



**Renforcement du système d'Alimentation en Eau Potable par le
raccordement de deux nouveaux forages dans la ville de Bobo-
Dioulasso (Kua) au Burkina Faso**

MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGENIEUR 2iE AVEC GRADE DE
MASTER EN GENIE DE L' EAU ET ENVIRONNEMENT
SPECIALITE : GENI CIVIL ET HYDRAULIQUE
OPTION : INFRANSTRUCTURE ET RESEAUX HYDRAULIQUES

Présenté et soutenu publiquement le [Mardi 02 juillet 2019] par
Oumarou Saley FAROUK (20130788)

Encadrant 2iE : Dr. Lawani Adjadi MOUNIROU, Enseignant-Chercheur à 2iE

Maître de stage : Mr Payibém ILBOUDO, Chef de Service / Etudes et Travaux de la Direction
de la Planification et des Investissements de l'ONEA

Office Nationale d'Eau et Assainissement

Jury d'évaluation du stage :

Président : Dr. Malicki ZOROM

Membres et correcteurs : Dr. FOWE TAZEN

Mr Célestin OVONO

Dr. Lawani Adjadi MOUNIROU

Promotion [2018 /2019]

Dédicaces

Je dédie ce mémoire :

- ✦ A mon Père OUMAROU SALEY ; toi qui m'inculquas dès les bas âges qu'au bout du travail bien fait, il y'avait la récompense. Toi qui malgré tes moyens, as fait de la réussite de scolaire de tes enfants une priorité ; que Dieu t'accorde longue vie et te rende au centuple tout ce que tu as fait et continues de faire pour nous.

Merci PAPA

- ✦ A ma Mère AÏSSATA ISSAKA, qui a œuvré pour ma réussite de par son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils, mais surtout et aussi pour toute ton assistance et ta présence dans ma vie depuis mon jeune âge pour ne citer que cela ; que Dieu t'accorde longue vie pour que tu puisses profite des fruits de tes durs labeurs. **Merci beaucoup MAMAN**

- ✦ Je dédie spécialement ce travail à ma tante chérie feu **MAÏMOUNA, que ton âme repose en paix et que Dieu t'accorde son paradis. Amine**

- ✦ A ma grande sœur pour tous ses soutiens et encouragements pendant les durs moments de mon étude. Je remercie Dieu le Tout Puissant de t'avoir dans ma vie.

Remerciements

Au moment de manifester ma gratitude à l’endroit de ceux qui ont contribué à l’aboutissement de ce travail, je réalise que cette démarche n’est pas une simple formalité. Durant tout mon cursus scolaire et universitaire, j’ai été guidé, aidé et soutenu par des personnes qui ont accepté de m’apporter leurs concours. Ces dernières m’ont aussi prodigué de sages conseils, m’ont permis de comprendre beaucoup de choses de la vie et m’ont fait partager leurs connaissances. Je voudrais donc ici exprimer tout ma gratitude et ma reconnaissance :

- ✦ Aux membres de la grande famille 2iE pour la formation de qualité et le service de stage mis à notre disposition ;
- ✦ A Monsieur **G. Frédéric François KABORE**, Directeur Général de l’Office National de l’Eau et de l’Assainissement (ONEA) Burkina Faso ; pour m’avoir accepté à l’ONEA comme stagiaire ;
- ✦ A Monsieur **ILBOUDO PAYBEM**, Chef de Service Etudes et Travaux de la Direction de Planification et de l’Investissement, mon encadreur pour ses remarques et conseils ;
- ✦ A mon encadreur **Dr. MOUNIROU Lawani Adjadi**, enseignant-chercheur à 2iE, pour sa disponibilité, ses remarques pertinentes et ses conseils.
- ✦ A Monsieur **Malam MOUSSA ABDOU**, consultant au compte du bureau d’étude SGI international.
- ✦ A Monsieur **Mahamadou KONE** ; Chef de service Gestion de la demande et des Ressources en Eaux
- ✦ A **Madame Oumarou Saley 2** ; Hadjia ma marâtre pour tout son soutien et encouragement.
- ✦ A l’ensemble du personnel de la Direction Général et de la Direction régionale de Bobo, pour leur accueil, leur hospitalité et leur disponibilité.

A tous mes camarades de classe de 2iE depuis ma première année jusqu’au Master 2, je n’oublie pas de remercier tous ceux qui ont de près ou de loin contribué à ma formation et à l’élaboration de ce mémoire de fin d’études dont les noms ne figurent pas ici.

Résumé

La présente étude fait suite à l'étude technique de renforcement du système d'alimentation en eau potable par le raccordement de deux nouveaux forages au réseau AEP de la ville de Bobo-Dioulasso (Kua) au Burkina Faso. L'objectif est de faire une étude d'avant-projet détaillée (APD) de raccordement de deux nouveaux forages dans le but de renforcer la capacité de production en eau de la zone de Kua (Bobo-Dioulasso) qui a déficit de $3\,812\text{m}^3/\text{jour}$.

C'est ainsi qu'à partir du diagnostic et des études techniques, on est arrivé à faire deux propositions de variante pour le raccordement hydraulique.

La première variante consiste à refouler par une conduite commune, l'eau des forages directement au château avec un coût de réalisation de 269 497 580 FCFA avec 380,19 FCFA comme prix de revient du mètre cube d'eau, et la seconde variante consiste à refouler l'eau dans le château à partir d'une bache qui recueille l'eau des forages avec un coût de réalisation de 654 500 796 FCFA avec 350,85 FCFA. A la suite d'une étude comparative, on a retenu la deuxième variante pour le raccordement hydraulique du fait d'un prix de revient moindre que la première. Cependant, la bache de reprise aura une capacité de 2000 m^3 en raison de deux forages supplémentaires à réaliser dans les années à venir à fin de renforcer d'avantage la capacité de production.

Pour ce qui en est du traitement des eaux de nos forages comme les analyses physico-chimiques du laboratoire de l'ONEA Bobo confirment leurs conformités à la norme d'eau potable au Burkina Faso ; on fera juste une désinfection au chlore dans la bache avant de refouler l'eau dans le château d'eau et en fin le déficit sera couvert jusqu'à 2021.

Mots Clés :

- 1 - APD**
- 2 – Diagnostic**
- 3 – Production en eau**
- 4 – Raccordement Hydraulique**
- 5 – Kua**

ABSTRACT

The present one follows upon the technical study reinforcement of the feeding system out of drinking water by the connection of two new drillings to network AEP of the town of Sore (Kua) in Burkina Faso.

The objective is to make a detailed study of preliminary draft (APD) of connection of two new drillings with an aim of reinforcing the output of the zone of Kua (Sore).

Thus starting from the diagnosis and of the technical studies, one managed to make two proposals for a solution for hydraulic connection; the first solution consists in driving back by a common control, the water of drillings directly to the castle, and the second solution consists in driving back water in the castle starting from a cover which collection the water of drillings. For each option, we made a study of price; Following a comparative study, one adopted the second solution for hydraulic connection. However, the cover of recovery will have a capacity of 2000 m³ because of two additional bore holes to realize in the years to come; for what is water treatment of our drillings as the physico chemical analysis of the laboratory confirms their conformities to the drinking water standard in Burkina Faso one has just proposes a disinfection with chlorine before drives back water in the water tower.

Key words:

1 - APD

2 – Diagnostic

3 –Water Production

4 – Hydraulic connection

5 – Kua

Liste des abréviations

2IE	:	Institut International d’Ingénierie de l’Eau et de l’Environnement
AEP	:	Adduction en Eau Potable
BF	:	Borne Fontaine
BUMIGEB	:	Bureau des Mines et de la Géologie du Burkina
BP	:	Branchement privé ou particulier
BT	:	Basse Tension
CE	:	Château d'Eau
DGEF	:	Direction Générale des Eaux et Forêts
DRB	:	Direction Régional de Bobo-Dioulasso
DN	:	Diamètre nominal
GE	:	Groupe Electrogène
HA	:	Haute Adhérence
HMT	:	Hauteur Manométrique Totale
AID	:	Association Internationale pour le Développement
INSD	:	Institut National de la Statistique et de la Démographie
MT	:	Moyenne Tension
OMD	:	Objectifs du millénaire pour le Développement
ODD	:	Objectifs de Développement Durable
ONEA	:	Office National de l’Eau et de l’Assainissement
PEHD	:	Polyéthylène Haute Densité
PFA	:	Pression de Fonctionnement Admissible
PNDES	:	Programme National de Développement Economique et Social
PN	:	Pression Nominale
PN-AEP	:	Programme National d'Alimentation en Eau Potable
PVC	:	Polychlorure de Vinyle
RGPH	:	Recensement Général de la Population et de l'Habitat
SDAU	:	Schéma Directeur de l’Aménagement et de l’Urbanisme

SOMMAIRE

Dédicaces	1
.....	1
Remerciements.....	2
Résumé.....	3
ABSTRACT.....	4
.....	
Liste des abréviations.....	5
SOMMAIRE	6
.....	
LISTE DES TABLEAUX.....	8
LISTE DES FIGURES.....	9
I. INTRODUCTION	10
II. PRÉSENTATION DU PROJET, DE LA ZONE D’ÉTUDE ET DE LA STRUCTURE D’ACCUEIL.....	12
II.1. PRÉSENTATION DU PROJET	12
II.1.1. Contexte et justification du projet	12
II.1.2. Objectif global & objectifs spécifiques	12
II.1.2.1. Objectif global & objectifs spécifiques du Projet	12
II.1.2.2. Objectif global & objectifs spécifiques de l’étude	12
II.1.3. Diagnostic du système actuel d’approvisionnement en eau potable de la zone	13
II.2. Présentation de la structure d’accueil	13
II.2.1. Présentation générale de la structure d’accueil (ONEA).....	13
II.2.2. Historique de l’ONEA.....	14
II.2.3. Objectif global de l’ONEA	15
II.2.4. Organigramme de l’ONEA	15
II.3. Présentation de la zone d’étude	17
II.3.1. Situation géographique.....	17
II.3.2. Présentation du cadre physique	17
II.3.3. Présentation du cadre humain	18
II.3.4. Présentation des caractéristiques socio-économiques.....	19
II.3.5. Situation de l’approvisionnement en eau potable	20

III. MATERIELS ET METHODES	23
III.1 Matériels.....	23
III.2. Méthodologie de travail	23
III.2.1 Collectes et Analyses des données.....	24
III.2.2. Étude technique de raccordement hydraulique des forages	26
III.2.2.1 Étude de la variante 1.....	27
III.2.2.2. Étude de la variante 2.....	29
III.2.2.3. Synthèse et choix de la solution la plus avantage	32
III.2.2.4. Calcul des appareils hydrauliques.....	33
III.2.3. Conception et dimensionnement du raccordement électromécanique	36
III.2.3.1. Calcul et choix de transformateur pour la ligne électrique	36
III.2.3.2. Choix des câbles	37
III.2.3.3. Choix des dispositifs de protection et Armoire électrique.....	37
III.2.4. Conception et dimensionnement du dispositif de traitement.....	39
IV.2.4.1 La désinfection.....	39
IV.2.4.1.1 Chlore total	39
IV.2.4.1.2. Choix de la pompe doseuse	40
IV. RESULTATS ET DISCUSION.....	41
V.1. Étude technique de raccordement hydraulique des forages	41
V.1.1 Étude de la variante 1	41
V.1.2. Étude de la variante 2.....	43
V.1.3. Synthèse et choix de la solution la plus avantage	51
V.1.4. Calcule des appareils hydrauliques	51
V.2. Conception et dimensionnement du raccordement électromécanique	55
V.2.1. Calcul et choix de transformateur pour la ligne électrique	55
V.2.2. Choix des câbles.....	57
V.2.3. Choix des dispositifs de protection	58
V.2.4. Conception et dimensionnement du dispositif de traitement	60
V. CONCLUSION ET RECOMMANDATION	61
VI. Bibliographie.....	62
ANNEXE	63

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : la végétation de la zone d’étude en fonction des domaines	18
Tableau 2 : Matériel utilisé	23
Tableau 3: Récapitulatif des données du Forage 1 et 2 de la fiche de foration remis par BRINIGEB Valide par ONEA.....	25
Tableau 12 : Récapitulative du résultat de dimensionnement de la ceinture supérieure	49
Tableau 14: Estimation de coût de réalisation de chacune des variantes proposes	51
Tableau 15 : Prix de revient du m ³ d’eau par variante.....	51
Tableau 16 Resultat vérification anti bélier forage-bâche par la méthode de joukovski	52
Tableau 17: Le Résultat récapitulatif de la conduit de vidange sur le nœud 14	53
Tableau 18: Caractéristique de ventouse choisi.....	53
Tableau 20: Résultats de butées à surface d’appuis	54
Tableau 21: Les sections d’aciers choix pour Regard.....	54
Tableau 22 : Largeur et hauteur des fouilles de pose pour les conduites	54
Tableau 23 : Résultats du bilan de puissance d’après Schneider Electric	56
Tableau 24 : Résultats de calcul de Transfo et de Groupe électrogène	57
Tableau 25 Résultat de logiciel Caneco BT.....	57
Tableau 26 section de câble par nos calcule	57
Tableau 27 Résultats de dimensionnement des dispositifs de protection	59
Tableau 28 : Résultat de la demande en chlore et la quantité de chlore actif	60

LISTE DES FIGURES

Figure 1: localisation des centres ONEA sur l’étendue du Burkina Faso -----	14
Figure 2 : Organigramme de la Direction Générale de l'ONEA -----	16
Figure 3: Localisation de la zone d'étude-----	17
Figure 4: Les Réseaux de d’adduction actuelle de la ville de Bobo-Dioulasso en fonction de l’Altitude-----	22
Figure 7: Présentation de l'interface du logiciel Caneco BT-----	38
Figure 8: Détermination des caractéristiques de la pompe au Point de fonctionnement pompe variante 1 -----	43
Figure 9 : Caractéristique de la pompe au Point de fonctionnement de pompe de surface Variante 2-----	46
Figure 10 : Détermination des caractéristiques de la pompe Immerge au Point de fonctionnement Pompe variante2-----	46
Figure 11:Enveloppes de dépression et de surpression-----	52
Figure 12:Schéma illustratif de pose des conduites-----	55

I. INTRODUCTION

L’Afrique est le continent le plus touché par le problème d’approvisionnement en eau potable avec 320 millions de personnes privées d’eau potable. Le Burkina Faso est aussi confronté à ce problème avec un taux d’accès de 89.9% en milieu urbain contre un taux moyen d’accès de 82.86% en milieu rural. Le sommet du millénaire pour le développement, tenu du 06 au 08 septembre 2000 à New-York, a permis aux dirigeants des pays du monde de convenir d’une réduction de moitié la proportion des populations n’ayant pas accès à l’eau à l’horizon 2015. Cette composante des OMD ayant fourni des résultats forts appréciables s’est vue succédée, à son terme, par les Objectifs du Développement Durable à l’horizon 2030 (ODD) à travers l’objectif N°6 « Garantir l’accès de tous à l’eau et à l’assainissement et assurer une gestion durable des ressources en eau ».

Le gouvernement burkinabè met en œuvre ces ODD à travers son Programme National de Développement Economique et Social (PNDES) dont l’une des cibles est « zéro corvée d’eau à l’horizon 2020 ». Pour ce faire, un référentiel a été élaboré, dénommé le PN-AEP 2016-2030.

Dans la mise en œuvre de ce Programme National d’Approvisionnement en Eau Potable, le gouvernement, avec l’appui de ses partenaires techniques et financiers œuvre non seulement à mettre à la disposition des populations des infrastructures d’AEP, mais également à renforcer leurs capacités pour une gouvernance vertueuse des services publics d’eau potable. C’est dans ce cadre que le gouvernement appuie financièrement l’ONEA afin de renforcer sa capacité de production en eau ainsi que d’entretenir son réseau de distribution en milieu urbain que rural. C’est ainsi que la zone 4 de la ville de Bobo Dioulasso a bénéficié d’un projet de renforcement de sa capacité de production pour faire face à la croissance de la demande. La zone 4 est la zone qui rencontre plus de problème de distribution par des coupures fréquentes d’eau à longueur de la journée pendant les périodes de forte demande en raison d’une insuffisance de production. Avec ce projet de renforcement par le raccordement des deux nouveaux forages de Pala, la couverture de la zone sera assurée jusqu’en 2030.

L’étude technique de faisabilité de ce projet est assurée par la section étude et travaux de la direction planification et Investissement de l’ONEA. C’est dans ce cadre que nous avons travaillé au sein de la section études et travaux en qualité de stagiaire, en vue d’élaborer notre mémoire de fin de cycle de Master 2iE en Infrastructures et Réseaux

Hydrauliques (IRH) ; sous le thème. « **Renforcement du système d’Alimentation en Eau Potable par le raccordement de deux nouveaux forages dans la ville de Bobo-Dioulasso (Kua) au Burkina Faso** ».

Notre démarche consistera, après la présentation de la structure d’accueil et de la zone d’étude, à faire : une proposition de raccordement hydraulique des forages avec la proposition de deux solutions et évaluation de la solution la plus avantageuse, une proposition de raccordement électromécanique et enfin une proposition de mode de traitement.

II. PRÉSENTATION DU PROJET, DE LA ZONE D’ÉTUDE ET DE LA STRUCTURE D’ACCUEIL.

II.1. PRÉSENTATION DU PROJET

II.1.1. Contexte et justification du projet

L’Etat du Burkina Faso a élaboré un programme national d’investissement avec pour finalité de parvenir à un accès universel à l’eau potable en 2030. Ce programme national d’approvisionnement en eau potable (PN-AEP) s’inscrit dans le cadre des « Objectifs de Développement Durable ».

Dans le but de réaliser cet objectif d’accès universel à l’eau potable en 2030, l’ONEA a bâti une stratégie qui se décline en trois axes :

- ❖ Poursuivre l’extension de son périmètre en équipant les centres non desservis ;
- ❖ Renforcer ses installations pour les maintenir en adéquation avec la demande dans les centres déjà équipées ;
- ❖ Optimiser l’exploitation du service et maîtriser les charges y afférentes à travers une amélioration du rendement des installations

II.1.2. Objectif global & objectifs spécifiques

II.1.2.1. Objectif global & objectifs spécifiques du Projet

L’objectif global de cette étude est de contribuer au renforcement de la capacité de production en eau potable de la ville de Bobo-Dioulasso par le raccordement de deux forages réalisés dans la partie Est de ladite ville (Pala) afin d’aider à la couverture des zones hautes des secteurs 24 et 25 où la pénurie est la plus ressentie.

Comme objectifs spécifiques assignés à cette étude nous avons entre autres :

- Collecter les données nécessaires sur les forages exécutés ;
- Dimensionner les équipements hydrauliques et électromécaniques nécessaires au raccordement desdits forages
- Proposer un traitement de la ressource en eau mobilisée

II.1.2.2. Objectif global & objectifs spécifiques de l’étude

En dehors des objectifs du projet, on s’est fixé des objectifs de l’étude pour parfaire ce travail.

Il s'agit de :

- ❖ Dimensionnement hydraulique du réseau d'adduction des forages réalisés avec la proposition de deux systèmes de refoulement et choix du système le plus économique.
- ❖ Dimensionnement des équipements électromécaniques pour le bon fonctionnement de la station de pompage.
- ❖ Dimensionnement d'un système de traitement adéquat.

II.1.3. Diagnostic du système actuel d'approvisionnement en eau potable de la zone

L'approvisionnement en eau potable de la zone 4 est assuré par un réservoir en béton armé d'une capacité de 1500 m³ et son adduction se fait par une conduite en fonte DN400 qui quitte la station de pompage à Bolomacote ; de la station de pompage, trois pompes de surface de 450 m³/h refoulent de l'eau au réservoir de KUA. A noter qu'il y a également deux autres pompes à la station de Bolomacote qui refoulent l'eau jusqu'au réservoir de Sarfalao à partir d'une bache commune d'une capacité de 4 000 m³ ; ainsi, la mise en marche des différentes pompes est fonction du niveau d'eau dans la bache. La distribution est assurée par des conduites en fonte, PVC et en PEHD PN10, avec des diamètres qui varient entre 63 mm à 350 mm et une longueur totale de conduite 215 km. Le nombre d'abonnés actifs dans la zone (BP) est de 14 129 abonnés et 63 BF dont 7 BF dans la zone non lotie où il y a une explosion démographique avec pour conséquence l'augmentation de la demande en eau de la zone. Avec un faible volume d'adduction par rapport à la demande de la zone qui augmente, une partie des riverains de la zone 4 souffre de manque d'eau dans la journée surtout en période sèche. Le service production est obligé de fermer la vanne de la distribution par moment pour remplir le château d'eau afin que les autres abonnés puissent avoir accès à l'eau. Ce projet a pour objectif de renforcer le volume d'adduction par le raccordement de deux nouveaux forages réalisés vers le village de Pala situé à quelques kilomètres du réservoir

II.2. Présentation de la structure d'accueil

II.2.1. Présentation générale de la structure d'accueil (ONEA)

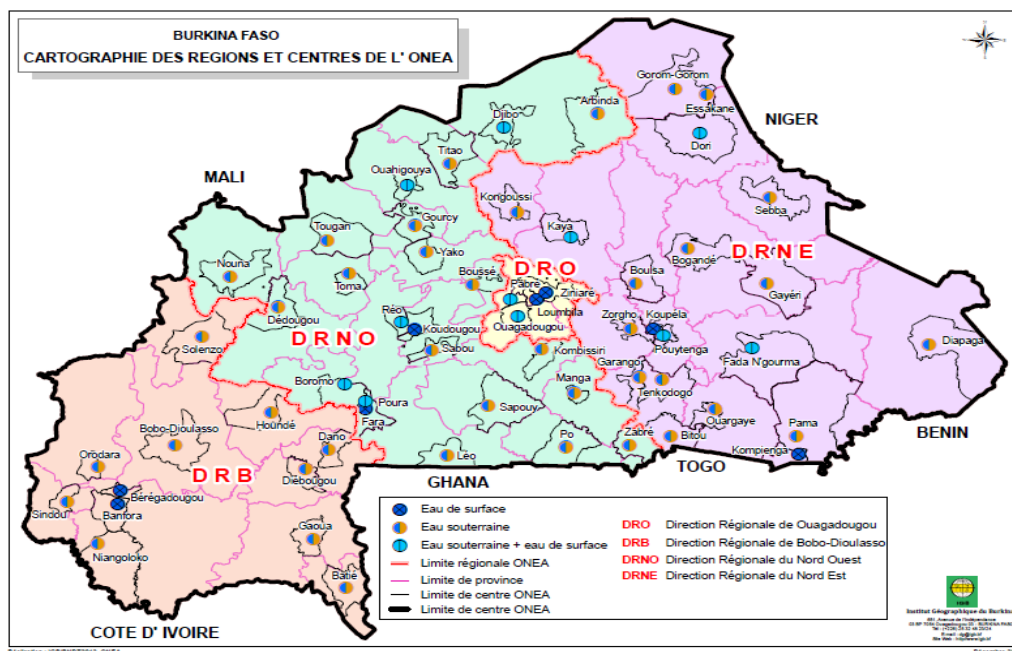
L'ONEA est une entreprise d'Etat fonctionnant comme une entreprise privée dans le

secteur de l'eau et de l'assainissement ; placé sous la tutelle technique du Ministère chargé de l'eau et la tutelle financière du Ministère chargé des finances. Il compte plus de 900 employés répartis dans les entités suivantes : Direction Générale, les Directions centrales, les Directions régionales, les centres de regroupements et les centres ONEA qui sont aux nombres de 58 qui est illustre dans la figure 1 qui suit. Le siège est à Ouagadougou,

secteur

17

(Pissy)



SOURCE : SIG ONEA

Figure 1: localisation des centres ONEA sur l'étendue du Burkina Faso

II.2.2. Historique de l'ONEA

L'Office National de l'eau et de l'assainissement (ONEA), c'est aujourd'hui plus de 60 ans de service de l'amélioration de la qualité de vie de millions de personnes. Les réseaux dont il a hérité de la structure coloniale (SAFLEC), le premier centre fut celui de Bobo Dioulasso en 1945 avec la construction de deux châteaux d'eau de 300m³ (Gare et Cotonnière) et un puits. En **1994**, l'ONEA devient société d'Etat par **décret N°94-391/PRES/MICM/EAU** ; Depuis lors jusqu'à nos jours, la société ne cesse d'accroître ses investissements dans la recherche de perfectionnement des ouvrages, la production d'eau potable, et de l'assainissement en milieu urbain.

L'ONEA est certifié ISO 9001 depuis 2008 ; il œuvre toujours à rester parmi les entreprises de référence dans le secteur de l'approvisionnement en eau potable et assainissement en Afrique, et est engagé dans l'innovation au service du client à travers

ces valeurs qui sont :

- La satisfaction du client et le Sens du service public
- Professionnalisme
- Esprit d’équipe
- Solidarité

II.2.3. Objectif global de l’ONEA

Dans le cadre du Programme National d’Approvisionnement en Eau Potable et d’Assainissement (PN-AEPA) pour l’atteinte de l’objectif six (06) de l’ODD, dans le domaine de l’eau et de l’assainissement, l’ONEA a pour objectif, la production et distribution d’eau potable, l’atteinte d’un taux d’accès de 100% à l’eau potable d’ici 2030 dans le cadre de la PN-AEP, réduire les disparités régionales du taux d’accès à l’eau potables, assurer la desserte de toutes les communes urbaines du Burkina Faso.

II.2.4. Organigramme de l’ONEA

Suite à la délibération du conseil d’administration de l’ONEA en date du 14 octobre 2010 : l’ONEA est administré par une Direction générale installée à Ouagadougou, siège social de l’Office qui regroupe les Directions centrales suivant l’organigramme au figure 2.

