>3</sup> /h
1'	15,74 m		50'	36,22 m		480'	40,51 m		2160'	41,56 m	4,00 m <sup>3</sup> /h
2'	16,55 m		60'	37,22 m		600'	40,65 m		2340'	41,60 m	
3'	18,68 m		80'	37,76 m		720'	40,77 m		2520'	41,64 m	
4'	20,02 m		100'	38,23 m		840'	40,88 m		2700'	41,67 m	
6'	22,55 m		120'	38,66 m		960'	40,98 m		2880'	41,70 m	
8'	25,12 m		150'	38,82 m		1080'	41,08 m		3120'	41,73 m	
10'	27,06 m	4,00 m <sup>3</sup> /h	180'	39,03 m	4,00 m <sup>3</sup> /h	1200'	41,17 m	4,00 m <sup>3</sup> /h	3360'	41,76 m	4,00 m <sup>3</sup> /h
15'	30,18 m		210'	39,32 m		1320'	41,26 m	4,00 m <sup>3</sup> /h	3600'	41,78 m	
20'	32,28 m		240'	39,74 m		1440'	41,36 m		3840'	41,80 m	
25'	33,82 m		300'	40,07 m		1620'	41,40 m		4080'	41,82 m	
30'	35,85 m	4,00 m <sup>3</sup> /h	360'	40,25 m	4,00 m <sup>3</sup> /h	1800'	41,46 m	4,00 m <sup>3</sup> /h	4320'	41,84 m	4,00 m <sup>3</sup> /h

Mesure de la remontée											
emps	niv. Dynam	Rabat	Temps	niv. Dynam	Rabat	Temps	niv. Dynam	Rabat	Temps	niv. Dynam	Rabat
0'	41,84 m	..... m	20'	16,67 m	..... m	150'	11,55 m	..... m	600'	9,61 m	..... m
1'	35,35 m	..... m	30'	16,00 m	..... m	180'	11,20 m	..... m	720'	9,55 m	..... m
2'	34,40 m	..... m	40'	16,75 m	..... m	210'	10,89 m	..... m	840'	9,47 m	..... m
3'	32,47 m	..... m	50'	13,98 m	..... m	240'	10,65 m	..... m	960'	9,40 m	..... m
4'	30,76 m	..... m	60'	15,47 m	..... m	300'	10,42 m	..... m	1080'	9,34 m	..... m
6'	28,38 m	..... m	80'	12,77 m	..... m	360'	10,21 m	..... m	1200'	9,28 m	..... m
8'	26,22 m	..... m	100'	12,28 m	..... m	420'	10,02 m	..... m	1320'	9,26 m	..... m
10'	24,32 m	..... m	120'	11,91 m	..... m	480'	09,85 m	..... m	1440'	9,24 m	..... m

Observations  
 eau claire en fin pompage

Opérateur: Kébé Jean  
 Le Contrôleur: Zongo Emil

Fiche des essais par pompage

FICHE D'ESSAI DE POMPAGE PAR PALIER													
Maitre d'Ouvrage :				Forage N° :		Disposition :							
Maitre d'œuvre :				Long x :		Crépiques :							
Entreprise : <b>ACMIG</b>				Lat. y :		Débit palier 1/Q1 : <b>2,00</b>		m <sup>3</sup> /h					
Région : <b>NORD</b>				Alt. Z :		Débit palier 2/Q2 : <b>4,00</b>		m <sup>3</sup> /h					
Pvce : <b>CONDOMA</b>				PVC hors sol : <b>0,65</b>		Débit palier 3/Q3 : <b>6,00</b>		m <sup>3</sup> /h					
Cmn : <b>GOUVACY</b>				N.S. avant test de pompage :									
VII/Village/Qtr : <b>GOUVACY (CMA.)</b>				Débit développement : <b>9,23</b>		Date/heure de début des travaux : <b>24/04/2016 à 06H00</b>							
				Profondeur forage équipé : <b>90,4</b>		Date/heure de fin des travaux : <b>24/04/2016 à 12H00</b>							
DESCENTE				OBSERVATIONS						REMONTÉE			
Temps cumulé (h)	Temps cumulé (min)	Niveau dynamique (m)	Rabats. s (m)			Temps cumulé (h)	Temps cumulé (min)	Niveau dynamique (m)	lubets. s (m)	T/l'			
0	0	9,23		<b>1<sup>er</sup> palier</b>									
	1			<b>2,00 m<sup>3</sup>/h</b>			0	20,37					
	3	12,95					1	18,69					
	5	11,25					3	16,21					
	10	16,06					5	14,90					
	15	14,13					10	12,65					
	20	19,91					15	11,50					
	25	18,47					20	10,85					
	30	18,85		<b>2,00 m<sup>3</sup>/h</b>			30	10,34					
1	35	13,42					40	10,10					
	40	13,71					50	10,00					
	45	20,12					60	9,91	0,68				
	60	20,37	11,14	<b>2,00 m<sup>3</sup>/h</b>									
	75												
	90												
	105												
	120												
2				<b>2eme palier</b>									
	0	9,91		<b>4,00 m<sup>3</sup>/h</b>			0	36,32					
	1						1	37,85					
	3	16,29					3	33,23					
	5	18,40					5	32,10					
	10	23,70					10	17,15					
	15	21,15					15	14,90					
	20	23,00		<b>4,00 m<sup>3</sup>/h</b>			20	13,25					
	25	30,76					30	12,00					
	30	31,23					40	11,20					
	35	31,90					50	10,96					
	40	32,10					60	10,65	0,74				
	45	32,90											
	60	34,32	24,41	<b>4,00 m<sup>3</sup>/h</b>									
	75												
	90												
	105												
	120												
3				<b>3eme palier</b>									
	0	10,65		<b>6,00 m<sup>3</sup>/h</b>			0	57,23					
	1						1	54,00					
	3	20,80					3	49,22					
	5	28,02					5	45,70					
	10	36,09					10	34,11					
	15	39,35					15	26,25					
	20	44,86		<b>6,00 m<sup>3</sup>/h</b>			20	26,20					
	25	44,20					30	15,81					
	30	46,17					40	13,52					
	35	48,36					50	12,53					
	40	50,42					60	12,05	1,40				
	45	52,30											
	60	57,23	16,64	<b>6,00 m<sup>3</sup>/h</b>									
	75												
	90												
	105												
	120												
OBSERVATIONS													

L'opérateur

Le contrôleur

Les analyses de l'eau



# LABORATOIRE AïNA Suarl

Laboratoire d'analyse des eaux : - Analyses physico-chimiques et bactériologiques - Etude sur l'eau, l'assainissement et la santé.  
 Société de vente : - Produits et appareils de laboratoire - Instrument, matériel et consommable de laboratoire - Produits chimiques industriels  
 Fabrication et de vente de produits d'entretiens : - Eau déminéralisée.  
 01 BP 558 Ouagadougou 01 Tél bureau : (226) 25 35 74 40 ou (226) 70 20 40 38 FAX : (226) 25 35 74 39  
 Mail : labo.aina@fasonet.bf www : laboratoire-aina.com RC N° BF OUA 2009 M 1622 IFU N°00021261V  
 Compte BSIC : Code IBAN : BF42 BF108 01001 020402300012 96 CODE SWIFT : BSAHBFBF  
 Division fiscale: DME du centre Réel normal Situé sur la rue Boalboala, Porte 383 Secteur 24 Ouagadougou

Ouagadougou le 05/05/2016

## RESULTATS DE L'EXAMEN MICROBIOLOGIQUE D'EAU

Analyse n°: 920/2016  
 Date de prélèvement : 27/04/2016  
 Date de réception : 03/05/2016  
 Identité du préleveur : A C M G

Lieu : Pvce : ZANDOMA Com : Gourcy Vill : Gourcy  
 Qt : CMA  
 Identité du demandeur : B E R A

PARAMETRES	Température et temps d'incubation	Technique et milieu de culture	RESULTATS /100 ml	Valeur inférieure ou égale REC.OMS
° Recherche et dénombrement des Coliformes totaux	37°C 24h	Filtration sur membrane Chromocult agar Coliformes	0	0/100 ml
° Recherche et dénombrement des Coliformes fécaux	37°C 24h	Filtration sur membrane Chromocult agar Coliformes	0	0/100 ml
° Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux	37°C 24h.	Filtration sur membrane Chromocult Entérocoques-agar	0	0/100 ml

**Conclusion** : Eau conforme aux normes sur le plan bactériologique pour les paramètres analysés.

LE CHEF DU LABORATOIRE  
  
 Tél: 25 35 74 40  
 70 20 40 38  
 Ibrahim OUEDRAOGO



# LABORATOIRE AïNA Suarl

Laboratoire d'analyse des eaux : - Analyses physico-chimiques et bactériologiques - Etude sur l'eau, l'assainissement et la santé.  
Société de vente : - Produits et appareils de laboratoire - Instrument, matériel et consommable de laboratoire - Produits chimiques industriels  
Fabrication et de vente de produits d'entretiens : - Eau déminéralisée.

