



**ETUDE D'AVANT-PROJET DETAILLE (APD) DES
TRAVAUX D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE DE LA
LOCALITE DE NAMBINGUE (SOUS-PREFECTURE DE
OUANGOLODOUGOU, CÔTE D'IVOIRE)**

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

SPECIALITE : EAU ET ASSAINISSEMENT

Présenté et soutenu publiquement le 25 janvier par
YAO Kouadio (20170414)

Directeur de mémoire/Encadrant 2iE : Dr Roland YONABA, Enseignant-chercheur, 2iE

Maître de stage : M. Ali TRAORE, Ingénieur Génie Rural, Directeur Technique BANI

Structure (s) d'accueil du stage : BANI Ingénieur-Conseil

Jury d'évaluation du mémoire :

Président : **Dr Lawani MOUNIROU**

Membres et correcteurs : **M. Moussa Diagne FAYE**

Dr Roland YONABA

Promotion [2020/2021]

DEDICACE

Je dédie ce présent mémoire à :

- À mes parents **KONAN yao** et **KOUAME N'DRI Josiane** en témoignage de ma profonde gratitude pour leur soutien et tous les sacrifices qu'ils ne cessent d'accorder à mon égard. Puisse Dieu leur accorde une longue vie afin qu'ils jouissent des fruits de leurs innombrables efforts ;
- À mes oncles, **KONAN YAO Daouda**, **KONAN YAO Adama** et **YAO YAO** pour leur Amour ainsi que le soutien moral, financier et spirituel qu'ils n'ont jamais cessé de m'apporter. En témoignage de notre amour filial et de notre infinie reconnaissance pour les efforts et les sacrifices déployés ;
- À la grande famille **DJINDREBEOGO** pour m'avoir accueillie dans leur maison tout le long de cette formation universitaire et soutenue sur tous les plans ;
- À toute la grande famille **KONAN yao** pour leurs soutiens et leurs encouragements tout au long du déroulement de mes études.

REMERCIEMENTS

Je rends Grâce à Dieu de m'avoir permis de mener à bien mon cursus scolaire et en particulier ce mémoire de fin d'étude de master. Je voudrais ici remercier toutes ces personnes formidables qui ont participé de près ou de loin à l'aboutissement de ce travail. Nous voudrions témoigner nos sincères remerciements à :

- ❖ À monsieur **KOUAKOU Jean Jacques Dewellet**, Directeur Général de BANI, pour l'opportunité de stage dans son entreprise et sa confiance à travers plusieurs responsabilités durant ce stage.
- ❖ À mon encadreur de mémoire, **Dr. Roland YONABA**, Enseignant-chercheur à 2iE, pour sa disponibilité indescriptible, son soutien et encouragements afin parvenir à des résultats satisfaisants.
- ❖ À mon maitre de stage, **M. Ali TRAORE** Directeur technique de BANI Ingénieur-Conseil, pour sa disponibilité, son partage du savoir-faire et critiques qui ont contribué à l'amélioration du présent mémoire.
- ❖ L'ensemble du personnel de **BANI Sarl**, pour leur accueil chaleureux, leur disponibilité et leur soutien de tout genre.
- ❖ Je tiens à remercier également mes très chers amis qui m'ont beaucoup soutenu dans la rédaction de ce mémoire et tout long de ma formation de 2iE. De façon particulière, à Jérôme EBOUE Menshan pour son assistance et soutien durant la rédaction de ce mémoire.

RESUME

À l'instar de nombreux villages de la région du Nord de la cote d'Ivoire, le village de Nambingué rencontre de graves difficultés d'accès à une eau de qualité. À l'état actuel, le village ne dispose que trois **(03) PMH** pour son approvisionnement en eau potable pour une population estimée à **5 708 habitants**. Cette situation oblige les ménages à s'approvisionner vers d'autres sources de qualité douteuse (puits traditionnel) à l'origine des maladies hydriques. C'est dans cette optique que le projet **PRAHMU** initié par l'**UEMOA** a vu le jour dans le village de Nambingué. L'objectif du projet est de réaliser un réseau d'AEP afin d'offrir aux habitants de ce village une eau de qualité pour **l'horizon 2032**. Le réseau prévu sera de type **ramifié** alimenté au moyen d'**un (01) forage** avec une source **d'énergie hybride** (énergie thermique couplée au réseau collectif d'électricité). Le débit d'exploitation du forage est de **30 m³/h** et les besoins journaliers en eau de la population à l'horizon du projet (**2032**) s'élèvent à hauteur de **287 m³/j**. Le forage sera équipé d'une pompe de type **GRUNDFOSS** ($Q = 32 \text{ m}^3/\text{h}$ et $\text{HMT} = 78 \text{ m}$). La longueur totale du réseau d'eau à réaliser est de **5 475 ml** avec des diamètres compris entre **50 mm et 200 mm**. Les conduites du réseau seront en PVC avec une **pression nominale de 10 bars (PN10)** pour la distribution et **16 bars le refoulement (PN16)**. La pression de service admissible aux **bornes fontaines** est de **5 mCE** et de **10 mCE** pour les **branchements privés**. À l'horizon du projet, il est prévu un taux de couverture de **85%** pour les bornes fontaines et **15%** pour les branchements privés. La consommation spécifique des bornes fontaines est fixée à **25 l/J/hbts** avec un temps de fonctionnement de **12 h/j** et de **50 l/J/hbts** pour les branchements privés. Le stockage d'eau se fera au moyen d'un réservoir en béton armé d'une capacité de **100 m³** surélevé de **8 m** au-dessus du TN. La desserte en eau se fera à partir de **six (06) bornes fontaines** réparties dans le village avec des branchements privés par endroits. Le cout total du projet s'élève à hauteur de **255 412 652 FCFA TTC** et le cout de revient du mètre cube d'eau sera **de 375 FCFA**.

Mots clés :

- 1- **Adduction en Eau Potable**
- 2- **Bornes fontaines**
- 3- **Dimensionnement**
- 4- **Energies hybrides**
- 5- **Nambingué**

ABSTRACT

Like many villages in the northern region of the Ivory Coast, the village of Nambingué faces serious difficulties in accessing quality water. At present, the village has only three **(03) PMH** for its drinking water supply for an estimated population of **5,708 inhabitants**. This situation forces households to obtain supplies from other sources of questionable quality (traditional wells) which cause water-borne diseases. It is with this in mind that the **PRAHMU** project initiated by **UEMOA** was born in the village of Nambingué. The objective of the project is to create a water supply network in order to provide the inhabitants of this village with quality water by **2032**. The planned network will be of the branched type supplied by means of a **(01) borehole** with a **hybrid energy source** (thermal energy coupled to the collective electricity network). The operating flow rate of the borehole is $30 \text{ m}^3 / \text{h}$ and the daily water needs of the population by the project horizon (2032) amount to $287 \text{ m}^3 / \text{d}$. The borehole will be equipped with a **GRUNDFOSS type pump** ($Q = 32 \text{ m}^3 / \text{h}$ and $\text{HMT} = 78 \text{ m}$). The total length of the water network to be produced is **5475 ml** with **diameters between 50 mm and 200 mm**. The network pipes will be in **PVC** with a nominal pressure of **10 bars (PN10)** for distribution and **16 bars** for delivery (**PN16**). The admissible operating pressure at the standpipes is **5 mCE** and **10 mCE** for private connections. Over the project horizon, a coverage rate of **85%** for standpipes and **15%** for private connections is planned. The specific consumption of standpipes is set at **25 l / d / hbts** with an operating time of **12 h / d** and **50 l / d / hbts** for private connections. The water will be stored by means of a reinforced concrete tank with a capacity of **100 m³** raised **8 m** above the TN. The water supply will be made from six (06) standpipes distributed in the village with private connections in places. The total cost of the project amounts to **255.412.652 FCFA** including tax and the cost per cubic meter of water will be **375 FCFA**.

Keywords:

- 1- Drinking water supply
- 2- Fountains
- 3- Sizing
- 4- Hybrid energies
- 5- Nambingué

SIGLES ET ABREVIATIONS

UEMOA	L'Union Economique et Monétaire Ouest Africaine
AEP	Adduction en Eau Potable
EIER	Ecole Inter Etats d'Ingénieurs de l'Equipement Rural
CHA.N.I. E	Chambre Nationale des Ingénieurs Conseils et Experts de Génie Civil
RGPH	Recensement Général de Population et de l'Habitat
UPROCAT	Union des Producteurs de Coton et d'Anacarde de la Région Tcholog
ONEP	Office National d'Eau Potable
PMH	Pompe à Motricité Humaine
TDR	Termes de Références
BP	Branchement Privé
F5	Forage 5
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
PVC	Polychlorure de vinyle
PEHD	Polyéthylène Haute Densité
PN10	Pression Nominale de 10 bars
PMH	Pompe à Motricité Humaine
M	Mètre
H	Heure
S/P	Sous-Préfecture.

LISTE DES SYMBOLES ET NOTATIONS

Symboles/Notations	Unités	Définitions
Cps		Coefficient de Pointe Saisonnière
Djm	m³/j	Demande journalière moyenne
Cph		Coefficient de Pointe Horaire
mCE	m	Mètre Colonne d'Eau
DN	mm	Diamètre Nominal
PN	m	Pression Nominale
PMA	M	Pression Maximale Admissible
Pu	Kw	Puissance utile
TN	m	Terrain Naturel

SOMMAIRE

DEDICACE.....	i
REMERCIEMENTS	ii
RESUME.....	iii
ABSTRACT	iv
SIGLES ET ABREVIATIONS	v
LISTE DES SYMBOLES ET NOTATIONS	vi
LISTE DES TABLEAUX.....	ix
LISTE DES FIGURES	x
FICHE TECHNIQUE DU PROJET	xi
INTRODUCTION.....	1
I. PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCEUIL ET DE LA ZONE D'ETUDE.....	2
I.1. Présentation de la structure d'accueil.....	2
I.2. Présentation de la zone d'étude.....	3
II. PRESENTATION DU PROJET	7
II.1. Contexte et justification	7
II.2. Objectifs de l'étude et résultats attendus	8
II.3. Diagnostic du système actuel d'approvisionnement en eau du village de Nambingué	8
II.4. Données de base.....	9
II.5. Critères de dimensionnement.....	13
III. METHODOLOGIE DE CONCEPTION	14
III.1. La recherche documentaire.....	15
III.2. La visite de terrain et collecte de données	15
III.3. Le traitement de données et la rédaction de rapport.....	16
IV. ETUDE DE FAISABILITE TECHNIQUE	17
IV.1. Solution proposée	17
IV.2. Evaluation des besoins en eau de la population	17
IV.3. Capacité de production journalière.....	20
IV.4. Dimensionnement du réseau de distribution et d'adduction	20
IV.5. La source d'énergie	44
IV.6. Système de traitement de l'eau de consommation	50

IV.7. Dimensionnement du château d'eau.....	53
IV.8. Les équipements du château d'eau	57
IV.9. Ouvrages annexes du réseau.....	58
IV.10. Mode de pose des conduites	59
IV.11. Construction des locaux techniques	60
V. POLITIQUE DE GESTION DU SYSTEME D'AEP	61
VI. EVALUATION FINANCIERE DU PROJET	62
VI.1. Coût du projet.....	62
VI.2. Coût du service de l'eau	63
VII. NOTICE D'IMPACT ENVIRONNEMENTALE	67
VII.1. Identification des impacts du projet	67
VII.2. Plan de gestion environnemental et social	70
CONCLUSION GENERALE ET RECOMMANDATIONS	73
BIBLIOGRAPHIE	75
LISTE DES ANNEXES	76

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: caractéristique du forage F5	10
Tableau 2: Résultats de l'analyse physico-chimique	11
Tableau 3: Population à l'horizon du projet.....	13
Tableau 4: Besoins en eau de la population	19
Tableau 5: Débits de pointes horaires	19
Tableau 6: Répartition des Bornes Fontaines.....	23
Tableau 7: Débit ponctuels du projet.	25
Tableau 8: Débits des différents tronçons	26
Tableau 9: Formules utilisées calcul Zmine, P et Hr	28
Tableau 10: Résultats du dimensionnement des conduites	31
Tableau 11: Longueur du réseau de distribution.....	32
Tableau 12: Vérification de la pression du réseau de distribution	33
Tableau 13: Etat des Nœuds.....	35
Tableau 14: Etat des conduites.....	36
Tableau 15: Diamètres des conduites de refoulement.....	38
Tableau 16: Calcul de la HMT.....	39
Tableau 17: Caractéristiques pompe	39
Tableau 18 : Caractéristiques Pompe au pont fonctionnement	40
Tableau 19: Caractéristiques physiques de la conduite de refoulement	43
Tableau 20: Résultats de l'évaluation du coup de bélier	43
Tableau 21: Données ensoleillement de Nambingué.....	45
Tableau 22: Caractéristiques du champs PV.....	47
Tableau 23: Avantages et inconvénients des panneaux PV	47
Tableau 24: Caractéristique du module photovoltaïque proposé.....	48
Tableau 25: Caractéristique de l'onduleur proposé	48
Tableau 26: volume journalière d'eau de javel	49
Tableau 27: Volume journalier de la solution mère et débit de la pompe doseuse	53
Tableau 28: Fonctions du réservoir.....	54
Tableau 29 : Evaluation de la capacité du réservoir	55
Tableau 30 : Caractéristiques du réservoir de Nambingué	57
Tableau 31: Récapitulatif du cout du projet.....	62
Tableau 32 : Charges du personnel exécutant.....	63
Tableau 33: Couts liés à l'achat de l'hypochlorite de sodium à l'horizon projet	64
Tableau 34 : charges d'exploitation et entretien du réseau	65
Tableau 35 : Cout de l'amortissement	66
Tableau 36 : Evaluation des impacts négatifs du projet	69
Tableau 37: PGES Nambingué	70

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Localisation du village de Nambingué	4
Figure 2: Carte géologique de la zone d'étude.	5
Figure 3: Puits moderne	9
Figure 4: Influence autour d'une PMH	9
Figure 6: Réseau du village de Nambingué	21
Figure 7: Résultat de la simulation du RESEAU DE NAMBINGUE	34
Figure 8: Détermination du point de fonctionnement	40
Figure 9 : Onduleur GRUNDFOSS SRI	49
Figure 10 : Schéma de principe d'un système PV connecté au réseau d'électricité	50
Figure 11 : Système de traitement de la ressource en eau (DOSATRON).....	51
Figure 12 : Plan type de la pose des conduites.....	60

FICHE TECHNIQUE DU PROJET

Références		Données
Localisation		
Région		Tchologo
Commune		Ouangolodougou
Village		Nambingué
Coordonnées	X	10° 3'6.99 N
	Y	5°19'23.95 O
Données socio-économiques		
Population 2020		5 708
Population à l'horizon projet (2032)		7 835
Besoins en eau		
Conso spécif BF		25 l/J /hbt
Conso spécif BP		50 l/J/hbt
Production de pointe journalière		287 m³/j
Forage		
Débit d'exploitation(m3/h)		30
ZTN (m)		352,42
Niveau dynamique (m)		43
Electropompe		
Marque		Grundfos
Nom du produit		SP 30-11
Débit (m3/h)		32
HMT (m)		78
Source d'Energie		
Type d'énergie		Mixte (Energie thermique et électricité)
Réservoir		
Nature		Béton armé de forme cylindrique
Volume		100 m ³
Conduite de refoulement		
Nature		PVC PN16
Diamètre		DN 160 mm
Longueur réseau		1456 m
Conduite de distribution		
Nature		PVC PN 10
Diamètre		DN 200, DN 140, DN 110, DN 90, DN 75, DN 63, DN 50
Longueur		4 019
Bornes fontaines		
Nombre BF		06
Investissement		
Cout TTC projet		255.412.652 F CFA

INTRODUCTION

L'eau constitue un bien considéré à l'instar de l'air, comme essentiel à la vie humaine. L'accès à cette ressource pose encore d'énormes difficultés dans plusieurs régions du monde plus précisément les pays en voie de développement. En effet, selon un rapport de l'OMS (2015), en Afrique subsaharienne, 319 millions de personnes n'ont pas accès à une eau potable. Cette situation est d'autant plus grave dans les zones rurales dont la plupart des ménages ont recours aux méthodes traditionnelles pour leur approvisionnement en eau de consommation compte tenu de la quasi inexistence d'ouvrages modernes.

En Côte d'Ivoire, Le secteur de l'eau potable connaît encore d'énormes difficultés malgré les efforts consentis par l'Etat et ses partenaires (ONG, services de coopération, etc...). Cette situation est à l'origine de plusieurs maladies hydriques telles que : choléra, *la dysenterie, la fièvre typhoïde, les hépatites A et E* (Dongo, 2008) du fait de l'insuffisance d'infrastructures modernes pour l'approvisionnement en eau potable et demeurent l'une des principales causes de mortalité des enfants dans certaines localités du pays. Face à cette problématique, pour améliorer les conditions de vie des populations, l'Etat a initié **la politique sociale de l'eau potable** afin de garantir l'accès à une eau salubre à la population (**ODD n°6**). Ce qui a permis une amélioration importante du taux de desserte en eau au niveau national passant de 64,8% en 2008 à 81% en 2017 (avec 94% en milieu urbain et 69% en milieu rural). Au niveau international et régionale, plusieurs institutions dont l'Union Economique Monétaire Ouest Africaine (UEMOA) apportent leur contribution par le biais de sa commission aux pays membres dont la Côte d'Ivoire à travers plusieurs projets initiés (PRAHMU) par la réalisation d'infrastructure d'approvisionnement en Eau Potable (AEP) dans l'intérêt de contribuer à l'amélioration des conditions de vies des populations de l'Union. Ainsi, La présente étude s'inscrit dans ce cadre dont le bureau d'études BANI Ingénieur- Conseils est en charge de mener les études technico-économiques pour la réalisation de ce réseau. C'est dans cette optique que le thème suivant nous a été attribué « *Etude d'avant-projet détaillé (APD) des travaux d'alimentation en eau potable de la localité de Nambingué (sous-préfecture de OUANGOLODOUGOU, en Côte d'Ivoire)* ». Le présent rapport s'articulera autour de trois parties.

Nous présenterons d'abord la zone d'étude, ensuite la méthodologie adoptée et terminerons par les résultats et discussions.

I. PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCEUIL ET DE LA ZONE D'ETUDE

I.1. Présentation de la structure d'accueil

Situé en côte d'ivoire précisément à Abidjan, le bureau d'études BANI Ingénieur-Conseil, a été créé le 09 février 2010 par Monsieur **KOUAKOU Jean-Jacques Dewellet**, Ingénieur du Génie Rural, diplômé de la prestigieuse Ecole Inter Etats d'Ingénieurs de l'Equipement Rural (EIER) de Ouagadougou, au Burkina Faso. Il intervient au profit des opérateurs privés et publics du pays pour des études techniques, des expertises, conseils et contrôle des travaux d'exécution. Compétitif et compétent, BANI regorge en son sein des experts hautement qualifiés qui ont fait leurs preuves sur le plan national et international.

Aussi, il faut noter que le bureau d'études BANI Ingénieur-Conseil est certifié ISO 9001 2015 et agréé par la Chambre Nationale des Ingénieurs Conseils et Experts de Génie Civil (CHA.N.I. E) de Cote d'Ivoire depuis Mai 2014.

Les domaines d'activités du bureau d'études BANI sont essentiellement :

- Hydraulique agricole ;
- Hydraulique urbaine et villageoise ;
- Aménagement et développement rural ;
- Assainissement et topographie ;
- Infrastructure routière et ouvrages d'arts ;
- Bâtiment et assistance technique ;
- Suivi et évaluation ;
- Formation.

I.2. Présentation de la zone d'étude

I.2.1. Situation géographique de la zone d'étude

Situé entre la latitude 10°30' Nord et la longitude 4°05'Ouest, le village de Nambingué est situé dans la région du Tchologo précisément à 22 km de la ville de OUANGOLODOUGOU au nord-est de la Cote d'Ivoire.

Il faut noter que le village de Nambingué est divisé en deux parties par la route bitumée, dont la partie sud où se concentre la majorité des constructions et la partie nord qui est une zone d'extension avec quelques maisons en construction.

Les limites du village sont :

- Au Nord par les républiques du Burkina Faso et du Mali ;
- Au Sud par la région du Hambol ;
- À l'Est par la Région du Poro ;
- À ouest par la région de Bounkani.

La Figure 1 présente la situation géographique du village de Nambingué dans la sous-préfecture de Ouangolodougou.

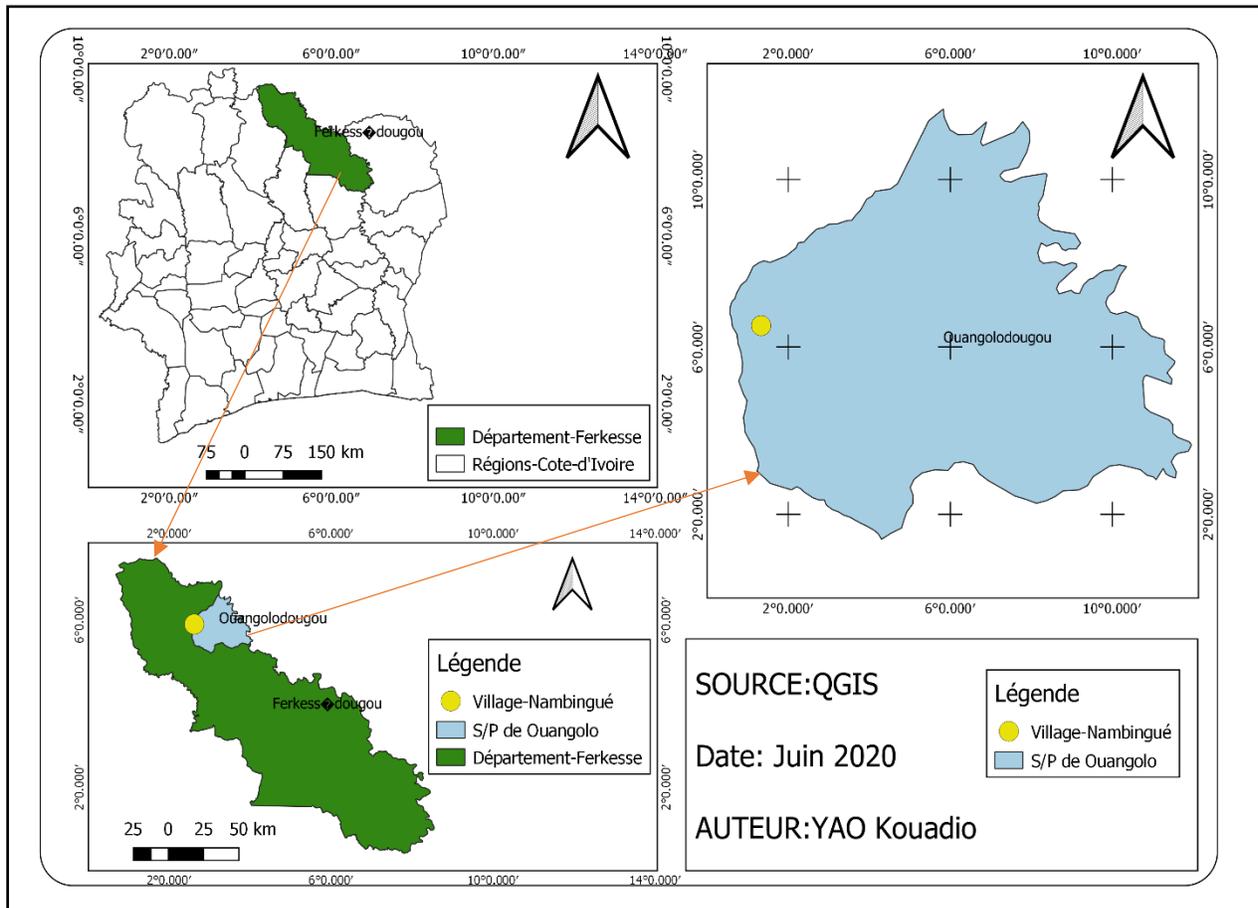


Figure 1: Localisation du village de Nambingué

I.2.2. Le milieu physique

I.2.2.a. Le climat et relief

De par sa situation géographique, le village de Nambingué se trouve sous l'influence d'un climat tropical de type soudanais. La pluviométrie annuelle dans cette zone varie entre 1000 mm et 1400 mm selon les années. Elle est sous l'influence du mouvement saisonnier venant du Sahara (Harmattan), sèche et chaude de décembre à février qui abaisse la température entre 15°C et 38°C avec des pics de chaleur qui s'observent dans les mois de février à avril (38°C).

Elle est caractérisée par l'alternance de deux saisons bien marquées :

- Une saison sèche : qui s'entend d'octobre à mai
- Une saison pluvieuse : qui s'étend de Juin à septembre

En ce qui concerne le relief, à l'image d'une majeure partie de la région, le relief est peu accidenté avec des plaines et des plateaux qui culminent à plus de 500 m d'altitude : mont Gorowi (S/P Bilimono) 640 m d'altitude, mont Badiakourou (Ouangolodougou) 401 m d'altitude et les chaînes de Sononi (S/P Diawala) et Ouamélhorou (S/P Toumoukoro).

1.2.2.b. Géologie

La région du Tchologo fait partie du domaine de socle qui représente 97 % du territoire Ivoirien (Biémi, 1992). Les entités géologiques rencontrées dans cette région sont essentiellement composées de roches magmatiques et métamorphiques.

La **figure 2**, présente les structures géologiques rencontrées dans la zone d'étude.

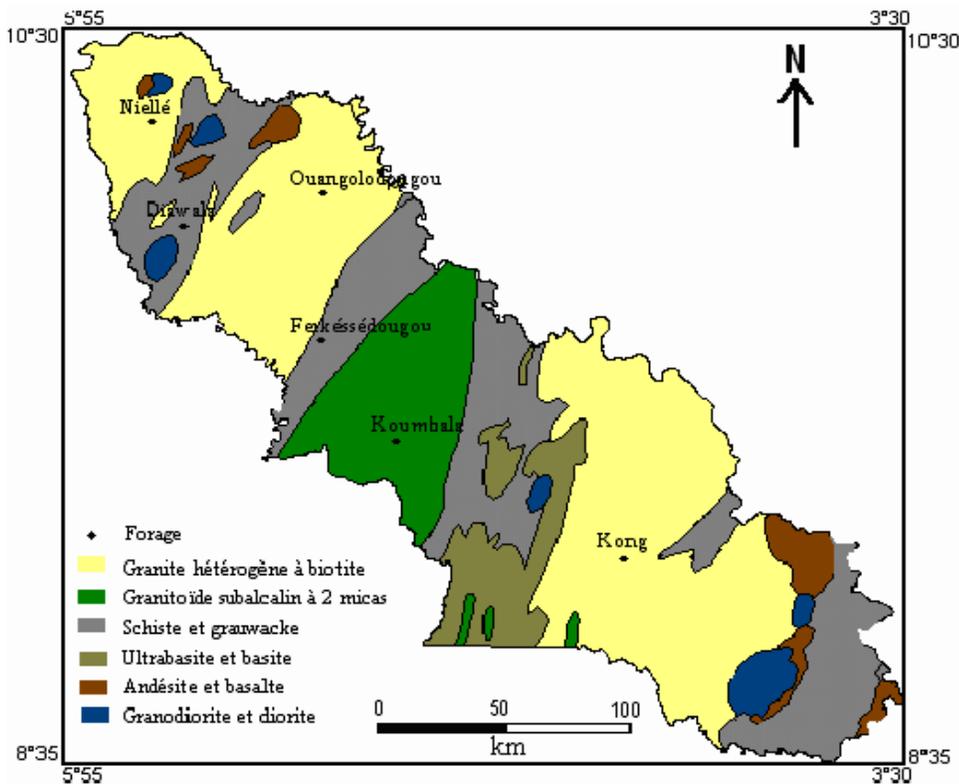


Figure 2: Carte géologique de la zone d'étude.

1.2.2.c. Réseau Hydrographique et l'hydrogéologie de la zone de projet

Les deux principaux cours d'eau qui traversent la commune sont le Bandama qui sert de limite avec la commune de Sinématiali et la Comoé dont l'affluent est la Léraba qui prend sa source au Burkina Faso puis sert également de frontière naturelle entre les deux pays.

À ces cours d'eau, s'ajoute de nombreuses retenues d'eau agro-pastorales disséminées à travers les Sous-préfectures.

Du point de vue hydrogéologique, on distingue des terrains à perméabilité primaire et des terrains à perméabilité secondaire qui se présente comme suit :

- Les terrains à perméabilité primaire par porosité, qui sont des terrains meubles, peu ou non consolidés, renfermant des nappes continues superficielles ou profonde, libre ou captive ;
- Les terrains à perméabilité secondaire par fissuration, qui sont des roches imperméables constituées de grés moyens à grossiers, contenant de l'eau grâce à leur fissuration et aux conditions hydrogéologiques ambiantes ; les nappes sont discontinues et parfois difficiles à mettre en évidence.