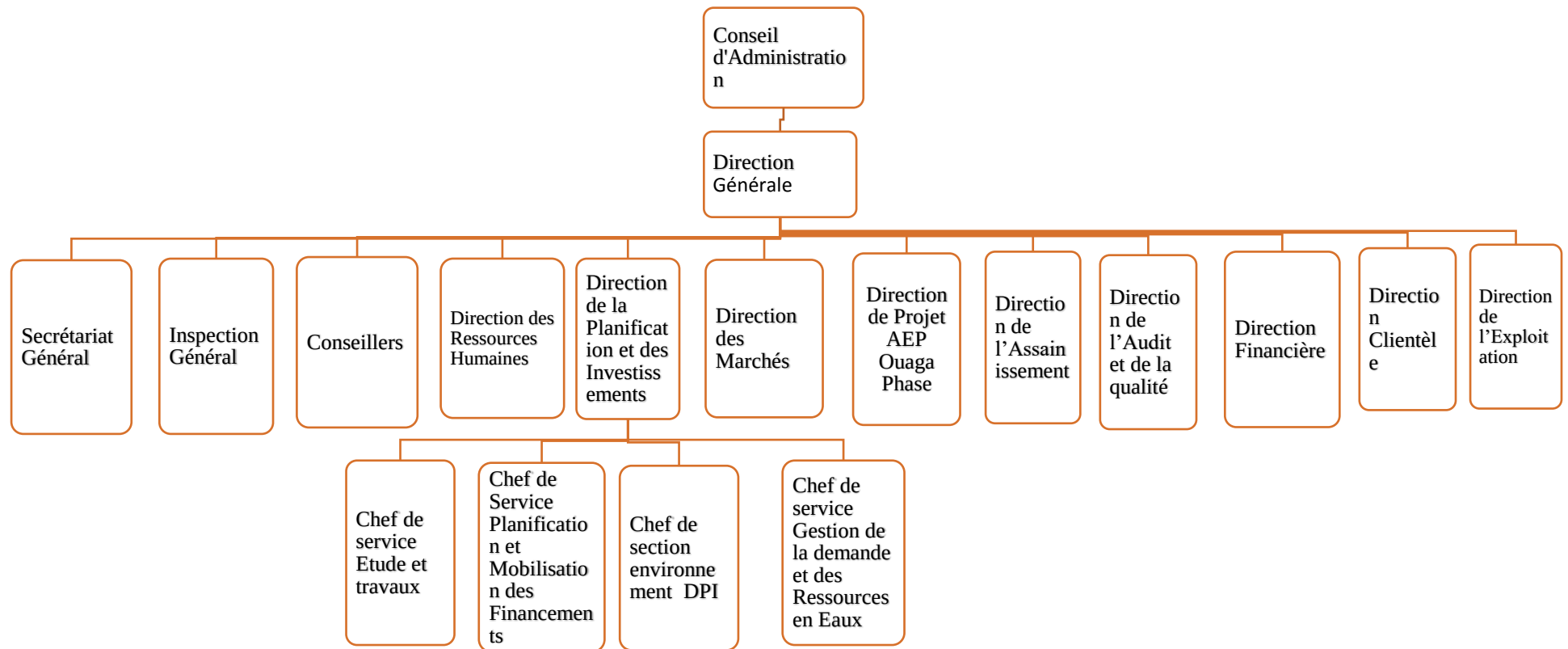


Figure 2 : Organigramme de la Direction Générale de l'ONEA

II.3. Présentation de la zone d'étude

II.3.1. Situation géographique

Seconde ville du Burkina Faso, Bobo-Dioulasso est située à 360 km à l'ouest de la capitale Ouagadougou, elle est le chef-lieu de la région des Hauts Bassins.

La ville de Bobo-Dioulasso est située au centre de la province du Houet, au carrefour de plusieurs axes internationaux reliant la Côte d'Ivoire, le Mali et le Ghana (Ouaga-Bobo-Abidjan par la route et le chemin de fer, Ouaga-Bobo-Sikasso-Bamako, Ouaga-Bobo-Ségou-Bamako, Bobo-San-Mopti, Bobo-Dédougou-Léo-Wa Tamale) et nationaux (Bobo-Dédougou, Bobo-Ouaga, Bobo-Banfora, Bobo-Gaoua, Bobo-Dédougou) dans cette partie de l'Afrique de l'Ouest et dans l'Ouest du Burkina.

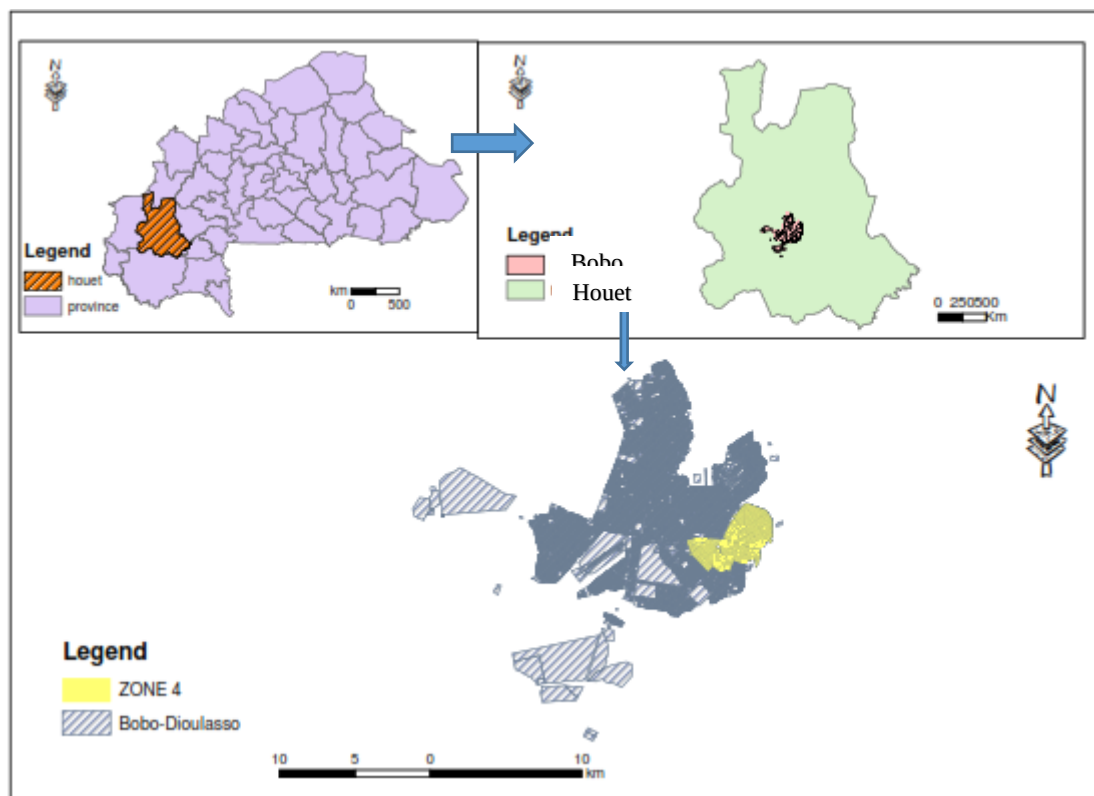


Figure 3: Localisation de la zone d'étude

II.3.2. Présentation du cadre physique

Le climat de la zone d'étude est de type sud-soudanien. Ce type de climat est caractérisé par une pluviométrie annuelle comprise entre 900 et 1100 mm et des précipitations qui durent 4 à 6 mois de mai à octobre. Selon les données de la météorologie nationale calculées à partir des moyennes de 1981 à 2010 enregistrées à la station de Bobo-Dioulasso aéroport, la moyenne des

hauteurs d’eau de pluie mensuelle varie de 15 mm en mars à 271 mm en août. La moyenne annuelle au cours des trente dernières années est de 1058 mm. Les températures moyennes minimales mensuelles varient de 18°C en janvier à 25°C en mai et Les températures moyennes maximales mensuelles varient de 29°C en août à 37°C en mars.

Le relief de la commune de Bobo-Dioulasso, est constitué essentiellement par les unités suivantes (SDAU 2012):

- des plateaux gréseux étagés et disséqués par des vallées et culminant au niveau des buttes et collines occupent les trois quarts de l’espace d’une altitude variant de 320 à 500 m ;
- un glaciais d’une altitude moyenne de 320 m qui occupe le quart de l’espace communale occupé par des plaines alluviales et des collines buttes cuirassées et rocheuses reposant sur des formations cristallines et schisteuses du socle du précambrien ;
- une falaise d’une dénivellation variant de 80 à 100 m de direction Nord Est, Sud-Ouest sépare les plateaux gréseux étagés et la zone du socle.

Le réseau hydrographique est assez dense ; le territoire communal est occupé par des cours d’eaux importants répartis dans deux bassins hydrographiques nationaux (le bassin hydrographique du Mouhoun supérieur et le bassin du Mouhoun inférieur).

La végétation rencontrée dans la zone d’étude, est classée en fonction des domaines protégés et des domaines classés du fait des quatre forêts classe (FC) situé à proximité de la ville de Bobo-Dioulasso, ainsi dans le tableau si dessous donne la végétation en fonctions des domaines :

Tableau 1 : la végétation de la zone d’étude en fonction des domaines

La végétation dans le domaine protégé	La végétation dans le domaine classé
- La savane arbustive ; - La savane arborée ; - La savane boisée - La forêt claire ; - La forêt galerie le long des cours d’eau	-La FC de Dindéresso d’une superficie de 8 500 ha ; créée en 1936 et située au Nord-Ouest de la ville ; - La FC de Kuinina d’une superficie de 2 150 ha ; - La FC de Kua d’une superficie de 350 ha ; - La FC de Kou d’une superficie de 117 ha ; créée en 1951 et située à l’Ouest de la ville.

Source : DGEF- Direction Générale des Eaux et Forêts

II.3.3. Présentation du cadre humain

La population de Bobo-Dioulasso, d’après la projection de la Population et de l’Habitat (INSD

/ SDAU 2012), compte 1 776 803 habitants en 2019 dont 50,59% de femmes avec un taux d'accroissement de 7% par an. Elle est majoritairement constituée des bobos et des sénoufos (dioulas) qui sont des autochtones et résident à Bobo-Dioulasso. Ensuite on rencontre bien évidemment d'autres ethnies issues de l'immigration ou dans le cadre du travail : les Mossis, les Samos, les Markas, les Lobi Bissas, les Peulhs etc. De ce fait, toutes les langues de ces ethnies sont parlées dans la commune de Bobo-Dioulasso, bien que les langues les plus parlées soient le dioula et le bobo.

Toutes les principales religions rencontrées au Burkina sont pratiquées à Bobo-Dioulasso Par ordre d'importance du point de vue effectif, on a : l'Islam, le christianisme (catholique surtout) et l'animisme.

II.3.4. Présentation des caractéristiques socio-économiques

La ville de Bobo-Dioulasso s'est développée dans un contexte géographique favorable, au carrefour de plusieurs axes de commerce internationaux traversant le Sahel (entre le Sahara et la forêt équatoriale, entre sel et cola ...). Cependant, ses capacités restent sous-employées (SDAU Bobo-Dioulasso 2012).

Agriculture : Bien que dans le milieu urbain, les principales activités sont basées sur l'industrie et les services, la majorité de la population de Bobo-Dioulasso vit davantage des retombées des activités agro-sylvo-pastorales menées dans son hinterland immédiat (les 36 villages rattachés à la commune de Bobo-Dioulasso et le reste de la province du Houet). La pluviométrie abondante, a fait développer autour de la ville et dans le reste de la province du Houet, des activités de production agricole, faisant de l'agriculture l'activité économique phare de la population. Cette dernière est la plus diversifiée du Burkina Faso et les principales cultures pratiquées sont les céréales (sorgho, mil, maïs, riz, fonio), les légumineuses (niébé, voandzou), les tubercules (igname, patate), les cultures maraîchères (tomate, oignons, choux, aubergine), les cultures de rente (coton, arachide, sésame et soja, tabac), et l'arboriculture fruitière.

L'élevage : Le système d'élevage est de type extensif. Le cheptel est essentiellement constitué de bovins, d'ovins et de caprins. En milieu urbain, l'élevage est semi moderne (semi intensif) et comprend les filières avicole, ovine, bovine, porcine. Cet élevage est surtout pratiqué dans les familles (volaille, ovins), et à la périphérie (bovins, porcins).

L’industrie : Bobo-Dioulasso a été considérée comme la capitale économique du Burkina Faso, à cause de son tissu industriel qui s’était constitué à partir de la période coloniale jusqu’à la fin de la deuxième décennie après les indépendances. Bobo-Dioulasso dispose d’une zone industrielle viabilisée de 233 ha et de deux nouvelles zones industrielles à l’Est et au Nord de la ville de 300 ha chacune et non encore viabilisées. On y rencontre des industries telles que SOFITEX, BRAKINA, SN CITEC.

L’artisanat : L’artisanat est en plein essor et constitue avec le commerce de détail l’essentiel de l’activité économique. Le secteur de l’artisanat contribue pour 20% au PIB local et occupe environ 30% des actifs non agriculteurs. Les acteurs du secteur de l’artisanat sont majoritairement des femmes.

II.3.5. Situation de l’approvisionnement en eau potable

A Bobo-Dioulasso le taux d’accès à l’eau potable est de 94% en 2018 selon la direction régionale de l’ONEA.

L’eau brute est refoulée de la station de Nasso à partir d’une source aménagée et de cinq forages à grands débits vers l’usine de traitement d’eau comprenant :

- neuf (9) ruisseler,
- neuf (9) filtres de carbonate,
- deux électrolyseurs,
- deux bâches intermédiaires dont un est munie d’une petite bâche tampon d’aspiration d’eau pour lavage des filtres,
- une station de pompage abritant
 - ❖ (5+1) pompes refoulant vers Bolomakoté/Lafiabougou/belle ville et
 - ❖ (3+1) pompes refoulant vers Bama et des installations de traitement des boues (rinçage des filtres) et un groupe électrogène de secours.
 - ❖ (1+1) pompe refoulant vers l’UPB (université) équipé d’un château d’eau de 100 m³.

Le réseau de distribution est divisé en 8 zones, chacune alimentée par son propre réservoir, à savoir :

- zone 1 – Bolomakoté ;
- zone 2 – Belle-ville ;
- zone 3 – Sarfalao-basse ;
- zone 4 – Kua ;

- zone 5 – Bama-haute ;
- zone 6 – Bama-basse (non fonctionnelle pour le moment);
- zone 7 – Lafiabougou et
- zone 8 – Sarfalao-haute.

La station de relevage située à Bolomakoté et aspirant des réservoirs de la zone 1 refoule l’eau vers le château d’eau de Sarfalao-basse (1+1 pompes) et celui de Kua (2+1 pompes).

Une deuxième station de relevage située à Sarfalao-basse aspire refoule l’eau vers le château d’eau de Sarfalao- haute (1+1 pompes).

La figure 4 donnée la situation actuelle du réseau d’adduction.

Renforcement du système d'Alimentation en Eau Potable par le raccordement de deux nouveaux forages dans la ville de Bobo-Dioulasso (Kua) au Burkina Faso

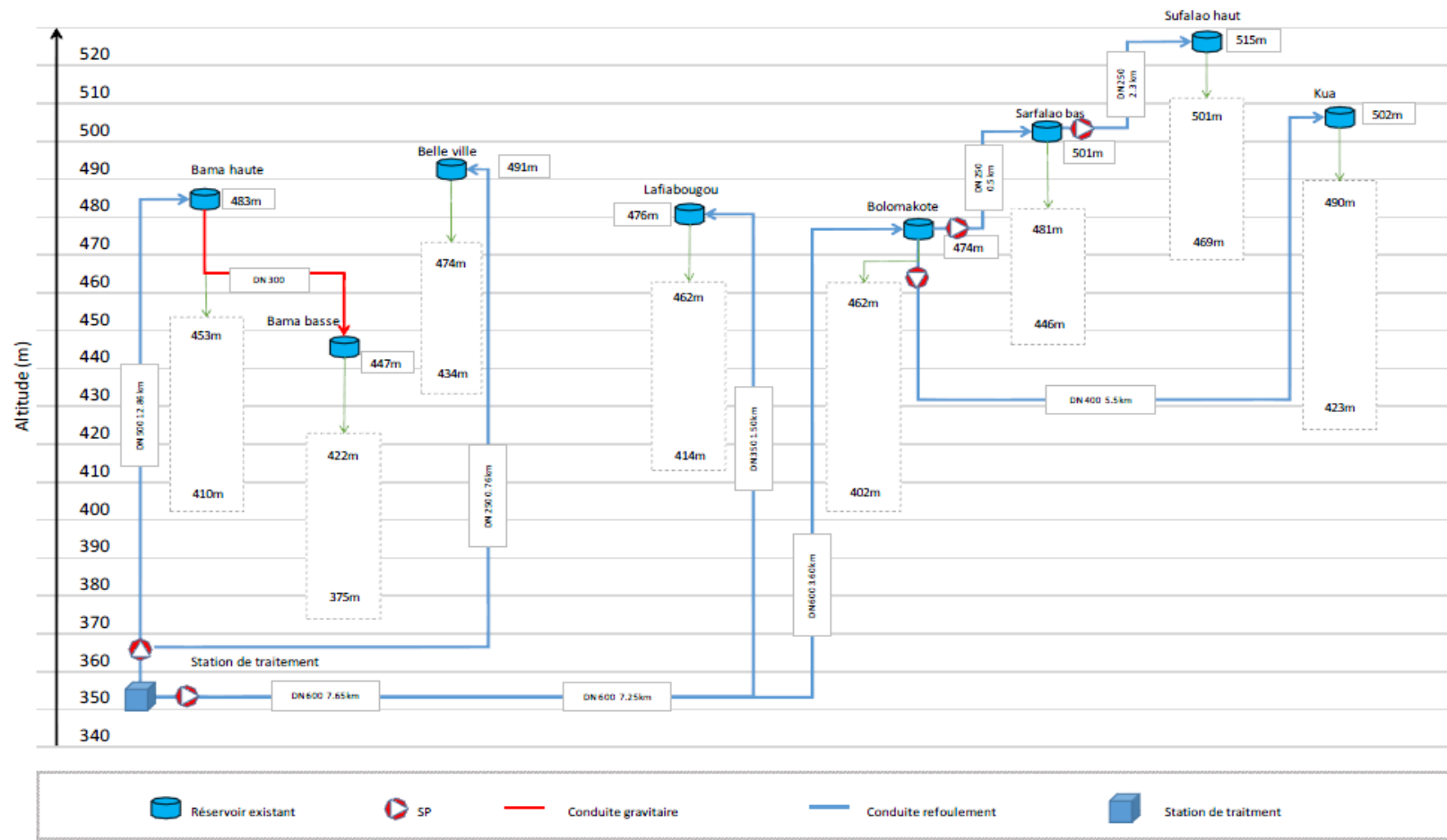


Figure 4: Les Réseaux de d'adduction actuelle de la ville de Bobo-Dioulasso en fonction de l'Altitude

III. MATERIELS ET METHODES

Il s’agit là de faire une description des différentes démarches adoptées, de la collecte des données à leurs analyses et traitement, jusqu’à la rédaction du document.

Dans un premier temps on abordera les matériels utilisés dans l’élaboration des documents et enfin on présentera la partie méthodologie avec des illustrations de toutes les formules utilisées dans notre document.

III.1 Matériels

L’ensemble du matériel utilisé dans cette étude est résumé dans le tableau 2.

Tableau 2 : Matériel utilisé

Matériels	
Outils	Importance
Stations totales	Levés topographiques
Logiciels	
AutoCAD 2007	Tracé du réseau, dessins ouvrages et détails
Covadis 2007	Tracé des différents profils, traitement des données topographiques
ARCMAP	Pour la réalisation des cartes
Google Earth pro	Appréciation de la dispersion spatiale (modèle de regroupement) des habitats et autres installations Une vue d’ensemble sur la zone d’études
Global Mapper V 18	Collecte de semis de points pour constitution des données topographiques complémentaires
Excel (Office 2013)	Ensemble des opérations de calculs du projet
Caneco BT	Pour choisir nos dispositif de sécurité à fin de sécurise nos installation et faire la simulation de nos installation avec les sections des câbles choisies.
Xrelais	Pour faire le schéma de puissance et de commande.

III.2. Méthodologie de travail

Il s’agit là de faire la description des différentes démarches adoptées, de la collectée de donnée à leurs analyses et traitement, jusqu’à la rédaction du document.

III.2.1 Collectes et Analyses des données

La collectée des données a consisté tout d'abord à s'enquérir des termes de références (TDR) afin d'en analyser la portée. Il s'agit de s'approprier des données de base du projet : contexte du projet, horizon, la population bénéficiaire. Ensuite, les autres données socio-économiques ont été recherchées afin de dresser un état des lieux de l'équipement de la localité en général, et d'AEP en particulier dans l'objectif d'estimer les consommateurs et d'évaluer les besoins/demandes. Elles ont aussi permis de cerner le vrai problème de manque d'eau que vive le riverain de la zone 4. Ces données ont été acquises au sein de l'ONEA siège (Ouagadougou) et de la DRB-ONEA. De plus, nous avons mené une recherche documentaire en rapport avec les technologies d'AEP qui puissent être adaptées à notre contexte. Elle a porté notamment sur les cours et anciens mémoires et la recherche sur l'internet. La quasi-totalité de ces données a été obtenue à 2iE et d'autres universités partenaires. Par ailleurs, nous avons reçu dans la structure partenaire, qui travaille pour l'ONEA telles que SGI Ingénierie S.A

Enfin, des visites de terrain ont été effectuées pour confronter les données collectées avec la réalité. Toutefois, nous avons pris part à ces sorties, ce qui nous a permis de nous enrichir en évaluant la configuration du terrain pour mieux cerner la réalité.

L'analyse et le traitement de ces données ont conduit à l'étude de proposition technique la plus économique pour le raccordement des forages de Pala au réservoir de Kua.

Données topographiques

Le tracé de la nouvelle conduite d'adduction reliant les forages au réservoir a été levé pour les études techniques du réseau. En effet, grâce à ce levé topographique, le profil en long et la vue en plan de la conduite ont été reconstituées pour plus affiner les études techniques. Ces données seront utilisées au niveau de l'enveloppe de dépression et de surpression, le schéma de nœud avec les singularités à proposer aux différents nœuds mais aussi de choisir le lieu adéquat pour positionner certains appareils hydrauliques (ventouse et vidange) sur la conduite.

Données sur les forages à raccorder

Les deux forages de Pala ont été réalisés du 14/10 au 08/11/2017 pour le forage PALA 1 et du 21/12/2017 au 29/12/2017 pour le forage PALA2 ; dans les formations sédimentaires de la région de Bobo-Dioulasso qui ont une très bonne potentialité en ressource d'eau souterraine. Après la phase de foration et de développement de ces deux forages nous avons les données ci-dessous :

Forage PALA 1

- Profondeur forage : 195 m
- Débit développement : 90 m³/h
- Diamètre équipement en PVC, de 0 à 60 m en 12 '' (265 mm-315 mm), de 60.51 à 120.15 m en PVC en 8'' (150 mm-180 mm) et de 137.67 m à 195 m en PVC de 6''
- La première venue d'eau se situe à 121 m et la dernière venue d'eau à 145 m
- La coté crépine est à 120.15 m
- Le niveau statique est à 69.60 m pendant la phase de développement

Forage PALA 2

- Profondeur forage : 195 m
- Débit développement : 78 m³/h
- Diamètre équipement en PVC, de 0 à 119.83 m en 8 '' (198 mm-225 mm) et de 119.83 à 122.67 m en PVC 6'' (150 mm-180 mm)
- La première venue d'eau se situe à 114 m et la dernière venue d'eau à 178 m
- La coté crépine est à 113.67 m
- Le niveau statique est à 67.20 m pendant la phase de développement

Les essais de pompage sur ces deux forages n'ont pas encore été faits, l'analyse des données ci-dessous a permis de formuler des hypothèses de dimensionnement et de raccordement de ces deux forages résumés dans le tableau 3 :

Tableau 3: Récapitulatif des données du Forage 1 et 2 de la fiche de foration remis par BRINIGEB Valide par ONEA

Désignations	Profondeur forée (m)	Profondeur équipée (m)	NS en m	Q exploitation (m ³ /h)	NDmax impose (m)
Forage 1	236	195	69.60	100	110
Forage 2	202	186	67.20	70	110

N.B : en attendant l'essai de pompage pour des prélèvements des analyses physico chimiques selon la règle, des prélèvements ont été sur les forages afin d'apprécier certains paramètres physico chimiques ; les résultats d'analyse ainsi que les coupes de chaque forage seront consignés dans la partie annexe du document.

III.2.2. Étude technique de raccordement hydraulique des forages

L'étude technique du raccordement hydraulique des forages se fait avec plusieurs cas possibles, mais dans ce mémoire nous allons nous limiter à seulement deux cas qui sont :

- ❖ Le refoulement direct des forages au réservoir avec une conduite en commun pour acheminer l'eau des deux forages au réservoir appelé : Variante 1 illustre par la figure 4.

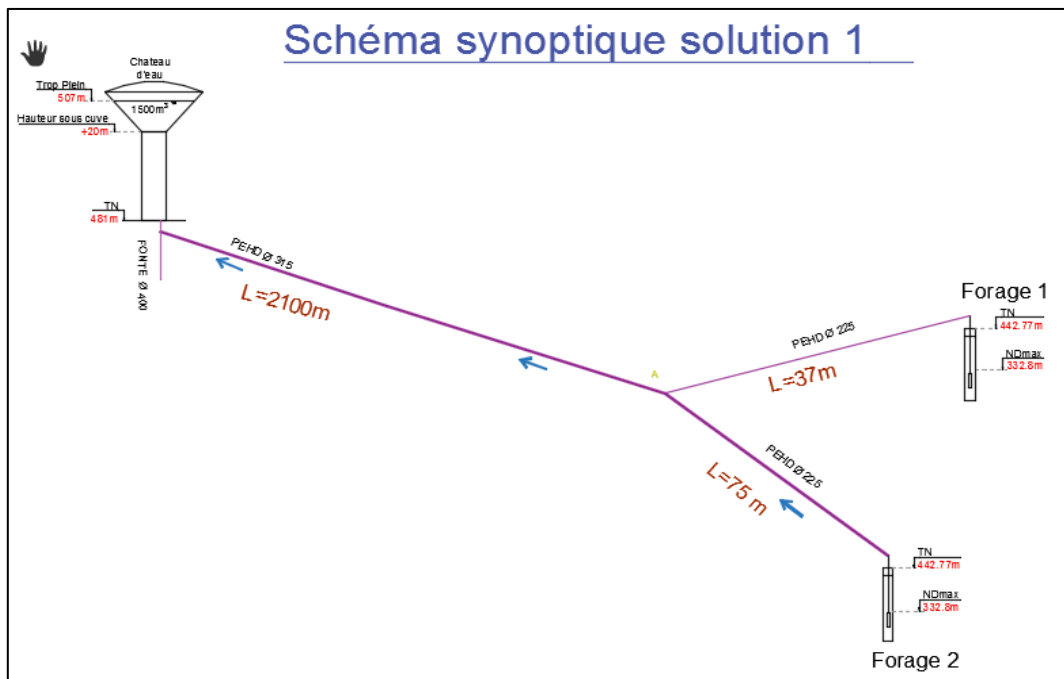


Figure 4: Schéma synoptique variante 1

- ❖ Le refoulement avec reprise, c'est-à-dire faire une bache de reprise des eaux des deux forages et en suite refouler l'eau de la bache par une pompe de surface jusqu'au réservoir appelé : Variante 2 illustre par la figure 5.