01 BP 558 Ouagadougou 01 Tél bureau : (226) 25 35 74 40 ou (226) 70 20 40 38 FAX : (226) 25 35 74 39  
Mail : labo.aina@fasonet.bf www : laboratoire-aina.com RC N° BF OUA 2009 M 1622 IFU N°00021261V  
Compte BSIC : Code IBAN : BF42 BF108 01001 020402300012 96 CODE SWIFT : BSAHBFBF  
Division fiscale: DME du centre Réel normal Situé sur la rue Boalboala, Porte 383 Secteur 24 Ouagadougou

Ouagadougou le 05/05/2016

## RESULTATS D'ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE D'EAU

Analyse n°: 920/2016

Date de prélèvement : 27/04/2016

Date de réception : 03/05/2016

Identité du préleveur : A C M G

Lieu : Pvc : ZANDOMA Com : Gourcy Vill : Gourcy

Qt : CMA

Identité du demandeur : B E R A

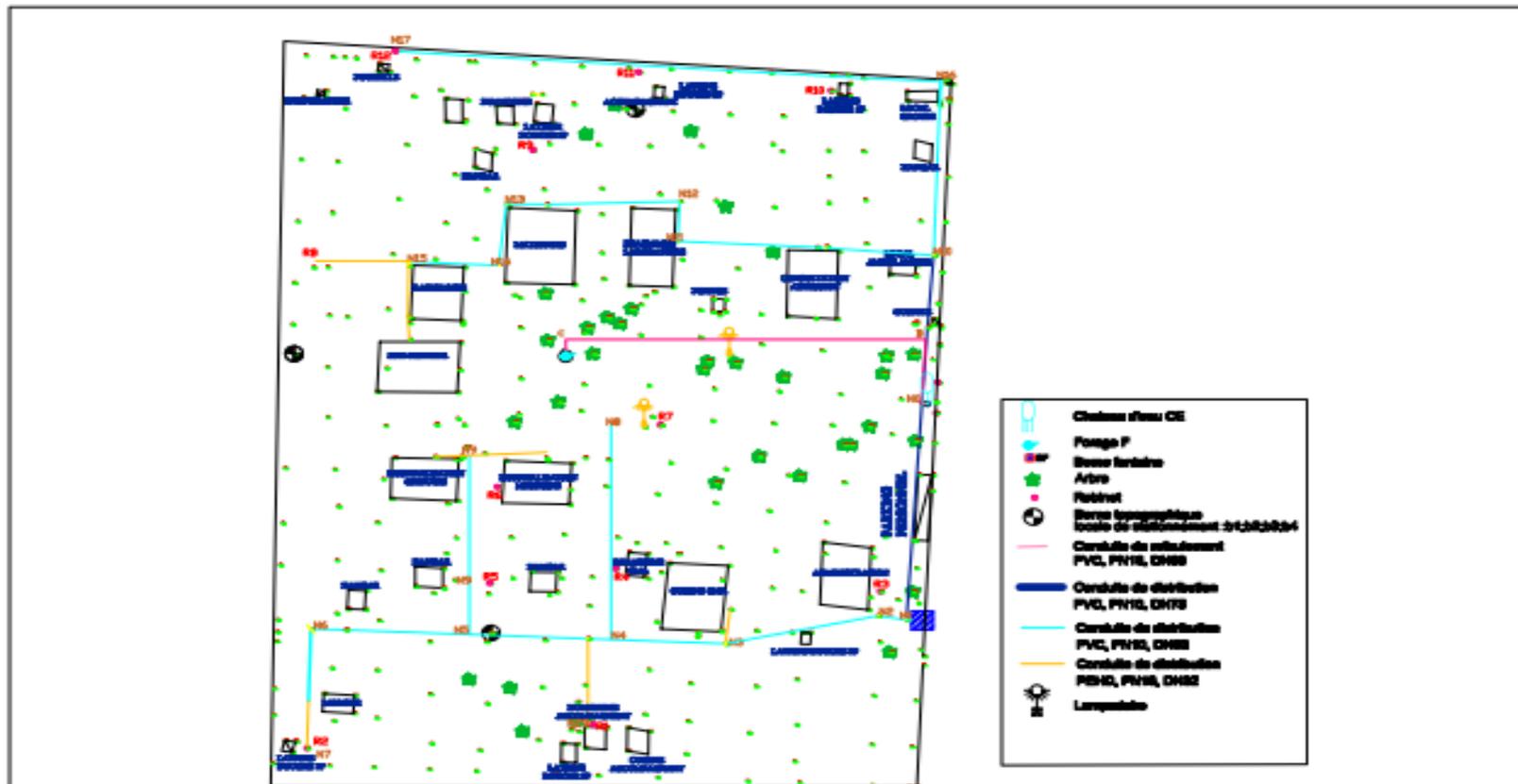
PARAMETRES	UNITES	VALEURS	Valeur inférieure ou égale recommandée par la CEE ou OMS
Température	°C	31.5	
pH		7.65	
Conductivité électrique à 20°C	µS/cm	262	
Turbidité	NTU	2.03	5
Titre alcalimétrique (TA)	°F	0	
Titre alcalimétrique complet (TAC)	°F	11.5	
Dureté totale (TH)	°F	10.2	50
Dureté Calcique	°F	5.9	
Résidu Sec à 105°C	mg/L	201.63	1000
Calcium (Ca <sup>2+</sup> )	mg/L	23.5	
Magnésium (Mg <sup>2+</sup> )	mg/L	10.5	
Sodium (Na <sup>+</sup> )	mg/L	11.30	200
Potassium (K <sup>+</sup> )	mg/L	3.0	
Fer total (Fe)	mg/L	0.02	0.3
Manganèse (Mn <sup>2+</sup> )	mg/L	0.002	0.5
Ammonium (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	mg/L	0.16	1.5
Arsénic As	mg/L	0	0.01
Carbonates (CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> )	mg/L	0	
Bicarbonates (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	mg/L	140.3	
Chlorures (Cl <sup>-</sup> )	mg/L	1.27	250
Sulfates (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	mg/L	2.0	250
Nitrites (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	mg/L	0.069	3
Nitrates (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	mg/L	3.52	50
Orthophosphates (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	mg/L	0.74	
Phosphore (P)	mg/L	0.24	
Fluor	mg/l	0.38	
Zinc (Zn)	mg/L	0.02	

Conclusion : Eau conforme aux normes sur le plan physico-chimique pour les paramètres analysés.