I.2.3. Le milieu humain

I.2.3.a. Aspects sociaux et démographique

L'histoire retient que le village de Nambingué a été créé par l'ancêtre Ambéhi venu de Niellé à la suite d'une crise pour s'installer sur ce site.

Sa population est majoritairement constituée d'autochtones Sénoufo (2/3 de la population), d'allochtones (Gbin, Malinké) et d'allogènes (burkinabés, maliens, guinéens, ...) qui vivent en parfaite harmonie. Selon les résultats du dernier recensement (RGPH 2014), la population du village est estimée à **4 250** habitants, composée de **2 125** hommes et de **1 808** femmes.

Pour ce qui est de l'organisation sociale, la cellule familiale est la base de la société et repose sur la notion de famille élargie qui comprend des individus descendant d'un ancêtre commun. On y trouve les conjoints, les enfants, les grands parents, les oncles et tantes, les neveux et nièces, les cousins et cousines. Deux systèmes matrimoniaux parallèles existent dans ce groupe : le patrilignage et le matrilignage.

I.2.3.b. Aspects économiques

Les populations rurales de la région s'adonnent, pour l'essentiel, à l'agriculture et/ou à l'élevage. L'économie du village est dominée par l'agriculture (productions végétales et animales) qui procure l'essentiel des revenus, assure des emplois et des besoins de consommation des

populations. Cette agriculture est de type familial où la production agricole repose sur la main-d'œuvre familiale. La région constitue une importante zone productrice de légumes, de riz et maïs, s'agissant des cultures vivrières. Elles cultivent également l'arachide, du mil, du sorgho, de la patate douce du niébé et du fonio.

Les productions industrielles sont dominées par le coton, l'anacarde et la canne à sucre. Les producteurs de coton et d'anacarde sont regroupés en Union des producteurs de coton et d'anacarde de la région du Tchologo (UPROCAT) répartis en plusieurs coopératives agricoles.

L'élevage est tourné vers les bovins, caprins, porcins, ovins, volaille et intègre la pisciculture et l'apiculture. Les infrastructures du village se composent essentiellement de marché, deux écoles et un centre de santé.

II. PRESENTATION DU PROJET

II.1. Contexte et justification

La pression croissante de la démographie et les effets directs du changement climatique (grandes sécheresses) ses dernières années sont à l'origine d'une rareté de la ressource en eau dans les régions du nord et centre de la cote d'ivoire. Cette situation est d'autant plus grave dans les zones déficitaires en infrastructure moderne pour la fourniture d'une eau de qualité.

C'est le cas du village de Nambingué dont la population rencontre d'énormes difficultés pour satisfaire leur besoin en eau compte tenu du manque d'infrastructure.

La conséquence directe d'une telle disparité impact les activités socio-économiques des populations et leur déplacement vers des zones plus confortables, c'est-à-dire au sud du pays.

Pour faire face à cette situation, La commission de l'Union Economique Et Monétaire Ouest Africaine (UEMOA) a initié en 2006 un programme d'Hydraulique villageoise qui a consisté à la réalisation de 3 150 forages dans sa phase pilote pour l'alimentation en eau potable des populations de l'Union. La présente phase, débutée en 2018 fait suite à la recommandation de poursuivre le programme en prenant en compte d'autres usages de l'eau. D'où le nom de Programme Régional d'Aménagement Hydraulique Multi-usages (PRAHMU) dont bénéficie le village de Nambingué. La mise en œuvre de ce projet contribuera à l'amélioration des conditions de vies des populations à travers la dotation en infrastructure moderne d'approvisionnement en eau.

II.2. Objectifs de l'étude et résultats attendus

II.2.1. Objectif principal

Cette étude vise à contribuer à l'amélioration des conditions d'accès à l'eau potable des populations du village de Nambingué/sous-préfecture de Ouangolodougou par la mise en place d'un système d'AEP.

II.2.2. Objectifs spécifiques

De manière spécifique, il s'agira de :

- ❖ Faire un état des lieux du système d'approvisionnement en Eau Potable actuel dans le village de Nambingué ;
- ❖ Réaliser une étude technique de faisabilité de la réalisation d'un réseau AEP dans le village de Nambingué avec les différents plans des ouvrages à réaliser ;
- ❖ Proposer un système de gestion efficaces et faire une estimation du coût global du projet et le prix du m³ d'eau ;
- ❖ Evaluer l'impact environnemental et social du projet ;

II.2.3. Résultats attendus

- ❖ L'état actuel du système d'approvisionnement en eau potable connu ;
- ❖ Une note technique détaillée comportant conception, calcul et plans des ouvrages à réaliser est disponible ;
- ❖ Un système de gestion des infrastructures à réaliser est retenu et le coût global du projet ainsi que le prix de revient du mètre cube d'eau est connu.
- ❖ Les impacts environnementaux et sociaux du projet sont identifiés.

II.3. Diagnostic du système actuel d'approvisionnement en eau du village de Nambingué

L'alimentation en eau potable dans le village de Nambingué se fait au moyen de six (06) forages équipés de pompe à motricité humaine (PMH). Ces forages constituent la principale source d'approvisionnement en eau de consommation du village. A ces ouvrages modernes sont associés plusieurs puits modernes et traditionnels utilisés pour la consommation et la réalisation des tâches ménagères afin de satisfaire la demande en eau.

Actuellement le village ne dispose que de trois (03) PMH fonctionnelles pour l'approvisionnement en eau de consommation suite à plusieurs pannes occasionnées par une sur exploitation et un manque d'entretien. En plus de leur nombre réduit, ces forages présentent de faible débit. Cette situation aggrave les pénuries d'eau dans le village surtout en période de sécheresse (janvier – mai) et pousse les ménages à s'approvisionner vers d'autres sources de qualité douteuse qui leur expose aux maladies d'origine hydrique.

Les figures 3 et 4 font état des lieux des points d'eau existants et de l'approvisionnement en eau du village de Nambingué.



Figure 3: Puits moderne



Figure 4: Influence autour d'une PMH

II.4. Données de base

II.4.1. La ressource en eau disponible

L'alimentation en eau potable du système AEP prévu à Nambingué se fera au moyen de forage équipé de pompe immergée dont la hauteur manométrique sera déterminée plus tard en fonction des caractéristiques du forage et de la position du château d'eau. Ce choix technique est en parfait adéquation avec les exigences du TDR compte tenu des grandes sécheresses observées dans cette localité occasionnant le tarissement des cours d'eau environnant. A cela, s'ajoute le cout élevé du traitement de l'eau de surface nécessitant un long procédé de traitement.

Pour réduire le taux d'échec lors de la phase d'exécution de forage, des études hydrogéologiques et géophysiques ont été réalisées afin d'identifier les zones favorables à l'obtention d'eau souterraine. A l'issue de ces études et des essais de pompage effectués après foration, le forage réalisé a été déclaré positif (Selon DAO, débit $\geq 10 \text{ m}^3/\text{h}$, conformément aux TDR) avec un débit d'exploitation estimé à $30 \text{ m}^3/\text{h}$. les caractéristiques de l'ouvrage de captage sont consignées dans le tableau 1.

Tableau 1: caractéristique du forage F5

Code Forage	Type de forage	Profondeur forage (m)	Coordonnées UTM		Débit d'exploitation m3/h
			X (m)	Y(m)	
F5	Forage à gros débit	98,1	245022	1111496	30

II.4.2. Qualité de la ressource en eau

Dans l'intérêt de s'assurer de la qualité de l'eau à fournir aux ménages après réalisation du forage, des prélèvements ont été effectués pour l'analyse des paramètres physico-chimiques et bactériologiques de l'eau. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau 2.

Paramètres	Unités	Résultats	Normes	Appareils de mesure
<i>Paramètres physiques</i>				
Température	°C	39	25 °C à 30 °C	Multi paramètres SCHOTT
pH	-	10,00	6,5 <pH< 8,5	pH mètre WTW 3110
Turbidité	NTU	0,33	≤ 5	Turbidimètre 2100
Couleur	UCV	2,5	≤ 15	
Conductivité	µs/cm	570	≤ 500	Multi paramètres SCHOTT
<i>Cations</i>				
Calcium (Ca^{2+})	mg/l	21,00	≤ 100	Instruments pour la méthode titrimétrique
Magnésium (Mg^{2+})	mg/l	14,28	≤ 50	Instruments pour la méthode titrimétrique
Fer ferreux (Fe^{2+})	mg/l	0,01	≤ 0,3	DR 3800 / HACH
Fe^{3+}	mg/l	< 0,012	≤ 0,3	DR 3800 / HACH
Ammonium (NH_4^+)	mg/l	0,05	≤ 1,5	DR 3800 / HACH
Sodium (Na^+)	mg/l	7,1	≤ 200	DR 3800 / HACH
Potassium (K^+)	mg/l	2,7	≤ 12	Instruments pour la méthode titrimétrique
<i>Anions</i>				
Bicarbonate (HCO_3^-)	mg/l	150	-	DR 3800 / HACH
Nitrate (NO_3^-)	mg/l	2,3	≤ 50	DR 3800 / HACH
Nitrite (NO_2^-)	mg/l	0,004	≤ 3	DR 3800 / HACH
Sulfates (SO_4^{2-})	mg/l	< 2	≤ 250	DR 3800 / HACH
Chlorures (Cl^-)	mg/l	14,20	≤ 250	Instruments pour la méthode titrimétrique
Extrait sec à 105°C	mg/l	294	≤ 1000	
Total solides dissous (TDS)	mg/l	408,07		

Tableau 2: Résultats de l'analyse physico-chimique

Observation : Les résultats obtenus après analyse révèlent que l'eau est chimiquement consommable mais présente des paramètres tels que le pH, la température et la conductivité supérieurs aux valeurs guides de l'OMS.

Cette valeur de température pourrait s'expliquer par l'heure à laquelle s'est effectuée le prélèvement (**14 h**). Par contre, les valeurs de pH et de conductivité, peuvent être à l'origine de la nature de la structure géologique de la roche aquifère ou par dissolution, précipitation et des échanges de base ionique entre l'eau et l'aquifère capable d'influer sur la minéralisation des eaux souterraines (Amadou, 2014) . Autrement, la composition minéralogique de l'aquifère (roches magmatiques et métamorphiques) ou due à une intrusion de solution saline (Chlorures, sulfates, carbonates) qui sédimentent dans la nappe d'eau générée par les activités entropiques (pollution diffusion). Cette conductivité peut être réduite par les par le phénomène de dilution lors des épisodes pluvieux (blé, 2014).

II.4.3. Données démographiques

Dans le cadre de ce présent projet, L'horizon de dimensionnement est fixé à 2032 selon les recommandations du TDR et l'année de mise en service considérée est 2020.

La population à l'horizon du projet a été déterminée sur la base des données collectées durant la phase de recherche documentaire (**la démographie et le taux d'accroissement**) à l'aide de la formule géométrique suivante :

$$P=P_0*(1+T)^n$$

Avec :

- **P** : population à l'horizon d'étude (2032) ;
- **P₀** : population actuelle (2020) ;
- **T** : taux d'accroissement démographique moyen 2,6 % (source : RGPH 2014)
- **n** : nombre d'années séparant l'année d'étude et l'horizon d'étude (12 ans).

Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau 03.

Tableau 3: Population à l'horizon du projet.

Localité	Population 2020	Taux d'accroissement	Population 2025	Population 2032
Nambingué	5708	2,6	6 547	7 835

II.5. Critères de dimensionnement

Les critères suivants ont été pris en considération pour le dimensionnement du système AEP à mettre en place dans le village de Nambingué :

- ❖ L'horizon du projet est fixé à 2032 conformément aux TDR ;
- ❖ Le taux d'accroissement de la population est de 2,6 (RGPH, 2014) ;
- ❖ Le taux de desserte au niveau des BP est fixé à 15% et de 85% pour les bornes fontaines. Ces taux ont été fixés sur la base des enquêtes de terrains réalisées. Selon les observations effectuées durant la phase de visite de terrain, il ressort que le village ne dispose d'aucun branchement privé et l'approvisionnement en eau se fait au moyen des PMH et puits. Ce qui pourrait traduire un taux d'adhésion très élevé des populations aux bornes fontaines dès la mise en exploitation de l'ouvrage et diminué progressivement au profit des BP pour la recherche de confort et d'autonomie pour certain. Aussi, Cela se justifie par le fait que plusieurs ménages ont manifestés le désir de se connecter aux branchements privés lors de la phase d'enquêtes terrains ;
- ❖ Les consommations spécifiques sont fixées respectivement à **25 l/j /hbt pour les BF** et **50 l/J/hbt pour les branchements privés** conformément aux TDR. Ces valeurs ont été confrontées aux données de terrains suite aux enquêtes réalisées avec une consommation moyenne journalière de **22 l/j/hbt**. Aussi, Ces valeurs retenues ont également fait l'objet de validation par l'office nationale de l'eau potable (ONEP) à l'issu de la phase de présentation du canevas de rapport et autres paramètres relatifs au dimensionnement du système ;
- ❖ La demande en eau sociale a été estimée uniquement pour le centre de santé pour tenir compte du problème de gestion. Cette demande est évaluée sur la base du nombre de lits dont dispose ce dernier. A l'état actuel, le centre de santé du village est doté de 6 lits et est

prévu un total de 10 lits à l'horizon du projet. Pour un centre de santé, les besoins en eau sont estimés à 200 litres/jour/lit (ZOUNGRANA, 2003). Cela se justifie par le fait que le centre de santé est peu équipé en infrastructure et cette quantité servira juste aux besoins vitaux. Les bornes fontaines seront installées à proximité du marché et des écoles pour faciliter leur alimentation en eau potable.

- ❖ Les besoins en eau pour la chapèle n'ont pas été pris en compte et se feront au moyen des puits traditionnels existants dans le village ;
- ❖ Un coefficient de pointe journalier C_{pj} de **1.2** a été adopté pour tenir compte de la variation hebdomadaire des consommations. Cela se justifie par le fait que la localité du projet est située dans une zone facilement influencée par les variations cycliques de la ressource en eau ces dernières années. ;
- ❖ Un coefficient de pointe horaire de 3 a été considéré sur la base de la taille de la population (5 708 < 10000 hbts) pour tenir compte des variations de consommation au cours de la journée (Jérôme, 2020);
- ❖ Les pertes en eau sur l'ensemble du réseau sont évaluées à 5% compte tenu de la taille du réseau ;
- ❖ Le temps de fonctionnement des fontaines est fixé à 12h/j ;
- ❖ Le débit d'exploitation du forage est de 30m³/h avec un temps de pompage de 10 h/j ;
- ❖ La capacité d'un château d'eau est estimée à **30%** de la consommation journalière de pointe ;
- ❖ Vitesse d'écoulement dans les conduites **0.3m/s <V<1.5m/s**.

III. METHODOLOGIE DE CONCEPTION

La démarche adoptée pour l'atteinte des objectifs définis dans le cadre de cette étude se résume en trois (03) phases présentées de manière suivante :

- ✓ Une phase de recherche documentaire ;
- ✓ Une phase de visite de terrain et de collecte de données ;
- ✓ Une phase de traitement de données pour la rédaction du rapport.

III.1. La recherche documentaire

Cette première phase a consisté à rechercher les documents et informations de base sur la zone d'étude et sur les projets d'approvisionnement en eau potable déjà réalisé dans la commune.

Les informations collectées sont essentiellement :

- La démographie du village et le taux d'accroissement annuel de la population ;
- Les ratios de consommation pour l'évaluation des besoins en eau (consommations spécifiques des populations et les coefficients de pointes)
- L'appréciation de la ressource en eau disponible pour l'approvisionnement des populations concernées par le projet ;
- La documentation concernant la zone (climat, hydrographie, géologie).

III.2. La visite de terrain et collecte de données

Phase I :

La première phase de la visite de terrain avait pour principale objectif de faire une reconnaissance générale de la zone d'étude suivie d'une prise de contact avec les autorités locales et structures techniques décentralisées ainsi qu'un état des lieux des infrastructures en eaux existantes du village. Le diagnostic du système d'approvisionnement a été effectué tout en parcourant les différents points d'eau du village afin d'apprécier le niveau de service et l'influence autour des ouvrages existants. A cette séance, une évaluation de la consommation moyenne journalière a été effectuée en parcourant un certain nombre de ménages les interrogeant sur les principales sources d'approvisionnement en eau utilisé, les outils utilisés pour leur approvisionnement en eau, la fréquence d'approvisionnement et une estimation de la distance par rapport au point d'eau.

Cette visite a également permis de confronter les données de la recherche documentaire à celles du terrain et de recueillir les informations auprès des ménages sur le service en eau, leur avis et attente vis-à-vis du projet.

Cette première phase de visite de terrain a été effectuée en présence de l'ensemble des parties prenantes du projet (*sous-préfet de Ouangolodougou, représentants de l'ONEP, les représentants du ministère des eaux et forêts, du Consultant et des bénéficiaires*).

Phase II

La seconde phase de la visite à consister au positionnement des bornes fontaines et aux levés topographiques des emplacements des ouvrages (château d'eau, forage, conduites) à réaliser en tenant compte des aménagements (Zones sacrées) et des infrastructures socioéconomiques existantes. Spécifiquement, il s'agit :

- Lever les axes du réseau et tous les points particuliers du réseau (BF, château d'eau, local de traitement et magasin de stockage) ;
- Les propriétés privées et les lieux dits sacrés (cimetière, lieux de cultes etc.) ;
- La source d'eau (la position du forage).

A cette phase, les principaux outils utilisés pour la collecte des données sont essentiellement :

- **Un GPS** pour prendre les coordonnées des différents points ;
- **Un niveau et accessoires** (trépied, mires) : pour les levés topographiques des ouvrages ;
- Un décamètre et bloc note.

III.3. Le traitement de données et la rédaction de rapport

Cette dernière phase a consisté à présenter les résultats des différents travaux menés, les traiter et d'effectuer la synthèse des éléments collectés sur le terrain afin de proposer le système d'approvisionnement qui correspond aux spécificités du village.

Il s'agit entre autres :

- Estimation de la population à l'échéance du projet ;
- Evaluation des besoins en eau des populations ;
- Evaluation de la ressource en eau disponible ;
- Proposition du système d'AEP adapté à la zone d'étude.

Le traitement des données collectées s'est fait à l'aide des outils tels que :

- **Word** : pour la rédaction du rapport ;
- **Autocad** : pour les plans ;
- **Excel** : pour les calculs et les graphes ;

- **Google Earth** : pour le tracer du réseau ;
- **Covadis** : pour tracer du réseau et des profils des conduites ;
- **Epanet** : pour la simulation du réseau ;
- **QGIS** : pour la réalisation de la carte de la zone d'étude.

IV. ETUDE DE FAISABILITE TECHNIQUE

L'étude de faisabilité technique a consisté à proposer un système d'approvisionnement en eau adéquat sur la base des observations de terrain et normes en vigueur relatives au dimensionnement des ouvrages AEP. Elle a précisément consisté à évaluer les besoins en eau des populations du village et de dimensionner les conduites et ouvrages à réaliser (BF, Château d'eau, champ PV, etc...).

IV.1. Solution proposée

Au regard des difficultés que rencontre la population de Nambingué pour satisfaire sa demande en eau, le Maître d'Ouvrage Délégué en concertation avec les autorités locales et représentants du village ont proposé la mise en place d'un réseau d'adduction en eau potable AEP de type ramifié, alimenté par un forage dont la desserte se fera principalement par bornes fontaines et qui assure un service en route pour tenir compte des éventuels branchements privés. Il est également prévu une extension du réseau d'eau potable plus tard afin de permettre aux populations de la partie Nord du village de bénéficier d'une eau de qualité. Ce qui devrait être pris en compte lors de la phase de dimensionnement du présent réseau.

IV.2. Evaluation des besoins en eau de la population

Les besoins en eau du village de Nambingué ont été évalués à l'aide des formules suivantes :

- **Consommation moyenne journalière BP/BF.**

$$C_{mj} = \frac{C_s}{1000} \times P \times \tau$$

C_{mj} : Consommation moyenne journalière en m³/j

C_s : Consommation spécifique en l/hbt/j

P : Nombre d'habitants

τ : pourcentage des populations utilisant les bornes fontaines, les branchements privés.

- **Consommations domestiques C_D**

$$CD = CBF + CBP$$

Avec : CD = Consommation domestique (m³/j)

CBF = Consommation moyenne BF (m³/j)

CBP = Consommation moyenne BP (m³/j)

- **Consommations annexes CA**

Se résume à la consommation du centre de santé.

- **Consommation moyenne journalière**

C'est la somme des consommations domestiques et des besoins annexes.

$$C_{mj} = CD + CA$$

- **Production moyenne journalière**

C'est la somme de tous les besoins de la population y compris les pertes. Elle est déterminée par la formule suivante :

$$\text{Prodm} = \frac{C_{mj}}{R}$$

Avec

Prodm : demande moyenne journalière (m³/j)

R : le rendement du réseau (%)

- **Production de pointe journalière $Prodpj$**

$$\text{Prodpj} = C_{pj} \times \text{Prodm}$$

Avec : **Prodpj** = Production de pointe (m³/j)

C_{pj} = Coefficient de Pointe journalier

Les besoins en eau à l'horizon du projet sont consignés dans le tableau 4.

Tableau 4: Besoins en eau de la population

	UNITE	2020	2025	2030	2032
		1	2	3	4
Population totale	hbts	5708	5856	7443	7835
Taux de desserte BF et BP	%	100	100	100	100
Population à desservir	hbts	5708	5856	7443	7835
Taux de desserte BF	%	98	92	87	85
Taux de desserte BP	%	2	8	13	15
Consommation spécifique BF	l/hbt/j	25	25	25	25
Consommation spécifique BP	l/hbt/j	50	50	50	50
Consommation moyenne journalière BF	m ³ /j	140	135	162	166
Consommation moyenne journalière BP	m ³ /j	6	23	48	59
Consommation non domestique (centre de santé)	m ³ /j	1,4	1,6	1,8	2
Consommation moyenne journalière	m ³ /j	147	160	212	227
Perte (05%)	%	1	2	4	5
Rendement	%	99	98	96	95
Besoin moyen journalier	m ³ /j	148	182	221	239
Coefficient de pointe saisonnier (1,2)	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
Production de pointe journalière	m ³ /j	178	218	265	287

▪ **Débit horaire de pointe**

$$Q_{ph} = \frac{Q_{mh} \times C_{ph}}{12}$$

Le tableau 5 suivant présente le débit de pointe horaire obtenu à l'horizon du projet.

Tableau 5: Débits de pointes horaires

Années		2020	2025	2030	2032
Besoin de pointe journalière	m ³ /j	178	218	265	287
Débit moyen horaire (m ³ /h)	m ³ /h	15	18	22	24
Coefficient de pointe horaire		3	3	3	3
Débit pointe horaire (m ³ /h)	m ³ /h	23	28	33	72
Débit pointe horaire	l/s	12,37	15,17	18,41	19,94

IV.3. Capacité de production journalière

La production journalière a été déterminée sur la base de la demande de pointe journalière et le débit d'exploitation de l'ouvrage afin d'assurer sa pérennité et un service continu à l'échéance du projet. Le débit d'exploitation de l'ouvrage de captage est de 30 m³/h pour un temps de pompage de 10 h/j.

La production journalière du forage a été évaluée selon la formule suivante :

$$P_j = Q_{\text{exp}} \times T$$

$$P_j = 30 \text{ m}^3/\text{h} \times 10 \text{ h}$$

$$\underline{P_j = 300 \text{ m}^3}$$

Avec : **P_j** : production journalière du forage en m³ /j

Q_{exp} : débit d'exploitation du forage en m³/h

T : temps de pompage en h/j

On constate que la production journalière de l'ouvrage de captage est supérieure à la demande de pointe journalière (300 m³/j > 287 m³/j). Ce qui permettra de couvrir les besoins en eau de la population de Nambingué à l'horizon du projet.

IV.4. Dimensionnement du réseau de distribution et d'adduction

IV.4.1. Réseau de distribution

IV.4.1.a. Les critères de dimensionnement du réseau

Le réseau de distribution est constitué de l'ensemble des canalisations, robinetteries, appareils hydrauliques et ouvrages de génie civil qui participent au transport et à la livraison de l'eau potable chez les consommateurs. La distribution doit satisfaire aux exigences suivantes :

- ✓ Alimentation en continu, en toute saison et à toute heure ;
- ✓ Satisfaction aux conditions de pression minimale de service ;
- ✓ Couverture de l'ensemble du territoire concerné ;
- ✓ Transport des débits de pointe en respectant les pressions minimales de service ;

- ✓ Les vitesses d'écoulement dans les canalisations de distribution doivent respecter les conditions de vitesses minimale et maximale.

IV.4.1.b. Le type de réseau

Le choix du type de réseau de distribution a été fait entre le réseau maillé et le réseau ramifié. Dans notre cas d'étude, le réseau est de type ramifié compte tenu de la taille de la population, du niveau de vie (zone rurale), de son moindre coût et de sa facilité d'entretien. La distribution se fera de façon gravitaire à partir d'un réservoir qui domine hydrauliquement tout le réseau. La pression de service est atteinte ou dépassée sur l'ensemble des zones sans l'intervention d'une machine élévatoire.

IV.4.1.c. Le tracé du réseau

Le tracé du réseau de distribution est fait en tenant compte de la topographie du terrain, des aménagements et des infrastructures existantes tout en créant des pentes minimales favorable à l'écoulement de l'eau, d'éviter des conduites trop longues et de réduire le nombre de changements de direction des conduites qui sont à l'origine de l'augmentation des pertes de charges.

La figure 6 présente le tracer du réseau du village de Nambingué.

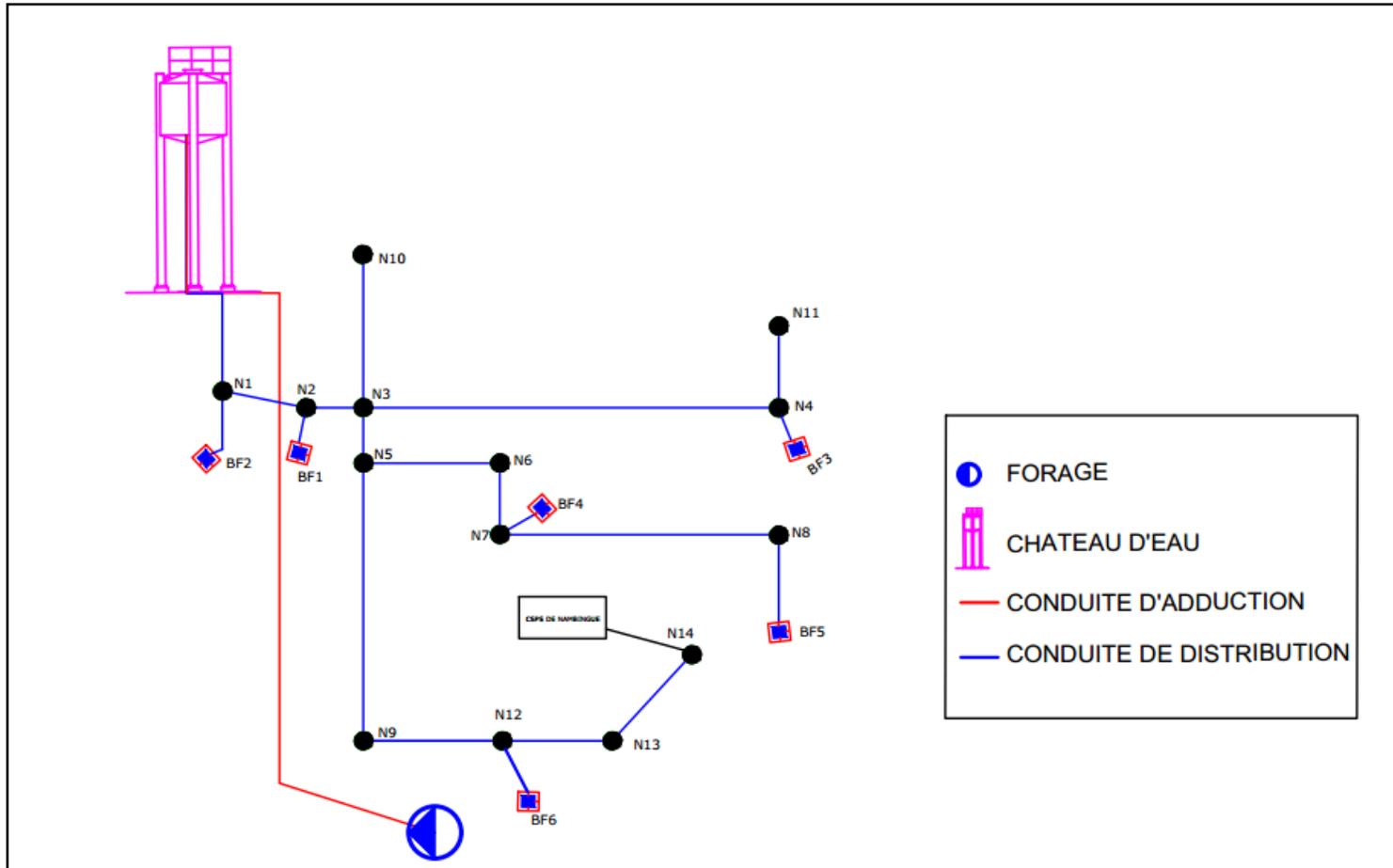


Figure 5: Réseau du village de Nambingué

IV.4.1.d. Dimensionnement Des Bonnes Fontaines

Une borne fontaine est un ouvrage permettant le prélèvement de l'eau nécessaire à la boisson, la préparation, la cuisson des aliments ou tout autre usage domestique. Elle est raccordée au réseau de distribution d'eau potable et implanté dans un domaine public.