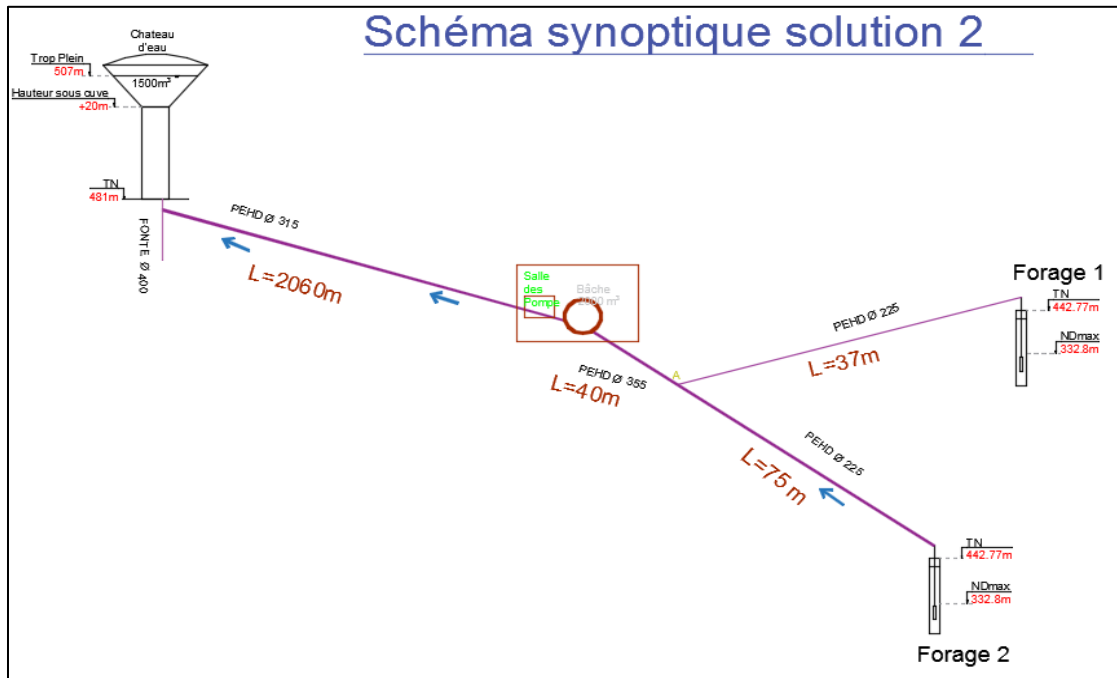


Figure 5 : Schéma synoptique variante 2

III.2.2.1 Étude de la variante 1

Calcul et choix des diamètres

Hypothèse de calcul :

Débit d'exploitation 70 m³/h pour chaque forage

Du point de vue économique, la conduite de refoulement et la station de pompage sont liées. Pour élever un **débit Q** à une **hauteur Hg** donnée on peut, a priori, utiliser une conduite de diamètre quelconque, il suffit de faire varier la puissance de la station de pompage. En effet, plus le diamètre est petit, plus la perte de charge ΔH sera grande, plus la puissance fournie par la pompe est grande. Il existe donc un diamètre économique pour la conduite de refoulement permettant de minimiser à la fois les coûts d'investissements initiaux et les coûts d'exploitation. Quelques formules empiriques donnant le diamètre économique ont aussi été proposées et sont utilisées dans cette étude. Il s'agit de :

➤ **Formule de Bresse :**

$$D_{th} = 1,5 * \sqrt{Q_{add}}$$

Avec : D_{th} en (m); Q_{add} en (m³/s)

➤ **Formule de Bresse modifiée :**

$$D_{th} = 0,8 * Q_{add}^{1/3}$$

Avec : D_{th} en (m); Q_{add} en (m^3/s)

➤ **Formule de Munier :**

$$D_{th} = (1 + 0,02 * n) * \sqrt{Q_{add}};$$

Avec n le temps de pompage /jour ; D_{th} en (m); Q_{add} en (m^3/s)

➤ **Formule de Bendjaoui**

$$D_{th} = 1.27 * \sqrt{Q_{add}}$$

Avec D_{th} en (m); Q_{add} en (m^3/s) et un temps de pompage maximum fixé à 20 heures.

Pour obtenir un fonctionnement non bruyant, on a vérifié que la vitesse d'écoulement, obtenu après choix du diamètre de la conduite, est bien inférieure ou égale à la vitesse limite donnée par la relation suivante :

$$\text{Condition selon GLS : } v_m(m/s) \leq \left(\frac{\Phi_{ref}(mm)}{50} \right)^{0.25} ; \text{ Avec : } V_m \text{ en (m/s); } \Phi \text{ en (mm)}$$

Où Φ le diamètre nominal de la conduite retenue.

Calcul de la HMT et choix des pompes :

Calcul de la HMT :

La Hauteur Manométrique Totale est la pression contre laquelle la pompe doit “travailler” lorsque l'eau est pompée. Elle est la somme de la hauteur géométrique et des pertes des charges linéaires que singulières sur la conduite

$$HMT = Hg + \sum \Delta H,$$

Dans notre cas la hauteur géométrique est calculée par :

$$Hg = \text{cote plan d'eau dans le réservoir} - \text{cote du niveau dynamique maximal} ;$$

Pour calculer les pertes de charges linéaires on a utilisé la forme de Manning et Strickler :

$$\Delta H = 10.29 * \frac{Q^2 * L}{Ks^2 * D^{\frac{16}{3}}} \text{ avec}$$

- L la longueur de la conduite en (m),
- Q le débit transité par la conduite en (m^3/s) et
- D le diamètre de la conduite en (m).

On a estimé les pertes de charges singulières à 10% des pertes de charge linéaires.

Choix de la pompe :

Pour la mobilisation des eaux souterraines, on a opté pour les électropompes immergées.

La HMT calculée précédemment et le débit d'exploitation nous ont permis de choisir des électropompes immergées de marque Calpeda un constructeur français.

Détermination de point de fonctionnement :

Dans notre cas, on a deux pompes immergées en parallèle refoulant dans une conduite unique jusqu'au réservoir.

Les démarches suivies sont les suivantes :

- Tracé de la courbe caractéristique modifiée de chaque pompe en retranchant pour chaque débit la perte de charge imposée par la conduite individuelle de chaque pompe jusqu'au point de refoulement commun ;
- Tracé de la courbe caractéristique combinée (résultante) des deux pompes fonctionnant en parallèle après modification.
- Tracé de la courbe caractéristique de la conduite commune de refoulement (point A jusqu'au réservoir) ;
- Détermination du point de fonctionnement de l'ensemble en lisant l'abscisse et l'ordonnée du point de contact des deux courbes (caractéristique combinée des pompes et de la conduite).
- Détermination du point de fonctionnement de chaque pompe en faisant la projection sur la courbe caractéristique modifiée de chaque pompe.

III.2.2.2. Étude de la variante 2

Calcul et choix des diamètres

Hypothèse de calcul :

Débit d'exploitation 100 m³/h pour le forage F1 et 70 m³/h pour le forage F2. Pour les calculs et le choix des diamètres on a utilisé la même méthodologie décrit dans la **variante 1**, jusqu'ici le débit d'exploitation du forage F1 qui à change.

Calcul de la HMT et choix des pompes

Calcul de la HMT :

Dans cette partie on aura à calculer deux HMT.

- ❖ La HMT des forages à la bache
- ❖ La deuxième qui sera la HMT de la bache au réservoir

Pour se faire nous avons procédé de la même manière comme décrit dans la partie de **la variante 1**.

Choix de pompe :

Dans cette partie, on aura à choisir deux types de pompe, des pompes immergées pour mobiliser l'eau des forages à la bache et des pompes de surface de la bache au réservoir ;

- ❖ Pompe immergée : Le choix est fait en fonction du débit du forage et de sa HMT.
- ❖ Pompe de surface : Le choix est fonction du débit de refoulement et de la charge du réseau.

Calcul de la capacité et Dimensionnement de la bache

Calcul de la capacité de la bache :

Il existe trois méthodes de calcul de capacité de stockage d'un réservoir, pour notre mémoire nous allons utiliser le tableau des valeurs pratiques de capacité de réservoir (méthode simplifiée), dans ce tableau la capacité de réservoir pour une adduction sur 24h se calcul par la formule : $CU = 30\% * V_j$;

Avec

CU la capacité utile m^3

V_j le volume journalier m^3 .

Dimensionnement de la bache :

Hypothèse de calcul :

- Les éléments en contact avec l'eau (cuve et radier) seront dimensionnés avec le fascicule 74 donc à l'ELS et les éléments qui ne le sont pas (coupole, ceinture supérieure) avec le BAEL 91 modifié 99.
- Le réservoir est de classe d'étanchéité A.
- Poids volumique du béton : $\gamma_b = 25 \text{ kN/m}^3$
- Poids volumique de l'eau : $\gamma_w = 10 \text{ kN/m}^3$
- Poids volumique du sol : $\gamma_{sol} = 20 \text{ kN/m}^3$
- Résistance caractéristique du béton : $f_{c28} = 30 \text{ MPa}$
- Contrainte de traction : $f_{t28} = 2,4 \text{ MPa}$
- Contrainte limite de traction dans le béton : $\sigma_{bt} = 2,64 \text{ MPa}$
- Résistance caractéristique : $f_e = 500 \text{ MPa}$
- Contrainte de calcul de l'acier Bael 91 : $f_{su} = 434,78 \text{ MPa}$
- Coefficient de fissuration $\eta = 1,6$
- Contrainte admissible (cas du BAEL) : $\sigma_{st} = 200 \text{ MPa}$

- Contrainte admissible (cas de fascicule 74)

$$\sigma_{st} = \text{Min}(\alpha \sqrt{\frac{\eta f_{t28}}{\phi_s}} + \beta \eta; 0.5 f_e; 90 \sqrt{\eta f_{t28}}) = 176,36 \text{ MPa jusqu'à } \varnothing 14.$$

a) Géométrie de la bête :

Après calcul de la capacité, il ressort que la capacité de notre bête sera de 2000 m³.

L'ONEA utilise des diamètres de 20 à 30 mètres pour leurs bêtes enterrés et semi enterrés.

C'est dans ce sens qu'on a eu à fixer notre diamètre à 25 m et de la formule à savoir :

$V = (\pi d^2) * h$, on a tiré h à fin de calcul la valeur numérique de la hauteur utile d'eau.

b) Calcul des sections d'acier :

b-1. Coupole supérieure

Elle a été dimensionnée par le BAEL 91, calcul à l'ELS du fait qu'elle n'est pas en contact avec elle.

b-2. La ceinture supérieure

La ceinture supérieure n'étant également pas en contact avec l'eau, elle a été dimensionnée suivant le BAEL 91 modifié 99 comme un tirant

Pour ce faire on a calculé la composante horizontale de l'effort normal Q1 provenant de la coupole par la formule : $Q1 = \frac{P1 * (r^2 - f^2)}{2rf}$; avec

P1 : le totale de la coupole par mètre linéaire ;

r : le rayon de la cube

f : la flèche de la coupole

Comment la ceinture n'est pas en contact avec l'eau la résultante du poids de l'eau est nulle, d'où la pousse par mètre linéaire Q est égale à la composante horizontale Q1.

Et après on calcul l'effort de traction $F = Q * r$; avec

Q : la pousse par mètre linéaire ; et

r : le rayon de la cube

En fin on calcul la section $A_{st} = \frac{F}{\sigma_s}$; avec

σ_s la contrainte de l'acier.

b-3. Calcul de jupe

La jupe est la partie en contact avec l'eau ; ces éléments sont calculés avec le fascicule 74, en considérant 5 tranches de 1m. Les cas considérés sont les suivants :

Cas 1 : réservoir vide ou la jupe est soumise à un effort normal de compression dû à la poussée des terres et la surcharge (section soumise à un effort normal de compression)

Cas 2 : réservoir rempli à la hauteur utile, soumis donc à la résultante des forces de poussée hydrostatique qui l'emporte sur la poussée des terres (section soumise effort normal de traction)

Nous ne tiendrons pas compte du cas réservoir plein avec une absence de terre autour car dans la réalité ce cas bien que le plus défavorable est très improbable.

Les sections d'acier minimales valent :

Aciers principaux : $As_{min} = 0.125\%be = 6.07cm^2$

Acier de répartition : $As/3 \leq Ar \leq As/2$

Pour donner plus de taille on a pris un exemple d'une tranche de 1 mètre dans chaque cas qu'on a insère dans la partie annexe.

Pour des raisons d'économie, on a opté retenir les feuillages du deuxième cas (résultante eau + terre) avec prise en compte des conditions de non fragilité car cela fait partie des raisons pour lesquels on a choisi de faire une bache entièrement enterrée.

b-4 Calcul de Radier

En attendant les études géotechniques de notre site on s'était basé sur les différentes couches de sol rencontrées lors de la foration, des études menées par un chantier de R+3 situé à 30 mètres de notre site d'implantation et des études géotechniques lors de la réalisation du château d'eau de KUA. Pour reconstituer la contrainte de nos différentes couches ainsi que celle de la couche de fondation ; il ressort que le sol du site à une bonne contrainte admissible. Le radier sera ferraillé de façon forfaitaire en considérant la section d'acier minimale :

$$As \geq 0.25\%bd = 7,5 cm^2 \Rightarrow As_{nappe} = 3,75 cm^2/ml$$

On retient pour chaque nappe un maillage de **8HA10** espacés de **10 cm** et totalisant **6.28 cm²**.

NB : Nous tenons à préciser que ces valeurs là (le résultat du dimensionnement du radie) seront confirmés par les résultats des études géotechnique.

III.2.2.3. Synthèse et choix de la solution la plus avantage

III.2.2.3.1. Estimation de coût de chaque solution

Dans chaque projet l’aspect coût a une importance capitale. Pour nos deux solutions proposées nous avons eu à calculer le prix de réalisation de chacune.

Pour ce faire on a établi un devis quantitatif de chaque tâche et après on a calculé le prix total de chaque variante.

III 2.2.3.2 Choix de la variante la plus économique

Pour choisir la variante la plus économique, on va calculer le prix de revient d’un mètre cube d’eau pour chaque variante.

Pour se faire, on a calculé dans un premier temps le prix des charges d’exploitation par la sommation de tous les facteurs qui rentrent dans l’exploitation et l’entretien, le volume d’eau que chaque solution peut apporter en mètres cube par an et sur l’échéance du projet ; mais pour la solution 2 on a calculé le volume d’eau en tenant compte des deux autres forages qui seront réalisés dans la zone de Pala et qui seront relié à la bâche.

On a calculé le prix de revient du mètre cube pour mieux guider notre choix par la formule

suivant : $Pr = \frac{(I+C)}{V}$ où

I le prix total d’investissement

V le volume d’eau apporte en mètre cube,

Et C les charges d’exploitations

III.2.2.4. Calcul des appareils hydrauliques

Les appareils hydrauliques sont des ouvrages ponctuels sur le réseau. Ils ont pour rôle d’assurer le bon fonctionnement, la protection et l’entretien du réseau. Ils se composent des éléments suivants :

L’Anti-bélier :

Il permet de protéger nos conduites d’adduction contre le phénomène de coups de bélier qui est la variation de pression provoquée par une rapide modification du régime d’écoulement d’un liquide à l’intérieur d’une canalisation. Pour la vérification de ce phénomène dans nos installations hydrauliques, nous allons procéder par la méthode des enveloppes de dépression pour le tronçon bâche –château et par la méthode analytique de Joukovski sur les tronçons forage bâche.

❖ Tronçon forage bâche

Dans la formule suivante de Joukovski, la variation de pression provoquée par le coup de bélier peut être calculée par :

$$\Delta P = \alpha * \frac{v}{g}; \text{ Avec}$$

ΔP : La variation de pression en mCE

α : La vitesse de l'onde de

V : la vitesse d'écoulement dans la conduite en m/s

g : 9.81 m/s² : la pesanteur

La pression maximale observée en régime transitoire : $H_{max} = H_0 + \Delta H$

Il y a coup de bélier si $H_{max} / P_N > 1.2$.

❖ Tronçons Bâche –château d'eau

La conduite de refoulement doit être protégée contre les risques en surpression et en dépression. Concrètement, il faut se protéger contre les déboîtements et éclatements de conduite dus à la surpression ; pour cela dans cette partie, on a préféré établi les enveloppées de dépression et de surpression.

Robinets Vannes : ils permettent d'isoler certains tronçons lors des opérations de maintenances. Les robinets vannes seront de type opercule caoutchouc, de diamètre correspondant à la conduite sur laquelle ils seront posés, nous avons proposé trois vannes pour les trois différentes conduites. Tous les robinets vannes seront munis d'une tête de bouche à clé, un tube allonge, le tout posé dans des regards de protection. L'ensemble sera manœuvré par une clé à béquille.

Les ventouses : elles seront placées aux points élevés du réseau et permettront d'évacuer l'air qui s'y accumule. Elles permettront également de faire purger l'air dans les conduites lorsqu'un vide se crée. Nous avons opté pour des ventouses de type ventex ; Elles seront aussi posées dans des regards de protection.

Les vidanges : quant à elles, elles sont posées aux points bas du réseau. Leur rôle est de permettre le nettoyage des éventuels dépôts solides dans le réseau et de vider la conduite avant

de faire des travaux. Elle se dimensionne par la formule des orifices tous en calculant le débit vidangé par : $q = \mu * s \sqrt{2 * g * h_{moy}}$ Avec :

q = débit de la vidange [m^3/s] ; μ = coefficient de débit (0.68 à 0.72),

h_{moy} = charge moyenne de l'eau dans le tronçon contrôlé par la vidange [m] ;

s = section de la vidange [m^2] ;

Pour une longueur du tronçon l [m] et pour un diamètre D de la conduite [m], le volume d'eau à évacuer est : $v (m^3) = \pi * \frac{D^2}{4} * L$,

Après en fixant une durée maximale T de vidange, on détermine la section s de la conduite de vidange $v = \frac{q}{T} \rightarrow q = v * T$ et on tire s de la formule des orifices ; en fin on calcule de rapport sections s/S (vidange /principale) devra être compris entre [1/40 ; 1/30]. Elles seront également posées dans des regards de protection.

Les Butées : ces sont des massifs en béton exécutés au niveau des singularités-telles que les Tés, les coudes et les plaques pleines. Le massif de béton reprend les efforts dus à une poussée hydraulique, et est calculé de la manière suivante :

❖ Calcul de la section S et de la pression P

La pression retenue pour le calcul de la poussée hydraulique est la pression maximale obtenue en régime transitoire. $S = \frac{\pi}{4} D^2 (cm^2)$.

La force de la poussée est calculée par la formule : $F = k * P * S$; avec

k le Coefficient dont la valeur est fonction de la géométrie de l'élément de la canalisation concerne ;

S la section en cm^2 ; et

P la pression en bars et F en daN.

On a ensuite calculé le volume de béton par la formule : $V = \frac{F * cs}{\rho_b * cf}$; avec

cs le coefficient de sécurité,

cf le coefficient de frottement, et

ρ_b La masse volumique du béton 2400 kg/m^3 .

Regard de Visite : ces sont des ouvrages en béton armé de forme carré le plus souvent réalisés

pour abriter les appareils hydrauliques tels que les vannes, ventouses ou vidanges ou un ensemble d'appareil afin de les protéger et d'avoir accès en cas de besoin. Dans notre cas nous allons utiliser des regards dits de type 1 de l'ONEA avec une section 2*2*1.65. Pour le dimensionnement des sections des aciers on a utilisé le BAEL 91 modifié en 99, l'ouvrage est soumis qu'à l'action de la poussée des terres et la dalle de couverture est soumise à l'action de son poids propres et une charge d'accidentelle. Les résultats obtenus sont présentés dans la section résultats.

Fouille et pose : la mise en place des conduites doit suivre un certain nombre de règles, qui sont fonction des prescriptions techniques du projet mais également des règles de l'art. La méthode qui a permis de déterminer la profondeur et la largeur de fouilles est la suivante :

$H \geq 0,8m + DN$ (m) : Profondeur exprimée en m

$L \geq 0,4m +$ (m) : Largeur de la fouille (m)

III.2.3. Conception et dimensionnement du raccordement électromécanique

Dans un premier temps nous allons procéder au dimensionnement du transformateur électrique et ensuite choisir les différentes sections de câble pour éviter des risques de surchauffe et enfin les différents dispositifs de sécurité qu'il faut installer dans l'armoire électrique.

III.2.3.1. Calcul et choix de transformateur pour la ligne électrique

Pour le bon fonctionnement de nos électropompes immergées et différentes installations sur le site, il est nécessaire d'avoir de l'énergie en qualité et en quantité suffisante. C'est ainsi que nous avons procédé au dimensionnement de la capacité d'énergie nécessaire. Pour se faire on a établi un bilan de puissance électrique sur la base de la puissance de tous nos équipements et des coefficients d'utilisation max, on a calculé la puissance d'utilisation max $Pu \max(kW) = P * Cu$;

Et enfin on a déterminé la puissance du transformateur par la formule :

$$Ptr = Ka \frac{Pu}{\cos \phi_i} , \text{ avec}$$

-Ptr la puissance du transformateur HT/BT,

-Ka coefficients qui tiennent compte des prévisions d'extension on a pris la valeur de 1.4, et

-cos Φ la moyenne estimée de l'installation 0.86.

III.2.3.2. Choix des câbles

Les sections des câbles et leur mode de pose sont d'une importance capitale dans toute installation électrique, raison pour laquelle nous avons eu à choisir nos types de câble avec la norme NF C15-100 préconisée. Connaissant les différentes modes de pose (enterre, submerge etc.) on a calcul le facteur de correction de température K qui est le produit de quatre facteur K1, K2, K3, et K4.

Tableau 4: Coefficient de Facteur de choix

Symbole	Signification
K1	Facteur de température
K2	Facteur de correction en fonction du mode de pose
K3	Facteur de correction de proximité
K4	Facteur de correction pour câble enterré dans des sols de résistivité thermique de 1°km /w

Et l'intensité normale qu'on a eue à calcul par les formules suivantes :

Courant alternatif monophasé	Courant alternatif triphasée
$I(A) = \frac{P(kW)}{U(kV) * \cos \phi}$	$I(A) = \frac{P(kW)}{U(kV) * 1.732 * \cos \phi}$

Avec U la tension entre phase, P la puissance utile et $\cos \Phi$ qui varie entre 0.8-0.9 pour les moteurs et 0.85 pour les lampes.

En fin on calcul l'intensité fictive en ampère par $\frac{I}{K}$ et on procède aux choix de nos câbles.

III.2.3.3. Choix des dispositifs de protection et Armoire électrique

Pour la sécurité de nos dispositifs, il sera nécessaire de protéger les installations contre les surtensions, les surcharges ou même d'isoler un circuit en cas de dysfonctionnement. C'est dans ce sens qu'on a eu a utilisé le logiciel Caneco BT 5.3 pour le choix de nos dispositifs de sécurité et vérifier aussi les sections des câbles choisi dans la partie précédente, et en fin on a utilisé le logiciel Xrelais pour faire le schéma de puissance et de commande pour la mise en marche d'un moteur (pompe immergée).

➤ Présentation de l'interface de Caneco BT :

L'interface utilisateur de **Caneco BT** ressemble à celle de la plupart des programmes fonctionnant sous environnement Windows. La barre des menus située en haut de l'écran. Les commandes contenues dans ces menus permettent soit de déclencher directement une action, soit d'afficher un sous-menu ou une Boite de dialogue. Sous cette barre de menus, figure la barre des outils qui permettent d'accéder directement à une commande existant dans les menus (Manuel Caneco BT). Comment données d'entre on a : les informations sur le circuit (Transformateur et puissance), type d'alimentation, la longueur du câble, type de câble, cos phi de l'appareil alimente et en fin l'intensité nominale.

En données de sortie on aura le disjoncteur qui sera dimensionné et la section de câble qui correspond.

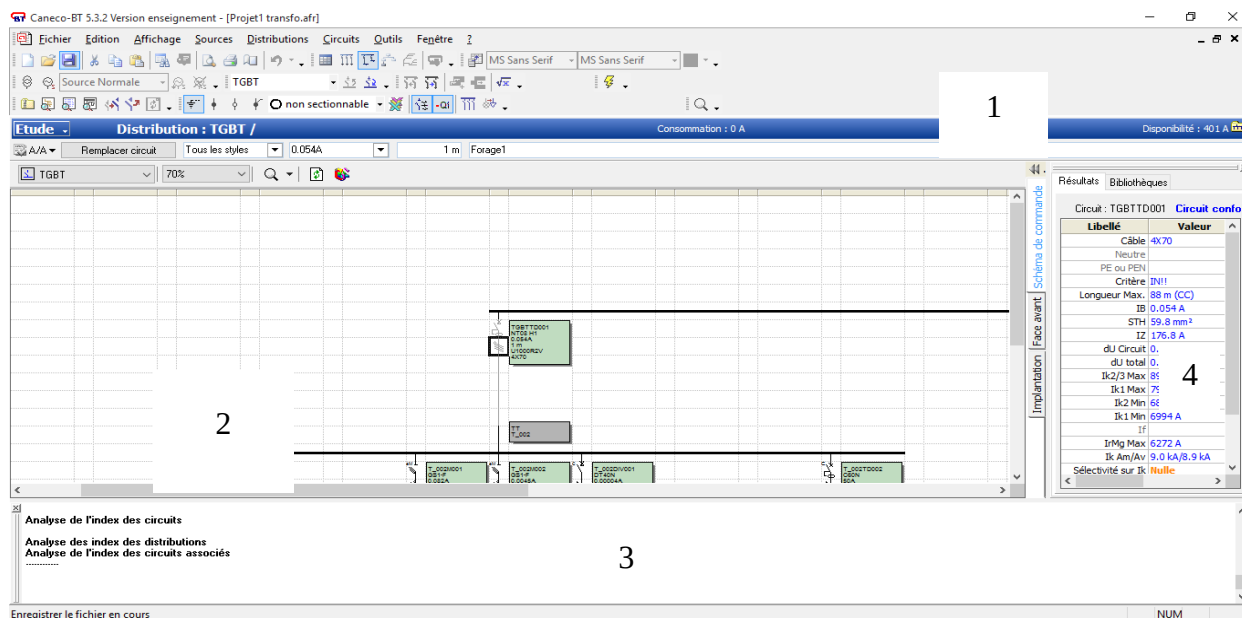


Figure 5: Présentation de l'interface du logiciel Caneco BT

1 : Barre de Menu ; 2 : Espace de travail ; 3 : Rapport de résultats ; 4 : Résultat de circuit active

III.2.4. Conception et dimensionnement du dispositif de traitement

Des prélèvements d'eau ont été faits pour l'analyse des paramètres physico-chimique et de l'analyse des métaux lourds.