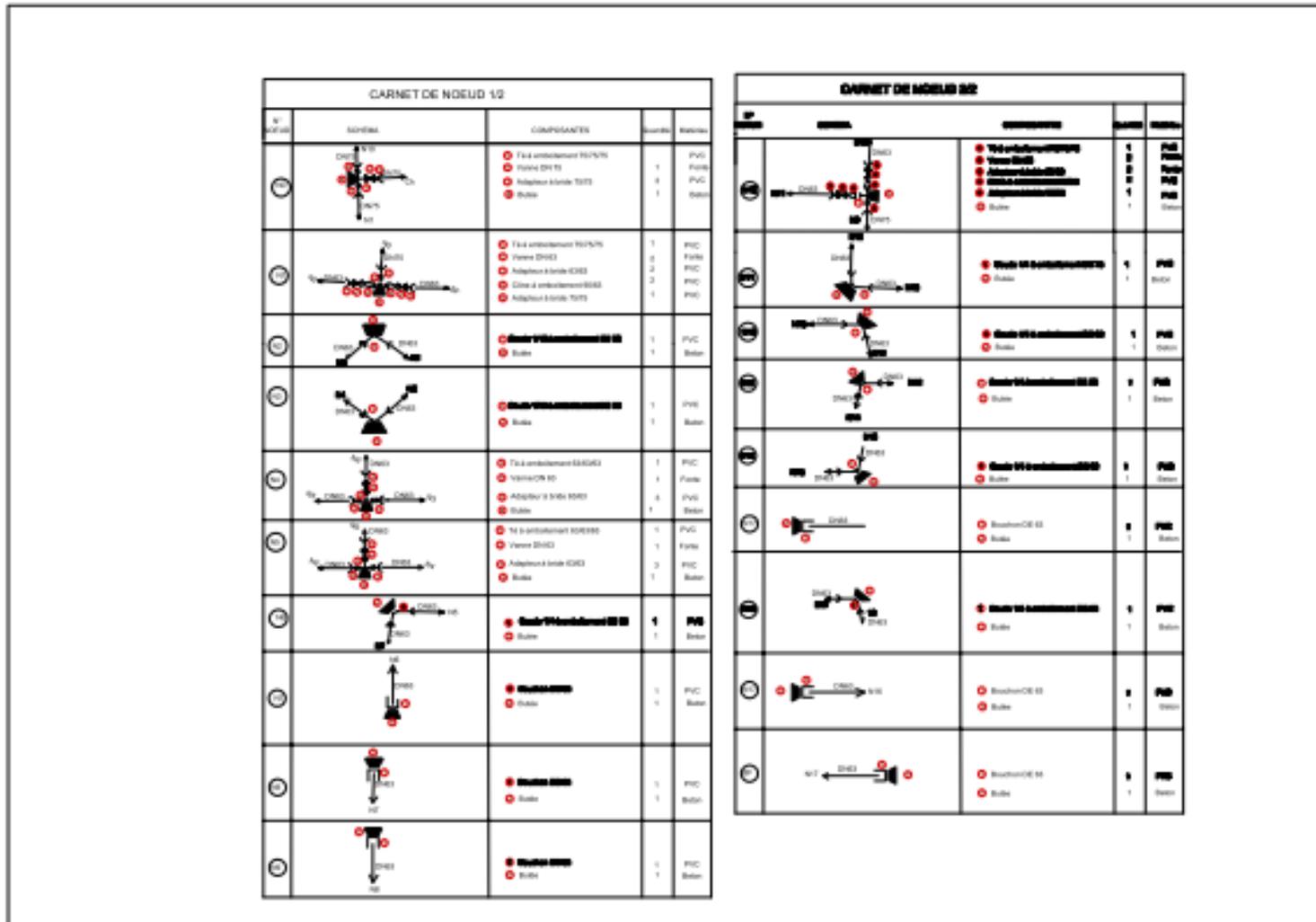


### **ANNEXE 3 : PLANS D'EXECUTION ET PROFIL EN LONG DU RESEAU**

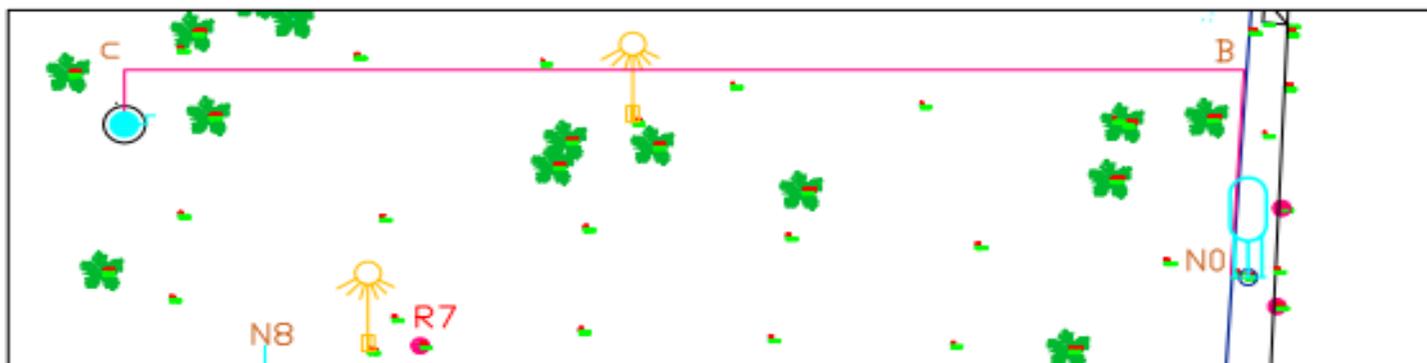
- ❖ Le plan de masse
- ❖ Le carnet des nœuds
- ❖ Les profils en long
- ❖ Le château métallique
- ❖ La tête de forage
- ❖ La borne fontaine
- ❖ Les regards



DOSSIER D'EXÉCUTION	
PLAN DE MASSE DU RESEAU	Plan N°
AEPS DE GOURCY	Date : 05/2016
Réalisé par Leslie Pouwo	Echelle : 1/100

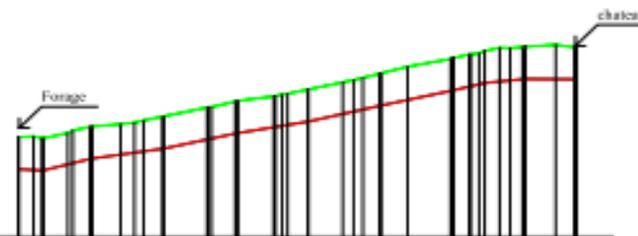


DONNEES D'EXECUTION	
PLAN DE MISE EN ŒUVRE	Plan N°
Caract. des nœuds	Date : 05/2016
Réalisé par Leslie Feuwe	Echelle : 1/100



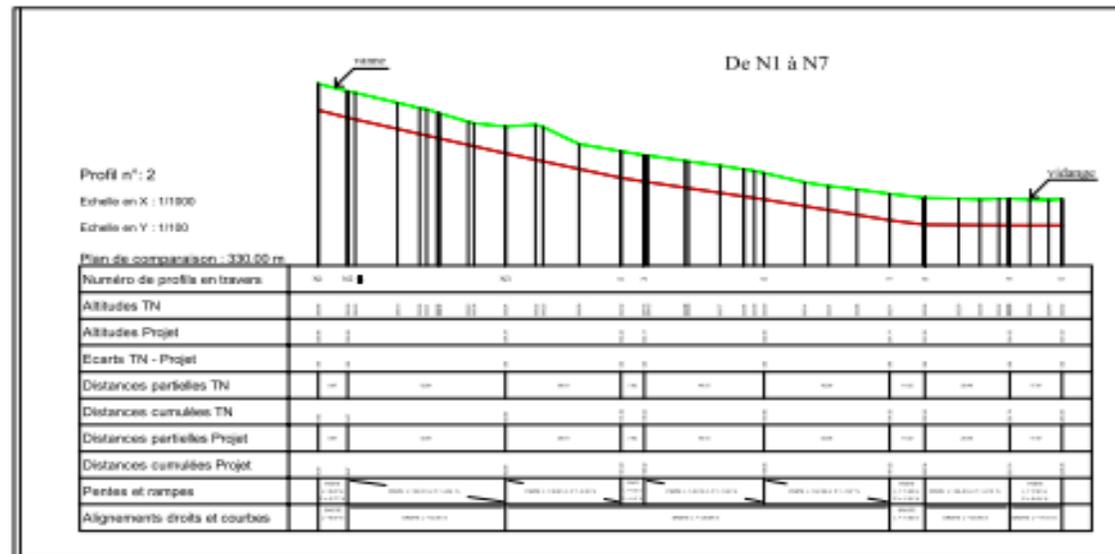
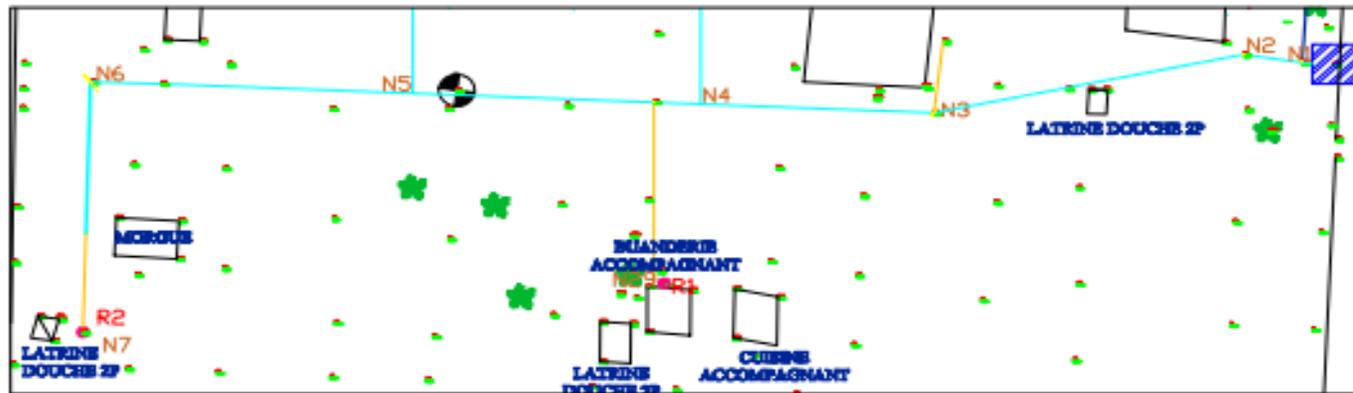
Du forage au chateau

