Conception et dimensionnement d'un Système d'Approvisionnement en Eau Potable multi-Villages SAEPmV dans les villages de Illagbo, Illaré, Okoto dans l'arrondissement de Akpassi dans la commune de Bantè au Bénin.

MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGENIEUR 2iE AVEC GRADE DE
MASTER
SPECIALITE GENIE DE L'EAU, DE L'ASSAINISSEMENT ET DES AMENAGEMENTS HYDRO-AGRICOLES (GEAAH)

Présenté et soutenu publiquement le 16 Juillet par

Edem Dieuprimo BOKOUE (20160414)

Directeur de mémoire : Dr. Harinaivo Anderson ANDRIANISA, Enseignant-chercheur à 2iE Maitre de Conférences, CAMES

Encadrant 2iE : Dr Lawani Adjadi MOUNIROU, Enseignant-chercheur à 2iE Maitre-Assistant, CAMES

Maître de stage : Lucie KABORE, Ingénieure hydraulicienne à DIGITAL GROUP SARL

Structure d'accueil du stage : DIGITAL GROUP SARL

Jury d'évaluation du mémoire :

Président : **Pr Mahamadou KOITA**

Membres et correcteurs : **Dr Moussa Diagne FAYE**

Dr Axel BELEMTOUGRI

Promotion [2025. /2026]

DÉDICACES

Nous dédions ce mémoire à :

- ♣ Dieu tout puissant, qui nous a accompagnés depuis notre premier jour à 2iE et nous a fortifiés durant toutes les étapes de cette formation.
- ♣ Notre père Eugène BOKOUE BESSAN qui a tout donné pour nous offrir à nous ses enfants la meilleure des éducations qui soient ;
- ♣ Notre tendre mère Clémentine ASSIGNON pour son soutien émotionnel et spirituel ;
- ♣ Nos frères David, Caleb et notre sœur Claudia.
- ♣ Nos amis et amies faisant partie intégrante de notre famille, Emmanuel GOGOUA, Hubert ALLADAGBE, Jaïrus MBALI, Maxime BAZEMO, Crispus DANDAHO, Miché TEBE, Anselme KPAKE, Monbonheur Fidèle LOKOSSOU, Wendy EDOU, Priscille DOSSA, Élisabeth DJIGUEMDÉ.

REMERCIEMENTS

Nous ne pourrions aborder ce mémoire sans adresser nos vifs et sincères remerciements à :

- L'Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement qui grâce à son corps professoral et administratif nous a donné à la fois toutes les compétences techniques mais aussi humaines pour faire de nous un ingénieur de qualité au service de l'Afrique et du monde.
- Professeur Harinaivo Anderson ANDRIANISA, Chef du département de Génie de l'Eau, de l'Assainissement et des Aménagements Hydro-Agricoles;
- Docteur Lawani A. MOUNIROU, Enseignant-Chercheur en Hydraulique et Hydrologie appliquée à 2iE, notre encadrant interne, pour toutes ses orientations, ses remarques et tout l'amour de l'ingénierie de l'eau qui nous a transmis lors de notre formation et de cet encadrement malgré son programme bien chargé et ses multiples occupations ;
- M. Aristide KOBA, Directeur Général de Digital Group Sarl au Bénin pour nous avoir permis d'effectuer notre stage de fin d'études au sein de Digital Group Sarl ;
- Mme Lucie KABORE, notre maître de stage, Ingénieure Hydraulicienne à Digital Group Sarl pour son encadrement, ses conseils et tout son soutien au cours de notre stage et dans la rédaction de ce mémoire ;
- M. Julien OGA, Directeur Technique à Digital Group Sarl pour tous ses conseils et ses directives qui nous ont permis de bien comprendre le fonctionnement des projets en Eau au Bénin ;
- M. Jérémie ADOMAHOU, Ingénieur Hydraulicien pour ses conseils et son soutien durant toute notre formation ;
- M. ACAKPO, Ingénieur Hydraulicien pour son appui et son soutien durant notre formation ;
- **À** l'ensemble du personnel de Digital Group Sarl pour leur courtoisie et disponibilité durant toute la durée de notre stage.

RESUME

Le présent mémoire porte sur la conception et le dimensionnement d'un Système d'Approvisionnement en Eau Potable multi-Villages (SAEPmV) pour les villages de Illagbo, Illaré et Okoto situés dans l'arrondissement d'Akpassi dans la commune de Bantè au Bénin. Cette étude vient participer à l'amélioration de l'approvisionnement en eau potable de ses villages. La méthodologie utilisée s'appuie sur les directives nationales en matière d'approvisionnement en eau en vigueur au Bénin. Les projections démographiques à l'horizon du projet fixé à 2048 donnent une population estimée à 36 348 habitants pour une demande en eau journalière de 1401,88 m^3/j. Pour répondre à ces besoins, les eaux souterraines sont mobilisées au moyen de l'exploitation de deux forages : un premier forage d'un débit de 40m^3/h pour une HMT de 60 mCE équipé d'une pompe SP46-7 ; le deuxième offrant un débit de 20 m^3/h pour une HMT de 120 mCE équipé d'une pompe SP 32-12. Le cumul des deux forages (60 m^3/h) ne couvre que les besoins en eau jusqu'à l'année 2038. De nouveaux forages devront être réalisés pour satisfaire les besoins en eau à l'horizon du projet. L'eau mobilisée est stockée dans un réservoir de forme tronconique en béton armé ayant une capacité de 400 m^3. Le réseau de distribution est de type ramifié avec un linéaire de 9571,62 ml de conduite PEHD PN10 qui alimente 19 bornes fontaines. Les vitesses sont comprises entre 0,31 à 0,63 m/s et des pressions entre 10 à 38,75 mCE. Le réseau est alimenté par des groupes électrogènes de 20kVA avec une possible connexion au réseau électrique national. Le projet est estimé à environ 1,04 milliard FCFA TTC avec un prix de vente de 500 F le mètre cube. L'affermage sera le mode de gestion retenu.

Mots Clés :

1-Akpassi

2- Bantè

3-Distribution

4-Ramifié

5-SAEP

ABSTRACT

This thesis focuses on the design and sizing of a multi-village drinking water supply system (SAEPmV) for the villages of Illagbo, Illaré, and Okoto, located in the Akpassi district of the Bantè municipality in Benin. This study aims to contribute to improving the drinking water supply for these villages. The methodology employed is based on the national water supply guidelines currently in force in Benin. Population projections for the project horizon of 2048 estimate the population at 36,348 inhabitants, with a daily water demand of 1401.88 m³/day. To meet these needs, groundwater is sourced via two boreholes : the first with a flow rate of 40 m³/h and a total dynamic head (TDH) of 60 mWC, equipped with an SP46-7 pump; the second with a flow rate of 20 m³/h and a TDH of 120 mWC, equipped with an SP32-12 pump. The combined output of the two boreholes (60 m³/h) covers water needs only up to the year 2038; additional boreholes will need to be drilled to meet water requirements by the project horizon. The extracted water is stored in a 400 m³ reinforced concrete tank with a truncated-cone shape. The distribution network is a branched system comprising 9,571.62 linear meters of HDPE PN10 piping, supplying 19 standpipes. Flow velocities range from 0.31 to 0.63 m/s, and pressures range from 10 to 38.75 mWC. The network is powered by 20 kVA generator sets, with the option of connecting to the national electricity grid. The project is estimated at approximately CFA 1.04 billion (inclusive of all taxes), with a selling price of CFA 500 per cubic meter. A lease-management arrangement has been selected as the management model.

1-Akpassi

2- Bante

3 - Distribution

4 - Ramified

5 - Water Supply System

LISTE DES ABREVIATIONS

ABE : Agence Béninoise pour l'Environnement

AEV : Adduction en Eau Villageoise

ANAEPMR : Agence Nationale d'Approvisionnement en Eau Potable en Milieu Rural

BF : Borne Fontaine

BP : Branchement Particulier ou Branchement Privée

DN : Diamètre Nominal

FD : Fonte Ductile

HMT : Hauteur Manométrique Totale

kW : Kilowatt

mCE : Mètre Colonne d'Eau (unité de pression)

PEA : Poste d'Eau Autonome

PN : Pression Nominale

ProSAD : Programme Spécial d'Aménagement et de Développement

Pforr : Program for Results (Programme axé sur les résultats)

SAEPmV : Système d'Approvisionnement en Eau Potable multi-Villages

SBEE : Société Béninoise d'Énergie Électrique

SONEB : Société Nationale des Eaux du Bénin

SOMMAIRE

DÉDICACES ..... **i**

REMERCIEMENTS ..... **ii**

RESUME ..... **iii**

LISTE DES ABREVIATIONS ..... **v**

LISTE DES TABLEAUX ..... **ix**

LISTE DES FIGURES ..... **x**

FICHE SIGNALÉTIQUE ..... **xi**

INTRODUCTION ***1***

I. PRÉSENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL ET DE LA ZONE D'ÉTUDE 2

Présentation de la structure d'accueil **2**

I.1.1. Présentation générale de la structure 2

I.1.2. Domaines d'interventions 2

I.1.3. Organigramme de la structure 2

Présentation de la zone d'étude **4**

I.1.4. Localisation de la zone d'étude 4

I.1.5. Caractéristiques physico-naturelles 5

I.1.6. Contexte socio-économique 6

II. PRÉSENTATION DU PROJET ***7***

Contexte et justification **7**

Problématique **7**

Objectifs et résultats attendus de l'étude **7**

II.1.1. Objectif global 7

II.1.2. Objectifs spécifiques 7

II.1.3. Résultats attendus de l'étude 8

III. MÉTHODOLOGIE ***8***

Recherche documentaire **8**

Traitement des données et rédaction du mémoire **8**

Méthodes de conception du projet **9**

III.1.1. Horizon du dimensionnement 9

III.1.2. Évaluation de la démographie et population à desservir 9

III.1.3. Évaluation des besoins/Demande en eau 10
III.1.4. Rendement du réseau 12
III.1.5. Calcul des besoins journaliers moyens totaux 12
III.1.6. Calcul des différents débits et diamètres des conduites 13
III.1.7. Vitesse et pression 17
III.1.8. Pertes de charge 17
III.1.9. Côte du radier 18
III.1.10. Disponibilité de la ressource en eau 18
III.1.11. Calcul du coût de revient du mètre cube d'eau 19

IV. ÉTUDE TECHNIQUE 20

Diagnostic des infrastructures hydrauliques présentes dans la zone d'étude 20

Évaluation de la population et des besoins en eau 21

IV.1.1. Évaluation des consommateurs à l'horizon 2048 21
IV.1.2. Évaluation des besoins et demandes en eau 21
IV.1.3. Calcul des débits d'adduction et de distribution 22

Dimensionnement des équipements du systèmes 23

IV.1.4. Du forage au refoulement 23
IV.1.5. Générateurs 30
IV.1.6. Stockage 31
IV.1.7. Traitement de l'eau 32

Dimensionnement du réseau de distribution 33

IV.1.8. Tracé du réseau 33

V. OUVRAGES ANNEXES SUR LE RESEAU 41

VI. MODE DE GESTION DU SYSTEME D'ALIMENTATION EN EAU 41

VII. ÉTUDE DES COÛTS 42

Calcul du coût du projet 42

Calcul du prix de revient de l'eau 43

VIII. NOTICE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL 45

Rappel des composantes et phases du projet 45

Identification et évaluation des impacts 45

Plan de gestion environnemental et social 46

VIII.1.1. Mesures d'atténuation, de compensation et de bonification 46

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS 48

BIBLIOGRAPHIE ***49***

ANNEXES ..... ***i***

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Position géographique des villages 2
Tableau 2: Répartition des infrastructures hydrauliques 5
Tableau 3 : Les horizons du projet 6
Tableau 4: Directives nationales pour les consommations spécifiques 7
Tableau 5: Coefficients de variations 9
Tableau 6: Formules empiriques 12
Tableau 7: Forages réalisés pour le SAEP de Akpassi 16
Tableau 8: Evaluation de population 17
Tableau 9: Besoin en eau 17
Tableau 10 : Débits d'adduction et de distribution 18
Tableau 11: Localisation et caractéristiques des forages retenus 19
Tableau 12 : Colonne d'exhaure et colonne montante 20
Tableau 13 : Diamètre de la conduite de refoulement du forage F3 20
Tableau 14 : Diamètre de la conduite de refoulement du forage F4 21
Tableau 15: Calcul de la HMT 22
Tableau 16: Coup de bélier 23
Tableau 17: Choix de la pompe 23
Tableau 18: Détermination du point de fonctionnement de la pompe 24
Tableau 19: Détermination du point de fonctionnement de la pompe 25
Tableau 21: Caractéristiques du réservoir 27
Tableau 22:Chloration de l'eau 28
Tableau 23: Diamètre des conduites de distribution 31
Tableau 24: Vitesse et Pressions 32
Tableau 25 : Etat des arcs 34
Tableau 26: Etat des nœuds 35
Tableau 27: Emplacements des bornes fontaines 36
Tableau 28:Devis estimatif du projet 38
Tableau 29: Les amortissements 39
Tableau 30: Les charges du système 40
Tableau 31: Prix de revient 40
Tableau 32: Les impacts du projet 41

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Structuration organisationnelle de la structure d'accueil 2
Figure 2: Localisation de la zone d'étude 4
Figure 3: Détermination du point de fonctionnement de la pompe SP 46-7..... 29
Figure 4:Détermination du point de fonctionnement de la pompe SP 32-12**Erreur ! Signet non défini.**
Figure 5: Tracé du réseau 34
Figure 6 : Simulation Epanet..... 37

FICHE SIGNALÉTIQUE

CADRE INSTITUTIONNEL			
Maître d'Ouvrage	ANAEPMR		
Financement	Banque mondiale, Pforr		
Structure de mise en œuvre / supervision et contrôle	DIGITAL GROUP		
LOCALISATION			
Département	Collines		
Commune	Bantè		
Arrondissement	Akpassi		
Villages bénéficiaires	Ilagbo, Illaré, Okoto		
DONNEES SOCIO-ECONOMIQUES			
Population de référence touchée par le projet (RGPH 2013)	10 830		
Population projetée à l'an 2048	36 348		
Taux d'accroissement de la population (%)	3,52%		
RESULTAT DE L'ETUDE TECHNIQUE	**Horizon 2028**	**Horizon 2038**	**Horizon 2048**
ESTIMATION DES BESOINS			
Population totale	18 197	25 718	36 348
Taux de desserte en eau par branchement particulier (%)	50	80	100
Taux de desserte en eau par borne fontaine (%)	50	20	0
Consommation spécifique (l/j/hbt) aux Branchements privés	10	12	15
Consommation spécifique (l/j/hbt) aux Bornes fontaine	8	10	12
Demande en eau du jour de pointe (m^3/j)	374,30	721,95	1401,88
FORAGES A EXPLOITER			
Temps de pompage retenu (h)	14		
Débit d'exploitation retenu (m^3/h)	F3 : Q = 40m^3 /h ; F4 : Q = 20 m^3/h ;		
Nombre de forages retenus	2		
Profondeur (m) de la pompe	F3 = 22 m ; F4 = 77 m		
Niveau Dynamique max (m) pour chaque forage	F3 = 13 m ; F4 = 72 m		
ELECTROPOMPE			
HMT de la pompe (m) pour chaque pompe	F3 : 60 m, F4 : 120 m,		
Type de pompe	F3: Grundfos SP46 -7 F4: Grundfos SP32-12,		
Rendement des pompes (%)	F3 : 73,4%, F4 :72,7%		
Puissance du moteur (kW)	F3= 12,1 kW, F4= 10,33 kW		
SOURCE D'ENERGIE			
Energie	Groupe électrogène		
REFOULEMENT			
Longueur Total de conduite (m)	2486,76 ml		
Conduite totalement en PEHD PN16			

DISTRIBUTION	
Type réseau	Ramifié
Longueur de conduite (m)	9 571,62 ml
Tuyaux PeHD PN10 DE 75	6220,24 ml
Tuyaux PeHD PN10 DE 90	518,42 ml
Tuyaux PeHD PN10 DE 110	148,32 ml
Tuyaux PeHD PN10 DE 125	754,60 ml
Tuyaux PeHD PN10 DE 160	254 ml
Tuyaux PeHD PN10 DE 180	189 ml
Tuyaux PeHD PN10 DE 225	281 ml
Tuyaux PeHD PN10 DE 250	208 ml
Tuyaux PeHD PN10 DE 280	997,88 ml
POINTS DE DESERTES	
Nombre total de BF à réaliser	19
CHÂTEAU D'EAU	
Volume (m^3)	400
Nature et forme de la cuve	Tronconique en béton armé
Côte TN (m)	282
Hauteur sous cuve (m)	11
Hauteur utile de la cuve (m)	9,79
BATIMENTS D'EXPLOITATION	
Clôture grillée avec accès de 25 m x 25 m autour du château	01
Clôture grillagée équipée d'une porte d'accès verrouillable	01
Abri groupe électrogène	02
Local d'exploitation	02
Local de dosage	02
Latrine VIP et une douche	02
Bureau + magasin + local gardien	02
ASPECTS FINANCIERS / GESTION	
MONTANT TOTAL HORS TVA	**883 889 295**
MONTANT DE LA TVA 18 %	**159 100 073**
MONTANT TOTAL FCFA TTC	**1 042 989 368**
Mode de gestion de l'AEPS	Affermage

INTRODUCTION

« L'accès universel à l'eau potable constitue la cible 6.1 des Objectifs de développement durable et l'un des axes prioritaires du Programme d'action du Gouvernement béninois. En milieu rural, l'ANAEPMR estimait le taux d'accès national à 79,4 % en 2022» Dans le but d'assurer une couverture totale sur le plan national, depuis 2016, l'État béninois a lancé plusieurs programmes pour l'approvisionnement en eau potable dont le programme ProSAD (Programme Spécial d'Aménagement et de Développement) qui touchera principalement la commune de Bantè . Avec pour financement la Banque mondiale, le programme ProSAD s'étend sur plusieurs villages de la commune de Bantè à travers l'installation d'un système d'approvisionnement en eau potable.

Il nous a été confié l'étude de conception et de dimensionnement d'un système d'approvisionnement en eau potable multi villages dans l'arrondissement d'Akpassi dans la commune de Bantè. Les résultats obtenus sont présentés dans ce mémoire. Il s'agira dans ce travail : d'évaluer les besoins en eau de la population ; identifier la ressource en eau pour l'approvisionnement en eau ; identifier les potentiels points d'implantation sociale des sites des Bornes Fontaines (BF) ; dimensionner le réseau d'adduction et de refoulement; estimer la capacité de stockage du réservoir; réaliser l'étude financière du projet; réaliser la notice d'impact environnemental et sociale du projet et produire les différentes notes de calculs du système d'approvisionnement en eau potable multi village (SAEPmV) appuyé par les différents plans de conception.

I. PRÉSENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL ET DE LA ZONE D'ÉTUDE

PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL

I.1.1. Présentation générale de la structure

DIGITAL GROUP SARL est une société de droit béninois créée en 2009 en tant que Bureau d'études d'Ingénieurs-Conseils indépendants. Ses activités englobent tous les secteurs du développement des zones rurales et urbaines. Solidement établi dans le secteur de l'ingénierie, DIGITAL GROUP s'efforce d'accompagner chacun de ses clients de la manière la mieux adaptée à ses besoins dans une relation de proximité et de confiance. Il intervient essentiellement au Bénin et dans les pays de la sous-région (Congo, Niger, Togo, Burkina Faso etc.). Ses clients sont : les institutions gouvernementales, les organismes internationaux, les investisseurs privés, les collectivités rurales. Il est dirigé par Monsieur KOBA K. B. Aristide, Ingénieur Génie Rural.

Les informations suivantes sont des informations complémentaires sur notre structure d'accueil.

Dénomination : DIGITAL GROUP SARL

Situation Géographique : Abomey-Calavi, ZOCA

Téléphone : (+229) 01 96 10 81 20

E-mail : digitalbenin@yahoo.fr

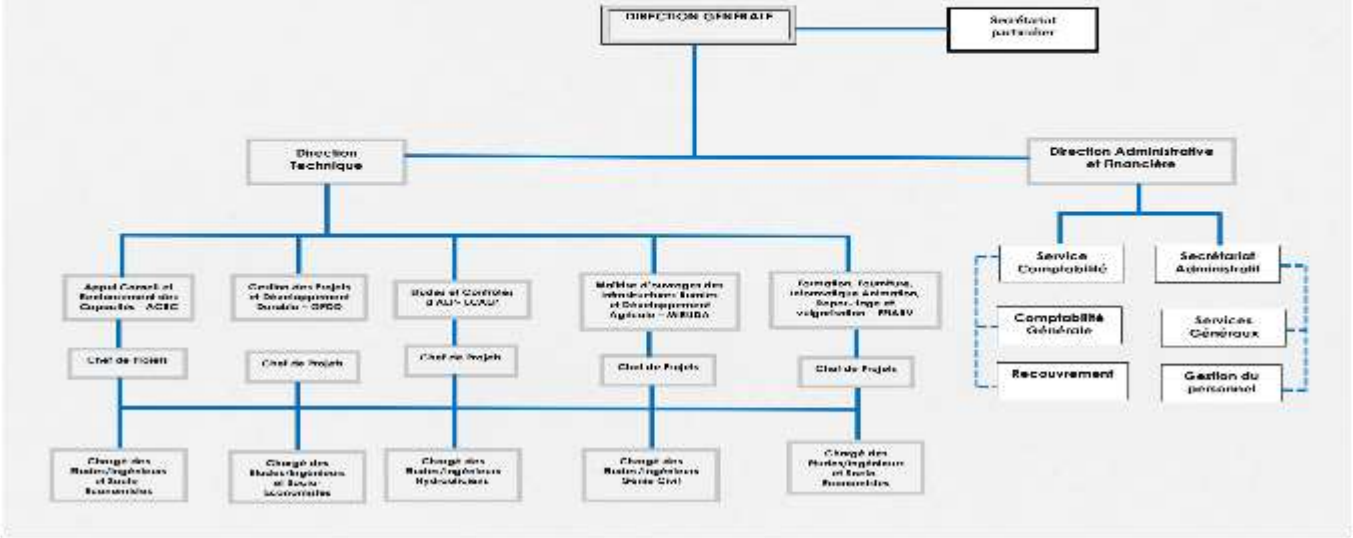
I.1.2. Domaines d'interventions

Ses domaines d'activités sont principalement : Irrigation-drainage des plaines rizicoles ; Adduction d'eau potable en milieu rural et urbain ; Assainissement urbain ; Voirie urbaine et rurale ; Adduction, distribution et traitement de l'eau ; Energie ; Génie Civil et constructions métalliques.

I.1.3. Organigramme de la structure

La figure 1 présente l'organigramme hiérarchique de Digital Group montrant chaque département et services.

ORGANIGRAMME HIÉRARCHIQUE DE DIGITAL GROUP



PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

I.1.4. Localisation de la zone d'étude

La zone d'étude illustrée par la figure 2 est située dans l'arrondissement d'Akpassi dans la commune de Bantè. La commune de Bantè compte 49 villages regroupés en neuf (09) arrondissements que sont : Agoua, Akpassi, Atokoligbé, Bantè, Bobè, Gouka, Koko, Lougba et Pira. Quatre (04) arrondissements sont limitrophes à celui d'AKPASSI. Il s'agit des arrondissements de Pira, Bobè, Bantè et Lougba.(*Monographie de la communne de Bantè*, 2006).