Les résultats de ces analyses sont consignés dans la partie annexe. Il ressort les observations suivantes :

- ❖ Forage 1 : Cet échantillon est conforme à la norme de potabilité en vigueur au Burkina Faso voir annexe 4.
- ❖ -Forage 2 : Cet échantillon est conforme à la norme de potabilité en vigueur au Burkina Faso voir annexe 5.

Au regard de ces observations nous allons proposer un système de désinfection au niveau de chaque forage.

IV.2.4.1 La désinfection

La désinfection sera réalisée par injection d'hypochlorite de calcium, produit ayant une teneur en chlore actif élevée.

IV.2.4.1.1 Chlore total

Le chlore total est la somme du chlore lié (la quantité de chlore qui suffit pour la désinfection) et le chlore résiduel (ou chlore libre).

➤ La demande en chlore

Le mode opératoire de la demande en chlore est décrit comme suit :

- ✚ On a prélevé 1 litre d'eau brute à traite,
- ✚ On a ajouté dedans 1 ml de solution mère de chlore à 2% utilise pour le traitement avec une seringue,
- ✚ On a remué à l'aide d'un agitateur la solution,
- ✚ Juste après avoir finie d'agite la solution ont prélevé 100 ml de l'eau bruitée agite qu'on va dose (lire la quantité de chlore R1),
- ✚ On referme le flacon qu'on dépose à l'obscurité pendant 2 heures,
- ✚ On prélève ensuite 100 ml du flacon et on la dose (R2)

- ✚ En fin la différence entre R1 et R2 constitue notre demande en chlore pour 1 l d'eau de forage à traite.

➤ **Calcul du taux de traitement en chlore**

Pour ce faire on a utilisé la formule suivante :

$$\text{Taux de traitement en chlore} = \text{demande en chlore} + \text{taux de chlore résiduel}$$

➤ **Quantité de chlore actif**

On la détermine avec la formule suivante :

$$m = Pj * \text{taux de traitement en chlore}$$

Avec :

PJ la production journalière

Comme l'hypo chlorure de calcium est actif à 70%, on a majoré la masse.

IV.2.4.1.2. Choix de la pompe doseuse

Après quantification du chlore totale pour la désinfection, la quantité de chlore résiduel qui varie entre 0.5 et 1.5 mg/l selon les normes de l'ONEA et entre 0.5 et 5 mg/l selon la norme de l'OMS. L'hypochlorite de calcium sera dilué à l'eau dans un premier temps puis injecté par une pompe doseuse dans la bêche ; on a fixé la concentration de la solution à 10 g/l, la dilution se fera dans une cuve de préparation en PE et équipé d'un agitateur électrique de type Grundfos résistant à l'attaque du chlore. L'eau nécessaire à la préparation de la solution sera prélevée sur la conduite de refoulement. Il sera prévu un système de collecte et d'évacuation des eaux de rinçage.

La concentration de la solution à injecter est de 10 g/l. Le débit d'injection est calculé par la formule :

$$q_{inj} = \frac{Q * T}{C}; \text{ Avec :}$$

Q_{inj} : débit de chlore à injecter (l/h)

Q : débit d'eau à traiter (m³/h)

T : le taux d'injection

C : concentration de la solution à injecter (g/l)

La solution dosée doit pouvoir assurer une autonomie de 3 jours d'utilisation ; Le volume du bac à utiliser a été fixé à 500 litres.

IV. RESULTATS ET DISCUSION

V.1. Étude technique de raccordement hydraulique des forages

Dans cette partie nous allons apporter les résultats obtenus après l'application numérique de la méthodologie décrite ci haut.

V.1.1 Étude de la variante 1

Calcul et choix des diamètres :

Le tableau suivant présente les résultats obtenus après le calcul des diamètres.

Tableau 5: Choix des diamètres de conduite de la variante 1

Désignation	Q (m³/h)	Formule	Dth cal(m)	DN ret(m)	Vitesse (m/s)	(Di/50) ^{0,25}
Forage 1-A	70	Bresse	0.209	0.2044	0.59	1.42
		Bresse Modifiée	0.215	0.2044	0.59	1.42
		Meunier	0.195	0.1840	0.73	1.39
		Bendjaoui	0.177	0.1840	0.73	1.39
Forage 2-A	70	Bresse	0.209	0.2044	0.59	1.42
		Bresse Modifiée	0.215	0.2044	0.59	1.42
		Meunier	0.195	0.1840	0.73	1.39
		Bendjaoui	0.177	0.1840	0.73	1.39
A-Châteaux	140	Bresse	0.296	0.2906	0.59	1.55
		Bresse Modifiée	0.271	0.2578	0.75	1.51
		Meunier	0.276	0.2578	0.75	1.51
		Bendjaoui	0.250	0.2578	0.75	1.51

Les conduites en PEHD choisies sur les différents tronçons sont :

Tronçon : Forage 1 au point A : PN 16 DN 225 / 184

Tronçon : Forage 2 au point A : PN 16 DN 225 / 184

Tronçon : point A au réservoir : PN 16 DN 315 / 277.6

Calcul de HMT et choix des pompes :

Le tableau suivant présente les résultats obtenus après le calcul de la HMT et le point de fonctionnement de la pompe choix.

Tableau 6 : Calcul de HMT et Choix de pompe Variante 1

Tronçons	L ref [m]	Q [m ³ /h]	Fref [m]	ΔH [m]	$\Sigma \Delta H$ [m]	ND [m]	Cote Ref	Hg [m]	Cote TF	L exh [m]	F exh [m]	DHex [m]	HMT [m]	Type de pompe Calpeda 8SDX	QN [m ³ /h]	HN [m]
R – A	2 100	140	0.277	1.97	1.97		507									
A - F1	37	70	0.184	0.03	2.00	332.8		174.23	442.77	110	0.2032	0.28	176.5	8SDX 78/12N Moteur FK	67.61	177.78
A - F2	75	70	0.184	0.16	2.13	332.8		174.23	442.77	110	0.2032	0.28	176.6	8SDX 78/12N Moteur FK	67.55	177.87

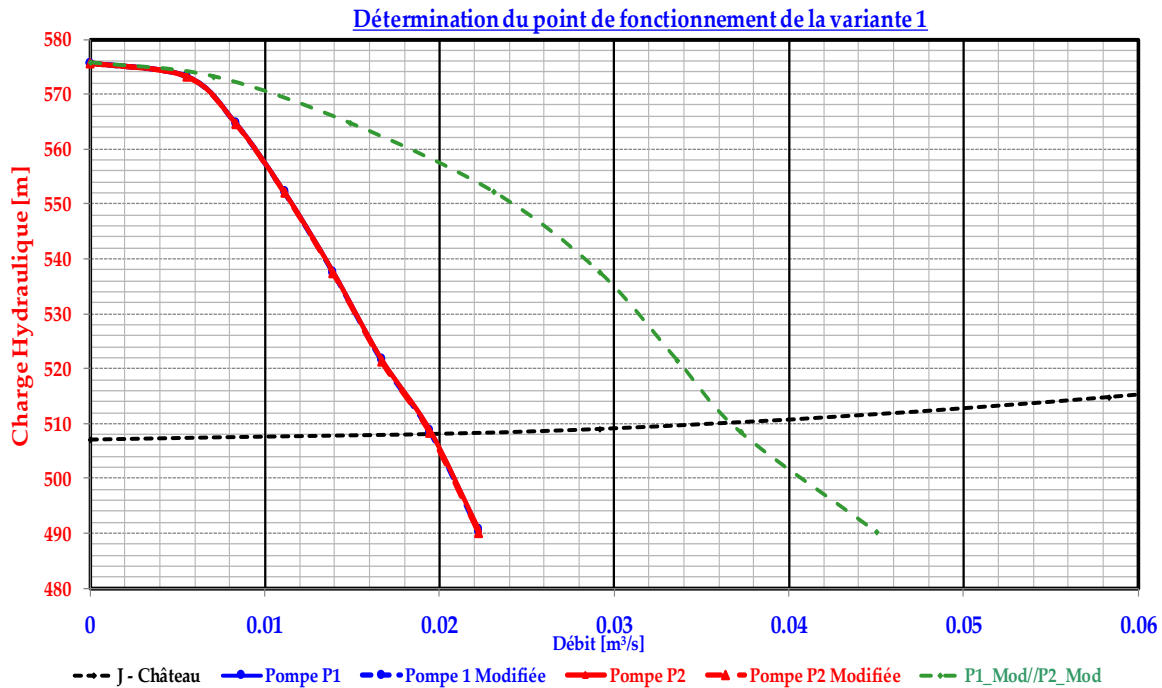


Figure 6: Détermination des caractéristiques de la pompe au Point de fonctionnement pompe variante 1

On peut lire sur la courbe qu'au point de fonctionnement on a sur la figure :

Forage 1 : $Q = 67.61 \text{ [m}^3/\text{h]}$ et $HMT = 177.78 \text{ [m]}$

Forage 2 : $Q = 67.55 \text{ [m}^3/\text{h]}$ et $HMT = 177.87 \text{ [m]}$; Avec des HMT à l'ordre de 177m, on a opté pour une conduite PN16.

V.1.2. Étude de la variante 2

Calcul et choix des diamètres

Les résultats de nos calculs et choix des diamètres sont consignés dans le tableau 10 ci-dessous :

Tableau 7 : Choix de diamètre de conduite au niveau de la Variante 2

Désignation	Q (m³/s)	Formule	$\Phi_{th\ cal}(m)$	DN ret (m)	Vitesse (m/s)	$(Di/50)^{0,25}$
Forage 1 – Point A	100	Bresse	0.250	0.2245	0.70	1.46
		Bresse Modifiée	0.242	0.2245	0.70	1.46
		Meunier	0.233	0.1840	1.04	1.39
		Bendjaoui	0.212	0.1840	1.04	1.39
Forage 2 – Point A	70	Bresse	0.209	0.2044	0.59	1.42
		Bresse Modifiée	0.215	0.2044	0.59	1.42
		Meunier	0.195	0.1840	0.73	1.39
		Bendjaoui	0.177	0.1840	0.73	1.39
Point A – Bâche	170	Bresse	0.326	0.2906	0.71	1.55
		Bresse Modifiée	0.289	0.2578	0.90	1.51
		Meunier	0.304	0.2578	0.90	1.51
		Bendjaoui	0.067	0.2578	0.90	1.51
Bâche-Châteaux	170	Bresse	0.326	0.2906	0.78	1.54
		Bresse Modifiée	0.289	0.2776	0.78	1.54
		Meunier	0.304	0.2578	0.90	1.51
		Bendjaoui	0.067	0.2578	0.90	1.51

Les conduites en PEHD qu’on a choisies sur les différents tronçons sont :

Tronçon : Forage 1 au point A : PN 16 DN 225 / 184 ;

Tronçon : Forage 2 au point A : PN 16 DN 225 / 184 ;

Tronçon : point A à la bâche : PN 16 DN 355 / 290.6 ;

Tronçon : bâche au réservoir : PN 10 DN 315 / 277.6.

Calcul de HMT et choix des pompes

Après calculs on a les résultats suivant dans le tableau ci-après. En ce qui concerne les pompes immergées du forage 1 on a gardé les mêmes pompes choisies dans la solution 1 (8SDX 78/12N Moteur FK) du fait de ses spécificités techniques qui répond parfaitement dans notre cas où le diamètre de la chambre des pompes est de 8'', alors qu’avec le diamètre moteur de la pompe qui est de 6'' on peut exploiter nos forages sans aucun risque et la pompe (8SDX 78/12N Moteur FK) pour le forage 2.

La pompe de surface choisi est une turbo pompe **GRUNFOS NK 80-200/222**.

Tableau 8 : Calcul de la HMT des différentes pompes Variante 2

Tronçons	L ref [m]	Q [m3/h]	Φ_{ref} [m]	ΔH [m]	S_{DH} [m]	ND [m]	Cote Ref	Hg [m]	Cote TF	L exh [m]	Φ_{exh} [m]	ΔH_{ex} [m]	HMT [m]	Type de pompe	QN [m3/h]	HN [m]
Bâche – Réservoir	2 060	160	0.277	2.37	2.37	443.2	507	62.5					64.9			
	115		.											GRUNFOS NK 80- 200/222	163	67
Bâche- A	40	170	0.2906	0.06	0.06		447									
A-F1	37	100	0.184	0.18	2.12	332.77		114.23	442.77	110	0.203	0.53	115.0	8SDX 78/12N Moteur FK	94	120.3
A-F2	75	70	0.184	0.118	0.22	332.77		114.23	442.77	110	0.203	0.26	114.7	8SDX 78/11N Moteur FK	86.25	118

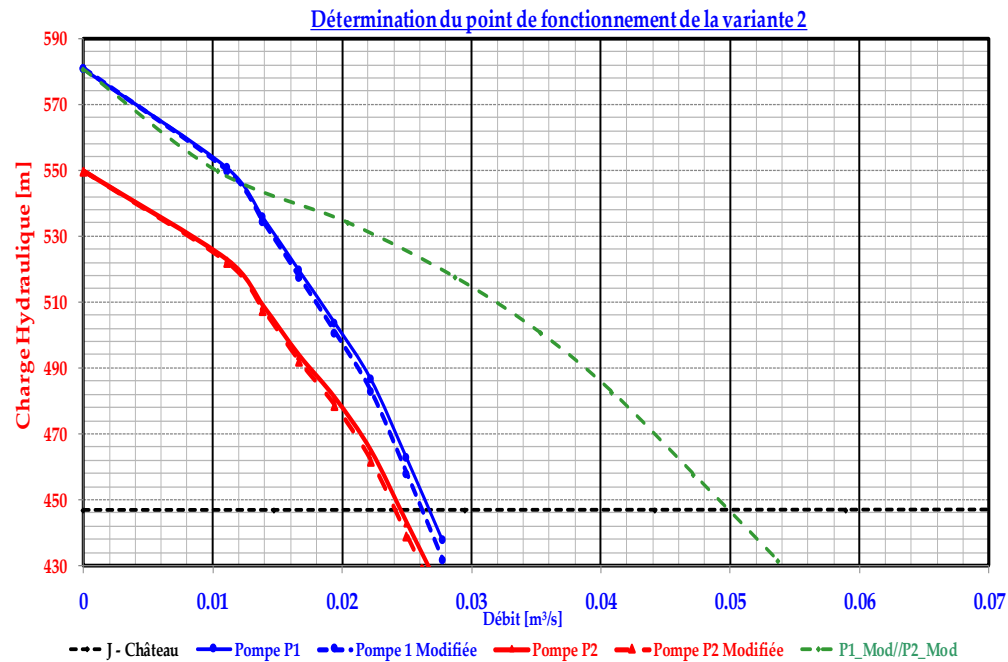


Figure 10: Détermination des caractéristiques de la pompe Immerge au Point de fonctionnement Pompe variante 2

On peut lire sur la courbe qu'au point de fonctionnement on a sur la figure 9 $Q=165 \text{ [m}^3/\text{h]}$ et $HMT = 67 \text{ [m]}$

On peut lire sur la courbe qu'au point de fonctionnement on a sur la figure 10 :

Forage 1 : $Q = 94 \text{ [m}^3/\text{h]}$ et $HMT = 120.7 \text{ [m]}$ et Forage 2 : $Q = 86.25 \text{ [m}^3/\text{h]}$ et $HMT = 118 \text{ [m]}$:

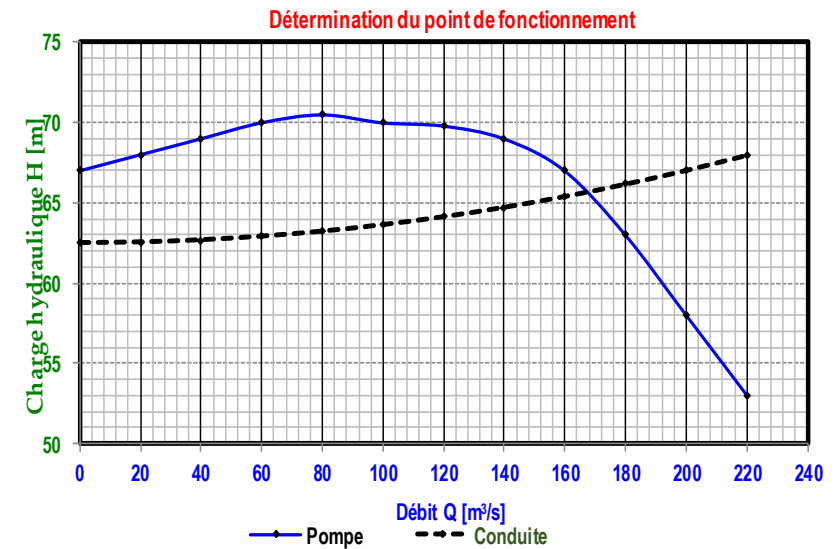


Figure 9 : Caractéristique de la pompe au Point de fonctionnement de pompe de surface Variante 2

Calcul de capacité et Dimensionnement de la bâche

Calcul de capacité :

Après calculs on a les résultats suivants dans le tableau ci-après, nous tenons à préciser que nous avons fixé le débit des deux forages seront réalisées à 150 m³/h.

Tableau 9 : Calcul de la capacité de la Bâche

Q adductions (m ³ /h)	Volume journalier (m ³)	Capacité calculée (m ³)	Capacité retenue m ³
165	3300	990	1000
315	6300	1890	2000

Pour le projet on retient une bâche de 2 000 m³.

Géométrie de la bâche :

Après application numérique les résultats suivants sont obtenus.

Tableau 10 : Données géométrique de la Bâche

Elément	Caractéristique géométrique	Valeur	Choix
Cuve	Volume V (m ³)	2 000	2013
	Rayon r (m)	12.5	12.5
	Hauteur utile hu (m)	4.1	4.1
	Revanche r (m)	0.9	0.9
	Hauteur total Ht (m)		5
	Calcul de e min = (Hu * D)/4	0.256	0.3
	rayon moyen cuve rm (m)		27.5
Coupole	Flèche f = D/10	2.5	2.5
	R = (r ² +f ²) / (2f)		32.5
	Epaisseur : e > 0.08 m		0.1
Ceinture Supérieure	Section : b x h		0.50x0.40
Radier	Epaisseur(m) : h < b/3		0.3

Calcul des sections d'acier :

Coupole supérieure :

Les résultats de nos calculs sont consignés dans le tableau ci-dessous après application numérique.

Tableau 11: Récapitulative du résultat de dimensionnement de la coupole

Calcul de l'effort normal N			
Elément calculé	Symbole	Valeurs	Unités
Flèche	F	2.5	m
Rayon de la carotte sphérique	R	32.5	m
Poids propre de l'ouvrage : $P_p = \gamma_b e$	Pp	2,5	kN/m ²
Charge d'exploitation :	Q	10	KN/m ²
Charge par mètre carré : $P = P_p + q$	P	12,5	kN/m ²
Composante verticale de l'effort normal : $P_1 = RfP/r$	P1	22.75	kN/ml
Composante horizontale de l'effort normal : $Q_1 = P_1 (r^2 - f^2)/(2rf)$	Q1	54.6	kN/ml
Effort normal : $N = \sqrt{P_1^2 + Q_1^2}$	N	59.15	kN/ml
Contrainte du béton $\sigma_b = N/(100e)$ avec $e(cm)$	Σb	0.5915	MPa
Contrainte admissible du béton : $\sigma_{adm} = \text{Min}(100e^3 \sqrt{f_{c28}})/R; (e + 0.55)f_{c28}/3$	σ_{adm}	0.96	MPa
On met Asmin : $As_{min} = 0.20\%be$	Asmin	0.2	cm ²
Diamètre choisi	Φ	8	mm
Nombre de HA	N	6	-
Sections pratique	Asp	3,02	cm ²
Espacement : $St(\leq 1.5e = 15cm \text{ et } 20cm)$	St	16	cm

La ceinture supérieure :

Dans le tableau 12 suivant on fait un récapitulatif des résultats obtenus.

Tableau 42 : Récapitulative du résultat de dimensionnement de la ceinture supérieure

Calcul de l'effort de traction F et de la section d'acier					
Section rectangulaire : $b \times h = 0.50 \times 0.40$	B = 0.40m	H = 0.50m			
Elément calculé			Symbole	Valeurs	Unités
Composante horizontale de l'effort normal			Q1	54.6	kN/ml
Résultante poids de l'eau (pas de contact avec l'eau)			Pw	0	kN/ml
Poussée par mètre : $Q = Q_1 + 0 = Q_1$			Q	54.6	kN/ml
Effort de traction : $F = Qr$			F	0,6825	MN
Diamètre choisi			ϕ	20	mm
Contrainte de l'acier (BAEL 91)			σ_{adm}	200,00	Mpa
Section d'acier théorique : $As = F / \sigma_{adm}$			As	37.70	cm ²
Nombre de HA			n	12	-
Section pratique			Asp	9,05	cm ²
Cadre HA12 esp st $\leq \min(b = 0.4; h = 0.5) = 0.40$				10	cm

La jupe :

Les résultats de dimensionnement sont consignés dans le tableau 13 suivant.

Tableau 13 : Récapitulatif des sections d'acier du dimensionnement de la jupe

	Cas 1 (terre+ surcharge)								Cas 2 (résultante eau + terre)							
Tranches	P	N	σ_{bc}	σ_{adm}	Asmi n	Asrmin	Asrma x	Asrp	P	N/na p	AS	Asp	Asrmin	Asrmax	Asr	Asrp
Tranche 1	36.3	0.45	1.53	18,0	7,50	2,50	3,75	6HA8	17	0.11	6.07	6HA12	2.50	3.04	3.75	6HA8
Tranche 2	29.7	0.37	1.25	18,0	7,50	2,50	3,75	6HA8	13.6	0.09	4.86	5HA12	2.50	3.04	2.51	5HA8
Tranche 3	23.1	0.29	0.97	18,0	7,50	2,50	3,75	6HA8	10.2	0.06	3.64	5HA12	2.50	3.04	2.51	5HA8
Tranche 4	16.5	0.20	0.69	18,0	7,50	2,50	3,75	6HA8	6.8	0.04	2.43	5HA12	2.50	3.04	2.51	5HA8
Tranche 5	9.9	0.12	0.41	18,0	7,50	2,50	3,75	6HA8	3.4	0.02	2.4	5HA12	2.50	3.04	2.51	5HA8

V.1.3. Synthèse et choix de la solution la plus avantage

V.1.3.1. Estimation de coût de chaque variante

Les coûts de réalisations des solutions suggérées sont dans le tableau 14 si dessous :

Tableau 54: Estimation de coût de réalisation de chacune des variantes proposes

Désignation	Prix (FCFA)
Variante 1	269 497 580
Variante 2	654 500 796

V.1.3.2 Choix de la variante économique

Il ressort des différents calculs les résultats suivants dans le tableau 15.

Tableau 65 : Prix de revient du m³ d’eau par variante

	Variante 1	Variante 2
Investissement	269 497 580	654 500 796
Charge exploitation	107 149 577	182 338 858
Volume en m³	985 500	2 299 500
Prix de revient	382.19	363.92

Conclusion : Malgré que la variante 1 soit la moins coûteuse, on remarque que le prix de revient du m³ d’eau est plus élevé que celui de la variante 2.

Avec les résultats du tableau 16 on a opté pour la variante 2 pour le raccordement hydraulique des forages.

V.1.4. Calcule des appareils hydrauliques

L’Anti-bélier : Après application numérique, les résultats suivants sont obtenus.

❖ Tronçon Forage-bâche

Le tableau 16 suivant contient les résultats de calcul après application numérique :

Tableau 76 Resultat vérification anti béliér forage-bâche par la méthode de joukovski

	A	G	v	$\Delta H(\text{mCE})$	p(mCE)	P (mCE)	PN (mCE)
Forage1-Bâche	450	9.81	0.67	30.73	121.3	70.7	160
Forage2-Bâche	450	9.81	0.74	33.94	117.9	151.84	160

On constate que sur nos deux tronçons, la pression totale créée est inférieure à la pression nominale des conduites. Il n'y a donc pas de risque de coup de béliér sur ces deux tronçons.

❖ Tronçon bâche-château d'eau

Le graphique de la figure 11 représente les courbes des enveloppes des surpressions et dépressions.

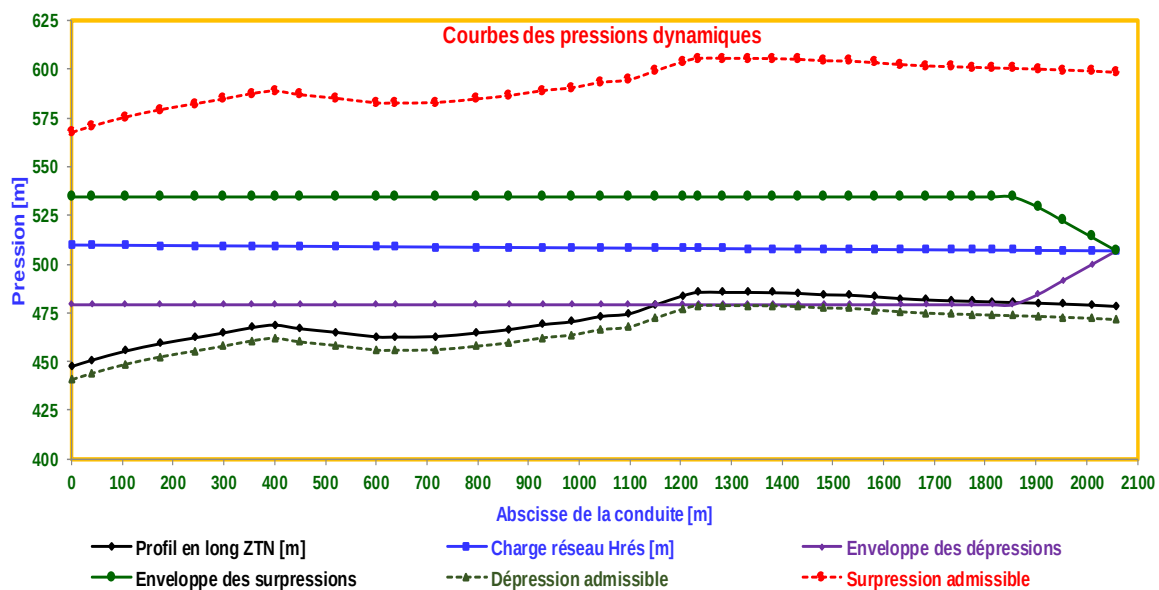


Figure 7: Enveloppes de dépression et de surpression

On constate que la ligne de dépression admissible est inférieure à l'enveloppe des dépressions sur tout au long de la conduite, et la ligne de surpression aussi est supérieure à l'enveloppe de surpression admissible.