Profil n°: 1  
 Echelle en X : 1/1000  
 Echelle en Y : 1/100  
 Plan de comparaison : 330,00 m

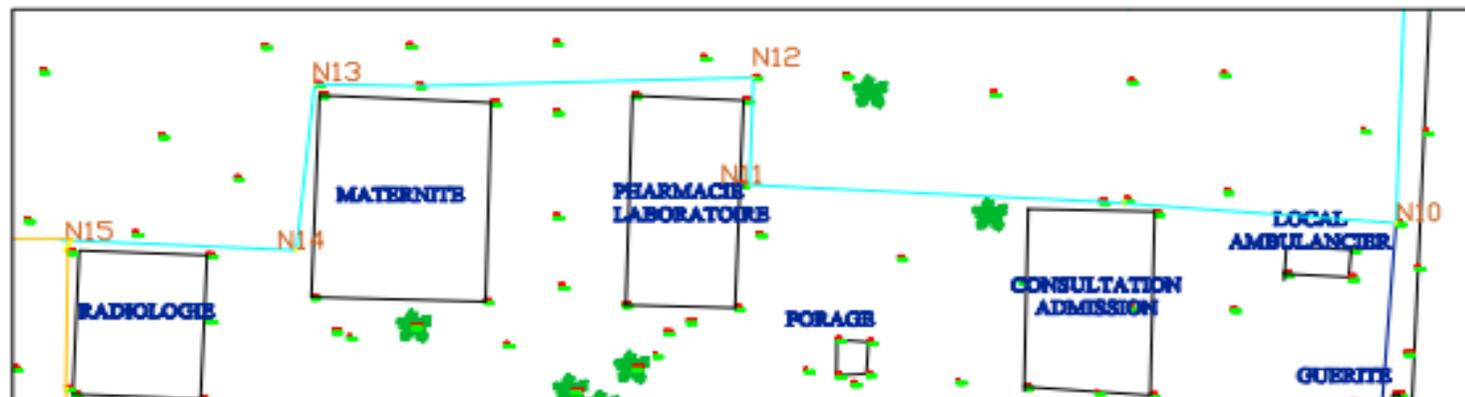


Numéro de profils en travers	Forage P20	P24	P28	P31	P32	P33	P34	P35	P36	.....
Altitudes TN	11.11	11.11	11.11	11.11	11.11	11.11	11.11	11.11	11.11	11.11
Altitudes Projet	11.11	11.11	11.11	11.11	11.11	11.11	11.11	11.11	11.11	11.11
Ecartis TN - Projet	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Distances partielles TN	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Distances cumulées TN	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00
Distances partielles Projet	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Distances cumulées Projet	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00
Pentes et rampes	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Alignements droits et courbes	DROITE L=1000m									

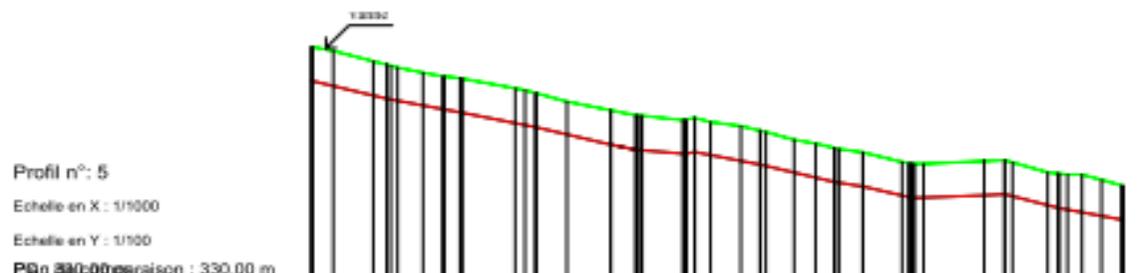
DOSSIER D'EXECUTION	
<b>PROFIL EN LONG</b>	Plan N°
<b>ARIS DE GOURCY</b>	Date : 05/ 2016
<b>Réalisé par Leslie Peuwe</b>	Echelle : 1/ 100



DOSSIER D'EXECUTION	
<b>PROFIL EN LONG</b>	Plan N°
<b>ASPH DE GOURCY</b>	Date : 05/ 2016
<b>Réalisé par Leslie Peuwe</b>	Echelle : 1/ 100



De N10 à N15



Profil n°: 5

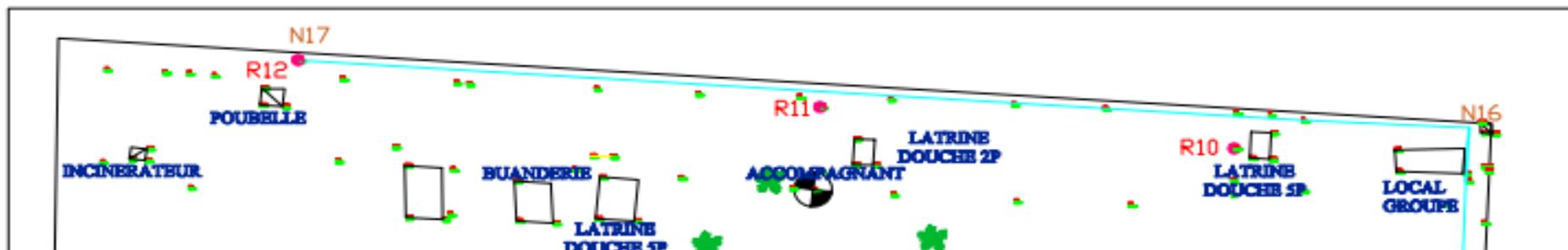
Echelle en X : 1/1000

Echelle en Y : 1/100

PiQn 330.000 paraison : 330.00 m

Numéro de profils en travers	N10	P01	N08	P12	P13	N11	P16C2	P17	P18	P19	P20	N14	N15	
Altitudes TN	31.2	31.2	31.2	31.2	31.2	31.2	31.2	31.2	31.2	31.2	31.2	31.2	31.2	
Altitudes Projet	31.2	31.2	31.2	31.2	31.2	31.2	31.2	31.2	31.2	31.2	31.2	31.2	31.2	
Ecart TN - Projet	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Distances partielles TN	0	30.0	60.0	90.0	120.0	150.0	180.0	210.0	240.0	270.0	300.0	330.0	360.0	
Distances cumulées TN	0	30.0	60.0	90.0	120.0	150.0	180.0	210.0	240.0	270.0	300.0	330.0	360.0	
Distances partielles Projet	0	30.0	60.0	90.0	120.0	150.0	180.0	210.0	240.0	270.0	300.0	330.0	360.0	
Distances cumulées Projet	0	30.0	60.0	90.0	120.0	150.0	180.0	210.0	240.0	270.0	300.0	330.0	360.0	
Pentes et rampes	PENTE L=100m +1.00%		PENTE L=100m +1.00%		PENTE L=100m +1.00%		PENTE L=100m +1.00%		PENTE L=100m +1.00%		PENTE L=100m +1.00%		PENTE L=100m +1.00%	
Alignements droits et courbes	DROITE L=100m		DROITE L=100m		DROITE L=100m		DROITE L=100m		DROITE L=100m		DROITE L=100m		DROITE L=100m	

