Étude d'Avant-Projet Sommaire (APS) de la réalisation d'un Système d'Adduction d'Eau Potable multi-village dans le district des savanes dans la région de la Bagoué

(Côte d'Ivoire)

MÉMOIRE POUR L'OBTENTION DU DIPLÔME D'INGÉNIEUR 2IE AVEC GRADE DE MASTER

SPÉCIALITÉ : GÉNIE DE L'EAU DE L'ASSAINISSEMENT ET DES AMÉNAGEMENTS HYDROAGRICOLES (GEAAH)

Présenté et soutenu publiquement le 18 juillet 2026 par

GNEGNENE OLIBO ANGE SAMUEL (20210866)

Directeur de mémoire : **Dr Angelbert Chabi BIAOU, Maître de Conférence (CAMES), 2IE**

Encadrant 2IE : Dr. Angelbert Chabi BIAOU, Enseignant-chercheur à 2IE, Maître de Conférences, CAMES

Maître de stage: Mr YEO Sehenon Souleymane Sous-directeur de l'Hydraulique Villageoise

Structure d'accueil du stage : **MINISTÈRE DE L'HYDRAULIQUE, DE L'ASSAINISSEMENT ET DE LA SALUBRITÉ (MINHAS)**

Jury d'évaluation du mémoire :

Président : **Pr. Harinaivo Anderson ANDRIANISA**

Membres et correcteurs :

M.Younoussa GAMSORE

M.Joel ROAMBA

Promotion [2025/2026]

DEDICACES

Cette dédicace s'adresse à l'égard des membres de ma famille, notamment à Mon très cher Père ***GNEGNENE GEREMY*** *et à Ma Mère* ***DJOMAN VALÉRIE MARIE****, qui m'ont offert leur soutien et pour cela, aucun mot sur cette Terre ne pourrait exprimer ma profonde gratitude que je vous porte.*

Que DIEU vous accorde une longue vie pleine de santé et de bonheur afin de récolter le fruit de vos sacrifices durant ma tendre enfance jusqu'à aujourd'hui.

Merci.

REMERCIEMENTS

Je ne peux commencer la rédaction de ce Mémoire sans pour autant ne pas mentionner ces personnes qui ont été un immense soutien pour moi tout au long du déroulement du stage. Mes remerciements s'adressent particulièrement :

- Au corps administratif de **l'Institut (2IE)** depuis mon admission et pour la qualité exceptionnelle de la formation dont j'ai eu à la grâce d'avoir ;
- Mon encadreur, **Docteur. Angelbert Chabi BIAOU**, Enseignant-chercheur à 2IE, Maître de Conférences CAMES, pour son suivi et pour ses conseils tant sur le plan académique que dans le monde professionnel ;
- **À MONSIEUR Touré Tonlieumy**, Directeur de l'Hydraulique Rurale au Ministère de l'Hydraulique, de l'Assainissement et de la Salubrité, pour m'avoir accepté comme un membre de son équipe étant stagiaire ;
- Je remercie l'ensemble du personnel de la cellule pour leur accueil et leur partage d'expériences à mon égard. Je pense directement à :
- **Monsieur YEO** Sehenon Souleymane (mon encadreur), Sous-directeur de l'Hydraulique Villageoise ;
- **Monsieur YAO** Kouadio Fabrice, Sous-directeur de l'Hydraulique Villageoise Améliorée ;
- **Monsieur YEO** Mégnerigue;
- **Monsieur Aka** Kouadio;
- **Monsieur N'GUESSAN** Konan Julien;
- **Monsieur TRAORE** MINATIENLIN;
- **Monsieur ANGAMAN** Emmanuel,
- **Madame Yapo DJOMAN** Leslie ;
- Ma Tante **DJOMAN Lucie** pour son soutien émotionnel et financier ;

RESUME

L'accès à l'eau potable demeure un défi majeur dans plusieurs localités rurales de la Côte d'Ivoire, notamment dans la région de la Bagoué où les infrastructures hydrauliques existantes ne permettent plus de satisfaire durablement les besoins des populations. Le présent mémoire s'inscrit dans le cadre de l'étude d'Avant-Projet Sommaire (APS) d'un système d'adduction d'eau potable mutualisé des localités de Katiendé, Sogo et Yama. L'objectif de cette étude est de concevoir un système d'alimentation en eau potable simplifié, fiable et durable, capable d'assurer la desserte d'une population estimée à 5 648 habitants à l'horizon 2041.Le système proposé comprend quatre forages d'un débit unitaire de 10 m³/h, équipés de pompes Grundfos (deux SPE 18-41, une SPE 18-29 et une SPE 18-35) fonctionnant en parallèle. Il est constitué d'un château d'eau en béton armé d'une capacité de 1 010,2 m³, d'un réseau de refoulement en PEHD PN16 et d'un réseau de distribution en PEHD PN10. Afin d'assurer la continuité du pompage, le système est secouru par quatre groupes électrogènes d'une puissance cumulée de 457,57 kVA (143,55 kVA, 132,99 kVA, 94,64 kVA et 86,39 kVA), dont le dimensionnement intègre des démarreurs progressifs**.** Conformément à la réglementation ivoirienne, le système est composé exclusivement de branchements privés et son exploitation est prévue selon le mode de gestion par affermage. Les résultats montrent que le système conçu permet de satisfaire une demande journalière en eau de 364,48 m³/j à l'horizon 2041, tout en assurant un fonctionnement hydraulique satisfaisant et une desserte conforme aux besoins des populations. L'étude économique évalue le coût global du projet à 1 339 663 988 FCFA TTC, avec un prix de vente de l'eau fixé à 250 FCFA/m³. Afin de garantir l'accessibilité du service aux populations, l'État subventionne l'écart entre le prix de revient et le prix de vente de l'eau. Par ailleurs, l'évaluation environnementale classe le projet en catégorie B, avec des impacts identifiés comme modérés et acceptable

Mots clés :

1-Affermage

2-APS

3-Bagoué

4-Groupes électrogène

ABSTRACT

Access to drinking water remains a major challenge in several rural communities in Côte d'Ivoire, particularly in the Bagoué region, where existing hydraulic infrastructure can no longer sustainably meet population needs. This thesis forms part of the preliminary design study (APS) for a shared drinking water supply system serving the localities of Katiendé, Sogo, and Yama. The objective of this study is to design a simplified, reliable, and sustainable water supply system capable of serving an estimated population of 5,648 inhabitants by the 2041 design horizon. The proposed system includes four boreholes with a unit yield of 10 m³/h, equipped with Grundfos submersible pumps (two SPE 18-41, one SPE 18-29, and one SPE 18-35) operating in parallel. It consists of a reinforced concrete water tower with a storage capacity of 1,010.2 m³, a HDPE PN16 transmission main, and a HDPE PN10 distribution network. To ensure pumping continuity, the system is backed up by four generator sets with a cumulative apparent power of 457.57 kVA (143.55 kVA, 132.99 kVA, 94.64 kVA, and 86.39 kVA), sized to incorporate soft starters. In accordance with Ivorian regulations, the system consists exclusively of private household connections, and its operation is planned under a lease contract management scheme (affermage).The results demonstrate that the designed system meets a daily water demand of 364.48 m³/day by the 2041 horizon while maintaining satisfactory hydraulic performance and service levels aligned with community needs. The economic evaluation estimates the total project cost at 1,339,663,988 FCFA incl. VAT, with the water tariff fixed at 250 FCFA/m³. To guarantee service affordability for the population, the State subsidizes the gap between the cost price and the retail price of water. Furthermore, the environmental assessment classifies the project as Category B, with identified impacts deemed moderate and acceptable.

Key words:

1- Affermage

2-Bagoué

3-Generator sets

4-Preliminary Design Study (APS)

LISTE DES ABREVIATIONS

2IE : Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement

AEP : Adduction d'Eau Potable

ANDE : Agence Nationale de l'Environnement

ANSTAT : Agence National de la Statistique

APD : Avant-Projet Détaillé

APS : Avant-Projet Sommaire

BAD : Banque Africaine de Développement

BF : Borne Fontaine

BP : Branchement Particulier

CEDEAO : Communauté Économique des États de l'Afrique de l'Ouest

CIE : Compagnie Ivoirienne d'Electricité

DHR : Direction de l'Hydraulique Rurale

EIES : Étude d'Impact Environnemental et Social

HMT : Hauteur Manométrique Totale

HV : Hydraulique Villageoise

HVA : Hydraulique Villageoise Améliorée

MINHAS : Ministère de l'Hydraulique, de l'Assainissement et de la Salubrité

ODD: Objectif de Développement Durable

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

ONEP : Office National de l'Eau Potable

PASEA : Projet d'Appui à la Sécurité de l'Eau et de l'Assainissement

PEHD : Polyéthylène Haute Densité

PMA : Pression Maximale Admissible

PMH : Pompe à motricité humaine

PN : Pression Nominale

PND : Plan National de Développement

RGPH : Recensement Général de la Population et de l'Habitat

SMV : Système Multivillage

SODECI : Société de Distribution d'Eau de Côte d'Ivoire

Liste de symboles

ΔH_i : Pertes de charge sur le tronçon i

L_i : Longueur du tronçon i

Dint : Diamètre intérieur

DN : Diamètre Nominale

D_{th} : diamètre théorique

Q : Débit transporté par la conduite

n : nombre d'heures de pompage

g : Constante de pesanteur

HMT : Hauteur Manométrique Totale

H_r : Côte du radier du réservoir

In : Intensité nominale

mCE : Mètre colonne d'eau

Nr : rendement du réseau

Nt : rendement de traitement

Papp : Puissance apparente du groupe électrogène

P_r : Pression réelle

q : débit linéique

T : temps de fonctionnement

U : tension

Z : Altitude

ηm : rendement moteur

ηp : rendement pompe

λ : Coefficient de pertes de charges

ρ : masse volumique de l'eau

SOMMAIRE

DEDICACES ..... **i**

REMERCIEMENTS ..... **ii**

RESUME ..... **iii**

ABSTRACT ..... **iv**

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

Liste de symboles ..... **vi**

LISTE DES TABLEAUX ..... **x**

LISTE DES FIGURES ..... **xi**

FICHE SIGNALETIQUE DU PROJET ..... **xii**

INTRODUCTION **1**

I.PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL ET DE LA ZONE D'ETUDE **3**

I.1. Présentation de la structure d'accueil 3

I.2. Présentation de la zone d'étude 7

I.2.1. Organisation territoriale de la zone d'étude 7

I.2.2. Caractéristiques physiques du milieu 8

I.2.3. Caractéristique sociodémographique, culturelle et socioéconomique 9

II. PRESENTATION DU PROJET **12**

II.1. Contexte et justification 12

II.2. Objectifs de l'étude et résultats attendus 13

II.2.1. Objectif général 13

II.2.2. Objectifs spécifiques 13

II.2.3. Résultats attendus 13

III.MATERIELS ET METHODOLOGIE DE CONCEPTION **14**

III.1. Matériels utilisés 14

III.2. Méthodologie de conception 14

III.2.1. Recherche documentaire 15

III.2.2. Méthode de dimensionnement : hypothèses des calculs 15
III.2.3. Coefficients de variation 17
III.2.4. Évaluation des besoins 18
III.2.5. Détermination des débits d'adduction et de distribution 21
III.2.6. Type du réseau 23
III.2.7. Règle de Choix de l'Itinéraire des Réseaux 24
IV. DIMENSIONNEMENT DU RESEAU 26
IV. 1. Réseau d'adduction 26
IV. 2.Réseau de distribution 30
IV. 3.Présentation du logiciel EPANET 33
IV. 4.Démarche et résultats de la simulation 34
IV. 5 Caractéristiques techniques des différentes pompes en fonction des forages 34
IV. 6 Source d'énergie (groupe électrogène) 35
V. RÉSULTATS DE L'ÉTUDE DE FAISABILITÉ TECHNIQUE 36
V.1 Diagnostic du système actuel d'alimentation en eau potable 36
V.2 Évaluation de la population 37
V.3 Évaluation des besoins journaliers 37
V.4 Débits de distribution et d'adduction 38
V.5.1 Dimensionnement de la colonne d'exhaure 39
V.5.2 Dimensionnement de la conduite de refoulement 40
V.6 Dimensionnement du réseau de distribution 42
V.7 Simulation du réseau de distribution sur le logiciel EPANET 43
V.8 Caractéristiques techniques des pompes 49
V.9 Dimensionnent du groupe électrogène (source secondaire) 49
V.10 Simulation du réseau d'adduction sur le logiciel EPANET 50
V.11 Calcul des Hauteurs Manométriques Totales d'exhaure et de refoulement 52
V.12 Point de fonctionnement 57
V.13 Vérification du coup de bélier 58
V.14 Dimensionnement du château 59

VI. Étude de faisabilité financière et mode de gestion 60

VI. 1 Estimation du prix de vente du mètre cube d'eau 60

VI. 2 Mode de gestion du projet 61

VI. 3 Coût total de la réalisation du projet 61

VII. NOTICE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL 63

VII. 1 Carder réglementaire 63

VII. 2 Catégorisation du projet 63

VII. 3 Identification des différents milieux impactés par le projet 64

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS 65

BIBLIOGRAPHIE 67

ANNEXES 69

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1:Ministère de l'Hydraulique, de l'Assainissement et de la Salubrité (MINHAS) 6
Tableau 2:Répartition de la population totale résidente par type de ménage selon le sexe 10
Tableau 3:Logiciels utilisés 14
Tableau 4: Évaluation de la population moyenne RGPH 2021 16
Tableau 5:Consommations spécifiques relatives à l'eau potable en Côte d'Ivoire 16
Tableau 6:valeurs indicatives du coefficient de pointe horaire. 18
Tableau 7:Formules de dimensionnement du diamètre intérieur théorique 26
Tableau 8: État des lieux des ouvrages d'hydraulique 36
Tableau 9: Projection de la population à desservir et des taux de desserte à l'horizon 2041 ... 37
Tableau 10: Évaluation des besoins journaliers 38
Tableau 11: Evaluation des Débits de distribution et d'adduction 39
Tableau 12:Récapitulatif du dimensionnement de la colonne d'exhaure 40
Tableau 13: Résultat du dimensionnement du réseau d'adduction pour le Forage _1 41
Tableau 14:Résultat du dimensionnement des conduites du réseau de distribution..... 42
Tableau 15: Caractéristiques techniques des pompes..... 49
Tableau 16: Puissance apparente du groupe électrogène 50
Tableau 17:Détermination des pertes de charge et de la HMT Forage_1 52
Tableau 18: Détermination des pertes de charge et de la HMT Forage_2 53
Tableau 19:Détermination des pertes de charge et de la HMT Forage_3 54
Tableau 20: Détermination des pertes de charge et de la HMT Forage_4 55
Tableau 21:Vérification des conditions de protection du coup de bélier vis à vis du réseau . 58
Tableau 22:Volume réel de la cuve du château 59
Tableau 23: Volume d'eau en fonction des années 60
Tableau 24: Prix de vente d'eau..... 60
Tableau 25:Estimation provisoire de la réalisation du projet 62