On n'aura donc pas besoin d'un réservoir anti-béliér.

Les vidanges : Le tableau ci-après illustre le calcul de vidange au nœud

Tableau 87: Le Résultat récapitulatif de la conduit de vidange sur le nœud 14

Nœud	D (mm)	L(m)	Volume vide	Tp de vidange (mn)	Débit (m³/s)	S	s(m²)	Rapport s/S
14	315	600	42.4	30.0	0.02	1	0.029	0.03

Le rapport des sections s/S (vidange / principale) est compris entre $[1/40 ; 1/30]$, d’où le temps de vidange (30mn) choisi est bon.

Les ventouses : Caractéristiques des ventouses choisies sont consignées dans le tableau suivant.

Tableau 98: Caractéristique de ventouse choisi

Désignation	Caractéristiques
Conduite DN 225	Ventex DN 50, PFA 16 bars
Conduite DN 315	Ventex DN 80, PFA 10 bars

Les Butées Les résultats de dimensionnement sont consignées dans le tableau suivant.

Tableau 19: Hypothèse de calcul pour le calcul de butée poids

Hypothèse de calcul		
Coefficient de sécurité	1.3.	
Coefficient de frottement	0.7	Tous venants
Masse volumique béton en Kg/m³	2400	

Tableau 10: Résultats de butées à surface d’appuis

Point	Cas de	Diamètre en cm	Surface	Pression en mCE	Pression en bars	K	Force en daN	S [cm²]	H [cm]	L [cm]	Volume en m3
A	Té 45°	18.4	551.55	88.07	8.81	1.00	4 857	2428.7	46.5	52.2	0.32
B	Coude 1/16	27.8	637.94	93.96	9.40	0.39	2 339	1169.5	48.5	24.1	0.15
C	Coude 1/16	27.8	637.94	93.96	9.40	0.39	2 339	1169.5	48.5	24.1	0.15
D	Coude 1/4	27.8	637.94	93.96	9.40	1.41	8 477	4238.6	48.5	87.4	0.55
E	Coude 1/8	27.8	637.94	93.96	9.40	0.77	4 588	2294.0	48.5	47.3	0.30
F	Coude 1/32	27.8	637.94	93.96	9.40	0.20	1 175	587.4	48.5	12.1	0.08
G	Coude 1/12	27.8	637.94	93.96	9.40	0.52	3 103	1551.3	48.5	32.0	0.20
h	Coude 1/8	27.8	637.94	93.96	9.40	0.77	4 588	2294.0	48.5	47.3	0.30
I	Coude 1/32	27.8	637.94	93.96	9.40	0.20	1 175	587.4	48.5	12.1	0.08
J	Coude 1/16	27.8	637.94	93.96	9.40	0.39	2 339	1169.5	48.5	24.1	0.15
K	Coude 1/8	27.8	637.94	93.96	9.40	0.77	4 588	2294.0	48.5	47.3	0.30
L	Coude 1/4	27.8	637.94	93.96	9.40	1.41	8 477	4238.6	48.5	87.4	0.55
M	Coude 1/4	27.8	637.94	93.96	9.40	1.41	8 477	4238.6	48.5	87.4	0.55
										Total	3.7

Regard de Visite : Les sections d’acier à utiliser pour la réalisation des regards des visites sont consignées dans le tableau suivant :

Tableau 111: Les sections d’aciers choix pour Regard

Désignation	Aciers
Acier principale	HA10 ; espace de 20cm
Acier de répartition	HA8 ; espace de 20cm

Fouille et pose : dans le tableau suivant on a les résultats de calcul et de choix des dimensions de la fouille pour la pose des canalisations.

Tableau 122 : Largeur et hauteur des fouilles de pose pour les conduites

DN (mm)	L (m)	H(m)
225	0.65	1.05
315	0.7	1.1
355	0.75	1.12
Valeur retenue	0.75	1.1

Ainsi pour les fouilles et poses des différentes canalisations on a choisi une longueur L=0.7 mètre ; et une hauteur de charge sur la conduite H=1.1 mètre

NB : le grillage avertisseur

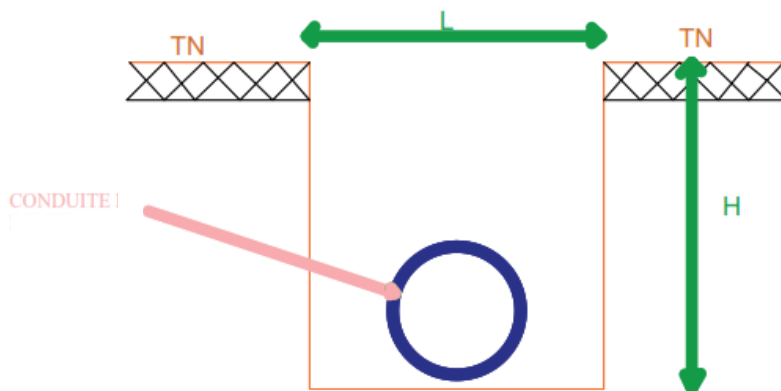


Figure 8:Schéma illustratif de pose des conduites

V.2. Conception et dimensionnement du raccordement électromécanique

V.2.1. Calcul et choix de transformateur pour la ligne électrique

Les résultats qui découlent de nos calculs sont consignés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 133 : Résultats du bilan de puissance d'après Schneider Electric

Utilisation	Puissance Installe KW	Coefficient d'utilisation max	Puissance d'utilisation max	Coefficient de simultanéité	Puissance d'utilisation	Coefficient de simultanéité	Puissance d'utilisation	Coefficient de simultanéité	Puissance d'utilisation		
Forage 1											
Pompe immergée	45	0.86	38.7	1	40.85	0.9	38.10	1	151.19		
4 Fluo 2*40w	0.25	1	0.25	1	0.25						
2 PC 10A	4.4	1	4.4	0.28	1.232						
Total F1	49.65										
Forage 2											
Pompe immergée	33	0.8	26.4	1	28.4	0.9	26.89				
4 Fluo 2*40w	0.25	1	0.25	1	0.25						
2 PC 10A	4.4	1	4.4	0.28	1.232						
Total F2	37.65										
Refoulement Bâche-Réservoir											
Pompe de surface	112	0.8	89.6			0.9	86.20				
Pompe de chloration	2.5	0.8	2	1	91.6						
10 Fluo 2*40w	0.625	1	0.625	1	0.625						
2 PC 10A	4.4	1	4.4	0.28	1.232						
Total en KW	119.525										

Tableau 144 : Résultats de calcul de Transfo et de Groupe électrogène

Total de tous kW	206.825
Puissance totale installée (kW)	206.825
Puissance d'utilisation au Niveau des trois (KW)	151.19
Facteur Global	0.63
Ka	1.4
Cos phi	0.86
Ptr (kVa)	246.12
Un Transformateur sur Poteau	250 kVa
Puissance du groupe électrogène	300 kVa

Pour la bonne marche des installations, on a besoin d'un transformateur de 250 kVa et pour assurer le relais un groupe électrogène de 300 kVa.

V.2.2. Choix des câbles

Dans les tableaux ci-dessous sont consignés les résultats de nos choix de câble par calcul et par le dimensionnement du logiciel.

Tableau 155 Résultat de logiciel Caneco BT

Désignation	Longueur (m)	Type de câble	Câble mm ²
Transformateur	12	U1000R2V-CU	4G200
Forage F1 (pompe immerge)	132	U1000R2V-CU	4G35
Forage F2	128	U1000R2V-CU	4G35
Pompe de surface	24	U1000R2V-CU	4G35
Pompe de chloration	16	U1000R2V-CU	4G2.5
Prise	6	U1000R2V-CU	3G2.5
Eclairage	34	U1000R2V-CU	3G1.5

Tableau 166 section de câble par nos calcule

Désignation	Type de câble	Sections
Transformateur au ge de bars	U 1000R2V	4*125 mm ²
Pompe immerge	U 1000R2V	4*25 mm ²
Prise	U 1000R2V	3*2.5 mm ²
Pompe doseuse	U 1000R2V	4*2.5 mm ²

Désignation	Type de câble	Sections
Pompe de surface	U 1000R2V	4*30 mm ²
Fluo	U 1000R2V	3*1.5 mm ²

A la suite du dimensionnement on a constaté que quelques sections de câble sont différentes de ce qu’on avait eu à choisir après analyse du coût on retient les sections de câble calculées car ils peuvent assurer le transfert de l’intensité que nos différents appareils auront besoin sans aucun risque de surchauffe et seront moins chers que celles proposées par le logiciel.

V.2.3. Choix des dispositifs de protection

Avec le logiciel Caneco BT on a procédé au dimensionnement et notre schéma de puissance ; Les résultats sont renseignés dans le tableau suivant.

Tableau 177 Résultats de dimensionnement des dispositifs de protection

Re pèr	Contenu	Récepteu r	Type Protection	Cont. Ind.	Nb récepteurs	Consommation	Longue ur
TGBTTD001	3P +	Tabl eau	Disj. Ouvert	Dif.3 0mA	1	0.054A	1 m
TGBTDIV001	3P	Di	Disjo	Eq	1	0.22A	3
TGBTSJB001	3P	Jeu	Disj. Boitier	Autres	1	120A	
TGBTSJB003	P+N	Jeu	Disjo	Autres	1	20A	
TGBTPC002	P+N+	PC	Disjo	Autres	1	10A	16
TGBTPC001	P+N+	PC	Disjo	Autres	1	10A	12
TGBTM001	3P+	Mot	Fusible	Autres	1	115A	18
TGBTM002	P+N+	Mot	Fusible	Eq	1	115A	18
TGBTM003	3P+	Mot	Fusible	Autres	1	115A	18
TGBTSJB002	P+N+	Jeu	Disjo	Autres	1	0.0032A	
TGBTECL009	P+N+	Eclair	Disjo	Autres	1	1*18W	7
TGBTECL008	P+N+	Eclair	Disjo	Prot	1	1*18W	2
TGBTECL007	P+N+	Eclair	Disjo	Prot	1	0.0003A	2
TGBTECL006	P+N+	Eclair	Disjo	Prot	1	0.0003A	16
TGBTECL005	P+N+	Eclair	Disjo	Prot	1	0.0003A	4
TGBTECL004	P+N+	Eclair	Disjo	Autres	1	0.0003A	21
TGBTECL003	P+N+	Eclair	Disjo	Autres	1	0.0003A	12
TGBTECL010	P+N+	Eclair	Disjo	Autres	1	0.0003A	19
TGBTECL001	P+N+	Eclair	Disjo	Autres	1	0.0003A	4
TGBTECL002	P+N+	Eclair	Disjo	Autres	1	0.0003A	6
TGBTTD002	3P+N	Tabl	Disj. Boitier	Autres	1	0.05A	120
T_002TD001	P+N+	Tabl	Disjo	Autres	1	0.0013A	1
T_002M001	3P+	Mot	Fusible	Prot	1	82A	130
T_002M002	3P+	Mot	Fusible	Prot	1	45A	5
T_002TD002	P+N+	Tabl	Disjo	Autres	1	50A	1
T_006ECL001	P+N+	Eclair	Disjo	Autres	1	0.0003A	5
T_006ECL002	P+N+	Eclair	Disjo	Autres	1	0.0003A	6
T_006ECL003	P+N+	Eclair	Disjo	Prot	1	0.0003A	8
T_006ECL004	P+N+	Eclair	Disjo	Autres	1	0.0003A	4
T_008PC004	P+N+	PC	Disjo	Autres	1	10A	4
T_008PC005	P+N+	PC	Disjo	Autres	1	10A	4
T_011TD002	P+N+	Tabl	Disjo	Autres	1	0.0003A	1
T_011M001	3P+	Mot	Fusible	Autres	1	82A	130
T_011M002	3P+	Mot	Fusible	Autres	1	45A	4
T_011TD001	P+N+	Tabl	Disjo	Autres	1	20A	1
T_016ECL001	P+N+	Eclair	Disjo	Autres	1	0.0003A	5
T_016ECL002	P+N+	Eclair	Disjo	Autres	1	0.0003A	3
T_016ECL003	P+N+	Eclair	Disjo	Prot	1	0.0003A	8
T_016ECL004	P+N+	Eclair	Disjo	Autres	1	0.0003A	9
T_013PC001	P+N+	PC	Disjo	Autres	1	10A	2
T_013PC002	P+N+	PC	Disjo	Autres	1	10A	3

Pour le circuit de puissance et l’exemple du système de pompage, il est illustré dans la partie annexe.

V.2.4. Conception et dimensionnement du dispositif de traitement

V.2.4.1. La demande en chlore et la quantité de chlore total

Les résultats après calculs sont dans le tableau suivant :

Tableau 188 : Résultat de la demande en chlore et la quantité de chlore actif

Désignation	Demande en Chlore (mg/l)	Taux de traitement en chlore (mg/l)	La quantité de chlore actif en (Kg)	La quantité de chlore actif à charge en (Kg)
L'eau des forages à traiter	0.3	1.3	4.42	6.32

V.2.4.3. Choix de pompe doseuse

Les résultats sont renseignés dans le tableau suivant.

Tableau 29:Recapitulative des caractéristiques du traitement par désinfection

Désignation	Q à traité m³/h	Concentration de la solution en g/l	Taux d'injection en ppm	Q d'injection	Type de pompe
Station de relevage	165	20	1.3	10.73	2 pompes Grundfos DMX 7-10

Type de pompe : 2 pompes Grundfos DMX 7-10

On a retenu le volume du bac 1000 l pour la chloration au niveau de la bache.

V. CONCLUSION ET RECOMMANDATION

Le PN-AEPA 2030 du PNDS, constitue une action source de développement pour toutes les grandes villes du pays ; et de la ville de Bobo-Dioulasso à travers la réalisation des infrastructures d’AEPA. Par ailleurs, la recherche de l’équité et l’engagement du Burkina à assurer l’accès universel à l’eau potable, conduiront l’ONEA à renforcer sa capacité de production afin de garantir une continuité et la qualité du service, de faire l’extension des réseaux dans les villes ainsi que dans les villages environnants.

C’est ainsi que ce projet de renforcement de la capacité de la zone 4 de Bobo-Dioulasso par le raccordement des nouveaux forages réalisés à Pala afin de pallier au manque d’eau dans les secteurs 24 et 25.

Ainsi l’ensemble de la zone sera desservi et une possibilité d’extension du réseau dans la zone dans la mise en service du raccordement.

Le raccordement des forages par la solution retenue de refoulement dans la bache et puis de la bache au château d’eau va coûter 654500796 CFA TTC, avec un délai d’exécution de neuf (09) mois.

Pour le bon fonctionnement des ouvrages, nous recommandons de :

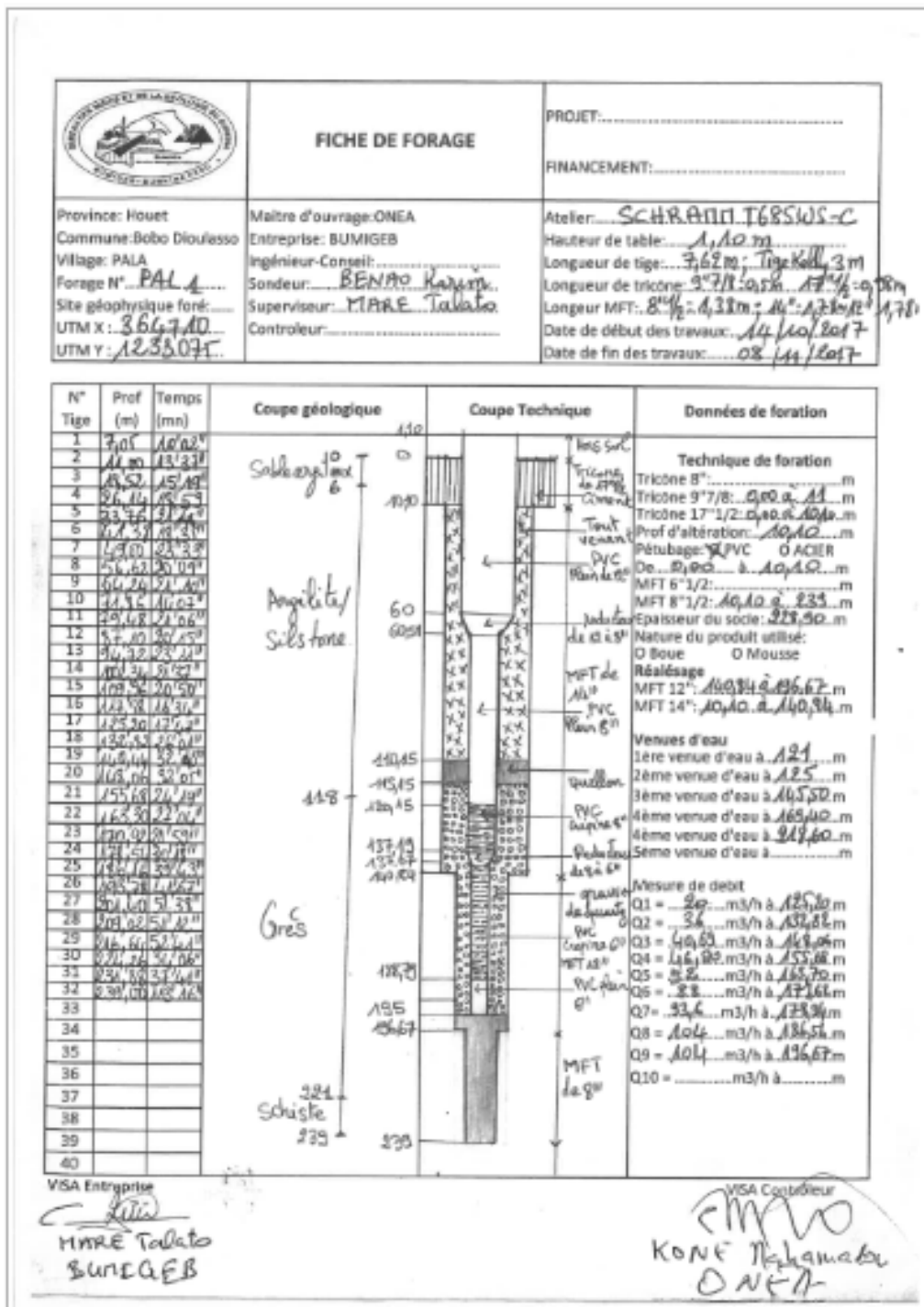
- Respecter le temps de pompage définit pour le projet qui est de 20h
- Rapporter les différentes lectures des niveaux piézométriques au responsable de production
- Procéder à des mesures automatiques de la pression à la sortie des têtes de forage
- Tout récipient contenant du chlore doit être clairement indiqué avec des feutres et une étiquette bien visible.
- Lors de la préparation de la solution de chlore, veiller au port des EPI afin d’éviter les risques de brûlures aux yeux et aux mains, il faut donc à tout moment porte ses gants et lunette de protection.
- A toujours au reste du programme de pompage que le service de production va faire sortir pour ne pas ne pas envoi plus d’eau au château et faire déborde l’eau.
- Evite les surexploitations à fin d’évite la dégradation des équipements mécaniques.

VI. Bibliographie

- ANDRIANISA, D. H. (Octobre 2016). *COURS DE POMPES ET STATIONS DE POMPAGE*.
BT, C. (Decembre 2003). *Version 5 Manuel*.
J.DJOUKAM. (JUIN1999). *GUIDE DE CONCEPTION DES STATIONS DE POMPAGE*.
sociales, D. D. (2013). *Guide Technique pour la Realisation et la Gestion d'un Captage d'Eau Potable*.
l'Assainissement, D. N. (12 Septembre 2013). *Fiche Technique ,Fabrication de chlorée et de Chloration*.
l'Assainissement, D. N. (septembre 2013). *Fiche Technique ,Postes de chloration : Chloration par pompe doseuse*.
L’URBANISME, M. D., GENERAL, S., & FONCIERS, D. D. (Novembre 2012). *SCHEMAS DIRECTEUR D'AMENAGEMENT ET URBANISME DE LA VILLE DE BOBO-DIOULASSO Horizon 2030*. Atelier d’Architecture, des Projets Urbains et d’Ingénierie (AAPUI Sarl) , Etatique, DIRECTION GENERALE DE L’URBANISME ET DES TRAVAUX FONCIERS.
MAR, D. A. (2003). *COURS d'HYDRAULIQUE Ecoulement en charge* .
(MEA), M. D. (mai 2016). *Programme National d’Approvisionnement en Eau Potable 2016-2030*. Consulté le Octobre 15, 2018
FASO, M. D. (Version actualisée , mai 2016). *Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable 2016-2030*.
(ONEA), O. N. (Mars 2017). *Rapport de diagnostic et de fonctionnement de l’AEP de BOBO-DIOULASSO*. .
MOUNIROU, D. L. (Janvier 2018). *ESSENTIEL de Dimensionnement des Ouvrages Hydrauliques et Eléctromecanique*. Ouagadougou.
MOUNIROU, D. L. (Janvier 2018). *ESSENTIEL de Pompes et Stations de Pompage* .
Idrissa, O. (2016). *ETUDES D’EXECUTION DES TRAVAUX D’EXTENSION ET DE REHABILITATION DU SYSTEME D’ADDUCTION EN EAU POTABLE DE DAKORO DANS LA REGION DE MARADI AU NIGER*.
Ouedraogo, B. (2014). *OUVRAGES CONSTITUTIFS DE SYSTEMES D’AEP-ADDUCTION - RESERVOIRS - RESEAUX DE DISTRIBUTION*. Ouagadougou:

ANNEXE

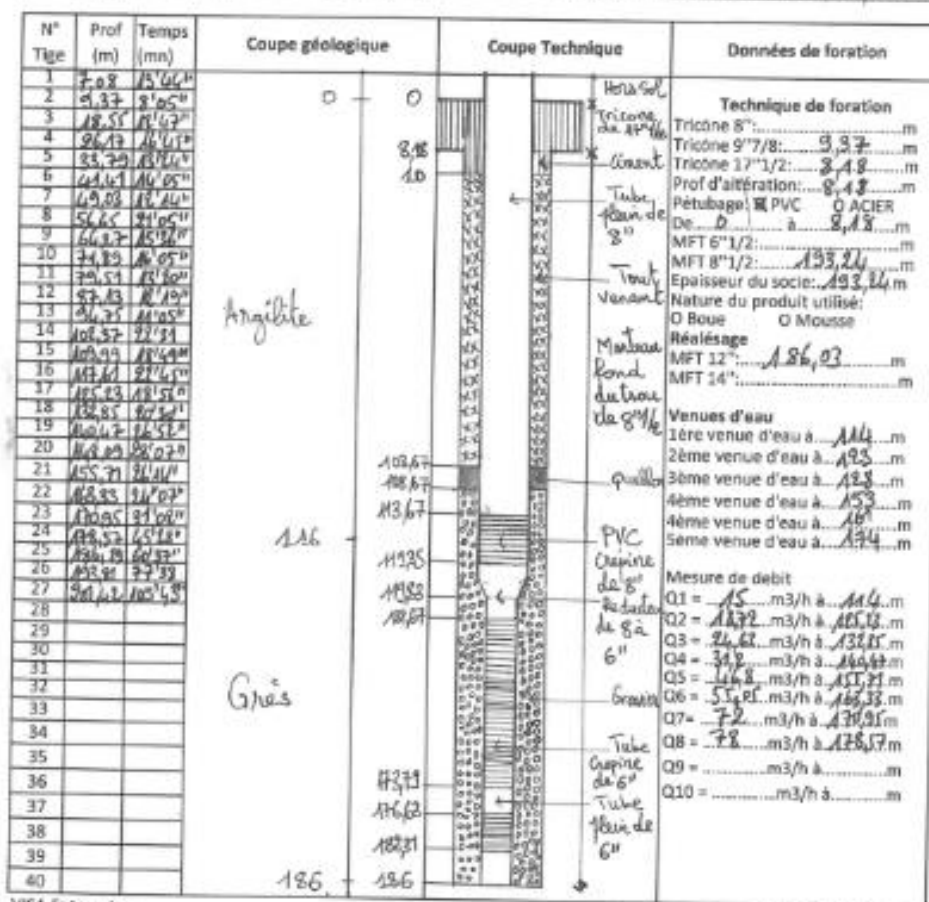
Annexe 1 : Coupe forage 1



Renforcement du système d'Alimentation en Eau Potable par le raccordement de deux nouveaux forages dans la ville de Bobo-Dioulasso (Kua) au Burkina Faso

Annexe 2 : Coupe forage 2

	FICHE DE FORAGE	PROJET:
		FINANCEMENT: <u>ABS - Etat</u>
Province: Houet Commune: Bobo Dioulasso Village: PALA Forage N°: <u>PAL2</u> Site géophysique foré: UTM X: <u>364766</u> UTM Y: <u>1233022</u>	Maître d'ouvrage: ONEA Entreprise: BUMIGEB Ingénieur-Conseil: Sondeur: <u>BENAO Karim</u> Superviseur: <u>MARE Talato</u> Contrôleur: <u>KONE Gnanan</u> <u>ONEA</u>	Atelier: <u>SCHRATTI T685WS-C</u> Hauteur de table: <u>1,02</u> Longueur de tige: <u>7,68 - 3m</u> Longueur de tricone: <u>9'7/8" = 2,53m, 1 1/2" = 0,38m</u> Longueur MFT: <u>2'1/2" = 0,76m, 1 1/2" = 0,38m</u> Date de début des travaux: <u>21/12/2017</u> Date de fin des travaux: <u>29/12/2017</u>