DOSSIER D'EXECUTION	
<b>PROFIL EN LONG</b>	Plan N°
<b>ARPS DE GOURCY</b>	Date : 05/ 2016
<b>Réalisé par Leslie Peuwe</b>	Echelle : 1/ 100



De N16 à N17

Profil n°: 6

Echelle en X : 1/1000

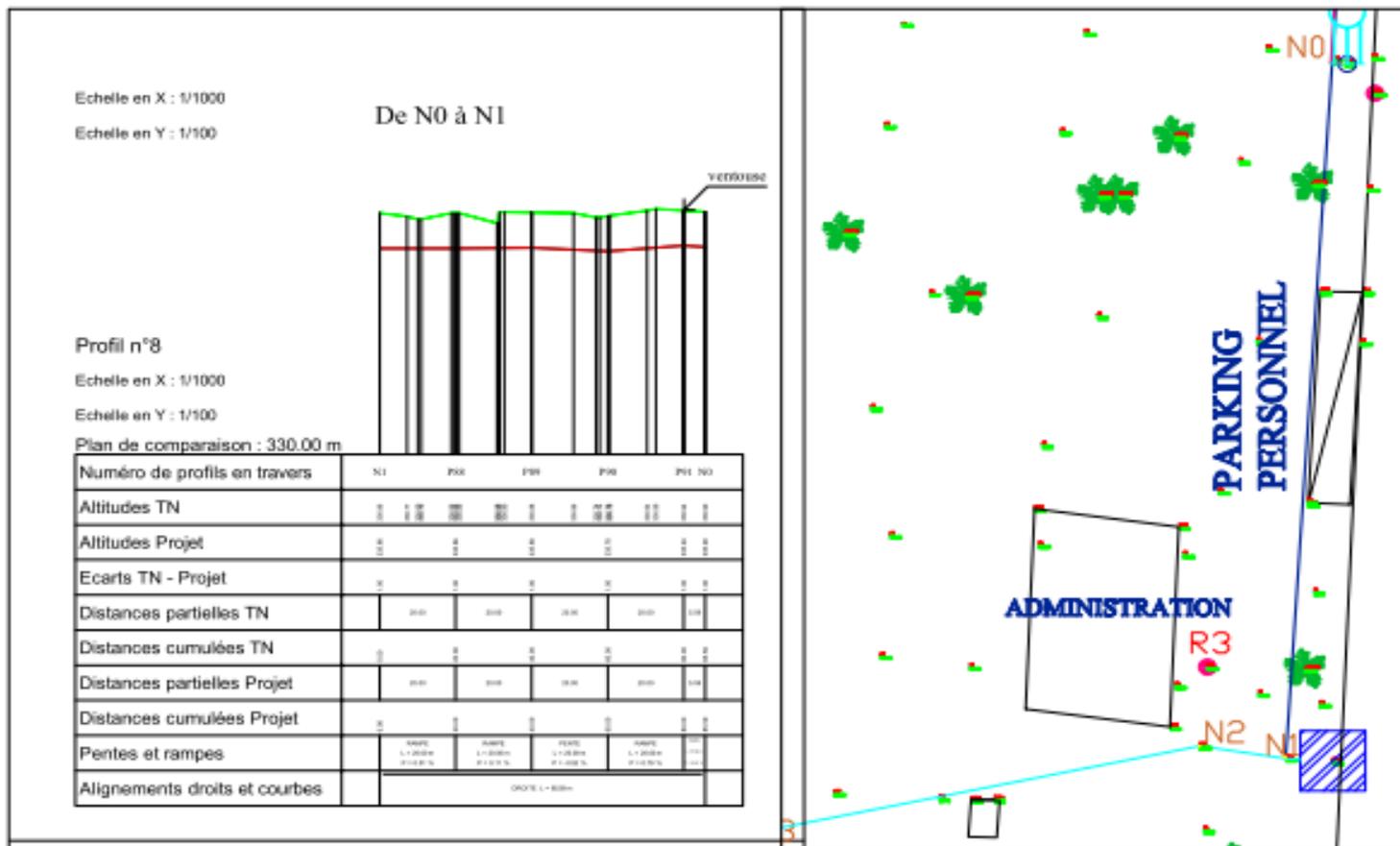
Echelle en Y : 1/100

Plan de comparaison : 330.00 m

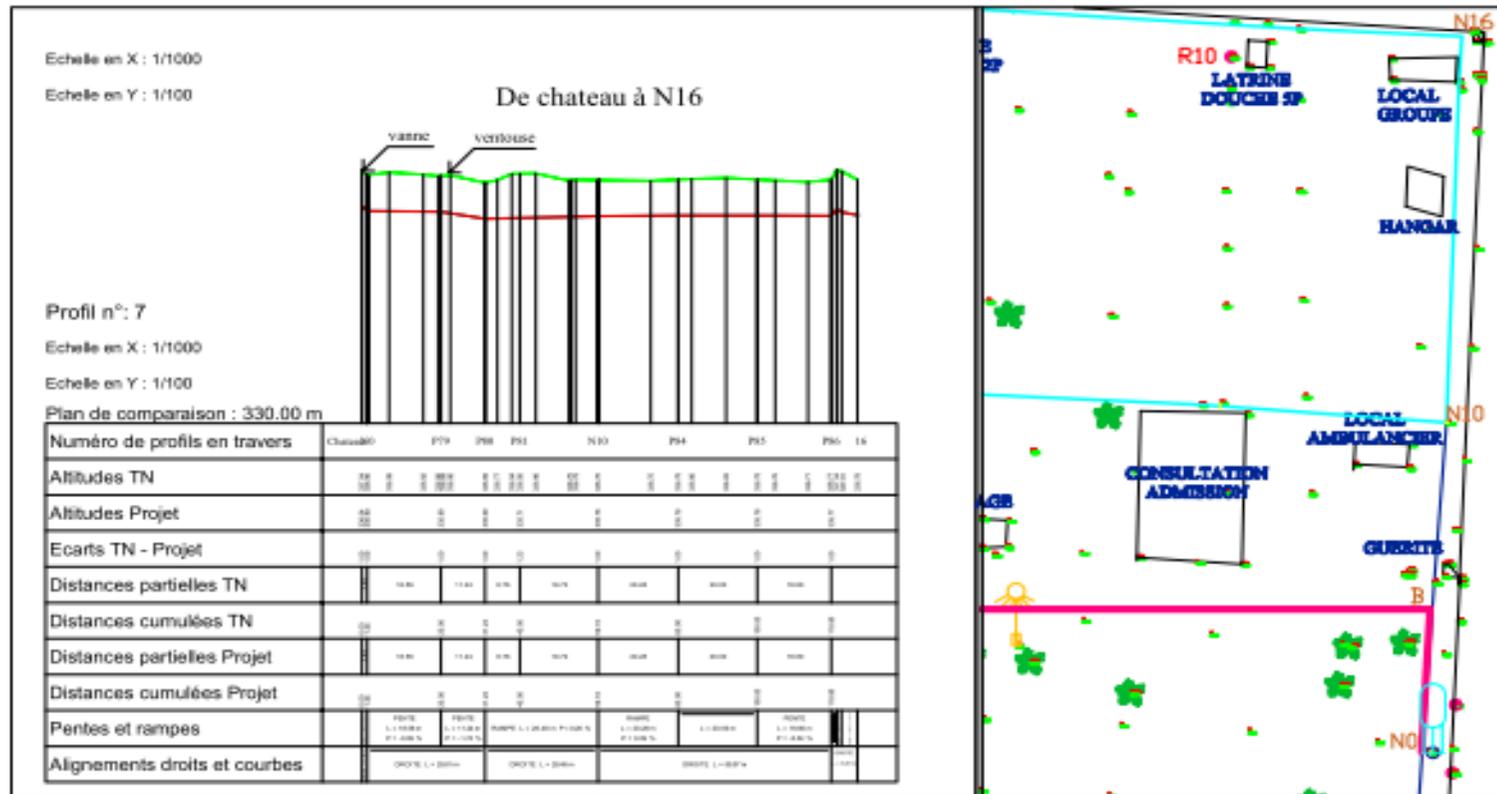


Numéro de profils en travers	N16	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	P09	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16
Altitudes TN	200.00	199.50	199.00	198.50	198.00	197.50	197.00	196.50	196.00	195.50	195.00	194.50	194.00	193.50	193.00	192.50	192.00
Altitudes Projet	195.00	194.50	194.00	193.50	193.00	192.50	192.00	191.50	191.00	190.50	190.00	189.50	189.00	188.50	188.00	187.50	187.00
Ecartis TN - Projet	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Distances partielles TN		20.00	40.00	60.00	80.00	100.00	120.00	140.00	160.00	180.00	200.00	220.00	240.00	260.00	280.00	300.00	320.00