Implantation des bornes fontaines

On distingue principalement trois critères d'implantation des bornes fontaines :

- ✓ Le nombre d'habitants ;
- ✓ La distance maximum entre la borne fontaine et l'utilisateur (500m entre deux BF selon ONEP) :
- ✓ Le temps d'attente.

En général l'application d'un seul critère suffit pour déterminer l'implantation des bornes fontaines.

Le nombre théorique de bornes fontaines à réaliser à l'échéance du projet est donné par la formule suivante :

$$\text{Nombre de BF} = \frac{\text{Population à desservir en 2032}}{500}$$

Dans le cadre de ce projet, l'implantation des BF a été faite en parfaite accord avec les représentants locaux du village de sorte à couvrir l'ensemble du village en respectant une distance maximale de 500 m entre deux bornes fontaines (distance recommandée par l'ONEP). Soit un rayon maximal de couverture de 250 m par borne fontaine.

Ainsi, un total de six (06) bornes fontaines ont été implantées et les résultats de terrain obtenus sont consignés dans le tableau 6.

Tableau 6: Répartition des Bornes Fontaines

Code BF	Description	X (m)	Y (m)
BF1	Kafoudala	245261	1111823
BF2	EPP 1	245478	1111840
BF3	Stade	244775	1112189
BF4	Marché	245334	1112330
BF5	Quartier MTN	244926	1112571
BF6	EPP 2	245652	1112573

Ces différentes bornes fontaines seront construites sous un hangar en tôle sur une aire de dallage conformément aux TDR. Une goulotte permettant de collecter les eaux de ruissellement et de les rejeter dans un puits d'infiltration. Chaque BF sera équipée d'un compteur d'eau afin de permettre le comptage de l'eau qui sera distribuée et équipée de deux (02) robinets. Le plan type des bornes fontaines est présenté en annexe 07.

Débit d'une borne Fontaine

Les BF seront dimensionnées en supposant qu'une BF fonctionne pendant un temps (TBF) de 12 heures par jour (06h-18h) avec une consommation spécifique (Cs) de 25 l/j desservant une population de 500 habitants. Le débit à fournir par une borne fontaine peut être calculé par la formule ci-dessous :

$$QBF = \frac{Cs \times 500}{3600 \times TBF}$$

$$QBF = \frac{25 \times 500}{3600 \times 12}$$

$$QBF = 0,289 \text{ l/s}$$

Etant donné que la BF est équipée de robinets, alors le débit d'une borne fontaine est celui qu'impose le robinet. Le débit standard des robinets des points d'eau est de 0.5 l/s. Pour plus de sécurité et de fluidité au niveau des points de desserte, nous opterons des bornes fontaines équipées de deux (02) robinets de 0.5 l/s. ainsi chaque borne fontaine doit fournir un débit de 1 l/s, soit 3,6 m³/h par borne fontaine qui sera utilisé pour le dimensionnement.

Le débit total des Bornes fontaines :

$$\text{QBF Total} = n * \text{QBF}$$

$$\text{QBF Total} = 06 * 1$$

$$\text{QBF Total} = 6 \text{ l/s}$$

IV.4.1.e. Dimensionnement des conduites de distribution

Détermination des débits

Le débit de dimensionnement du réseau est choisi pour les conditions les plus défavorables. C'est-à-dire à l'heure de pointe. Ce débit correspond au débit de pointe horaire Qph (19,94 l/s). Le réseau de distribution est dimensionné à partir des débits ponctuels prélevés à chaque nœud, les débits en route des différents tronçons et le débit fictif.

Dans le cas de cette étude, l'évaluation de ces différents débits s'est faite sur la base des hypothèses suivantes :

- Les bornes fontaines vont délivrer un débit de 1 l/s.
- Coefficient de pointe horaire (Cph) de 3.
- La zone d'extension sera habitée par 8% de la population totale de Nambingué à l'horizon du projet. Le type de branchement dans cette zone sera des branchements particuliers avec un débit spécifique de 50 l/j/hab.

❖ Les débits ponctuels (Qp)

Il s'agit des débits prélevés aux différents nœuds du réseau. Ce débit correspond aux débits des bornes fontaines, le débit du centre de santé de Nambingué et le débit destiné à l'alimentation de la zone d'extension.

Le tableau 7 présent les débits ponctuels prélevés aux différents nœuds du réseau.

Tableau 7: Débit ponctuels du projet.

Point de prélèvement	Débit (l/s)
Bornes Fontaines (06)	6
Centre de Santé	0,139
Zone d'extension	2,04
Total	8,18

Service en route

❖ Débit total de soutirage

Le débit total de soutirage est la somme des débits en route sur tout le long du réseau de distribution à partir du premier nœud.

Ce débit a été déterminé à partir de la formule suivante :

$$Q_{\text{soutirage}} = \frac{\text{besoins journalier} * C_{ps} * C_{ph}}{12 * 3600} - Q_p$$

$$Q_{\text{soutirage}} = \frac{861000}{12 * 3600} - 8,18$$

$$Q_{\text{souti}} = 11,75 \text{ l/s}$$

- Le débit linéaire (Ql)

Compte tenu de la configuration des lotissements, et pour faciliter le dimensionnement des conduites, il sera considéré que les branchements seront raccordés à des intervalles réguliers sur les conduites. Ainsi sur la base d'une desserte uniforme sur la longueur de chaque canalisation, le débit spécifique par mètre linéaire sur le réseau est calculé selon la formule suivante :

$$Ql = \frac{Q_{\text{soutirage}}}{Lr}$$

Lr: longueur totale des conduites du réseau de distribution (m) concernées par le service en route

$$Ql = \frac{1,78}{3767}$$

$$Ql = 0,0031 \text{ l/s/ml}$$

- **Le débit consommé**

Le débit consommé sur un tronçon de longueur L est donné par la formule suivante :

$$Qr = L * Ql$$

❖ **Le débit fictif**

Le débit fictif est celui utilisé pour le dimensionnement des conduites de distribution. Dans le cas d'une conduite assurant un service en route et pour faciliter les calculs des conduites, on recherche un débit fictif de calcul qui entraîne la même perte de charge.

Le débit fictif, Qf est donné la formule suivante :

$$Qf = Qe - 0,45 * Qroute$$

Avec **Qf** : Débit fictif ;

Qe : Débit total entrant dans la conduite ;

Qroute : Débit total desservie en route sur la conduite.

Les résultats de l'évaluation des débits des différents tronçons sont présentés dans le tableau 8.

Tableau 8: Débits des différents tronçons

TRONCONS	Longueur (m)	Q route (l/s)	Qaval ponctuel(l/s)	Q entrant(l/S)	Q fictif (l/S)	Q(m3/s)
R-N1	172	0,54		19,93	19,69	0,0197
N1-BF2	439	1,37	1	2,37	1,75	0,0018
N1-N2	143	0,45		17,02	16,82	0,0168
N2-BF1	30	0,09	1	1,09	1,05	0,0011
N2-N3	410	1,28		15,48	14,91	0,0149
N3-N10	413	1,29	1,02	2,31	1,73	0,0017
N3-N4	471	1,47		3,58	2,92	0,0029
N4-BF3	30	0,09	1	1,09	1,05	0,0011
N4-N11	152		1,02	1,02	1,02	0,0010
N3-N5	193	0,60		8,31	8,04	0,0080
N5-N6	156	0,49		3,81	3,59	0,0036
N6-N7	87	0,27		3,33	3,20	0,0032
N7-BF4	30	0,09	1	1,09	1,05	0,0011

N7-N8	243	0,76		1,96	1,62	0,0016
N8-BF5	65	0,20	1	1,20	1,11	0,0011
N5-N9	534	1,67		3,90	3,15	0,0032
N9-N12	92	0,29		2,23	2,10	0,0021
N12-BF6	30	0,09	1	1,09	1,05	0,0011
N12-N13	229	0,71		0,85	0,53	0,0005
N13-N14 (CS)	100		0,139	0,139	0,14	0,0001

Nature des conduites de distribution

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

- ✓ Plastique (PVC et PEHD) ;
- ✓ Métallique (tuyau en fonte, acier galvanisé) ;
- ✓ Ciment.

En revanche, cette diversité réside dans les avantages que peut offrir chacun de ces tuyaux. Mais en général le choix du type convenable est lié à des facteurs d'ordre technique et économique. C'est le cas des conduites en plastique qui sont reconnues pour leur légèreté, leur souplesse, leur résistance aux fluides agressifs et à la corrosion, leur flexibilité, leur raccordement sans soudure (PVC) et par leur petit diamètre.

Pour ce projet, le choix s'est porté sur les conduites en PVC (polychlorure de vinyle) compte tenu de leur durée de vie satisfaisante (30 ans), leurs coûts économiques et bien autres avantages cités plus haut par rapport aux autres types de conduites. Les conduites du réseau de distribution seront en PVC PN10 (pression nominale de 10 bars).

Pression de service

La pression de service délivrée par le système de distribution doit permettre à l'utilisateur d'opérer les prélèvements d'eau normalement sans effort supplémentaire. Cette pression dans le réseau est fortement influencée par la hauteur du réservoir et leur côte altimétrique. Au niveau des bornes fontaines, il est généralement admis une pression minimale de 5 mCE, soit 0,5 bars. Dans le cas des branchements individuels, la pression minimale ne devrait pas être inférieure à 1bars. Ainsi, la côte du radier du réservoir sera déterminée de telle sorte à fournir à tout point du réseau une pression de service $P_{ser} \geq 10$ mCE. La pression de service considérée pour les BP est de 1 bar.

Pour ce réseau, les pressions de service développées aux nœuds des différents tronçons et la hauteur sous radier ont été déterminées à partir des formules présentées dans le tableau 9.

Tableau 9: Formules utilisées calcul Z_{mine} , P et H_r

Formules	Identifiants
$Z_{mine} = Z_{TN} + P_{ser} + \sum J$	Z_{mine} = Cote minimale exploitable en m H_r = hauteur sous radier J = pertes de charge en m
$P = Z_{mine\ max} - (Z_{TN} + \sum J)$	Z_{TN} = Cote du terrain naturel du château en m $Z_{radier\ R}$ = maximum de la cote exploitable en m
$H_r = Z_{radier\ R} - Z_{TN\ R}$	P_{ser} = Pression de service en m Z_{mine} = Cote minimale exploitable en m

Conditions de vitesse

La vitesse admise dans le réseau de distribution varie entre 0,3 m/s à 1,5 m/s. La vitesse supérieure à la limite inférieure évitera les problèmes d'incrustation et de dépôt dans les conduites, ce qui aura également une influence sur le maintien de la qualité des eaux. La limite supérieure se justifie dans le but d'assurer la pérennité des installations à long terme.

Diamètre des conduites de distribution

🚦 Diamètres théoriques

Le diamètre d'une conduite est fonction du débit qui transite et la vitesse de l'écoulement au sein de la canalisation. Les diamètres théoriques des conduites ont été calculés à partir de la formule suivante :

$$Q = V \times \frac{\pi \times D_{th}^2}{4} \quad D_{th} = \sqrt{\frac{4Q}{V\pi}}$$

Avec V (m/s) : vitesse

D_{th} (m) : diamètre théorique de la conduite

Q (m³/s) : débit d'eau circulé

Lors d'un premier calcul, on se fixe par hypothèse une vitesse proche de 1 m/s, ce qui permet de faire un premier choix de diamètre. Le résultat est par la suite affiné en fonction des pertes de charges occasionnées par la section de la conduite.

+ Diamètre nominal

De façon générale, il faut noter que Chaque type de tuyau a une gamme de diamètre nominal bien précise parmi lesquelles on peut choisir le plus convenable. Les diamètres ont été pris dans le catalogue des conduites interplast (**DIN 8062 / ISO 161**) et choisi sous la vérification des conditions de vitesse : $0,3 < V(\text{m/s}) < 1,5$.

Les pertes de charge

Elles se présentent sous plusieurs formes : *les pertes de charge linéaires et les pertes de charge singulières*.

- + **Les pertes de charge linéaire** : il s'agit des pertes de charge développées le long des conduites au cours de la circulation de l'eau (due au frottement du fluide contre la paroi interne de la conduite, sur une longueur L). Elles ont été évaluées à l'aide de la Formule de Manning Strickler :

$$JL = L \times \frac{10,29 \times Q^2}{k_s^2 \times D^{16/3}}$$

Avec **Q** : le débit d'eau circulé (m³/s)

L : la longueur du tronçon (m)

D : le diamètre intérieur de la conduite (m)

Ks : 120 pour les conduites en plastique.

- + **Pertes de charge singulière** : il s'agit des pertes de charge développées au niveau des singularités (*changement de direction, les tés, coudes, etc...*) au cours de la circulation de l'eau dans les conduites. Nous les estimerons à 5 % des pertes de charges linéaires compte tenu de la taille du réseau.

$$J_s = 5\%J_L$$

- ✚ **Les pertes de charges totales** : c'est la somme des pertes de charge linéaires et singulières pour chaque conduite de longueur L du réseau de distribution.

$$J_t = J_s + J_l$$

Les résultats obtenus à l'issu du dimensionnement sont présentés dans le tableau 10.

Tableau 10: Résultats du dimensionnement des conduites

TRONCONS	Longueur (m)	Q(m ³ /s)	Dth(mm)	DN (mm)	Dint(mm)	Dint(m)	Vr(m/s)	ΔH	$\Sigma \Delta H$	ZTN aval(m)	PS(m)	Z min imposé(m)	P. Dynamique(m)	P. Hydr
R-N1	172	0,0197	158,3	200,0	180,8	0,1808	0,77	0,46	0,46	370	5	375,5	5	14
N1-BF2	439	0,0018	47,2	90,0	81,4	0,0814	0,34	0,65	1,10	369	5	375	5	15
N1-N2	143	0,0168	146,4	200,0	180,8	0,1808	0,66	0,28	0,73	363,93	10	375	11	20
N2-BF1	30	0,0011	36,6	63,0	57,0	0,0570	0,41	0,11	0,84	367	5	373	8	17
N2-N3	410	0,0149	137,8	200,0	180,8	0,1808	0,58	0,62	1,35	369	10	380	5	15
N3-N10	413	0,0017	46,9	90,0	81,4	0,0814	0,33	0,59	1,95	364,31	10	376	9	20
N3-N4	471	0,0029	61,0	110,0	99,4	0,0994	0,38	0,67	1,46	363	10	374	11	21
N4-BF3	30	0,0011	36,6	63,0	57,0	0,0570	0,41	0,11	1,57	365,15	5	372	9	19
N4-N11	152	0,0010	36,0	63,0	57,0	0,0570	0,40	0,51	1,97	358,61	10	371	15	25
N3-N5	193	0,0080	101,2	140,0	126,6	0,1266	0,64	0,57	1,92	357,13	10	369	16	27
N5-N6	156	0,0036	67,6	110,0	99,4	0,0994	0,46	0,33	2,26	359,34	10	372	14	25
N6-N7	87	0,0032	63,9	90,0	81,4	0,0814	0,62	0,43	2,69	362	10	375	11	22
N7-BF4	30	0,0011	36,6	63,0	57,0	0,0570	0,41	0,11	2,79	361	5	369	12	23
N7-N8	243	0,0016	45,4	90,0	81,4	0,0814	0,31	0,31	3,101	356	10	369	16	28
N8-BF5	65	0,0011	37,6	63,0	57,0	0,0570	0,44	0,26	3,36	366	5	374	6	18
N5-N9	534	0,0032	63,3	110,0	99,4	0,0994	0,41	0,88	2,80	360	10	373	13	24
N9-N12	92	0,0021	51,8	75,0	67,8	0,0678	0,58	0,52	3,32	360,46	10	374	12	23
N12-BF6	30	0,0011	36,6	63,0	57,0	0,0570	0,41	0,11	3,43	360,12	5	369	12	24
N12-N13	229	0,0005	26,0	50,0	45,2	0,0452	0,33	0,72	4,04	359,5	10	374	12	24
N13-N14 (CS)	100	0,0001	13,3	50,0	45,2	0,0452	0,09	0,02	4,06	359	10	373	12	25

Remarque

Au terme du dimensionnement des différentes conduites du réseau, il faut noter que la vitesse d'écoulement pour certain tronçon (N13-N14 (CS)) est inférieure à la valeur minimale recommandée, à savoir 0,3 m/s. En effet, pour ces conduites, le diamètre théorique issu du premier calcul (vitesse proche de 1 m/s) est largement inférieur au plus petit diamètre normalisé qu'on trouve sur le marché. Ces faibles vitesses peuvent occasionnées des dépôts de sédiments au sein de la conduite. Il est donc nécessaire de mettre en place des ouvrages de vidange afin d'effectuer leur curage de façon périodique.

La longueur totale du réseau de distribution à mettre en œuvre à Nambingué est de **4 019** ml.

Les longueurs des différents diamètres nominaux sont présentées dans le tableau 11.

Tableau 11: Longueur du réseau de distribution

Diamètre (mm)	DN 200	DN 140	DN 110	DN 90	DN 75	DN 63	DN 50
Longueur(ml)	725	193	1 161	1 182	92	337	329
Longueur totale (ml)	4 019						

Hauteur sous cuve

La cote la plus élevée à l'emplacement du château d'eau est de 372 m. la hauteur sous cuve du réservoir est déterminée par la formule suivante :

$$\mathbf{Hr = Max (Zmin_{imp.}) - ZTN_{Reservoir}}$$

$$\mathbf{Hr = 380 - 372}$$

$$\mathbf{Hr = 8 m}$$

Vérification de la pression au niveau du réseau de distribution

Dans l'intérêt de fournir un service de qualité tout en respectant les conditions de pression et du choix du PN des conduites de distribution, il est impératif de faire une vérification après dimensionnement. La formule d'ALLIEVI a permis de vérifier la pression en régime permanent dans le réseau de distribution. Les données obtenues sont présentées dans le tableau 12.

Tableau 12: Vérification de la pression du réseau de distribution

Paramètres	Formules	Valeurs
Pression régime hydrostatique	Côte Z_{TNR} - Côte faible distribution	14,87 m
C (célérité de l'onde (m/s))	$c = \frac{9900}{\left(48,3 + K\left(\frac{D}{e}\right)\right)^{0,5}}$	383,27
v_o vitesse de l'eau dans la conduite)	$\frac{4 * Q(m^3/s)}{\pi * (D_{int})^2}$	0,55 m/s
ΔP (variation de la pression(m))	$\Delta P = c \frac{v_0}{g}$	21,48 m
Pression totale –distribution	Pression régime hydrostatique +ΔP	36,35 m

Avec K= 33 (PVC)

g = accélérateur de la pesanteur (m/s) = 9,81

D = Diamètre (mm) = 110

e = épaisseur de la canalisation (mm) = 5,3

Z_{TNR} = côte terrain naturel du château (m) = 372

Côte faible distribution = côte faible au niveau du réseau de distribution (m) = 357,13

Les conduites sur l'ensemble du réseau de distribution étant en PVC PN 10, cela veut dire qu'en régime normale, la pression nominale ne doit pas excéder 10 bars, donc 100m. On constate alors que la pression calculée au niveau du réseau de distribution est inférieure à **100 m (36,35 m < 100 m)**. Ce qui traduit que nos conduites résisteront aux variations de pression qui n'impacteront pas sa résistance mécanique. Nous maintenons le PN 10 conformément aux TDR et compte tenu fait que la tendance pour le choix des PN pour les conduites de distribution sont généralement de PN 10 en Côte d'Ivoire.

IV.4.1.f. Simulation sur logiciel EPANET

Après le tracé du réseau et dimensionnement des conduites, le logiciel APANET à servir à la vérification des diamètres des conduites du réseau et les pressions aux nœuds des différents tronçons.

Les différents paramètres ayant servi à la réalisation de la simulation et ainsi que le résultat de la simulation au niveau de chaque nœud et conduite sont présentés dans les tableaux 13 et 14.

Tableau 13: Etat des Nœuds

ID Noeud	Altitude	Demande Base	Charge	Pression
	m	LPS	m	m
Noeud N1	370	0,54	373,24	10,24
Noeud BF2	369	2,37	371,4	5,4
Noeud N2	369,93	0,45	372,77	10,84
Noeud N3	369	1,28	371,63	10,63
Noeud N10	364,31	2,31	369,98	10,67
Noeud BF1	367	1,09	372,6	5,6
Noeud N4	363	1,47	370,03	10,03
Noeud N11	358,61	1,02	369,27	10,66
Noeud BF3	365,15	1,09	369,86	5,71
Noeud N5	357,13	0,6	370,67	13,54
Noeud N6	359,34	0,49	370,07	10,73
Noeud N7	362	0,27	369,39	10,39
Noeud BF4	361	1,09	369,23	8,23
Noeud N8	356	0,76	368,68	12,68
Noeud BF5	366	1,2	368,24	5,24
Noeud N9	360	1,67	368,55	10,55
Noeud N12	360,12	0,29	367,71	10,59
Noeud BF6	360,12	1,09	367,54	7,42
Noeud N13	359,5	0,71	365,19	10,69
Noeud N14(CS)	359	0,139	365,16	10,16

Au regard des valeurs obtenues après simulation nous constatons que les pressions aux différents nœuds sont respectées. C'est-à-dire une pression minimale de 5mCE pour les BF et 10 mCE pour les BP.

Tableau 14: Etat des conduites

	Longueur	Diamètre	Rugosité	Débit	Vitesse	État
ID Arc	m	mm		LPS	m/s	
R-N1	172	180,8	120	19,93	0,78	Ouvert
N1-BF2	439	81,4	120	2,37	0,46	Ouvert
N1-N2	143	180,8	120	17,02	0,66	Ouvert
N2-N3	410	180,8	120	15,48	0,6	Ouvert
N3-N10	413	81,4	120	2,31	0,44	Ouvert
N2-BF1	30	57	120	1,09	0,43	Ouvert
N3-N4	471	99,4	120	3,58	0,46	Ouvert
N4-N11	152	57	120	1,02	0,4	Ouvert
N4-BF3	30	57	120	1,09	0,43	Ouvert
N3-N5	193	126,6	120	8,31	0,66	Ouvert
N5-N6	156	99,4	120	3,81	0,49	Ouvert
N6-N7	87	81,4	120	3,32	0,64	Ouvert
N7-BF4	30	57	120	1,09	0,43	Ouvert
N7-N8	243	81,4	120	1,96	0,38	Ouvert
N8-BF5	65	57	120	1,2	0,47	Ouvert
N5-N9	534	99,4	120	3,9	0,5	Ouvert
N9-N12	92	67,8	120	2,23	0,62	Ouvert
N8-BF5	30	57	120	1,09	0,43	Ouvert
N12-N13	229	45,2	120	0,85	0,53	Ouvert
N13-N14 (CS)	100	45,2	120	0,14	0,09	Ouvert

Nous constatons que presque toutes les conduites respectent l'hypothèse de vitesse définie dans le cas de ce projet ($0,3 < V \text{ (m/s)} < 1,5$), à l'exception du tronçon ; N13-N14 (CS).

De façon générale nous constatons que les résultats obtenus à partir du logiciel EPANET sont pratiquement identiques à ceux obtenus sur Excel. Nous pouvons conclure que le dimensionnement a été bien effectué.

IV.4.2. Dimensionnement du réseau de refoulement

Le réseau de refoulement a pour fonction d'assurer le transfert de l'eau entre la source de captage et l'ouvrage de stockage avant toutes autres opérations. Dans notre cas d'étude, l'adduction se fera par refoulement au moyen d'une station de pompage compte tenue de la topographie du terrain.

IV.4.2.a. Critères de dimensionnement du réseau de refoulement

Tout comme le réseau de distribution, le dimensionnement du réseau de refoulement est effectué sur la base d'un certain nombre de critères de conception :

- ✓ Le débit de pompage ($Q_{\text{exp}} = 30 \text{ m}^3/\text{h}$ soit $Q_{\text{exp}} = 8.33 \text{ l/s}$) ;
- ✓ L'altitude du point à alimenter par rapport au point de prélèvement ;
- ✓ Le profil en long du terrain naturel.

Également dans un réseau de refoulement, les vitesses admises dans les conduites sont comprises entre **0,3 m/s à 1,5 m/s** et les vitesses comprises entre **0,7 et 0,8 m/s** sont dites vitesses économiques (Hassane, 2020). Cela permet d'éviter les dépôts solides et l'usure précitée des conduites. Les conduites seront en PVC PN16 (pression nominale de 16 bars) selon les recommandations du TDR.

IV.4.2.b. Le diamètre de refoulement

Le choix d'un diamètre de refoulement relève d'un compromis entre d'une part le souci de réaliser le moins possible d'investissement (petit diamètre) et d'autre part le souci de réduire les charges d'exploitation : une faible HMT engendre moins de charges énergétiques. Dans la pratique, le diamètre optimal est déterminé par rapport à une fourchette de vitesse à respecter, déterminé approximativement par les formules suivantes ;

- **Formule de Bresse** $D(m) = 1,5 * Q^{0.5}$
- **Formule de Bresse Modifié** $D(m) = 0,8 * Q^{1/3}$
- **Formule de Munier** $D(m) = (1 + 0.02 * n) * Q^{0.5}$
- **Bonnin** $D(m) = Q^{0.5}$

Avec **n** le nombre d'heure de pompage = **10h**

La condition de FLAMAN a été utilisée pour la vérification de la vitesse d'écoulement dans les conduites. Elle est donnée par la formule suivante : $V \leq 0,60 + D$

Les résultats obtenus après dimensionnement de la conduite d'adduction sont présentés dans le tableau 15.

Tableau 15: Diamètres des conduites de refoulement

	Bresse	Bresse modifié	Munier	Bonnin
Q(m3/s)	0,008	0,008	0,008	0,008
Diamètre (m)	0,137	0,165	0,113	0,091
Diamètre (mm)	137	165	113	91
Dint(mm)	170,2	170,2	136,2	93,6
DN (mm)	200	200	160	110
V (m/s)	0,3665	0,3665	0,60	1,2117
0,6+Dth	0,74	0,76	0,71	0,69
0,6+Dth	Oui	Oui	Oui	Non

Le diamètre nominal retenu pour la conduite de refoulement est **DN 160 mm** avec une longueur de **1456 m**. La colonne d'exhaure sera en 3 pouces (**DN 75**).

IV.4.2.c. Dimensionnement de la station de pompage

Le dimensionnement du système de pompage consiste à la détermination de la HMT, le choix de pompe et l'évaluation des paramètres nécessaire au bon fonctionnement de l'installation.

La hauteur Manométrique Totale (HMT)

Le calcul de la HMT dépend du débit d'exploitation du forage (Q_{exp}), de son niveau dynamique (ND), du niveau de remplissage du réservoir (NR) et des pertes de charges dans la conduite de refoulement (L).

L'expression de la Hauteur manométrique totale est donnée par la formule suivante :

$$HMT = H_{geo} + Jt \text{ ou } H_{geo} = Z_{ref} - Z_{asp} \text{ et } Jt = Pd_s + Pd_{CL}$$

Avec **HMT** : Hauteur Manométrique Totale ;

Pd_s : Pertes de charge singulières ;

Pd_{CL} : Pertes de charges linéaires ;

H_{geo} : Hauteur géométrique ;

Z_{Tp} : La côte de la conduite de refoulement où l'eau déverse dans le château ;

Z_{ND} : La côte du Niveau Dynamique ;

K =120 coefficients de rugosité des canalisations en PVC.

Les pertes de charges sont estimées à **5%** des pertes de charge linéaires.