VISA Entreprise

Signature of MARE Talato
MARE Talato
BUMIGEB

VISA Contrôleur

Signature of KONE Gnanan
KONE Gnanan
ONEA

Annexe 4 : Fiche développement Forage 2

		FICHE DE DEVELOPPEMENT		PROJET: <u>ONEA</u>		
Province: Houet Commune: Bobo Dioulasso Village: LEGUEMA Forage N°: <u>PA12</u> Site géophysique foré: <u>364.766</u> UTM X: <u>1233022</u> UTM Y: <u>1233022</u>		Maître d'ouvrage: ONEA Entreprise: BUMIGEB Ingénieur-Conseil: <u>BENAO Kavin</u> Opérateur: <u>MARE Talato</u> Chef de chantier: <u>MARE Talato</u> Contrôleur:		Date de début des travaux: <u>17/02/2018</u> Date de fin des travaux: <u>17/02/2018</u>		
Caractéristique du forage Crépines: <u>182,31 à 186,63; 173,79 à 189,67;</u> <u>183,51 à 183,62</u> Profondeur: <u>186 m</u> Niveau statique: <u>67,20 m</u>			Phases du Développement Production sommet des crépines: <u>39</u> m³/h Production base crépines: <u>66,85</u> m³/h Production fond du trou: <u>78</u> m³/h Temps air-lift: <u>4</u> h Niveau dynamique après développement: <u>73,55 m</u>			
Temps	Prof	Débit en m³/h	Conductivité	T°	PH	Observations
0	<u>120,85</u>		<u>133</u>	<u>29</u>	<u>7,76</u>	<u>Eau trouble</u>
15	<u>11</u>					<u>11</u>
30	<u>11</u>					<u>11</u>
45	<u>11</u>					<u>11</u>
60	<u>11</u>	<u>39</u>				<u>11</u>
75	<u>166,91</u>					<u>11</u>
90	<u>11</u>					<u>11</u>
105	<u>11</u>					<u>11</u>
120	<u>11</u>	<u>66,85</u>	<u>138</u>	<u>30,9</u>	<u>7,65</u>	<u>Eau peu claire</u>
135	<u>181,81</u>					<u>11</u>
150	<u>11</u>					<u>11</u>
180	<u>11</u>					<u>Eau claire</u>
195	<u>11</u>					<u>11</u>
210	<u>11</u>					<u>11</u>
225	<u>11</u>					<u>11</u>
240	<u>11</u>	<u>78</u>	<u>112</u>	<u>29,1</u>	<u>7,81</u>	<u>11</u>

IA Entreprise


 MARE Talato
 BUMIGEB

VISA Contrôleur


 KONF Nohamelo
 ONEA

Annexe 5: Résultat d'analyse Forage 1



Laboratoire Central - Ouagadougou

RAPPORT D'ANALYSES

Identification de l'échantillon

Client: ONEA-DPI	Date de prélèvement: 09/02/2019
Lieu: Eau de forage PALA 1 Bobo	N° d'échantillon: 20192479

Résultats

<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><th>Paramètre</th><th>Unité</th><th>Valeur</th></tr> <tr><td>Température</td><td>°C</td><td></td></tr> <tr><td>pH</td><td></td><td>5,50</td></tr> <tr><td>Chlore libre</td><td>mg/L</td><td></td></tr> <tr><td>TA</td><td>meq/L</td><td>0,00</td></tr> <tr><td>TAC</td><td>meq/L</td><td>0,10</td></tr> <tr><td>Turbidité</td><td>NTU</td><td>0,1</td></tr> <tr><td>Conductivité</td><td>µS/cm</td><td>21</td></tr> <tr><td>Coliformes totaux</td><td>UFC/100ml</td><td>0</td></tr> <tr><td>Coliformes fécaux</td><td>UFC/100ml</td><td>0</td></tr> <tr><td>Strepto. fécaux</td><td>UFC/100ml</td><td>0</td></tr> <tr><td>Teneur en chlore</td><td>%</td><td>-</td></tr> <tr><td>Chlorure</td><td>mg/L</td><td>< 5</td></tr> <tr><td>Fluorure</td><td>mg/L</td><td>1,5</td></tr> <tr><td>Sulfate</td><td>mg/L</td><td>250</td></tr> <tr><td>o-Phosphate</td><td>mg/L P</td><td></td></tr> <tr><td>Nitrite</td><td>mg/L N</td><td>0,9</td></tr> <tr><td>Nitrate</td><td>mg/L N</td><td>2,35</td></tr> <tr><td>Nitrite + nitrate</td><td>mg/L N</td><td></td></tr> <tr><td>Sodium (Na)</td><td>mg/L</td><td>1</td></tr> <tr><td>Potassium (K)</td><td>mg/L</td><td>1,9</td></tr> </table>	Paramètre	Unité	Valeur	Température	°C		pH		5,50	Chlore libre	mg/L		TA	meq/L	0,00	TAC	meq/L	0,10	Turbidité	NTU	0,1	Conductivité	µS/cm	21	Coliformes totaux	UFC/100ml	0	Coliformes fécaux	UFC/100ml	0	Strepto. fécaux	UFC/100ml	0	Teneur en chlore	%	-	Chlorure	mg/L	< 5	Fluorure	mg/L	1,5	Sulfate	mg/L	250	o-Phosphate	mg/L P		Nitrite	mg/L N	0,9	Nitrate	mg/L N	2,35	Nitrite + nitrate	mg/L N		Sodium (Na)	mg/L	1	Potassium (K)	mg/L	1,9	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Fer total</td><td>< 0,01</td><td>mg/L</td><td>0,3</td></tr> <tr><td>DBO5</td><td></td><td>mg/L</td><td></td></tr> <tr><td>DCO</td><td></td><td>mg/L</td><td></td></tr> <tr><td>Ammonium</td><td></td><td>mg/L N</td><td></td></tr> <tr><td>Calcium</td><td>1</td><td>mg/L</td><td></td></tr> <tr><td>Magnésium</td><td>2</td><td>mg/L</td><td></td></tr> <tr><td>Dureté total</td><td>0,1</td><td>mmol/L</td><td></td></tr> <tr><td>Azote Kjeldahl</td><td></td><td>mg/L N</td><td></td></tr> <tr><td>TP</td><td></td><td>µg/L P</td><td></td></tr> <tr><td>Chlorophylle A:</td><td></td><td>µg/L CHL</td><td></td></tr> <tr><td>M.E.S.</td><td></td><td>mg/L</td><td></td></tr> <tr><td>CO2 agressif</td><td></td><td>mg/L</td><td></td></tr> <tr><td>Oxygène dissous</td><td></td><td>mg/L</td><td></td></tr> <tr><td>Cyanures:</td><td>< 0,02</td><td>mg/L CN</td><td></td></tr> <tr><td>COT</td><td></td><td>mg/L</td><td></td></tr> <tr><td>Residu sec</td><td></td><td>mg/L</td><td>1000</td></tr> <tr><td>TDS</td><td></td><td>mg/L</td><td></td></tr> <tr><td>Couleur</td><td></td><td>Hazen</td><td>15</td></tr> <tr><td>Carbonate</td><td>0</td><td>mg/l</td><td></td></tr> <tr><td>Bicarbonate</td><td>6</td><td>mg/l</td><td></td></tr> </table>	Fer total	< 0,01	mg/L	0,3	DBO5		mg/L		DCO		mg/L		Ammonium		mg/L N		Calcium	1	mg/L		Magnésium	2	mg/L		Dureté total	0,1	mmol/L		Azote Kjeldahl		mg/L N		TP		µg/L P		Chlorophylle A:		µg/L CHL		M.E.S.		mg/L		CO2 agressif		mg/L		Oxygène dissous		mg/L		Cyanures:	< 0,02	mg/L CN		COT		mg/L		Residu sec		mg/L	1000	TDS		mg/L		Couleur		Hazen	15	Carbonate	0	mg/l		Bicarbonate	6	mg/l	
Paramètre	Unité	Valeur																																																																																																																																														
Température	°C																																																																																																																																															
pH		5,50																																																																																																																																														
Chlore libre	mg/L																																																																																																																																															
TA	meq/L	0,00																																																																																																																																														
TAC	meq/L	0,10																																																																																																																																														
Turbidité	NTU	0,1																																																																																																																																														
Conductivité	µS/cm	21																																																																																																																																														
Coliformes totaux	UFC/100ml	0																																																																																																																																														
Coliformes fécaux	UFC/100ml	0																																																																																																																																														
Strepto. fécaux	UFC/100ml	0																																																																																																																																														
Teneur en chlore	%	-																																																																																																																																														
Chlorure	mg/L	< 5																																																																																																																																														
Fluorure	mg/L	1,5																																																																																																																																														
Sulfate	mg/L	250																																																																																																																																														
o-Phosphate	mg/L P																																																																																																																																															
Nitrite	mg/L N	0,9																																																																																																																																														
Nitrate	mg/L N	2,35																																																																																																																																														
Nitrite + nitrate	mg/L N																																																																																																																																															
Sodium (Na)	mg/L	1																																																																																																																																														
Potassium (K)	mg/L	1,9																																																																																																																																														
Fer total	< 0,01	mg/L	0,3																																																																																																																																													
DBO5		mg/L																																																																																																																																														
DCO		mg/L																																																																																																																																														
Ammonium		mg/L N																																																																																																																																														
Calcium	1	mg/L																																																																																																																																														
Magnésium	2	mg/L																																																																																																																																														
Dureté total	0,1	mmol/L																																																																																																																																														
Azote Kjeldahl		mg/L N																																																																																																																																														
TP		µg/L P																																																																																																																																														
Chlorophylle A:		µg/L CHL																																																																																																																																														
M.E.S.		mg/L																																																																																																																																														
CO2 agressif		mg/L																																																																																																																																														
Oxygène dissous		mg/L																																																																																																																																														
Cyanures:	< 0,02	mg/L CN																																																																																																																																														
COT		mg/L																																																																																																																																														
Residu sec		mg/L	1000																																																																																																																																													
TDS		mg/L																																																																																																																																														
Couleur		Hazen	15																																																																																																																																													
Carbonate	0	mg/l																																																																																																																																														
Bicarbonate	6	mg/l																																																																																																																																														

*Valeurs guides de l'eau de boisson, Directives de qualité pour l'eau de boisson, OMS 2011.

Observations

Eau conforme aux normes de potabilité en vigueur au Burkina Faso pour les paramètres mesurés.



Le chef du Laboratoire



Laboratoire Central - Ouagadougou

RAPPORT D'ANALYSE DE METAUX LOURDS

Identification d'échantillon

Client : **ONEA-DPI**

Date prélèvement : 9 février 2019

Lieu : Eau de forage PALA 1 Bobo

N° échantillon : 20192479

Résultats

Paramètre	Résultat	Unité	Norme	Remarque
Aluminium (Al)		mg/L	0,2	FAAS
Arsenic (As)	< 1	µg/L	10	HAAS
Cadmium (Cd)		µg/L	3	
Chrome (Cr)		µg/L	50	
Cuivre (Cu)	0,053	mg/L	2	
Plomb (Pb)	3,8	µg/L	10	
Manganèse (Mn)	< 0,05	mg/L	0,5	
Mercure (Hg)	< 0,2	µg/L	1	HAAS
Nickel (Ni)		µg/L	70	
Sélénium (Se)		µg/L	10	HAAS
Zinc (Zn)	< 0,1	mg/L	3	FAAS

* Valeurs guides de l'eau de boisson, Directives de qualité pour l'eau de boisson, OMS 2011

Eau conforme aux normes de potabilité en vigueur au Burkina Faso pour les paramètres mesurés.

Le chef du Laboratoire



Annexe 6 : Résultats Analyse forage 2



Laboratoire Central - Ouagadougou

RAPPORT D'ANALYSES

Identification de l'échantillon

Client: ONEA-DPI Date de prélèvement: 03/02/2019

Lieu: Eau de forage PALA 2 Bobo N° d'échantillon: 20192480

Résultats

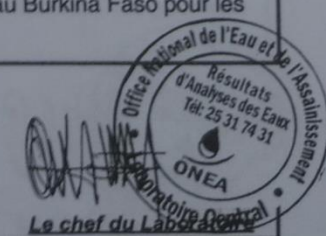
Paramètre	Résultat	Unité	Normes
Température		°C	
pH	6,30		
Chlore libre		mg/L	
TA	0,00	meq/L	
TAC	0,84	meq/L	
Turbidité	0,4	NTU	5,0
Conductivité	109	µS/cm	
Coliformes totaux		UFC/100mL	0
Coliformes fécaux		UFC/100mL	0
Strepto. fécaux		UFC/100mL	0
Teneur en chlore		%	-
Chlorure	< 5	mg/L	250
Fluorure		mg/L	1,5
Sulfate		mg/L	250
o-Phosphate		mg/L P	
Nitrite		mg/L N	0,9
Nitrate	2,43	mg/L N	11,4
Nitrite + nitrate		mg/L N	
Sodium (Na)	8	mg/L	200
Potassium (K)	7,5	mg/L	

Paramètre	Résultat	Unité	Normes
Fer total	< 0,01	mg/L	0,3
DBO5		mg/L	
DCO		mg/L	
Ammonium		mg/L N	
Calcium	5	mg/L	
Magnésium	5	mg/L	
Dureté total	0,3	mmol/L	
Azote Kjeldahl		mg/L N	
TP		µg/L P	
Chlorophylle A:		µg/LCHL	
M.E.S.		mg/L	
CO2 agressif		mg/L	
Oxygène dissous		mg/L	
Cyanures:	< 0,02	mg/L CN	
COT		mg/L	
Residu sec		mg/L	1000
TDS		mg/L	
Couleur		Hazen	15
Carbonate	0	mg/l	
Bicarbonate	51	mg/l	

*Valeurs guides de l'eau de boisson, Directives de qualité pour l'eau de boisson, OMS 2011.

Observations

Eau conforme aux normes de potabilité en vigueur au Burkina Faso pour les paramètres mesurés.





Laboratoire Central - Ouagadougou

RAPPORT D'ANALYSE DE METAUX LOURDS

Identification d'échantillon

Client : **ONEA-DPI**

Date prélèvement : 3 février 2019

Lieu : Eau de forage PALA 2 Bobo

N° échantillon : 20192480

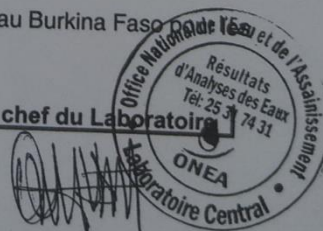
Résultats

Paramètres	Résultat	Unité	Normes	Méthode
Aluminium (Al)		mg/L	0,2	FAAS
Arsenic (As)	< 1	µg/L	10	HAAS
Cadmium (Cd)		µg/L	3	
Chrome (Cr)		µg/L	50	
Cuivre (Cu)	0,672	mg/L	2	
Plomb (Pb)	< 1	µg/L	10	
Manganèse (Mn)	< 0,05	mg/L	0,5	
Mercure (Hg)	< 0,2	µg/L	1	HAAS
Nickel (Ni)		µg/L	70	
Sélénium (Se)		µg/L	10	HAAS
Zinc (Zn)	< 0,1	mg/L	3	FAAS

* Valeurs guides de l'eau de boisson, Directives de qualité pour l'eau de boisson, OMS 2011.

Eau conforme aux normes de potabilité en vigueur au Burkina Faso pour les paramètres mesurés.

Le chef du Laboratoire



Annexe 7: Détails des calculs pour la 1^{ère} tranche dans les deux situations (cas1 et cas2)

Cas 1 : Réservoir vide

- Calcul des efforts

$$P = (\gamma_{sol} \cdot h + q) \cdot K_a = (50 - 10)0,33 = 36.3 \text{ KN/ml} = 0,0363 \text{ MN/ml}$$

$$N = PR_m = 0,46 \text{ MN/ml}$$

La section est soumise à un effort normal de compression, il suffit de vérifier que la contrainte dans la section est inférieure à la contrainte admissible du béton pour conclure que dans ce cas on met des aciers forfaitaires (A_{smin}).

- Aciers principaux

$$\sigma_{adm} = 0,6f_{c28} = 18 \text{ Mpa et } \sigma_b = \frac{N}{eb} = \frac{0,2142}{0,6 \times 1} = 3.5 \text{ MPa}$$

$$\text{on a } \sigma_b \leq \sigma_{adm}$$

La section d'acier à considérer est la section d'acier minimale A_{smin} .

Espacement $esp \leq \text{Min}(20 \text{ cm} ; 1,5 \cdot h_0 = 60 \text{ cm}) = 20 \text{ cm}$

On retient pour chaque nappe **6HA 8** espacés de **20 cm** totalisant **3.02 cm²/ml**

- Aciers de répartition

$$\frac{A_s}{3} \leq A_r \leq \frac{A_s}{2} \text{ et } A_s \geq \frac{A_{smin}}{2} \Rightarrow 2,5 \text{ cm}^2 \leq A_r \leq 3,75 \text{ cm}^2 \text{ et } A_r \geq 3,5 \text{ cm}^2$$

Espacement $esp \leq \text{Min}(20 \text{ cm} ; 1,5 \cdot h_0 = 60 \text{ cm}) = 20 \text{ cm}$

On retient pour chaque nappe **6HA8** espacés de **20 cm** totalisant **3.02 cm²/ml**

Cas 2 : Réservoir plein

- Calcul des efforts

$$P = (\gamma_w - \gamma_{wsol} \cdot K_a) \cdot xh = (10 - 20 \times 0.33) \times 5 = 17 \text{ KN/ml} = 0,017 \text{ MN/ml}$$

$$N = PR_m = 61,2 \times 12.6 = 0,214 \text{ MN}$$

$$N/\text{nappe} = N/2 = 0,107 \text{ MN}$$

- Aciers principaux

$$A_s = \frac{N/\text{nappe}}{\sigma_s} = \frac{0,11}{176,36} = 6.07 \text{ cm}^2 > A_{smin} = 0.025 \text{ cm}^2$$

Espacement $esp \leq \text{Min}(20 \text{ cm} ; 1,5 \cdot h_0 = 60 \text{ cm}) = 20 \text{ cm}$

On retient pour chaque nappe **6 HA12** espacés de **17 cm** et totalisant **6.69 cm²/ml**

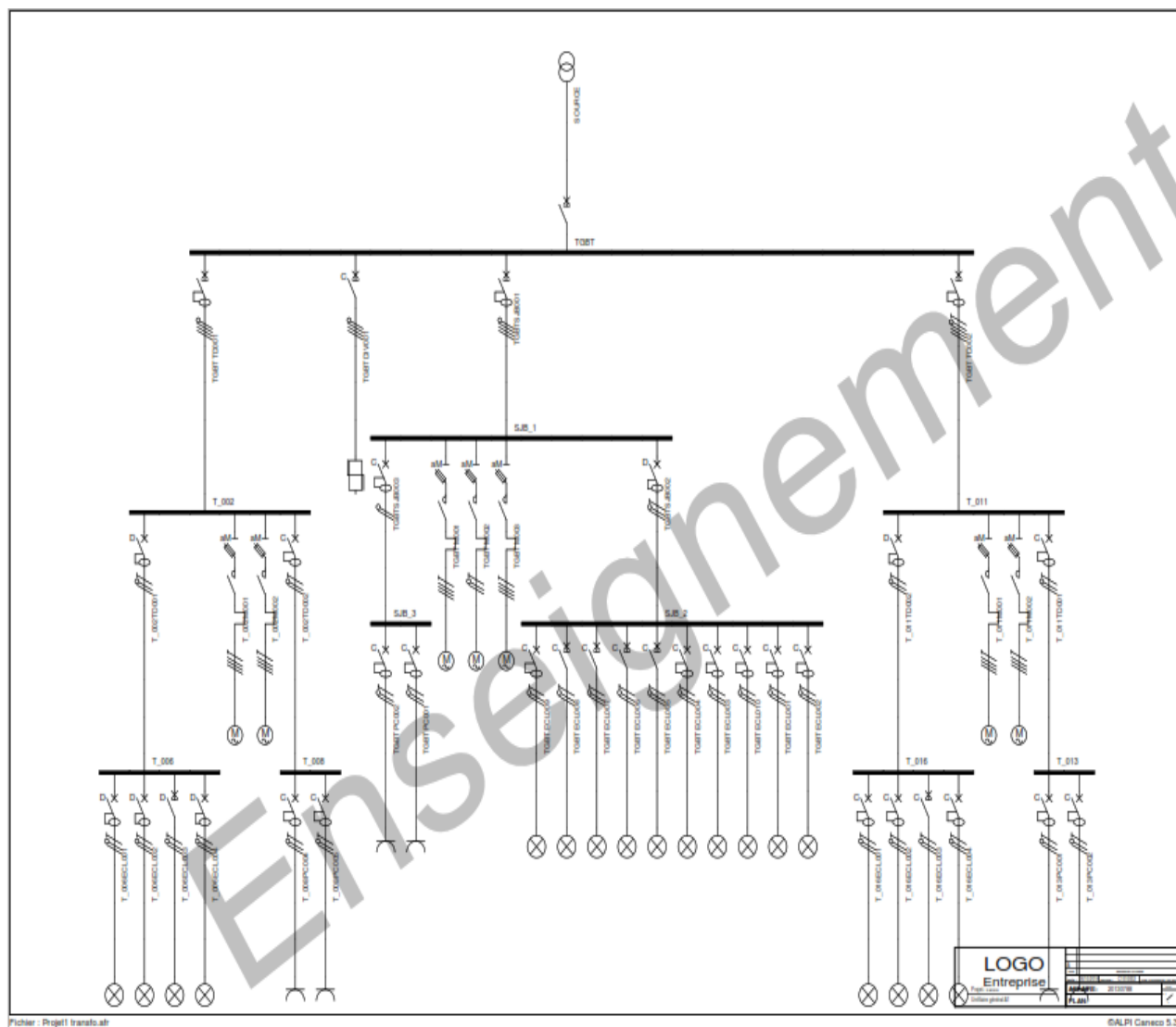
- Aciers de répartition

$$\frac{As}{3} \leq Ar \leq \frac{As}{2} \text{ et } As \geq \frac{As_{min}}{2} \Rightarrow 2.02cm^2 \leq Ar \leq 3.02 \text{ et } Ar \geq 2.02cm^2$$

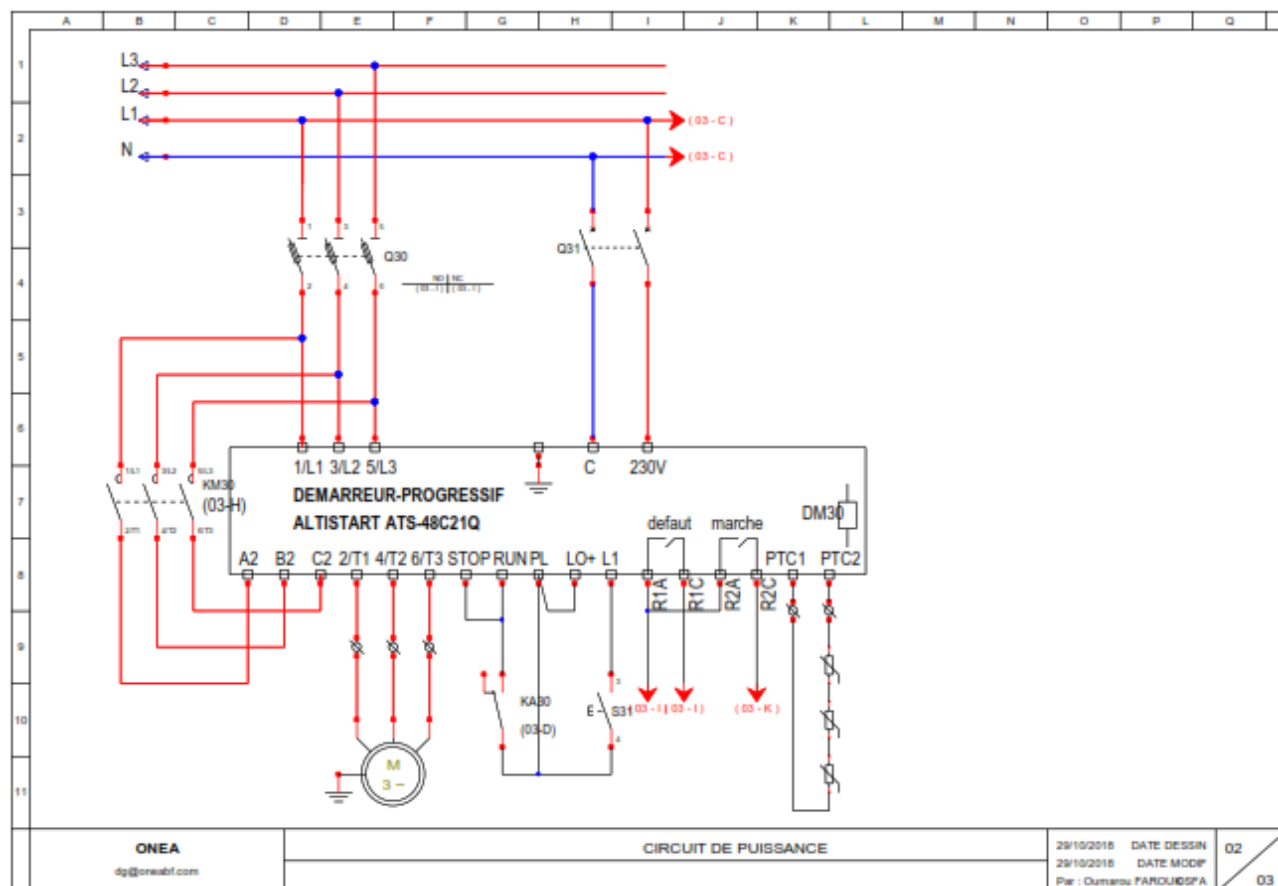
Espacement $esp \leq \text{Min} (20 \text{ cm} ; 1.5h_0 = 60 \text{ cm}) = 20 \text{ cm}$

On retient pour chaque nappe **6HA8** espacés de **20 cm** et totalisant **3.02 cm²/ml**