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Carte Représentative de la Zone d'étude de la région de la Bagoué 7
Figure 2: Résultat de la modélisation d'Epanet (Réseau de distribution) 44
Figure 3:Analyse comparative des résultats des vitesses d'Epanet et celles calculées 45
Figure 4:Coefficient de détermination des vitesses issues de la simulation et celles calculées 46
Figure 5:Analyse comparative des résultats des pressions d'Epanet et celles calculées 47
Figure 6:Coefficient de détermination des pressions issues de la simulation et celles calculées 48
Figure 7: Simulation du réseau d'adduction sous Epanet 51
Figure 8: Détermination du point de fonctionnement des pompes en parallèle 57

FICHE SIGNALETIQUE DU PROJET

Localisation	
Pays	**Côte d'Ivoire**
Villages	KATIENDE , SOGO, YAMA
District	SAVANE
Région	BAGOUE
Données socio-économiques	
Population desservis par le réseau en 2021 (habitants)	3 188
Taux de croissance	2,90%
Population en 2041	5648
Population desservie par l'AEP en 2041 (100%)	11542
Consommation spécifique BP (l/j/hbts)	30
Demande en eau du jour de pointe (m3/j)	364,48
Réservoir d'eau	
Type	Château en béton armé
Volume (m3)	1010,2m^3
Réseau de refoulement	
Type	Refoulement du forage au château
Nature des conduites	PEHD DN 90 PN 16 de longueur totale 329,8 m
	PEHD DN 90 PN 16 de longueur totale 27,71 m
	PEHD DN 90 PN 16 de longueur totale 30,56 m
	PEHD DN 90 PN 16 de longueur totale 159,6 m
Réseau de distribution	
Type de réseau	Ramifié
Nature des conduites	Tuyaux PEHD PN 10
Forage	
Nombre de forage	4
Débit d'exploitation forage 1	Q = 10 m^3/h
Débit d'exploitation forage 2	Q = 10 m^3/h
Débit d'exploitation forage 3	Q = 10 m^3/h
Débit d'exploitation forage 4	Q = 10 m^3/h
Source d'énergie	
Type	Groupe électrogène
Puissance du groupe électrogène forage 1	123,4 kVA
Puissance du groupe électrogène forage 2	123,4 kVA

Puissance du groupe électrogène forage 3	91,42 kVA
Puissance du groupe électrogène forage 4	100,83 kVA
Aspects financiers et gestion	
Coût global estimatif du projet	1 339 663 988FCA
Prix de revient du m3 FCFA	308
Mode de gestion proposé	Affermage

INTRODUCTION

L'accès à l'eau potable constitue un enjeu majeur pour les pays engagés dans la voie du développement et dans la lutte contre la pauvreté [1]. Il joue un rôle essentiel dans le développement économique ainsi que dans la protection de la santé et de l'hygiène des populations, en lien avec l'Objectif de Développement Durable n°6 (ODD 6), relatif à l'accès universel et équitable à l'eau potable [2].

Malgré les progrès enregistrés à l'échelle mondiale, d'importantes disparités persistent entre les zones urbaines et rurales dans de nombreux pays en développement. Dans la région de la Bagoué, les localités de Katiendé, Sogo et Yama illustrent cette réalité en faisant face à de sévères difficultés d'accès à l'eau. La forte croissance démographique, associée à l'insuffisance et à la dégradation récurrente des pompes à motricité humaine (PMH) existantes, contraint encore les ménages à des corvées d'eau pénibles et fragilise quotidiennement leur sécurité hydrique.

Afin de remédier à cette situation, le Gouvernement ivoirien, à travers le Ministère de l'Hydraulique, de l'Assainissement et de la Salubrité (MINHAS) et l'Office National de l'Eau Potable (ONEP), a mis en place plusieurs programmes visant à améliorer durablement l'accès à l'eau potable en milieu rural. Bien que le taux d'accès global soit passé de 50 % en 2011 à environ 80 % en 2024 selon les bilans gouvernementaux [3], des efforts importants restent à déployer dans les zones mal desservies. Parmi ces initiatives figure le Projet d'Appui à la Sécurité de l'Eau et de l'Assainissement (PASEA), financé par la Banque Mondiale, qui prévoit la réalisation de systèmes d'adduction d'eau potable (AEP) multi-villages dans la zone nord du pays [5].

Dans la continuité de ces initiatives, le projet intitulé « Réalisation de systèmes d'adduction d'eau potable multi-villages dans des localités des districts du Woroba et du Denguélé, ainsi que dans les régions de la Bagoué et du Poro » s'inscrit dans la politique nationale de développement équilibré du territoire [6]. Son objectif général est de consolider la stratégie gouvernementale visant à assurer un accès équitable à l'eau potable pour l'ensemble des populations rurales.

C'est dans ce cadre que s'inscrit cette étude. Ce travail a pour objectif principal de réaliser l'Étude d'Avant-Projet Sommaire (APS) d'un système d'adduction d'eau potable multi-villages pour les

localités de Katiendé, Sogo et Yama. Le schéma de desserte retenu repose sur le développement des branchements particuliers.

Pour atteindre cet objectif, le présent mémoire s'articule autour de trois parties complémentaires. La première partie est consacrée au cadre général de l'étude et à la présentation détaillée de la zone du projet. La deuxième partie expose la méthodologie retenue pour l'évaluation des demandes en eau, la modélisation hydraulique et le choix des options d'aménagement. Enfin, la troisième partie présente l'ensemble des résultats de l'étude technique ainsi que l'estimation du coût global d'investissement du projet.

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

I.1. Présentation de la structure d'accueil

Le Ministère de l'Hydraulique, de l'Assainissement et de la Salubrité (MINHAS) occupe une place centrale dans le développement de la Côte d'Ivoire à travers la planification et la réalisation d'infrastructures d'approvisionnement en eau potable, la promotion de systèmes d'assainissement adaptés et l'organisation durable de l'hygiène publique. Il contribue directement à l'amélioration des conditions de vie des populations. Ses actions s'inscrivent directement dans le mouvement pour l'accès universel à l'eau potable et aux services d'assainissement, en accord avec les objectifs nationaux de développement.

Conformément au Décret n° 2023-965 du 6 décembre 2023 portant organisation du ministère, celui-ci s'articule autour de deux principales entités administratives (Directions Générales) [7] : La Direction Générale de l'Hydraulique et de l'Assainissement et La Direction Générale de la Salubrité.

- Étant chargée de l'élaboration et du suivi des activités publiques touchant au domaine de l'eau, de l'assainissement et des infrastructures hydrauliques, la Direction Générale de l'Hydraulique et de l'Assainissement est l'entité responsable de leur coordination en collaboration avec des institutions privées.

  Elle est donc structurée de la manière suivante des directions techniques suivantes :

  - La Direction de l'Hydrologie (D.H) ;
  - La Direction de l'Hydraulique Rurale (D.H.R);
  - La Direction de l'Assainissement Rural (D.A.R);
  - La Direction de l'Assainissement Urbain et du Drainage (D.A.U.D) ;
  - La Direction de l'Alimentation en Eau Potable (D.A.E.P).

  Ces différentes entités agissent dans leur secteur spécifique pour garantir la planification, les analyses techniques, le contrôle et la supervision des projets relatifs à l'eau et à l'assainissement sur l'ensemble du territoire national.

- La Direction générale de la Salubrité est chargée de mettre en œuvre les politiques concernant la gestion des déchets, la préservation de la propreté en ville et la protection du cadre de vie. Elle contribue essentiellement à la mise en place des systèmes de collecte, de traitement et de valorisation des déchets solides, tout en promouvant les bonnes pratiques d'hygiène publique.

  Elle comprend :

  - La Direction des Opérations de Salubrité et de Lutte contre les Nuisances (D.O.S. L.N) ;
  - La Direction des Infrastructures de Salubrité et de la Valorisation des Déchets (D. I.S.V.D) ;
  - La Direction de la Promotion, de l'Animation et du Suivi des Comités de Salubrité et d'Hygiène (D.P. A.S.C.S.H).

  Ces différentes directions travaillent en synergie pour la mise en place cohérente et intégrale des politiques nationales liées à l'eau, l'assainissement et la salubrité.
  Cette formation s'est déroulée à la Direction de l'Hydraulique Rurale (DHR), un service technique spécialisé sous la direction générale de l'Hydraulique et de l'Assainissement.

  La DHR assure la mise en place, la coordination et le contrôle des programmes d'approvisionnement en eau potable dans les zones rurales. Il couvre toutes les zones rurales du pays, notamment les villages et campements qui n'ont pas accès aux réseaux d'eau potable urbains.

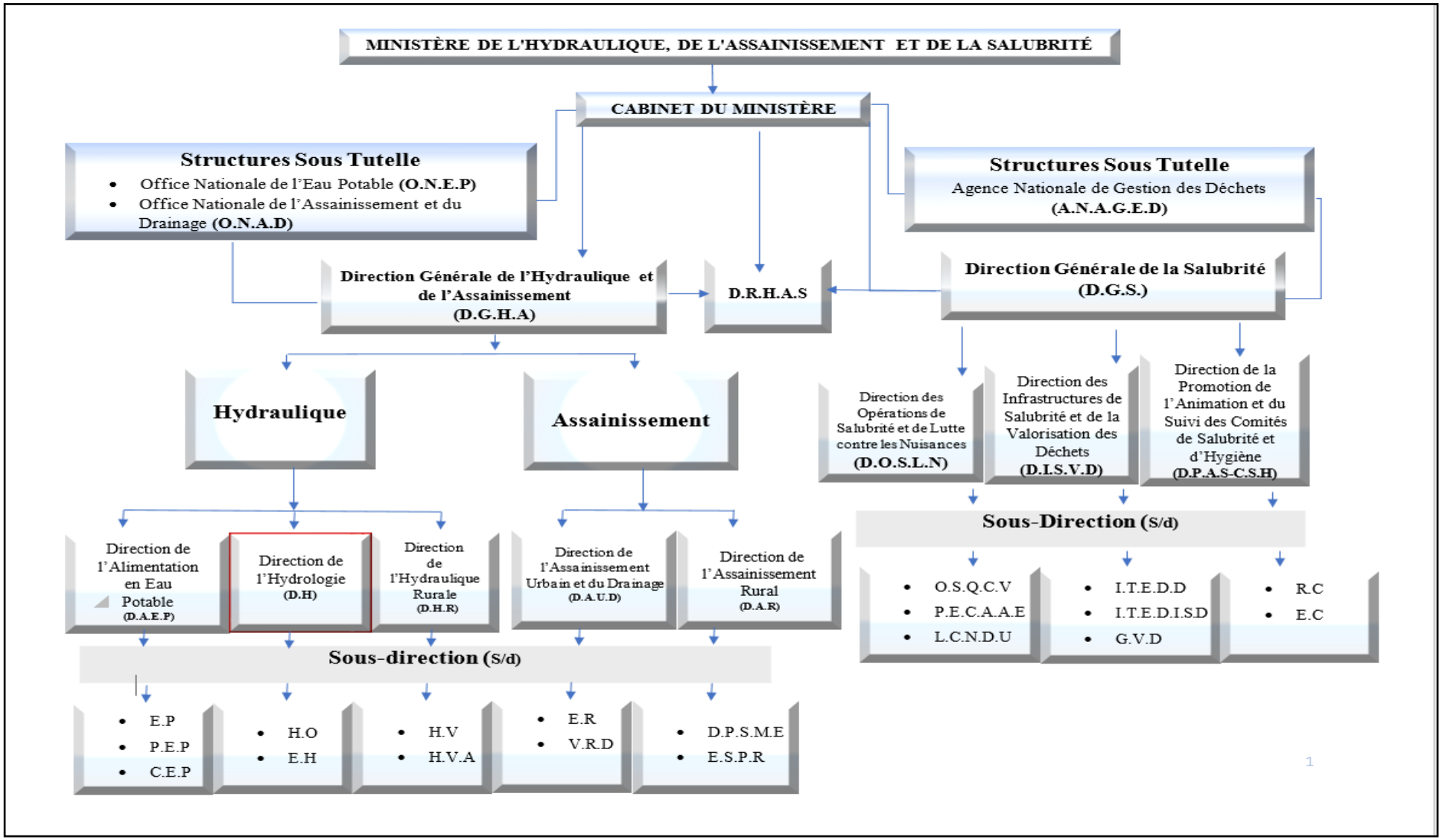
  Dans le cadre de ses missions, la DHR est notamment chargée de :

  - Élaborer et mettre en œuvre la politique d'approvisionnement en eau potable en milieu rural ;
  - Identifier et recenser les besoins en eau afin de programmer les investissements;
  - Assurer le suivi technique des projets d'alimentation en eau potable ;
  - Veiller à la gestion durable du patrimoine hydraulique rural ;
  - Proposer des normes techniques relatives à la conception, à l'exploitation et à la maintenance des ouvrages ;
  - Apporter un appui technique aux collectivités territoriales.

À travers la DHR, le ministère assure un rôle fondamental dans la réduction des inégalités d'accès à l'eau potable entre zones urbaines et rurales, contribuant ainsi au développement socio-économique et à l'amélioration des conditions sanitaires des populations.