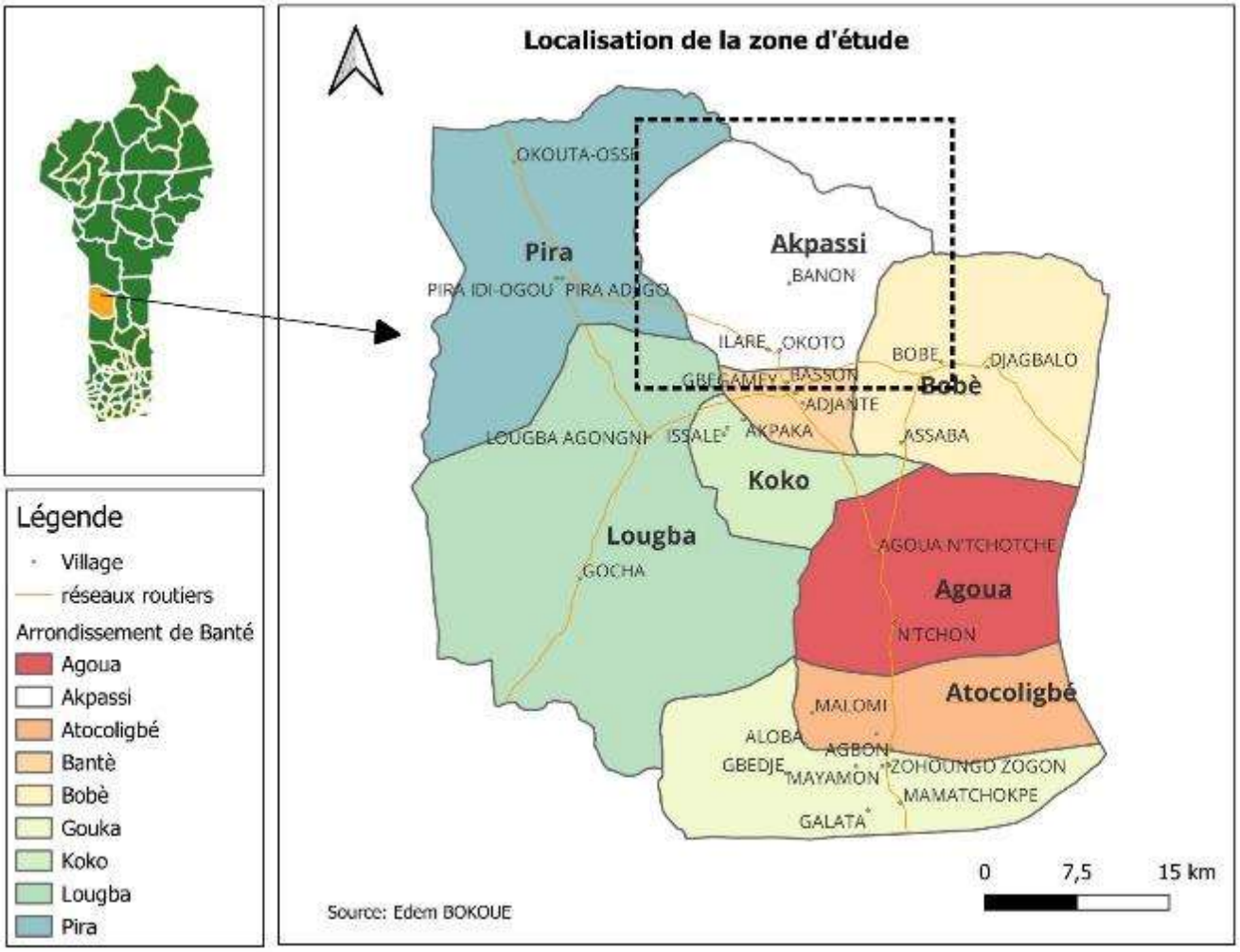


Figure 2: Localisation de la zone d'étude

La position géographique des villages concernés par le projet est présentée dans le tableau 1 :

Tableau 1 : Position géographique des villages

Arrondissement	Villages	Coordonnées géographiques			Système de projection
		X	Y	Z	
Akpassi	**ILLAGBO**	377574.59	933384.60	273.57	WGS 84 / UTM Zone 31N
Akpassi	**ILLARE**	377374.25	933768.12	278.83	
Akpassi	**OKOTO**	376850.65	933226.63	263.85	

Source : (*Rapport Forages pour SAEP d'Akpassi*, 2023)

I.1.5. Caractéristiques physico-naturelles

I.1.5.1. Relief et sols

La commune de Bantè a un relief composé de 70% de plateau, 20% de collines d'altitudes variant entre 200 m et 400 m (les plus élevées sont KOUBETE et OLADJE) et de 10% de bas-fonds.
Les types de sols rencontrés sont :

- Sols argilo- sablonneux aptes à la culture du coton, d'igname et de fruitiers ;
- Sols ferrugineux- tropicaux propices à une gamme variée de cultures vivrières telles que : le maïs, le niébé, l'arachide, etc ;
- Sols hydromorphes des bas-fonds favorables à la culture du riz et au maraîchage. (*Monographie de la commune de Bantè*, 2006).

I.1.5.2. Climat et pluviométrie

La commune de Bantè se trouve dans une transition entre le climat subéquatorial du Bénin méridional et le climat soudano-guinéen du Bénin septentrional, il est marqué par :

- Une (01) saison sèche qui s'étend de décembre à mars ;
- Une (01) saison pluvieuse qui s'étend d'Avril à Novembre.

La pluviométrie est comprise entre 600 mm et 1334 mm. Les mois de juin et d'août sont considérés comme les mois les plus humides tandis que les mois de décembre et janvier sont les mois les plus secs. La température est comprise entre 10°C et 43°C (*Monographie de la commune de Bantè*, 2006).

I.1.5.3. Hydrographie

La Commune de Bantè est traversée par la rivière Odjouro. Cette rivière représente le réseau hydrographique principale de cette commune. Elle a pour affluent : l'affluent de Omimi et l'affluent de Otcho connu sous le nom de Kpala otcho. Ces cours d'eau sont utilisés pour l'agriculture (*Monographie de la commune de Bantè,* 2006).

I.1.5.4. Végétation.

Le couvert végétal s'articule autour de cinq (05) ensembles à savoir : une savane arborée ; les formations boisées dont la forêt classée de Gouka (75 000 ha) ; les formations arborées et arbustives ; les formations aquatiques et caïlcédrat, le néré, le karité, la samba, le fromager.(*Monographie de la commune de Bantè,* 2006).

I.1.6. Contexte socio-économique

I.1.6.1. Démographie

Au quatrième recensement du RGPH4 en 2013, la commune de Bantè avait une population estimée à 107 181 habitants et de 12 967 habitants dans l'arrondissement de Akpassi, la zone d'étude. Le taux de croissance démographique de l'ensemble de la commune est de 3,52%.
Il faut noter que la commune de Bantè est majoritairement composée du peuple Ifè et Isha (Nago de Bantè) qui sont les peuples souches. Ce fait explique que les langues Ifè et Isha (dérivé du Yoruba) soit la langue principalement parlé (*Monographie de la commune de Bantè,* 2006).

I.1.6.2. Activités socio-économiques

L'économie de la commune de Bantè est essentiellement agricole. Elle repose sur les activités comme l'agriculture, l'élevage conventionnel et non conventionnel, la chasse, l'artisanat, la transformation des produits agricoles, l'exploitation des bois de feu et les services commerciaux y compris le transport. Le tourisme et l'industrie sont encore à une étape embryonnaire, marquée par l'unité artisanale d'extraction du miel à Tobé. La structure de l'économie locale révèle que le secteur agricole à lui seul occupe 72% des actifs avec plus de 68% des emplois générés par l'économie. Le secteur non agricole quant à lui, occupe 28% actifs avec 32% des emplois (*Monographie de la commune de Bantè,* 2006).

II. PRÉSENTATION DU PROJET

CONTEXTE ET JUSTIFICATION

L'approvisionnement en eau potable constitue un problème important dans la commune de Bantè. Les populations ont des difficultés surtout pendant une période de l'année, notamment au cours des mois de sécheresse (décembre à Mars).

L'alimentation en eau dans les villages est assurée par des citernes, des puits, des PMH et le réseau d'adduction d'eau de la SONEB. Malgré la présence de ces différentes sources d'alimentation en eau, le besoin en eau reste grandissant dans les villages de Illagbo, Illaré, Okoto. L'installation d'un système d'AEP capable de fournir de meilleurs services d'eau grâce à des bornes fontaines bien réparties dans les villages et des branchements privés est une option pour répondre à la demande en eau de ses villages.

PROBLEMATIQUE

L'Arrondissement d'Akpassi est confronté à des difficultés d'accès à l'eau potable principalement à cause de l'insuffisance d'infrastructures hydrauliques. Comment concevoir et dimensionner un système d'approvisionnement en Eau potable multi-villages (SAEPmV) pour couvrir les besoins à l'horizon 2048 ?

OBJECTIFS ET RESULTATS ATTENDUS DE L'ETUDE

II.1.1. Objectif global

L'objectif général est de contribuer à améliorer la desserte en eau de l'arrondissement d'Akpassi dans la commune de Bantè du département des Collines au Bénin.

II.1.2. Objectifs spécifiques

Il s'agira donc de :

- Etablir un diagnostic des infrastructures hydrauliques présents dans la zone d'étude.
- Faire la conception et le dimensionnement d'un nouveau système d'AEP viable jusqu'à l'horizon 2048 en ressortant les pièces dessinées et le détail des notes de calcul.
- Etablir le coût d'investissement du projet et le coût de revient du m^3 d'eau.
- Proposer un mode de gestion pour le système conçu.

II.1.3. Résultats attendus de l'étude

Les résultats attendus sont :

▪ Diagnostic des infrastructures hydrauliques présents dans l'arrondissement d'Akpassi;

▪ Caractéristiques des différents éléments du système à savoir : le réseau d'adduction, le réseau de distribution, le château et les ouvrages annexes.

▪ Coût global des investissements et le prix de revient du m³ d'eau estimé ;

▪ Mode de gestion du système pour une meilleure durabilité des équipements.

III. MÉTHODOLOGIE

RECHERCHE DOCUMENTAIRE

Une compréhension claire et précise des systèmes d'approvisionnement en eau potable est importante pour bien aborder la rédaction de ce document. Cette compréhension passe à travers une revue de littérature de documents à caractère administratif mais aussi de documents techniques. À ce titre on peut citer : Les directives nationales en matière de conception et de dimensionnement des systèmes d'AEP en milieu rural pour établir l'ensemble des hypothèses utilisés et la base du dimensionnement; la monographie de la commune de Bantè pour recenser l'ensemble des informations sur les caractéristique de la commune ; le rapport des forages réalisés à Bantè dans le cadre du programme ProSAD pour identifier les caractéristiques des forages prévus pour le système ; Plan voirie et marché de la commune de Bantè ; des versions finales de rapports d'APD de projets similaires pour orienter dans le choix des solutions techniques et de la proposition du devis du projet ; d'anciens mémoires sur les systèmes en approvisionnement en eau potable.

TRAITEMENT DES DONNEES ET REDACTION DU MEMOIRE

Pour mener à bien cette étude et aboutir à la rédaction de présent mémoire, les outils suivants ont été utilisés :

- Pour la réalisation des cartes: QGIS 3.40.8 (Logiciel libre et open source)
- Pour la collecte de données topographiques : Google Earth
- Pour le tracé des réseaux: Auto CAD 2022
- Pour la simulation : EPANET 2.0 (Logiciel libre et open source)
- Pour les calculs de dimensionnement, le traitement de texte et la présentation : Microsoft Excel, Microsoft Word, Microsoft Powerpoint version 2019
- Pour la gestion des références bibliographiques : Zotero

METHODES DE CONCEPTION DU PROJET

III.1.1. Horizon du dimensionnement

Le projet d'un Système d'Approvisionnement en Eau Potable multi-villages (SAEPmV) desservant Illagbo, Illaré et Okoto est dimensionné pour un horizon de 20 ans, soit l'échéance 2048. Ce choix est fait pour assurer la durabilité des ouvrages de génie civil et les réseaux de canalisations.

L'année de mise en service du SAEPmV et les autres horizons sont définis suivant les directives nationales de conception et de dimensionnement des systèmes d'alimentation en eau potable en milieu rural en vigueur au Bénin.

Le tableau 3 présente les horizons du projet et les activités associées.

Tableau 3 : Les horizons du projet

Horizon de dimensionnement des ouvrages	Symbole	Année retenues	Source
Année de mise en service du SAEPmV	A0	2028	Directive N°2
Année de renouvellement de tous les équipements des stations de pompage	A0+10	2038	Directive N°2
Année échéance du projet	A0+20	2048	Directive N°2

Source :(ANAEPMR, 2019)

III.1.2. Évaluation de la démographie et population à desservir

La cible principale dans la réalisation d'un système d'approvisionnement d'eau potable est la population. Il faut donc prévoir dans le dimensionnement la taille de la population à l'horizon du projet. L'estimation de la population des villages **Illagbo, Illaré et Okoto** en 2048 sera faite en partant des données démographiques recueillis lors du Recensement Général de la Population et de l'Habitation (RGPH) de 2013.

La population à l'horizon du projet est estimée suivant une croissance géométrique par la formule Thomas MALTHUS :

$$P_n = P_o * (1 + \boldsymbol{\alpha})^{\boldsymbol{n}} \quad (\text{Faye}, 2019)$$

Définition des paramètres :

- Pn : population à l'horizon du projet ;
- P_0 : population de l'année de référence ;

- α : taux d'accroissement de la population (3,52% pour la commune de Bantè) ;
- n : Différence entre l'année de référence et l'horizon du projet.

III.1.3. Évaluation des besoins/Demande en eau

III.1.3.1. Analyse de la consommation spécifique et du taux de desserte

La consommation spécifique est la consommation d'eau par personne, par jour.

Le tableau 4 présente les valeurs de consommation spécifique retenues, conformément aux directives nationales de conception et de dimensionnement des systèmes d'alimentation en eau potable en milieu rural en vigueur au Bénin.

Tableau 4: Directives nationales pour les consommations spécifiques

Critères		Unité	Echéance de dimensionnement		
			A0	A0+10	A0+20
Taux de desserte	**Global**	%	100	100	100
	Par BP		50	80	100
	Par BF		50	20	0
Consommation domestique spécifique moyenne	**Par BP**	l/j/hab	10	12	15
	Par BF		8	10	12

Source: (ANAEPMR, 2019)

III.1.3.2. Les coefficients de variation

La consommation d'eau change selon l'heure, le jour, la saison, il faut donc ajouter des marges de sécurité (coefficients) dans nos différents calculs. Cela pour construire un réseau capable de fournir de l'eau à tout le monde, même pendant les heures de pointe.

Entre autres nous avons comme coefficients :

- Le coefficient de pointe saisonnier Cps

Ce paramètre traduit les variations de la consommation d'eau selon les saisons. Il se calcul par la formule suivante :

$$C_{ps} = \frac{D_{jmp}}{D_{jm}} \quad \text{(Faye, 2019)}$$

Définition des paramètres :

C_{ps} : Coefficient de pointe saisonnier

D_{jmp} : Demande journalière moyenne du mois de pointe (m^3/j)

D_{jm} : Demande journalière moyenne (sur l'année) (m^3/j)

- Le coefficient de pointe journalier

Ce paramètre traduit les habitudes des usagers au cours de la semaine. **Ce coefficient se** calcule comme suit :

$$C_{pj} = \frac{D_{jp}}{D_{jmp}} \quad \text{(Faye, 2019)}$$

Définition des paramètres :

C_{pj} : Coefficient de pointe journalier

Djp [m^3/j] : Demande du jour de pointe

Djmp [m^3/j] : Demande journalière moyenne du mois de pointe

- Le coefficient de pointe horaire

Ce paramètre traduit les habitudes des populations au cours de la journée

$$C_{ph} = 1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{Q_{mh}}} \quad \text{(Faye, 2019)}$$

Définition des paramètres :

Q_{mh} : Débit moyen horaire

C_{ph} : Coefficient de pointe horaire

Les coefficients de variation selon les directives nationales en matière de conception et de dimensionnement des systèmes d'AEP en milieu rural sont présentés dans le tableau 5.

Tableau 5: Coefficients de variations

Critères		Unité	Echéance de dimensionnement		
			A0	A0+10	A0+20
Coefficient de pointe	**Saisonnier**		1,7	1,7	1,7
	Journalier		1,1	1,1	1,1
Consommation non domestique		%	10	10	10
Source: Directive n°5 : Demande en eau potable de pointe					

III.1.4. Rendement du réseau

Les besoins en production d'eau potable journalière pour chaque échéance correspondent à la demande de pointe augmentée d'un pourcentage représentant les pertes physiques sur les réseaux d'adduction, de refoulement et de distribution et les pertes dues au traitement de l'eau brute. Les rendements techniques (volumes facturés sur volumes produits) doivent rester supérieurs ou égal à 80% en l'absence de processus de traitement des eaux brutes et à 75% en cas de processus de traitement. La chloration sera le traitement prévu (ANAEPMR, 2019)

III.1.5. Calcul des besoins journaliers moyens totaux

III.1.5.1. Besoins domestiques

L'évaluation des besoins moyens journaliers en potable à l'horizon est en fonction de la population projetée à l'horizon et de la consommation spécifique.

Elle s'effectue par la formule suivante :

Pour les bornes fontaines :

$$B_{mjbf} = \frac{P_{nbf} * C_{sbf}}{1000} \quad \text{(Faye, 2019)}$$

Pour les branchements particuliers :

$$B_{mjbp} = \frac{P_{nbp} * C_{sbp}}{1000} \quad \text{(Faye, 2019)}$$

Besoin moyen journalier :

$$\mathbf{Bmj = Bmjbf + Bmjbp} \quad \text{(Faye, 2019)}$$

Définition des paramètres :

- B_{mjbf} : Besoin moyen journalier aux bornes fontaines (m^3/j) ;
- $Pnbf$: Population à desservir au bornes fontaines;
- C_{sbf} : Consommation spécifique aux bornes fontaines (l/j/hbt).
- B_{mjbp} : Besoin moyen journalier au branchement particulier (m^3/j) ;
- $Pnbp$: Population à desservir au branchement particulier ;
- C_{sbf} : Consommation spécifique au branchement particulier (l/j/hbt).
- B_{mj} : Besoin moyen journalier (m^3/j)

III.1.5.2. Besoins non domestiques

Les besoins annexes ou besoins non domestiques se composent des besoins en eau des édifices publics comme les marchés, les centres de santé, les écoles. Ils seront connectés au réseau et dans la mesure du possible à travers des branchements particuliers.

III.1.5.3. Besoins globaux

Les besoins moyens journaliers globaux s'effectuent par la formule suivante :

$$\boldsymbol{B_{mg} = B_{mj} + B_{annexes}}$$

Définition des paramètres :

- $\boldsymbol{B_{mg}}$: Besoins moyens globaux (m^3/j) ;
- $\boldsymbol{B_{mj}}$: Besoin moyen journalier (m^3/j) ;
- $\boldsymbol{B}$annexes : Besoin des édifices publics (m^3/j).

III.1.6. Calcul des différents débits et diamètres des conduites

III.1.6.1. Débit d'adduction

Le débit d'adduction est quantité d'eau à mobiliser depuis la station de pompage pour satisfaire aux besoins journaliers avec une temps de pompage défini. Il se calcule par la formule :

$$\boldsymbol{Q_{add} = \frac{B_{mg} * C_{pj*} C_{ps}}{t_p * \eta_r}} \quad \text{(Faye, 2019)}$$

Définition des paramètres :

- $\boldsymbol{Qadd}$: Débit d'adduction en (m^3/h).
- $\boldsymbol{C}$p$\boldsymbol{j}$: Coefficient de pointe journalier
- $\boldsymbol{t}$p: Temps de refoulement (heures) ;
- ηr : Rendement du réseau ;

III.1.6.2. Débit de distribution

Le débit de distribution est le volume d'eau qui sera distribué aux consommateurs à partir du réservoir :

$$\boldsymbol{Q_{dis} = \frac{B_{mg} * C_{ph} * C_{pj} * C_{ph}}{t_{dis} * \eta_r}} \quad \text{(Faye, 2019)}$$

Définition des paramètres :

- $\boldsymbol{Qdis}$: Débit de distribution (l/s) ;
- $\boldsymbol{Cph}$: Coefficient de pointe horaire ;
- $\boldsymbol{C}$p$\boldsymbol{j}$: Coefficient de pointe journalier ;

- $\boldsymbol{C}$ps : Coefficient de pointe saisonnier ;

- $\boldsymbol{td}$is : Temps de distribution ;

-η_r: Rendement du réseau ;

III.1.6.3. Débit spécifique

En l'absence de données précises sur la position des branchements particuliers, le calcul des débits de transit sera effectué grâce au débit spécifique. Nous considérons une distribution linéaire le long du réseau. Le débit spécifique s'effectue par la formule suivante

$$\boldsymbol{Q_{sp} = \frac{Q_{t_BP}}{\Sigma \mathbf{Li}}}$$

Définition des paramètres :

- Qsp : débit spécifique (l/s ml) ;
- Qt_BP : débit de pointe horaire des BP (l/s) ;
- ΣLi : Somme des longueurs des tronçons du réseau de distribution (m).

III.1.6.4. Débit de route

Ce débit correspond aux prélèvements des abonnées tout le long de la conduite. Ce débit est linéairement réparti le long d'un tronçon du réseau.

$$\boldsymbol{Q_{rte} = Q_{sp} * Li}$$

Définition des paramètres :

- Qrte : Débit prélevé sur le tronçon (l/s).
- Qsp : débit spécifique (l/s ml) ;
- Li : longueur du tronçon (m).

III.1.6.5. Débit équivalent

Le débit équivalent pris pour chaque tronçon est un débit fictif. Il est calculé par la formule :

$$\boldsymbol{Q_{eq} = Q_{aval} + 0,55\, Q_{rte}}$$

Définition des paramètres :

- Qrte : Débit prélevé sur le tronçon (l/s).
- Qaval : débit aval (l/s ml) ;
- Li : longueur du tronçon (m).

III.1.6.6. Diamètre de la conduite refoulement

Le dimensionnement de la conduite de refoulement vise à garantir le transfert de l'eau du forage vers le réservoir tout en respectant les conditions de vitesse. Il faudra aussi tenir compte des contraintes économiques afin d'optimiser le choix des conduites.

Ce diamètre est déterminé en utilisant les formules empiriques présenté dans le tableau 6 :

Tableau 6: Formules empiriques

Formules	Expressions	Choix du diamètre nominal
Bresse	$D_{th} = 1{,}5 * \ Qexpl^{o,5}$	(DN immédiatement inférieur)
Bresse modifié	$D_{th} = 0{,}83 * \sqrt{Qexpl}$	(DN le plus proche)
Munier	$D_{th} = (1 + 0{,}02n) * Qexpl^{o,5}$	(DN le plus proche)
Bonnin	$D_{th} = \sqrt{Qexpl} * 1000$	(DN immédiatement supérieur)
Bedjaoui	$D_{th} = 1{,}27 * \ Qexpl^{o,5}$	(DN le plus proche).

Définition des paramètres :

- Dth : diamètre intérieur théorique (m) ;
- Qexpl : débit d'exploitation en (m^3/s) ;
- n : le nombre d'heures pompé par jour.

Pour chaque formule on déterminera la vitesse d'écoulement :

$$V = \frac{4 * Q_{expl}}{\pi * \mathrm{Din}^2}$$

Définition des paramètres :

- Vitesse d'écoulement V(m/s)
- Din : diamètre intérieur théorique (m) ;
- Qexpl : débit d'exploitation en (m^3/s) ;

Le diamètre retenu sera le plus petit diamètre nominal (DN) donné par l'une des formules hydrauliques ci-dessus et qui respecte les conditions de vitesse économique de Flamant.

❖ Condition de Flamant : $V \leq D + 0{,}6$

- Vitesse d'écoulement V (m/s)
- Diamètre retenu D (m)

III.1.6.7. Étude du phénomène de coup de bélier

On appelle coup de bélier « les variations de pression provoquées par une prompte modification du régime d'un liquide s'écoulant à l'intérieur d'une canalisation. Le coup de bélier peut atteindre plusieurs fois la pression de service de la conduite et est susceptible d'entraîner la rupture du tuyau. C'est un phénomène quasi inévitable dont il faut tenir compte dans le choix des équipements hydrauliques. » (Mounirou, 2024)

L'expression suivante de formule de Joukovski-Allievi nous donne de calculer sa valeur :

$$\boldsymbol{\Delta P = C \times \frac{U_o}{g} \;\; et \; C = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + k \times \frac{D}{e}}}}$$

Définition des paramètres :

- $\Delta \boldsymbol{P}$: variation de la pression (m) ;
- $\boldsymbol{C}$: célérité de l'onde de choc en (m/s) ;
- $\boldsymbol{U_0}$: Vitesse moyenne de l'écoulement en (m/s) ;
- $\boldsymbol{g}$: pesanteur = 9.81 m/s ;
- $\boldsymbol{k}$: (k=33 $pour\ les\ plastiques$) ;
- $\boldsymbol{D}$: diamètre intérieur et
- $\boldsymbol{e}$: épaisseur de la conduite (m).

- **Calcul de la surpression maximale :**

$Hmax = Ho + \Delta h$

- **Calcul de la dépression maximale :**

$Hmin = Ho - \Delta h$

Avec Ho = Côte trop plein CE – Ndmax

La protection contre le coup de bélier est indispensable dès que :

$$P + \boldsymbol{\Delta P} \geq \boldsymbol{PMA}$$

Pour prévoir une dispositif anti-bélier il faut :

$$P + \boldsymbol{\Delta P} \geq \boldsymbol{1,2 * PFA}$$

Dans le cas d'une nouvelle conduite, la condition $PFA \approx PN$ doit être respectée

- $\boldsymbol{PFA}$: pression de fonctionnement admissible
- $\boldsymbol{PN}$: pression nominale ;
- $\boldsymbol{PMA}$: pression maximale admissible.