Distances cumulées TN	0.00	20.00	40.00	60.00	80.00	100.00	120.00	140.00	160.00	180.00	200.00	220.00	240.00	260.00	280.00	300.00	320.00
Distances partielles Projet		20.00	40.00	60.00	80.00	100.00	120.00	140.00	160.00	180.00	200.00	220.00	240.00	260.00	280.00	300.00	320.00
Distances cumulées Projet	0.00	20.00	40.00	60.00	80.00	100.00	120.00	140.00	160.00	180.00	200.00	220.00	240.00	260.00	280.00	300.00	320.00
Pentes et rampes		PENTE 1:1.00000 P=-0.8%															
Alignements droits et courbes	DROITE R=10000		DROITE R=10000														

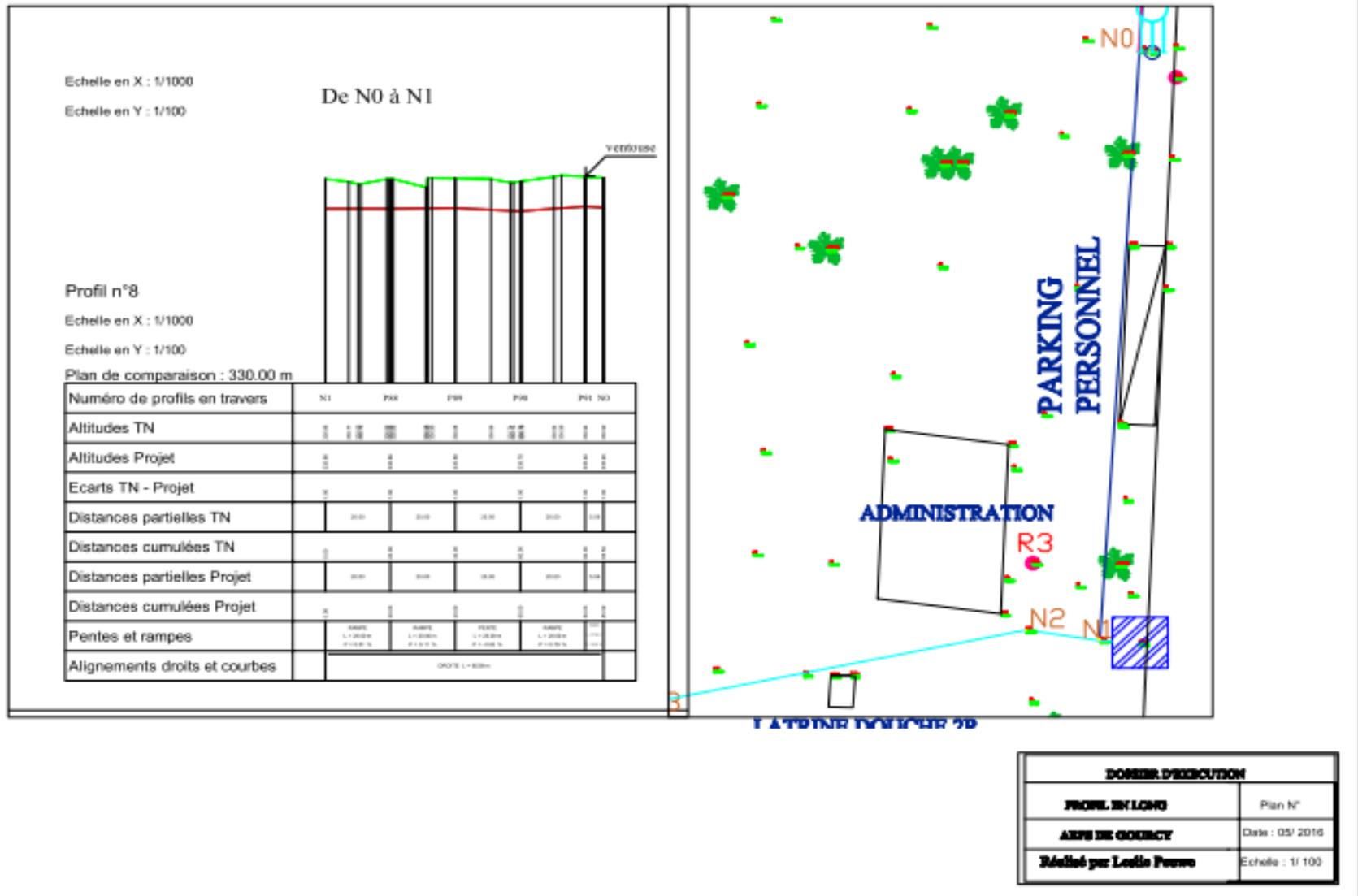
BUREAU D'ETUDE	
PROFIL EN LONG	Plan N°
ARRONDISSEMENT DE GOURCY	Date : 05/2015
Réalisé par Leslie Peuwe T.	Echelle : 1/100



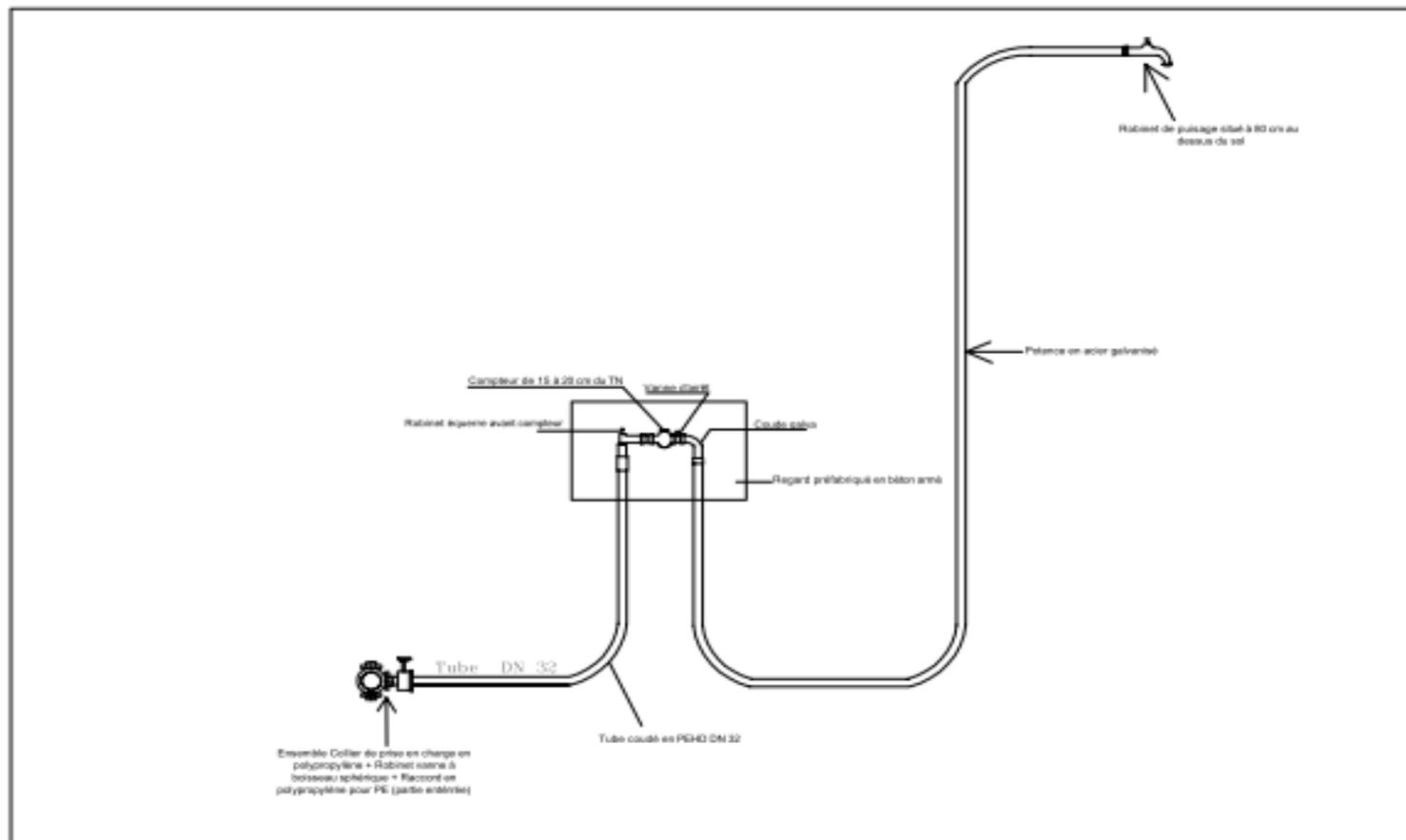
DOSSIER D'EXECUTION	
PROFIL EN LONG	Plan N°
ANNEE DE GOURCY	Date : 05/ 2016
Réalisé par Leslie Peuwe	Echelle : 1/1 100