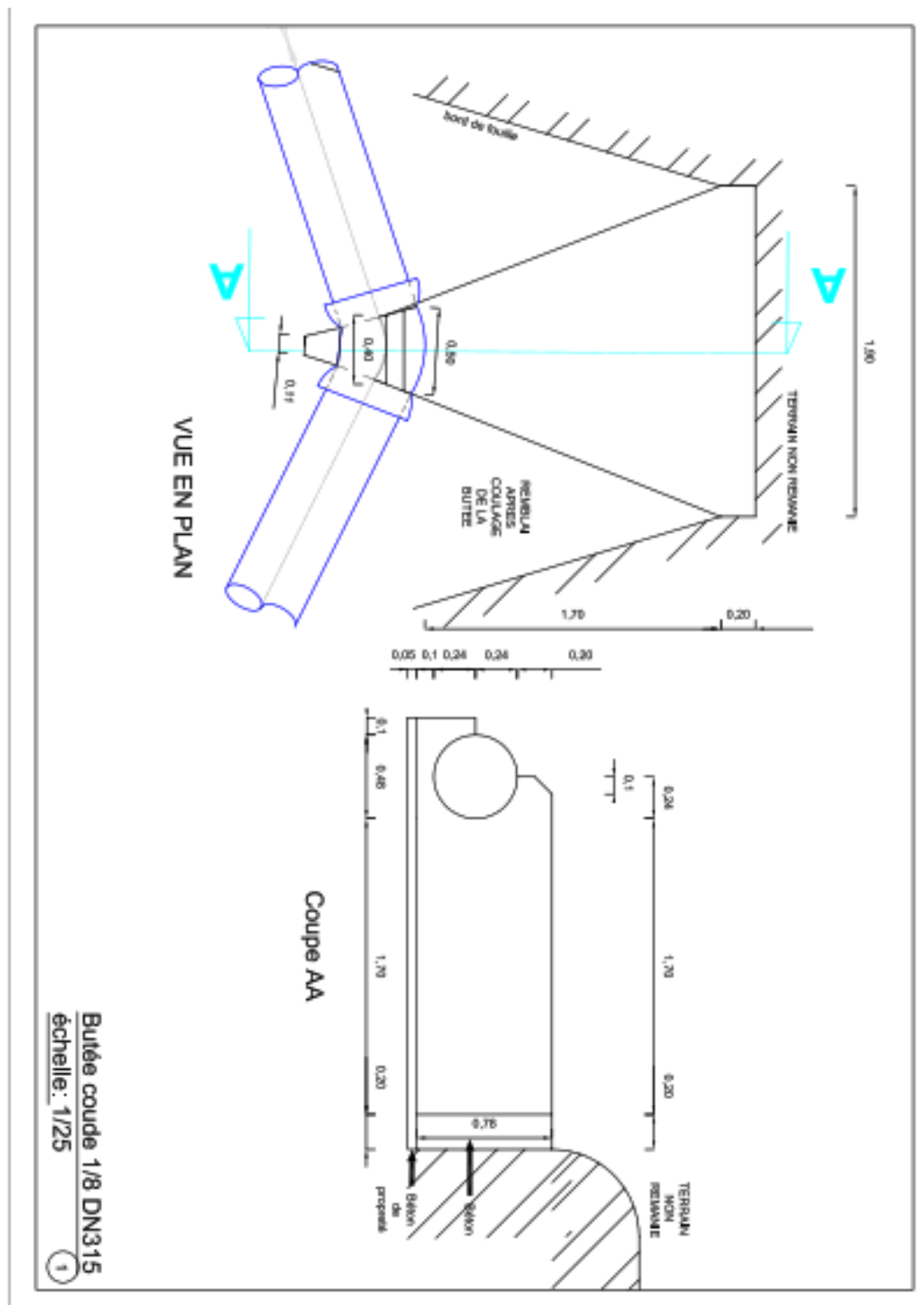
Annexe 8 : schéma de puissance



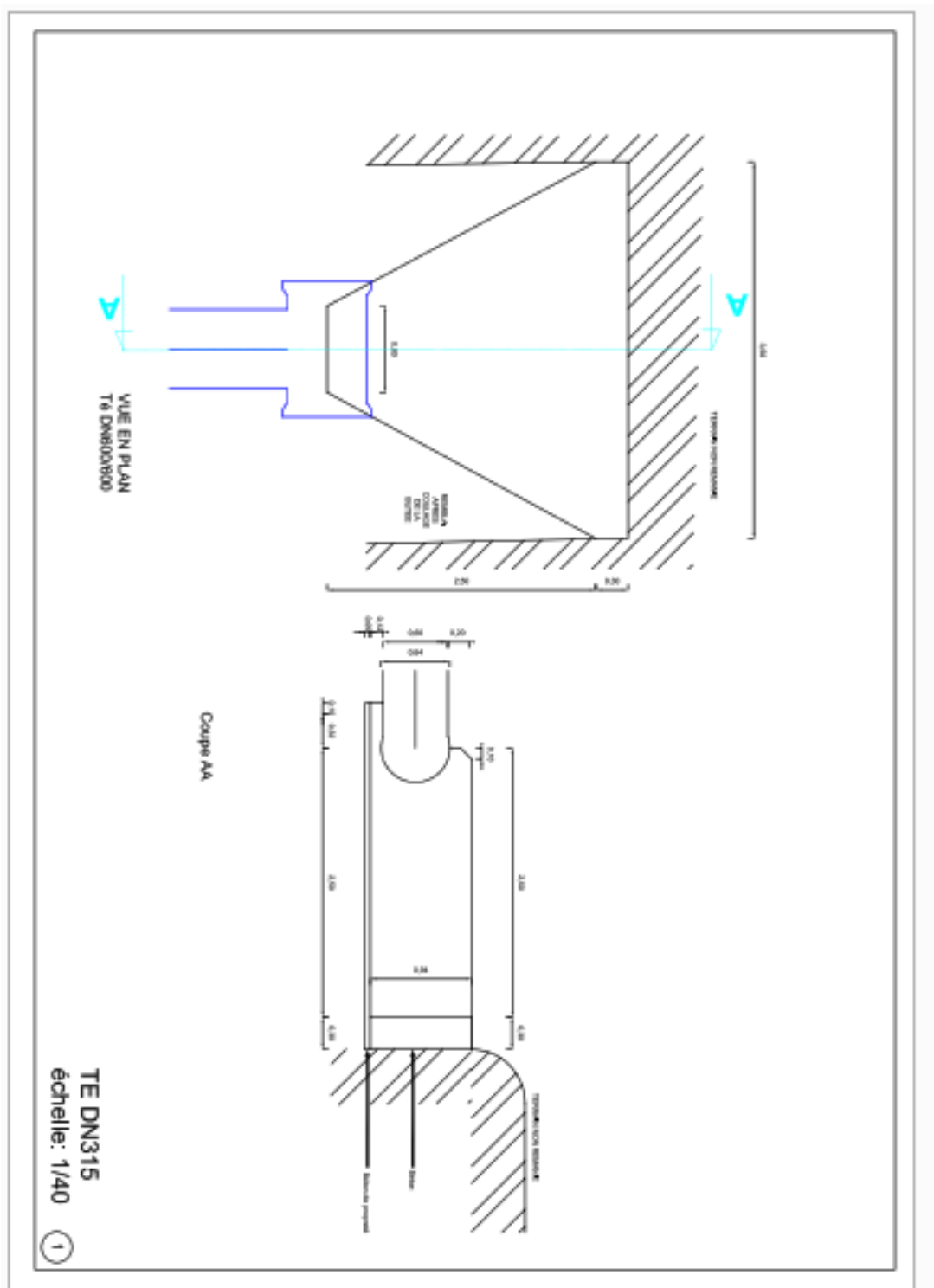
Annexe 9 : Exemple de schéma du système de pompage



Annexe 11 : Butée 1/8



Annexe 14 : Butée en Te



Annexe 15 : Devis estimative

N°	Désignation	Unité	Quantité	Prix Unitaire	Prix Total
1	FRAIS GENERAUX				
1.1	Installation de chantier	FF	1	1000000	1000000
1.2	Repli de chantier	FF	1	200000	200000
1.3	Etudes d'exécution	FF	1	2000000	2000000
1.4	Dossier de recollement des travaux	FF	1	100000	100000
	SOUS TOTAL				3300000
2	POMPE IMMERGE ET LES PIECES DE RACORDEMENT				
2.1	Fourniture et installation d'une électropompe immergée de caractéristique demande , avec toutes sujétions comprise	U	1	10000000	10000000
2.2	Fourniture et installation d'une électropompe immerge de caractéristique demande, avec toutes sujétions comprise	U	1	6500000	6500000
2.3	Fourniture et pose du câble de sécurité en acier galvanisé	ml	245	4000	980000
2.4	Fourniture et pose de collier de support (tête de forage)	U	2	250000	500000
2.5	Fourniture et pose de tuyau PEHD DE 25 pour piézomètre	ml	245	2500	612500
2.6	Fourniture et pose de raccord à compression DN 63	U	4	22500	90000
2.7	Fourniture et installation d'électrode de niveau	U	6	15000	90000
2.8	Bâche de chlorier	U	2		0
2.9	Fourniture et pose d'un coffre de tête de forage	U	2	500000	1000000
2.10	Fourniture et installation d'une armoire électrique de commande et de protection	U	2	4500000	9000000
2.11	Fourniture et pose de câble U 1000 R V4*70mm ² CU	ml	12	40000	480000
2.12	Fourniture et pose de câble U 1000 R	ml	120	27500	3300000

	V4*50mm ² CU				
2.13	Fourniture et pose de câble U 1000 R V4*25mm ² CU	ml	15	11000	165000
2.14	Fourniture et pose de câble Immerge 4*25mm ²	ml	240	22000	5280000
2.15	Fourniture et pose de câble pour l'alimentation de pompe doseuse U 1000 R V4*2.5mm ² CU	ml	20	11000	220000
2.16	Fourniture et pose de câble submerge U 1000 R V3*2.5mm ² CU	ml	50	900	45000
2.17	Fourniture et pose de fil électrique immergée 1*1.5 mm ² pour électrodes	ml	230	800	184000
2.18	Fourniture et pose de câble 3*1.5 mm ² pour électrode	ml	100	700	70000
2.19	Fourniture et pose de câble 2*1.5 mm ² pour pressostat	ml	40	800	32000
2.20	Fourniture et pose d'un boîtier de jonctions type G902	U	2	6000	12000
2.21	Fourniture et pose d'une boîtier de étanche de type 401 J	U	2	7000	14000
2.22	Fourniture et pose de tuyau gala 125/130	barre	2	4500	9000
2.23	Fourniture et pose de coude inox 1/4 DN 125/130	U	6	7000	42000
2.24	Fourniture et pose de TE galva réduit DN 125/60/125	U	4	8000	32000
2.25	Fourniture et pose de purgeur DN 40	U	2	19500	39000
2.26	Fourniture et pose de compteur DN 80	U	2	125000	250000
2.27	Fourniture et pose de clapet Anti-retour, DN 125/130	U	2	120000	240000
2.28	Fourniture et pose de mamelon galvanise DN 125/130	U	2	10000	20000
2.29	Fourniture et pose de ventouse avec robinet a triplé fonction	U	2	300000	600000
2.30	Fourniture et pose de vanne d'arrêt	U	2	40000	80000

	DN 125/130				
2.31	Fourniture et pose manomètre (0-10bars) à bain d'huile, DN 125	U	2	70000	140000
2.32	Fourniture et pose de robinet de puisage DN 15/21	U	2	4000	8000
2.33	Fourniture et pose de Mano-pressostat de (0-16 bars) à bain d'huile, DN 125	U	PM	72000	72000
2.34	Fourniture et pose de tuyaux Fonte, DN 200 PN 16	ml	75	15000	1125000
2.35	Fourniture et pose de tuyaux Fonte, DN 250 PN 16	ml	38	22500	855000
2.36	Fourniture et pose de tuyaux Fonte, DN 300 PN 16	ml	2102	34400	72308800
2.37	Fourniture et pose de raccord major Fonte DN 300	U	1	40400	40400
2.38	Fourniture et pose de TE réduit Fonte à bride DN 400/300/400	U	1	22230	22230
2.39	Fourniture et pose de TE réduit Fonte à bride DN 300/200/200	U	1	15040	15040
2.40	Fourniture et pose de Coude 1/4 Fonte à bride DN 200	U	1	7140	7140
2.41	Fourniture et pose de Coude 1/4 Fonte à bride DN 250	U	1	7140	7140
2.42	Fourniture et pose de Coude 1/4 Fonte à bride DN 300	U	1	116200	116200
2.43	Fourniture et pose de Coude 1/8 Fonte à bride DN 300	U	3	11490	34470
2.44	Fourniture et pose de Coude 1/12 Fonte a bride DN 300	U	1	11490	11490
2.45	Fourniture et pose de Coude 1/16 Fonte à bride DN 300	U	3	7790	23370
2.46	Fourniture et pose de Coude 1/32 Fonte à bride DN 300	U	2	7140	14280
2.47	Fourniture et pose de ventouse DN 300/80/300	U	2	34500	69000

Renforcement du système d'Alimentation en Eau Potable par le raccordement de deux nouveaux forages dans la ville de Bobo-Dioulasso (Kua) au Burkina Faso

2.48	Excavation et Remblais pour conduite en tout type de terrain en toute nature conformément au CCTP	ml	2216	11000	24376000
	SOUS TOTAL				139132060
3	III BETON-BETON ARME-MACONNERIE				
3.1	Béton de butée poids pour la stabilité des conduite dosé à 350kg/m3	m ³	56	110000	6160000
3.2	Béton de propreté dosé à 150kg/m3	m ³	2.16	70000	151200
3.3	Béton armé semelles isolées pour fondation dosé à 350kg/m3	m ³	1.728	120000	207360
3.4	Maçonnerie d'agglos pleines de 20x20x40 sur deux couches	m ³	84	8000	672000
3.5	Béton armé pour chaînage bas dosé à 350kg/m3	m ³	7.92	120000	950400
3.6	Béton de dallage légèrement armé dosé à 350kg/m3	m ³	2.8	110000	308000
3.7	Béton armé pour les regards de visite des deux ventouses 1.80*1.80*1 dosé à 350 kg/m ³	m ³	1.5	110000	165000
3.8	Béton armé pour poteaux dosé à 350kg/m3	m ³	3.168	120000	380160
3.9	Béton armé pour l'ento de 20x40 dosé à 350kg/m3	m ³	1.92	120000	230400
3.10	Maçonnerie d'agglos creuse de 15 x 20 40	m ³	322.8	7000	2259600
3.11	Enduit intérieur local technique et machine de traitement	m ³	0.24	2500	600
3.12	Enduit intérieur pour les murs de clôturé puis lissé dosé à 300kg/m3	m ³	1.14	2500	2850
3.13	Enduit extérieur local technique et machine de traitement	m ³	0.24	2500	600
3.14	Enduit extérieur pour les murs de clôturé puis lissé dosé à 300kg/m3	m ³	1.14	2500	2850
3.15	Trou de ventilation métallique de 20x80	U	1	6000	6000
	SOUS TOTAL				11497020
4	IV MENUISERIE				

Renforcement du système d'Alimentation en Eau Potable par le raccordement de deux nouveaux forages dans la ville de Bobo-Dioulasso (Kua) au Burkina Faso

4.1	Porte métallique pleine double face de 0,90 x 2,20 y compris barrière de fermeture en cornière lourd de 70	U	2	99000	198000
4.2	Porte métallique persienne à lames orientables double battants de 2,00 x 2,20 y compris barrière de fermeture en cornière lourd de 70	U	2	240000	480000
4.3	Porte métallique persienne à lames orientables double face de 3.50 x 2,20 y compris 2 cadenas de fermeture	U	2	375000	750000
4.4	Fourniture et pose de fenêtre métallique de dimension 1.2*0.5 y compris le cadre		4	75000	300000
4.5	Fourniture et pose de pose de grillage protecteur de 0.20 maille et de 2.1 m de haut pour le groupe électrogène avec tous les accessoires	ml	12	10000	120000
4.6	Fourniture et pose d'une tôle de couverture pour la locale technique et l'enclos du groupe	ml	17	4500	76500
	SOUS TOTAL				1924500
5	V Source D'ENERGIE				
5.1	Fourniture et pose d'un transformateur HT sur poteaux de capacité de 250kVA, y compris le lot de pièces de mise en service (Parafoudre, etc.)	U	1	35000000	35000000
5.2	La ligne électrique	Km	3	17000000	51000000
5.3	Fourniture et pose du groupe électrogène de 300 kVa	U	1	17000000	17000000
5.4	Fourniture et pose de câble de puissance sous PVC (tranchée de 4*120mm)	ml	120	3700	444000
	SOUS TOTAL				103444000
6	VI Station de reprise				
6.1	Bâche de 2000 m3				304002680
6.2	Pompe de surface	U	2	1600000	3200000

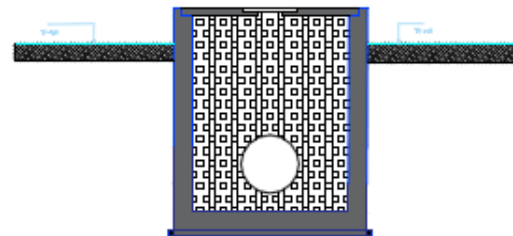
Renforcement du système d’Alimentation en Eau Potable par le raccordement de deux nouveaux forages dans la ville de Bobo-Dioulasso (Kua) au Burkina Faso

6.3	Fourniture et installation d'une pompe doseuse de chlore, toutes sujétions comprise	U	2	2100000	4200000
6.4	Clôture du site	ml	80	125000	10000000
6.5	Locale de pompe et de traitement	U	2	6500000	13000000
	SOUS TOTAL				395203216
	TOTAL				654500796

Annexe 17 : regard de visite

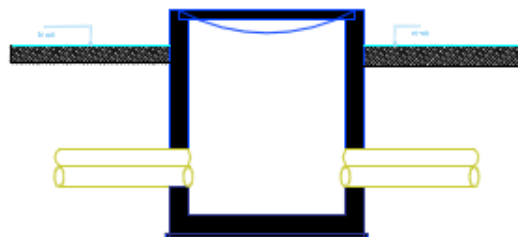
Renforcement du système d'Alimentation en Eau Potable par le raccordement de deux nouveaux forages dans la ville de Bobo-Dioulasso (Kua) au Burkina Faso

REGARD

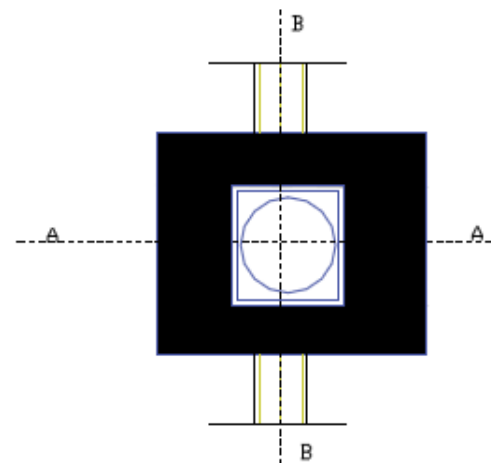


Coupe A-A

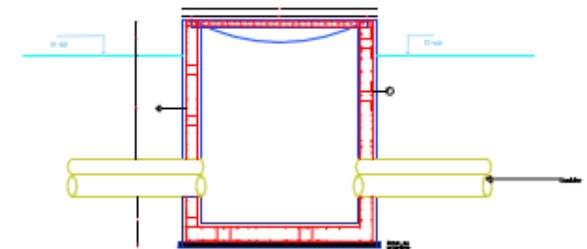
Regard		
N°	Nuance	Ø
1	HA	10
2	HA	10
3	HA	8



Coupe B-B



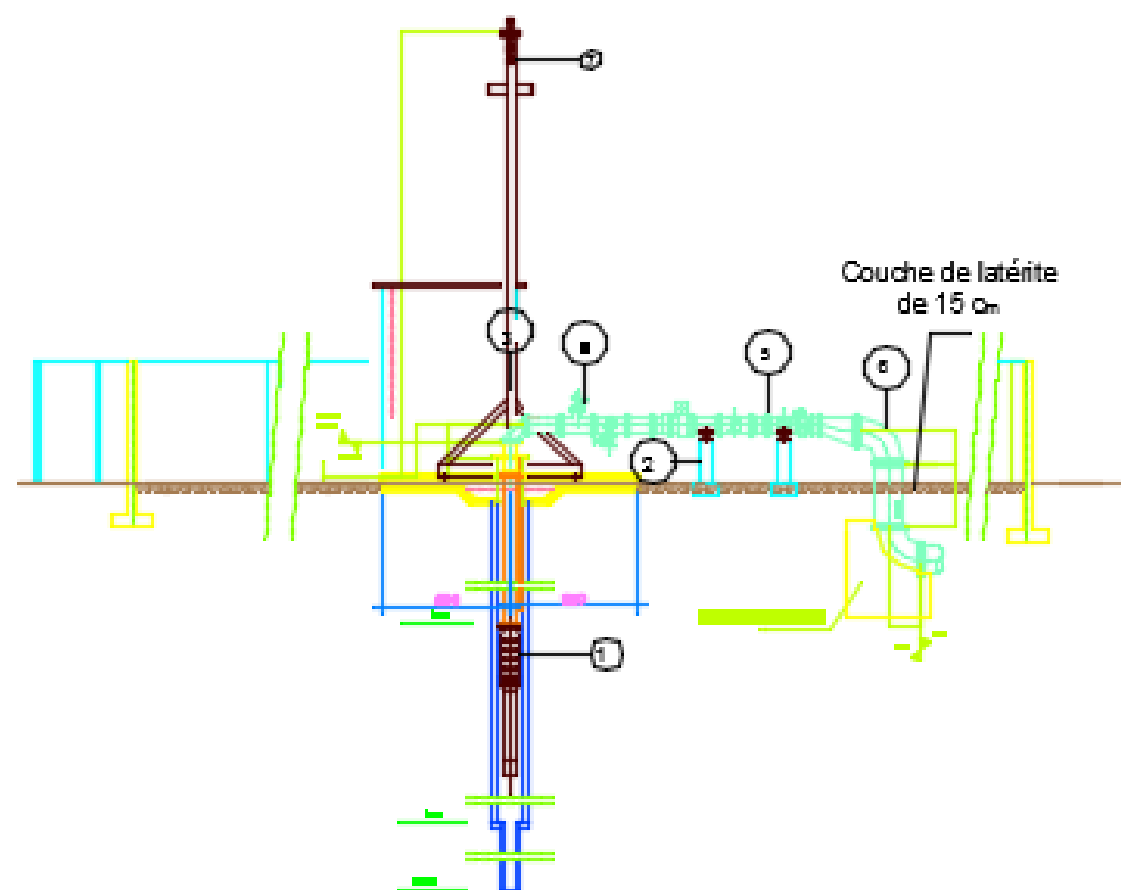
Vue en plan



Plan de ferraille

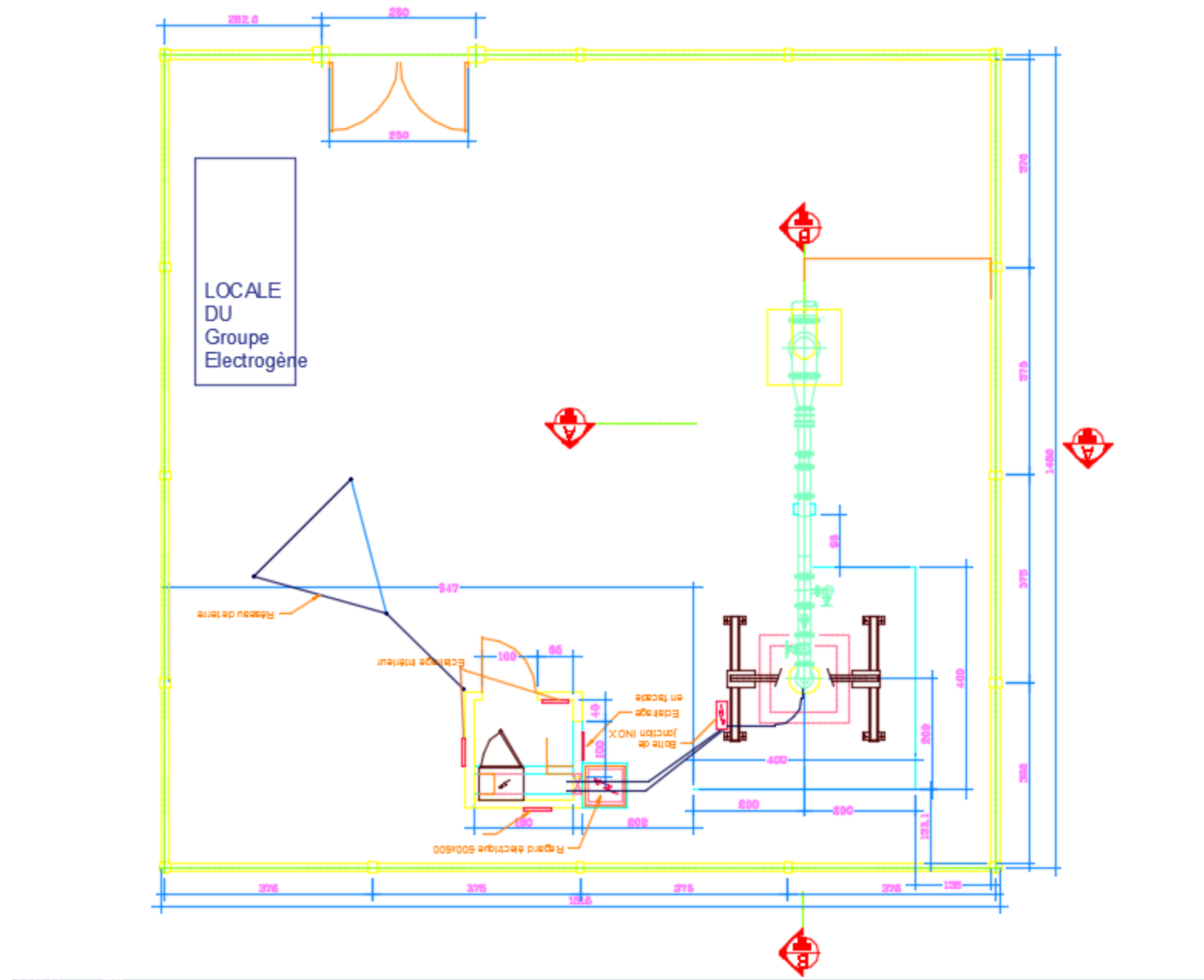
Annexe 18 : Tête de forage 2

Tête de forage

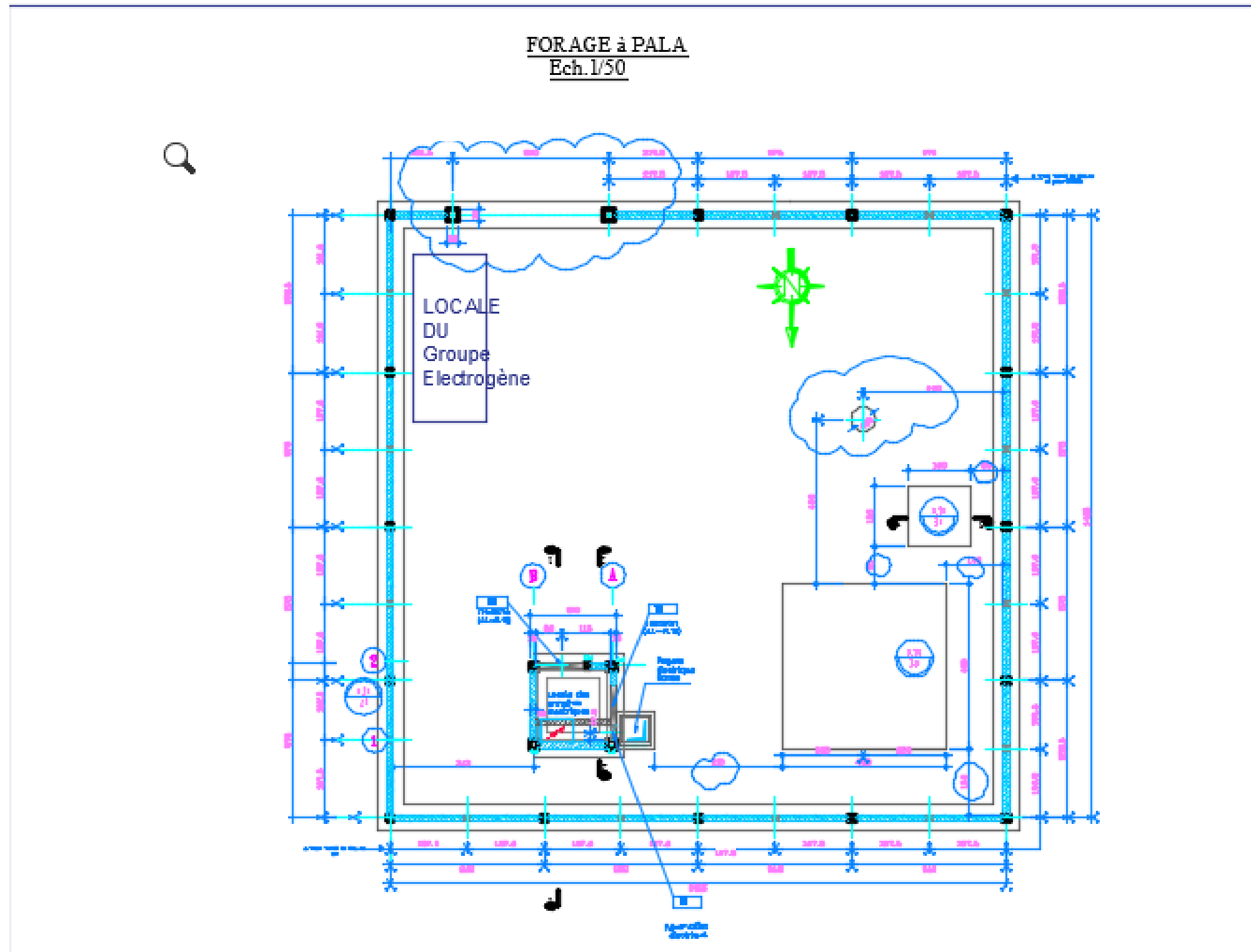


Poste N°	Liste des pièces
1	POMPE Immerge
2	Bloc de béton support pour la conduite
3	Coude en galva 1/2
4	Robinet de prélèvement
5	Machette
6	Réducteur DN 135/225
7	GRILLE