III.1.6.8. Diamètre de la conduite de distribution

Dans le calcul du diamètre de distribution la formule utilisée s'exprime par :

$$D_{int} = \sqrt{\frac{4 * Q_{éq}}{\pi \times V}}$$

Où :

- *Dint* est le diamètre intérieur théorique de la conduite (m)
- *Qéq* est le débit passant dans la conduite (m^3/s)
- *V* est la vitesse de l'eau dans la conduite (m/s).

A partir des débits théoriques calculés, le choix des conduites s'effectue par l'adoption des diamètres commerciaux immédiatement supérieurs disponibles dans les catalogues des fabricants. Il va falloir vérifier ensuite que le diamètre intérieur de la conduite sélectionné respecte les conditions de vitesses et de pressions.

III.1.7. Vitesse et pression

Selon les directives de dimensionnement en AEP au Bénin, pour garantir la pérennité et le bon fonctionnement des réseaux d'eau potable :

La vitesse de transit de l'eau doit être comprise :

- Pour les conduites d'adduction : entre 0,7 et 1,5m/s
- Pour les conduites de refoulement : entre 0,5 à 2 m/s
- Pour conduite de distribution : entre 0,3 à 1 m/s

La pression de service doit être suffisante pour faciliter le puisage de l'eau en tout point du réseau de distribution. Pour y parvenir, le réseau doit maintenir une charge hydraulique suffisante en tout point et à tout moment. Les directives imposent une pression minimale de 10mCE au niveau de chaque nœud du réseau, tout en plafonnant la pression maximale à 60mCE (ANAEPMR, 2019).

III.1.8. Pertes de charge

« Les pertes de charges sont l'énergie perdue par un fluide lors de son écoulement à travers une conduite. Les pertes de charges sont de deux natures : les pertes de charges régulières ou linéaires provoquées par le frottement du fluide sur une longueur droite de canalisation de diamètre constant et les pertes de charges locales ou singulières provoquées par les singularités de la conduite (élargissement, rétrécissement, changement de direction, robinetterie (vanne, coude, cône) » (Mounirou, 2013).

Les directives de dimensionnement en AEP au Bénin recommande d'utiliser pour le calcul des pertes de charges la formule de Hazen-Williams ou celle de Darcy-Weisbach + White-Colebrook. (ANAEPMR, 2019).

Les pertes de charge linéaires calculées sur la base de la formule ci-dessous sera majoré de 10 % pour prendre en compte les pertes de charge singulières. (ANAEPMR, 2019)

La formule de Hazen Williams dont l'expression est la suivante :

$$J = 10{,}675 \frac{Q^{1,852}}{C_{HW}^{1,852} D^{4,871}}$$

Source : (Mounirou, 2013)

C_{HW} est le coefficient de Hazen Williams

D est le diamètre de la conduite

Q est débit transitant

III.1.9. Côte du radier

Pour connaitre à chaque nœud la pression, le calcul est toujours fait de l'aval en allant vers l'amont. Il s'agira de déterminer la côte piézométrique qu'il vaudra avoir en tête de réseau pour assurer dans les conduites un bon débit et à chaque nœud la pression de service. On obtient la côte imposée pour le radier du réservoir du système. Une perte de charge sera calculée pour chaque tronçon. Un cumul des pertes de charge sera fait des nœuds vers la tête du réseau.

$$\textbf{Côte minimale imposée au radier} = \textbf{Max}(\textbf{Pi})$$

Où Pi est la pression imposée en un nœud i. P$\boldsymbol{i}$ =**Pser**+**côte TN**+**Σ** ΔH

Avec : ΔH : Pertes de charges (m) et Pser =10 mCE

III.1.10. Disponibilité de la ressource en eau

Quatre (04) forages d'exploitation à gros débit ont été réalisés par l'ANAEPMR dans le cadre de la mobilisation de la ressource en eau au profit du SAEPmV d'Akpassi. Ils présentent chacun des productivités intéressantes leur conférant la capacité de servir de ressources mobilisées pour le présent projet. Les données techniques de chacun des quatre (04) forages à gros débit sont consignées dans le tableau 7 suivant :

Tableau 7: Forages réalisés pour le SAEP de Akpassi

Paramètres	Forage N°1	Forage N°2	Forage N°3	Forage N°4
Localité abritant le forage	Village ILLAGBO	Village ILLARE	Village ILLARE	Village OKOTO
Coordonnées géographiques Système de projection **(**WGS 84 / UTM Zone 31N)	X = 01°53'17,5"	X = 01°53'17,2"	X = 01°52'39,1"	X = 01°52'27,9"
	Y = 08°25'53,6"	Y = 08°27'24,0"	Y = 08°26'46,4"	Y = 08°26'35,4"
	Z = 259 m	Z = 275 m	Z = 263 m	Z = 270 m
Profondeur pompe (m)	24	38	22	77
Niveau statique	8,60	15,35	9,75	14,73
Niveau dynamique max	13	26	13	72
Débit d'exploitation recommandé (m^3/h)	40	12	40	20
Etat de fonctionnalité	Forage réalisé en Janvier 2023 et mis en attente pour exploitation	Forage réalisé en Janvier 2023 et mis en attente pour exploitation	Forage réalisé en Janvier 2023 et mis en attente pour exploitation	Forage réalisé en Janvier 2023 et mis en attente pour exploitation
Qualité de l'eau	Bon à consommer.	Bon à consommer.	Bon à consommer.	Bon à consommer.
Contexte hydrogéologique	Milieu de socle	Milieu de socle	Milieu de socle	Milieu de socle

Source : (*Rapport Forages pour SAEP d'Akpassi*, 2023)

Les résultats issus de l'analyse de l'eau de ses forages sont en annexe

III.1.11. Calcul du coût de revient du mètre cube d'eau

Le devis estimatif de la réalisation d'un Système d'Approvisionnement en Eau Potable multi Villages pour les villages de Illagbo, Illaré et Okoto a été fait sur base du REPERTOIRE DES PRIX DE REFERENCE établi en 2023 et en vigueur au Bénin.

Le prix du mètre cube doit être fixé en fonction de leurs possibilités financières tout en permettant à l'exploitant de supporter les fonctionnements et un retour sur investissement à l'horizon du projet. Ainsi le prix du mètre cube d'eau est calculé à travers cette formule :

$$\text{Prix de revient} = \frac{\text{Charge du système (exploitation et l'entretien)} + \text{Amortissement}}{\textit{Volume vendu à sur la durée de vie projet}}$$

IV. ÉTUDE TECHNIQUE

DIAGNOSTIC DES INFRASTRUCTURES HYDRAULIQUES PRESENTES DANS LA ZONE D'ETUDE

Le point des infrastructures existantes dans la zone de couverture du projet est consigné dans le tableau ci-dessous :

Tableau 2: Répartition des infrastructures hydrauliques

	FPMH	AEV	PEA privés en commercialisation	Nouveaux forages non mis en exploitation
ILLAGBO	2	0	6	1
ILLARE	2	0	2	2
OKOTO	0	0	3	1
Total	4	0	11	4

Source : Résultat des enquêtes de terrain – PCEau – BDI,2023

- Le réseau de la Société Nationale des Eaux du Bénin (SONEB) traverse partiellement chacun des trois (03) villages de l'arrondissement d'Akpassi. Vu les difficultés de la SONEB à assurer une desserte à 100% de l'arrondissement d'Akpassi, le Gouvernement béninois a instruit l'ANAEPMR de réaliser le SAEPmV d'Akpassi ;
- L'arrondissement d'Akpassi ne dispose pas d'Adductions d'Eau Villageoises (AEV) ;
- Quatre (04) forages équipés de pompes à motricité humaine (FPMH) fonctionnels à raison de deux (02) dans chacun des villages Illaré et Illagbo sont identifiés. ;
- Quatre (04) forages d'exploitation à gros débit sont réalisés par l'ANAEPMR dans le cadre de la mobilisation de la ressource en eau au profit du SAEPmV d'Akpassi. Ils présentent chacun des productivités intéressantes leur conférant la capacité de servir de ressources mobilisées pour le présent projet.

ÉVALUATION DE LA POPULATION ET DES BESOINS EN EAU

IV.1.1. Évaluation des consommateurs à l'horizon 2048

Un taux d'accroissement de la population de 3,52% sera considéré pour la commune de Bantè. Le tableau 8 présente l'estimation de la population dans les villages de Okoto, Illagbo et Illaré.

Tableau 8: Evaluation de population

Estimation de la population				
Villages	**Population RGPH 2013**	**Population A0**	**Population A0+10**	**Population A0+20**
	2013	**2028**	**2038**	**2048**
Arrondissement de Akpassi				
Illagbo	3 923	6 591	9 316	13 166
Illaré	5 038	8 465	11 964	16 909
Okoto	1 869	3 140	4 438	6 273
Total	**10 830**	**18 197**	**25 718**	**36 348**

La population estimée à l'horizon du projet est de **36 348 habitants**.

IV.1.2. Évaluation des besoins et demandes en eau

Le tableau 9 présente l'ensemble des besoins et de la demande en eau des villages de Okoto, Illaré et Illagbo.

Tableau 9: Besoin en eau

Besoin en eau					
Désignation		**Unité**	**2028**	**2038**	**2048**
BF	**Population estimé**	[hbts]	18197	25718	36348
	Taux de desserte	[%]	50,0%	20%	0%
	Population à desservir	[hbts]	9098	5144	0
	Consommation spécifique	[l/j/hbt]	8	10	12
	Consommation journalière moyenne domestique	[m³/j]	72,79	51,44	0,00
	Besoin domestique	[m³/j]	72,79	51,44	0,00
BP	**Taux de desserte**	[%]	50,0%	80,0%	100,0%
	Population à desservir	[hbts]	9098	20574	36348
	Consommation spécifique	[l/j/hbt]	10	12	15
	Consommation journalière moyenne domestique	[m³/j]	90,98	246,89	545,22
	Besoin domestique	[m³/j]	90,98	246,89	545,22
TOTAL	**Besoin domestique**	[m³/j]	163,77	298,33	545,22

	Ratio besoins annexe	[%]	10%	10%	10%
	Besoins annexes	[m³/j]	16,38	29,83	54,52
	Besoins moyen journalier	[m³/j]	180,15	328,16	599,74
	Rendement du réseau	[%]	90%	85%	80%
	Coefficient de pointe journalier	U	1,10	1,10	1,10
	Demande du jour de pointe	[m³/j]	374,306	721,952	**1401,88**

Les volumes d'eau à mobiliser pour la population des villages de Ilagbo, Illaré et Okoto passe de 374,306 m^3/jour en 2028 à court terme, à 1401,88 m^3/jour à long terme (2048). Cette variation est liée à l'accroissement de la population et surtout à l'amélioration du niveau du service au fil des années.

IV.1.3. Calcul des débits d'adduction et de distribution

Le tableau 10 présente les résultats des calculs des différents débits à l'adduction et à la distribution.

Tableau 10 : Débits d'adduction et de distribution

	Paramètres	Unité	Années		
			2028	2038	2048
Réseau d'adduction	Temps théorique maximal de pompage	h	14	14	14
	Débit de production	m^3/h	26,74	51,57	100,13
Réseau de distribution (BF)	Temps de distribution	h	12	12	12
	Cph		2	2	2
	Débit distribution aux BF	m^3/h	25,21	18,86	0
	Débit retenu de chaque BF	l/s	0,9	0,9	0
Réseau de distribution (BP)	Temps de distribution	h	16	16	16
	Débit distribution aux BP	m^3/h	23,63	67,90	159,31

IV.1.4. Du forage au refoulement

IV.1.4.1. Forages mobilisés pour le système

Quatre forages ont été réalisés pour servir de ressources en eau pour le système.

Le forage 1 ne sera pas utilisé parce qu'il est situé à plus de 5 kilomètres de la position retenue pour le château, ce qui reviendrait à un refoulement très long. Le forage 2 ne sera pas utilisé pour éviter tout risque de surexploitation car il est situé sur le même site que le forage 3 et les deux forages captent la même nappe.

Deux forages seront utilisés pour ce projet. Il s'agira du forage F3 et du forage F4.

La durée de pompage estimé à 14h par jour. Ce choix de 14h de pompage a été fait dans le but de donner un temps de repos suffisant pour garantir la recharge naturelle de l'aquifère. Le débit de production en 2048 (horizon du projet) est de 100,13 m³/h. Le calcul des besoins en eau nous montre que le cumul des débits du forage F3 de 40 m³/h et du forage F4 de 20 m³/h donne un total de 60 m³/h. Ceci est suffisant pour couvrir les besoins en eau jusqu'à mi-parcours du projet soit en 2038. (51,57 m³/h en 2038). Un sondage de besoin et la construction de nouveaux forages devront être envisagés pour satisfaire les besoins en eaux à l'horizon de projet. Le tableau 11 présente la localisation géographique de ses forages.

Tableau 11 : Localisation et caractéristiques des forages retenus

Paramètres	Forage N°3	Forage N°4
Localité abritant le forage	Village ILLARE	Village OKOTO
Coordonnées géographiques	X = 01°52'39,1"	X = 01°52'27,9"
	Y = 08°26'46,4"	Y = 08°26'35,4"
	Z = 263 m	Z = 270 m
Profondeur équipée (m)	55	110
Niveau statique	9,75	14,73
Niveau dynamique max	13	72
Débit d'exploitation (m^3/h)	40	20

IV.1.4.2. Dimensionnement de la conduite de refoulement des forages

Le réseau de refoulement est l'ensemble du réseau qui apporte l'eau de la station de pompage jusqu'au réservoir du système. L'eau est alors captée selon ses trois trajets :

- La colonne d'exhaure au niveau de chaque forage
- La canalisation de refoulement
- Colonne montante du château d'eau

IV.1.4.3. Calcul des diamètres de refoulement

- **Colonne d'exhaure et montante**

Le diamètre de la colonne montante et de la colonne d'exhaure sera retenu sur la base des valeurs de dimensionnement suivantes :

- Vitesse maximale dans les conduites : 1,5 m/s
- Perte de charge : Max : 2,5 mCE

(ANAEPMR, 2019)

Le tableau 12 présente les résultats obtenus pour le calcul du diamètre de la colonne d'exhaure pour chaque forage.

Tableau 12 : Colonne d'exhaure et colonne montante

Désignation	Unité	Forage 3	Forage 4
Débit d'exploitation	m^3/h	40	20
Diamètre intérieur calculé de la colonne montante	m	0,097	0,069
Diamètre Nominale de la conduite normalisée correspondante	mm	100	80

Nature du matériau des conduites : Fonte ductile

Le diamètre nominal standard retenu correspondant aux éléments en fonte de la tête de forage est de 100 mm pour le F3 et 80 mm pour F4. L'ensemble des éléments de la tête de forage aura le même diamètre de celle de la colonne d'exhaure.

- **Conduite de refoulement**

Cette conduite se détermine grâce à des formules empiriques. Les tableaux 13 et 14 suivants présentent les résultats issus du calcul avec les formules empiriques.

Pour le forage F3

Tableau 13 : Diamètre de la conduite de refoulement du forage F3

Formule		Dth (mm)	Dint (mm)	DN (mm)	U(m/s)	Flamant
Bresse	Pour forage F3 avec 40 m^3/h	158,11	176,2	200	0,46	Oui
Bresse modifiée		178,52	198,2	225	0,36	Oui
Munier		**130,71**	**147,2**	**180**	**0,65**	**Oui**
Bonnin		105,41	110,2	125	1,16	Non
Bedjaoui		133,87	147,2	180	0,75	Oui

De tout ce qui précède, le choix s'est porté sur la conduite DN180/147, car c'est le plus petit diamètre qui respecte la conduite de vitesse économique. Les conduites seront en PEHD.

Pour le forage F4

Tableau 14 : Diamètre de la conduite de refoulement du forage F4

Formule		Dth (mm)	Dint (mm)	DN (mm)	U(m/s)	Flammant
Bresse	Pour forage N°4 pour 20 m^3/h	111,80	123,4	140	0,46	Oui
Bresse modifiée		141,69	158,6	180	0,28	Oui
Munier		78,26	96,8	110	0,75	Non
Bonnin		74,54	79,2	90	1,13	Non
Bedjaoui		**94,66**	**102,2**	**125**	**0,58**	**Oui**

Sur la base des résultats du tableau 14, le choix s'est porté sur la conduite DN125/102,2 car c'est le plus petit diamètre qui respecte la conduite de vitesse économique. Les conduites seront en PEHD.

IV.1.4.4. La Hauteur Manométrique Totale de la pompe

Le choix de la pompe à installer est faite grâce à deux paramètres indispensables. Il s'agit de la Hauteur Manométrique Total et du débit d'exploitation du forage.

- **La Hauteur Manométrique Totale HMT**

La Hauteur Manométrique Totale HMT est donnée par la formule suivante :

$$HMT = H_g + \sum \boldsymbol{\Delta H}$$

Avec :

Hg : Hauteur géométrique

ΔH : Les pertes de charges sont calculées ici en utilisant la formule de Hazen Williams.

NB : Pertes de charges singulières : 10 % Pertes de charges linéaires.

Directive n°22: Dimensionnement et installation de la pompe immergée (ANAEPMR, 2019)

Le tableau 15 présente l'ensemble des résultats obtenus pour le calcul de la hauteur manométrique totale

Tableau 15: Calcul de la HMT

	Paramètres		Unité	Forage 3	Forage 4
Constant	**Coefficient de William-Hazen**	PEHD	-	150	150
		Acier galva	-	120	120
	Débit du forage		[m³/h]	40	20
	Débit du forage		[m³/s]	0,011	0,006
ΔH exhaure	Cefficient de perte de charge singulière		-	1,1	1,1
	Longueur colonne d'exhaure		[m]	55,22	81
	Diamètre intérieur de la colonne d'exhaure		[m]	0,1	0,08
	Pertes de charges colonne d'exhaure		[m]	1,08	1,30
ΔH refoulement	Longueur conduite de refoulement (du forage au pied du château d'eau)		[m]	856,77	1629,99
	Diamètre intérieur de la conduite de refoulement		[m]	0,1472	0,1022
	Pertes de charges conduites de refoulement		[m]	2,54	7,93
ΔH colonne	Longueur colonne montante du château d'eau		[m]	16,35	16,35
	Diamètre intérieur de la colonne montante		[m]	0,1472	0,1022
	Pertes de charges de la colonne montante		[m]	0,07	0,12
Forage	Pertes de charge total		[m]	3,69	9,34
	Côte TN forage		[m]	263	270
	Niveau dynamique max		[m]	13	72
Château	Côte TN Château		[m]	282,00	282,00
	Hauteur sous radier château		[m]	11	11
	Côte radier réservoir		[m]	293	293
	Hauteur de la cuve		[m]	8,35	8,35
	Côte Trop plein réservoir		[m]	303,79	303,79
	Hauteur géométrique		[m]	53,79	104,79
	Hauteur Manométrique calculé		[m]	**57,51**	**114,17**
	Hauteur Manométrique retenu		[m]	**60**	**120**

IV.1.4.5. Coup de bélier-phénomène transitoire

Les résultats de l'étude du phénomène de coup de bélier se présentent dans le tableau 16 :

Tableau 16: Coup de bélier

Paramètres	Unités	Forage 3	Forage 4
Diamètre de la conduite	[m]	0,180	0,125
Diamètre intérieur de la conduite	[m]	0,1472	0,1022
Épaisseur de la conduite de refoulement	[m]	0,0165	0,0114
Module d'élasticité du PEHD	[N/m^2]	0,93.10^9	0,93.10^9
Module d'élasticité de l'eau	[N/m2]	2×10^9	2×10^9
Masse volumique de l'eau	[kg/m3]	1000	1000
Célérité	**[m/s]**	**314,98**	**314,04**
Vitesse d'eau dans la conduite	[m/s]	0,65	0,70
Accélération de la pesanteur	[m/s2]	9,81	9,81
Variation de pression causé par un potentiel coup de bélier ΔP	[m]	20,79	22,31
Pression atmosphérique	[m]	10,33	10,33
Surpression Hmax	**[m]**	**83,59**	**130,36**
Dépression Hmin	**[m]**	**41,99**	**93,22**

Conclusion : Il ressort de ses résultats que la pression maximale est inférieure à la pression nominale retenue pour les conduites de refoulement. Ses conduites ayant une pression nominale de 16 bars. Une protection n'est donc pas nécessaire pour ses conduites.

IV.1.4.6. Choix de l'électropompe

Les résultats relatifs au choix de l'électropompe sont présentés dans le tableau 17

Tableau 17 : Choix de la pompe

Forage	Forage 3	Forage 4
Débit Q	40 m^3/h	20 m^3/h
HMT estimée	60 m	120 m
Électropompe	SP46-7	SP32-12
Tension nominale U(V)	3 x 380-400-415 V	3 x 220-230 V
Puissance électropompe	12,1 kW	10,33 kW
Moteur électropompe	MS6000	MS6000
Rendement pompe	73.4 %	72,7 %
Rendement global (moteur + pompe)	60.3 %	60 %

Type de pompe

Les pompes de la marque Grundfos précisément les SP (Submersible Pump) seront choisis compte tenu de l'accessibilité des informations relatives à ses pompes et de sa fréquence d'utilisation dans les projets d'AEP. Les détails caractéristiques techniques sont en annexes.

Sa courbe caractéristique nous a permis de déterminer le point de fonctionnement des pompes. Les tableaux 17 et 18 ci-dessous présente les valeurs utiles pour la détermination du point de fonctionnement du système de pompage présentés sur les figures 3 et 4.

NB : Dans ce système, les conduites de refoulement refoulent directement dans le château, tout en suivant le même tracé sans être connecté l'un à l'autre. Ce choix a été faite pour garantir de bonnes vitesses d'écoulement et limiter les pertes de charges. Il a été aussi fait pour permettre au château de continuer à être alimenter en cas de maintenance d'une des conduites.

- **Forage 3**

Tableau 18: Détermination du point de fonctionnement de la pompe

Pompe du forage 3					
Q (m3/h)	0	20	40	50	60
HMT (m)	100	85	60	55	45
Hréseau (m)	58,8	59,86	62,62	64,58	66,90
Rendement (%)	0	57	72	70	60

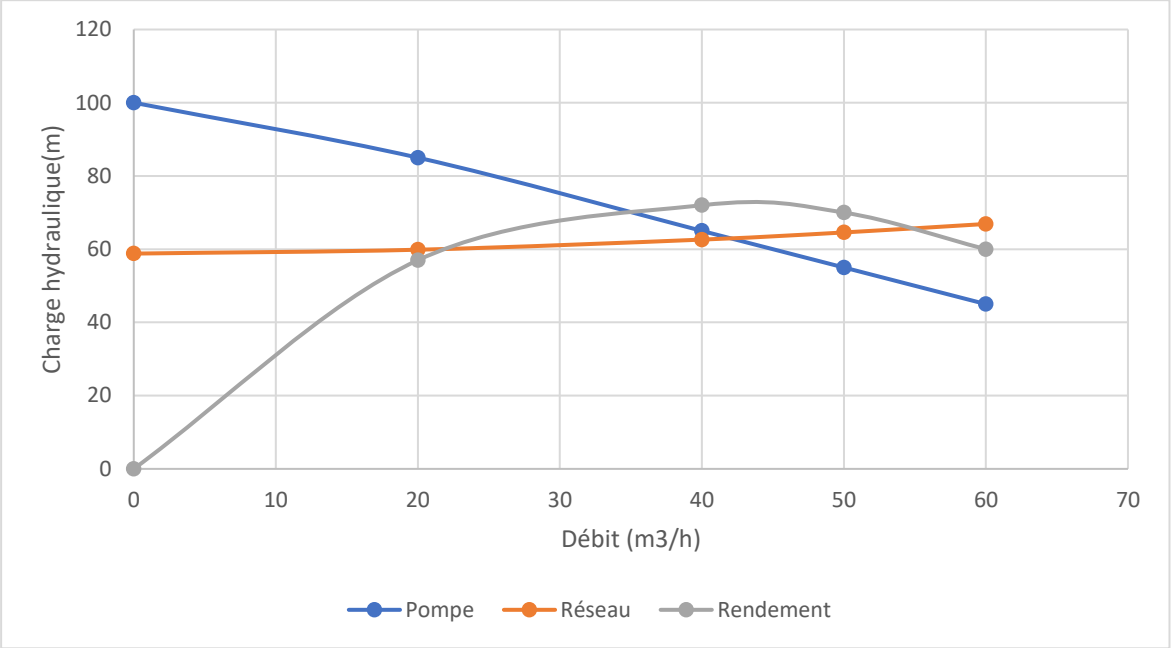


Figure 3: Détermination du point de fonctionnement de la pompe SP 46-7

- **Forage 4**

Tableau 19 : Détermination du point de fonctionnement de la pompe

Pompe du forage 4					
Q(m3/h)	0	12	20	24	30
HMT (m)	150	125	120	105	90
Hréseau	101,35	102,52	104,60	106,03	108,66
Rendement	0	58	74	62	61

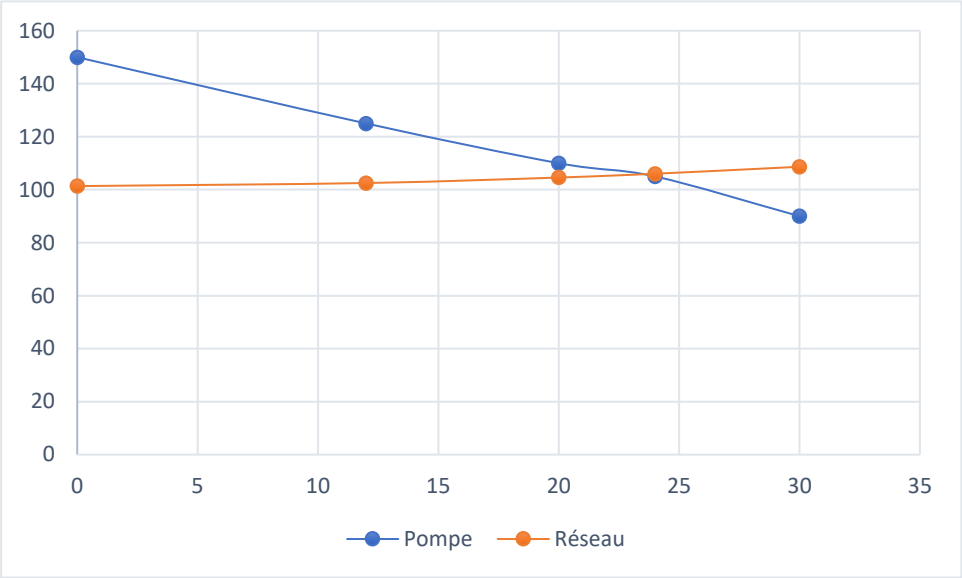


Figure 4:Détermination du point de fonctionnement de la pompe SP 32-12

IV.1.5. Générateurs

IV.1.5.1. Choix du type de générateur

Selon la directive 23 des directives en AEP, les priorités pour l'énergie sont dans l'ordre : Les raccordements au réseau de la SBEE (Société Béninoise d'Energie Electrique) lorsqu'il est possibles ; Les générateurs thermiques ; Les générateurs photovoltaïques pour les PEA et les mini-SAEP. Les villages concernés par ce projet ne sont pas encore traversés par un réseau de la SBEE. Les générateurs thermiques seront utilisés principalement.