INFORMATIONS	
PLAN EN MAJUSCULES DU BREVET	Plan N°
PROFIL EN LINGE	Date : 05/2016
Réalisé par Leslie Peuwe	Echelle : 1/100







<b>DOSSIER D' EXECUTION</b>	
<b>ROBINET DE PUISAGE</b>	Plan N°
<b>AEPS DE GOURCY</b>	Date : 05/ 2016
<b>Réalisé par Leslie Feuwe</b>	Echelle : 1/ 100







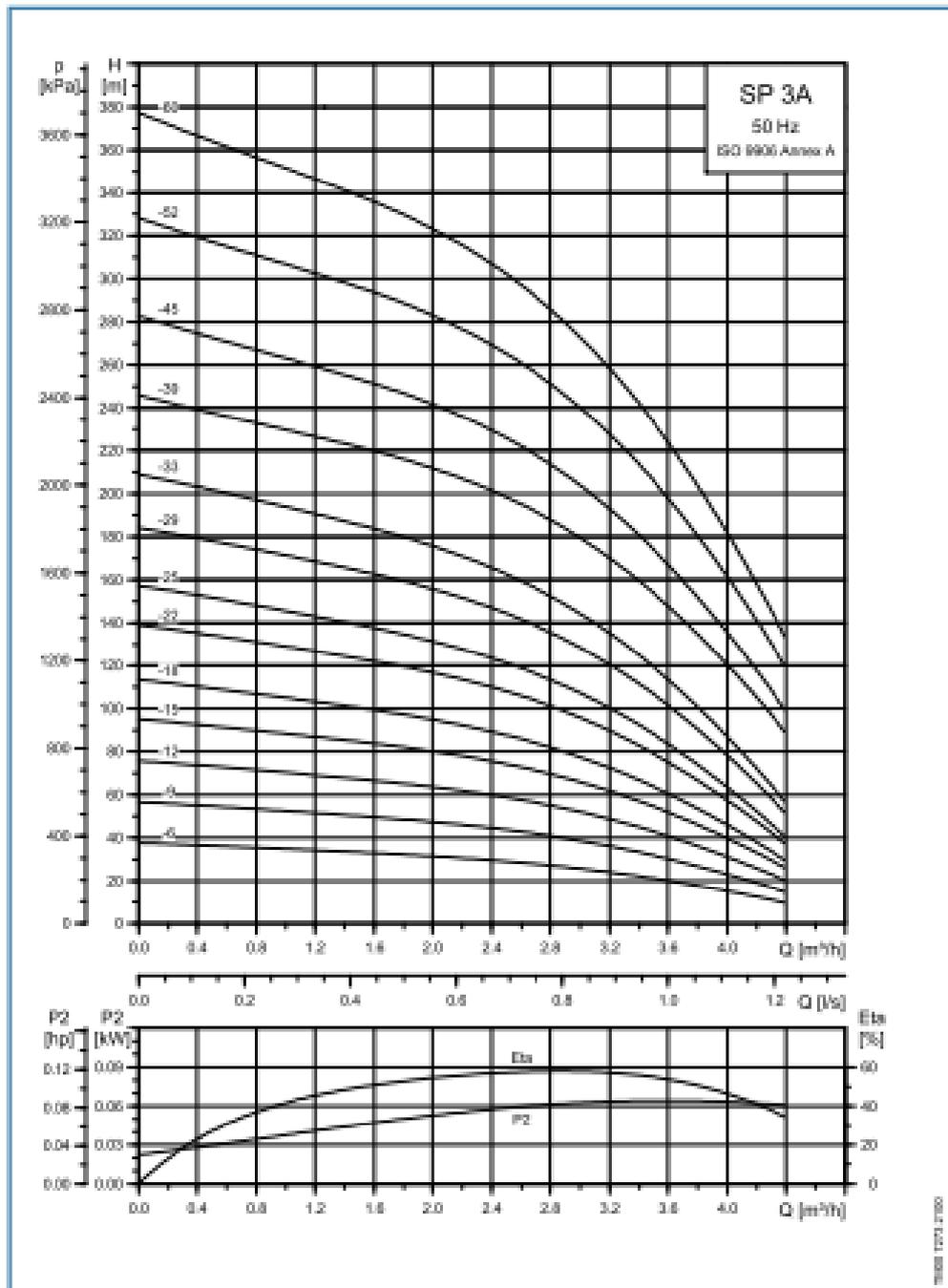
## **ANNEXE 4 : DONNEES SUR LA STATION DE POMPAGE SOLAIRE**

- ❖ La fiche technique de la pompe
- ❖ La fiche technique de l'onduleur
- ❖ La fiche technique des panneaux solaires

Fiche technique de la pompe

Courbes de performances

Pompes immergées  
SP 3A



25-16

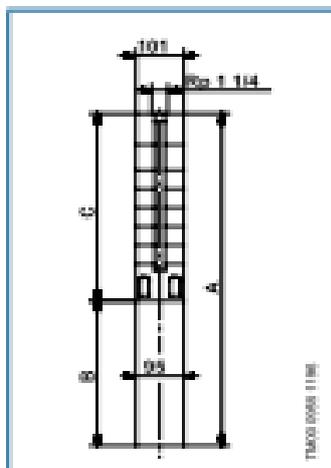


07-01/SP A, SP

# Caractéristiques techniques

Pompes immergées  
SP 3A

## Dimensions et poids



101 mm = Diamètre maxi de la pompe incluant le protégé-câble du moteur.