Les pertes de charge linéaire sur l'ensemble du réseau ont été évaluées à partir de la formule

$$\text{Manning stickler: } J_t = 1,05 * L * \frac{10,29 * Q^2}{Ks^2 D^{16/3}}$$

Les résultats du calcul de la HMT sont présentés dans le tableau 16.

Tableau 16: Calcul de la HMT

Forage		Réservoir					Pdc	Hg(m)	HMT (m)
Code	Z _{TN} (m)	ND(m)	Q(m ³ /h)	Z _{TN} (m)	Z radier (m)	H refoul(m)	totale (m)		
F5	352,42	43	30	372	380	375	3,45	73,58	77,03

Choix de pompe

Sur la base des paramètres prédéfinis (débit de pompage et la HMT), en utilisant le catalogue des pompes immergées de type GRUNDFOS, la pompe immergée SP 30-11 munie de clapet anti-retour a été retenue. Le choix technique de cette famille de pompe se justifie par leur robustesse (résistant à la corrosion, en acier inoxydable), leur disponibilité sur le marché et l'accès facile aux pièces de rechanges.

Les caractéristiques de la pompe sont présentées dans le tableau 17.

Tableau 17:Caractéristiques pompe

Marque	Série	P moteur (kW)	Type moteur	Rendement	Pression de service (Mpa)	Vitesse nominale (tr/min)	Fréquence (Hz)	Poids net (kg)
GRUNDFOS	SP 30-11	11	MS 6000	68 %	50	2900	50	70

Point de fonctionnement de l'installation

Après le choix de pompe, il est nécessaire de déterminer le point de fonctionnement du système de pompage en vue d'évaluer sa performance. La détermination du point de fonctionnement de notre installation de pompage s'est faite graphiquement à partir des courbes caractéristiques de la pompe HMT = f(Q). La courbe caractéristique de la pompe est fournie par le fabricant à travers le catalogue. La détermination de la courbe caractéristique du réseau revient à calculer les pertes de charges dans le réseau de refoulement pour différents débits et additionner ces pertes de charges à

la hauteur géométrique de refoulement. Le point de fonctionnement de l'installation est l'intersection de ces deux courbes. Elle exprime la variation des différentes hauteurs d'élévation en fonction du débit.

L'expression suivante Pernet de déterminer la courbe caractéristique du réseau :

$$\text{HMT} = \text{Hgéo} + \sum \text{Pdc} (\text{Q})$$

La figure 8 présente le point de fonctionnement de la pompe à utiliser.

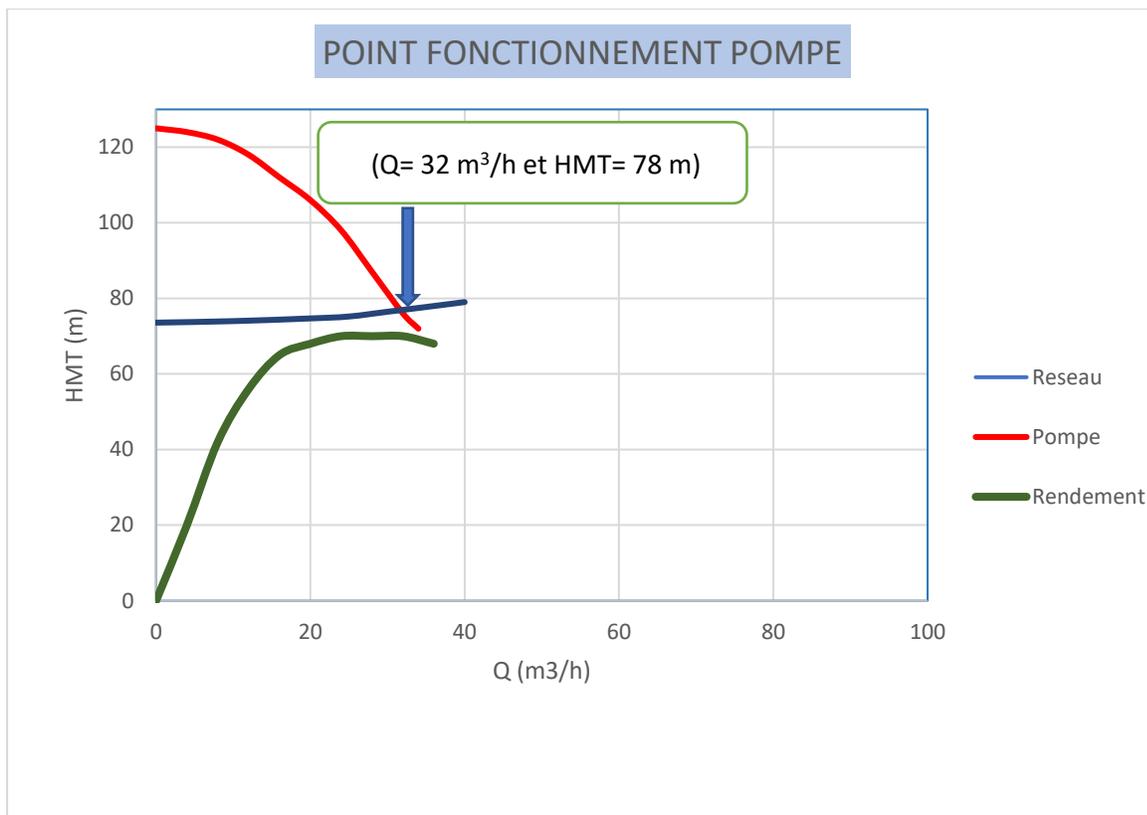


Figure 6: Détermination du point de fonctionnement

Les caractéristiques de la pompe au point de fonctionnement sont présentées dans le tableau 18.

Tableau 18 : Caractéristiques Pompe au pont fonctionnement

Code forage	Q(m ³ /h)	HMT (m)	Rendement (%)	NPSH (m)
F5	32	78	70	3,6

La puissance hydraulique de la pompe

La puissance hydraulique que devra fournir la pompe pour déplacer la masse d'eau est :

$$\mathbf{Ph = \rho \times g \times Q \times HMT}$$

$$\mathbf{Ph = 1000 \times 9,81 \times 0,0083 \times 77,03}$$

$$\mathbf{Ph = 6272,01 \text{ W soit } 6,3 \text{ Kw}}$$

Avec : **Ph** : puissance hydraulique de la pompe en W

ρ : masse volumique de l'eau = 1000 kg/m³

g : accélération de la pesanteur = 9,81 m/s²

Q_{exp} : débit d'exploitation du forage en m³/s

HMT : Hauteur Manométrique Totale en m

IV.4.2.d. Etude de coup de bélier

Le coup de bélier est un phénomène de variation de pression qui consiste en une alternance de dépressions (inférieure à la pression atmosphérique) et de suppressions (supérieure à la pression nominale de la conduite) qui se propagent dans la conduite. Ce phénomène est à l'origine d'une propagation d'onde et une oscillation en masse de l'eau à l'intérieur de la conduite. Ces variations importantes des pressions dans la conduite sont générées par une modification brusque du régime d'écoulement. C'est un désordre qu'on ne peut pas supprimer mais qu'il faut contrôler afin qu'il reste dans les limites de prise en charge par les installations.

❖ Quelques principales causes du phénomène de coup de bélier

Le coup de bélier peut être du :

- Des fermetures/ouvertures brusques des vannes
- L'arrêt/marche brusque de la pompe.

❖ Les conséquences du phénomène de coups de béliers

- Une rupture de conduite par implosion ;
- Un déboitement des conduites suite à la rupture et à la détérioration des joints ;
- Un endommagement des pompes.

❖ Les ouvrages de lutte contre les coups de béliers

Les effets de bélier sur le réseau peuvent être contrôlés par l'installation d'ouvrage anti-bélier, que sont :

- Ballon anti bélier
- Ventouse
- Soupape anti bélier
- Volant d'inertie

❖ Evaluation du coup de bélier

Pour ce projet, nous avons étudié le phénomène de coup de bélier afin de voir s'il est nécessaire de prévoir un dispositif anti-bélier. L'évaluation du phénomène de bélier dans les conduites est effectuée à l'aide la formule **Allievi-Joukowski** par la détermination de la célérité d'ondes et la vitesse de l'eau dans la conduite.

▪ **Vitesse dans la conduite V_0 (m/s) :**

$$V_0(\text{m/s}) = \frac{4 \cdot Q(\text{m}^3/\text{s})}{\pi \cdot (D_{\text{int}})^2(\text{m})}$$

Avec **Q (m³/s)** : le débit d'exploitation

D_{int} (m) : le diamètre intérieur de la conduite de refoulement

$$V_0(\text{m/s}) = \frac{4 \cdot 0,008}{\pi \cdot (0,1362)^2(\text{m})}$$

$$V_0(\text{m/s}) = 0,57 \text{ m/s}$$

▪ **La célérité de l'onde** est donnée par la formule d'ALLIEVI ci-dessous :

$$C = \frac{9900}{(48,3 + K \left(\frac{D}{e}\right))^{0,5}}$$

Avec **D** : Diamètre intérieur (en mm) ; **136,2**

e : Epaisseur de la conduite (mm) ; **11,90**

K : 33 (conduite PVC)

c : la célérité de l'onde qui provoque le coup de bélier

$$C = \frac{9900}{(48,3 + 33 \cdot \left(\frac{0,1362}{0,0119}\right))^{0,5}}$$

C = 479,65 m/s

Les données relatives à la conduite de refoulement sont présentées dans le tableau

Tableau 19: Caractéristiques physiques de la conduite de refoulement

Caractéristiques physiques de la conduite	Valeur
Longueur conduite (m)	1456
DN conduite (mm)	160
Diamètre intérieur (mm)	136,2
Pression Nominale PN (m)	160
Pesanteur (m ² /s)	9,81
HMT (m)	77,03

Sur la base de ces données, nous avons calculés les surpressions et dépressions afin de voir s'il est nécessaire de prévoir un dispositif anti-bélier.

Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau 20.

Tableau 20: Résultats de l'évaluation du coup de bélier

Désignations	Formule	Résultats
Vitesse dans la conduite V_0 (m/s)	$V(m/s) = \frac{4 \cdot Q(m^3/s)}{\pi \cdot (D_{int})^2 (m)}$	0,55
La célérité de l'onde (m/s)	$C = \frac{9900}{(48,3 + K(\frac{D}{e}))^{0,5}}$	479,65
ΔP (m)	$\Delta P = c \frac{V_0}{g}$	27,90
HMT (m)		77,03
ND (m)		43
Suppression (Pmax (m))	$P_{max} = HMT + \Delta P - ND$	61,93
Dépression (Pmin (m))	$P_{min} = HMT - \Delta P - ND$	6,13
PMA (m)		192

La protection contre le coup de bélier s'avère théoriquement nécessaire lorsque la pression du régime permanent adjointe aux effets du bélier hydraulique dépasse la pression maximale admissible $\Delta P + HMT \geq PMA$. La PMA de la conduite correspond à 120% de la valeur de la pression nominale de la conduite (PN).

- **Cas de suppression** : $P_{max} = HMT + \Delta P - ND = 61,93 < PMA = 192$

La surpression dans le réseau est inférieure à la pression maximale admissible dans la conduite.

Il ressort des résultats de calcul que le réseau de refoulement ne nécessite pas une protection anti-bélier car la surpression créée par la perturbation de la conduite additionnée à la hauteur manométrique totale est inférieure à la pression maximale admissible (PMA) par la conduite.

- **Cas de dépression** : $P_{min} = HMT - \Delta P - ND = 6,13 > 0$

Il n'y a donc pas de dépression dans la conduite.

IV.5. La source d'énergie

Pour ce présent projet, étant donné que le village de Nambingué dispose d'un réseau électrique collectif, nous avons opté le couplage de l'énergie solaire au réseau électrique existant pour le fonctionnement du système de pompage. Ce choix technique permettra de fournir un service de qualité de façon efficiente et continue dans le temps. Chaque source d'énergie permettra :

- **L'énergie électrique** : d'effectuer le pompage les jours de faible ensoleillement et la nuit aux besoins.
- **L'énergie solaire** : c'est une énergie propre et renouvelable très abondante dans cette localité du pays. Le couplage avec l'énergie électrique permettra de réduire le coût d'exploitation du système de pompage.

La détermination des composantes de l'installation photovoltaïque se fait à partir des données météorologiques (ensoleillement) du site et des besoins électriques tout en intégrant le concept d'efficacité énergétique.

Estimation de l'ensoleillement

L'enseillement recherché est celui du mois où le rapport entre les besoins et la ressource solaire est le plus défavorable. Les données d'enseillement du site d'installation du champ PV à Nambingué ont été déterminées à l'aide du logiciel Retscreen à partir des données satellites de la NASA. Pour un système utilisé toute l'année, l'inclinaison des modules recommandées est celle correspondant à la latitude du site (10° dans notre cas), car elle optimise le rayonnement frappant le plan des capteurs solaires (RETSscreen). Les données d'enseillement mensuel sur le plan horizontal et sur le plan des modules (inclinaison des modules à 10°) sont présentées dans le tableau 19.

Tableau 21: Données enseillement de Nambingué

Mois	Température moyenne (°C)	Moyenne mensuelle du Rayonnement solaire quotidien - horizontal (kWh/m ² /j)	Moyenne mensuelle du Rayonnement solaire quotidien - incliné (Fixe - 10°) (kWh/m ² /j)
Janvier	25,09	5,28	5,70
Février	27,98	5,59	5,87
Mars	30,35	5,72	5,82
Avril	30,26	6,03	5,92
Mai	29,23	5,83	5,58
Juin	27,81	5,34	5,05
Juillet	26,00	5,01	4,78
Août	25,21	4,80	4,69
Septembre	25,58	5,14	5,16
Octobre	26,55	5,82	6,06
Novembre	26,16	5,38	5,78
Décembre	24,17	5,21	5,68

Source : Données satellites de la NASA (Logiciel Retscreen)

Détermination de la puissance minimale du générateur photovoltaïque

La puissance crête du champ PV est calculée à partir de l'expression ci-après :

$$P_{Cmin}(Wc) = 2,725 * 10^{-3} * \frac{Q_j H_{MT}}{K_p E_t R_{ond} R_{mp}}$$

$$P_C(Wc) = 2,725 * 10^{-3} * \frac{240 * 77,03}{4,69 * 0,25}$$

$$P_C(Wc) = 43,36 \text{ Kwc}$$

Q_j : Besoin journalier en eau (m³/j), correspondant au temps journalier de pompage solaire estimé à 8h

Rond : Rendement de l'onduleur (% ;)

Rmp : Rendement du groupe motopompe (%) ;

HMT : Hauteur manométrique totale (m) HMT= 77,03 m

Ei : Rayonnement total journalier moyen mensuel (kWh/m².j) ; Ei = 4,69 kWh/m²/j

Le coefficient de productivité du système photovoltaïque Kp=0.5

Le produit **Kp × Rond × Rmp** est de l'ordre de 0,25.

Détermination du nombre de modules en série (NMS)

Le nombre de module en série dépend de la tension d'entrée de l'onduleur et de la tension nominale des modules à utiliser. Le nombre de module à utiliser pour le projet a été déterminé à partir de la formule suivante :

$$N_{MS} = \frac{\text{Max tension de fonctionnement onduleur}}{\text{Tension d'un module}}$$

$$N_{MS} = \frac{800}{40,1}$$

N_{MS} = 20 mais nous retiendrons **19 modules**.

Vérification : 19*40,1= 761,9 V < 800 v

Détermination du nombre de branche parallèle (NBPM)

Le nombre de branche parallèle est déterminé à partir de la formule suivante :

$$N_{BPM} = \frac{P_{cmin}}{P_m \times N_{MS}} \quad \text{avec } P_m \text{ la puissance nominale d'un module PV,}$$

P_{cmin} La puissance crête du générateur PV,

N_{MS} Le nombre de module en série.

$$N_{BPM} = \frac{P_{cmin}}{P_m \times N_{MS}} \quad N_{BPM} = \frac{43,36}{0,32 \times 19}$$

N_{BPM} = 7,13 soit **8 branches parallèles**.

Les caractéristiques du champ photovoltaïque proposées sont présentées dans le tableau 20.

Tableau 22: Caractéristiques du champs PV

Paramètres	Résultats
Qjp(m3/j)	240
Ei (KWc)	4,69
Pcmin (KWc)	43,36
Vgen(V)	800,0
VM (V)	40,1
N_{MS} (Nombre de module en série)	19
Module (Wc)	320,0
N_{BPM} (Nombre branches en //)	8
Nombre total des modules	152
Puissance installée (KWc)	32

Choix du module PV

Il existe plusieurs types de cellules photovoltaïques dont :

- Les cellules photovoltaïques de silicium monocristallin,
- Les cellules photovoltaïques de silicium polycristallin,
- Les cellules photovoltaïques de silicium amorphe,
- Les cellules photovoltaïques en couche mince de Cadmium Tellurium.

Parmi ces divers types de panneaux, les plus utilisés pour la fournir d'électricité pour les projets d'AEP en côte d'ivoire sont les panneaux monocristallins et polycristallin. Les avantages et inconvénients de ses deux types de panneaux sont présentés dans le tableau 23.

Tableau 23: Avantages et inconvénients des panneaux PV

	Monocristallin	Polycristallin
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Durée de vie plus longue ✓ Meilleur rendement par faible taux d'enseillement (adapté aux régions et pays aux températures basses) ✓ Rendement surfacique plus élève (1 à 3% de plus que les polycristallins à surface égale) 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Production plus régulière par an ✓ Rendement plus élevé par forte température (adaptés aux régions et pays chauds) ✓ Plus économique et moins cher, ✓ Empreinte écologique plus faible, ✓ Moins sensible aux variations de température
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Fabrication plus onéreuse, 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Plus encombrant, ✓ Durée de vie légèrement inférieure.

<ul style="list-style-type: none"> ✓ Fabrication énergivore et génératrice de CO₂, ✓ Rendement plus faible par température élevée. 	
---	--

Pour l'alimentation énergétique de la station de pompage, au regard des avantages et inconvénients présentés ci-dessus, nous opterons pour les panneaux polycristallins compte tenu de leur meilleur rendement pour des températures élevées et facilement adaptable à notre zone d'études.

Le module que nous proposons à une puissance de 320 Wc et les caractéristiques sont consignées dans le tableau 22.

Tableau 24: Caractéristique du module photovoltaïque proposé

Puissance nom. P (W)	320
Tension nom. Vn (V)	40,1
Intensité nom. In (A)	7,99
Courant de court-circuit Isc (A)	8,6
Tension en circuit ouvert Voc (V)	49,5
Rendement (%)	14,5
Longueur (mm)	1662 ± 2,5
Largeur (mm)	1320 ± 2,5

Choix de l'onduleur

L'onduleur proposé est du type Grundfos RSI qui convertit la puissance de sortie des panneaux solaires en courant alternatif pour le bon fonctionnement de la pompe.

Il est choisi en fonction de la puissance des moteurs des électropompes auxquelles il est connecté. Les caractéristiques de l'onduleur proposé sont présentées dans le tableau 23.

Tableau 25: Caractéristique de l'onduleur proposé

P pompe (kW)	9,2
Code article	99044364
P max (kW)	15
Courant de sortie nom. (A)	31
Tension d'entrée maximale CC (VCC)	800
Tension de sortie nom. CA (VCA)	380-440
Fréquence min [Hz]	5

Fréquence maxi [Hz]

60

La figure 9 ci-dessous illustre le type d'onduleur prévu pour le système PV.



Figure 7 : Onduleur GRUNDFOS SRI

Connexion du réseau de distribution MT au système photovoltaïque

Le réseau électrique de Nambingué sera connecté au champ PV comme alimentation de secours pendant les jours de faible ensoleillement ou lors d'un pompage nocturne. En principe, le réseau fonctionne comme un dispositif de stockage d'électricité, en absorbant l'excès produite par les modules PV et en fournissant de l'électricité aux électropompes quand la production des modules PV est insuffisante. Le schéma de principe d'un système PV connecté au réseau d'électricité collectif est présenté sur la Figure 10. Le champ solaire sera connecté au poteau MT le plus proche. Un transformateur 50 KVA sera installé sur un poteau de support à proximité du poteau MT pour convertir la moyenne tension en basse tension qui doit alimenter les électropompes.

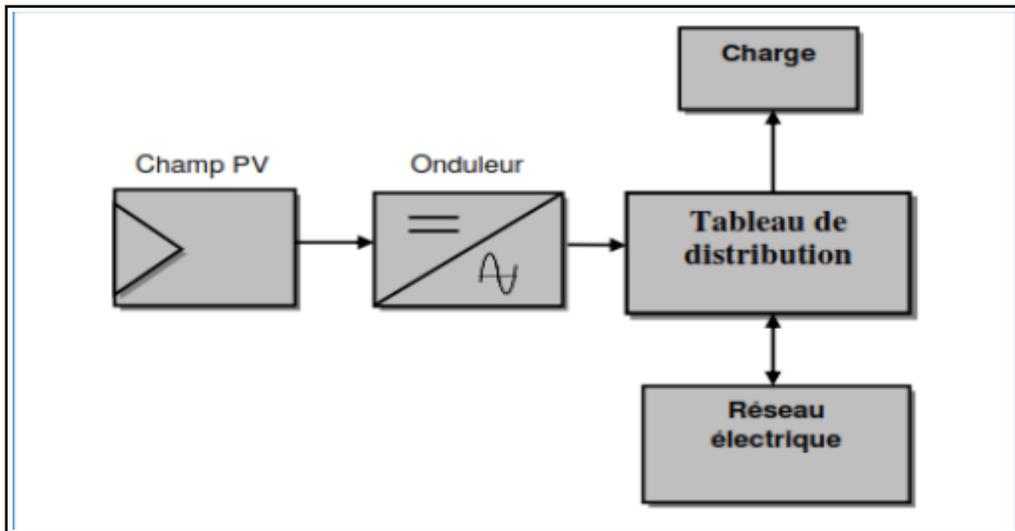


Figure 8 : Schéma de principe d'un système PV connecté au réseau d'électricité

IV.6. Système de traitement de l'eau de consommation

Il s'agit de définir clairement le procédé de traitement utilisé, le fonctionnement du dispositif de traitement et le débit des différentes pompes à utiliser.

La ressource en eau à utiliser pour l'approvisionnement du système d'AEP est d'origine souterraine (forage). Ces eaux sont généralement claires et limpides. Ainsi, le traitement se limitera à une désinfection pour lutter contre les pollutions accidentelles de l'eau pendant le processus de transport et du stockage jusqu'au consommateur. Le système de traitement proposé est la chloration. L'avantage de cette méthode de désinfection est d'éliminer de façon simple et à faible coût la plupart des microbes, bactéries, virus et germes responsables de maladies d'origine hydrique.

Le produit utilisé pour la désinfection est l'hypochlorite de sodium connu sous le nom de l'eau de javel. Selon les résultats de l'analyse des paramètres physico-chimiques, l'eau du forage de Nambingué présente un caractère basique (pH=11). Ce qui pourrait rendre la désinfection moins efficace à basse température. Pour corriger cette anomalie, il est nécessaire de réguler le pH de l'eau avant de procéder à la chloration. La régulation du pH de l'eau se fera au moyen de l'acide acétique qui est un régulateur alimentaire du pH. Pour ramener le pH de l'eau de 11 à 8.5, il faudra injecter dans cette eau 0,02g d'acide acétique par litre d'eau.

IV.6.1. Fonctionnement du dispositif de traitement

Le traitement consistera à faire une dilution du produit (hypochlorite de sodium) dans un premier temps à l'aide d'une cuve équipé d'un agitateur électrique et dans un second temps les injecter dans la conduite de refoulement. L'injection des solutions de traitement (hypochlorite de sodium et acide acétique) sera faite par les pompes doseuses, de type DOSATRON. Le dosage est déterminé pour assurer une concentration de chlore résiduel dans le réseau de distribution comprise entre 0,2 mg/l et 5 mg/l. Il sera prévu deux postes de dosage, l'un pour l'injection de la solution d'hypochlorite de sodium et l'autre pour l'injection de l'acide acétique. Chaque poste de dosage est composé d'une pompe doseuse de type DOSATRON gamme D20S et d'un bac en polyéthylène haute densité de 100 litres

Cette technologie est basée sur celle d'une pompe à moteur hydraulique activée seulement par la pression et le débit de l'eau. Installé directement sur la conduite d'alimentation en eau, le DOSATRON fonctionne en utilisant le débit d'eau comme source d'énergie : la pression et le débit de l'eau actionnent le piston du moteur qui est lui-même connecté à un piston doseur. Les produits chimiques de traitement sont dosés proportionnellement et injectés continuellement avec l'eau au dosage choisi.

La dose de produit concentré est directement proportionnelle au volume d'eau qui traverse le DOSATRON. La figure 11 illustre le dispositif de traitement à utiliser.

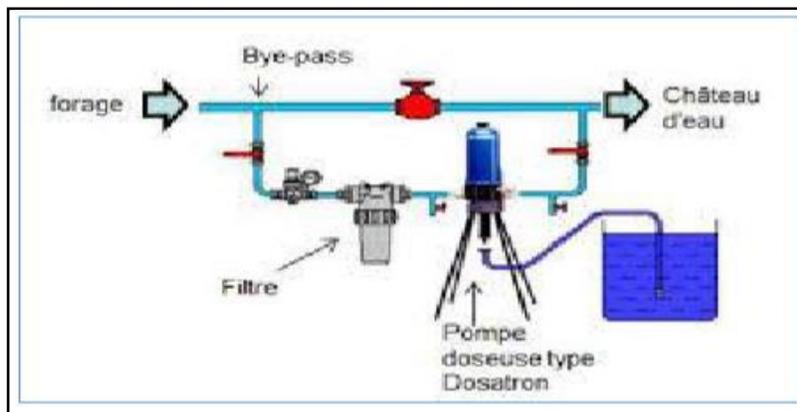


Figure 9 : Système de traitement de la ressource en eau (DOSATRON)

IV.6.2. Volume Journalière d'eau de javel

Le volume journalier de la solution de chlore à ajouter dans l'eau à traiter dépend de la concentration de chlore à atteindre dans l'eau à traiter, du volume journalier d'eau à traiter et de la concentration de la solution de chlore à ajouter. La masse de chlore (Mc) dans un litre de solution d'eau javel est :

$$Mc = 3.17g/degre\ chlorométrique * 25° = 79.25g/l.$$

En considérant une concentration de chlore résiduel de 3 mg/l à atteindre dans l'eau, à l'horizon du projet, la quantité journalière d'eau de javel nécessaire pour la désinfection de l'eau est donnée par les formules suivantes :

La masse de chlore journalière (Cjc) nécessaire : **Cjc= 3g/m3× Besoin de pointe journalier (m3)**

Le volume journalier d'eau de javel (Vej) est : $V_{ej} = \frac{C_{jc}}{M_c} = \frac{C_{jc}}{79,25}$

Le tableau 26 présente le volume journalière d'eau de javel nécessaire pour le traitement de la ressource à l'échéance du projet.

Tableau 26: volume journalier d'eau de javel

Désignation	Unité	2020	2025	2030	2032
Besoin de pointe journalier	m3/j	178	218	265	287
Consommation journalière de chlore	g/j	534	655	795	861
Volume journalier d'eau de javel	l	7	8	10	11

IV.6.3. Volume de la solution mère de chlore et débit de pompe doseuse

Le choix de la concentration de la solution mère (Csm) de chlore est nécessaire pour la protection des équipements du réseau. En général, il est conseillé d'éviter la forte concentration en raison des risques d'attaques des matériaux par le chlore. Les fourchettes de concentrations recommandées sont comprises entre 5 et 10g/l (Source : Alimentation en eau de consommation, traitement et réseau, 97/98). Ainsi, nous fixons une concentration de solution mère de de 5 g/l.

Le volume journalier de la solution mère (Vsm) nécessaire est déterminé de la manière suivante :

$$V_{sm} = \frac{C_{jc}}{C_{sm}}$$

Le volume d'eau nécessaire pour la dilution (V_d) : $V_d = V_{sm} - V_{ej}$

Il est important de rappeler que le volume de la solution mère sera injecté en 10h, temps correspondant au temps journalier de pompage. Ainsi, le débit de la pompe doseuse (Q) :

$$Q = \frac{V_{sm}}{T.Pompage}$$

Le tableau 27 donne les valeurs du volume journalier de la solution mère de l'eau pour la dilution et du débit de la pompe doseuse.