IV.1.5.2. Générateur électrique : Groupe électrogène

L'étude du branchement au groupe électrogène comprend : le calcul de la puissance apparente et de l'intensité requise.

Forage 3

- Puissance hydraulique : $P_h = \frac{\rho \times g \times Q \times HMT}{1000} = \frac{1000*9,81*40/3600 \times 60}{1000}$ = 6,54 kW
- Puissance électrique : $P_{elec} = \frac{P_h}{\eta_{global}} = \frac{6,54}{0,603}$ = 10,86 kW
- Puissance apparente (cosφ = 0,8) : $S = \frac{P_{elec}}{\cos\varphi} = \frac{10,89}{0,8}$ = 13,58 kVA

Le groupe électrogène choisi sera de 20 kVA

Forage 4

- Puissance hydraulique : $P_h = \frac{\rho \times g \times Q \times HMT}{1000} = \frac{1000*9,81*20/3600 \times 120}{1000}$ = 6,54 kW
- Puissance électrique : $P_{elec} = \frac{P_h}{\eta_{global}} = \frac{6,54}{0,60}$ = 10,86 kW
- Puissance apparente (cosφ = 0,8) : S=$\frac{P_{elec}}{\cos\varphi} = \frac{10,86}{0,8}$ = 13,58 kVA

Le groupe électrogène choisi sera de 20 kVA

IV.1.6. Stockage

Le réservoir assure une fonction de stockage et de régulation au sein d'un système d'alimentation en eau potable. Il permet d'absorber les écarts entre le débit de production et le débit de consommation.

IV.1.6.1. Volume de stockage

Les directives nationales de conception et de dimensionnement des systèmes d'alimentation en eau potable en milieu rural en vigueur au Bénin recommandent que en cas de pompage thermique ou SBEE, il est au minimum de 25% de la production journalière de pointe. La production journalière de pointe est de 1401,89 m^3/j.

Le volume du réservoir sera de **400 m^3**.

IV.1.6.2. Caractéristique du réservoir

Les directives orientent dans le choix des réservoirs des SAEPmV à partir de la capacité calculée. Pour des réservoirs de capacité supérieure ou égale à 150 m^3 : **le réservoir cuve tronconique en béton** est recommandé. Les caractéristiques du réservoir sont présentées dans le tableau 21.

Tableau 21: Caractéristiques du réservoir

Paramétres	Unités	Valeurs
Capacité utile minimale	**[m³]**	206,16
Capacité retenue	**[m³]**	350,47
Côte TN du château	**[m³]**	282
Hauteur de la cuve	**[m]**	9,79

IV.1.7. Traitement de l'eau

Selon les normes de qualité appliquées au Bénin, Toute eau destinée à la consommation humaine fera l'objet d'une analyse physico-chimique et bactériologique. Le dimensionnement se fait à A0+10. (ANAEPMR, 2019)

IV.1.7.1. Dispositif

La désinfection au chlore est obligatoire pour les SAEPmV. L'unité de chloration est placée dans un local dédié. Chaque poste de dosage comprend :

- Un bac PEHD dont le volume est considéré pour une journée de dosage
- Un agitateur ;
- Une pompe doseuse.

(ANAEPMR, 2019)

IV.1.7.2. Dosage au chlore

Les résultats relatifs au traitement au chlore sont présentés dans le tableau 22 ci-dessous :

Tableau 22:Chloration de l'eau

Chloration de l'eau			
Désinfection de l'eau	**Unité**	**Forage 3**	**Forage 4**
Débit de pointe horaire de distribution	[m³/h]	96,71	
Demande du jour de pointe	[m³]	1401,89	
Volume du réservoir retenu	[m³]	400	
Temps de contact du Chlore	[h]	4,27	4,27
Temps de sejour	[h]	6,85	6,85
Dose de traitement	[mg/l]	2	2,00
Débit d'eau à traité	**[m³/h]**	**40**	**20**
Concentation de la solution de chlore	[g/l]	5	5
Debit d'injection de la pompe doseuse	[l/h]	16	8
Temps de fonctionnement par jour	[h]	12	12
Volume du bac	**[l]**	**192**	**96**
Volume du bac retenu	**[l]**	**250**	**150**
Masse journalière de chlore	[g]	960	480
Masse annuelle de chlore	[kg]	350,40	175,20

IV.1.8. Tracé du réseau

IV.1.8.1. Mode de distribution

Le dimensionnement du réseau de distribution sera fait dans les conditions les plus défavorables. C'est à dire que le réseau doit pouvoir satisfaire la demande à tous les points du réseau sans baisse de pression ou de vitesse même si le réseau fonctionne à son plein potentiel. Le schéma du réseau a été conçu en fonction de plusieurs contraintes d'implantations, notamment la localisation des bornes fontaines, la position du réservoir, les voies d'accès existantes, les limites des habitations.

Le réseau sera de type ramifié. Ce type de réseau est particulièrement adapté aux zones rurales et aux secteurs où la densité des abonnés est faible. Ce qui est le cas ici avec les villages de Okoto, Illaré et Illagbo.

La distribution est de type gravitaire. Le réservoir sera installé en un point haut du système. Ceci pour assurer une pression de service à tous les points et principalement le point le plus défavorable en particulier. La figure 3 présente le tracé du réseau du SAEP d'Akpassi.

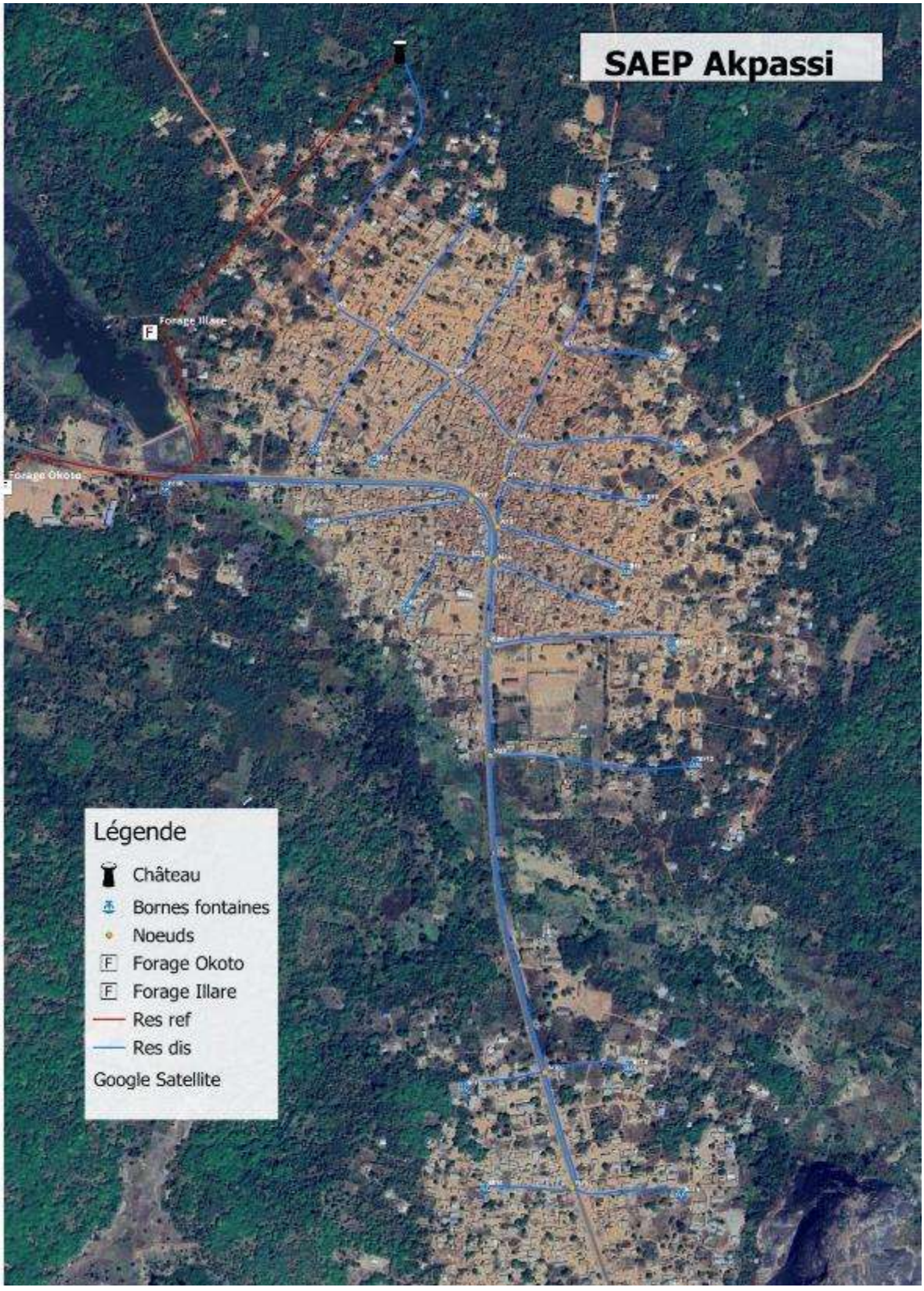


Figure 5: Tracé du réseau

IV.1.8.2. Débit de chaque conduite

Le tableau 23 présente la répartition des débits sur chaque tronçon du réseau.

Tableau 23 : Diamètre des conduites de distribution

Tronçons	Noms Tronçons	Longueur (m)	Débit en route	Débit Aval (l/s)	Debit fictif (l/s)	Debit fictif (m3/s)
R_N1	T1	580,17	0,000	43,13	43,130	0,0431
N1_N2	T2	111,35	0,322	42,81	42,985	0,0430
N2_N4	T3	121,31	0,351	42,46	42,650	0,0426
N4_BF1	T4	351,47	1,018	0,90	1,460	0,0015
N4_BF2	T5	305,97	0,886	0,90	1,387	0,0014
N4_N9	T6	185,05	0,536	38,22	38,512	0,0385
N9_BF3	T7	303,37	0,878	0,90	1,383	0,0014
N9_BF4	T8	263,20	0,762	0,90	1,319	0,0013
N9_N12	T9	207,94	0,602	34,18	34,507	0,0345
N12_N11	T10	238,63	0,691	3,64	4,022	0,0040
N11_BF6	T11	405,54	1,174	0,90	1,546	0,0015
N11_BF5	T12	230,75	0,668	0,90	1,267	0,0013
N12_BF7	T13	376,48	1,090	0,90	1,499	0,0015
N12_N15	T14	91,00	0,263	27,59	27,734	0,0277
N15_BF8	T15	316,42	0,916	0,90	1,404	0,0014
N15_N18	T16	111,67	0,323	25,45	25,628	0,0256
N18_BF9	T17	308,79	0,894	0,90	1,392	0,0014
N18-N24	T18	78,76	0,228	23,43	23,553	0,0236
N24_BF10	T19	285,61	0,827	0,90	1,355	0,0014
N24_N26	T20	189,00	0,547	14,11	14,414	0,0144
N26_BF11	T21	442,80	1,282	0,90	1,605	0,0016
N26_N29	T22	253,77	0,735	11,20	11,601	0,0116
N29_BF12	T23	464,45	1,345	0,90	1,640	0,0016
N29_N30	T24	735,29	2,129	6,82	7,994	0,0080
N30_BF13	T34	194,47	0,563	0,90	1,210	0,0012
N30_BF16	T33	188,84	0,547	0,90	1,201	0,0012
N30_N36	T32	279,80	0,810	3,10	3,549	0,0035
N36_BF15	T30	197,77	0,573	0,90	1,215	0,0012
N36_BF14	T29	252,58	0,731	0,90	1,302	0,0013
N24_N23	T28	19,31	0,056	6,98	7,016	0,0070
N23_BF17	T27	258,10	0,747	0,90	1,311	0,0013
N23_N19	T26	148,32	0,429	4,91	5,144	0,0051
N19_BF18	T25	365,30	1,058	0,90	1,482	0,0015
N19_BF19	T35	708,32	2,051	0,90	2,028	0,0020

IV.1.8.3. Diamètre, Vitesse et pression

Le tableau 24 présente les diamètres de chaque tronçon et la vérification des conditions de vitesse et de pression.

Tableau 24: Vitesse et Pressions

Tronçons	Diamètre intérieur (m)	Diamètre extérieur (mm)	j(m)/ Tronçon	Zmin imposé par X (m)	P réelle en X (m)	Vitesse réelle (m/s)	Verification de V
R_N1	0,2468	280	0,882	283,88	16,99	0,63	Vérifié
N1_N2	0,2468	280	0,169	284,05	16,82	0,63	Vérifié
N2_N4	0,2468	280	0,182	283,05	17,82	0,62	Vérifié
N4_BF1	0,066	75	0,817	290,87	**10,00**	0,34	Vérifié
N4_BF2	0,066	75	0,671	278,72	22,15	0,33	Vérifié
N4_N9	0,2468	280	0,228	285,28	15,59	0,56	Vérifié
N9_BF3	0,066	75	0,663	289,94	10,93	0,33	Vérifié
N9_BF4	0,066	75	0,546	278,82	22,04	0,32	Vérifié
N9_N12	0,2204	250	0,360	283,64	17,23	0,63	Vérifié
N12_N11	0,0792	90	1,215	288,85	12,01	0,59	Vérifié
N11_BF6	0,066	75	1,007	282,86	18,01	0,36	Vérifié
N11_BF5	0,066	75	0,458	285,31	15,55	0,32	Vérifié
N12_BF7	0,066	75	0,903	285,54	15,33	0,35	Vérifié
N12_N15	0,1982	225	0,176	282,82	18,05	0,62	Vérifié
N15_BF8	0,066	75	0,704	281,52	19,35	0,34	Vérifié
N15_N18	0,1982	225	0,186	281,00	19,87	0,58	Vérifié
N18_BF9	0,066	75	0,680	279,68	21,19	0,33	Vérifié
N18-N24	0,1982	225	0,111	280,11	20,75	0,53	Vérifié
N24_BF10	0,066	75	0,610	278,72	22,14	0,33	Vérifié
N24_N26	0,1586	180	0,316	279,43	21,44	0,50	Vérifié
N26_BF11	0,066	75	1,150	281,58	19,29	0,37	Vérifié
N26_N29	0,141	160	0,512	273,94	**26,93**	0,52	Vérifié
N29_BF12	0,066	75	1,237	279,18	21,69	0,37	Vérifié
N29_N30	0,1102	125	2,684	282,62	18,24	0,61	Vérifié
N30_BF13	0,066	75	0,367	278,99	21,88	0,31	Vérifié
N30_BF16	0,066	75	0,354	283,98	16,89	0,31	Vérifié
N30_N36	0,0792	90	1,218	286,84	14,02	0,54	Vérifié
N36_BF15	0,066	75	0,375	289,22	11,65	0,31	Vérifié
N36_BF14	0,066	75	0,517	283,36	17,51	0,32	Vérifié
N24_N23	0,1102	125	0,051	280,16	20,70	0,51	Vérifié
N23_BF17	0,066	75	0,532	274,70	26,17	0,32	Vérifié
N23_N19	0,0968	110	0,394	282,09	18,78	0,47	Vérifié
N19_BF18	0,066	75	0,864	274,56	26,31	0,35	Vérifié
N19_BF19	0,066	75	2,455	277,62	23,25	0,43	Vérifié

Il ressort de ce tableau :

Pour les conduites primaires : 3 112,68 m de PEHD

Pour les conduites secondaires : 5 878,77 m de PEHD

IV.1.8.4. Modélisation et simulation du réseau

Le comportement hydraulique du réseau a été simulé à l'aide du logiciel **Epanet 2**. Les résultats de la simulation réalisée sont présentés comme suit :

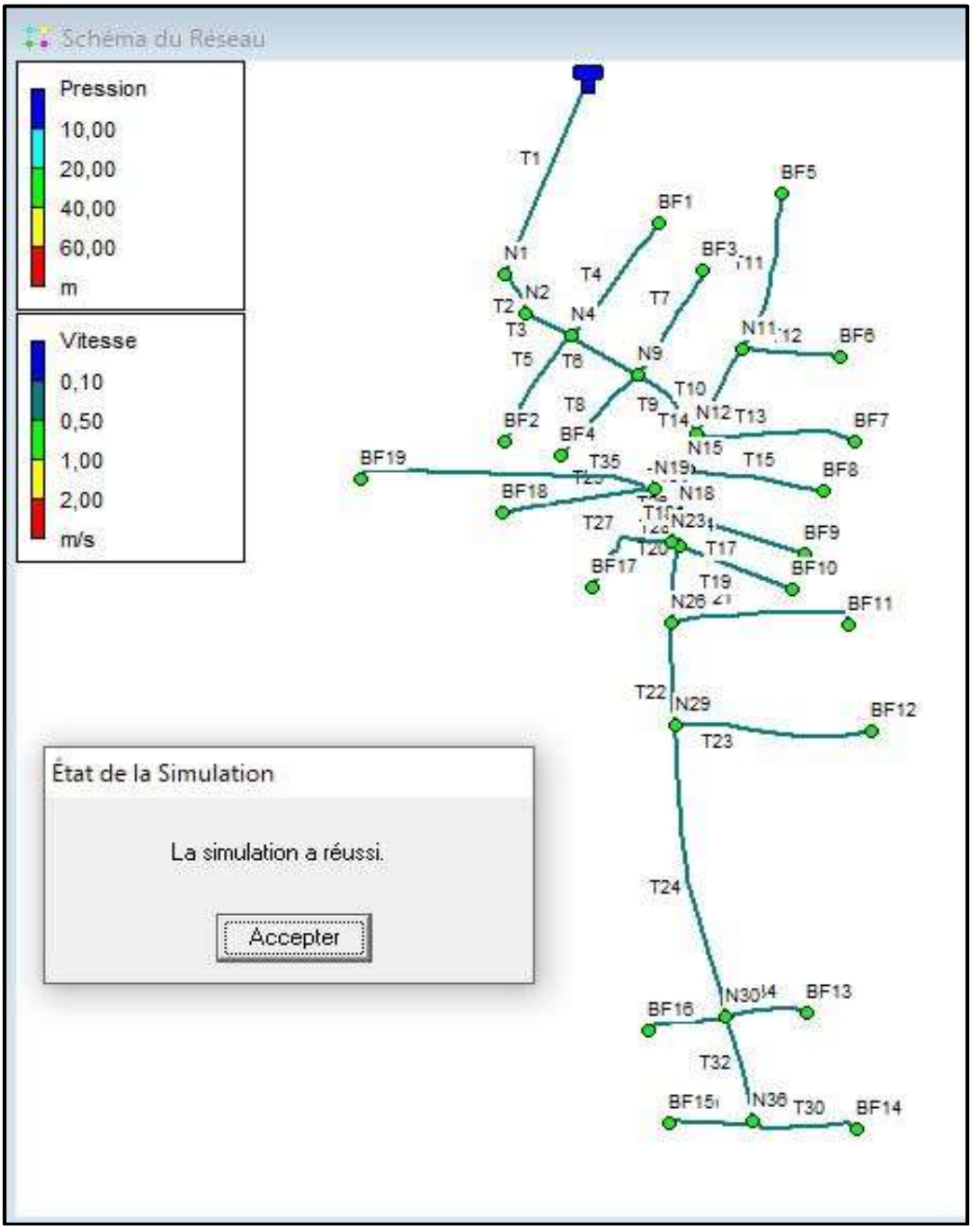


Figure 6 : Simulation Epanet

Le tableau 25 présente les résultats de l'état des arcs obtenus après simulation sur le logiciel Epanet.

Tableau 25 : Etat des arcs

État des Arcs du Réseau						
ID Arc	Longueur	Diamètre	Rugosité	Débit	Vitesse	État
	m	**mm**		**LPS**	**m/s**	
Tuyau T2	111,35	246,8	135	17,1	0,46	Ouvert
Tuyau T3	121,31	246,8	135	17,1	0,46	Ouvert
Tuyau T4	351,47	66	135	0,9	0,36	Ouvert
Tuyau T5	305,97	66	135	0,9	0,36	Ouvert
Tuyau T6	185,05	246,8	135	15,3	0,42	Ouvert
Tuyau T7	303,37	66	135	0,9	0,36	Ouvert
Tuyau T8	263,2	66	135	0,9	0,36	Ouvert
Tuyau T9	207,94	220,4	135	13,5	0,45	Ouvert
Tuyau T10	238,63	79,2	135	1,8	0,47	Ouvert
Tuyau T11	405,54	66	135	0,9	0,36	Ouvert
Tuyau T12	230,75	66	135	0,9	0,36	Ouvert
Tuyau T13	376,48	66	135	0,9	0,36	Ouvert
Tuyau T14	91	198,2	135	10,8	0,45	Ouvert
Tuyau T15	316,42	66	135	0,9	0,36	Ouvert
Tuyau T20	189	158,6	135	5,4	0,37	Ouvert
Tuyau T21	442,8	66	135	0,9	0,36	Ouvert
Tuyau T22	253,77	141	135	4,5	0,39	Ouvert
Tuyau T23	464,45	66	135	0,9	0,36	Ouvert
Tuyau T24	735,29	110,2	135	3,6	0,48	Ouvert
Tuyau T34	194,47	66	135	0,9	0,36	Ouvert
Tuyau T33	188,84	66	135	0,9	0,36	Ouvert
Tuyau T32	279,8	79,2	135	1,8	0,47	Ouvert
Tuyau T30	197,77	66	135	0,9	0,36	Ouvert
Tuyau T29	252,58	66	135	0,9	0,36	Ouvert
Tuyau T28	19,31	110,2	135	2,7	0,38	Ouvert
Tuyau T26	148,32	96,8	135	1,8	0,34	Ouvert
Tuyau T25	365,3	66	135	0,9	0,36	Ouvert
Tuyau T27	258,1	66	135	0,9	0,36	Ouvert
Tuyau T35	708,32	66	135	0,9	0,36	Ouvert
Tuyau T18	78,76	198,2	135	9,9	0,39	Ouvert
Tuyau T19	285,61	66	135	0,9	0,36	Ouvert
Tuyau T16	111,67	198,2	135	9,9	0,42	Ouvert
Tuyau T17	308,79	66	135	0,9	0,36	Ouvert
Tuyau T1	580,17	246,8	135	17,1	0,46	Ouvert

Le tableau 26 présente les résultats de l'état des nœuds obtenus après simulation sur le logiciel Epanet.