L'organigramme du MINHAS est le suivant :

Tableau 1:Ministère de l'Hydraulique, de l'Assainissement et de la Salubrité (MINHAS)



I.2. Présentation de la zone d'étude

I.2.1. Organisation territoriale de la zone d'étude

Située dans le district des Savanes, au nord de la Côte d'Ivoire, la région de la Bagoué constitue la partie la plus septentrionale du pays, à environ 800 km d'Abidjan. Ayant pour chef-lieu Boundiali, elle s'étend sur une superficie de 10 668 km², subdivisée en trois départements : Boundiali, Kouto et Tengréla. C'est précisément dans ce premier département, sous-préfecture de Siempurgo, que sont localisées les localités de Katiendé, Sogo et Yama, objet de la présente étude.

Les frontières de la région de la Bagoué sont les suivantes :

- Au nord, elle touche la République du Mali (frontière internationale) ;
- Au sud, elle est voisine des régions du Worodougou et du Béré ;
- À l'est, elle partage une limite avec la région du Poro ;

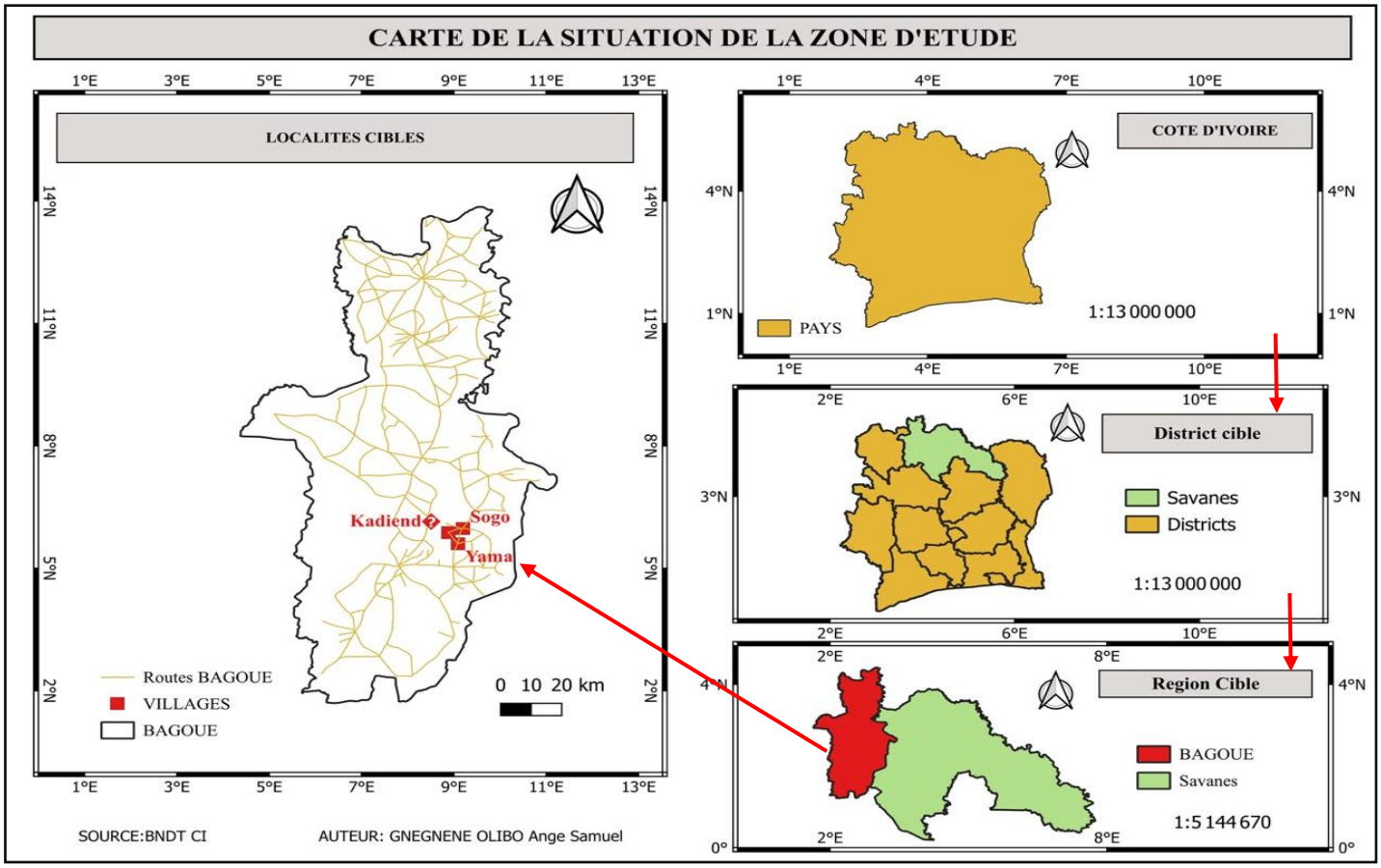


Figure 1: Carte Représentative de la Zone d'étude de la région de la Bagoué

I.2.2. Caractéristiques physiques du milieu

- **Climat**

Le climat, étant de type soudanais, se caractérise par l'alternance d'une longue saison sèche, d'octobre à mai, et d'une saison des pluies, de juin à septembre. L'un des signes distinctifs du climat de la région est l'harmattan. C'est un vent sec et frais qui souffle du nord au sud. Selon les données de **Boundiali/SODEXAM**, les précipitations peuvent persister toute la semaine sans s'arrêter pendant la saison des pluies, bien qu'il y ait des moments où elles s'arrêtent quelques heures avant que le soleil ne revienne. Le département de Boundiali reçoit en moyenne 77 jours de pluie chaque année, et dans cette partie nord de la Côte d'Ivoire, les prélèvements annuels sont compris entre 1 300 et 1 500 [mm]. La région de Bagoué a généralement des températures entre 21 et 35 °C. En mai, la température de l'air est inférieure à 32 degrés. Même si elle avoisine les 20 °C, l'harmattan, un vent violent venu du Sahara, fait chuter les températures en janvier et février. Ces mois sont les plus froids. À cause des sables du désert malien, la région prend parfois une teinte ocre [8].

- **Relief**

Le relief de la Bagoué se situe au sein des plateaux du socle cristallin datant du Précambrien. La topographie, peu terrain accidenté, est constituée de plateaux légèrement ondulés, dont l'altitude moyenne oscille entre 300 et 400 mètres. On observe ici et là des collines isolées et des formations rocheuses issues de l'érosion du socle granitique et gneissique. Concernant le plan hydrologique, cette topographie douce favorise l'écoulement naturel au sein des systèmes d'approvisionnement en eau [9].

- **Végétation**

La végétation de la Bagoué est celle de la savane de type Ouest soudanais. Elle se caractérise par des arbres de grande hauteur. La région de la Bagoué abrite quatre forêts classées : celle de Niangboué, d'une superficie de 14 800 ha, celle de la Palée, d'une superficie de 200 000 ha, celle de Fengolo, située entre Kolia et Madinani, d'une superficie de 188 ha et celle du Nyangbou, d'une superficie de 62 ha. On y trouve notamment du bois d'iroko, ainsi que du teck. Les flamboyants et les hibiscus sont nombreux dans cette région. La région abrite également une faune diversifiée,

notamment des hippopotames, des babouins, des cercopithèques, des civettes, des phacochères, des potamochères, des hylochères, des perdrix et des pintades. [10]

- **Sols**

Les sols du district des savanes sont majoritairement sols ferralitiques qui affichent un taux de saturation modéré à faible. Dans la région du Tchologo, on note la présence de sols ferrugineux sur des substrats ferralitiques dans sa partie orientale. Quant à la Bagoué, elle présente au nord et au sud-ouest des complexes de sols hydromorphes minéraux ainsi que des sols peu développés, situés dans les zones basses et à proximité des rivières. Ces sols se distinguent par une dynamique d'oxydoréduction du fer et une accumulation de matière organique résultant de sa décomposition lente. La Bagoué en profite pour développer des cultures de rente telles que le coton et l'anacarde, en plus des cultures vivrières qui garantissent la subsistance des communautés locales [11].

I.2.3. Caractéristique sociodémographique, culturelle et socioéconomique

1. Caractéristique sociodémographique

- **Démographie**

Avec une population totale de 515 890 habitants, la Bagoué constitue 1,76 % de l'ensemble de la population de la Côte d'Ivoire [12]. Cette population se distingue également par une forte identité nationale, puisque 88,1 % d'entre elles est constituée d'Ivoiriens, tandis que 11,9 % sont des non-Ivoiriens [12]. Malgré un caractère rural marqué, la région connaît un processus d'urbanisation, avec un taux de **43,7 %.** Ce changement est alimenté par le dynamisme croissant des villes telles que Boundiali, qui modifie progressivement le paysage local tout en maintenant un faible indice de précarité résidentielle, estimé à **1,8 %.**

Tableau 2:Répartition de la population totale résidente par type de ménage selon le sexe

Type de ménages	Sexe				Total	
	Masculin		Féminin			
	Effectif	%	Effectif	%	Total (Effectif)	Total (%)
Ordinaires	263679	51.3	250179	48.7	513858	100.0
Collectifs	545	79.7	139	20.3	684	100.0
Sans abri	1005	74.6	343	25.4	1348	100.0
Ensemble région	265229	51.4	250661	48.6	**515890**	100.0

Source : ANStat, RGPH2021

- **Groupes ethniques et religions**

Défini par une grande diversité ethnique. La plupart des habitants font partie des groupes Voltaïque (Gur) et Mandé du Nord, tandis que la présence des Akan y est minoritaire.

Les ethnies prépondérantes sont les Sénoufos et les Malinkés, sans oublier la présence significative du Dioula et d'autres groupes locaux.

En ce qui concerne la religion, les habitants suivent l'islam, le christianisme et les religions traditionnelles. On observe la coexistence de diverses convictions à travers l'existence de mosquées, d'églises et de forêts sacrées réservées aux rituels traditionnels [9].

2. Caractéristiques socio-économiques

Les activités socio-économiques des populations de la Bagoué se présentent comme suit :

- Secteur Agricole et Agro-industrie

La région est fortement orientée vers l'agriculture, avec une forte production de cultures de rente et de produits vivriers qui favorise sont développement de manier directe.

- **Élevage et Commerce**

Considéré comme la deuxième activité de la région, ce secteur profite de la position géographique stratégique de la Bagoué :

- Élevage : Grâce à ses vastes pâturages, la zone est un centre de production animale de premier plan (bovins, ovins, caprins).
- Commerce : Étant connue pour sa forte capacité d'importation de bétail et de produits agricoles, la région s'est établie comme un carrefour commercial pour les pays voisins de la Côte d'Ivoire.

- **Secteur Énergétique**

La région rencontre une amélioration industrielle.

- Énergie Solaire : le secteur énergétique offre à la localité de Boundiali la première centrale solaire photovoltaïque de Côte d'Ivoire raccordée au réseau national interconnecté [13].

II. PRESENTATION DU PROJET

II.1. Contexte et justification

En Côte d'Ivoire, l'accès à l'eau potable demeure une priorité nationale, mais reste marqué par de fortes inégalités entre les milieux urbain et rural. Selon le Ministère de l'Hydraulique, de l'Assainissement et de la Salubrité, le taux de couverture en eau potable est estimé à 78% en milieu urbain contre seulement 58,1% en milieu rural. Ces chiffres illustrent la persistance d'un déficit d'infrastructures hydrauliques dans les zones rurales, où les populations dépendent encore majoritairement de points d'eau non protégés ou de Pompes à Motricité Humaine (PMH) dont l'état de fonctionnement est souvent dégradé.

Au niveau régional, les zones frontalières du nord du pays, notamment les régions du Folon, du Kabadougou, de la Bagoué, du Poro, du Tchologo et du Bounkani, ont enregistré des progrès notables en matière d'accès à l'eau potable grâce aux programmes publics et aux interventions des partenaires techniques et financiers. Dans la région de la Bagoué spécifiquement, bien que 87,1% de la population utilise des sources d'eau améliorées [15], la qualité et la continuité du service demeurent insuffisantes. En milieu rural, le taux de 85,4% masque une réalité préoccupante : de nombreux ouvrages hydrauliques, en particulier les PMH, présentent un état de dégradation avancée et ne garantissent plus un service d'eau potable continu et conforme aux exigences de qualité.

C'est précisément le cas des localités de Katiendé, Sogo et Yama, qui totalisent une population de 3 188 habitants selon le Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGPH 2021). Ces trois localités disposent uniquement de PMH dont l'état général est dégradé, avec plusieurs ouvrages en panne selon l'enquête SODECI 2024. Face à la croissance démographique, avec un taux d'accroissement annuel de 2,9% conduisant à une population projetée de 5 648 habitants à l'horizon 2041, ces ouvrages ne sont plus en mesure de garantir un approvisionnement continu et de qualité aux populations. La mise en place d'un système d'adduction d'eau potable s'avère donc indispensable pour répondre aux besoins actuels et futurs de ces communautés, en cohérence avec les orientations du PASEA et les objectifs de l'ODD 6, qui vise un accès universel et équitable à l'eau potable d'ici 2030[16].

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

II.2.1. Objectif général

L'objectif général de cette étude est de concevoir l'avant-projet sommaire du système d'approvisionnement en eau potable multi-villages (SMV) pour les localités de Katiendé, Sogo et Yama dans la région de la Bagoué afin de contribuer à l'amélioration de l'accès à l'eau potable pour les populations bénéficiaires.

II.2.2. Objectifs spécifiques

Les objectifs spécifiques de cette étude sont les suivants :

- Réaliser un état des lieux de la situation actuelle de l'approvisionnement en eau potable dans les différentes localités concernées ;
- Concevoir et dimensionner le système d'adduction d'eau potable multi-village, incluant les ouvrages de captage, de stockage, de pompage et le réseau de distribution ;
- Estimer le coût global du projet et proposer un mode de gestion durable garantissant la pérennité technique, financière et institutionnelle du système.

II.2.3. Résultats attendus

- L'état des lieux d'approvisionnement en eau potable dans les localités est réalisé ;
- Le système d'adduction d'eau potable multi village a été réalisé ;
- Le coût global du projet est estimé et un mode de gestion durable est proposé.

III.MATERIELS ET METHODOLOGIE DE CONCEPTION

III.1. Matériels utilisés

L'ensemble de ces logiciels présenté ci-dessous présente les différents logiciels utilisés pour la planification, le dimensionnement, la conception du système ainsi que pour la rédaction du présent document.