Type de pompe	Moteur		c	Dimensions (mm)				Poids Net (kg)	
	Type	Puissance (kW)		B		A		1x230V	3x230V / 3x400V
				1x230V	3x230V / 3x400V	1x230V	3x230V / 3x400V		
SP 3A-6	MS 402	0,37	261	250	220	537	537	10	8
SP 3A-6N	MS 4000R	2,2	326	670		889		26	
SP 3A-6N	MS 4000R	0,75	328		388		724		16
SP 3A-6	MS 402	0,55	344	281	241	606	606	12	10
SP 3A-6N	MS 4000R	2,2	369	670		962		27	
SP 3A-6N	MS 4000R	0,75	369		388		787		16
SP 3A-12	MS 402	0,75	407	380	270	713	683	13	12
SP 3A-12N	MS 4000R	2,2	462	670		1026		26	
SP 3A-12N	MS 4000R	0,75	462		388		850		20
SP 3A-15	MS 402	1,1	470	346	306	676	776	16	14
SP 3A-15N	MS 4000R	2,2	515	670		1088		29	
SP 3A-15N	MS 4000R	1,1	515		410		908		22
SP 3A-16	MS 402	1,1	533	346	306	679	639	16	15
SP 3A-16N	MS 4000R	2,2	576	670		1151		30	
SP 3A-16N	MS 4000R	1,1	576		410		961		23
SP 3A-22	MS 402	1,5	617	346	346	663	663	18	17
SP 3A-22N	MS 4000R	2,2	662	670		1238		31	
SP 3A-22N	MS 4000R	1,5	662		410		1076		24
SP 3A-26	MS 402	1,5	660	346	346	1026	1026	18	18
SP 3A-26N	MS 4000R	2,2	725	670		1298		32	
SP 3A-26N	MS 4000R	1,5	725		410		1138		25
SP 3A-29	MS 4000	2,2	764	670		1337		29	
SP 3A-29	MS 402	2,2	764		346		1118		20
SP 3A-29N	MS 4000R	2,2	809	670	483	1362	1262	33	28
SP 3A-33	MS 4000	2,2	848	670		1421		30	
SP 3A-33	MS 402	2,2	848		346		1104		21
SP 3A-33N	MS 4000R	2,2	893	670	483	1466	1346	34	29
SP 3A-39	MS 4000	3,0	1078		483		1512		32
SP 3A-39N	MS 4000R	3,0	1078		483		1512		32
SP 3A-45	MS 4000	3,0	1145		483		1638		34
SP 3A-45N	MS 4000R	3,0	1145		483		1638		34
SP 3A-52	MS 4000	4,0	1282		670		1896		41
SP 3A-52N	MS 4000R	4,0	1282		670		1896		41
SP 3A-60	MS 4000	4,0	1480		670		2033		43
SP 3A-60N	MS 4000R	4,0	1480		670		2033		43

Fiche technique de l'onduleur

## Spécifications techniques

Référence		P61A302	P61A502
<b>Puissance nominale AC</b>		<b>3000 W</b>	<b>5000 W</b>
Technologie / Isolation		Modulation MLI Haute fréquence / sans transformateur	
<b>Entrée DC</b>	Tension nominale	360 Vdc	
	MPPT	150 à 450 Vdc	
	Tension maximum	500 Vdc	
	Nombre de MPP Trackers	1	2
	Plage de fonctionnement	120 à 500 Vdc	
	Courant d'entrée max.	22 A	17,65 A (chaque MPPT)
<b>Sortie AC</b>	Tension de sortie nominale	230 Vac	
	Connexion	1-phase / 2 fils	
	Fréquence	50/60 Hz Sélection automatique	
	Facteur de puissance	> 0.99 (courant nominal AC)	
	Distorsion harmonique, THD (courant)	< 5 %	
<b>Rendement</b>	Max.	> 95 %	
	Euro	> 94 %	
<b>Environnement</b>	Température de fonctionnement	-25 / +60°C	
	Humidité	0 à 90 % (sans condensation)	
	Altitude	2000 m ou moins	
	Protection	Classe IP65, usage extérieur	
	Refroidissement	Convection naturelle (sans ventilateur)	
	Connecteur sortie AC	Bornes à vis	
	Connecteur entrée DC	MC4	
<b>Communication</b>		RS485 (jusqu'à 27 modules), PV Monitor (en option)	
<b>Afficheur LCD</b>		Mimic, Mesure, Etat, Messages d'alarme	
<b>Protection</b>	Réseau électrique	Sous/surtension, sous/surfréquence	
	Déconnexion réseau	Passive, Active	
	Dépassement température de fonctionnement	Réduction de la puissance de sortie (> 40°C)	
<b>Conformité</b>	<b>Déclaration CE, Certification «Golden Sun»</b>		
	Sécurité	VDE0126-1-1, EN50178, IEC60146-1	
	CEM	EN61000-6-1, EN61000-6-3, EN61000-3-3	

Fiche technique la plaque photovoltaïque

# Sunmodule® Protect SW 250 – 255 poly

## COMPORTEMENT LORS DE CONDITIONS DE TEST STANDARD (STC\*)

		SW 250	SW 255
Puissance au point de puissance maximale	$P_{max}$	250 Wc	255 Wc
Tension à vide	$U_{oc}$	37,6 V	38,0 V
Tension au point de puissance maximale	$U_{mpp}$	30,5 V	30,9 V
Courant de court-circuit	$I_{sc}$	8,81 A	8,88 A
Courant au point de puissance maximale	$I_{mpp}$	8,27 A	8,32 A

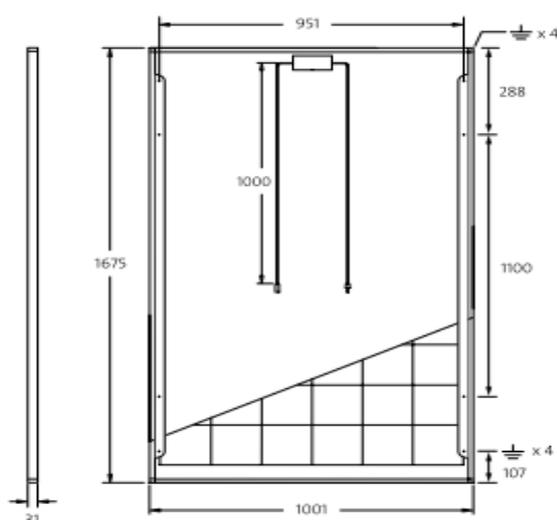
Tolérance sur la mesure de puissance ( $P_{max}$ ) attribuée par TÜV Rheinland : +/- 2% (TÜV Power controlled)

\*STC : 1000W/m<sup>2</sup>, 25°C, AM 1.5

## COMPORTEMENT À 800W/m<sup>2</sup>, NOCT, AM 1.5

		SW 250	SW 255
Puissance au point de puissance maximale	$P_{max}$	184,9 Wc	188,1 Wc
Tension à vide	$U_{oc}$	34,4 V	34,8 V
Tension au point de puissance maximale	$U_{mpp}$	27,9 V	28,3 V
Courant de court-circuit	$I_{sc}$	7,12 A	7,18 A
Courant au point de puissance maximale	$I_{mpp}$	6,62 A	6,66 A

Faible réduction du rendement en conditions de charge partielle à 25 °C : à 200 W/m<sup>2</sup>, la puissance est égale à 100 % (+/- 2 %) de la puissance en condition STC.



### DIMENSIONS

Longueur	1675 mm
Largeur	1001 mm
Hauteur	31 mm
Encadrement	aluminium argent anodisé
Poids	21,2 kg

### MATÉRIAUX UTILISÉS

Cellules par panneau solaire	60
Type de cellules	polycristallin
Dimensions des cellules	156 mm x 156 mm
Vue de face	verre trempé (EN 12150)

### GRANDEURS CARACTÉRISTIQUES THERMIQUES

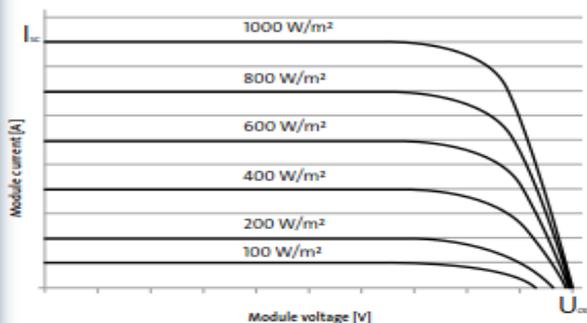
NOCT	46 °C
$CTI_{sc}$	0,051 %/K
$CTU_{oc}$	-0,31 %/K
$CTP_{mpp}$	-0,41 %/K

### AUTRES DONNÉES

Classification de puissance	-0 Wc / +5 Wc
Boîte de jonction	IP65
Connecteur	MC4 / KSK4

### CARACTÉRISTIQUES POUR UNE INTÉGRATION OPTIMALE

Tension de système maximale classe II	1000 V
Valeurs limites de courant inverse	16 A
Lestage/charge dynamique	5,4 / 2,4 kN/m <sup>2</sup>
Nombre de diode bypass	3
Température d'exploitation admissible	-40°C à +85°C



- Qualified, IEC 61215
- Safety tested, IEC 61730
- Periodic inspection
- Blowing sand resistant



SolarWorld AG se réserve le droit de modifier des spécifications.

Cette fiche technique correspond aux mentions de la norme EN 50380. Cette fiche technique est également disponible en anglais.