Tableau 26: Etat des nœuds

État des Noeuds du Réseau			
ID Noeuds	Altitude	Charge	Pression
	m	**m**	**m**
Noeud N1	273	300,65	27,65
Noeud N2	273	300,58	27,58
Noeud N4	272	300,5	28,5
Noeud BF1	279	299,95	20,95
Noeud BF2	267	300,02	33,02
Noeud N9	274	300,41	26,41
Noeud BF3	278	299,93	21,93
Noeud BF4	267	299,99	32,99
Noeud N12	272	300,26	28,26
Noeud N11	276	299,7	23,7
Noeud BF5	272	299,07	27,07
Noeud BF6	269	299,34	30,34
Noeud BF7	273	299,67	26,67
Noeud N15	271	300,19	29,19
Noeud BF8	269	299,69	30,69
Noeud BF9	267	299,63	32,63
Noeud N18	269	300,11	31,11
Noeud BF10	266	299,62	33,62
Noeud N24	268	300,07	32,07
Noeud N26	267	299,95	32,95
Noeud BF11	268	299,26	31,26
Noeud N29	261	299,75	38,75
Noeud BF12	265	299,03	34,03
Noeud N30	267	298,52	31,52
Noeud BF13	263	298,21	35,21
Noeud BF16	268	298,22	30,22
Noeud N36	270	297,86	27,86
Noeud BF14	266	297,55	31,55
Noeud BF15	272	297,47	25,47
Noeud N23	268	300,04	32,04
Noeud N19	269	299,91	30,91
Noeud BF18	261	299,34	38,34
Noeud BF19	263	298,81	35,81
Noeud BF17	262	299,64	37,64
Réservoir R	299	301	2

La pression maximale est de 38,75 mCE et la pression minimale est 20,95 mCE. Ses pressions sont comprises entre 10-60 mCE comme recommandé par les directives nationales.

IV.1.8.5. Points de desserte

Les pointes de desserte sont majoritairement les bornes fontaines. Une borne fontaine est dimensionnée pour desservir 250 usagers. La politique mise en œuvre est de favoriser l'abandon progressif des bornes fontaines vers les branchements particuliers. Le branchement particulier est le point de desserte cible pour le milieu rural, à raison de 24 usagers par branchement particulier. (Environ 4 ménages). (ANAEPMR, 2019) Le tableau 27 présente les positions géographiques prévues pour les différentes bornes fontaines.

Tableau 27: Emplacements des bornes fontaines

BF	X	Y	Z
BF1	1,884	8,448	279
BF2	1,881	8,444	267
BF4	1,882	8,443	267
BF3	1,885	8,447	278
BF5	1,887	8,449	272
BF6	1,888	8,445	269
BF7	1,888	8,443	273
BF8	1,887	8,442	269
BF9	1,887	8,441	267
BF10	1,887	8,440	266
BF11	1,888	8,439	261
BF12	1,888	8,437	265
BF13	1,887	8,431	263
BF16	1,883	8,430	268
BF15	1,884	8,428	272
BF14	1,888	8,428	266
BF17	1,882	8,440	262
BF19	1,878	8,443	263
BF18	1,881	8,442	261

Système de projection en WGS 84

V. OUVRAGES ANNEXES SUR LE RESEAU

Dans le but de veiller au bon fonctionnement du réseau à mettre en place les ouvrages suivants seront prévues :

- Un abri groupe prévu pour la pose du groupe, du compteur électrique et des armoires de commande
- Deux pièces réparties comme suit une pièce pour l'abri de chloration contenant la pompe doseuse et une pièce pour le magasin de stockage de chlore
- Un local administratif pour les personnels installés sur le site d'exploitation
- Des ventouses (placées au niveau des points plus hauts) et des vidanges (placées au point les plus bas) pour éviter des dépôts dans les conduites
- Des vannes pour sectionner le réseau. Ceci pour faciliter la maintenance en cas de fuite d'eau et suivre en tout temps l'écoulement de l'eau dans les conduites.

VI. MODE DE GESTION DU SYSTEME D'ALIMENTATION EN EAU

En AEP, nous avons principalement trois modes de gestion : la régie, l'affermage et la concession. Dans notre cas précis le mode de gestion le mieux adapté est l'affermage.

L'affermage est le contrat du service public par lequel l'autorité délégante confie à un tiers le mandat de gérer le service public de l'eau potable, à ses frais, risques et périls et lui impose le maintien en bon état de fonctionnement des installations en vue de fournir ce service public, y compris la responsabilité de maintenance et de tout ou partie des investissements de renouvellement. (DAEP, 2016)

Ce mode de gestion permet de rendre professionnel l'exploitation des systèmes d'alimentations grâce au savoir-faire et les expériences acquises par l'opérateur. Il allège la charge de gestion au service public et favorise une meilleure efficacité commerciale et technique.

VII. ÉTUDE DES COÛTS

CALCUL DU COUT DU PROJET

Le tableau 28 nous présente le devis estimatif du projet

Tableau 28:Devis estimatif du projet

N°	Désignation	Prix total (FCFA TTC)
1	Installation de chantier et préparation	21 000 000
2	Déblais, remblais y compris lit de sable et pose	100 000 000
3	Soufflage, essais de pompage longue durée, développement, analyse chimique des forages existant	11 000 000
4	Canalisation (Fourniture et pose)	205 467 596
5	Pièces pour le raccordement	4 155 000
6	Pièces pour conduites en PEHD	5 556 000
7	Borne fontaine à 3 robinets	28 500 000
8	CHÂTEAU D'EAU : Construction d'un château d'eau en béton de 400 m^3 de capacité avec une hauteur sous radier de 11 m et mise en place des équipements hydrauliques	430 000 000
9	Équipements pour tête de forage	3 300 000
10	Pompe GRUNDFOS immergée/surface et accessoires	6 600 000
11	Source d'énergie	35 116 946
12	Unité de traitement	3 643 759
13	Finition et divers	4 200 000
14	Équipements annexes	16 750 000
15	Équipements électromécaniques	8 600 000
	MONTANT TOTAL HORS TVA	**883 889 295**
	MONTANT DE LA TVA 18 %	**159 100 073**
	MONTANT TOTAL FCFA TTC	**1 042 989 368**

CALCUL DU PRIX DE REVIENT DE L'EAU

Le prix du mètre cube d'eau est calculé à travers cette formule :

.

$$\text{Prix de revient} = \frac{\text{Charge du système (exploitation et l'entetien)} + \text{Amortissement}}{\textit{Volume vendue à sur la durée de vie projet}}$$

- Les amortissements

L'amortissement est appliqué à tous les équipements d'AEP réalisés pour le SAEP. Les résultats du calcul des amortissement sont présenté dans le tableau 29.

Tableau 29: Les amortissements

Type d'équipement AEP	Durée de vie (an)	Montant investi (FCFA)	Amortissement
Ouvrage de génie civil	20	34 600 000	1 730 000
Réseau d'adduction	20	205 467 596	10 273 380
Réseau de distribution	20		
Accessoires	20	9 711 000	485 550
Pompes immergée	10	**6 600 000**	660 000
Réservoir d'eau	20	430 000 000	21 500 000
Bornes fontaines	10	28 500 000	2 850 000
Total de l'amortissement annuel			37 498 930
Total de l'amortissement			**749 978 596**

L'amortissement est estimé à 749 millions.

- Charge du système

L'ensemble des charges liées au système est présenté dans le tableau 30

Tableau 30: Les charges du système

Désignation	Durée	Quantité	Prix unitaire à l'année (FCFA)	Prix total (FCFA)
Coût annuel pour la chloration	20	Forfait	3 850 660	77 013 200
Coût annuel pour l'énergie		Forfait	36 001 459	720 029 180
Paiement des Salaires du personnel du réseau		Forfait	10 750 000	215 000 000
Entretien des équipements du réseau		Forfait	35 487 963	709 759 260
Total				**1 721 801 640**

Les charges liées à l'exploitation et à l'entretien du système s'élèvent à 1,72 milliard

- Prix de revient

En appliquant la formule du prix de revient énoncée plus haut on obtient les résultats présentés dans le tableau 31.

Tableau 31: Prix de revient

Désignation	Prix total
Charge d'exploitation	1 721 801 640
Amortissement	749 978 596
Volume d'eau facturé à l'échéance du projet	6722270,793
Prix de revient	368
Prix de vente	500

En considérant une marge bénéficiaire de l'exploitant et la redevance à la commune, le prix de vente du mètre cube d'eau est fixé à 500 F, soit 12,5 FCFA ramené à 15 FCFA pour un bidon de 25 l.

VIII. NOTICE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL

L'Agence Béninoise pour l'Environnement (ABE) grâce au guide général de réalisation d'une étude d'impact environnementale et sociale nous oriente sur la catégorie de ce projet. Ce projet est classé dans la catégorie V : Traitement des eaux et Aqueduc. Plus précisément la catégorie V.5: Installation d'aqueduc ou adduction d'eau et la catégorie V.6 : Pompage de la nappe (ABE, 2023).

RAPPEL DES COMPOSANTES ET PHASES DU PROJET

Les villages de Illaré, Illagbo et Okoto sont les trois villages concernés par ce projet. Il a pour but principal d'améliorer l'accès à l'eau de ses trois villages. Ce projet se déroule en trois phase à savoir : la phase des études, la phase de construction, la mise en place du système AEP.

IDENTIFICATION ET EVALUATION DES IMPACTS

Les impacts dus à ce projet concernent principalement la phase de construction et mise en place. Il s'agit ici des interactions entre les activités et éléments rentrant dans la construction de la SAEP et le milieu récepteur. Pour l'analyse des effets du projet sur l'environnement, nous utiliserons la matrice de Léopold. Les résultats sont consignés dans le tableau 32

Tableau 32: Les impacts du projet

Activités sources d'impacts	Composantes de l'environnement récepteur d'impacts											
	Milieu biophysique							Milieu socio-économique				
	Air	Environnement acoustiqu	Sols	Eaux souterraines	Eaux de surface	Végétations	Faunes	Emplois	Économie	Hygiène	Sécurité-santé	Paysage
	PHASE DE PLANIFICATION ET DE RÉALISATION											
Choix du tracé						⊗						✓
Préparation du site	⊗	⊗	⊗			⊗	⊗	✓	✓		⊗	
Transport et circulation des engins		⊗	⊗			⊗	⊗	✓	✓		⊗	
Production de déchets	⊗		⊗	⊗	⊗	⊗	⊗			⊗		⊗
Prélèvement d'eau					⊗	⊗		✓				
Travaux d'emprunt, remblai, déblai	⊗	⊗	⊗		⊗			✓		⊗		⊗
Implantation des infrastructures (BF, réservoir, Conduites)	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	✓	✓	✓	⊗	✓
Construction de système d'assainissement et de drainage				✓		✓				✓		
Travaux de génie civil	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	✓	✓	✓		✓

PHASE D'EXPLOITATION												
Vente d'eau/Pertes								✓	✓			
Utilisation de produits de désinfection										✓		
Utilisation de l'énergie thermique	✗	✗	✗									
Entretien/Maintenance			✗	✗				✓		✓	✓	

✓ Impact positif
✗ Impact négatif

PLAN DE GESTION ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL

VIII.1.1. Mesures d'atténuation, de compensation et de bonification

- **MILIEU BIOPHYSIQUE**

Composante Air

Mesures d'atténuations

- Arrosage régulier du chantier et des zones qui ont été excavés pour limiter la poussière
- Entretien mécanique régulier des engins de chantier pour limiter des gaz d'échappement

Composante Environnement acoustique

Mesures d'atténuations

- Réglementer les heures d'utilisation des machines pour limiter les nuisances sonores prolongées
- Interdire aux conducteurs des engins de klaxonner près des habitations.

Composante Eaux souterraines

Mesures d'atténuations

- Interdire de jeter les huiles utilisées et les déchets de chantier
- Mettre en place un système pour bien suivre l'élimination des déchets de chantier.

Composante Végétation

Mesures d'atténuations

- Prévoir un programme de reboisement
- Bien délimiter l'enclave des sites pour éviter les débordements

Composante Faune

Mesures d'atténuations

- Interdire la chasse aux animaux
- Protéger au maximum la faune existante

MILIEU SOCIAL ET ECONOMIQUE

Composante social

Mesures d'amélioration

- Prioriser la main d'œuvre locale
- Prioriser l'approvisionnement local en matériels et matériaux

Composante Hygiène

Mesures d'atténuation

- Installer sur les sites des latrines pour éviter la défécation à l'air libre
- Installer sur le chantier des lavabos pour l'hygiène des mains.

Composante Santé-Sécurité

Mesures d'atténuation

- Fournir des équipements de protections individuelles à chaque personne présente sur le chantier
- Mettre des signalisations ou des barrières le long des sites en exploitations pour protéger comme les accidents

Paysage

Mesures d'atténuation

- Nettoyage complet du chantier après fin des travaux

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Ce mémoire a donné de réaliser la conception et le dimensionnement d'un SAEPmV pour les villages de Illagbo, Illaré et Okoto. Il est dimensionné pour desservir une population estimée à 36 348 habitants à l'horizon du projet (l'an 2048) pour une demande de pointe de 1401,89 m^3/j. Les calculs hydrauliques (calcul du réseau de refoulement, de distribution et du réservoir) et la simulation réalisée avec le logiciel EPANET confirment la faisabilité technique du projet. La réalisation d'un nouveau forage sera prévue avant 2038 pour satisfaire les besoins en eau à l'horizon. Le coût d'investissement est fixé à 1,04 milliard FCFA TTC avec 500FCFA pour le prix de vente du m^3.

Comme recommandations :

A la commune et au fermier

- Organiser des sensibilisations avec les populations des villages concernés sur l'intérêt et les avantages des branchements particuliers pour faciliter la conversion des bornes fontaines vers les branchements particuliers.

A l'ANAEPMR

- Prévoir l'installation de nouveaux forages pour le SAEP,

Au fermier

- Assurer une gestion rigoureuse et un bon entretien des ouvrages réalisés dans le cadre du projet.
- Effectuer régulièrement des analyses des forages exploités afin de prévenir tout risque lié à la santé.

Au bureau d'études

- Réactualiser l'ensemble du dimensionnement en cas de retard supérieur à deux ans dans le démarrage des travaux.

BIBLIOGRAPHIE

- **ABE. (2023).** Guide général de réalisation d'une étude d'impact environnementale et sociale en république du Bénin.
- **ANAEPMR. (2019)**. Directives nationales en matière de conception et de dimensionnement des systèmes d'AEP en milieu rural.
- **DAEP. (2016)**. Guide de gestion des ouvrages d'AEP en milieux rural et semi-urbain au Togo.
- **Faye, M. D. (2019).** Cours d'Ingénieurie des réseaux eau potable Adduction-Réservoirs-Réseaux de distributions.
- **Monographie de la commune de Bantè. (2006).**
- **Mounirou, L. A. (2013).** Cours d'Essentiel de l'Hydraulique en Charge.
- **Mounirou, L. A. (2024).** Cours d'Essentiel de théorie des pompes.
- R**apport Forages pour SAEP d'Akpassi. (2023).**

ANNEXES

Annexe 1: Caractéristique de la pompe du forage 3 ii
Annexe 2: Caractéristique de la pompe du forage 4 viii
Annexe 3: Plan du château xii
Annexe 4: Plan d'ensemble de la station de pompage xiii
Annexe 5 : Plan du local de chloration xiv
Annexe 6: Plan abri groupe électrogène xv
Annexe 7: Plan du local d'exploitation xvi
Annexe 8 : Plans standards des bornes fontaines xvii
Annexe 9: Devis estimatif xx
Annexe 10: Réseau de distribution xxvi
Annexe 11: Résultats d'analyses xxvii

Annexe 1: Caractéristique de la pompe du forage 3

GRUNDFOS

Nom Société:
Créé par:
Téléphone:

Date: 18/06/2026

Sur demande SP 46-7 50 Hz

Entrée

Dimensionnement par	Famille de pompes
Choisir une famille de pompes	SP, SP-G, SP-NE
Circuit	Standard
Sélectionnez le groupe de produit	SP
Liquide pompé	Eau
T° liquide pendant le fonctionnement	20 °C
Débit (Q)	40 m³/h
Pression (H)	64 m
Vitesse variable	Non
Sélectionnez le type d'hydraulique	Simple

Calcul du Coût Global

Profil de charge	Piscine charge
Temps de fonctionnement de la pompe	1000 h/a
Prix de l'énergie	0.2 EUR/kWh
Augmentation du prix de l'énergie	6 %
Intensité des émissions de CO2	0.041 kg/kWh
Période de calcul	10 années
Selon quel niveau de détail souhaitez-vous votre analyse de Coût Global?	Analyse LCC simple

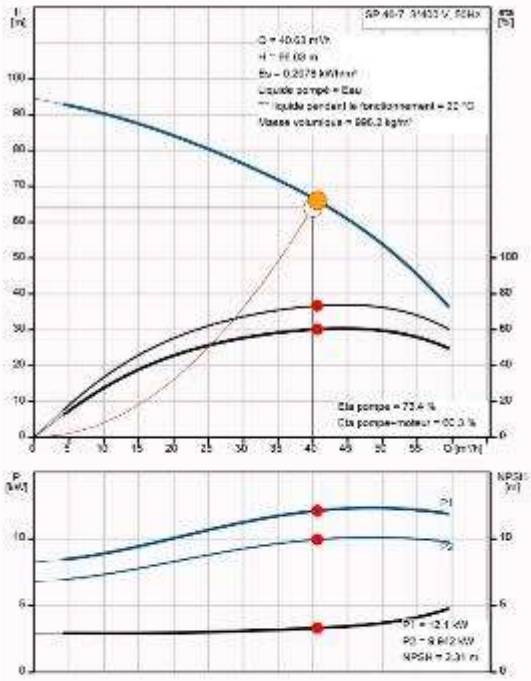
Chargement Profil

	1
Débit (%)	102
Débit (m³/h)	40.63
Pression (%)	103
Pression (m)	66.03
P1 (kW)	12.1
Eta total (%)	60.3
Temps (h/a)	984
Conso. énergétique (kWh/Année)	11910
Quantité	1

Résultat de dimensionnement

Type	SP 46-7
Quantité	1
Moteur	11 kW

Débit	40.63	m³/h (+2%)
Pression	66.03	m (+3%)
Puissance P1	12.1	kW
Puissance P2 requise au point de fonctionnement	9.942	kW
Eta pompe	73.4	%
Eta pompe+moteur	60.3	% =Eta pompe * Eta moteur
Conso. énergétique	11910	kWh/an
Emission CO2	485	kg/Année
Prix	7,453.00	
Coût global (LCC)	39783	EUR /10Années



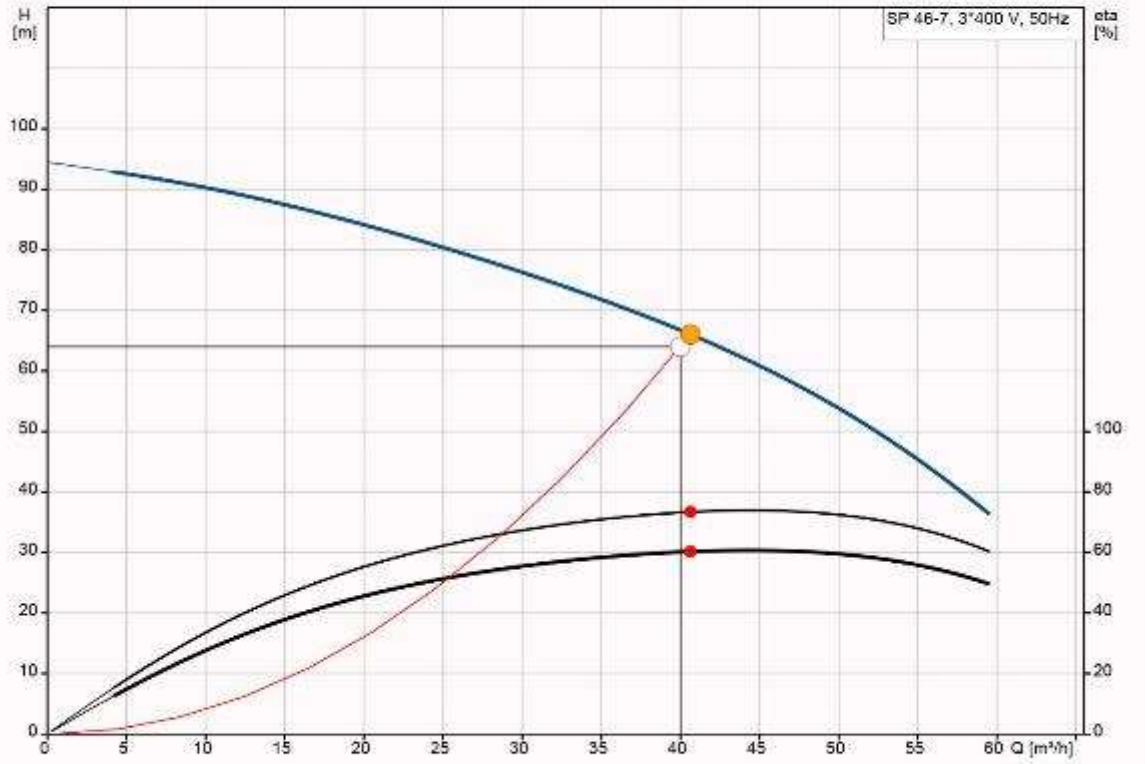
Logiciel Grundfos WinCAPS [2026.24.000] 7

GRUNDFOS

Nom Société:
Créé par:
Téléphone:

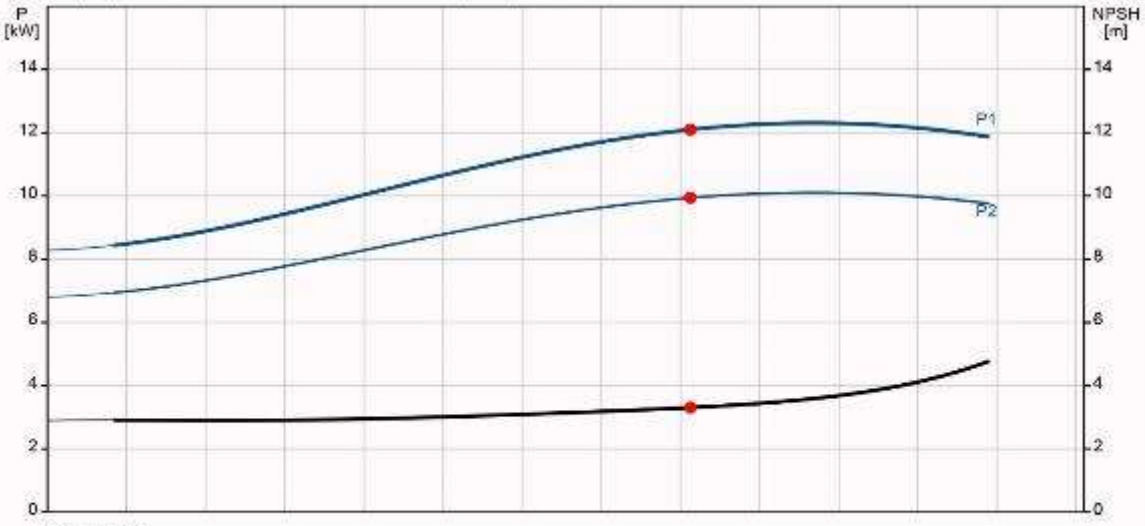
Date: 18/06/2026

Sur demande SP 46-7 50 Hz



Q = 40.63 m³/h
Es = 0.2978 kWh/m³
T° liquide pendant le fonctionnement = 20 °C
Eta pompe = 73.4 %

H = 66.03 m
Liquide pompé = Eau
Masse volumique = 998.2 kg/m³
Eta pompe+moteur = 60.3 %



P1 = 12.1 kW
P2 = 9.942 kW
NPSH = 3.31 m

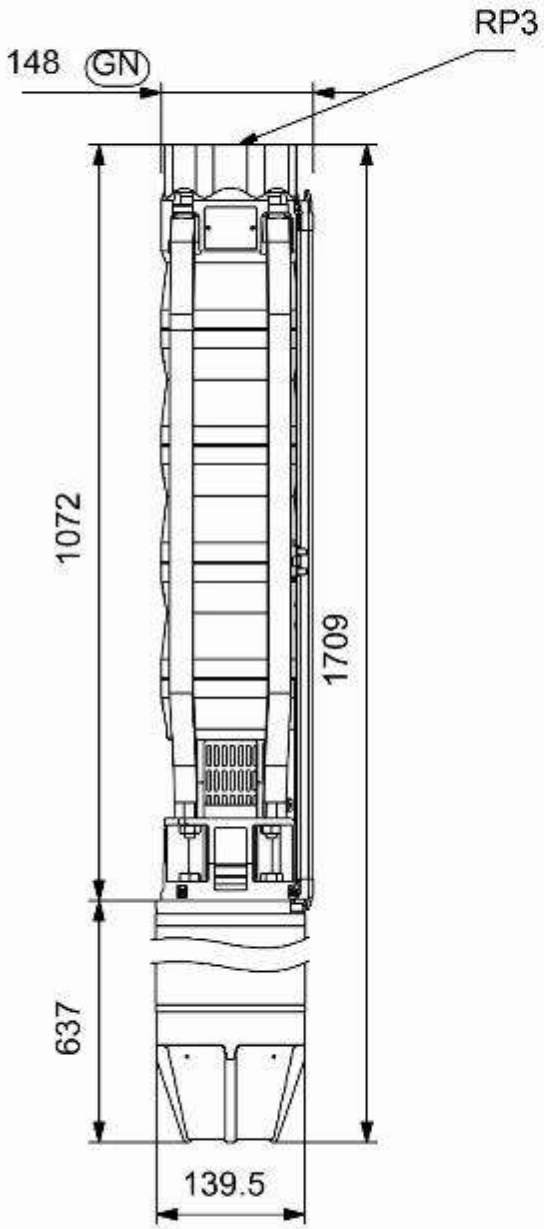
Logiciel Grundfos WinCAPS [2026.24.000] 1

GRUNDFOS

Nom Société:
Créé par:
Téléphone:

Date: 18/06/2026

Sur demande SP 46-7 50 Hz

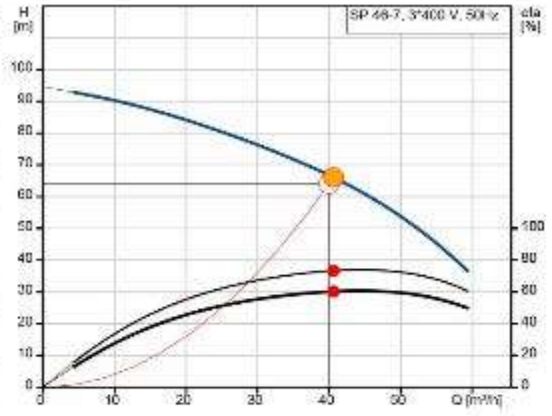


Remarque:toutes les unités sont en [mm] à moins que d'autres unités soient énoncées.
Mise en garde: ce dessin d'encombrement simplifié ne montre pas tous les détails.