Tableau 3:Logiciels utilisés

Outils	Usage
AutoCad	Utilisé pour la conception des plans des différents ouvrages et le tracé des réseaux d'adduction d'eau potable.
EPANET	Utilisé pour la simulation hydraulique du réseau de distribution d'eau potable.
Google Earth Pro	Utilisé pour la localisation des sites et le tracé préliminaire du réseau.
Pack Microsoft office	Utilisé pour la rédaction du mémoire et la réalisation des différents calculs.
QGIS	Utilisé pour la réalisation et la production des différentes cartes de la zone d'étude.
ZOTERO	Utilisé pour la gestion des références bibliographiques.

III.2. Méthodologie de conception

Dans cette partie, nous exposons la méthodologie mise en œuvre pour la réalisation de cette étude. Nous décrivons avec précision les différentes étapes successives qui ont permis la structuration du travail : la phase de collecte des données, leur traitement et leur analyse, ainsi que la rédaction du mémoire.

III.2.1. Recherche documentaire

Nous avons mené une revue documentaire approfondie afin de rassembler les informations essentielles à la conduite de cette étude. À cette fin, nous avons examiné minutieusement les documents de conception du projet, les termes de référence, ainsi que des mémoires similaires et diverses sources en ligne. L'ensemble de ces documents a contribué à garantir la rigueur et la fiabilité de ce mémoire.

III.2.2. Méthode de dimensionnement : hypothèses des calculs

- Horizon du projet

Le projet vise à répondre aux besoins en eau des populations à l'horizon 2041. Cet horizon représente la période pendant laquelle les ouvrages doivent assurer un fonctionnement satisfaisant. Il prend en considération la durée de vie des équipements ainsi que l'évolution de la population à desservir. Les années suivantes, constatent les horizons de projection

- H0 : 2026, année de mise en service
- H10 : 2036 pour la production
- H15 : 2041 pour le stockage et la distribution

Les paramètres et hypothèses retenus pour estimer la demande en eau s'appuient principalement sur l'analyse des données démographiques disponibles. En particulier, les données issues du RGPH de 1988 et de 2021 ont été utilisées pour déterminer la population de chaque localité de la zone d'étude et estimer les besoins en eau. Selon le RGPH, la population de la zone projet augmente en moyenne de 2,9 %. Ce taux a été retenu comme référence pour nos estimations [14]. Pour projeter cette population à l'horizon de l'étude, nous avons opté pour la méthode de la croissance géométrique, également connue sous le nom de formule de Thomas MALTHUS. Cette méthode est couramment utilisée dans ce type d'étude en raison de sa simplicité et de sa fiabilité pour des projections à moyen et long terme [17]. Elle est définie par la formule suivante

$$Pn = P0 \times (1 + \alpha)^{n} \qquad \textbf{(1)}$$

Avec :

Pn : Population à l'horizon du projet ;

P0 : Population de l'année initiale;

α : Taux d'accroissement de la population ;

n : Nombre d'années entre l'année de base et l'année futur.

Tableau 4: Évaluation de la population moyenne RGPH 2021

VILLAGES	Population Noyau RGPH 2021
KATIENDE	714
SOGO	1720
YAMA	754
TOTALE	3188

➢ Consommation spécifique

Selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), la quantité d'eau minimale préconisée pour répondre aux besoins fondamentaux d'hydratation et d'hygiène est de 20 litres d'eau par jour et par personne [18]. Selon la politique de l'État de la République de Côte d'Ivoire, les consommations spécifiques d'eau potable par le biais de BF ou BP sont indiquées sur le tableau ci-après de paramètres relatifs à l'AEP [19].

Tableau 5:Consommations spécifiques relatives à l'eau potable en Côte d'Ivoire

Désignation	Bornes Fontaines(BF)	Branchements particuliers (BP)
Consommation spécifique en eau (l/j/hab)	25 (l/j/hab)	15à30 (l/j/hab)

À cet effet, la consommation spécifique retenue s'élève à 30(l/j/hab) pour les branchements particuliers. Notre étude se limite uniquement aux branchements particuliers, les bornes fontaines ne seront pas prises en compte.

- Taux de desserte

Le choix du taux de desserte a été déterminé en fonction des études sociales menées sur la zone d'étude, tout en prenant en compte les recommandations de l'État ivoirien (PND 2021-2025) [20]. Pour l'année 2026, le taux de desserte sera de 80%. Ce pourcentage augmentera au fil des années pour atteindre un taux de desserte de 98 % de la population à l'horizon du projet.

III.2.3. Coefficients de variation

Les consommations varient en termes quantitatifs suivant les saisons, les jours de la semaine, les heures de la journée. Ces variations ont une influence directe sur les ressources en eau à mobiliser et/ou les dimensions des installations. Les dimensions du système de distribution sont déterminées par le comportement des usagers à qui l'on doit offrir un service continu. Les coefficients retenus sont les suivants [21]:

- Le coefficient de pointe saisonnière (Cps)

Il se définit comme le rapport de la consommation journalière moyenne calculée sur l'année et de la consommation journalière moyenne de la période de pointe, et varie en fonction du milieu. Ce coefficient est fixé à 1,1 en zone tropicale humide, où la ressource en eau est abondante et la température relativement stable, et à 1,2 en zone sahélienne, caractérisée par de fortes chaleurs et un tarissement cyclique de la ressource [21]. Compte tenu des conditions climatiques propres à la zone d'étude, le Cps est fixé à 1,1 pour l'ensemble des villages.

- Le coefficient de pointe journalière (Cpj)

Le coefficient de pointe journalière exprime le retour de façon cyclique du comportement des usagers au cours de la semaine. Les pointes de consommation se situent aux jours de grande lessive et de repos hebdomadaires. Le coefficient de pointe journalière est indépendant de la saison. Il varie entre 1,05 et 1,15 [21]. Le Cpj retenu pour l'ensemble des villages est de 1,2.

- Le Coefficient de pointe horaire (Cph)

Le coefficient de pointe horaire traduit les habitudes de la population par rapport à l'usage de l'eau au cours de la journée. Il permet d'évaluer le débit à fournir aux usagers à l'heure de pointe. Il varie

en fonction du nombre d'habitants à desservir, mais peut être évalué par la formule empirique dite du Génie Rural [22].

$$Cph = 1{,}5 + \frac{2{,}5}{\sqrt{Qmh}} \qquad \textbf{(2)}$$

Avec :

Q mh[m^3/h] : le débit moyen horaire ;

Cph [m^3/h]: Coefficient de point horaire.

Le coefficient de pointe horaire varie en fonction de la taille de la population desservie. Les valeurs indicatives correspondantes, classées selon le nombre d'habitants, sont présentées dans le Tableau (8)

Tableau 6:valeurs indicatives du coefficient de pointe horaire.

Populations (hbts)	Coefficient de pointe horaire (Cph)
< 10 000	2,5 à 3
10000 à 50 000	2 à 2,5
50 000 à 200 000	1,5 à 2
2000000	1,5

Source : 2ie_cours_d_approvisionnement_en_eau_potable_zoungrana_2003

Compte tenu de la taille de la population et des valeurs indicatives sur le coefficient de pointe horaire, la valeur retenue est 2,5.

III.2.4. Évaluation des besoins

L'effectif de la population, le taux de desserte et le niveau de vie constituent les principaux paramètres permettant d'estimer les besoins domestiques en eau. Dans la mesure où la consommation spécifique au niveau des borne-fontaine (BF) diffère de celle des branchements particuliers (BP), les besoins moyens journaliers des ménages sont généralement obtenus en additionnant les consommations issues de ces deux types de points d'eau [22]. Toutefois, dans le

cadre de la présente étude, seuls les branchements particuliers (BP) ont été pris en compte dans le calcul des besoins domestiques.

- Besoin domestique au niveau des branchements privés

La consommation domestique moyenne est généralement rapportée au nombre d'habitants, elle est alors exprimée en litres par jour et par habitant (l/jour/hab.). Cette consommation varie en fonction de plusieurs facteurs : le niveau de vie, les habitudes, la disponibilité de l'eau, le climat, le prix de l'eau, la forme de la fourniture de l'eau (alimentation individuelle ou borne fontaine), etc. D'autre part, elle évolue d'une année à l'autre, en liaison avec l'évolution du niveau de vie [23].

$$Bbp = Pn \times Tbp \times Cs \quad \textbf{(3)}$$

Avec :

Bbp [m^3/j] : Besoin domestiques au niveau des branchements privés ;

Pn : Population à l'horizon du projet ;

Tbp [%] : Taux de desserte au niveau des branchements privés ;

- Besoins domestiques total

$$Bdt = Bbp \quad \textbf{(4)}$$

Avec :

Bdt [m^3/j] **:** Besoin domestique total ;

Bbp [m^3/j] : Besoin domestiques au niveau des branchements privés.

- Besoins annexes

Les besoins annexes correspondent aux consommations en eau des équipements collectifs et des lieux publics tels que les écoles, les centres de santé et les mosquées. Ils constituent une marge de sécurité permettant de couvrir les usages non domestiques, de compenser les pertes éventuelles dans le réseau et de faire face aux situations imprévues, garantissant ainsi la fiabilité et la résilience du système. Dans le cadre de cette étude, les besoins annexes ont été fixés à 10 % des besoins domestiques, conformément aux pratiques courantes en hydraulique rurale en Afrique de l'Ouest

$$Ba = 10\%Bdt \quad \textbf{(5)}$$

Avec :

Ba [m^3/j]: Besoins annexes ;

Bdt [m^3/j]: Besoin domestique total.

- Besoins moyens journaliers

Les besoins moyens journaliers représentent la quantité d'eau nécessaire pour satisfaire la demande d'une population donnée pendant une journée.

Il est donc le fruit ici de la somme des besoins domestiques et annexes.

$$Bjm = Bdom + BA \quad (\mathbf{6})$$

Avec :

Bjm [m^3/j] = Besoins moyens journaliers ;

Ba [m^3/j] = Besoins annexes ;

Bdom [m^3/j] = Besoins domestiques.

- Besoins journaliers de pointe

Le besoin journalier de pointe correspond au volume d'eau maximal consommé durant la plus chargée. Il se calcule grâce à la formule suivante :

$$Bjp = Bmj \times Cpj \times Cps \quad (\mathbf{7})$$

Avec :

Bjp [m^3/j] = besoins journaliers de pointe ;

Bmj [m^3/j] =Besoin moyenne journalière ;

Cpj [m^3/j] = Coefficient de pointe journalier ;

Cps [m^3/j] = Coefficient de pointe saisonnière.

➢ Demande journalière de pointe

Elle correspond au volume d'eau nécessaire à fournir pour couvrir les besoins de la population, en incluant les pertes du réseau. Elle se calcule grâce à la formule suivante :

$$Djp = \frac{Bjp}{Nt} \quad (\mathbf{8})$$

Avec :

Djp [m^3/j] = Demande journaliers de pointe ;

Bjp [m^3/j] = besoins journaliers de pointe ;

Nt [%] = Rendement du système.

III.2.5. Détermination des débits d'adduction et de distribution

➢ Débit de production

Le débit de production est tout simplement la quantité d'eau que le système doit produire chaque jour pour couvrir les besoins de la population. Il est obtenu en ajustant la demande journalière moyenne par les coefficients de pointe saisonnière et journalière, puis en divisant le résultat par le rendement du réseau, le rendement de traitement et le temps de fonctionnement journalier. Il se calcule grâce à la formule suivante :

$$Qprod = \frac{Djm \times Cps \times Cpj}{Nr \times Nt \times T} \quad (\mathbf{9})$$

Avec :

Qprod[m^3/j] : Débit de production ;

Djp [m^3/j] = Demande journaliers de pointe

Nr [%] : rendement du réseau ;

Nt [%]: rendement de traitement ;

T [h /j]: temps de fonctionnement.

- Débit d'adduction

Il représente le volume d'eau transitant dans la conduite dépendant du captage au réservoir. Il est calculé à partir de la consommation de pointe journalière et tient compte des pertes dans le réseau ainsi que de la durée de fonctionnement des pompes dans la journée. Il se calcule grâce à la formule suivante :

$$Qadd = \frac{Djm \times Cps \times Cpj}{Nr \times T} \ (\mathbf{10})$$

Avec :

Qadd[m^3/j] : Débit de production ;

Djp [m^3/j] = Demande journaliers de pointe ;

Nr [%] : rendement du réseau ;

T [h /j]: temps de fonctionnement.

- Débit de distribution

Contrairement aux deux précédents, le débit de distribution est calé sur la pointe horaire, c'est-à-dire le moment où tout le monde consomme simultanément. C'est donc le débit le plus exigeant du système, car il doit garantir une pression et un volume suffisants à chaque utilisateur, même aux heures de forte demande. Il se calcule grâce à la formule suivante :

$$Qph = \frac{Djm \times Cps \times Cpj}{Nr \times 24} \times Cph \ (\mathbf{11})$$

Avec :

Qph [m^3/h] = Débit de distribution ;

Djp [m^3/j] = Demande journaliers de pointe ;

Cph [m^3/h]: Coefficient de point horaire ;

Nr [%] : rendement du réseau.

III.2.6. Type du réseau

Pour le réseau de distribution, plusieurs configurations sont envisageables : le réseau ramifié, le réseau maillé et le réseau mixte [24].

Le réseau maillé se caractérise par des conduites interconnectées formant des boucles, ce qui permet une double alimentation de chaque point du réseau. Il offre ainsi une meilleure continuité de service en cas de rupture ou de travaux sur une canalisation, ainsi qu'une répartition plus homogène des pressions. En revanche, il exige un linéaire de conduites plus important et donc un coût d'investissement nettement plus élevé, et il se justifie surtout dans les zones à habitat dense et regroupé, où le maillage des voiries facilite l'interconnexion.

Le réseau ramifié, à l'inverse, se déploie à partir d'une conduite principale (feeder) vers des antennes secondaires sans retour en boucle. Il présente un coût de réalisation plus faible, une conception plus simple, et convient particulièrement aux zones à habitat dispersé ou aux localités isolées les unes des autres au prix d'une moindre sécurité d'alimentation en cas de rupture d'une conduite, puisque tous les usagers situés en aval du point de rupture se retrouvent privés d'eau.