Annexe 19 : Clôture tête de forage 1 vue en plan

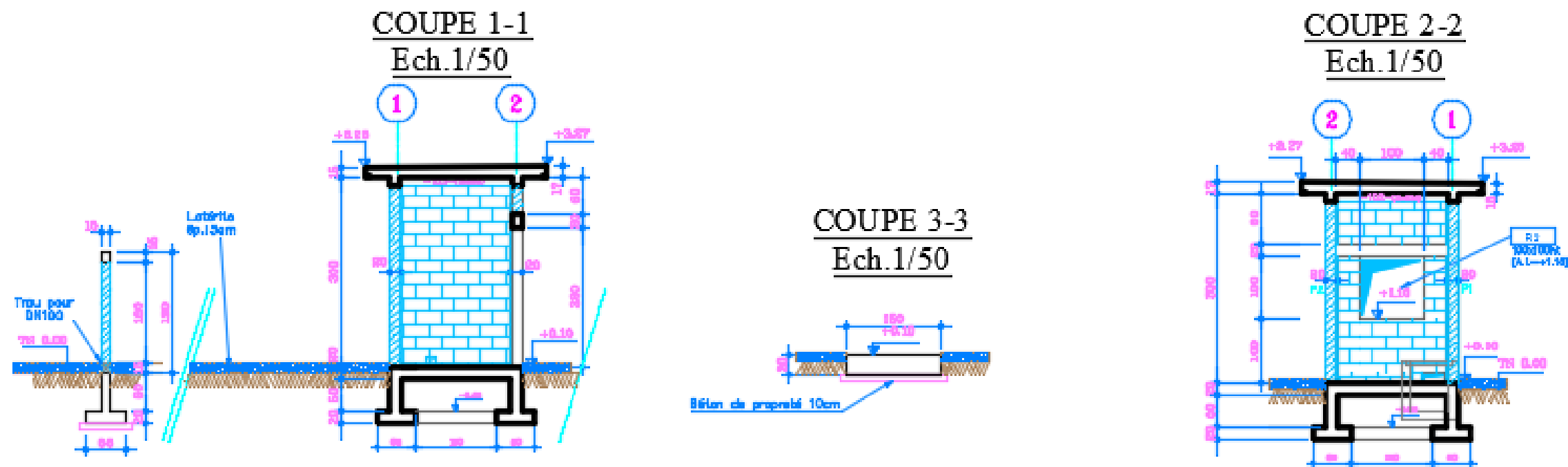


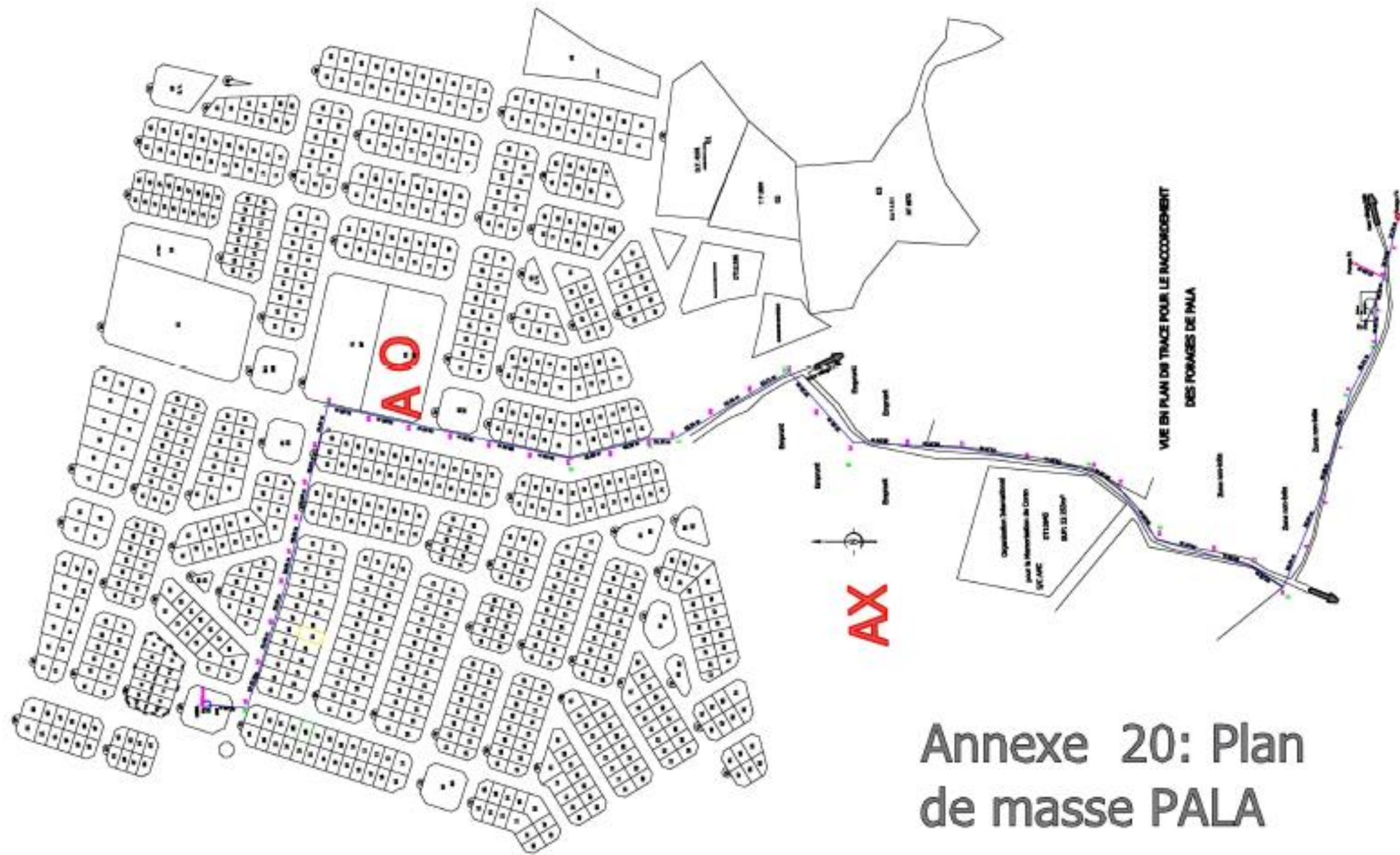
Annexe 19 : Clôture forage 2



Annexe19 : Coupe de la clôture de protection des têtes de forage

Coupe de la clôture de protection des têtes de forage

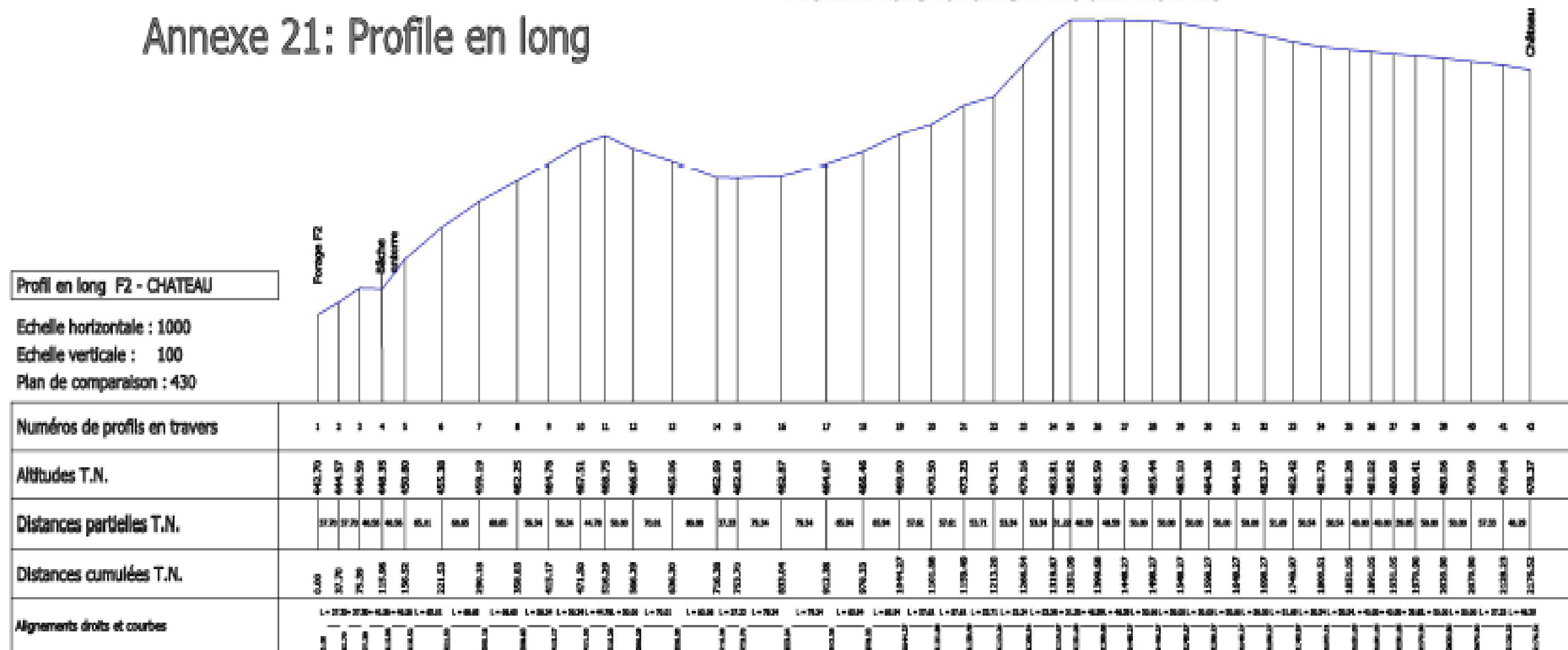


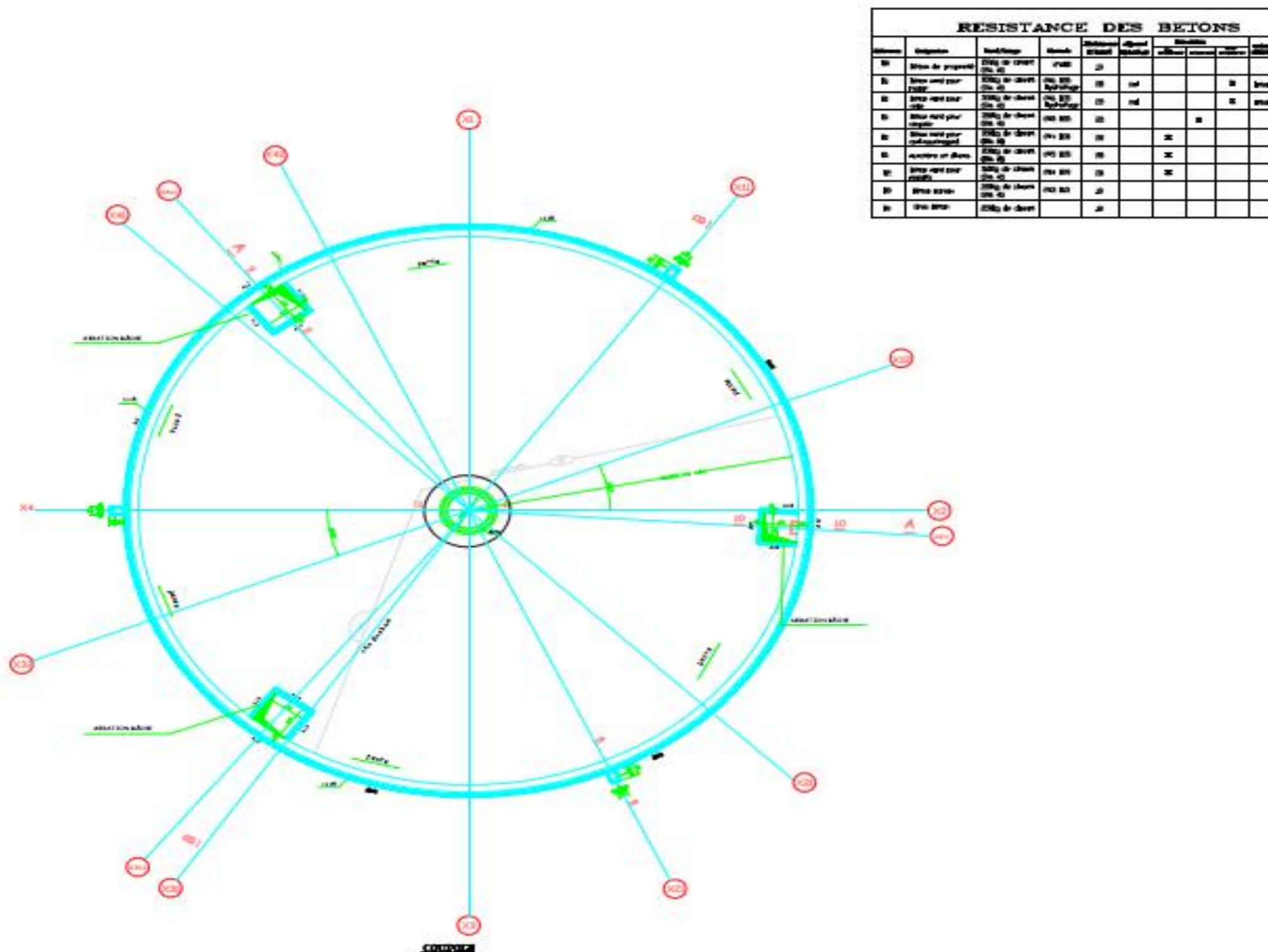


Annexe 20: Plan
de masse PALA

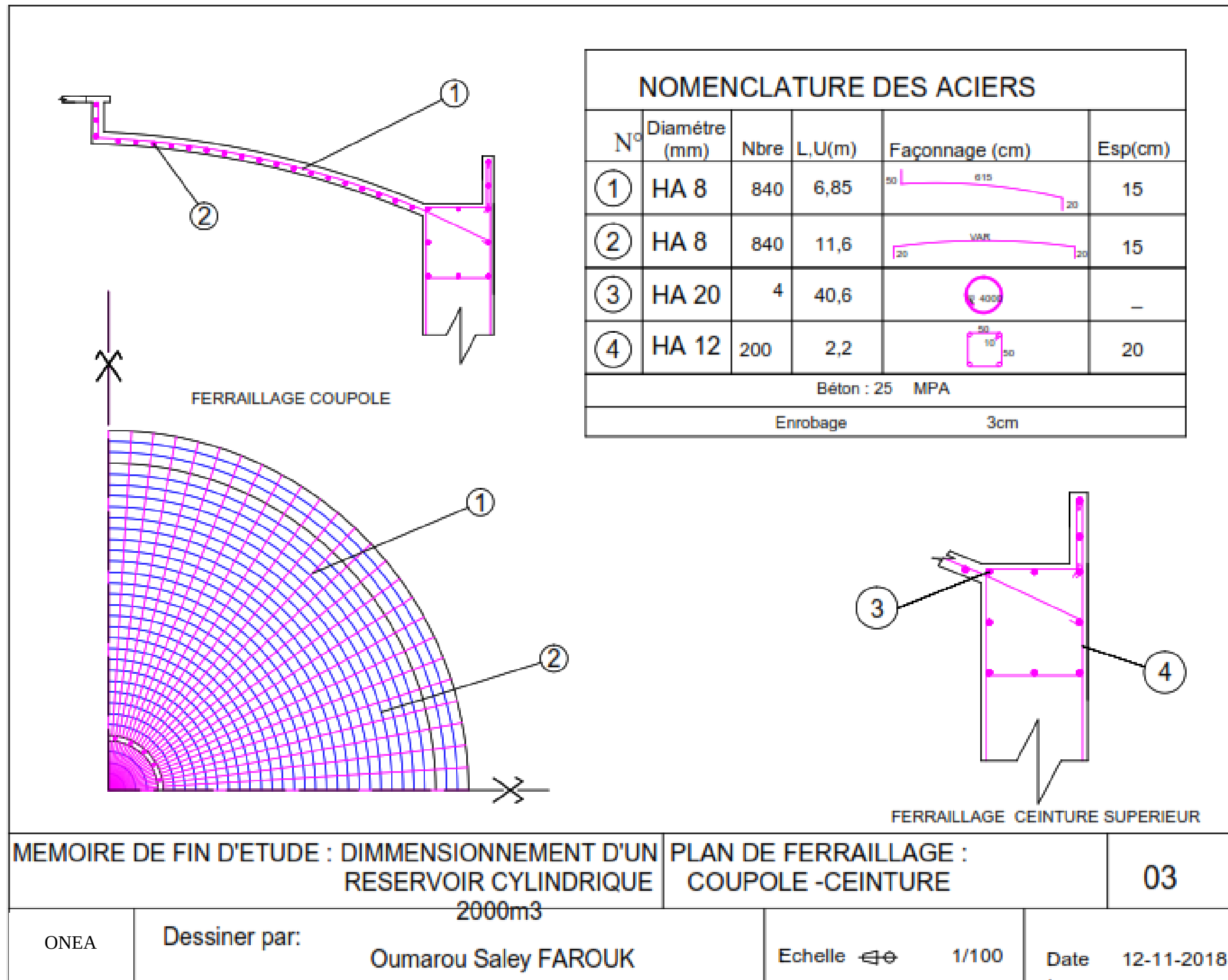
Annexe 21: Profile en long

RACCORDEMENT DE DEUX NOUVEAUX FORAGES A PALA PROFIL EN LONG DU FORAGE F2 AU CHATEAU D'EAU

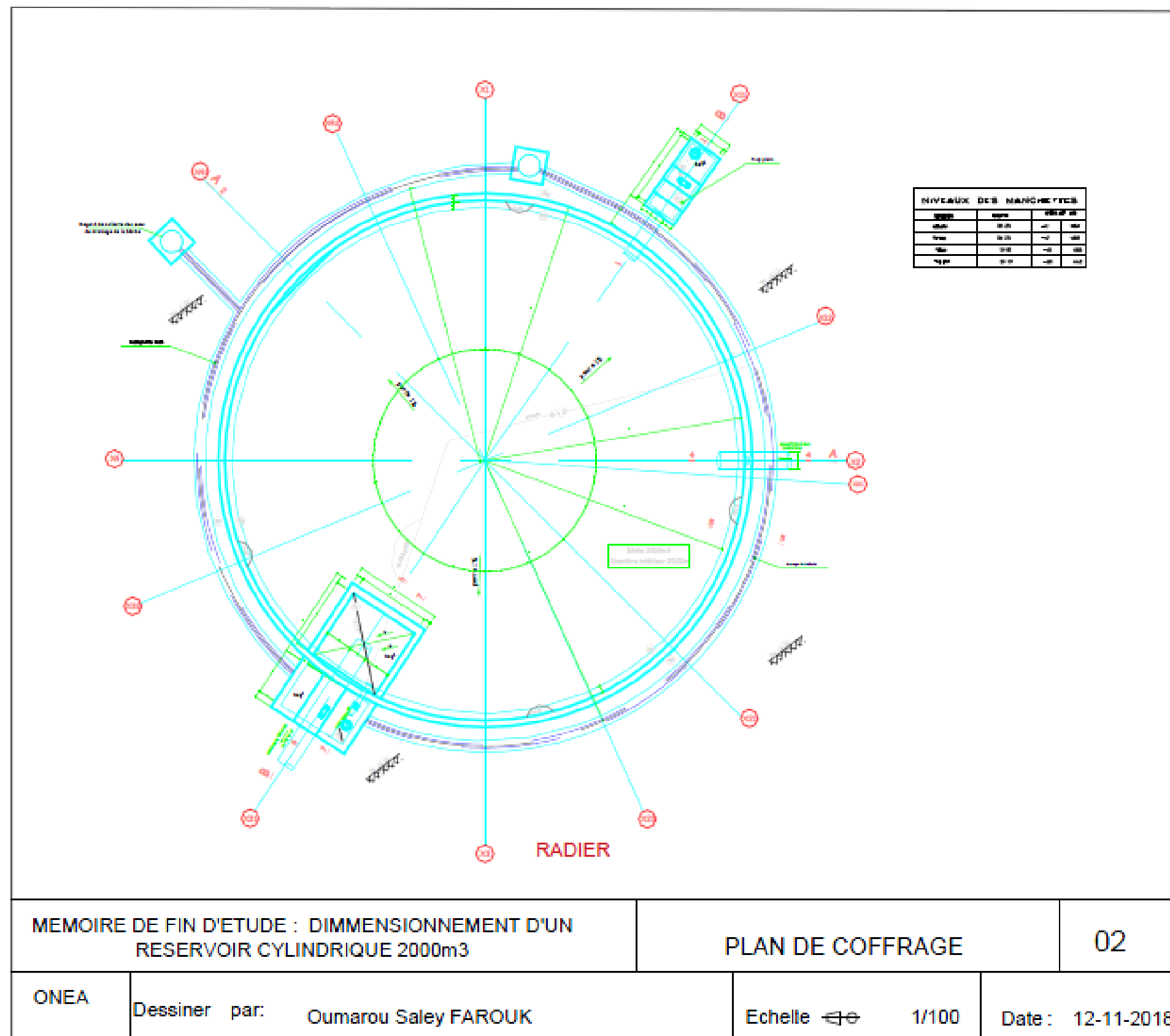




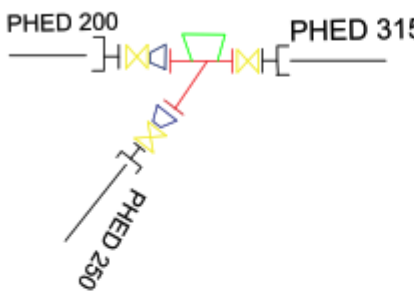
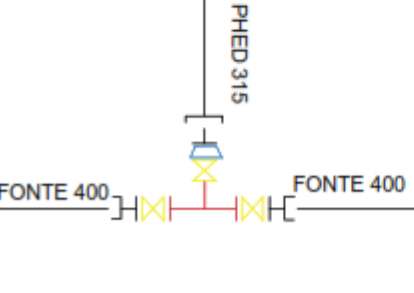
Annexe 23 : Plan de ferrailage

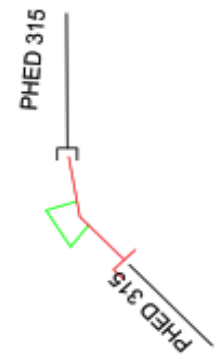


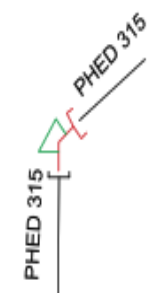
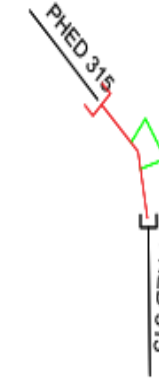
Annexe 24 : Radier



Annexe 25 : Carnet des Nœuds

Noeud A 	1 TE BRIDE à 45 DN 315 1 Vanne DN 315 1 Vanne DN 250 1 Vanne DN 200 1 Cône BB 200/315 1 Cône BB 250/315 1 Butée Poids
Noeud 1 	1 TE BRIDE à 90 DN 400 1 Vanne DN400 1 Vanne DN 400 1 Vanne DN 315 1 Cône BB 315/400 1 Butée Poids

Noeud :D;L;M 	1 coude 1/4 à FF 1 Conduite PHED DN 315 1 Butée en béton
Noeud F;I 	1 Coude à 1/32 à embout FM 2 Conduite PHED DN 315 1 Butée en Butée

Noeud : E;H;K 	1 Coude 1/8 a EMBOUT MF 2 Conduite PHED DN 315 1 Butée en Béton
Noeud B;C;J 	1 Coude à 1/16 à embout FM 2 Conduite PHED DN 315 1 Butée en Butée