Tableau 27: Volume journalier de la solution mère et débit de la pompe doseuse

Désignation	unité	2020	2025	2030	2032
Besoin de pointe journalier	m3/j	178	218	265	287
Consommation journalière de chlore	g/j	534	655	795	861
Volume journalier d'eau de javel	l	7	8	10	11
Volume de la solution mère V_{sm}	l	107	131	159	172
Volume d'eau pour la dilution	l	100	123	149	161
Débit de la pompe doseuse	l/h	11	13	16	17

IV.7. Dimensionnement du château d'eau

Les réservoirs sont des ouvrages destinés au stockage de l'eau sur un réseau d'AEP. Pour jouer convenablement son rôle, le réservoir doit être de capacité suffisante afin d'adapter la production à la consommation.

IV.7.1. Fonctions et site d'implantation du réservoir

IV.7.1.a. Les fonctions du réservoir

Du fait de sa position dominante du réseau de distribution, le réservoir permet de jouer des fonctions techniques et économiques.

Le tableau 26 présent quelques fonctions d'un réservoir dans le système AEP.

Tableau 28: Fonctions du réservoir

Fonctions techniques	Fonctions économiques
Régulation de débits	• Réduction des investissements sur les ouvrages de production
• Sécurité dans la distribution	• Réduction des investissements sur le réseau de distribution
• Régulation de la pression	• Réduction des dépenses d'énergie
• Simplification de l'exploitation	
• Réacteur participant au traitement	

(FAYE, 2018)

IV.7.1.b. Site d'implantation du réservoir

Le choix du site d'implantation du réservoir doit respecter les critères techniques et économiques suivants :

Critère 1 : Le réservoir doit être situé à proximité du forage afin de réduire la longueur de la conduite d'adduction ;

Critère 2 : Être construit au point géométriquement le plus haut de la zone couverte afin de minimiser sa hauteur par rapport au terrain naturel (réduire la hauteur sous radier) et d'assurer une pression de service minimum requise dans le réseau de distribution.

Dans notre cas d'étude, l'emplacement du réservoir c'est fait selon le critère 2 avec pour coordonnées UTM (Zone 30) suivantes : 244800,572 (X) et 1112789,462 (Y).

IV.7.2. Type/matériaux de réservoir

Le réservoir de stockage peut être en métallique ou en béton. Ces deux types de réservoir sont adaptables aux conditions climatiques de la zone d'étude. Le réservoir en béton est plus résistant que celui du métallique. Par compte celui du métallique est moins couteux et adapté aux petites communautés pour le stockage de petit volume. Pour ce présent réseau, le réservoir prévu sera en béton compte tenu des demandes journalières importantes et selon les recommandations du TDR.

IV.7.3. Le volume utile du réservoir.

La capacité utile du réservoir résulte de la simulation par calcul des débits entrant et sortants au cours d'un cycle journalier. Le volume du réservoir doit être défini de sorte qu'il puisse alimenter le réseau pendant la période de pointe vu que le pompage est arrêté par moment pour le repos des installations.

De même, il doit permettre de stocker le surplus de production pendant les périodes de faible consommation.

De façon générale, il faut noter qu'il existe trois méthodes pour la détermination de la capacité utile du réservoir : *la méthode analytique, la méthode graphique et la méthode simplifiée où forfaitaire*. Dans le cadre de ce projet, nous nous contenterons d'une approche forfaitaire étant donné que nous ne disposons pas d'information précises sur les habitudes de consommation en eau de la localité ou d'un village à peu près similaire. Selon des études déjà effectuées dans le cadre de l'installation des systèmes AEP en milieu rural en Côte d'Ivoire, La capacité utile du réservoir est généralement estimée entre **30** et **50 %** de la demande moyenne journalier.

Aussi, les études récentes dans la sous-région donnent quelques valeurs pratiques de la capacité de réservoir (**statistique de centres d'AEP**).

Tableau 29 : Evaluation de la capacité du réservoir

Conditions d'exploitation	Capacité utile
Adduction nocturne	90% V _j
Adduction avec pompage solaire (environ 8h/j)	50% V _j
Adduction continue (24h/24h)	30% V _j
Adduction de jour, durant les périodes de consommation	10% V _j à 30% V _j

Ainsi, étant donné que la population de Nambingué à l'horizon du projet est de **7 .835** habitants et dans l'optique de minimiser le coût de l'ouvrage nous considérons une capacité utile du réservoir correspondant à **30%** de la production journalière de pointe.

$$C_u = 30 \% B_{pj}$$

$$C_u = 0,30 \times 287$$

$$C_u = 86,1 \text{ m}^3$$

IV.7.4. Volume de la réserve incendie

Le volume de la réserve incendie est estimé à partir du nombre probable d'incendies, du temps pour les étouffer (1 à 2 h). En général on prévoit un débit variant de 30 à 60 m^3/h , suivant la localité. A Nambingué, Compte tenu de l'absence des grandes infrastructures socio-économiques, nous retiendrons un volume de 15 m^3 afin de réduire les couts du projet.

La capacité totale du réservoir de stockage est déterminée par la formule suivante :

$$C_t = C_u + R_i$$

$$C_t = 86,1 + 15$$

$$C_t = 101,1 \text{ m}^3$$

Nous retenons un volume de réservoir de 100 m^3

IV.7.5. Caractéristiques du réservoir

Le réservoir sera en béton de forme cylindrique avec une hauteur de tranche d'eau H fixée à 3.5 m. le volume utile du réservoir étant de 100 m^3 , les caractéristiques du réservoir sont déterminées à partir de la formule suivante :

$$V = \frac{\pi \times D^2}{4} \times H$$

Avec **V** : Capacité utile du réservoir en m^3

H : Hauteur en m

D : Diamètre en m

R : rayon en m

Les dimensions du réservoir sont résumées dans le tableau 30.

Tableau 30 : Caractéristiques du réservoir de Nambingué

V (m3)	100
H (m)	3.5
D (m)	6,3
R (m)	3,15
ZTN (m)	372
Z radier (m)	380
Hauteur sous radier (m)	8

IV.7.6. Vérification du temps minimal de contact

Dans le réservoir, il est prévu de mettre du chlore pour le traitement avant sa distribution. Cependant il faudra un temps minimal de contact (Tc) supérieur ou égal à 2 heures.

$$TC = \frac{Ct}{\text{Consomation horaire pointe}}$$

$$TC = \frac{100}{72}$$

TC = 1,38 h < 2 h, condition non vérifiée.

IV.7.7. IV.6.7 Vérification du temps de séjour

L'eau ne doit pas rester dans le réservoir pendant plus de 2 jours au risque de voir le chlore perdre son efficacité.

$$TS (j) = \frac{Ct}{\text{Production journ pointe}}$$

$$TS (j) = \frac{100}{287}$$

TS = 0,35 j < 2 j, condition vérifiée.

IV.8. Les équipements du château d'eau

Pour une souplesse du fonctionnement et une meilleure exploitation des installations, le réservoir sera muni des équipements suivants :

- **Une conduite d'alimentation ou de refoulement** : l'arrivée de cette conduite sera placée au-dessus du réservoir (par sur verse). Ce qui permettra une oxygénation de l'eau et se présente favorable aux eaux souterraines ordinairement pauvres en oxygène dissous. Un robinet flotteur permettant l'arrêt automatique de l'alimentation en eau du réservoir lorsque le niveau maximal de l'eau est atteint dans le réservoir sera installé.
- **Une conduite de distribution** : Le départ de la conduite de distribution s'effectue de 0,25 m au-dessus du radier et doit être muni d'une crépine en vue d'éviter l'introduction des boues ou sables qui peuvent se déposer dans la cuve.

Une Conduite de vidange : Elle permet de vidanger le château d'eau en vue de nettoyage ou de faire des réparations. Elle sera placée au point le plus bas du radier. À cet effet, le radier du réservoir sera réglé vers son origine pour faciliter la vidange. Elle sera raccordée à la conduite de trop-plein

- **Une conduite by-pass** : elle est placée entre le réseau de refoulement et le réseau de distribution. Cette conduite permet d'isoler le château d'eau en cas d'éventuel dysfonctionnement sans que la distribution ne soit perturbée.
- **Une conduite de trop plein** : Cette conduite permet d'évacuer l'excès d'eau arrivant au château d'eau dans le réseau de distribution. Ce qui permet d'éviter l'atteinte du niveau d'eau maximale dans le château d'eau.
- **Une conduite de soutirage de la réserve incendie** : qui sera branchée à la sortie de la conduite de distribution et dont le dispositif d'ouverture est à la disposition permanente des sapeurs-pompiers
- **Un indicateur de niveau d'eau extérieur**
- **Comptage** : à la sortie de la conduite de distribution, un compteur sera installé pour pouvoir effectuer les relevés des prélèvements.
- **Une cheminée d'aération** sur le toit du château et protégée par une grille contre les insectes
- **Une échelle** d'accès extérieure
- Des robinets-vannes seront disposées sur la conduite de distribution et la conduite de refoulement **pour permettre le sectionnement en cas de besoin.**

IV.9. Ouvrages annexes du réseau.

Il s'agit des ouvrages visant à la protection du réseau contre la présence de l'air dans les conduites et les pertes de capacités dues à l'accumulation des impuretés dans les conduites. On peut citer :

- **Les ventouses** : L'air présent dans les canalisations peut entraîner des désordres dans les réseaux sous pression, notamment la limitation du débit due à des poches d'air et les coups de bélier dus au déplacement d'une poche d'air. Les ventouses vont permettre de chasser l'air des canalisations autant lors de la mise en service qu'en exploitation. Ces ouvrages de protection seront implantés aux niveaux des points hauts du réseau de distribution et de refoulement sur les tronçons de diamètre inférieur ou égal à 200 mm pour des Ventouses de DN 60.
- **Les vidanges** : Les vidanges sont des organes de protection du réseau. Elles permettent de vidanger les canalisations autant lors d'interruption de service qu'en exploitation. Les ouvrages de vidange seront placés aux points bas du réseau en DN 60 et posés en regard.
- **Les puisards** : L'implantation d'une BF s'accompagne de la réalisation d'un puisard. Il permet de recueillir les eaux perdues et les eaux de ruissellement au niveau des BF. Ils participent ainsi à la propreté du milieu. Dans le cadre de cette étude chaque BF est doté d'un puisard avec en tête une goulotte qui va collecter les eaux et les rejeter dans le puisard équipé de moellons.

IV.10. Mode de pose des conduites

Pour des mesures de sécurité et de commodité, les conduites seront enterrées afin d'éviter l'encombrement des voies de communication ou leur écrasement par les charges trop lourdes. Ce qui évitera du coup le réchauffement de l'eau et l'ensoleillement des conduites qui pourrait leur être préjudiciable. Le fond de fouille devra être débarrassé des matériaux de grosses granulométries, des affleurements de points durs et d'autres éléments susceptibles de porter atteinte à la conduite. Les dimensions de fouille à adopter sont :

$$\text{Largeur (m)} = \text{DN(m)} + 0,5$$

$$\text{Profondeur (m)} = \text{DN (m)} + 0,85$$

Les conduites seront posées sur un lit de sable d'une épaisseur de 10 cm en dessous de la génératrice inférieure extérieure. Il sera en sable de carrière concassé.

Il est également prévu une couche d'enrobage d'une épaisseur de 10 cm au-dessus de la génératrice supérieure extérieure. L'enrobage sera en sable de carrière concassé.

Les remblais seront effectués avec des matériaux d'apport conformes à la réglementation en vigueur, en privilégiant la réutilisation des déblais d'extraction de la fouille.

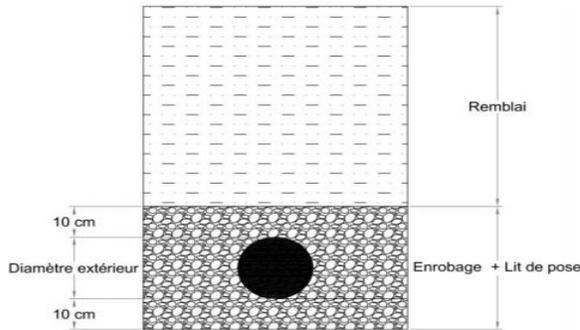


Figure 10 : Plan type de la pose des conduites

IV.11. Construction des locaux techniques

Pour une meilleure exploitation du système AEP, il est nécessaire de mettre en place des infrastructures techniques au service du personnel exploitant du réseau. Ainsi, le projet prévoit la construction d'un local de traitement et d'un lieu de stockage des matériels de rechange du réseau, d'une toilette de type VIP, une clôture du château d'eau et champ solaire.

IV.11.1. Local technique

Il s'agira de la construction d'un local technique qui servira, à la fois de magasin et de salle de traitement. Ce local sera construit en parpaings de ciment et comprendra 2 blocs.

IV.11.2. La clôture

Il est prévu une clôture autour du château d'eau et du système de pompage solaire.

Le forage sera protégé par une clôture en agglomérés de béton, de dimensions 5*5*1,5 m avec un portail métallique et pour le château d'eau, une clôture mixte sera réalisée. C'est-à-dire, un mélange d'aggloméré en béton pour la fondation et en grillage pour la partie supérieure. Également, un portail métallique tout comme le château d'eau.

IV.11.3. La latrine

Une latrine de type VIP à double fosse ventilée et une douche avec siphon au sol sera réalisée à proximité du local technique du gardien.

V. POLITIQUE DE GESTION DU SYSTEME D'AEP

Dans l'intérêt d'assurer la pérennité du service et des infrastructures le plus longtemps possible, il est nécessaire de mettre en place une politique efficace de gestion des ouvrages à réaliser.

Cette gestion de l'eau recouvre l'ensemble des aspects techniques, économiques et organisationnel de la synergie entre les acteurs.

Les aspects techniques de la gestion de l'eau sont relatifs à l'accès à l'eau en quantité, aux normes de potabilité, aux facilités et le confort d'usage. L'économie de l'eau concerne la tarification des services délivrés et les performances du système pour se rapprocher le plus possible d'une allocation optimale et durable des ressources de la communauté. En ce qui concerne l'organisation de la synergie, la réglementation permettra de prévenir et de régler les conflits entre les gestionnaires et les usagers.

En effet, tout comme la majeure partie des pays de la sous-région, le dispositif institutionnel de gestion du service d'eau potable en Côte d'Ivoire est fonction du type de localité (Urbaine/ rurale) sur la base des infrastructures en eau existantes ou à réaliser. En milieu urbain et semi urbain, la gestion du service d'eau est organisée autour d'un opérateur privé, la SODECI en charge de l'exploitation et de la maintenance du réseau par le biais d'un contrat d'affermage avec l'Etat de Côte d'Ivoire.

Dans le cadre de ce présent projet, pour la gestion des infrastructures et du service en eau, l'option de la mise en place d'un comité de gestion communautaire a été adoptée en concertation avec l'ensemble des parties prenantes en charge du projet et semble le mieux adapté pour les petits systèmes ruraux d'approvisionnement en eau potable. Cette gestion participative permettra à la population de s'intégrer davantage dans le projet en assurant l'exploitation et la maintenance des ouvrages. Ainsi, un comité de pilotage sera mis en place et se composera de :

- Un chef d'exploitation de service, en charge de la coordination générale des activités.
- Une secrétaire
- 01 Trésorier
- 1 responsable à l'hygiène
- Des fonteniers

- Un gardien.

Ce comité aura la charge de mettre en place le personnel permanent pour la distribution de l'eau, la gestion et la maintenance du système. Il assurera également sa rémunération qui est prélevée et intégrée au prix du litre. La gestion financière sera organisée de sorte à permettre le renouvellement des installations et l'achat des additifs nécessaires à la désinfection de l'eau.

Pour ce faire, les fontainiers en charge de l'exploitation et l'organisation de la vente de l'eau au niveau des bornes fontaines devront rendre compte régulièrement (hebdomadaire) et également veiller au respect des délais de paiement pour les branchements privés. Ce qui permettra de faire face aux charges d'exploitation et de rendre agréable le service de façon continue. Des séances de formation seront organisées régulièrement avant et après la mise en exploitation du réseau afin de mieux outiller le personnel exploitant. Aussi, des réunions trimestrielles seront organisées de sorte à rendre compte aux usagers et autorités locales du niveau de service, des difficultés rencontrées afin de faire des éventuelles prépositions d'amélioration continue du système tout en tenant compte des exigences et décisions retenues.

VI. EVALUATION FINANCIERE DU PROJET

A l'issu des propositions techniques à l'égard des besoins en eau de la population de Nambingué, il convient d'évaluer le cout nécessaire pour la mise en œuvre du projet. Il s'agira également de déterminer le coût du mètre cube d'eau afin de préparer la population au cout du service à offrir.

VI.1. Coût du projet

Aux termes de l'évaluation financière pour la réalisation des travaux d'AEP dans le village de Nambingué, un devis estimatif des travaux a été fourni (tableau annexe 1). Ainsi, il est impératif pour le maitre d'ouvrage de mobiliser une enveloppe financière à hauteur de **deux-cents cinquante-cinq millions-quatre-cents douze mille- six-cent cinquante-deux Francs CFA (255 412 652 FCFA)** afin de répondre aux exigences de la population qui est de fournir une eau potable sur une longue durée. Le récapitulatif de l'évaluation du coût des travaux est présenté dans le tableau 31.

Tableau 31: Récapitulatif du cout du projet

N	Désignation	Montant (FCFA)
I	INSTALLATION DE CHANTIER – FRAIS GENERAUX	4 000 000

II	RESEAU ELECTRIQUE ET STATION DE POMPAGE	79 248 500
III	EXECUTION DES TRANCHEES	12 025 000
IV	RESEAU DE REFOULEMENT ET DE DISTRIBUTION	38 007 400
V	ROBINETTERIES ET PIECES SPECIALES	4 215 000
VI	OUVRAGES DE DISTRIBUTION	5 500 000
VII	ESSAIS ET DESINFECTION	1 600 000
VIII	STOCKAGE DE LA RESSOURCE EN EAU (CHÂTEAU D'EAU)	50 500 000
IX	CLOTURES, LOCAUX ET EQUIPEMENT DIVERS	10 794 000
	TOTAL AEP (HT/HD)	216 451 400
	TVA (18%)	38 961 252
	Montant total TTC	255 412 652

VI.2. Coût du service de l'eau

L'évaluation du cout de revient du mètre cube de l'eau est effectuée sur la base des charges d'exploitation, d'amortissement et de la production journalière en eau.

VI.2.1. Détermination des charges d'exploitation et de maintenance des ouvrages

Les charges d'exploitation pendant la mise en service du réseau sont essentiellement liées à *l'achat de pastilles de chlore, la charge du personnel exploitant du réseau et son entretien*. (Champs solaire, château, réseau.....).

❖ Charge du personnel

Les charges du personnelles sont relatives au payaient des salaires fixés sur la base du service et le degré d'occupation. Elles sont présentées dans le tableau 32.

Tableau 32 : Charges du personnel exécutant

Désignation	Quantité	Salaire mensuel (1 mois)
Responsable de service	1	45 000
Secrétaire	1	30 000
Plombier	1	40 000
Electromécanicien	2	40 000
Fontainier	6	40 000
Responsable hygiène	1	40 000
Total mensuel		435 000

Salaire annuel (N+0) 2020	5 220 000
Salaire annuel N+5 (2025)	26 100 000
Salaire annuel N+10 (2030)	52 200 000
Salaire annuel N+12 (2032)	62 640 000

❖ Achat d'hypochlorite de sodium et acide acétique

Après conception, dimensionnement et réalisation des ouvrages, dans l'intérêt de fournir une eau de bonne qualité à la population, il est nécessaire de faire une désinfection de l'eau depuis la source de stockage jusqu'au transport. Les couts liés à l'achat de l'hypochlorite de sodium et acide acétique ont été évalués de la manière suivante :

- Hypochlorite de sodium

La consommation journalière en hypochlorite de sodium à l'horizon du projet est de 861 g/j. sur la base du prix de revient du Kilogramme de granulé d'hypochlorite de sodium fixé à 2000 FCFA, nous avons évalué les couts liés à la désinfection de l'eau à l'horizon 2032 avec une production journalière de 287 m³/j. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau 33.

Tableau 33: Couts liés à l'achat de l'hypochlorite de sodium à l'horizon projet

Production journalière (m ³ /j)	287
Prix d'achat kg hypochlorite sodium FCFA/ Kg	2 000
Besoins journaliers en hypochlorite sodium (g /j) horizon projet	861
Couts liés à la désinfection/journalière (FCFA)	1 722
Couts liés à la désinfection/annuelle (F CFA/an)	628 530
Couts liés à la désinfection à l'horizon projet (F CFA)	7. 542.360

- Acide acétique

Les couts liés à l'achat de l'acide acétique à l'horizon du projet ont été estimés à 0,1% de l'investissement, soit **255 413 FCFA**.

Le cout total lié à l'achat de l'hypochlorite de sodium et de l'acide acétique s'élève à hauteur de **7.797.773 FCFA**.

❖ Entretien du réseau

Durant le service des dysfonctionnements peuvent survenir sur le réseau pouvant causer l'interruption du service de façon occasionnelles. Pour pallier à cela, il est impératif de faire des entretiens sur le réseau afin de limiter les éventuels dysfonctionnements ou pannes graves. Pour ce cas d'étude, étant donné que ces dysfonctionnements sont imprévisibles et d'intensité variables (*petite panne, moyenne panne, grave panne*) nous fixerons des pourcentages sur l'investissement sur la base des précédentes études réalisés pour ce type de projet dans la localité. Les détails relatifs à l'entretien du réseau sont consignés dans le tableau 34.

Tableau 34 : charges d'exploitation et entretien du réseau

Charges d'exploitation et d'entretien		
Désignation	% sur investissement	Montant (FCFA)
Ouvrages génie civil	0,5% de l'investissement/5ans	1 277 063
Conduite	1,5 % de l'investissement/5ans	3 831 190
Équipements (robinets vannes, panneaux solaires,)	2 % de l'investissement/5ans	5 108 253
Total		10 216 506

VI.2.2. Détermination de l'amortissement des équipements

Elles vont permettre d'anticiper sur les éventuels dysfonctionnements graves pouvant entrainer l'arrêt définitif du système. Ainsi, il est nécessaire d'en tenir compte pour la pérennité du service.

Les couts liés à l'amortissement sont présentés dans le tableau 35.

Tableau 35 : *Cout de l'amortissement*

Equipement	Durée de vie(année)	Base d'amortissent (FCFA)	Amortissement annuel (FCFA)
Canalisation en PVC	25	43 568 900	1742756
Pompes	10	2 000 000	200 000
Équipement solaire	25	74 748 500	2 989 940
Bornes fontaines	12	4 800 000	400 000
Château d'eau	20	55 500 000	2775 000
Accessoires réseau	10	4 215 000	421 500
Total amortissement annuel			8 529 196
Total amortissement horizon du projet			102 350 352

Volume d'eau vendu à l'échéance du projet

A l'échéance du projet, la demande journalière est de l'ordre de 287 m³/j soit un volume annuel de 104 755 m³/an.

- Le volume annuel à produit à l'horizon du projet est :

$$V_e = 1.257.060 \text{ m}^3.$$

- Volume d'eau perdu en 12 ans :

$$V_{\text{perdu}} = 5\% V_e$$

$$V_{\text{perdu}} = 62.853 \text{ m}^3$$

- Le volume d'eau vendu à l'échéance du projet :

$$V_{\text{evendu}} = V_e - V_{\text{perdu}}$$

$$V_{\text{evendu}} = 1.194.207 \text{ m}^3$$

Le prix de revient du mètre cube d'eau est obtenu à partir de la formule suivante :

$$\mathbf{Pr} = \frac{(A+C+I)}{\mathbf{Vevendu}} \quad \text{avec} \quad \mathbf{A} : \text{Amortissement des équipements à l'horizon du projet}$$

$\mathbf{Vevendu}$: Volume d'eau à l'échéance du projet
 \mathbf{C} : Charge d'exploitation et d'entretien des ouvrages
 \mathbf{I} : Investissement

$$\mathbf{Pr} = \frac{(102\,350\,352 + 80\,654\,279 + 255\,412\,652)}{1\,194\,207}$$

$$\mathbf{Pr} = 367,12 \text{ FCFA/m}^3$$

Le prix du mètre cube d'eau s'élève à environ **375 FCFA**, soit **10 FCFA** le prix de revient d'un bidon d'eau de **20 L**.

VII. NOTICE D'IMPACT ENVIRONNEMENTALE

Ce projet d'AEP est sans doute est la bienvenue pour la population de Nambingué sur le plan économique, social et environnemental compte tenu des difficultés rencontrées pour l'approvisionnement en eau. Cependant il présente certaines répercussions négatives sur la population et le milieu récepteur dont il est nécessaire d'en tenir compte lors de la phase de conception afin d'inscrire le projet dans une démarche de performance environnementale. Autrement, un développement durable.

Il s'agira donc de les identifier, les évaluer et de mettre en place des mesures de prévention, d'élimination et d'atténuation pour les impacts négatifs et des mesures de bonification pour les impacts positifs associés à la phase d'exécution des travaux et d'exploitation des infrastructures.

VII.1. Identification des impacts du projet

Les travaux d'AEP dans le village de Nambingué seront sources de plusieurs impacts positifs et négatifs dans cette localité.

VII.1.1. Les impacts positifs

Impacts sur le milieu naturel

Aucun impact positif significatif n'est à prévoir sur le milieu naturel pendant toutes les phases du Projet.

Impacts sur le milieu humain

- Les travaux de construction des ouvrages du réseau (*château d'eau, pose des conduites et exécution des tranchées*) vont nécessiter le recrutement de la main d'œuvre locale. Ainsi, des emplois permanents et temporaires seront générés pour les jeunes de Nambingué.
- La mise en services du réseau permettra à la population de Nambingué de disposer d'une eau de qualité et n'auront plus à parcourir de longues distances pour s'approvisionner.
- L'abonnement aux branchements privés pour certains permettra de bénéficier d'une autonomie, d'un niveau de confort et surtout un gain de temps.
- L'exploitation de bornes fontaines, cela permettra de créer de l'emploi. Cependant, une mauvaise gestion de ces points d'eau pourrait causer des problèmes d'hygiène autour de ces points d'eau
- Les travaux d'entretiens du réseau et des ouvrages permettront la création d'emploi et la salubrité des points d'eau,
- La réduction des maladies hydriques telles que le choléra, l'ankylostomiase, la diarrhée par la consommation d'une eau de qualité.
- Amélioration nette des revenus des commerçants et de la population durant la phase d'exécution et d'exploitation des ouvrages.

VII.1.2. Les impacts négatifs

Les différents impacts négatifs générés sur les milieux biologiques et humains au cours des différentes phases du chantier et recommandations pour leur maîtrise sont présentés dans le tableau 36.

Tableau 36 : Evaluation des impacts négatifs du projet

Description de l'impact	Recommandations environnementales et sociales
Phase de préparation et d'installation des travaux AEP	
Modification des vues habituelles, présence de gravats d'immondice suite aux travaux d'abattage des arbres se trouvant sur les directions des fouilles	Regrouper et évacuer les immondices et gravats dans des lieux appropriés ou les réutiliser le cas échéant.
Pollution du sol et Nuisances sonores lors des travaux de défrichage.	<p>Tenir compte de la qualité des engins pour réduire les nuisances sonores et pollution</p> <p>Sensibiliser le personnel au port des EPI (casque de protection sonore)</p> <p>Eviter les travaux de nuit afin que les populations ne changent pas leurs habitudes</p>
Litiges fonciers suite aux personnes récalcitrantes à l'idée de projet lors des travaux de tracés des canalisations d'eau	Bien mener les enquêtes ou études socio-foncieres en vue de faire ressortir l'ensemble des situations à l'encontre du projet.
Phase d'exécution des travaux AEP	
Pollution atmosphérique, Compactage et tassement des sols, pollution du sol	<p>Arroser régulièrement la route ;</p> <p>Excaver les terres contaminées accidentellement, puis les transférer dans des endroits appropriés</p> <p>Mettre une bâche de protection sur les camions transportant les matériaux</p>
Risques d'accidents	<p>Eviter les travaux nocturnes avec les engins (forage) ;</p> <p>Se conformer à la réglementation en matière de sécurité sur le chantier ;</p> <p>Sensibiliser et informer les usagers sur les risques d'accident liés à la circulation des engins</p> <p>Education et sensibilisation des employés.</p> <p>Installer des panneaux signalants qu'il y'a des travaux de chantier dans la localité</p>
Modification de la structure du sol pouvant entraîner une perturbation du système de drainage naturel des eaux et la fragilisation des	Réduire les excavations du sol au strict minimum lors de la réalisation des ouvrages hydrauliques, refermer les trous creusés et mettre à niveau le sol du site

sols lors des travaux de réalisation des tranchées, des puisards, etc...	
Risques de propagation des IST/MST dont le Sida à l'occasion des chantiers	Favoriser un environnement de travail sécurisé pour le personnel et les sensibiliser à avoir une bonne santé sexuelle surtout à l'utilisation des préservatifs.
Phase d'exploitation des installations AEP	
Pollutions autour des bornes fontaines et accidentelles ou intentionnelles par des substances chimiques et hydrocarbures et autres	Veillez à l'hygiène autour des bornes fontaines, et une vigilance lors des préparations des produits de traitement et maintenance sur le réseau. Autrement, Eviter les déversements des produits dangereux sur le sol

VII.2. Plan de gestion environnemental et social

Un suivi environnemental et social sera réalisé à chaque phase de la réalisation du projet afin de vérifier que toutes les exigences et conditions en matière de protection de l'environnement sont effectivement respectées avant et pendant les travaux.