Bien que l'horizon du projet, fixé à 2041, corresponde à un accroissement prévisible des besoins en eau des localités concernées, nous adopterons un réseau ramifié. Ce choix se justifie par :

- La disposition géographique dispersée des localités à desservir (Katiendé, Sogo, Yama) et des ménages au sein de ces localités, qui ne se prête pas naturellement à un maillage du réseau ;
- Le coût d'investissement nettement plus faible qu'il présente par rapport à un réseau maillé, un critère déterminant dans un contexte de ressources budgétaires limitées ;
- La simplicité d'exploitation et de maintenance, mieux adaptée aux capacités de gestion locales (affermage) prévues pour le projet.

Toutefois, la conception du réseau ramifié intégrera des possibilités d'extension future par la prévision de points de piquage et le dimensionnement de certaines antennes principales avec une marge de capacité afin de pouvoir accompagner l'accroissement démographique et le développement socio-économique attendus à l'horizon 2041, sans remettre en cause la structure générale du réseau.

III.2.7. Règle de Choix de l'Itinéraire des Réseaux

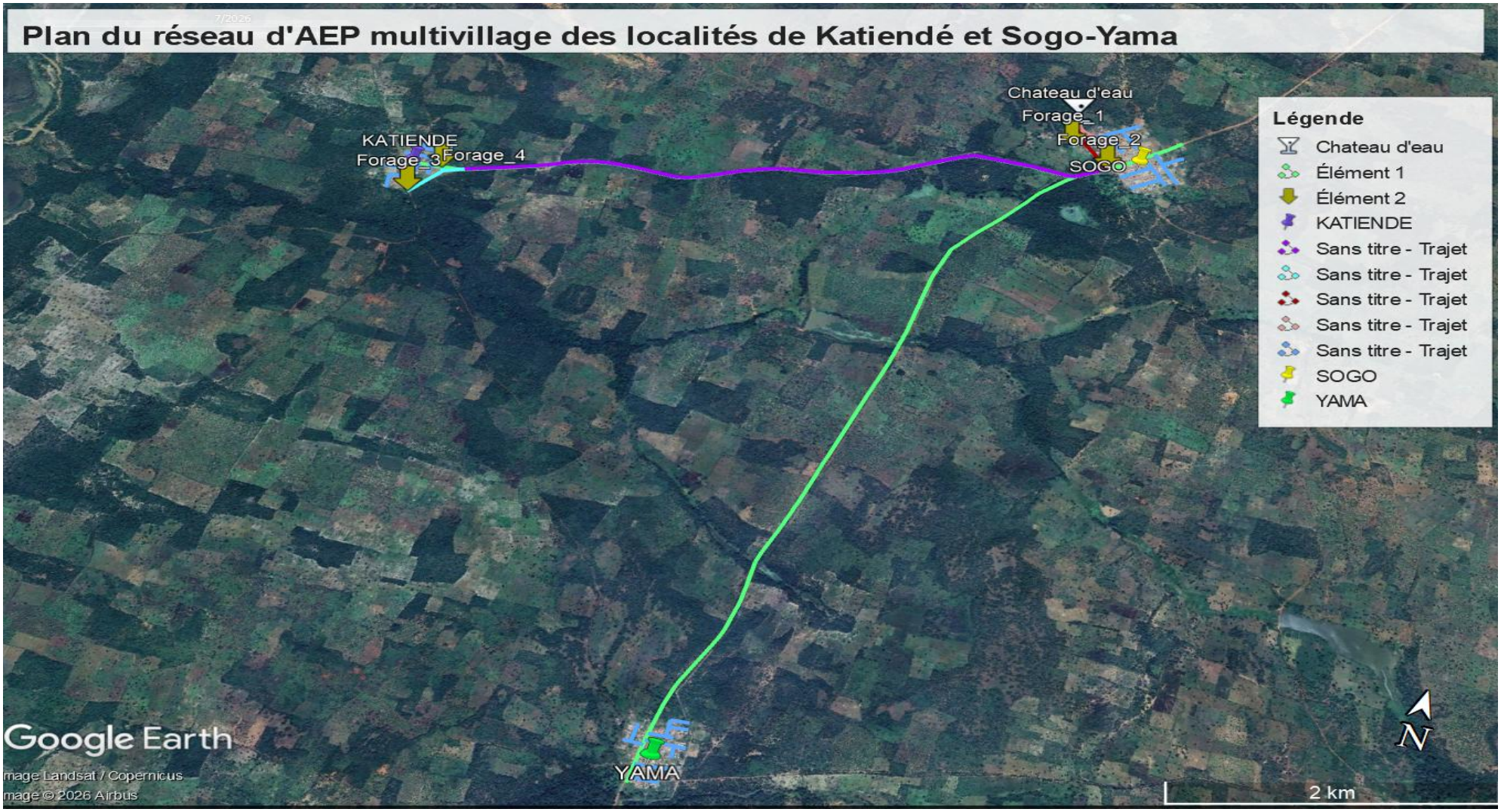
Le tracé du réseau est imposé par la nécessité de suivre le tracé de la voirie existante, afin de pouvoir desservir l'ensemble des abonnés par des branchements privés et de faciliter les opérations ultérieures de maintenance et d'extension.

En cas de branchements particuliers, les canalisations peuvent être posées de deux côtés de la rue si la chaussée est importante. Dans le cas contraire, on peut se contenter d'une seule canalisation, la chaussée sera traversée pour chaque branchement. Les canalisations doivent être posées sous les trottoirs en évitant au maximum les traversées des rues importantes [15].

De manière générale, les canalisations doivent être posées sous les trottoirs, en évitant au maximum les traversées des rues importantes, afin de limiter les perturbations de la circulation, de réduire l'exposition des conduites aux charges de trafic, et de faciliter les interventions de réparation sans nécessiter de fermeture de voie.

Le choix du tracé tient également compte des contraintes topographiques et du parcellaire**,** de manière à limiter les longueurs de conduites et donc les coûts de pose, tout en assurant une pression de service satisfaisante en tout point du réseau.

Par ailleurs, une attention particulière a été apportée à l'identification des lieux sacrés et des zones sensibles**,** afin d'éviter leur traversée dans le tracé une précaution essentielle pour préserver l'acceptabilité sociale du projet et prévenir tout conflit avec les populations locales, dont l'adhésion conditionne la bonne appropriation et la pérennité des ouvrages.


Plan du réseau d'AEP multivillage des localités de Katiendé et Sogo-Yama
Chateau d'eau
Forage_1
Forage_2
SOGO
KATIENDE
Forage_3
Forage_4
YAMA
Légende
Chateau d'eau
Élément 1
Élément 2
KATIENDE
Sans titre - Trajet
Sans titre - Trajet
Sans titre - Trajet
Sans titre - Trajet
Sans titre - Trajet
SOGO
YAMA
Google Earth
Image Landsat / Copernicus
Image © 2026 Airbus
N
2 km

IV. DIMENSIONNEMENT DU RESEAU

La conception d'un réseau hydraulique repose avant tout sur le dimensionnement rigoureux de ses ouvrages, afin de garantir un approvisionnement en eau potable continu et fiable pour l'ensemble des ménages desservis. Dans le cadre d'un système d'adduction d'eau potable, on distingue deux composantes essentielles : le réseau d'adduction, qui assure le transport de l'eau depuis la source jusqu'au réservoir, et le réseau de distribution, qui achemine l'eau du réservoir jusqu'aux points de consommation des usagers.

IV. 1. Réseau d'adduction

Le dimensionnement du réseau d'adduction consiste à déterminer le diamètre de conduite optimal permettant de maintenir des vitesses d'écoulement acceptables, de minimiser les pertes de charge et de garantir une solution économiquement viable. Dans cette optique, le diamètre de la conduite de refoulement est déterminé à partir de plusieurs formules empiriques, en veillant au respect de la condition de Flamant qui fixe la limite supérieure de la vitesse d'écoulement admissible, ainsi que la condition de GLS qui vérifie que le régime d'écoulement est bien turbulent rugueux, seul régime pour lequel les formules empiriques utilisées sont valables.

Tableau 7:Formules de dimensionnement du diamètre intérieur théorique

Auteurs	Formules	Unités - Annotations
Achour et Bedjaoui	$\mathbf{D_{th}=1{,}27\times\sqrt{Q}}$	D_{th} : diamètre théorique [m] Q : Débit transporté par la conduite n : nombre d'heures de pompage [h/j]
Bonnin	$D_{th}=\sqrt{Q}$	
Bresse	$\mathbf{D_{th}=1{,}5\times\sqrt{Q}}$	
Bresse Modifié	$D_{th}=0{,}8\times\sqrt[3]{Q}$	
Munier	$\mathbf{D_{th}=(1+0{,}02n)\times\sqrt{Q}}$	

Source : COURS AEP_FAYE v2.0.0

- Les différents types de Condition

Le but des différentes conditions de vitesse est de s'assurer que la vérification de la vitesse de l'écoulement demeure dans une plage acceptable.

- Condition de Vitesse

Pour éviter le dépôt de particules solides et assurer l'auto-curage, la vitesse d'écoulement dans les conduites doit se situer dans une marge comprise entre (0,3 et 1,5m/s)

- Condition de Flamant

Elle se définit grâce à l'hypothèse suivante: $V[m/s] \leq 0{,}60 + D_{th}\ [m]$

$$V = \frac{4 \times Q}{\pi \times D^2} \quad (\mathbf{12})$$

Avec :

V= Vitesse [m/s]

Q= Débit refoulé [m^3/s]

D= Diamètre [m]

- Condition de GLS

Elle se définit grâce à l'hypothèse suivante:

$$V\ (m/s) \leq \left(\frac{D}{50}\right)^{0,25} \quad (\mathbf{13})$$

Avec :

V= Vitesse [m/s]

D= Diamètre [m]

➢ Colonne d'exhaure et montante

Les dimensions des colonnes d'exhaure et montante sont basées sur le niveau dynamique du forage et de la hauteur de refoulement vers le réservoir. La pompe est par la suite installée à une altitude correctement mélangée pour le fonctionnement hydraulique de la structure, et son diamètre est déterminé en utilisant la formule ci-dessous :

$$D_{th} = \sqrt{\frac{4 \times Q_e}{\pi \times V}} \quad (\mathbf{14})$$

D_{th} =Diameter[m];

Q_e= Débit d'exploitation du forage [m^3/s];

V= Vitesse d'écoulement dans la conduite principale de refoulement[m/s].

➢ Détermination de la HMT

La Hauteur Manométrique Totale (HMT) représente la pression totale que doit fournir la pompe pour assurer le transport de l'eau depuis le point d'aspiration jusqu'au point de refoulement. Elle intègre la hauteur géométrique entre ces deux points ainsi que les pertes de charge linéaires et singulières engendrées par l'écoulement dans les conduites. Elle est déterminée par la relation suivante :

$$HMT = H_g + \Delta H_T \ (\mathbf{15})$$

H_g : Hauteur géométrique [m]

ΔH_T : Perte de charge totale de refoulement [m]

❖ **La Hauteur géométrique**

La hauteur géométrique correspond à la différence de niveau entre le point le plus bas du système, c'est-à-dire le niveau dynamique de l'eau dans le forage, et le point le plus haut, c'est-à-dire la cote de surverse du réservoir. Elle représente l'effort minimal que la pompe doit fournir pour élever l'eau depuis le forage jusqu'au réservoir, indépendamment de toute perte de charge. Le niveau dynamique (ND) représente la profondeur à laquelle se stabilise la surface de l'eau dans le forage

pendant le pompage. Le forage étant à une cote de terrain naturel Z_{TN} donnée, la cote du niveau dynamique est donnée par :

$$Z_{ND} = Z_{TN} - ND \ (\mathbf{16})$$

Ainsi, la hauteur géométrique s'exprime par :

$$H_g = Z_R - Z_{ND} \ (\mathbf{17})$$

❖ La **perte de charge totale**

Correspond à la somme de toutes les pertes de charges engendrées par l'écoulement de l'eau dans l'ensemble du réseau de refoulement. Elle se décompose en trois parties distinctes :

- La **conduite de refoulement** représente la canalisation principale qui transporte l'eau depuis la pompe jusqu'au réservoir de stockage. Les pertes de charge qui y sont générées dépendent du diamètre, de la longueur et de la rugosité de la conduite ainsi que de la vitesse d'écoulement.
- La **colonne montante** est la portion verticale de la conduite qui repose la pompe immergée à la surface du sol. Les pertes de charge dans cette partie sont liées à la hauteur de remontée de l'eau et aux frottements contre les parois de la colonne.
- La **colonne d'exhaure** désigne l'ensemble des équipements et accessoires situés en tête de fourrage, notamment les coudes, les vannes et les raccords. Les pertes de charge qui y sont associées sont dites **singulières** car elles sont localisées au niveau de ces singularités hydrauliques.

IV. 2.Réseau de distribution

Le réseau de distribution d'eau potable est l'ensemble des conduites et équipements hydrauliques permettant d'acheminer l'eau depuis la source ou la station de traitement jusqu'aux points de consommation des usagers [25]. Sa conception repose sur une évaluation rigoureuse des débits de dimensionnement, qui conditionnent le choix des diamètres des conduites et garantissent un service continu et conforme aux normes en vigueur.

- Débit linéique

Le débit linéique désigne le volume d'eau qui s'écoule par unité de longueur d'une canalisation. Il se calcule en divisant le débit de pointe horaire par la somme des longueurs de tous les segments du réseau. Sa formule est la suivante :

$$q = \frac{Q_{Ph,BP}}{\sum L_t} \quad (18)$$

Avec :

q = débit linéique [m^3/s]

$Q_{ph,\ BP}$= débit de pointe horaire BP [m^3/s]

$\sum L_t$ =Longueur totale desservie [m]

- Débit en route

Le débit en route représente le débit consommé par les différents ménages raccordés en branchements particuliers le long d'un tronçon.

$$Q_{route,i=}\ q \times L_i \quad (19)$$

Avec :

$Q_{route,\ i}$= débit prélevé sur le tronçon [m^3/s] ;

q= débit linéique [$m^3/s/m$] ;

Li= longueur du tronçon i [m].