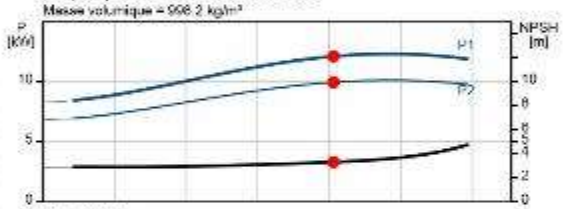
Nom Société:
Créé par:
Téléphone:

Date: 18/06/2026

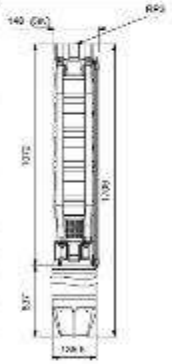
Description	Valeur
Information générale:	
Nom produit:	SP 46-7
Code article:	Sur demande
Numéro EAN::	Sur demande
Prix:	EUR 7453
Technique:	
Vitesse de la pompe sur laquelle sont basées les données de la pompe:	2900 mn-1
Débit calculé réel:	40.63 m³/h
Débit nominal:	46 m³/h
Point de fonctionnement réel de la pompe:	66.03 m
Hauteur nominale:	61 m
Etages:	7
Nombre de roues à diamètre réduit:	NONE
Garniture mécanique pour moteur:	CER/CARNBR
Certifications:	CE,EAC,UKCA,SEPRO,MOROCCO
Certifications pour l'eau potable:	ACS,DM174
Tolérance courbe:	ISO9906:2012 3B
Modèle:	B
Version moteur:	T40
Clapet anti-retour:	OUI
Matériaux:	
Pompe:	Stainless steel
	EN 1.4301
	AISI 304
Roue:	Acier inox.
	EN 1.4301
	AISI 304
Moteur:	Acier inoxydable
	DIN W.-Nr. 1.4301
Installation:	
Pression ambiante maximale:	60 bar
Pression maximale de service:	60 bar
Pression de sortie maximale autorisée:	9.6 bar
Type raccordement:	Rp
Taille du raccordement:	3 pouce
Diamètre motor:	6 pouce
Diamètre de forage minimum:	155 mm
Liquide:	
Liquide pompé:	Eau
Plage température liquide:	-15 .. 40 °C
T° max. liquide à 0,15 m/sec:	40 °C
Température liquide sélectionnée:	20 °C
Densité:	998.2 kg/m³
Viscosité cinématique:	1 mm²/s
Donnée électrique:	
Type moteur:	MS6000
Conception de la bride moteur:	Grundfos
Puissance nominale - P2:	11 kW
Puissance (P2) requise par pompe:	11 kW
Fréquence d'alimentation:	50 Hz
Tension nominale:	3 x 380-400-415 V
Courant nominal:	26.0-25.0-24.8 A
Intensité démarrage:	470-520-540 %

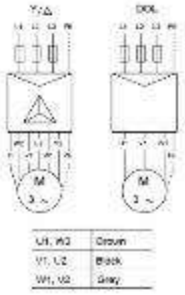


Q = 40.63 m³/h
Es = 0.297 kWh/m³
Eta pompe = 73.4 %
H = 66.03 m
Liquide pompé = Eau
Eta pompe+moteur = 60.3 %
T° liquide pendant le fonctionnement = 20 °C
Masse volumique = 998.2 kg/m³



P1 = 12.1 kW
P2 = 9.642 kW
NPSH = 3.31 m





U1, W2	Brown
V1, U2	Black
W1, V2	Grey

GRUNDFOS

Nom Société:
Créé par:
Téléphone:

Date: 18/06/2026

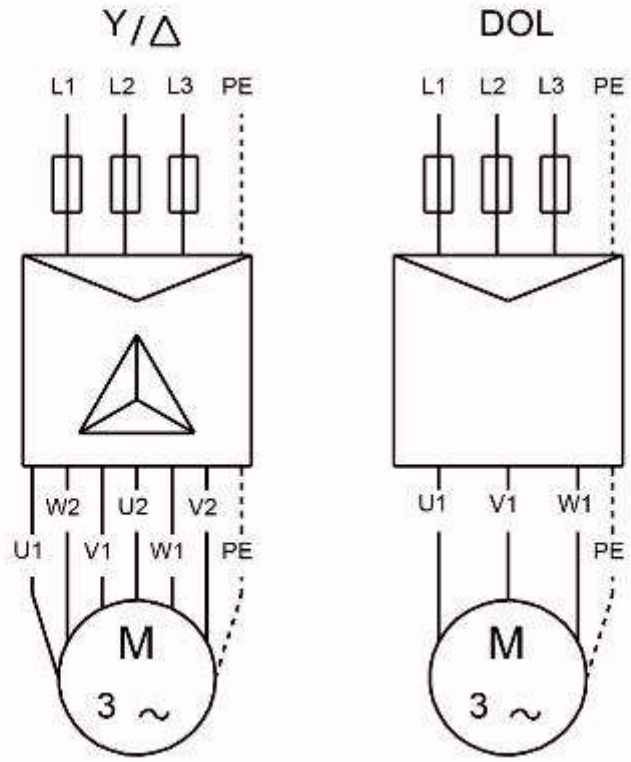
Description	Valeur
Cos phi - facteur de puissance:	0.84-0.82-0.79
Vitesse nominale:	2850-2870-2880 mn-1
Méthode de démarrage:	direct en ligne
Indice de protection (IEC 34-5):	IP68
Classe d'isolement (IEC 85):	F
Protection moteur intégrée:	AUCUN
Protection thermique:	externe
Capteur de température intégré:	non
Longueur du câble:	5 m
Type de câble:	FLAT
No moteur:	78195514
Numéro de câble principal:	96164209
Enroulements:	Enamelled
Autres:	
Indice d'efficacité minimale, MEI ≥:	0.40
Poids net:	70.4 kg
Poids brut:	100 kg
Volume d'expédition:	0.232 m3
N° VVS danois:	388462007
Pays d'origine:	DK
Code douanier:	84137029
Certifications environnementales:	WEEE

GRUNDFOS

Nom Société:
Créé par:
Téléphone:

Date: 18/06/2026

Sur demande SP 46-7 50 Hz



U1, W2	Brown
V1, U2	Black
W1, V2	Grey

Note ! Toutes les unités sont en [mm] sauf précision contraire.

Annexe 2: Caractéristique de la pompe du forage 4

GRUNDFOS

Nom Société:
Créé par:
Téléphone:

Date: 21/07/2026

Sur demande SP 32-12 50 Hz

Entrée

Dimensionnement par	Famille de pompes
Choisir une famille de pompes	SP, SP-G, SP-NE
Circuit	Standard
Sélectionnez le groupe de produit	SP
Liquide pompé	Eau
T° liquide pendant le fonctionnement	20 °C
Débit (Q)	20 m³/h
Pression (H)	110 m
Vitesse variable	Non
Sélectionnez le type d'hydraulique	Simple

Calcul du Coût Global

Profil de charge	Pleine charge
Temps de fonctionnement de la pompe	1000 h/a
Prix de l'énergie	0.2 EUR/kWh
Augmentation du prix de l'énergie	6 %
Intensité des émissions de CO2	0.041 kg/kWh
Période de calcul	10 années
Selon quel niveau de détail souhaitez-vous votre analyse de Coût Global?	Analyse LCC simple

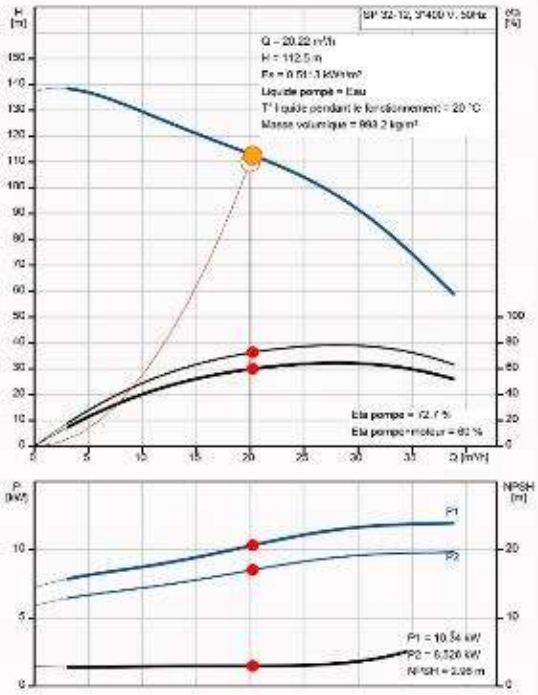
Chargement Profil

	1
Débit (%)	101
Débit (m³/h)	20.22
Pression (%)	102
Pression (m)	112.5
P1 (kW)	10.33
Eta total (%)	59.6
Temps (h/a)	989
Conso. énergétique (kWh/Année)	10219
Quantité	1

Résultat de dimensionnement

Type SP 32-12
Quantité 1
Moteur 11 kW

Débit	20.22	m³/h (+1%)
Pression	112.5	m (+2%)
Puissance P1	10.34	kW
Puissance P2 requise au point de fonctionnement	8.526	kW
Eta pompe	72.7	%
Eta pompe+moteur	60.0	% =Eta pompe * Eta moteur
Conso. énergétique	10219	kWh/an
Emission CO2	416	kg/Année
Prix	8.177,00	
Coût global (LCC)	35917	EUR /10Années



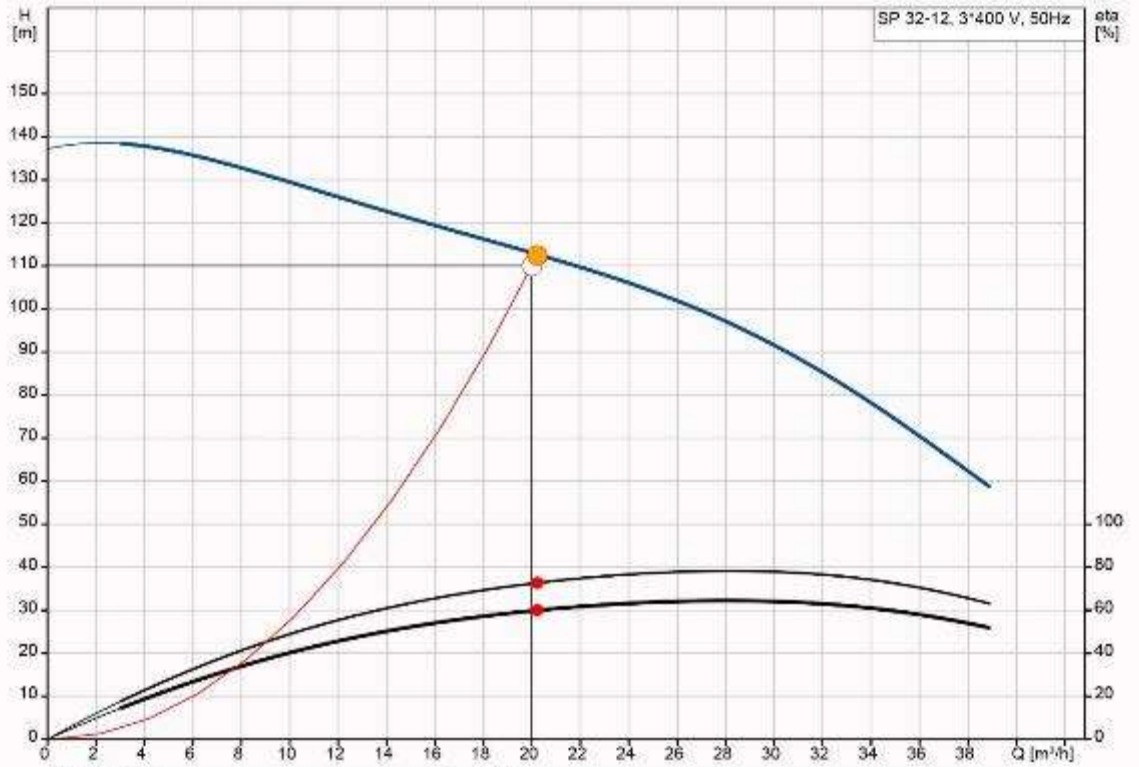
Logiciel Grundfos WinCAPS [2026.29.000] 7

GRUNDFOS

Nom Société:
Créé par:
Téléphone:

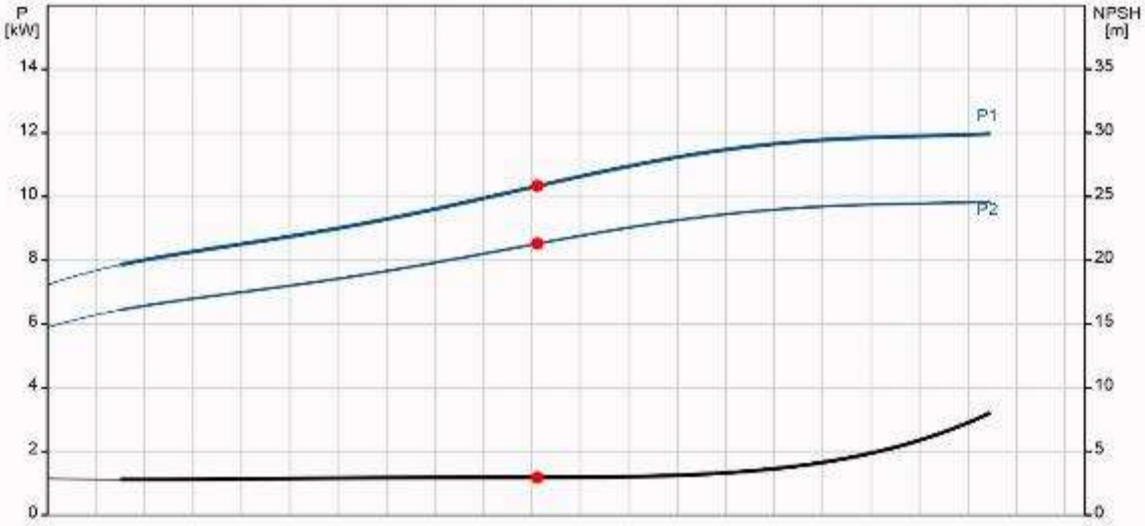
Date: 21/07/2026

Sur demande SP 32-12 50 Hz



Q = 20.22 m³/h
Es = 0.5113 kWh/m³
T° liquide pendant le fonctionnement = 20 °C
Eta pompe = 72.7 %

H = 112.5 m
Liquide pompé = Eau
Masse volumique = 998.2 kg/m³
Eta pompe+moteur = 60 %



P1 = 10.34 kW
P2 = 8.526 kW
NPSH = 2.96 m

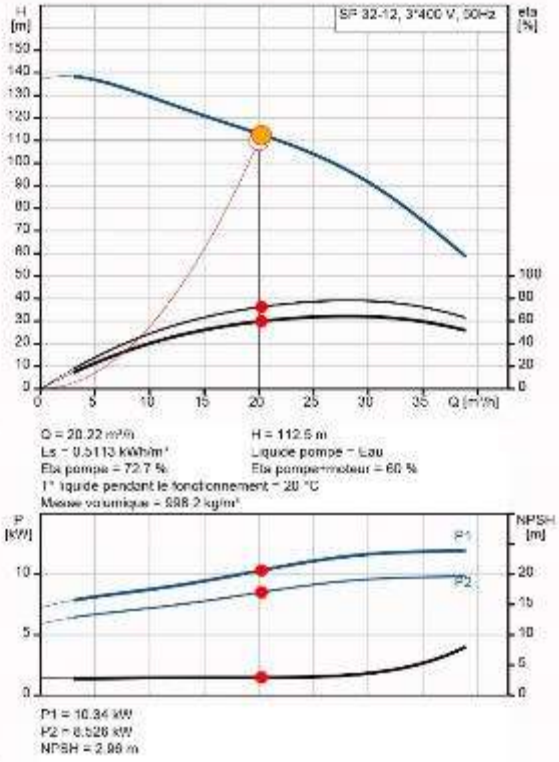
Logiciel Grundfos WinCAPS [2026.29.000] 1

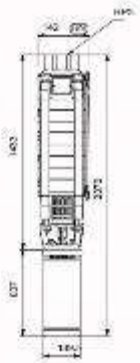
GRUNDFOS

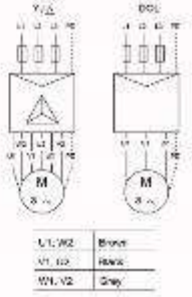
Nom Société:
Créé par:
Téléphone:

Date: 21/07/2026

Description	Valeur
Information générale:	
Nom produit:	SP 32-12
Code article:	Sur demande
Numéro EAN::	Sur demande
Prix:	EUR 8177
Technique:	
Vitesse de la pompe sur laquelle sont basées les données de la pompe:	2900 mn-1
Débit calculé réel:	20.22 m³/h
Débit nominal:	32 m³/h
Point de fonctionnement réel de la pompe:	112.5 m
Hauteur nominale:	88 m
Etages:	12
Nombre de roues à diamètre réduit:	NONE
Garniture mécanique pour moteur:	CER/CARNBR
Certifications:	CE,EAC,UKCA,SEPRO,MOROCCO
Certifications pour l'eau potable:	ACS,DM174
Tolérance courbe:	ISO9906:2012 3B
Modèle:	A
Type pompe:	SP32
Version moteur:	T40
Clapet anti-retour:	OUI
Matériaux:	
Pompe:	Stainless steel
	EN 1.4301
	AISI 304
Roue:	Acier inox.
	EN 1.4301
	AISI 304
Moteur:	Acier inoxydable
	DIN W.-Nr. 1.4301
Installation:	
Pression ambiante maximale:	60 bar
Pression maximale de service:	60 bar
Pression de sortie maximale autorisée:	14.2 bar
Type raccordement:	Rp
Taille du raccordement:	3 pouce
Diamètre motor:	6 pouce
Diamètre de forage minimum:	145 mm
Liquide:	
Liquide pompé:	Eau
Plage température liquide:	-15 .. 40 °C
T° max. liquide à 0,15 m/sec:	40 °C
Température liquide sélectionnée:	20 °C
Densité:	998.2 kg/m³
Viscosité cinématique:	1 mm²/s
Donnée électrique:	
Type moteur:	MS6000
Conception de la bride moteur:	Grundfos
Puissance nominale - P2:	11 kW
Puissance (P2) requise par pompe:	11 kW
Fréquence d'alimentation:	50 Hz
Tension nominale:	3 x 380-400-415 V
Courant nominal:	26.0-25.0-24.8 A







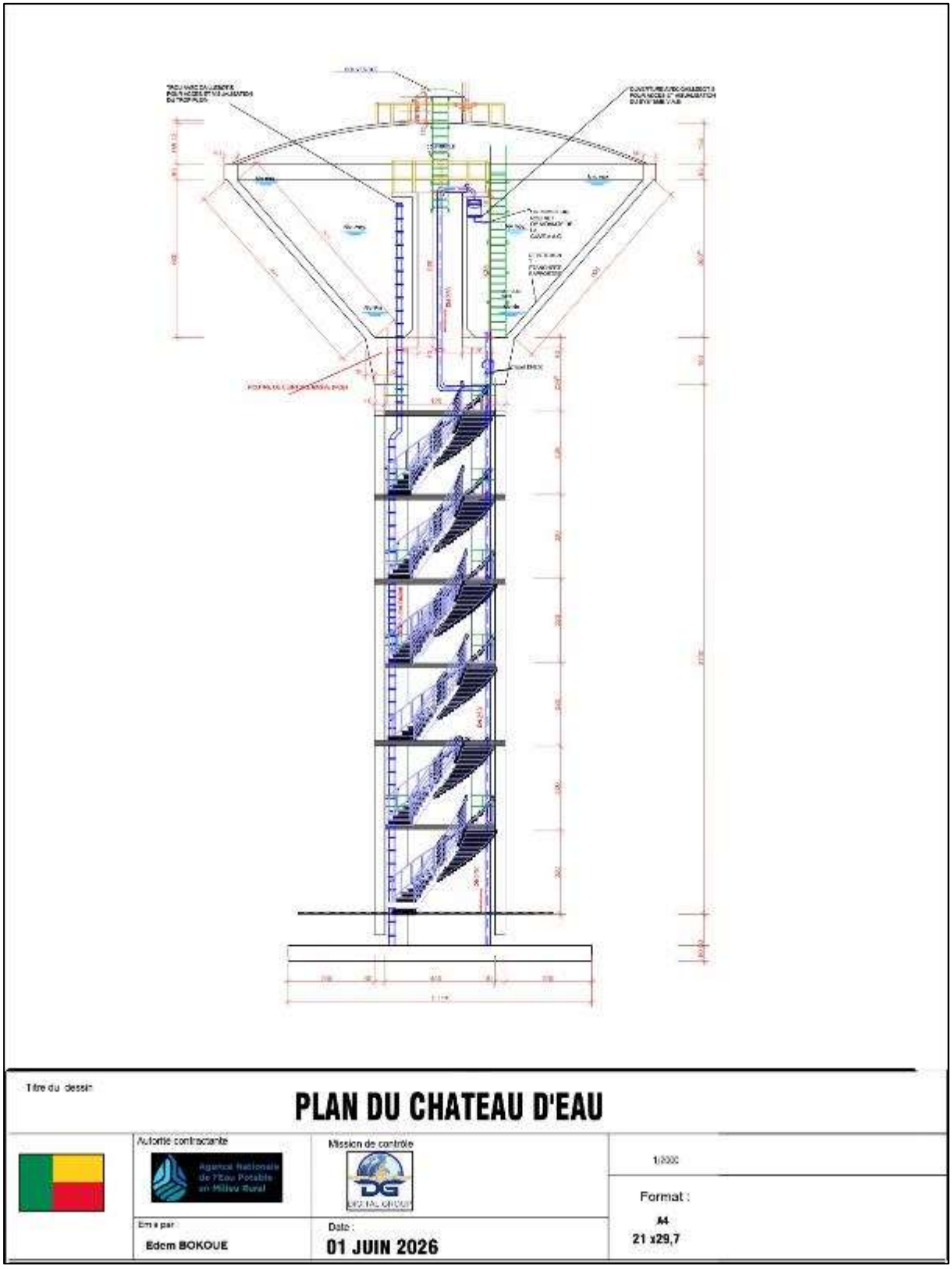
GRUNDFOS

Nom Société:
Créé par:
Téléphone:

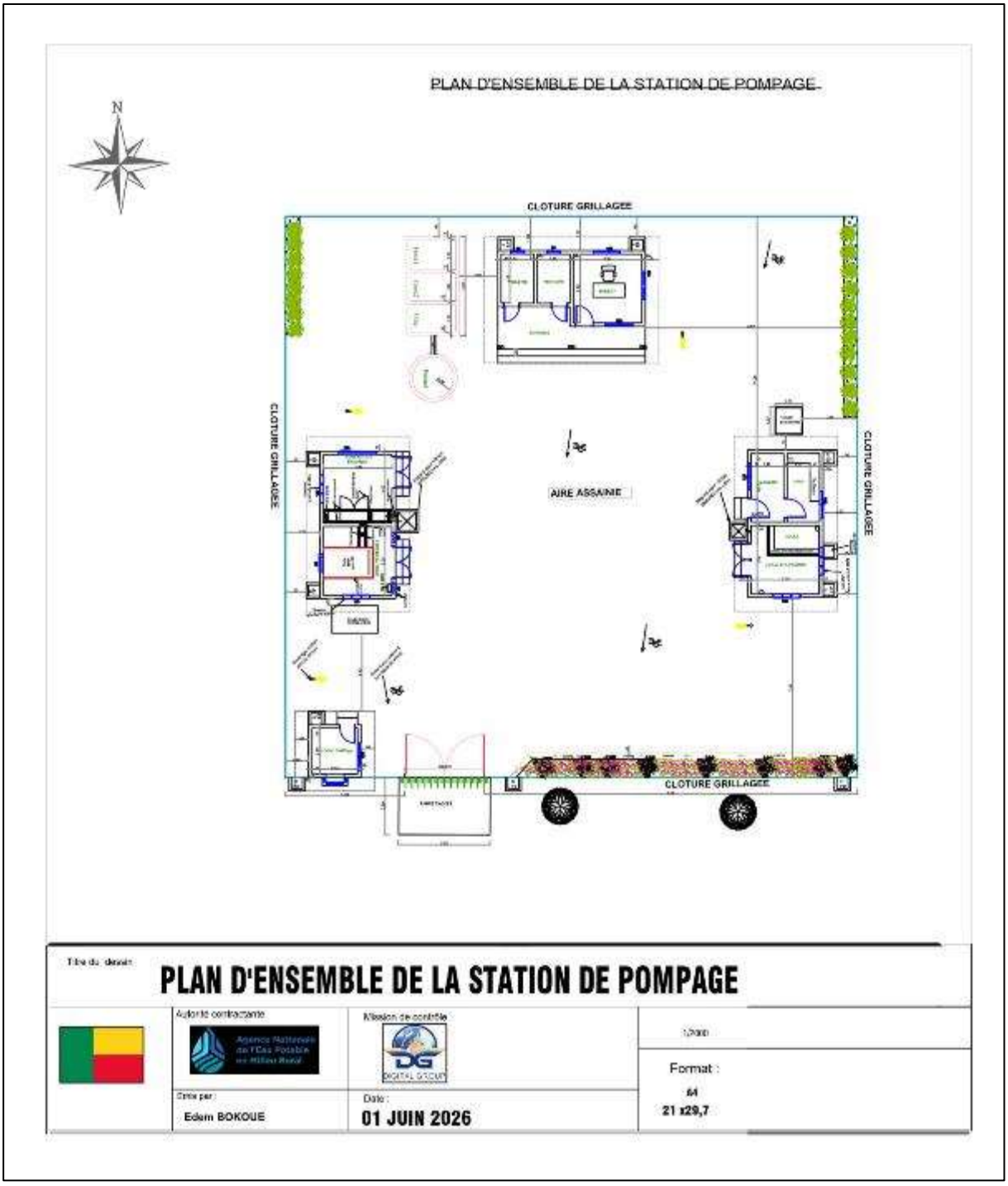
Date: 21/07/2026

Description	Valeur
Intensité démarrage:	470-520-540 %
Cos phi - facteur de puissance:	0.84-0.82-0.79
Vitesse nominale:	2850-2870-2880 mn-1
Méthode de démarrage:	direct en ligne
Indice de protection (IEC 34-5):	IP68
Classe d'isolement (IEC 85):	F
Protection moteur intégrée:	AUCUN
Protection thermique:	externe
Capteur de température intégré:	non
Longueur du câble:	5 m
Type de câble:	FLAT
No moteur:	78195514
Numéro de câble principal:	96164209
Enroulements:	Enamelled
Autres:	
Indice d'efficacité minimale, MEI ≥:	0.70
Poids net:	75.8 kg
Poids brut:	110 kg
Volume d'expédition:	0.264 m3
Pays d'origine:	DK
Code douanier:	84137029
Certifications environnementales:	WEEE

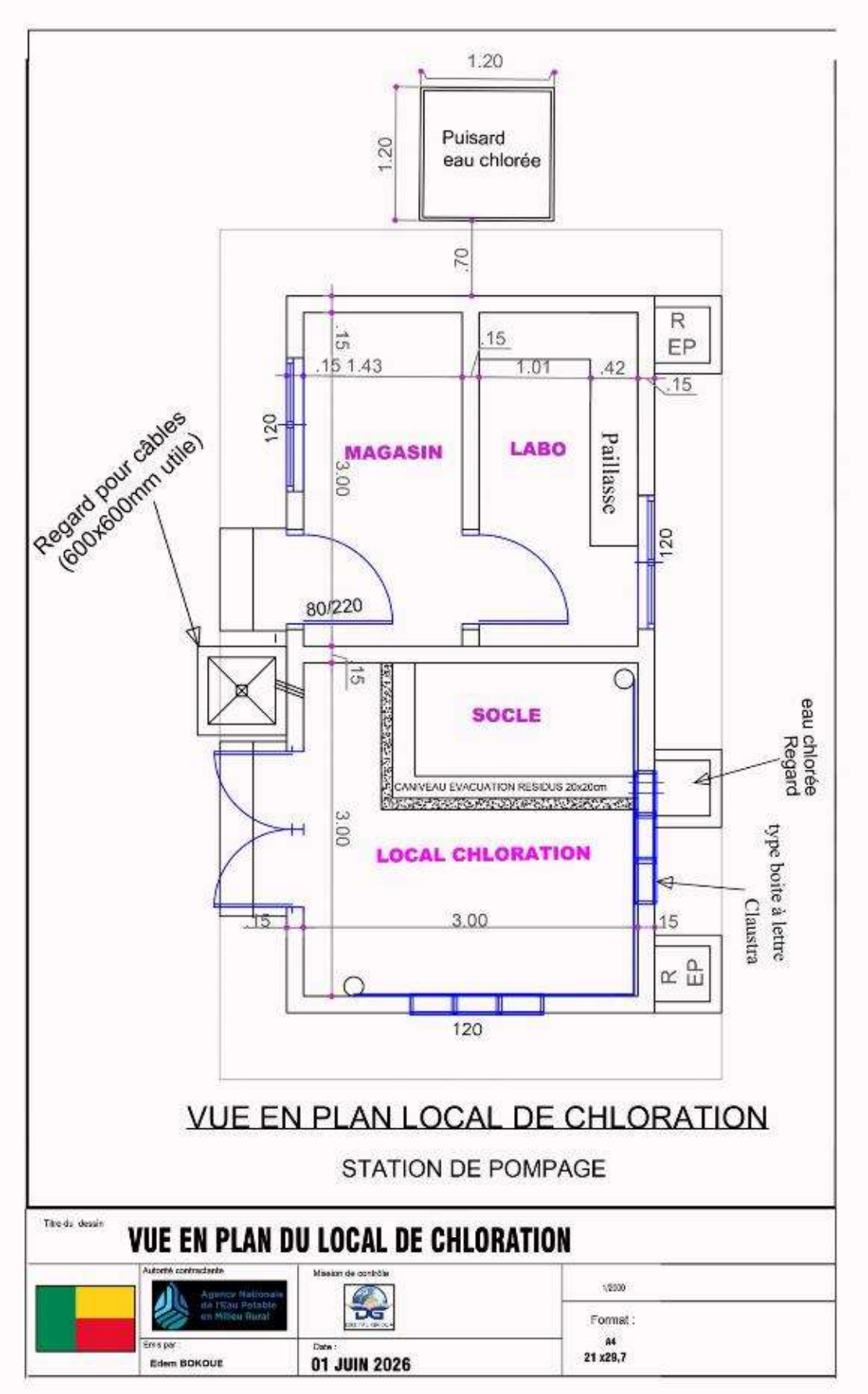
Annexe 3: Plan du château



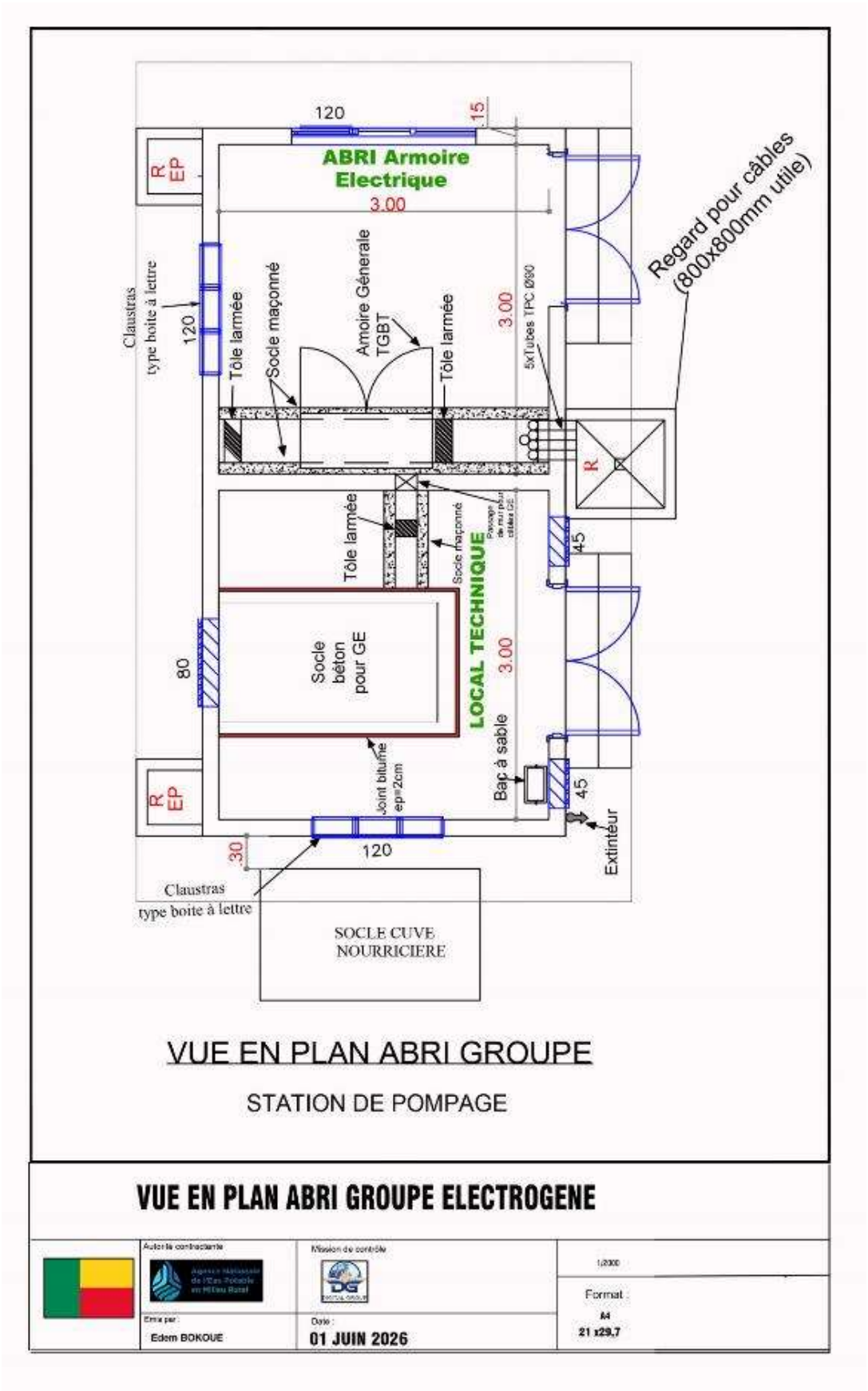
Annexe 4: Plan d'ensemble de la station de pompage



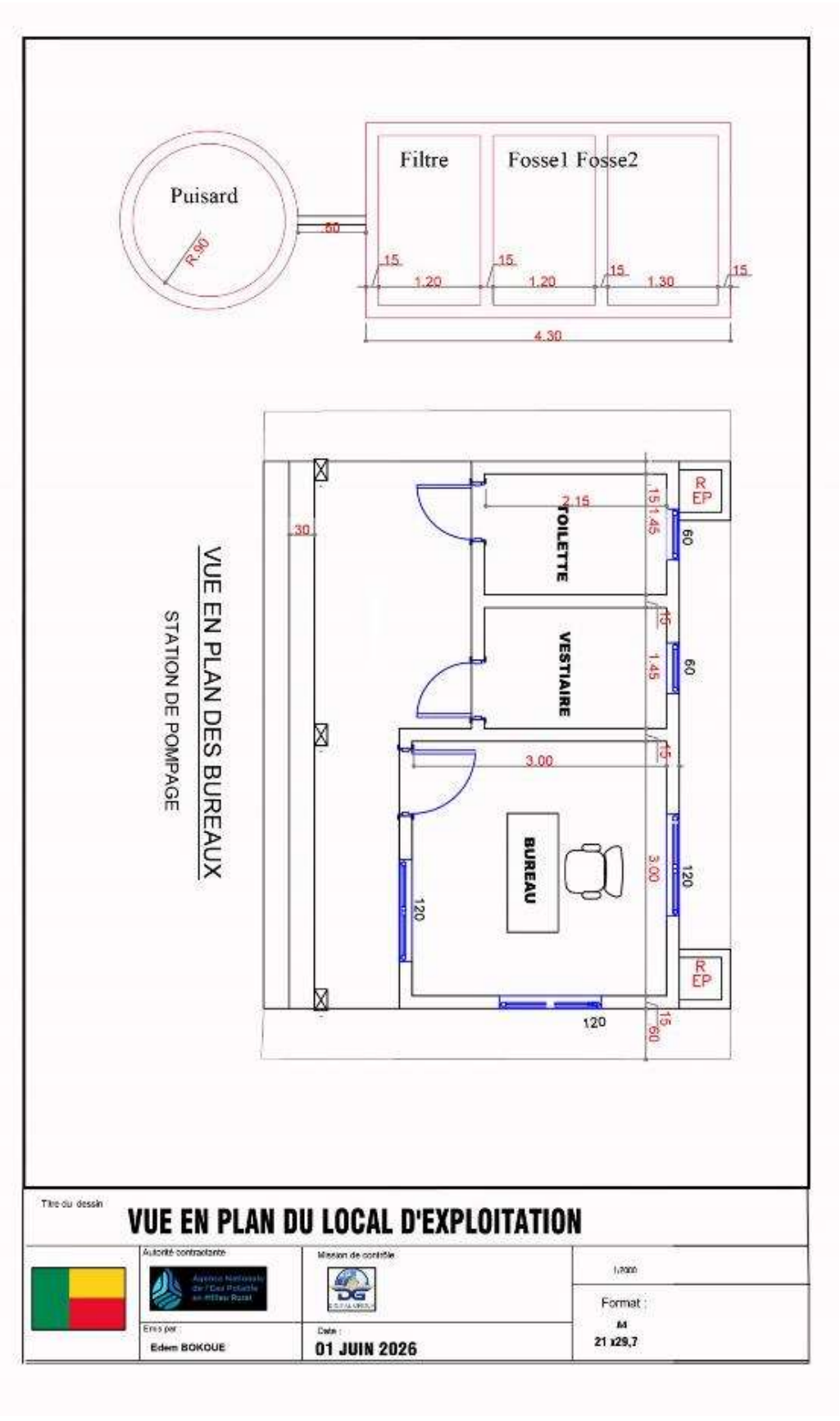
Annexe 5 : Plan du local de chloration



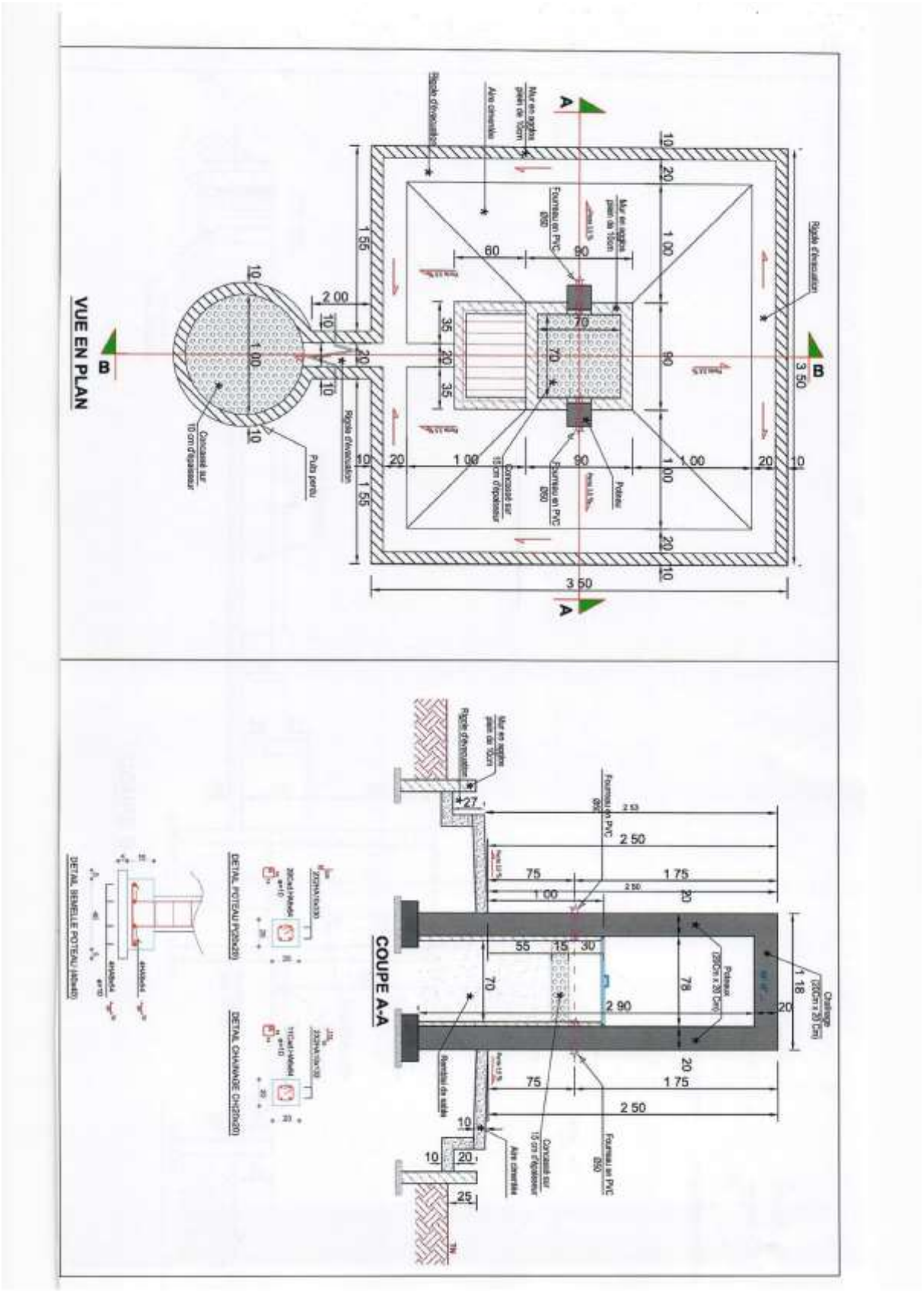
Annexe 6: Plan abri groupe électrogène

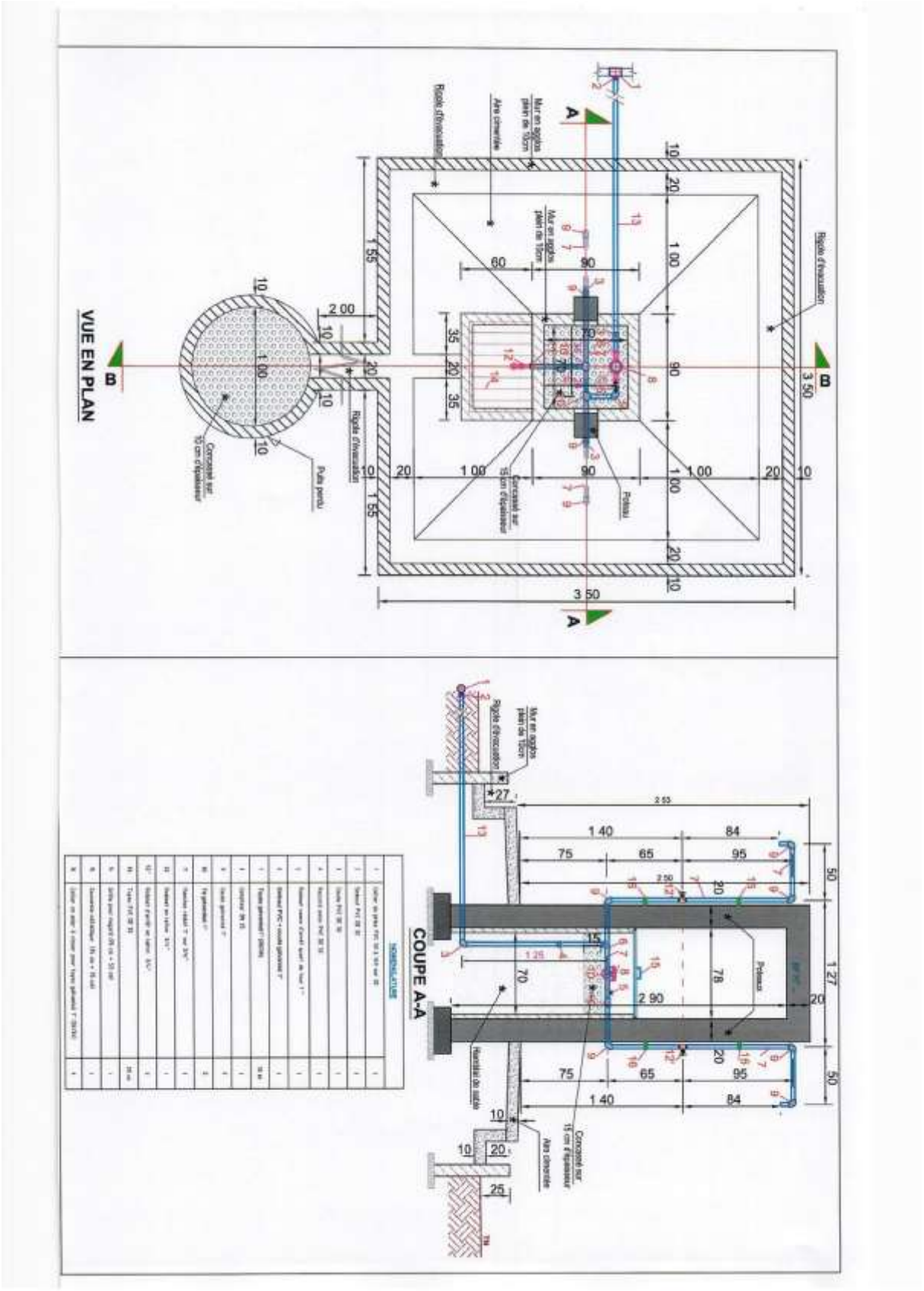


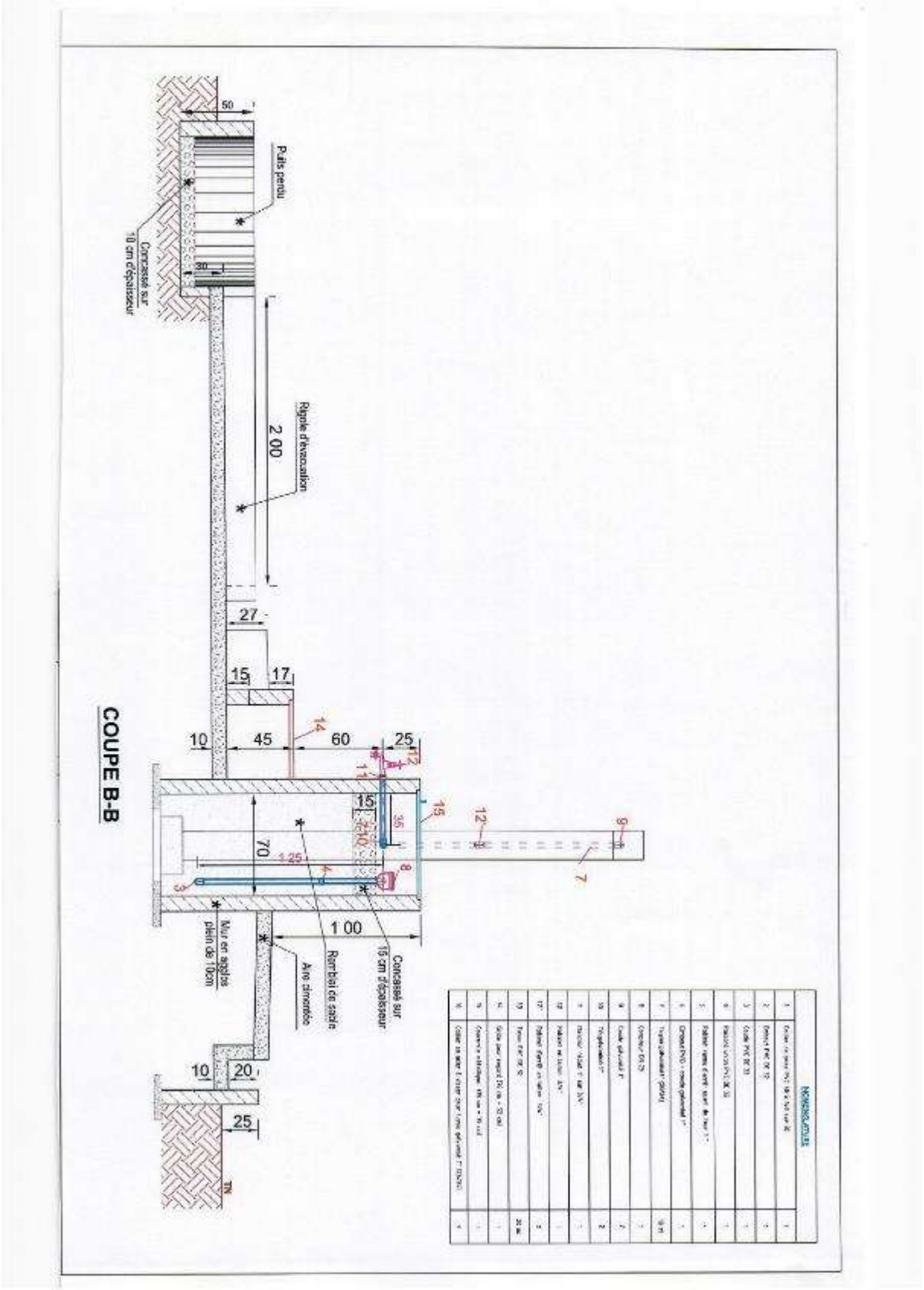
Annexe 7: Plan du local d'exploitation



Annexe 8 : Plans standards des bornes fontaines




VUE EN PLAN
COUPE A-A
Mur en agglos plein de 15cm
Aire cimentée
Rigole d'évacuation
Concassé sur 15 cm d'épaisseur
Puits perdu
Poteau
Hourdis de sable
NOMENCLATURE