Le tableau ci-dessous présente une proposition de PGES relative aux travaux d'AEP dans le village de Nambingué.

Tableau 37: PGES Nambingué

ETUDE D'AVANT-PROJET DETAILLE (APD) DES TRAVAUX D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE DE LOCALITE DE NAMBINGUE (SOUS-PREFECTURE OUANGOLODOUGOU, EN COTE D'IVOIRE)

Phase du projet	Zones concernées	Activités source d'impact potentiel	Composante affectée	Nature de l'impact potentiel	Mesures d'atténuation	Organisme de mise en œuvre	Organisme de contrôle	Indicateur de suivi	Financement
Phase de préparation et d'installation des travaux AEP	Zone du projet	Libération et de l'emprise du projet Installation générale de chantier	Humains	Risque des conflits sociaux liés aux choix du site d'implantation de certains ouvrages et Perturbation des usages et coutumes	Bien mener les enquêtes ou études socio-foncieres en vue de faire ressortir l'ensemble des situations à l'encontre du projet.	Entreprise d'exécution	La mission de contrôle (ONEP, bureau de contrôle)	Fiche de suivi et des transferts gravats	Entreprise d'exécution
			Paysage	Modification des vues habituelles, présence de gravats et d'immondice	Regrouper et évacuer les immondices et gravats dans un centre de transit d'ordures ou les réutiliser le cas échéant	Entreprise d'exécution	La mission de contrôle (ONEP, bureau de contrôle)	Fiche de suivi et des transferts gravats	Entreprise d'exécution
			Sols	Pollution du sol	Excaver les terres contaminées accidentellement, puis les transférer dans des endroits appropriés. Veiller au bon état de maintenance des engins et véhicules utilisés Stocker les résidus d'hydrocarbure dans des bacs ou fûts étanches en vue d'un traitement par des structures appropriées.	Entreprise d'exécution	La mission de contrôle (ONEP, bureau de contrôle)	Suivi du PGES	Entreprise d'exécution
			Ambiance sonore	Risque d'accident compte tenu de la présence des engins avec entrainant des nuisances sonores	Eviter les travaux de nuit Port des EPI exigés pour le personnel des entreprises en charge des travaux	Entreprise d'exécution	La mission de contrôle (ONEP, bureau de contrôle)	Nombre de plaintes	Entreprise d'exécution
			Qualité de l'air	Augmentation de la concentration de polluants atmosphériques et de poussières	Arroser périodiquement les plateformes ; Mettre une bâche de protection sur les camions transportant les matériaux	Entreprise d'exécution	La mission de contrôle (ONEP, bureau de contrôle)	Teneurs en polluants atmosphériques	Entreprise d'exécution
			Santé et sécurité	Risque de nuisance sonore compte tenu de la présence d'engins	Sensibiliser et informer les usagers sur les risques d'accident liés à la circulation des engins Prévoir des panneaux de signalisation aux entrées et sorties des base-vies et le	Entreprise d'exécution	La mission de contrôle (ONEP, bureau de contrôle)	Compte rendu des sensibilisations	

ETUDE D'AVANT-PROJET DETAILLE (APD) DES TRAVAUX D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE DE LOCALITE DE NAMBINGUE (SOUS-PREFECTURE OUANGOLODOUGOU, EN COTE D'IVOIRE)

					long des itinéraires de pose de conduites Sensibiliser le personnel au port impératif des EPI				
Phase d'exécution des travaux AEP	Zone du projet	- Arrivée d'une main d'œuvre étrangère Mouvements des machines -Construction, fouilles diverses pose des infrastructures et ouvrages	Humain	Nuisances sonores du	Eviter les travaux de nuit afin que les populations ne changent pas leurs habitudes	Entreprise d'exécution	La mission de contrôle (ONEP, bureau de contrôle)	Nombre de plaintes	Le projet PRAHMU
				Risque de propagation du VIH/SIDA et IST	Mettre en place un plan de lutte contre les IST, VIH/SIDA et grossesses non désirées (sensibilisation et distribution de préservatifs)	Entreprise d'exécution	La mission de contrôle (ONEP, bureau de contrôle)	Liste de personnes sensibilisées	
			Sols	Compactage et tassement des sols, pollution du sol	Excaver les terres contaminées accidentellement, puis les transférer dans des endroits appropriés	Entreprise d'exécution	La mission de contrôle (ONEP, bureau de contrôle)	Taux de réalisation du plan de gestion	Entreprise d'exécution
			Air	Augmentation de la concentration dépolluante atmosphérique et de poussières	Arroser périodiquement les plateformes et les voies de déviations Mettre une bâche de protection sur les camions transportant les matériaux	Entreprise d'exécution	La mission de contrôle (ONEP, bureau de contrôle)	Teneurs en polluants atmosphériques	Entreprise d'exécution
Phase d'exploitation des installations AEP	Zone du projet	Fonctionnement des forages, traitement de l'eau, entretien et maintenance	Sol	Pollutions par des substances chimiques et hydrocarbures	Excaver les terres contaminées accidentellement, puis les transférer dans des endroits appropriés (centres de transit ou décharge d'ordures	Entreprise d'exécution	La mission de contrôle (ONEP, bureau de contrôle)	Quantité de terres déplacées	
			Qualité de l'air	Pollution atmosphérique par les fumées d'échappement d'engins d'entretien et les poussières	- Arroser périodiquement les plateformes et les voies de déviation ; -Entretien régulièrement les engins	Entreprise d'exécution	La mission de contrôle (ONEP, bureau de contrôle)	Teneurs en polluants atmosphériques et poussières	Entreprise d'exécution

CONCLUSION GENERALE ET RECOMMANDATIONS

Au terme de la présente étude menée sous la coordination de l'office National de L'eau Potable (ONEP) et financée par l'Union Economique et Monétaire Ouest Africain (UEMOA) nous avons abordé l'ensemble des aspects techniques organisationnels et financiers relatifs à la mise en place d'un réseau d'AEP dans le village de Nambingué.

La réalisation de ce projet contribuera à soulager et à résoudre le problème d'approvisionnement en eau des populations par la réduction du taux de maladies d'origine hydriques ainsi qu'au développement socio-économique du village. La desserte en eau se fera au moyen de 06 bornes fontaines et plusieurs branchements privés avec une longueur total de réseau estimé à 5 475 ml. Le système de gestion recommandé est de type communautaire et le coût des travaux s'élève à hauteur de **deux-cents cinquante-cinq millions-quatre-cents douze mille- six-cent cinquante-deux Francs CFA (255 412 652 FCFA)**.

Afin de réaliser les travaux d'AEP dans le village de Nambingué dans des meilleures conditions et d'assurer la pérennité des ouvrages de production nous formulons les recommandations suivantes à l'égard des différents acteurs impliqués dans ce projet :

A l'endroit de l'entreprise, Bureau de contrôle et Maitre d'ouvrage :

- ✓ Veuillez à ce que les travaux soient exécutées dans les règles de l'art et dans le respect de l'environnement ;
- ✓ Impliquer la population locale dans les différentes phases de réalisation des travaux afin qu'ils développent un sentiment d'appartenance au projet.

A l'endroit de ministère en charge de l'eau potable, ONEP :

- ✓ Former les responsables en charge de la gestion des ouvrages ;
- ✓ Sensibiliser les populations sur l'hygiène et l'assainissement autour des points d'eau, les bonnes pratiques sur la collecte, le transport et le stockage de l'eau ;
- ✓ Renforcer de la sensibilisation des populations pour la consommation d'eau potable afin d'éviter les maladies hydriques et une utilisation rationnelle de cette denrée

A l'endroit du comité de gestion :

- ✓ Une grande implication du comité de gestion d'eau ;
- ✓ Réaliser des analyses périodiques de l'eau du stockage ;
- ✓ Un suivi rigoureux de la maintenance et du contrôle des ouvrages (étanchéité, des vannes, des robinetteries etc...) ;
- ✓ Veillez au respect du prix de l'eau aux bornes fontaines ;
- ✓ Curer régulièrement les conduites pour éviter les dépôts ;
- ✓ Nettoyage régulier des panneaux solaire afin de maintenir toujours un bon rendement.

BIBLIOGRAPHIE

- Amadou. (2014). *Caractérisation hydro chimique des eaux souterraines au sud de la Cote d'Ivoire*.
- blé. (2014). *impacts du changement climatique sur le cycle de l'eau*.
- FAE, M. (s.d.). *Cours d'Approvisionnement en eau potable 2IE*.
- FAYE, M. (2018). *Cours d'Approvisionnement en eau potable, 2IE*.
- Gnatroa. (2011). *Rapport AEP Côte d'Ivoire, ONEP*.
- Hassane, H. O. (2020). *Etude d'Avant-Projet Détaillé pour la réalisation d'un système d'alimentation en eau potable multi-village à Yama dans la commune rurale de Badaguichiri région de Tahoua (Niger)*.
- INSD. (1998-2014). *Recensement Général de la population et de l'Habitat, RGP/H*.
- Jérôme, E. M. (2020). *Etudes techniques pour la création de nouveaux centres de l'ONEA, Cas du centre de ZAM,*.
- KPANGNI, E. P. (2015). *Etudes d'avant-projet détaillé des travaux*.
- OMS. (2015). *l'eau et l'assainissement*.
- OUEDRAOGO, B. (2005). *Cours d'Approvisionnement en eau potable 2IE*.
- SOTICI. (2014). *Document technique des tubes en PVC pression, en polyéthylène et des*.
- ZOUNGRANA, D. (2003). *cours d'approvisionnement en eau potable - EIER -*.

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Devis estimatif du projet	i
Annexe 2 :Résultat de l'essai de pompage et analyse des paramètres de l'eau.....	v
Annexe 3 : Profil en long des conduites	viii
Annexe 4 :Caractéristiques techniques pompe	xi
Annexe 5 : Pieces graphiques	Erreur ! Signet non défini.

Annexe 1 : Devis estimatif du projet

N	Désignation	Unité (FCFA)	Quantité	Prix Unitaire (FCFA)	Prix total (FCFA)
I	INSTALLATION DE CHANTIER – FRAIS GENERAUX				
I-1	Installation de chantier, amenée et repli de matériel, études d'exécution diverses, réalisation des plans d'exécution et toutes sujétions	ff	1	4 000 000	4 000 000
	sous total I				4 000 000
II	RESEAU ELECTRIQUE ET STATION DE POMPAGE				
II-1	GENERATEUR SOLAIRE				
1.1	Fourniture et pose des panneaux photovoltaïques et accessoires (168 panneaux de 320 Wc) fonctionnement au fil du soleil	U	171	420 000	71820000
1.2	Fourniture et pose d'une armoire de commande électrique et raccordement au différent circuit électrique	U	1	150 000	150000
II-2	BRANCHEMENT DU CHAMP PHOTOVOLTAÏQUE AU RESEAU D'ELECTRICITE COLLECTIF MOYENNE TENSION				
2.1	Transformateur 50 KVA, y compris accessoires et poteau de support	u	1	350 000	350000
2.2	Disjoncteur haut de poteau type soulé et Interrupteur Aérien à Commande Manuelle (IACM)	u	1	1 500 000	1500000
2.3	Compteur BT	u	1	120 000	120000
2.4	Fourniture et pose des câbles électriques de connexion y compris toutes sujétions de pose	m	231	3 500	808500
II-3	ELECTROPOMPE IMMERGE				
3.1	Fourniture et pose d'une pompe immergée hybride de 34 m ³ /h et HMT de 97,07 m et accessoires de pose, coffret de commande, et toutes sujétions de mise en place	u	1	2 000 000	2000000
II-4	CONDUITES D'EXHAURE				
4.1	Fourniture et pose de tuyau d'exhaure flexible en foraduc de 3 pouces	ml	50	10 000	500000
II-5	TETE DE FORAGE ET MANIFOLD				
5.1	Génie civil et équipement de la tête de forage et manifold en pièces fonte DN 100 (avec bouchon de sortie, manchettes bridées, collier de support, coude/courbe à grand rayon à brides, compteur d'eau, clapet anti-retour, manomètre, vannes, pressostat, robinet de puisage, raccord adaptable, y compris toutes sujétions)	u	1	2 000 000	2000000
	SOUS TOTAL II				79 248 500
III	EXECUTION DES TRANCHEES				

1.1	Terrassement et remblai de tranchées de largeur 0,7m et profondeur 1m y compris nivellement fond de fouille et toute sujétion	ml	5 500	1 550	8 525 000
1.2	Traversées de chaussée et trottoir bitumés y compris fourreau en fonte pour la protection de la canalisation et toutes suggestions d'exécution et de main d'œuvre	Ens	2	1 000 000	2 000 000
1.3	Traversées de chaussée et trottoir non bitumés y compris fourreau en fonte pour la protection de la canalisation et toutes suggestions d'exécution et de main d'œuvre	Ens	3	500 000	1 500 000
SOUS TOTAL III					12 025 000
IV	RESEAU DE REFOULEMENT ET DE DISTRIBUTION				
IV-1	Fourniture et pose de réseau de refoulement PVC PN 16 y compris le raccordement à la tête de forage, pose des pièces spéciales de raccordement, lit de sable, grillage avertisseur, et toutes sujétions de pose				
1.1	Tuyau PVC DN 160 PN 16	ml	1 465	13500	16 847 500
IV-2	Fourniture et pose de réseau de distribution PVC PN 10, y compris lit de sable, grillage avertisseur, et toutes sujétions comprises (coudes, té, réductions, bouchons, butées aux changements des directions, etc.)				
2.1	Tuyau PVC DN 160	ml	315	13 000	4 095 000
2.2	Tuyau PVC DN 140	ml	410	9 000	3 690 000
2.3	Tuyau PVC DN 110	ml	727	5 500	3 998 500
2.4	Tuyau PVC DN 90	ml	957	4 300	4 115 100
2.5	Tuyau PVC DN 75	ml	92	3 700	340 400
2.6	Tuyau PVC DN 63	ml	1037	3 200	3 318 400
2.7	Tuyau PVC DN 50	ml	481	2 500	1 202 500
2.8	Confection et mise en place de borne de repérage des conduites à tous les 100 m	u	50	8 000	400 000
SOUS TOTAL IV					43 458 900
V	ROBINETTERIES ET PIECES SPECIALES				
V-1	Fourniture et pose de robinet vanne fonte en regard, y compris fourniture et pose de volant, tube allonge, tabernacle et toutes sujétions de pose				
1.1	Vanne sur PVC DN 90	u	4	200 000	800000
1.2	Vanne sur PVC DN 63	u	5	160 000	800000
V-2	Fourniture et pose de ventouse en regard				
2.1	Ventouse DN 60 tri fonction sur PVC 90	u	2	250 000	500000
V-3	Fourniture et pose de dispositif de vidange conformément aux plans, y compris regard et pièces hydrauliques en fontes (té, coudes, vanne, raccords etc)				

3.1	Vidange sur PVC 140	<i>u</i>	1	230 000	230000
3.2	Vidange sur PVC 90	<i>u</i>	1	215 000	215000
3.3	Vidange sur PVC 63	<i>u</i>	3	190 000	570000
V-4	Dispositifs de protection contre l'incendie				
4.1	Fourniture et pose d'un poteau incendie DN 80 y compris toutes sujétions de pose	<i>u</i>	1	1 100 000	1100000
SOUS TOTAL V					4 215 000
VI	OUVRAGES DE DISTRIBUTION				
1	Construction et équipement de bornes fontaines avec deux (2) robinets de puisage par BF de 0,5l/s par robinet et puisard conformément au plan y compris raccordement en tuyau PE DN40 (Fourniture et pose de tuyau, collier de prise en charge, réduction, adaptateur galva/PVC, tuyauteries galva, robinet vanne de prise en charge, compteur, robinet de puisage, robinet d'arrêt, bouche à clé complète, et toutes sujétions)	<i>u</i>	6	800 000	4800000
2	Réalisation des branchements privés (centre de santé et chef du village) avec deux (2) robinet de puisage et puisard (Fourniture et pose de tuyau, collier de prise en charge, réduction, adaptateur galva/PVC, tuyauteries galva, robinet vanne de prise en charge, compteur, robinet d'arrêt, bouche à clé complète, et toutes sujétions), y compris fourniture et pose des tuyaux de raccordement (PE DN25 de longueur total de 165m) au réseau de distribution	<i>Ens</i>	2	350 000	700000
SOUS TOTAL VI					5 500 000
VII	ESSAIS ET DESINFECTION				
1	Essais et désinfection des installations	<i>ff</i>	1	800 000	800 000
2	Essais de pression	<i>ff</i>	1	800 000	800 000
SOUS TOTAL VII					1 600 000
VIII	STOCKAGE DE LA RESSOURCE EN EAU (CHÂTEAU D'EAU)				
VIII-1	Construction d'un château d'eau en Béton armé de 100 m3, de 13 m de haut				
1.1	Travaux de réalisation de fouille, remblayage pour fondation, béton de propriété, béton armé pour poteaux, semelles, cuve de château et cuvelage	<i>Ens</i>	1	40 000 000	40000000
1.2	Fourniture et pose des équipements du château (équipements de refoulement, de distribution et paratonnerre, chambre des vannes, robinet flotteur, crépine, trop plein, vanne pour vidange, clapet anti-retour, bypass, échelle de lecture, y compris toutes sujétions)	<i>Ens</i>	1	10 000 000	10000000
1.3	Realisation d'essais geothcnique	<i>U</i>	1	500 000	500000
SOUS TOTAL VIII					55 500 000

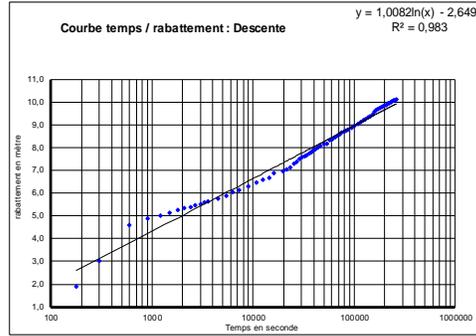
XIX	CLOTURES, LOCAUX ET EQUIPEMENT DIVERS				
1	Réalisation d'une clôture en parpaing de 15 de dimension 17m x 13m x 2m avec des poteaux 15 espacés de 4m, pour château d'eau y compris local technique pour chloration de type DOSATRON conformément aux plans	<i>ff</i>	1	4 000 000	4 000 000
2	Fourniture et pose de dispositif de traitement (pompe doseuse de type DOSATRON gamme D20S) pour la chloration et l'injection de l'acide acétique y compris équipements annexes et toutes sujétions	<i>ff</i>	2	2 000 000	4 000 000
3	Réalisation d'une clôture en parpaing de 15 avec des poteaux 15 espacés de 4m pour la protection du générateur solaire, des têtes de forage, y compris toutes sujétions	<i>ml</i>	84	28 500	2 394 000
4	Fourniture et pose d'un portail métallique de 4 m à 2 battants y compris toutes sujétions	<i>u</i>	2	200 000	400 000
SOUS TOTAL					10 794 000
TOTAL AEP (HT/HD)					216 451 400
TVA (18%)					38 961 252
Montant total TTC					255 412 652

Annexe 2: Résultat de l'essai de pompage et analyse des paramètres de l'eau

Mesure de la descente					Mesure de remontée de la nappe				
t (mn)	Tps (s)	Q (m ³ /h)	ND (m)	s (m)	t (mn)	1+tp/tr (s)	ND (m)	s (m)	
3	180	16,000	9,83	1,91	5	865	14,05	6,03	
5	300	16,000	11,05	3,03	10	433	13,34	5,32	
10	600	16,000	12,66	4,58	15	289	13,15	5,13	
15	900	16,000	12,91	4,89	20	217	13,00	4,98	
20	1200	16,000	13,02	5,00	25	174	12,89	4,87	
25	1500	16,000	13,17	5,15	30	145	12,80	4,78	
30	1800	16,000	13,28	5,26	40	109	12,61	4,59	
35	2100	16,000	13,35	5,33	50	87	12,51	4,49	
40	2400	16,000	13,41	5,39	60	73	12,40	4,38	
45	2700	16,000	13,48	5,46	70	63	12,30	4,28	
50	3000	16,000	13,52	5,50	80	55	12,19	4,17	
55	3300	16,000	13,59	5,57	90	49	12,10	4,08	
60	3600	16,000	13,65	5,63	100	44	12,03	4,01	
75	4500	16,000	13,79	5,77	115	39	11,97	3,95	
90	5400	16,000	13,92	5,90	130	34	11,90	3,88	
105	6300	16,000	14,05	6,03	145	31	11,80	3,78	
120	7200	16,000	14,16	6,14	160	28	11,71	3,69	
150	9000	16,000	14,31	6,29	175	26	11,59	3,57	
180	10800	16,000	14,50	6,48	190	24	11,38	3,36	
210	12600	16,000	14,60	6,58	205	22	11,21	3,19	
240	14400	16,000	14,70	6,68	220	21	11,08	3,06	
270	16200	16,000	14,89	6,87	235	19	10,89	2,87	
330	19800	16,000	14,98	6,96	250	18	10,85	2,83	
360	21600	16,000	15,07	7,05	280	16	10,71	2,69	
390	23400	16,000	15,15	7,13	310	15	10,63	2,61	
420	25200	16,000	15,30	7,28	340	14	10,59	2,57	
450	27000	16,000	15,41	7,39	370	13	10,51	2,49	
480	28800	16,000	15,52	7,50	400	12	10,48	2,46	
510	30600	16,000	15,59	7,57	430	11	10,46	2,44	
540	32400	16,000	15,65	7,63	460	10	10,44	2,42	
570	34200	16,000	15,70	7,68	490	10	10,42	2,40	
600	36000	16,000	15,77	7,75	520	9	10,40	2,38	
630	37800	16,000	15,82	7,80	550	9	10,38	2,36	
660	39600	16,000	15,87	7,85	580	8	10,30	2,28	
690	41400	16,000	15,93	7,91	610	8	10,20	2,18	
720	43200	16,000	16,00	7,98	640	8	10,15	2,13	
780	46800	16,000	16,10	8,08	720	7	10,00	1,98	
840	50400	16,000	16,17	8,15					
900	54000	16,000	16,20	8,18					
960	57600	16,000	16,34	8,32					
1020	61200	16,000	16,40	8,38					
1080	64800	16,000	16,48	8,46					
1140	68400	16,000	16,55	8,53					
1200	72000	16,000	16,60	8,58					
1260	75600	16,000	16,69	8,67					
1320	79200	16,000	16,74	8,72					
1380	82800	16,000	16,78	8,76					
1440	86400	16,000	16,82	8,80					
1560	93600	16,000	16,90	8,88					
1680	100800	16,000	16,98	8,96					
1800	108000	16,000	17,06	9,04					
1920	115200	16,000	17,14	9,12					
2040	122400	16,000	17,20	9,18					
2160	129600	16,000	17,25	9,23					
2280	136800	16,000	17,35	9,33					
2400	144000	16,000	17,40	9,38					
2520	151200	16,000	17,48	9,46					
2640	158400	16,000	17,58	9,56					
2760	165600	16,000	17,67	9,65					
2880	172800	16,000	17,70	9,68					
3000	180000	16,000	17,75	9,73					
3120	187200	16,000	17,79	9,77					
3240	194400	16,000	17,83	9,81					
3360	201600	16,000	17,87	9,85					
3480	208800	16,000	17,90	9,88					
3600	216000	16,000	17,95	9,93					
3720	223200	16,000	17,98	9,96					
3840	230400	16,000	18,01	9,99					
3960	237600	16,000	18,05	10,03					
4080	244800	16,000	18,10	10,08					
4200	252000	16,000	18,10	10,08					
4320	259200	16,000	18,13	10,11					

ESSAI DE POMPAGE DE LONGUE DUREE 28/12/2018
Interprétation par la méthode Theiss-Jacob

Site	Nabingué
Forage	F5
NS	8,02 m
Prof	98,1 m
Q pom	16,000 m ³ /h



Période	Tps (s)	S (m)
1 mois	2,59E+06	12,26
8 mois	2,07E+07	14,20
3 ans	9,46E+07	15,62
20 ans	6,31E+08	17,39

Descente

$y = 1,0082\ln(x) - 2,6493$

Ya (1000) 4,32
Yb (10000) 6,64
Δs = Yb - Ya 2,32

Transmissivité = 3,50E-04 m²/s

Remontée

$y = 0,8586\ln(x) + 0,4975$

Ya (10) 2,47
Yb (100) 4,45
Δs = Yb - Ya 1,98

Transmissivité = 4,11E-04 m²/s

Moyennes

As = 2,15
Transmissivité = 3,81E-04 m²/s
C (coeff emmag) = 1,95E-01

NSE 11,02 m/repère
Sr (rabt/residuel) 1,98 m
NSmax 13,00 m/repère
V.E Princ. m
Repère 0,6 m/sol
Top Crépine 58,14 m
C.I.P 45 m
NDmax 43 m
Niv crép-Niv pompe 13,14 m
Niv pompe-NDmax 2 m
Smax 30,60 m/repère

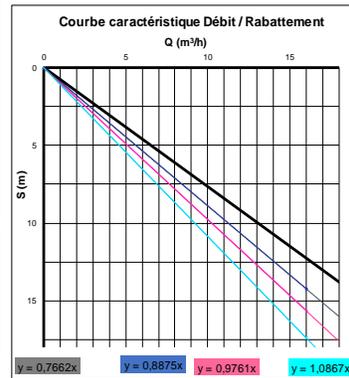
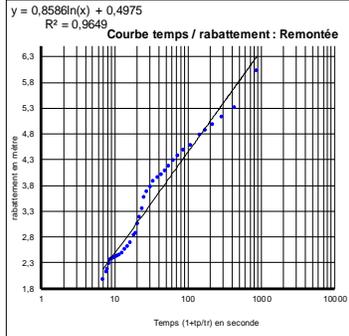
S fonction de Q

Débites Q	S1 m=1x	S2 m=1x	S3 m=1x	S2 m=2x
0	0	0	0	0
16,00	12,26	14,20	15,62	17,39

Equation de la droite 8 mois

$S = 0,8875 Q$

Smax = 30,60 m
Qmax = 34 m³/h



Observations:
Suite au résultat de l'essai de pompage, nous proposons d'installer une pompe de 30 m³/h à la côte de 45 m.