➢ Débit fictif

Le débit fictif est le débit de calcul d'un tronçon, obtenu à partir du débit prélevé sur ce tronçon et du débit en aval.

$$Qfictif = 0{,}55Q_{route,i} + Q_{aval;i} \quad (\mathbf{20})$$

Avec :

Q_{fictif}= débit associé au tronçon i [m^3/s] ;

$Q_{route,\ i}$= débit prélevé sur le tronçon i [m^3/s] ;

$Q_{aval,\ i}$= débit en aval du tronçon i [m^3/s].

➢ Diamètre théorique

Le diamètre théorique désigne le diamètre de conduite calculé à partir d'un débit qu'elle doit transporter et d'une vitesse d'écoulement fixée. Il est déterminé à l'aide de la formule suivante :

$$D_{th} = \sqrt{\frac{4\times Q_f}{\pi\times V}} \quad (\mathbf{21})$$

Avec :

D_{th} =Diamètre théorique [m] ;

Qf= Débit fictif circulant dans la conduite [m^3/s] ;

V= Vitesse d'écoulement dans la conduite [1m/s].

➢ Vitesse réelle d'écoulement

La vitesse réelle d'écoulement correspond à la vitesse de circulation de l'eau dans une conduite, elle se détermine à partir du débit fictif et du diamètre intérieur de la conduite

$$V_r = \frac{4\times Q_f}{\pi\times Din^2} \quad (\mathbf{22})$$

Avec :

V_r= Vitesse réelle d'écoulement [m/s] ;

Qf= Débit fictif circulant dans la conduite [m^3/s] ;

D_{int} =Diamètre intérieur [m].

- Les pertes de charge

Les pertes de charges se distinguent grâce à la célèbre formule de Darcy-Weisbach (1845)

$$\Delta H_i = \frac{8 \times \lambda \times L_i \times Q^2}{\pi^2 \times g \times D^5} \quad \textbf{(23)}$$

Avec :

ΔH_i = Pertes de charge sur le tronçon i [m] ;

λ = Coefficient de pertes de charges ;

L_i = longueur du tronçon i [m] ;

Q = Débit du tronçon [m^3/s] ;

D = Diamètre [m] ;

g= Constante de pesanteur [9,81m/s^2].

- Pression aux nœuds

Elle représente la pression disponible en un point du réseau de la côte du réservoir et de la côte du point considéré. Elle se calcule selon l'équation suivante :

$$P_r = H_r - Z_a - \sum \Delta H \quad \textbf{(24)}$$

Avec :

H_r= Côte du radier du réservoir [m] ;

P_r= Pression réelle [m] ;

$\sum \Delta H$ = Somme des pertes de charge[m].

- Côte sous radier

Correspond à la hauteur minimale que doit atteindre le fond du réservoir pour garantir une pression suffisante en tous les points du réseau, notamment au nœud le plus défavorable. Elle est obtenue en prenant le maximum des charges minimales imposées par chaque point de desserte du réseau. Elle est donnée par la relation suivante :

$$Z_{radier} = \max(Z_{min}) \ (\mathbf{25})$$

Avec

$$Z_{min} = P_{ser} + Z_{TN} + \sum \Delta H \ (\mathbf{26})$$

P_{ser} : pression minimale de service au point de desserte (= 1bar soit 10mCE)

Z_{TN} : cote du terrain naturel de points de desserte [m]

$\sum \Delta H$: somme de pertes de charges du point de desserte au réservoir [m]

IV. 3.Présentation du logiciel EPANET

Epanet est un logiciel servant à l'analyse des systèmes de distribution d'eau potable. Cette analyse comprend la simulation du comportement hydraulique et qualitatif de l'eau sur de longues durées dans les réseaux sous pression (conduites). C'est un logiciel du domaine public qui a été développé pour l'agence de protection de l'environnement [26].

A cet effet, ses fonctionnalités sont multiples et couvrent l'ensemble des paramètres hydrauliques d'un réseau.

Le logiciel permet de calculer le débit parcourant chaque tuyau, la pression à chacun des nœuds, mais également le niveau de l'eau à n'importe quel moment de la journée et quelle que soit la période de l'année où on se situe. Le moteur de calcul hydraulique intégré permet de traiter des réseaux de taille illimitée. Il dispose de plusieurs formules de calcul de pertes de charges, il inclut les différentes pertes de charge singulières et modélise les pompes à vitesse fixe et variable [27].

IV. 4.Démarche et résultats de la simulation

Le dimensionnement du réseau d'alimentation en eau potable a été conduit selon une démarche progressive en deux étapes :

1. **Calculs analytiques de base (Excel)** : La première étape a consisté à réaliser l'ensemble des calculs hydrauliques fondamentaux. Elle a permis de fixer la population à l'horizon du projet, d'évaluer les besoins en eau, de dimensionner les débits de pointe aux nœuds ainsi que les diamètres théoriques des conduites.
2. **Phase de modélisation dynamique (EPANET)** : La seconde étape a consisté à intégrer l'ensemble des caractéristiques physiques et hydrauliques du réseau dans le logiciel EPANET. Cette simulation a permis de vérifier le comportement hydraulique global du système en régime permanent, notamment en analysant la distribution des pressions aux nœuds et les vitesses dans les tronçons.

IV. 5 Caractéristiques techniques des différentes pompes en fonction des forages

Au sein d'une station de pompage ou d'un champ de captage, le recours à plusieurs équipements opérant simultanément s'avère indispensable lorsque les contraintes hydrauliques dépassent la capacité d'une machine isolée. Ces pompes peuvent être couplées en série pour accroître la hauteur manométrique ou en parallèle pour augmenter le débit de refoulement, sachant que la courbe de fonctionnement d'une pompe varie selon qu'elle fonctionne de manière autonome ou associée [28]. Dans le cadre de notre étude, le système repose sur un couplage de pompes en parallèle. Il convient toutefois de souligner que le débit global restitué reste inférieur à la somme théorique des débits individuels, en raison de l'augmentation des pertes de charge dans le collecteur commun. Chaque groupe électropompe a ainsi été sélectionné selon les caractéristiques propres à son point d'eau, définies par son débit nominal (Q), sa hauteur manométrique totale (HMT), sa puissance absorbée (P) et son rendement hydraulique (η)

IV. 6 Source d'énergie (groupe électrogène)

En Côte d'Ivoire, l'alimentation électrique principale est assurée par la Compagnie Ivoirienne d'Électricité (CIE). Bien que son réseau couvre une grande partie du territoire national, l'éventualité de coupures d'électricité ou de délestages impose la mise en place d'une source d'énergie de secours sécurisée.

Afin de pallier ces défaillances et de garantir la continuité absolue du service d'eau potable, le choix s'est porté sur l'installation de quatre (04) groupes électrogènes. Chaque groupe sera spécifiquement dimensionné en fonction des caractéristiques électromécaniques (notamment la puissance absorbée et le courant de démarrage) de la pompe ou de l'installation qu'il alimente. On le calculera à l'aide de la formule de la puissance apparente qui se définit comme suit :

$$P_{app} = \max\left(\frac{2\times g\times \rho\times HMT\times Q}{\eta m\times \eta p\times \cos\Phi}; 2\times 1{,}25\times \frac{\sqrt{3}\times In\times U\times \cos\Phi}{1000}\right) \textbf{(27)}$$

Avec :

Papp = puissance apparente du groupe électrogène ;

ρ = masse volumique de l'eau [kg/m^3] ;

HMT = Hauteur manométrique totale [m] ;

Q = débit pompé [m^3/h] ;

ηm = rendement moteur[%] ;

ηp = rendement pompe [%];

In = Intensité nominale [A] ;

U = tension [V] ;

g = constante de pesanteur [9,81 m/s^2] ;

V.RÉSULTATS DE L'ÉTUDE DE FAISABILITÉ TECHNIQUE

V.1 Diagnostic du système actuel d'alimentation en eau potable

Les populations de la zone d'intervention ne disposent d'aucun système structuré d'adduction d'eau potable (AEP). L'approvisionnement quotidien repose exclusivement sur le schéma d'Hydraulique Villageoise (HV) à travers l'exploitation des ressources en eau souterraine. Selon les enquêtes de terrain et l'inventaire réalisés par la SODECI en 2024, le taux d'accès local à l'eau potable dans les trois localités est estimé entre 30 % et 40 %, une couverture insuffisante tirée par un parc de pompes à motricité humaine (PMH) limité et souvent en panne. Cette situation place la zone d'étude nettement en dessous de la moyenne de la région de la Bagoué, dont le taux d'accès s'élève à 54 %, justifiant ainsi la nécessité de basculer vers un système d'Hydraulique Villageoise Améliorée (HVA). Les résultats de cette enquête sont présentés dans le Tableau ci-dessous.

Tableau 8: État des lieux des ouvrages d'hydraulique

VILLAGE	Nombre de PMH	Modèle PMH	ETAT FONCTIONNEMENT PMH	ETAT CLOTURE	TYPE_ OUVRAGE	QUALITE EAU OUVRAGE	ETAT PORTILLON
KATIENDE	3	HYDRO-INDIA	BON	MAUVAIS	FORAGE ADM	BONNE	EXISTE PAS
		HYDRO-INDIA	PANNE	MAUVAIS	FORAGE ADM	BONNE	EXISTE PAS
		INDIA MARK II	MAUVAIS	BON	FORAGE ADM	BONNE	MAUVAIS
SOGO	4	ABI MN 1	BON	MAUVAIS	FORAGE ADM	BONNE	EXISTE PAS
		HYDRO-INDIA	BON	MAUVAIS	FORAGE ADM	BONNE	EXISTE PAS
		ABI MN 2	PANNE	MAUVAIS	FORAGE ADM	BONNE	BON
		HPV 60-2000	BON	BON	FORAGE ADM	BONNE	BON
YAMA	2	INDIA MARK II	MAUVAIS	BON	FORAGE ADM	BONNE	MAUVAIS
		ABI MN 1	MAUVAIS	BON	FORAGE ADM	BONNE	EXISTE PAS

Source : SODECI 2024

V.2 Évaluation de la population

Prévision détaillée de la population attendue dans notre zone d'étude pour l'année cible du projet.

Afin d'anticiper l'évolution des besoins en eau, une projection démographique a été réalisée sur un horizon de 15 ans. Les résultats montrent que la population générale connaîtra une croissance progressive, passant de 3 678 habitants en 2026 à 5 648 habitants en 2041, soit un taux d'accroissement annuel de 2,9 %. Parallèlement, le taux de desserte s'améliorera progressivement de 80 % à 98 % à l'horizon du projet. Le croisement de ces deux paramètres permet de déterminer la population à desservir, estimée à 5 536 habitants en 2041, qui constitue la base de notre dimensionnement.

Tableau 9: Projection de la population à desservir et des taux de desserte à l'horizon 2041

Désignation	Unités	Année			
		2026	2031	2036	2041
Population	(hbts)	3678	4243	4895	5648
Taux de desserte en eau pour AEP	(%)	80%	88%	95%	98%
Population à desservir	(hbts)	2943	3734	4651	5536
Taux de desserte BP	(%)	80%	85%	90%	100%
Population desservie aux BP	(hbts)	2943	3607	4406	5648

V.3 Évaluation des besoins journaliers

L'évaluation des besoins moyens à l'horizon 2041 donne un volume de 248,51 (m^3/j) pour l'ensemble des localités. En tenant compte du rendement du réseau et en appliquant les coefficients de pointe journalier et saisonnier, la demande du jour de pointe s'élève à 364,48 (m^3/j). C'est cette valeur maximale qui est retenue pour calibrer les équipements d'exhaure et les conduites d'adduction afin d'assurer la continuité de service en toutes circonstances. Les résultats de cette évaluation sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 10: Évaluation des besoins journaliers

Désignation	Unités	Année			
		2026	2031	2036	2041
Coefficient de pointe journalier (Cpj)	(%)	1,2	1,2	1,2	1,2
Coefficient de pointe saisonnier (Cps)	(%)	1,1	1,1	1,1	1,1
Besoins domestiques (Bd)	(m^3/j)	88,29	119,03	163,02	225,92
Besoins annexes (Ba)	(m^3/j)	8,83	11,90	16,30	22,59
Besoins moyens journaliers (Bmj)	(m^3/j)	97,12	130,93	179,32	248,51
Besoins de pointe journalier (Bpj)	(m^3/j)	128,20	172,83	236,71	328,04
Demande du jour de pointe Djp	(m^3/j)	134,94	187,86	260,12	364,48

V.4 Débits de distribution et d'adduction

À l'issue des différentes formules appliquées, les besoins en eau de la zone d'étude ont été déterminés pour chaque horizon de calcul. Conformément aux recommandations de l'État ivoirien issues du Plan National de Développement (PND), les calculs ont porté uniquement sur les branchements particuliers (BP). Le tableau ci-dessus récapitule l'évolution des principaux débits de dimensionnement entre 2026 et 2041.

On constate que le débit d'adduction croît progressivement de 10,478 m³/h en 2026 **à** 28,301 m³/h en 2041, traduisant l'augmentation des besoins liée à la croissance démographique et à l'amélioration du taux de desserte. De même, le débit de pointe horaire, qui constitue le débit de dimensionnement du réseau de distribution, passe de 41,58 m³/h en 2026 **à** 92,67 m³/h en 2041. C'est cette dernière valeur, correspondant à l'horizon le plus contraignant, qui a été retenue comme référence pour le dimensionnement du réseau de distribution. Le temps de refoulement est quant à lui maintenu constant à 20 heures par jour sur toute la durée du projet. Les résultats des différents débits sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 11: Evaluation des Débits de distribution et d'adduction

Désignation	Année / Unité	2026	2031	2036	2041
Temps de refoulement	(h)	20	20	20	20
Débit d'adduction	(m^3/h)	10,478	14,5869	20,1974	28,30
Débit distribution	(l/s)	41,58	53,94	70,13	92,66
Nombre de BP	(hbts)	294	361	441	565
Débit moyen horaire	(l/s)	11,55	14,98	19,48	25,74

V.5.1 Dimensionnement de la colonne d'exhaure

La colonne d'exhaure assure le transfert de l'eau entre la pompe immergée et la tête de forage. Son dimensionnement vise à trouver le meilleur compromis hydraulique et mécanique en maintenant une vitesse ascensionnelle optimale (entre 0,6 et 1,2 m/s) afin d'éviter la sédimentation tout en minimisant les pertes de charge et l'usure de la conduite. Pour un débit unitaire de 10 m^3/h et une vitesse retenue de 0,65 m/s, l'application de la formule de continuité donne un diamètre intérieur théorique de 0,0738 m (73,76 mm). En pratique, le choix s'est porté sur une conduite commerciale en PEHD PN16 de diamètre nominal extérieur 90 mm (DN_{ret}) offrant un diamètre intérieur réel de 73,6 mm (DN_{int}). Ce diamètre assure un écoulement fluide, préserve l'espace annulaire pour le passage des sondes et du câble électrique, et sert de base au calcul de la HMT. Les résultats du dimensionnement de la colonne d'exhaure sont récapitulés dans le tableau ci-après.