COUPE B-B
Puits perdu
Coincassé sur 10 cm d'épaisseur
Règle d'évacuation
2 00
Mur en agglos plein de 10cm
Remblai de sable
Aire d'implantation
Coincassé sur 15 cm d'épaisseur
1 00
TN

Annexe 9: Devis estimatif

N°	Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire (FCFA TTC)	Prix total (FCFA TTC)
A.1	Installation de chantier , Amenée et repli du matériels	ff	1	16 000 000	16 000 000
A.2	Elaboration de dossier d'exécution et de recollement	ff	1	5 000 000	5 000 000
TOTAL A					**21 000 000**
B.1	Déblais, remblais y compris lit de sable et pose	ff			100 000 000
TOTAL B					**100 000 000**
C.1	Soufflage, essais de pompage longue durée, développement, analyse chimique des forages existant	Forfait	2	5 500 000	11 000 000
TOTAL C					**11 000 000**
D.1	**CANALISATION (FOURNITURE ET POSE)**				
1.1	**TUYAUX PeHD PN10 (Refoulement)**				
1.1.1	Tuyaux PeHD PN16 DE 125	mètre	1630	15 000	24 449 850
1.1.2	Tuyaux PeHD PN16 DE 180	mètre	857	20 000	17 135 400
1.1.7	Grillage avertisseur bande bleu de largeur minimale 30 cm	mètre	2487	1 500	3 730 140
					45 315 390
1.2	**TUYAUX PeHD PN16 (Distribution)**				
1.2.1	Tuyaux PeHD PN10 DE 75	mètre	6221	8 000	49 768 000
1.2.3	Tuyaux PeHD PN10 DE 90	mètre	519	12 000	6 228 000
1.2.4	Tuyaux PeHD PN10 DE 110	mètre	148	15 000	2 224 872

1.2.5	Tuyaux PeHD PN10 DE 125	mètre	755	18 000	13 582 876
1.2.6	Tuyaux PeHD PN10 DE 160	mètre	254	21 000	5 329 085
1.2.7	Tuyaux PeHD PN10 DE 180	mètre	189	24 000	4 535 916
1.2.9	Tuyaux PeHD PN10 DE 225	mètre	281	32 000	8 992 000
1.2.10	Tuyaux PeHD PN10 DE 250	mètre	208	35 000	7 278 005
1.2.11	Tuyaux PeHD PN10 DE 280	mètre	997	48 000	47 856 000
1.2.12	Grillage avertisseur bande bleu de largeur minimale 30 cm	mètre	9572	1 500	14 357 452
					160 152 206
Sous Total D.1					**205 467 596**
D.2	**PIECES SPECIALES POUR LE RACCORDEMENT**				
2.1	**Fourniture d'équipements de robinetterie**				
2.1.1	**Robinet vannes**				
2.1.1.2	Robinet vanne DN 60	unité	17	85 000	1 445 000
2.1.1.3	Robinet vanne DN 80	unité	1	90 000	90 000
2.1.1.4	Robinet vanne DN 100	unité	1	145 000	145 000
2.1.2	**Ventouse**				
2.1.2.2	Ventouse DN 60	unité	10	225 000	2 250 000
2.1.2.3	Ventouse DN 80	unité	1	225 000	225 000
					4 155 000
2.3	**PIECES EN PEHD POUR CONDUITES PEHD**				
2.3.1	**Té à emboiter**				
2.3.1.1	Té à emboitement PeHD Ø 90/75/75	pièce	2	17 000	34 000
2.3.1.2	Té à emboitement PeHD Ø 250/225/75	pièce	1	22 000	22 000
2.3.1.3	Té à emboitement PeHD Ø 225/180/225	pièce	1	27 000	27 000
2.3.1.4	Té à emboitement PeHD Ø 180/75/160	pièce	1	27 000	27 000
2.3.1.5	Té à emboitement PeHD Ø 225/75/125	pièce	2	27 000	54 000

2.3.1.6	Té à emboitement PeHD Ø 225/180/75	pièce	1	38 000	38 000
2.3.1.7	Té à emboitement PeHD Ø 180/160/75	pièce	1	38 000	38 000
2.3.1.8	Té à emboitement PeHD Ø 84/160/125	pièce	1	38 000	38 000
2.3.1.9	Té à emboitement PeHD Ø 75/160/125	pièce	1	22 000	22 000
2.3.1.11	Té à emboitement PeHD Ø 125/75/100	pièce	1	32 000	32 000
2.3.1.12	Té à emboitement PeHD Ø 200/75/280/280	pièce	1	37 000	37 000
2.3.1.13	Té à emboitement PeHD Ø 280/75/75/250	pièce	1	37 000	37 000
2.3.1.14	Té à emboitement PeHD Ø 75/125/90/75	pièce	1	25 000	25 000
2.3.2	**Coude à emboiter**				
2.3.2.2	Coude 45° PeHD Ø 110	pièce	1	55 000	55 000
2.3.2.3	Coude 90° PeHD Ø 280	pièce	2	85 000	170 000
2.5	**Fourniture et pose de regards pour :**				
2.5.2	Vidanges	u	10	245 000	2 450 000
2.5.3	Ventouses	u	10	245 000	2 450 000
Sous Total D.2					5 556 000
TOTAL D					**9 711 000**
E.1	**BORNE FONTAINE Borne fontaine à 3 robinets**		**19**	**1 500 000**	**28 500 000**
Sous Total E.1					
E.2	**CHÂTEAU D'EAU : Construction d'un château d'eau en béton de 400 m^3 de capacité avec une hauteur sous radier de 11 m et mise en place des équipements hydrauliques**		**1**	**430 000 000**	**430 000 000**
Sous Total E.2					458 500 000
TOTAL E					**458 500 000**

F.1	**Equipements pour tête de forage**				
1.1	Tête de forage DN 125		1	1 800 000	1 800 000
1.2	Tête de forage DN 180		1	1 500 000	1 500 000
Sous Total F.1					**3 300 000**
F.2	**Pompe GRUNDFOS immergée/surface et accessoires**				
2.1	Pompe immergée ayant une puissance comprise entre 10 KW à 20 KW	unité	1	2 000 000	2 000 000
2.2	Pompe immergée ayant une puissance comprise entre 7 KW à 11 KW	unité	1	2 700 000	2 700 000
2.3	Armoire de commande pour pompe de puissance comprise entre 10KW à 20 KW	unité	1	840 000	840 000
2.4	Armoire de commande pour pompe de puissance comprise entre 7 KW à 11 KW	unité	1	1 060 000	1 060 000
Sous Total F.2					**6 600 000**
F.3	**Source d'énergie**				
3.1	Fourniture de matériel pour MT de section approuvée par la SBEE	mètre	200	28 089	5 617 800
3.2	Fourniture de matériel pour BT de section approuvée par la SBEE	mètre	200	15 000	3 000 000
3.3	Fourniture de transformateur MT/BT sur poteau de 50 KVA	unité	2	5 524 570	11 049 140

3.4	Groupe électrogène de 20 KVA + Cuve nourricière + bac à sable	unité	2	7 500 000	15 000 000
3.5	Compteur électrique triphasé de 30A	unité	2	225 000	450 000
Sous Total F.3					**35 116 940**
F.4	**Unité de traitement**				
4.1	Bacs de préparation de 250 litres	unité	2	90 665	181 330
4.2	Bacs de préparation de 150 litres	unité	2	243 989	487 978
4.3	Agitateur-mélangeurs électriques	unité	2	1 213 463	2 426 926
4.4	Pompes doseuse de 0 – 20 litre/h	unité	2	262 758	525 516
4.5	Réactif de chloration (70% de chlore en granules sans stabilisant),	kg		22 009	22 009
Sous Total F.4					**3 643 759**
TOTAL F					
G	**Finition et divers**				
G.1	Epreuve de conduite	Forfait	1	1 700 000	1 700 000
G.2	Essai général du réseau	Forfait	1	1 500 000	1 500 000
G.3	Désinfection du réseau	Forfait	1	1 000 000	1 000 000
TOTAL G					**4 200 000**
H	**Equipements annexes**				
H.1	Le local pour le coffret et les commandes électriques et du groupe électrogène	Forfait	2	2 000 000	4 000 000
H.2	Le local d'exploitation avec les différents aménagements	Forfait	2	2 300 000	4 600 000
H.3	Le local de dosage avec les différents aménagements,	Forfait	2	2 500 000	5 000 000
H.4	Clôture grillagé avec Portillon de 1,20m Porte double battant 3,50m.Hauteurs	mètres	90	35 000	3 150 000

	portes, portails et grillage 1,6m				
TOTAL H					**16 750 000**
I	**Equipements électromécaniques**				
I.1	Installation électrique d'éclairage des locaux, câbles 3 x 2,5mm² et canalisations, prises, réglettes et toute sujétion	forfait	2	600 000	1 200 000
I.2	Equipement électrique pour local d'exploitation	forfait	2	1 500 000	3 000 000
I.3	Equipement électrique pour local groupe	forfait	2	800 000	1 600 000
I.4	Equipement électrique du local de dosage	forfait	2	600 000	1 200 000
I.5	Equipements pour bureau administratif	Forfait	2	800 000	1 600 000
TOTAL I					**8 600 000**
MONTANT TOTAL HORS TVA					**883 889 295**
MONTANT DE LA TVA 18 %					**159 100 073**
MONTANT TOTAL FCFA TTC					**1 042 989 368**

Annexe 10: Réseau de distribution

Tronçons	Noms Tronçons	Longueur (m)	Débit en route	Débit Aval (l/s)	Debit fictif (l/s)	Debit fictif (m3/s)	Dth (m)	Diamètre intérieur (m)	Diamètre extérieur (mm)	j(m)/ Tronçon	jx-r (m)	Ztn aval (m)	Pservice (m)	Zmin imposé par X (m)	P réelle en X (m)	Vitesse réelle (m/s)	Verification de V
R_N1	T1	580,17	0,000	43,13	43,130	0,0431	0,234	0,2468	280	1,715	1,7153	273,00	10	284,72	17,54	0,90	Vérifié
N1_N2	T2	111,35	0,322	42,81	42,985	0,0430	0,234	0,2468	280	0,327	2,0424	273,00	10	285,04	17,21	0,90	Vérifié
N2_N4	T3	121,31	0,351	42,46	42,650	0,0426	0,233	0,2468	280	0,351	2,0424	272,00	10	284,04	18,21	0,89	Vérifié
N4_BF1	T4	351,47	1,018	0,90	1,460	0,0015	0,043	0,066	75	1,212	3,2540	279,00	10	292,25	10,00	0,43	Vérifié
N4_BF2	T5	305,97	0,886	0,90	1,387	0,0014	0,042	0,066	75	0,960	3,0023	267,00	10	280,00	22,25	0,41	Vérifié
N4_N9	T6	185,05	0,536	38,22	38,512	0,0385	0,221	0,2468	280	0,444	2,4860	274,00	10	286,49	15,77	0,81	Vérifié
N9_BF3	T7	303,37	0,878	0,90	1,383	0,0014	0,042	0,066	75	0,946	3,4324	278,00	10	291,43	10,82	0,40	Vérifié
N9_BF4	T8	263,20	0,762	0,90	1,319	0,0013	0,041	0,066	75	0,752	3,2382	267,00	10	280,24	22,02	0,39	Vérifié
N9_N12	T9	207,94	0,602	34,18	34,507	0,0345	0,210	0,2204	250	0,706	3,1918	272,00	10	285,19	17,06	0,90	Vérifié
N12_N11	T10	238,63	0,691	3,64	4,022	0,0040	0,072	0,0792	90	2,212	5,4035	276,00	10	291,40	10,85	0,82	Vérifié
N11_BF6	T11	405,54	1,174	0,90	1,546	0,0015	0,044	0,066	75	1,554	6,9580	269,00	10	285,96	16,30	0,45	Vérifié
N11_BF5	T12	230,75	0,668	0,90	1,267	0,0013	0,040	0,066	75	0,612	6,0159	272,00	10	288,02	14,24	0,37	Vérifié
N12_BF7	T13	376,48	1,090	0,90	1,499	0,0015	0,044	0,066	75	1,364	4,5559	273,00	10	287,56	14,70	0,44	Vérifié
N12_N15	T14	91,00	0,263	27,59	27,734	0,0277	0,188	0,1982	225	0,346	3,5374	271,00	10	284,54	17,72	0,90	Vérifié
N15_BF8	T15	316,42	0,916	0,90	1,404	0,0014	0,042	0,066	75	1,015	4,5521	269,00	10	283,55	18,70	0,41	Vérifié
N15_N18	T16	111,67	0,323	25,45	25,628	0,0256	0,181	0,1982	225	0,366	3,9038	269,00	10	282,90	19,35	0,83	Vérifié
N18_BF9	T17	308,79	0,894	0,90	1,392	0,0014	0,042	0,066	75	0,974	4,8782	267,00	10	281,88	20,38	0,41	Vérifié
N18-N24	T18	78,76	0,228	23,43	23,553	0,0236	0,173	0,1982	225	0,221	4,1248	268,00	10	282,12	20,13	0,76	Vérifié
N24_BF10	T19	285,61	0,827	0,90	1,355	0,0014	0,042	0,066	75	0,858	4,9823	266,00	10	280,98	21,27	0,40	Vérifié
N24_N26	T20	189,00	0,547	14,11	14,414	0,0144	0,135	0,1586	180	0,633	4,7574	267,00	10	281,76	20,50	0,73	Vérifié
N26_BF11	T21	442,80	1,282	0,90	1,605	0,0016	0,045	0,066	75	1,820	6,5773	268,00	10	284,58	17,68	0,47	Vérifié
N26_N29	T22	253,77	0,735	11,20	11,601	0,0116	0,122	0,141	160	1,008	5,7650	261,00	10	276,76	25,49	0,74	Vérifié
N29_BF12	T23	464,45	1,345	0,90	1,640	0,0016	0,046	0,066	75	1,986	7,7505	265,00	10	282,75	19,50	0,48	Vérifié
N29_N30	T24	735,29	2,129	6,82	7,994	0,0080	0,101	0,1102	125	4,866	10,6314	267,00	10	287,63	14,62	0,84	Vérifié
N30_BF13	T34	194,47	0,563	0,90	1,210	0,0012	0,039	0,066	75	0,473	11,1048	263,00	10	284,10	18,15	0,35	Vérifié
N30_BF16	T33	188,84	0,547	0,90	1,201	0,0012	0,039	0,066	75	0,453	11,0848	268,00	10	289,08	13,17	0,35	Vérifié
N30_N36	T32	279,80	0,810	3,10	3,549	0,0035	0,067	0,0792	90	2,057	12,6886	270,00	10	292,69	9,57	0,72	Vérifié
N36_BF15	T30	197,77	0,573	0,90	1,215	0,0012	0,039	0,066	75	0,485	13,1739	272,00	10	295,17	7,08	0,36	Vérifié
N36_BF14	T29	252,58	0,731	0,90	1,302	0,0013	0,041	0,066	75	0,705	13,3934	266,00	10	289,39	12,86	0,38	Vérifié
N24_N23	T28	19,31	0,056	6,98	7,016	0,0070	0,095	0,1102	125	0,100	4,2251	268,00	10	282,23	20,03	0,74	Vérifié
N23_BF17	T27	258,10	0,747	0,90	1,311	0,0013	0,041	0,066	75	0,729	4,9543	262,00	10	276,95	25,30	0,38	Vérifié
N23_N19	T26	148,32	0,429	4,91	5,144	0,0051	0,081	0,0968	110	0,816	5,7703	269,00	10	284,77	17,48	0,70	Vérifié
N19_BF18	T25	365,30	1,058	0,90	1,482	0,0015	0,043	0,066	75	1,295	6,2490	261,00	10	277,25	25,01	0,43	Vérifié
N19_BF19	T35	708,32	2,051	0,90	2,028	0,0020	0,051	0,066	75	4,489	8,7139	263,00	10	281,71	20,54	0,59	Vérifié
Longueur du réseau		**8991,45**											**Côte minimale du château imposé (m)**	292,25			
													Côte TN château (m)	282,00			
													Hauteur sous radier (m)	10,25			
													Hauteur retenue (m)	11,00			
													Cote minimale du château retenue (m)	293,00			
													Côte maximale du château retenue (m)	303,79			

Perte de charge total		1,1
Qdis		26,03
Qlin		0,00289501
QBF		0,90

Annexe 11: Résultats d'analyses

Laboratoire d'Hydrologie Appliquée

N° 039-23 /LHA/DRAF/SC

Abomey-Calavi, le 22 Février 2023

RESULTATS D'ANALYSE

Client : FORAG SA

Objet : Résultats d'analyses physico-chimiques et bactériologiques d'eau

NATURE DE L'ECHANTILLON : Eau de forage traitée
DATE DE PRELEVEMENT : 17/02/2023
LIEU DE PRELEVEMENT : AKPASSI (F3) / BANTE
DATE D'ARRIVEE AU LABORATOIRE : 17/02/2023
DATE DE DEBUT DES ANALYSES : 17/02/2023
DATE DE FIN DES ANALYSES : 21/02/2023

Paramètres	Unités	Résultats	Normes de qualité de l'eau de boisson (Décret Béninois N°2001-094 du 20 Février 2001 ; OMS, 2017)	Normes de qualité de l'eau d'irrigation (FAO, 2003 ; SEEE, 2007)
Conductivité	µS/cm	479,8	–	12000
TDS	mg/L	240,1	–	7680
pH	–	**6,26**	**6,5 – 8,5**	6,0 – 8,5
Température	°C	28,7	–	35
Salinité	mg/L	0,23	–	2000
Oxygène-dissous	mg/L	5,3	–	–
Turbidité	NTU	0	5	–
Couleur	UCV	5	15	–
Calcium	mg/L	18,43	100	400
Magnésium	mg/L	11,18	50	60
Dureté totale	mg/L $CaCO_3$	92	200	–
Ammonium	mg/L	0,02	0,5	6,43
Fer total	mg/L	0,06	0,3	5
Nitrates	mg/L	8,86	50	44,3
Nitrites	mg/L	0,09	3,2	–
Bicarbonates	mg/L	67,1	–	518

Campus Universitaire d'Abomey-Calavi 01 B.P. 526 COTONOU – Tél. (229) 97 17 05 27 / 65 67 34 38
E-mail : oboukari3@gmail.com

Paramètres	Unités	Résultats	Normes de qualité de l'eau de boisson au Bénin *(Décret N°2001-094 du 20 Février 2001, OMS, 2017)*	Normes de qualité de l'eau d'irrigation *(FAO, 2003 ; SEEE, 2007)*
Orthophosphates	mg/L	0,23	5	6
Sulfates	mg/L	02	500	960
Fluorures	mg/L	0,77	1,5	_
Chlorures	mg/L	81,65	250	350
Coliformes fécaux	UFC/100 mL	0	0	1000
Escherichia coli	UFC/100 mL	0	0	1000

Interprétation *: Tous les paramètres physico-chimiques et bactériologiques analysés dans l'échantillon d'eau du forage de « **AKPASSI (F3) / BANTE** » respectent les normes considérées dans le tableau ci-dessus excepté le pH. Cette eau peut cependant être utilisée comme une eau de boisson et dans l'agriculture.*

Le Chargé des analyses,

Dr Ousmane BOUKARI
Chimiste de l'Eau et de l'Environnement

Campus Universitaire d'Abomey-Calavi 01 B.P. 526 COTONOU – Tél. (229) 97 17 85 27 / 65 57 24 30
E-mail : oboukari3@gmail.com

Laboratoire d'Hydrologie Appliquée

N° 064-23 /LHA/DIRAF/SC

Abomey-Calavi, le 22 Février 2023

RESULTATS D'ANALYSE

Client : FORAG SA

Objet : Résultats d'analyses physico-chimiques et bactériologiques d'eau

NATURE DE L'ECHANTILLON : Eau de forage traitée
DATE DE PRELEVEMENT : 11/02/2023
LIEU DE PRELEVEMENT : CEG AKPASSI / BANTE
DATE D'ARRIVEE AU LABORATOIRE : 13/02/2023
DATE DE DEBUT DES ANALYSES : 13/02/2023
DATE DE FIN DES ANALYSES : 16/02/2023

Paramètres	Unités	Résultats	Normes de qualité de l'eau de boisson *(Décret Béninois N°2001-094 du 20 Février 2001 ; OMS, 2017)*	Normes de qualité de l'eau d'irrigation *(FAO, 2003 ; SEEE, 2007)*
Conductivité	µS/cm	390,2	–	12000
TDS	mg/L	195,1	–	7680
pH	–	**6,33**	**6,5 – 8,5**	6,0 – 8,5
Température	°C	26,8	–	35
Salinité	mg/L	0,18	–	2000
Oxygène-dissous	mg/L	4,9	–	–
Turbidité	NTU	0	5	–
Couleur	UCV	2	15	–
Calcium	mg/L	11,22	100	400
Magnésium	mg/L	6,80	50	60
Dureté totale	mg/L $CaCO_3$	56	200	–
Ammonium	mg/L	< 0,001	0,5	6,43
Fer total	mg/L	0,01	0,3	5
Nitrates	mg/L	4,8	50	44,3
Nitrites	mg/L	0,01	3,2	–
Bicarbonates	mg/L	61	–	518

Campus Universitaire d'Abomey-Calavi 01 B.P. 526 COTONOU – Tél. (229) 97 17 05 27 / 65 67 24 30
E-mail : oboukari3@gmail.com

Paramètres	Unités	Résultats	Normes de qualité de l'eau de boisson au Bénin *(Décret N°2001-094 du 20 Février 2001, OMS, 2017)*	Normes de qualité de l'eau d'irrigation *(FAO, 2003 ; SEEE, 2007)*
Orthophosphates	mg/L	0,12	5	6
Sulfates	mg/L	00	500	960
Fluorures	mg/L	0,19	1,5	–
Chlorures	mg/L	49,7	250	350
Coliformes fécaux	UFC/100 mL	0	0	1000
Escherichia coli	UFC/100 mL	0	0	1000

Interprétation *: Tous les paramètres physico-chimiques et bactériologiques analysés dans l'échantillon d'eau du forage de « **CEG AKPASSI / BANTE** » respectent les normes considérées dans le tableau ci-dessus excepté le pH. Cette eau peut cependant être utilisée comme une eau de boisson et dans l'agriculture.*

Le Chargé des analyses,

Dr Ousmane BOUKARI
Chimiste de l'Eau et de l'Environnement

Campus Universitaire d'Abomey-Calavi 01 B.P. 526 COTONOU – Tél. (229) 97 17 05 27 / 65 67 24 30
E-mail : oboukari3@gmail.com