INSPECTION & ANALYSES

Produits pétroliers - Mines - Lubrifiants - Environnement et Hygiène - Agro-Industrielles et Alimentaires
Expertise - Conseil & Formation
Accrédité selon la norme internationale NF EN ISO / CEI 17025 version 2005

RAPPORT D'ESSAI N° P/318_{1/1}

Echantillonnage et prélèvement : Par vos soins
Date de début d'analyse : 10/12/2018
Date de fin d'analyse : 17/12/2018

Abidjan, le 17 Décembre 2018

Code client	AQUIFERE FORAGE
ECHANTILLON	
Type d'échantillon	Eau de Forage (01)
Date de réception	07/12/2018
N° de lot	201812167
Total Echantillons soumis	01
N° Echantillons	1282
Type d'analyses	Physico-Chimie

Résultats d'analyses :

Numéro Echantillon		Résultats		Valeurs limites (Normes OMS sur les eaux souterraines)	Incertitude de mesure	Méthodes
Description		1282				
Paramètres	Unités	Eau de forage NAMBINGUE SE 8 (F5) 2/12/2018				
PHYSIQUES						
Température	°C	39**		25 °C à 30 °C	-	NF EN ISO 27888
pH	-	10,00**		6,5 < pH < 8,5	-	NF T 90-008
Turbidité	N.F.U	0,33		≤ 5	-	NF EN ISO 7027
Couleur	UCV	2,5		≤ 15	-	NF EN ISO 7887
Conductivité	µS/Cm	570**		≤ 500	-	NF EN ISO 27888
CATIONS						
Calcium (Ca ²⁺)	mg/l	21,0		≤ 100	-	NF EN ISO 11885
Magnésium (Mg ²⁺)	mg/l	14,28		≤ 50	-	NF EN ISO 11885
Fer ferreux (Fe ²⁺)	mg/l	0,01		≤ 0,3	-	NF EN ISO 11885
Fe ³⁺	mg/l	< 0,012		≤ 0,3	-	NF EN ISO 11885
Ammonium (NH ₄ ⁺)	mg/l	0,05		≤ 1,5	-	NF T 90-015-2
ANIONS						
Sodium (Na ⁺)	mg/l	7,1		≤ 200	-	NF EN ISO 11885
Bicarbonate (HCO ₃ ⁻)	mg/l	150		-	-	NF EN ISO 9963-1
Nitrates (NO ₃ ⁻)	mg/l	2,3		≤ 50	-	NF T 90-013
Nitrites (NO ₂ ⁻)	mg/l	0,004		≤ 3	-	NF T 90-012
Sulfates (SO ₄ ²⁻)	mg/l	< 2		≤ 250	-	NF EN ISO 10304-1
Chlorures (Cl ⁻)	mgCl/l	14,20		≤ 250	-	NF EN ISO 9297
Potassium (K ⁺)	mg/l	2,7		≤ 12	-	NF EN ISO 11885
Extrait sec à 105°C	mg/l	294		≤ 1000	-	NF T 90-029
Total solides dissous (TDS)	mg/l	408,07		-	-	NF T 90-111

** Hors spécifications

1/2

§ : Analyse sous - traitée

Ce rapport d'essai est valable uniquement pour le(s) échantillon(s) qui y sont mentionnés. Sa reproduction n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

Koumassi Zone Industrielle, Terminus 05 - 06 BP 2681 Abidjan 06 - République de Côte d'Ivoire
Tél : (+225) 21 36 08 30 * Fax : (+225) 21 36 08 31 * R.C. n° 256327 * C.C. n° 0311305 P
Régime d'imposition : Réel Normal, Centre des Impôts de Marcory
E-mail : bisconmix@avisio.ci / info@labioconmix.com / bisconmixanalytique@yahoo.com
Site Internet : www.labioconmix.com

1/1

E21-ORG-D.03 du 14/08/18

INTERPRETATION DES RESULTATS D'ANALYSE

L'échantillon d'eau de forage prélevé à **NAMBINGUE SE 8 (F5)** est chimiquement consommable mais présente des paramètres physiques tels que la Température, le pH et la Conductivité qui sont supérieurs aux valeurs guides décrites par l'OMS sur les eaux potables. **Effectuez une filtration suivie d'une désinfection au chlore.**

LE DIRECTEUR GENERAL

Roger P. BELE-BINDA



2/2

* Analyse sous - traitée

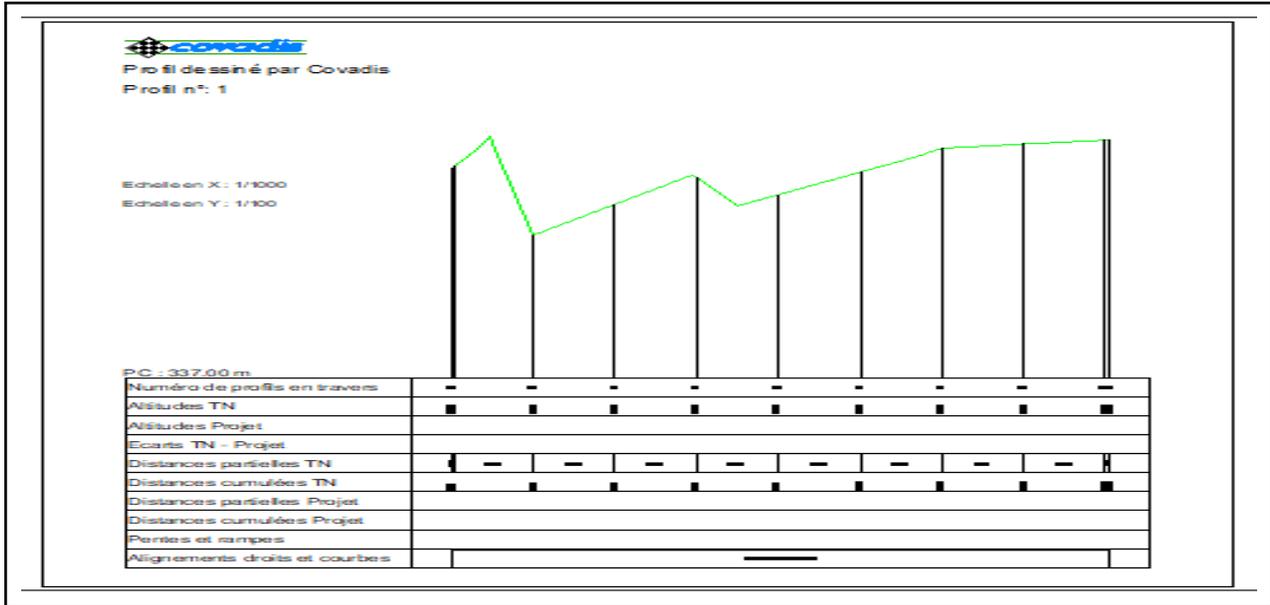
Ce rapport d'essai est valable uniquement pour le(s) échantillon(s) qui y sont mentionnés. Sa reproduction n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

Koumassi Zone Industrielle, Terminus 05 - 06 BP 2681 Abidjan 06 - République de Côte d'Ivoire
Tel : (+225) 21 36 08 30 * Fax : (+225) 21 36 08 31 * R.C n° 256337 * C.C n° 0311305 P
Régime d'imposition : Réel Normal, Centre des Impôts de Marcory
E-mail : biocomex@aviso.ci / info@labobioconex.com / biocomexanalytique@yahoo.com
Site Internet : www.labobioconex.com

1/1

E21-ORG-D.03 du 14/08/18

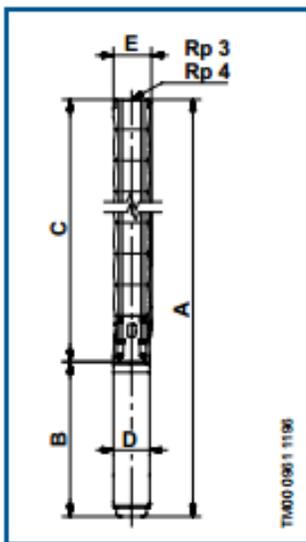
Profil en long du tronçon Réservoir--N1



Annexe 4: Caractéristiques techniques pompe

Caractéristiques techniques Pompes immergées SP 46

Dimensions et poids



Les SP 46-26 à SP 46-28 sont montées dans des chemises avec raccordement R 4.

Type de pompe	Moteur		Dimensions [mm]										Poids Net [kg]
	Type	Puissance [kW]	Raccordement Rp 3				Raccordement Rp 4				B	D	
			A	C	E*	E**	A	C	E*	E**			
SP 46-1-B	MS 4000	1,1	777	364	141		783	370	145		413	95	20
SP 46-1	MS 4000	2,2	817	364	141		823	370	145		453	95	22
SP 46-2-BB	MS 4000	2,2	930	477	141		936	483	145		453	95	24
SP 46-2	MS 4000	3,0	970	477	141		976	483	145		493	95	25
SP 46-3-C	MS 4000	4,0	1163	590	141		1169	596	145		573	95	32
SP 46-3	MS 4000	5,5	1263	590	141		1269	596	145		673	95	37
SP 46-4-C	MS 4000	5,5	1376	703	141		1382	709	145		673	95	39
SP 46-4	MS 4000	7,5	1476	703	141		1482	709	145		773	95	44
SP 46-5	MS 4000	7,5	1589	816	141		1595	822	145		773	95	47
SP 46-3	MS 6000	5,5	1150	606	145	150	1156	612	147	152	544	138	48
SP 46-4	MS 6000	7,5	1293	719	145	150	1299	725	147	152	574	138	52
SP 46-5	MS 6000	7,5	1406	832	145	150	1412	838	147	152	574	138	54
SP 46-6	MS 6000	9,2	1549	945	145	150	1555	951	147	152	604	138	62
SP 46-7	MS 6000	11	1692	1058	145	150	1698	1064	147	152	634	138	68
SP 46-B-C	MS 6000	11	1805	1171	145	150	1811	1177	147	152	634	138	70
SP 46-8	MS 6000	13	1839	1171	145	150	1841	1177	147	152	664	138	73
SP 46-9-C	MS 6000	13	1948	1284	145	150	1954	1290	147	152	664	138	76
SP 46-9	MS 6000	15	1983	1284	145	150	1989	1290	147	152	699	138	80
SP 46-10	MS 6000	15	2096	1397	145	150	2102	1403	147	152	699	138	82
SP 46-11	MS 6000	18,5	2264	1510	145	150	2270	1516	147	152	754	138	90
SP 46-12	MS 6000	18,5	2377	1623	145	150	2383	1629	147	152	754	138	93
SP 46-13	MS 6000	22	2550	1736	145	150	2556	1742	147	152	814	138	101
SP 46-14	MS 6000	22	2663	1849	145	150	2669	1855	147	152	814	138	104
SP 46-15	MS 6000	22	2776	1962	145	150	2782	1968	147	152	814	138	106
SP 46-16	MS 6000	26	2949	2075	145	150	2955	2081	147	152	874	138	114
SP 46-17	MS 6000	26	3062	2188	145	150	3068	2194	147	152	874	138	117
SP 46-18	MS 6000	30	3245	2301	145	150	3251	2307	147	152	944	138	128
SP 46-19	MS 6000	30	3358	2414	145	150	3364	2420	147	152	944	138	130
SP 46-20	MS 6000	30	3551	2607	145	150	3557	2613	147	152	944	138	132
SP 46-21	MMS 6000	37	4145	2720	145	150	4151	2726	147	152	1425	144	185
SP 46-22	MMS 6000	37	4258	2833	145	150	4264	2839	147	152	1425	144	188
SP 46-23	MMS 6000	37	4371	2946	145	150	4377	2952	147	152	1425	144	190
SP 46-24	MMS 6000	37	4484	3059	145	150	4490	3065	147	152	1425	144	193
SP 46-26	MMS 8000	45					4673	3403	192	192	1270	192	278
SP 46-28	MMS 8000	45					4899	3629	192	192	1270	192	284
SP 46-30	MMS 8000	45					5125	3855	192	192	1270	192	290
SP 46-33	MMS 8000	55					5544	4194	192	192	1350	192	314

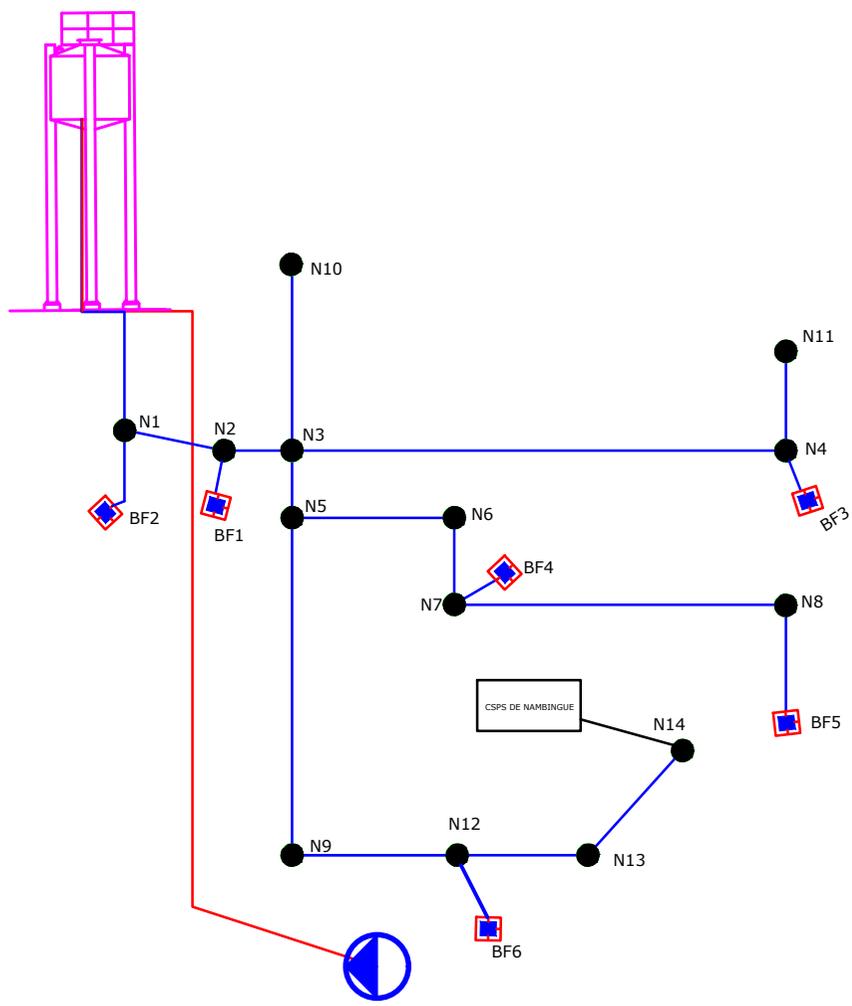
* Diamètre maxi de la pompe avec un câble moteur.

** Diamètre maxi de la pompe avec deux câbles moteur.

Toutes les SP 46 sont également disponibles en version N avec moteurs jusqu'à 30 kW en version R. Voir dimensions ci-dessus.

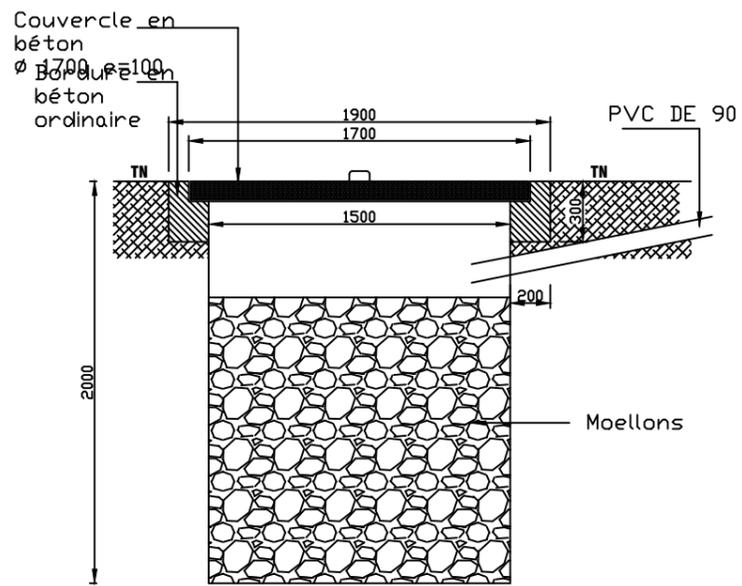
Les SP 46-1 à SP 46-20 sont également disponibles en version R avec moteurs en version R. Voir dimensions ci-dessus.

Autres types de raccordement possibles par brides, voir page 87.

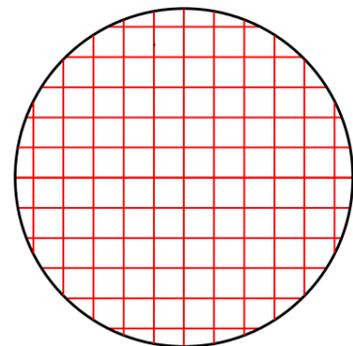
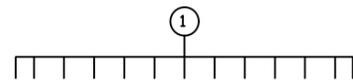


	FORAGE
	CHATEAU D'EAU
	CONDUITE D'ADDUCTION
	CONDUITE DE DISTRIBUTION

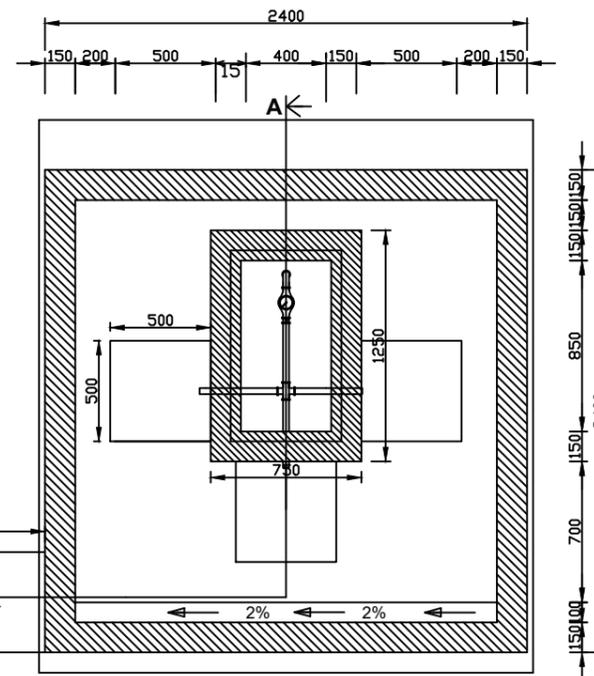
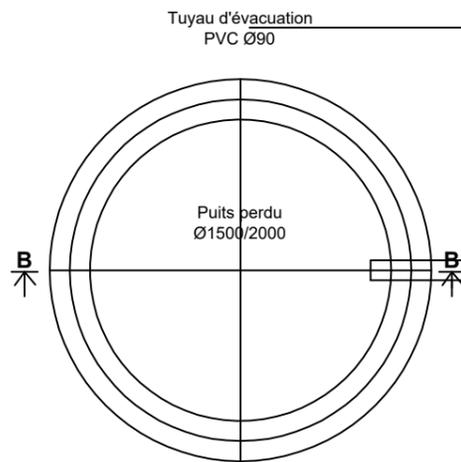
	REPUBLICQUE DE LA COTE D'IVOIRE		
	NOM DU PROJET: ETUDE D AVANT PROJET DETAILLE DES TRAVAUX D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE DE LA LOCALITE DE NAMBINGUE S/P DE OUANGOLODOUOU EN COTE D'IVOIRE		
Par : YAO KOUADIO N° Inscip: 20170414	RESEAU D EAU POTABLE DE NAMBINGUE	Norme : ISO	Ech. : 1/1
Décembre 2020			



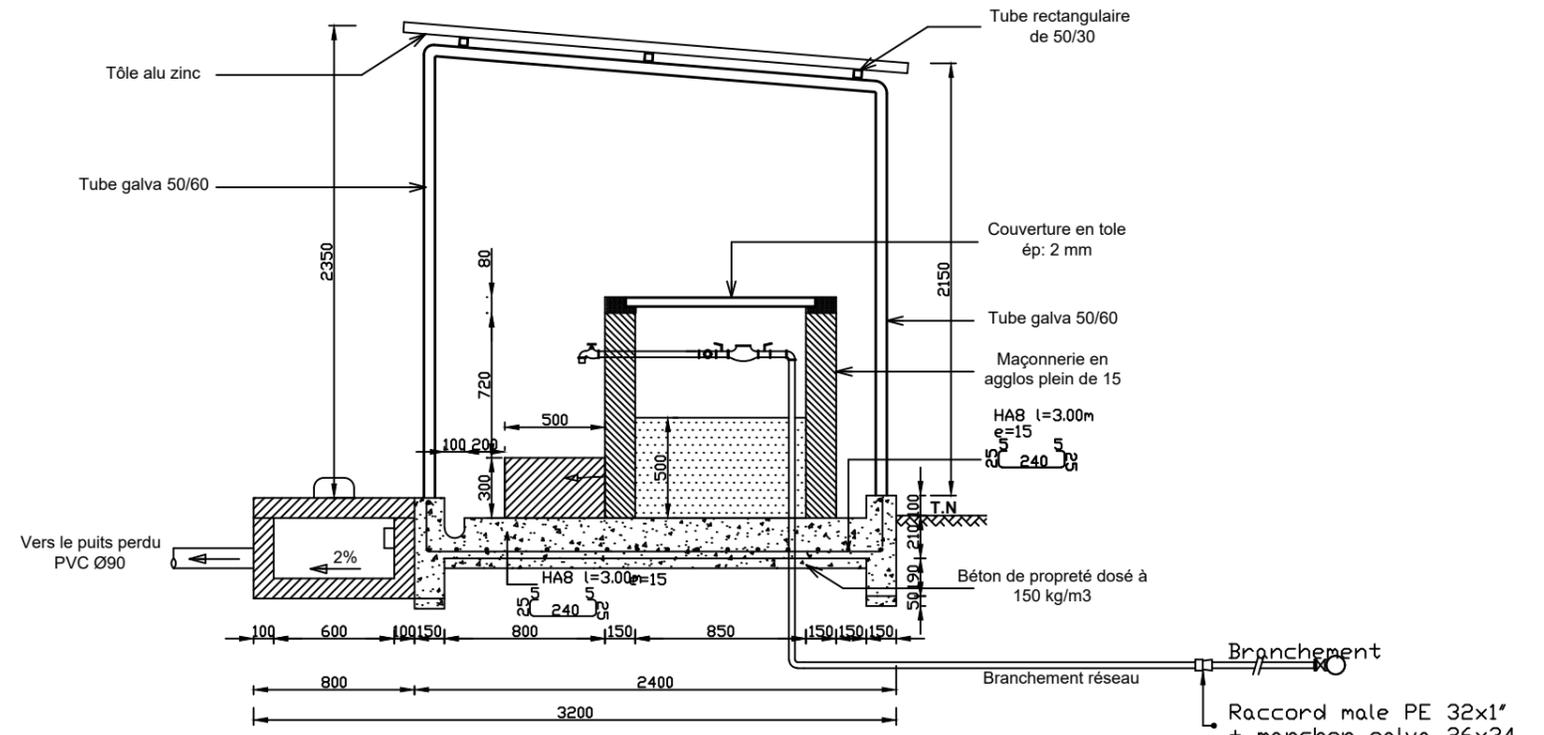
COUPE B-B: Puits perdu



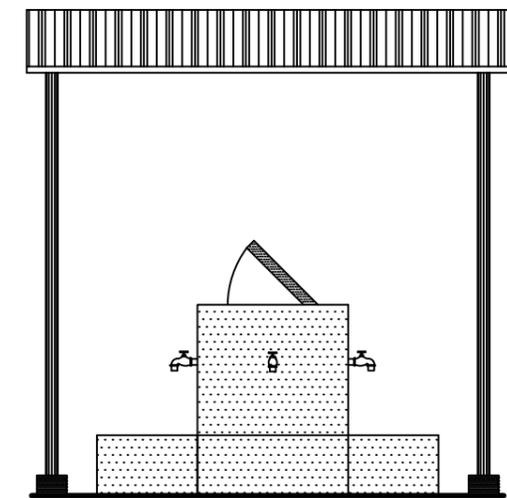
Ferrillage de la dalle de couverture



VUE EN PLAN



COUPE A-A

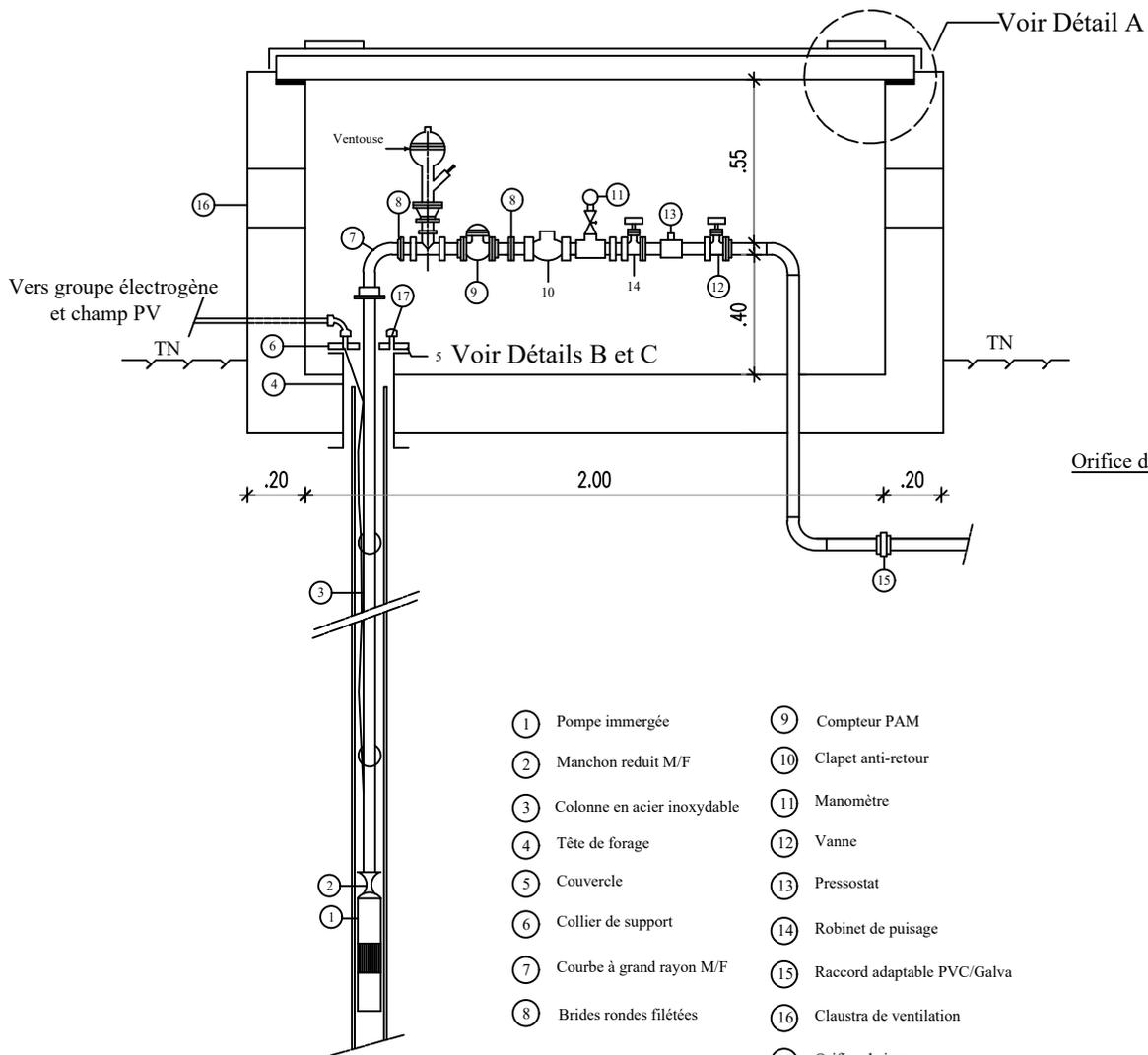


VUE PRINCIPALE

	REPUBLIQUE DE LA COTE D'IVOIRE		
	NOM DU PROJET: ETUDE D AVANT PROJET DETAILLE DES TRAVAUX D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE DE LA LOCALITE DE NAMINGUE S/P DE OUANGOLODOUOU EN COTE D'IVOIRE		
Par : YAO KOUADIO N° Inscip: 20170414		Borne Fontaine	Norme : ISO
Décembre 2020			Ech. : 1/1
			PLAN N°2

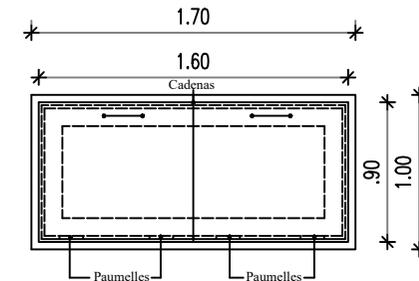
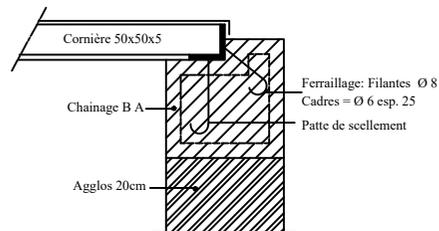
Plan d'aménagement de la tête de forage

COUPE A A 1/200



- | | |
|-------------------------------|-------------------------------|
| ① Pompe immergée | ⑨ Compteur PAM |
| ② Manchon réduit M/F | ⑩ Clapet anti-retour |
| ③ Colonne en acier inoxydable | ⑪ Manomètre |
| ④ Tête de forage | ⑫ Vanne |
| ⑤ Couvercle | ⑬ Pressostat |
| ⑥ Collier de support | ⑭ Robinet de puisage |
| ⑦ Courbe à grand rayon M/F | ⑮ Raccord adaptable PVC/Galva |
| ⑧ Brides rondes filées | ⑯ Claustre de ventilation |
| | ⑰ Orifice de jauge |