Tableau 12:Récapitulatif du dimensionnement de la colonne d'exhaure

Diamètre colonne d'exhaure					
Q (m3/h)	**Vitesse ascensionnelle**	**Dth (m)**	**Dth (mm)**	**DN_in (mm)**	**DN_ret (mm)**
10	0,65	0,0738	73,76	73,6	90

V.5.2 Dimensionnement de la conduite de refoulement

Le résultat du dimensionnement du réseau d'adduction répond à la demande globale en eau potable des trois localités tout en s'adaptant au potentiel hydrogéologique des ouvrages, le système de production a été configuré à partir de quatre forages exploités en parallèle. Sur le plan hydraulique, ce couplage permet d'additionner les débits unitaires de chaque forage ($Q_{total}= \sum Q_i$) pour atteindre le débit de pointe requis, tout en maintenant une Hauteur Manométrique Totale (HMT) maîtrisée et homogène. Au-delà de l'aspect dimensionnel, cette architecture offre une souplesse d'exploitation optimale : elle permet de moduler le fonctionnement des forages en fonction de la demande journalière et garantit une continuité de service en cas de maintenance ou de panne sur l'un des ouvrages. Ces débits cumulés ont servi de base au dimensionnement des conduites d'adduction et de refoulement, retenues en PEHD PN16 pour leur résistance mécanique. La validation du diamètre économique des conduites a été réalisée sur l'ensemble du réseau en appliquant l'approche d'Achour et Bedjaoui. L'intégralité des notes de calcul et des résultats hydrauliques détaillés est présentée en Annexe.

Tableau 13: Résultat du dimensionnement du réseau d'adduction pour le Forage _1

Formules	Trajet	Débit(m^3/h)	Longueur(m)	DN (mm)	U (m/s)	Condition de flamant	Condition de GLS
Achour et Bedjaoui	F1-A	10	329,8	90	0,65	0,67	1,1
	A-B	20	4990,6	125	0,68	0,7	1,2
	B-C	30	522,82	160	0,62	0,73	1,27
	C-RE	40	96,47	180	0,65	0,74	1,31

L'analyse du réseau d'adduction montre que le dimensionnement effectué par la formule d'Achour et Bedjaoui répond à une logique croissante du forage F1 au réservoir RE. Au fur et à mesure que les débits se cumulent de 10 à 40 (m^3/h), les diamètres nominaux augmentent de section en section du DN 90 au DN 180, ce qui garantit des vitesses d'écoulement optimales comprises entre 0,62 et 0,68 (m/s). Étant donné que ces ouvrages ne sont pas tous dans le même référentiel, ce même processus a été appliqué à l'ensemble des 3 autres forages.

V.6 Dimensionnement du réseau de distribution

Tableau 14:Résultat du dimensionnement des conduites du réseau de distribution

Diamètre extérieur (mm)	Diamètre intérieur (mm)	Longueurs (m)
DN32	28	17107,47
DN63	55,4	17097,53
DN75	66	16932,41
DN90	79,2	8115,96
DN110	96,8	14737,21
DN160	141	314,5
DN200	176,2	337,79
DN225	198,2	196,16

Le réseau de distribution d'eau potable a été dimensionné sur la base du débit de pointe horaire de 92,67 m³/h à l'horizon 2041. Les canalisations retenues sont en PEHD PN10, avec des diamètres allant de DN32 à DN225, répartis sur une longueur totale de réseau desservant uniquement des branchements particuliers, conformément aux recommandations du Plan National de Développement (PND). Les résultats du dimensionnement sont compilés dans le tableau 10 ci-dessus.

La cote sous radier du réservoir a été déterminée en prenant le point le plus défavorable du réseau, c'est-à-dire le nœud présentant la plus grande cote minimale admissible. Cette analyse a révélé une cote minimale maximale de 418,47 m, correspondant au nœud le plus contraignant du réseau. Le terrain naturel au droit du château d'eau étant à une cote de 403,9 m, la hauteur du radier nécessaire s'élève à 14,57 m. Toutefois, la cote minimale du château d'eau retenue pour le dimensionnement

est de 403,9 m, garantissant ainsi une pression suffisante en tous les points du réseau, notamment aux nœuds les plus éloignés et les plus élevés.

Les résultats du dimensionnement révèlent les informations suivantes :

- Les vitesses d'écoulement varient entre **0,2 m/s** et **1,0 m/s**, conformément aux normes recommandées
- Les pressions se situent entre **10 mCE** et **39,2 mCE**, garantissant un service continu et de qualité pour l'ensemble des branchements particuliers

Les faibles vitesses observées sur certains tronçons s'expliquent par le déséquilibre entre les faibles débits transitant dans ces conduites et les diamètres sélectionnés. En effet, des diamètres légèrement supérieurs ont été retenus sur l'axe principal afin d'anticiper une éventuelle extension future du réseau vers d'autres localités de la zone, évitant ainsi des travaux de réaménagement coûteux. Des interventions régulières d'entretien du réseau seront néanmoins nécessaires pour prévenir tout dépôt de matières dans les conduites.

V.7 Simulation du réseau de distribution sur le logiciel EPANET

La simulation sous EPANET s'est achevée avec succès, confirmant l'équilibre hydraulique du réseau de distribution multi-villages au jour de pointe.

L'analyse de la cartographie des pressions montre une distribution homogène au niveau des nœuds de consommation, avec des valeurs de service comprises entre 20 m et 40mCE. Ces niveaux de pression garantissent une desserte conforme aux exigences des normes AEP, tout en préservant les conduites contre les risques de surpression.

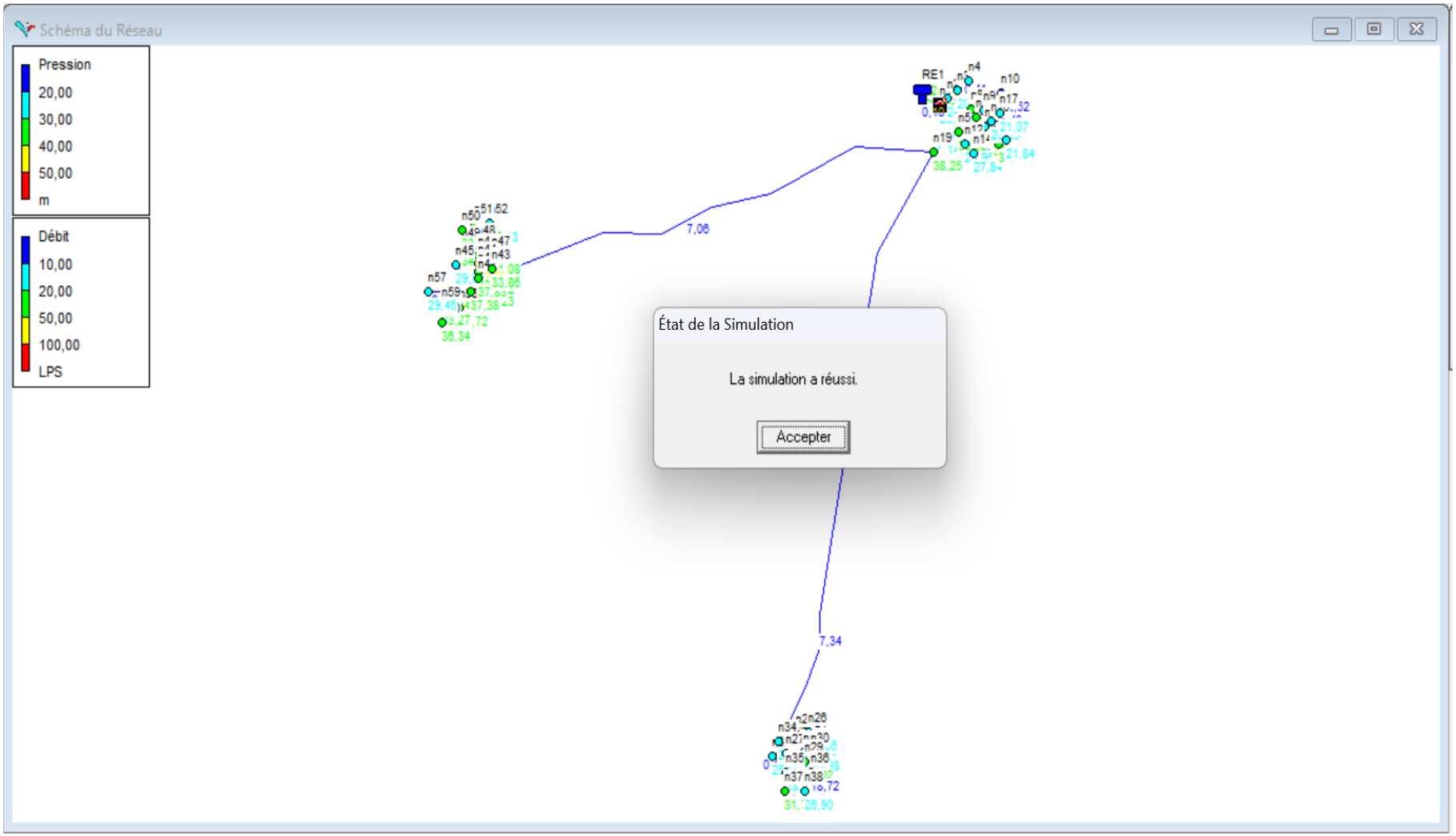


Figure 2: Résultat de la modélisation d'Epanet (Réseau de distribution)

Pour consolider la validation du modèle, une analyse détaillée des performances hydrauliques du réseau a été effectuée. Elle s'appuie sur la comparaison systématique des vitesses de circulation de l'eau et des pressions de service obtenues par rapport aux plages de tolérance requises.

Les figures 3 ,4 ,5 et 6 correspondent aux différentes comparaisons faites au niveau des vitesses et des Pressions issues d'Excelle et d'Epanet.

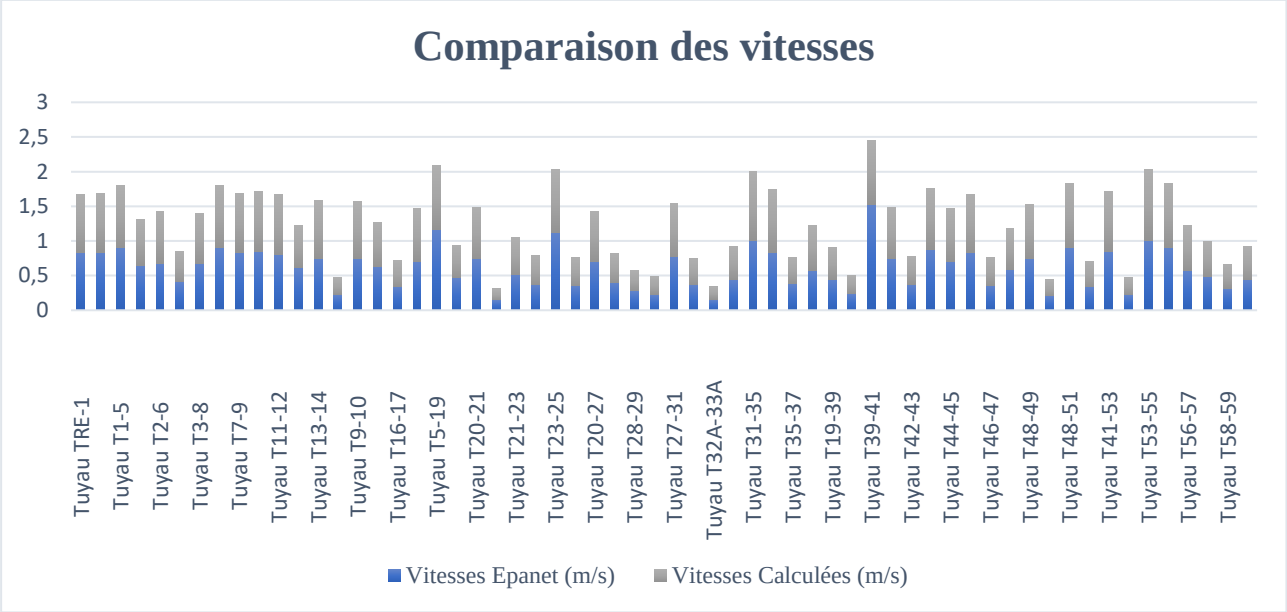


Figure 3:Analyse comparative des résultats des vitesses d'Epanet et celles calculées

Interprétation Figure (3):

- **Du tuyau TRE-1 au tuyau T11-12** : Les vitesses calculées et celles issues d'EPANET affichent une grande régularité, gravitant autour de 0,70 à 0,90 (m/s) pour chacune des deux méthodes. Les écarts restent très faibles et dépassent rarement 0,05 (m/s**)** sur cette conduite amont, ce qui témoigne d'un très bon accord initial entre l'approche analytique et la simulation.
- **Du tuyau T13-14 au tuyau T27-31** : Cette section montre une variation plus prononcée selon le rôle hydraulique des conduites. Les tronçons d'adduction principaux tels que T5-19 et T23-25 enregistrent des vitesses plus soutenues, atteignant jusqu'à 1,15 (m/s) pour EPANET et 0,95 (m/s) en calcul manuel. À l'opposé, les antennes secondaires (ex. T9-10, T16-17, T21-23) présentent des vitesses réduites, s'établissant entre 0,15 et 0,45 (m/s).