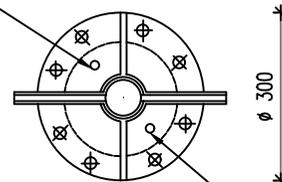
DETAIL A



VUE DE DESSUS

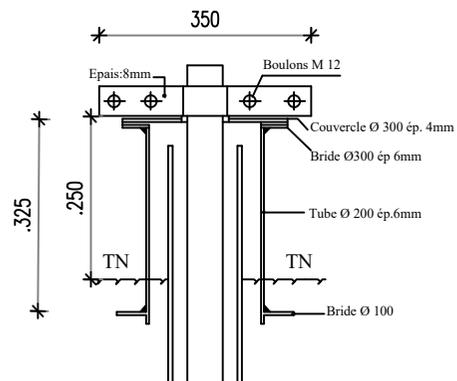
Orifice de jauge

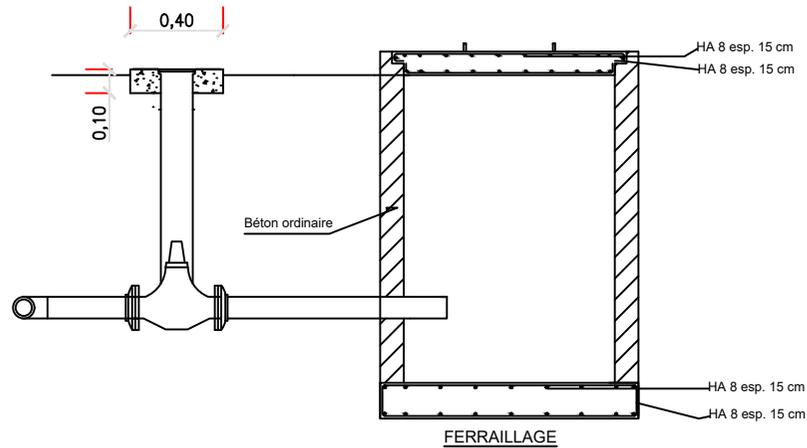
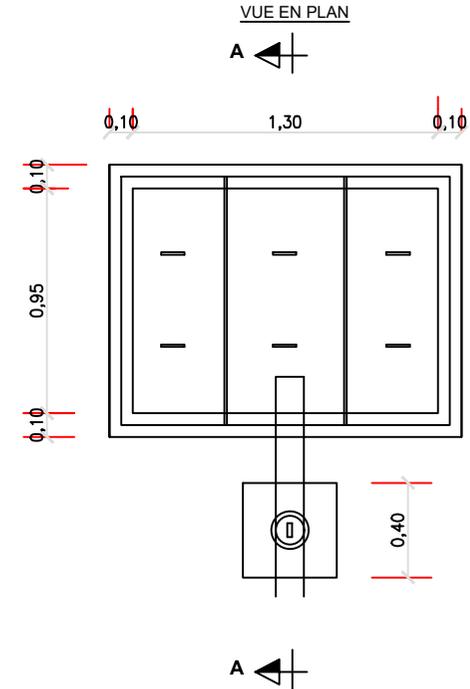
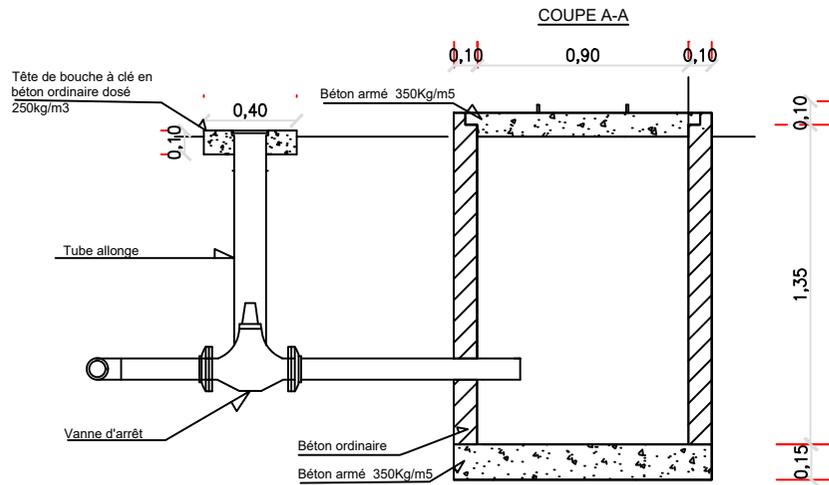
DETAIL B 1/100



Orifice des câbles électrique

DETAIL C 1/100





REPUBLIQUE DE LA COTE D'IVOIRE

NOM DU PROJET: ETUDE D'AVANT PROJET DETAILLE DES TRAVAUX D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE DE LA LOCALITE DE NAMINGUE S/P DE OUANGOLODOUOU EN COTE D'IVOIRE



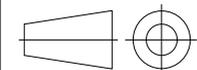
Par : YAO KOUADIO N° Inscrip: 20170414

Ouvrage de vidange

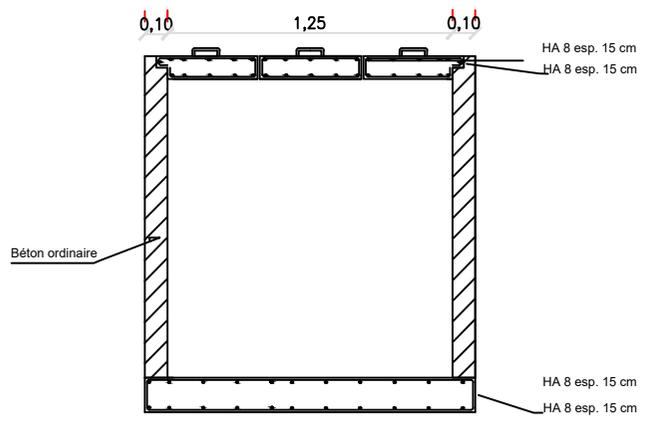
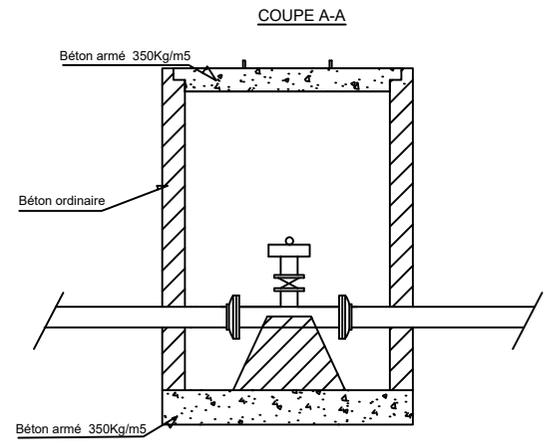
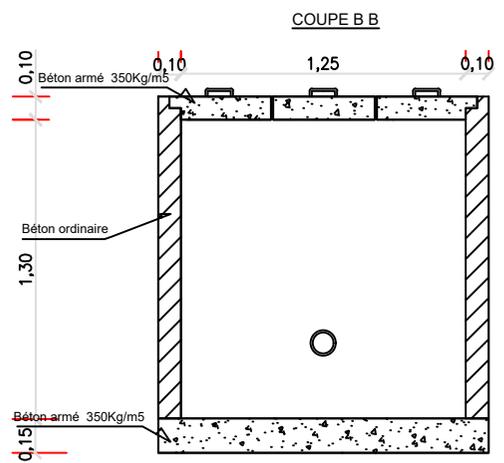
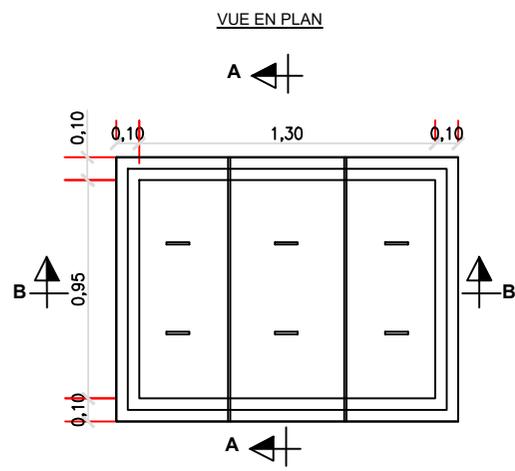
Norme : ISO

Ech. : 1/1

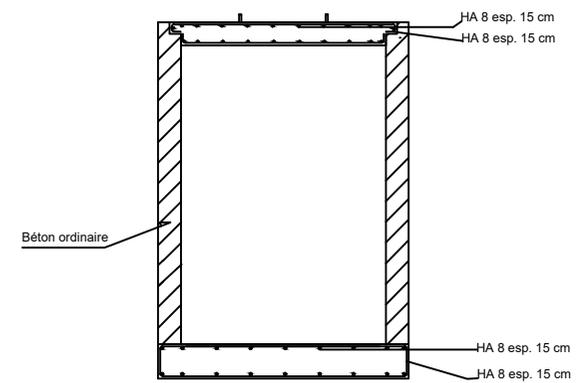
Décembre 2020



PLAN N°4



FERRAILLAGE



FERRAILLAGE



REPUBLIQUE DE LA COTE D'IVOIRE

NOM DU PROJET: ETUDE D AVANT PROJET DETAILLE DES TRAVAUX D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE DE LA LOCALITE DE NAMINGUE S/P DE OUANGOLODOUOU EN COTE D'IVOIRE



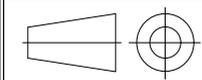
Par : YAO KOUADIO N° Inscip: 20170414

Décembre 2020

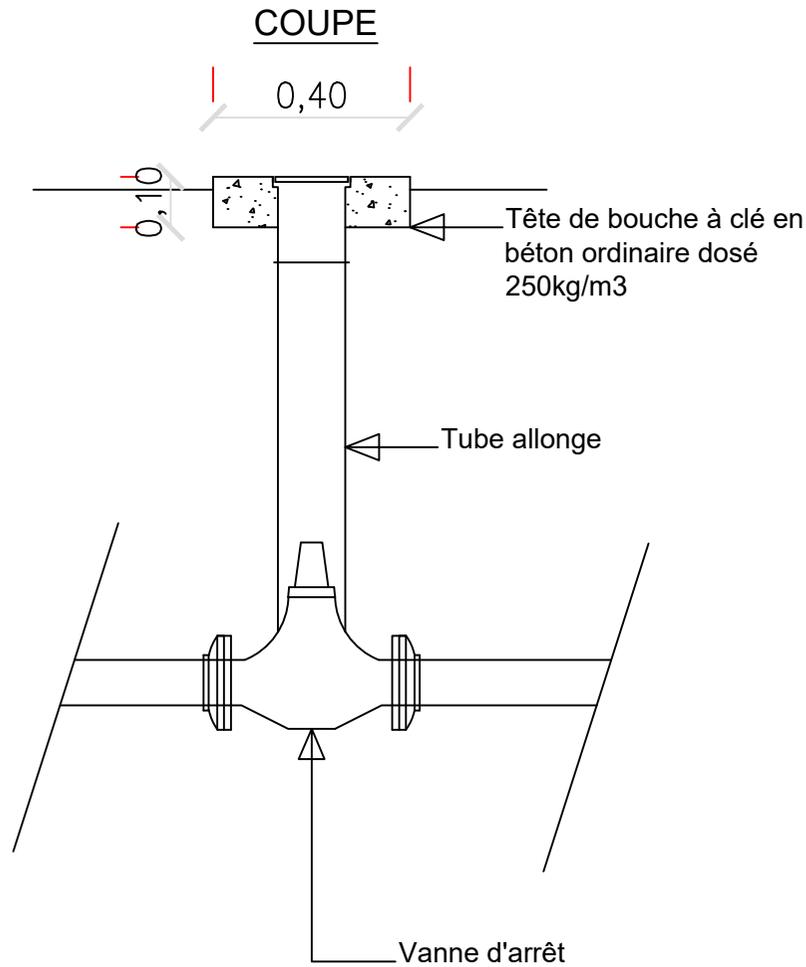
Ventouse

Norme : ISO

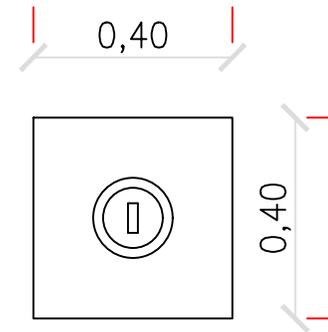
Ech. : 1/1



PLAN N°5



VUE EN PLAN



REPUBLIQUE DE LA COTE D'IVOIRE

NOM DU PROJET: ETUDE D AVANT PROJET DETAILLE DES TRAVAUX D'ALIMENTATION EN EAU
POTABLE DE LA LOCALITE DE NAMINGUE S/P DE OUANGOLODOUOU EN COTE D'IVOIRE



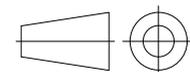
Par : YAO KOUADIO N° Inscip: 20170414

Décembre 2020

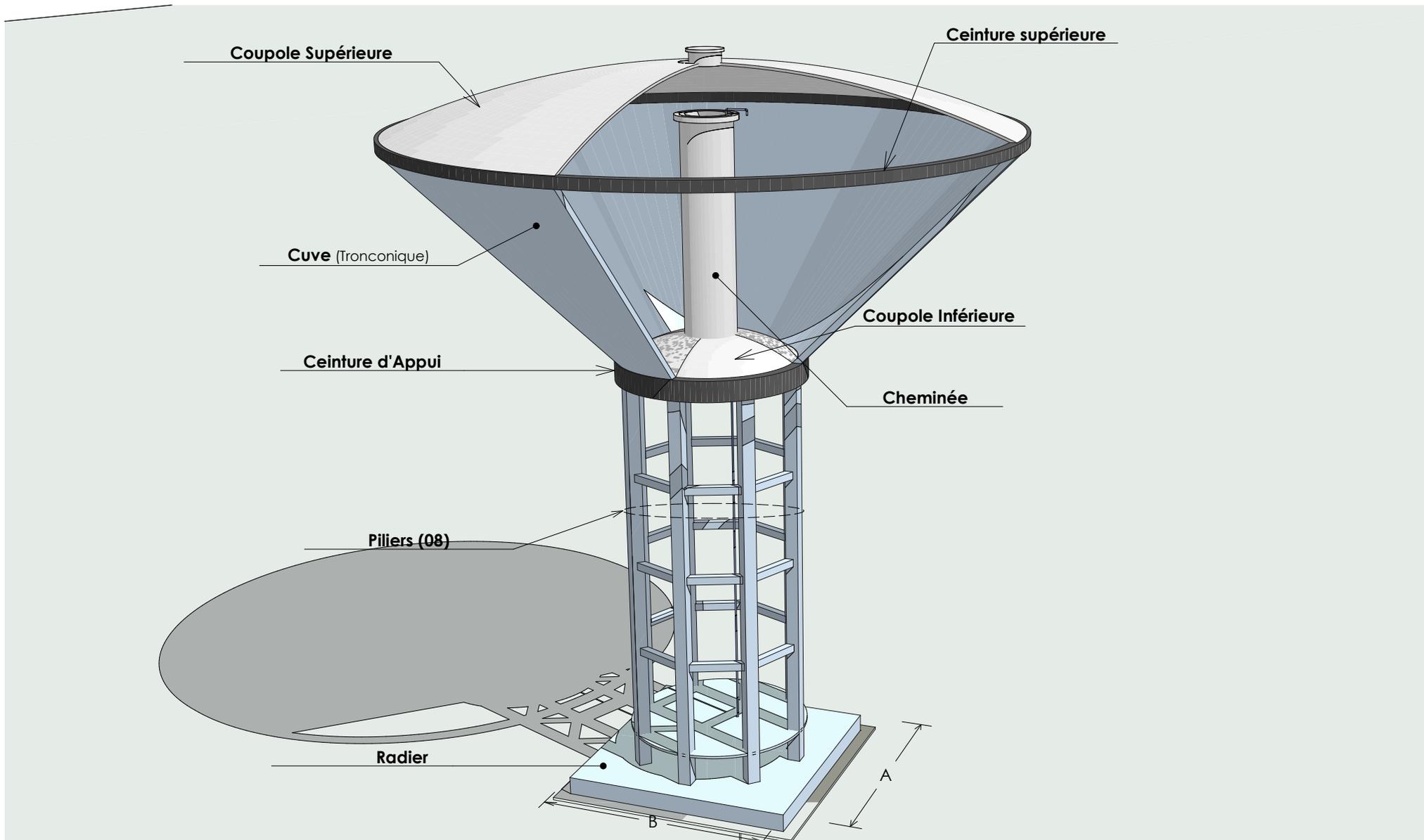
Vanne de sectionnement

Norme : ISO

Ech. : 1/1



PLAN N°6



REPUBLIQUE DE LA CÔTE D'IVOIRE

NOM DU PROJET : ETUDE D'AVANT PROJET DETAILLE DES TRAVAUX D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE DE LA LOCALITE NAMBINGUE S/P DE OUANGOLODOUOU EN COTE D'IVOIRE



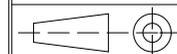
Par : YAO KOUADIO

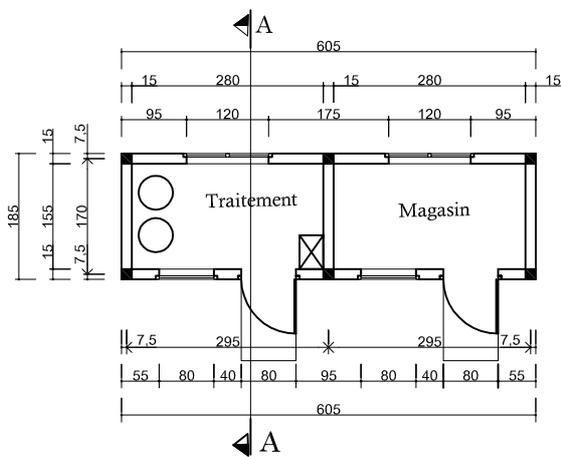
Château d'Eau en Béton Armé

Norme ISO

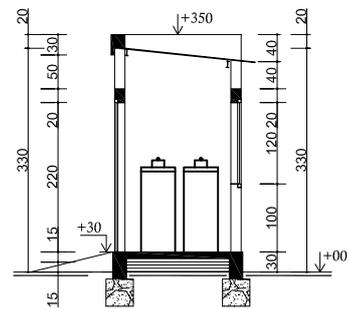
Ech. :

Décembre 2020

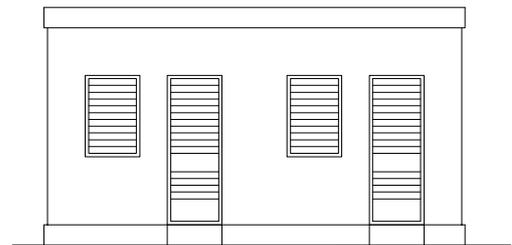




PLAN DE NIVEAU



COUPE A - A



FACADE PRINCIPALE



REPUBLIQUE DE LA COTE D'IVOIRE

NOM DU PROJET : **ETUDE D'AVANT PROJET DETAILLE DES TRAVAUX D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE DE LA LOCALITE DE NAMBINGUE S/P DE OUANGOLODOUGOU EN COTE D'IVOIRE**



Par : YAO KOUADIO N° Inscription : 20170414

**RESEAU D'EAU POTABLE
DE NAMBINGUE**

NORME : ISO

Echelle : 1/1

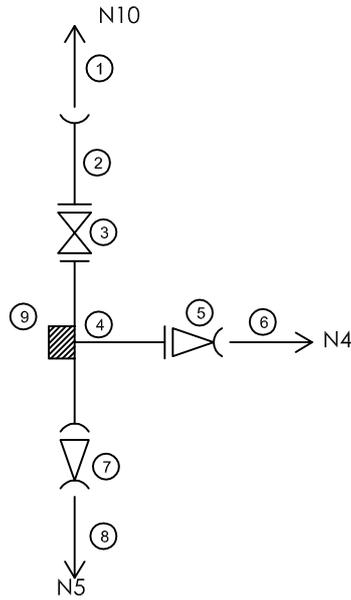
Janvier 2021



Plan N°

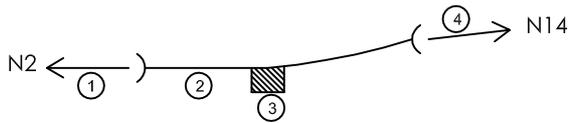
Noeuds	Carnet Noeud	Descriptifs																						
N1	<p>Diagram description: A vertical pipe starts at node N1 (top). It contains a valve (4) and a tee (2). The tee connects to a horizontal pipe leading to node N2. The vertical pipe continues downwards to node BF2. Components are numbered: 1 (PVC DN 160), 2 (Té Réduit Fonte DN 160/ 63), 3 (PVC DN 160), 4 (Vanne DN 63), 5 (Adaptateur DN 63), 6 (PVC DN 63), 7 (Buté).</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Symboles</th> <th>Désignations</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>PVC DN 160</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Té Réduit Fonte DN 160/ 63</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>PVC DN 160</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Vanne DN 63</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Adaptateur DN 63</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>PVC DN 63</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>Buté</td> </tr> <tr> <td>N1</td> <td>Noeud 1</td> </tr> <tr> <td>N2</td> <td>Noeud 2</td> </tr> <tr> <td>BF2</td> <td>Borne Fontaine 2</td> </tr> </tbody> </table>	Symboles	Désignations	1	PVC DN 160	2	Té Réduit Fonte DN 160/ 63	3	PVC DN 160	4	Vanne DN 63	5	Adaptateur DN 63	6	PVC DN 63	7	Buté	N1	Noeud 1	N2	Noeud 2	BF2	Borne Fontaine 2
Symboles	Désignations																							
1	PVC DN 160																							
2	Té Réduit Fonte DN 160/ 63																							
3	PVC DN 160																							
4	Vanne DN 63																							
5	Adaptateur DN 63																							
6	PVC DN 63																							
7	Buté																							
N1	Noeud 1																							
N2	Noeud 2																							
BF2	Borne Fontaine 2																							
N5	<p>Diagram description: A vertical pipe starts at node N5 (top). It contains a valve (3) and a tee (2). The tee connects to a horizontal pipe leading to node N2. The vertical pipe continues downwards to node N9. Components are numbered: 1 (PVC DN 110), 2 (Té de Fonte DN 110), 3 (Vanne DN bude DN90), 4 (Cône réduction DN 110 / 90), 5 (PVC DN 90), 6 (PVC DN 110), 7 (Buté).</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Symboles</th> <th>Désignations</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>PVC DN 110</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Té de Fonte DN 110</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Vanne DN bude DN90</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Cône réduction DN 110 / 90</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>PVC DN 90</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>PVC DN 110</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>Buté</td> </tr> <tr> <td>N6</td> <td>Noeud 6</td> </tr> <tr> <td>N9</td> <td>Noeud 9</td> </tr> </tbody> </table>	Symboles	Désignations	1	PVC DN 110	2	Té de Fonte DN 110	3	Vanne DN bude DN90	4	Cône réduction DN 110 / 90	5	PVC DN 90	6	PVC DN 110	7	Buté	N6	Noeud 6	N9	Noeud 9		
Symboles	Désignations																							
1	PVC DN 110																							
2	Té de Fonte DN 110																							
3	Vanne DN bude DN90																							
4	Cône réduction DN 110 / 90																							
5	PVC DN 90																							
6	PVC DN 110																							
7	Buté																							
N6	Noeud 6																							
N9	Noeud 9																							
N9	<p>Diagram description: A vertical pipe starts at node N9 (top). It contains a tee (2) connecting to a horizontal pipe leading to node N5. The vertical pipe continues downwards to node N5. Components are numbered: 1 (PVC DN 110), 2 (Coude DN 110), 3 (Cône réduction DN 75), 4 (PVC DN 75), 5 (Buté).</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Symboles</th> <th>Désignations</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>PVC DN 110</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Coude DN 110</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Cône réduction DN 75</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>PVC DN 75</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Buté</td> </tr> <tr> <td>N5</td> <td>Noeud 5</td> </tr> </tbody> </table>	Symboles	Désignations	1	PVC DN 110	2	Coude DN 110	3	Cône réduction DN 75	4	PVC DN 75	5	Buté	N5	Noeud 5								
Symboles	Désignations																							
1	PVC DN 110																							
2	Coude DN 110																							
3	Cône réduction DN 75																							
4	PVC DN 75																							
5	Buté																							
N5	Noeud 5																							
N12	<p>Diagram description: A vertical pipe starts at node N12 (top). It contains a valve (6) and a tee (2). The tee connects to a horizontal pipe leading to node N13. The vertical pipe continues downwards to node BF6. Components are numbered: 1 (PVC DN 75), 2 (Té Réduit Fonte DN 160/63), 3 (Buté), 4 (Cône de réduction 50), 5 (PVC DN 50), 6 (Vanne bude DN 63), 7 (Adaptateur 75/ 63), 8 (PVC DN 63).</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Symboles</th> <th>Désignations</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>PVC DN 75</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Té Réduit Fonte DN 160/63</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Buté</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Cône de réduction 50</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>PVC DN 50</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Vanne bude DN 63</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>Adaptateur 75/ 63</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>PVC DN 63</td> </tr> </tbody> </table>	Symboles	Désignations	1	PVC DN 75	2	Té Réduit Fonte DN 160/63	3	Buté	4	Cône de réduction 50	5	PVC DN 50	6	Vanne bude DN 63	7	Adaptateur 75/ 63	8	PVC DN 63				
Symboles	Désignations																							
1	PVC DN 75																							
2	Té Réduit Fonte DN 160/63																							
3	Buté																							
4	Cône de réduction 50																							
5	PVC DN 50																							
6	Vanne bude DN 63																							
7	Adaptateur 75/ 63																							
8	PVC DN 63																							

N3



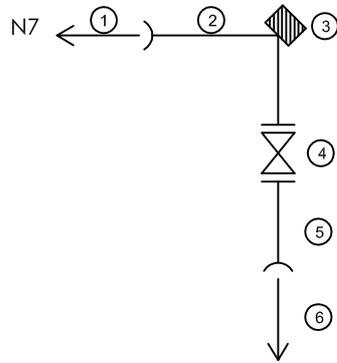
Symboles	Désignations
1	PVC DN 63
2	Adaptateur DN 140
3	Vanne 140
4	Té de réduction Fonte DN 140
5	Cône de réduction Fonte DN 140/ 90
6	PVC DN 90
7	Cône de réduction DN 140/ 110
8	PVC D 110
9	Buté

N13



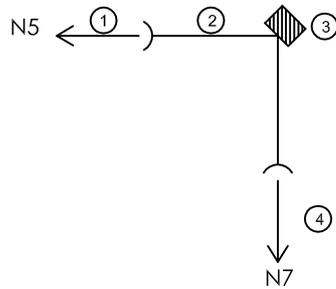
Symboles	Désignations
1	PVC DN 50
2	Coude DN 50
3	Buté
4	PVC DN 50

N8



Symboles	Désignations
1	PVC DN 95
2	Coude DN 90
3	Buté
4	Vanne DN 63
5	Adaptateur 90/ 63
6	PVC DN 63

N6



Symboles	Désignations
1	PVC DN 90
2	Coude DN 90
3	Buté
4	PVC DN 90

N6		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Symboles</th> <th>Désignations</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>PVC DN 90</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Coude DN 90</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Buté</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>PVC DN 90</td> </tr> </tbody> </table>	Symboles	Désignations	1	PVC DN 90	2	Coude DN 90	3	Buté	4	PVC DN 90								
Symboles	Désignations																			
1	PVC DN 90																			
2	Coude DN 90																			
3	Buté																			
4	PVC DN 90																			
N4		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Symboles</th> <th>Désignations</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>PVC DN 90</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Té réduction D90</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Buté</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Cône réduction Fonte DN 50</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>PVC DN 50</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Robinet vanne DN 63</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>Cône de réduction DN 90</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>PVC DN 63</td> </tr> </tbody> </table>	Symboles	Désignations	1	PVC DN 90	2	Té réduction D90	3	Buté	4	Cône réduction Fonte DN 50	5	PVC DN 50	6	Robinet vanne DN 63	7	Cône de réduction DN 90	8	PVC DN 63
Symboles	Désignations																			
1	PVC DN 90																			
2	Té réduction D90																			
3	Buté																			
4	Cône réduction Fonte DN 50																			
5	PVC DN 50																			
6	Robinet vanne DN 63																			
7	Cône de réduction DN 90																			
8	PVC DN 63																			
N11 N10																				
N2		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Symboles</th> <th>Désignations</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>PVC DN 160</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Té réduction DN 160/ 140</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Buté</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Cône réduction 140</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>PVC DN 140</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Robinet vanne DN 63</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>Cône de réduction DN 160/ 63</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>PVC DN 63</td> </tr> </tbody> </table>	Symboles	Désignations	1	PVC DN 160	2	Té réduction DN 160/ 140	3	Buté	4	Cône réduction 140	5	PVC DN 140	6	Robinet vanne DN 63	7	Cône de réduction DN 160/ 63	8	PVC DN 63
Symboles	Désignations																			
1	PVC DN 160																			
2	Té réduction DN 160/ 140																			
3	Buté																			
4	Cône réduction 140																			
5	PVC DN 140																			
6	Robinet vanne DN 63																			
7	Cône de réduction DN 160/ 63																			
8	PVC DN 63																			