- **Du tuyau T20-27 au tuyau T32A-33A** : On observe sur ce tronçon les valeurs les plus faibles du réseau. Les vitesses descendent sous le seuil de 0,40 (m/s) pour les deux méthodes, atteignant la valeur la plus basse sur le tuyau T32A-33A avec environ 0,12 (m/s) pour EPANET et 0,15 (m/s) pour le calcul manuel. La proximité des résultats confirme une excellente concordance du modèle, même dans les régimes de faible écoulement.
- **Du tuyau T31-35 au tuyau T39-41** : Cette zone marque une remontée nette des vitesses sur l'axe principal. Le tuyau T39-41 se distingue avec la valeur la plus haute du réseau, soit 1,52 (m/s) pour EPANET et 0,93 (m/s) pour le calcul manuel/Excel. Malgré cet écart au niveau du pic de débit, la tendance d'accroissement reste parfaitement cohérente entre les deux démarches.
- **Du tuyau T42-43 au tuyau T58-59** : Sur ces derniers tronçons de distribution aval, les vitesses régressent progressivement pour s'établir en moyenne entre 0,20 et 0,85 (m/s), avec un dernier pic secondaire sur T53-55 (1,00 m/s pour EPANET contre 0,82 m/s pour le calcul manuel). L'évolution des deux méthodes demeure synchrone jusqu'en fin de réseau, validant la fiabilité globale de la modélisation.

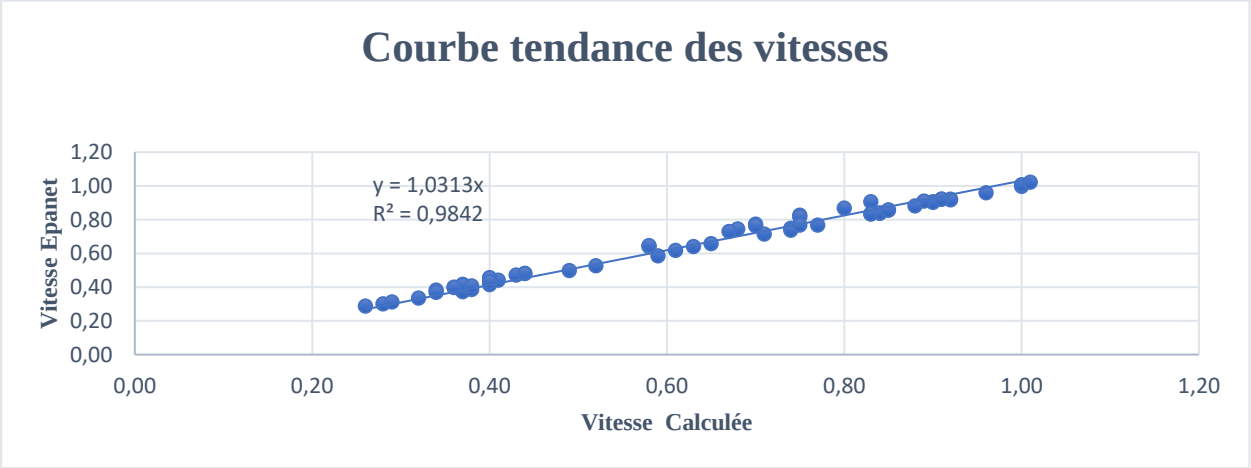


Figure 4:Coefficient de détermination des vitesses issues de la simulation et celles calculées

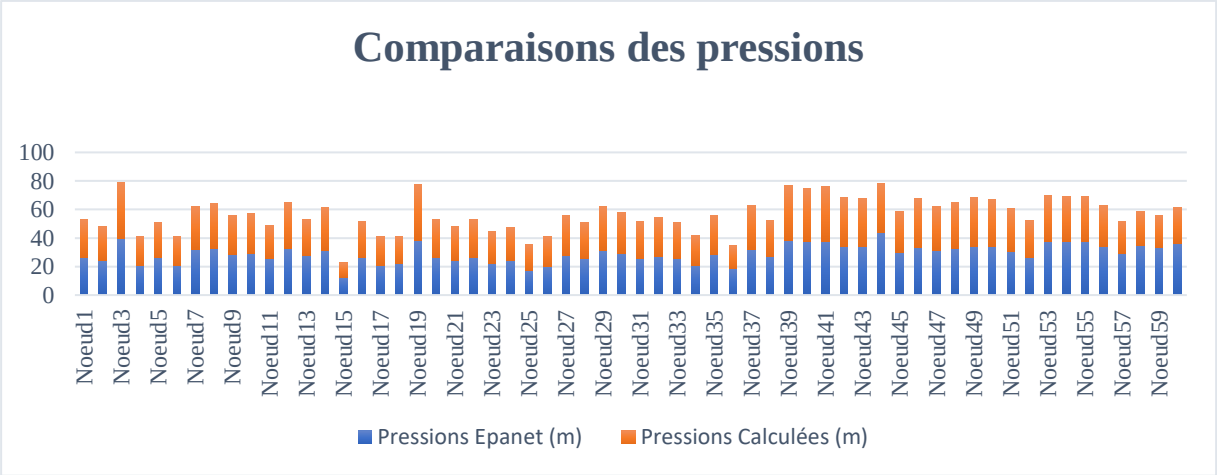


Figure 5:Analyse comparative des résultats des pressions d'Epanet et celles calculées

Interprétation Figure (3):

- **Du nœud 1 au nœud 19** : Les pressions calculées et celles issues d'EPANET affichent une très bonne concordance globale, avec des valeurs comprises majoritairement entre **20 et 39 (m)**. Des pics de pression sont observés aux nœuds 3 et 19 où les deux méthodes atteignent près de **39 (m)**. On notera toutefois un point bas au nœud 15 à environ **12 (m)**, ainsi que de légers écarts aux nœuds 11 et 13 où EPANET donne des valeurs supérieures de **2 à 3 (m)** par rapport au calcul manuel.
- **Du nœud 20 au nœud 36** : Sur cette section, les pressions oscillent dans une plage intermédiaire variant entre 17 et 31 (m). Le nœud 29 enregistre le niveau le plus haut de ce tronçon avec 31 (m), tandis que les nœuds 25 et 36 affichent les valeurs les plus basses, tombant à environ 16 - 18 (m). Les barres bleues et oranges y sont quasi identiques, témoignant d'une excellente précision entre les deux approches.
- **Du nœud 37 au nœud 43** : On constate une nette remontée des pressions sur cet axe principal, grimpant jusqu'à 38 (m) aux nœuds 39, 40 et 41 pour les deux méthodes. Le nœud 44 se démarque par le plus fort écart de la zone : EPANET enregistre un pic à 44 (m) alors que le calcul manuel s'établit autour de 34 (m), soit une différence de 10 (m) liée aux conditions de pertes de charge appliquées à ce nœud.
- **Du nœud 45 au nœud 52** : Les résultats retrouvent une stabilité remarquable et un parfait alignement. Les pressions restent comprises entre 30 et 34 (m) pour les deux méthodes, avec des écarts quasi nuls sur l'ensemble de ces nœuds de distribution.
- **Du nœud 53 au nœud 60** : Cette section terminale montre la divergence la plus soutenue du réseau. Alors qu'EPANET maintient des pressions élevées situées entre 30

et 37,5 (m) (avec un niveau à 37,5 m au nœud 53), le calcul manuel indique des valeurs nettement plus faibles, oscillant entre 22,5 et 32 (m) (notamment au nœud 57 qui descend à 22,5 m). Cet écart persistant s'explique par la prise en compte différente du foisonnement des débits et de la répartition des pertes de charge en bout de réseau.

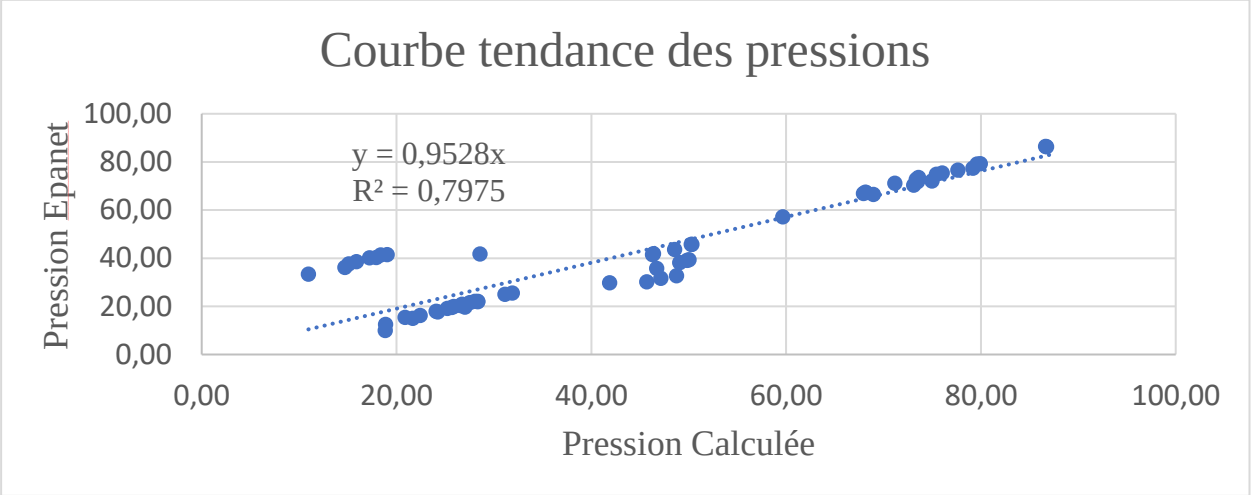


Figure 6:Coefficient de détermination des pressions issues de la simulation et celles calculées

Conclusion :

Au vu de ces graphiques, il apparaît clairement que les résultats issus des calculs analytiques et ceux obtenus après simulation sur le logiciel EPANET sont très proches. Pour les figures 4 et 6, le coefficient de détermination (R^2) est particulièrement proche de 1, ce qui confirme une excellente corrélation et valide la concordance entre les calculs manuels d'ingénierie et la modélisation logicielle.

V.8 Caractéristiques techniques des pompes

Pour un débit d'exploitation uniforme de 10 m³/h par ouvrage, les dénivelés du site et les contraintes hydrauliques imposent des HMT allant de 86,39m à 143,55 m. Cette variabilité justifie le choix de quatre pompes de modèles différents, à savoir deux SPE 18-41, une SPE 18-29 et une SPE 18-35, toutes de marque Grundfos, assurant un rendement de pompe compris entre 75,1 % et 76,8 % et un rendement moteur entre 83,4 % et 85,4 %. Ces pompes fonctionnent toutes en triphasé à une fréquence de 50 Hz, conformément aux standards du réseau électrique ivoirien. Les puissances absorbées varient entre 4,974 kW et 7,133 kW selon les forages, reflétant directement les différences de HMT entre les ouvrages. Toutes sont équipées d'un moteur de type PM (Permanent Magnet), reconnu pour sa haute efficacité énergétique et sa fiabilité en conditions d'exploitation continue.

Tableau 15: Caractéristiques techniques des pompes

Pompes	Forage 1	Forage 2	Forage 3	Forage 4	unité
Marque	Grundfos				
Nom produit	SPE 18-41	SPE 18-41	SPE 18-29	SPE 18-35	
Débit (QN)	10	10	10	10	(m^3/h)
Hauteur (HMT)	143,55	132,99	94,64	86,39	(m)
Hauteur Nominal (HN)	336	336	237	287	(m)
Puissance (P2)	7,133	6,715	5,41	4,974	(KW)
Tension nominale (U)	3×350-440	3×350-440	3×350-440	3×350-440	(V)
Fréquence	50	50	50	50	(Hz)
Intensité nominale (N)	54	54	40,6	46,2	(A)
Cosϕ	0,66	0,66	0,65	0,63	
Vitesse de rotation (N)	2112	2065	2168	1959	(tr/min)
Type moteur	PM	PM	PM	PM	
Eta pompe	75,6	76	75,1	76,8	%
Eta moteur	85,4	85,1	85,3	83,4	%

V.9 Dimensionnent du groupe électrogène (source secondaire)

Pour garantir un pompage continu, le système est secouru par quatre groupes électrogènes d'une puissance cumulée de **457,57 kVA**, répartis ainsi : 143,55 kVA (Forage 1), 132,99 kVA (Forage 2), 94,64 kVA (Forage 3) et 86,39 kVA (Forage 4).

Ce dimensionnement intègre le courant d'appel des pompes, dont l'impact est atténué par des démarreurs progressifs afin de maintenir la chute de tension sous le seuil de 15 %. Une marge de sécurité de 20 % est également appliquée pour faire face aux contraintes thermiques du site.

Tableau 16: Puissance apparente du groupe électrogène

Pompes	Forage 1	Forage 2	Forage 3	Forage 4	unité
Marque	Grundfos				
Nom produit	SPE 18-41	SPE 18-41	SPE 18-29	SPE 18-35	
Débit (QN)	10	10	10	10	(m^3/h)
Hauteur (HMT)	143,55	132,99	94,64	86,39	(m)
Puissance (P1)	8.349	7.891	6.343	5.965	(KW)
Tension nominale (U)	3×350-440	3×350-440	3×350-440	3×350-440	(V)
Courant réel	18,2	17,3	14,1	13,7	(A)
Intensité nominale (N)	54	54	40,6	46,2	(A)
Cosϕ	0,66	0,66	0,65	0,63	
Eta pompe	75,6	76	75,1	76,8	(%)
Eta moteur	85,4	85,1	85,3	83,4	(%)
Papp individuel	123,4	123,4	91,42	100,83	(KVA)
Total Papp	457,57				(KVA)

V.10 Simulation du réseau d'adduction sur le logiciel EPANET

La simulation hydraulique du réseau d'adduction réalisée sous Epanet a abouti avec succès, comme en témoigne le message La simulation a réussi affiché par le logiciel. Les résultats obtenus confirment le bon fonctionnement hydraulique du réseau, avec des pressions et des débits cohérents avec les calculs de dimensionnement. Les quatre forages alimentent bien le réservoir RE1 via un réseau ramifié dont les conduites sont toutes en charge, garantissant ainsi un approvisionnement continu et fiable du réservoir. Voir figures (7)

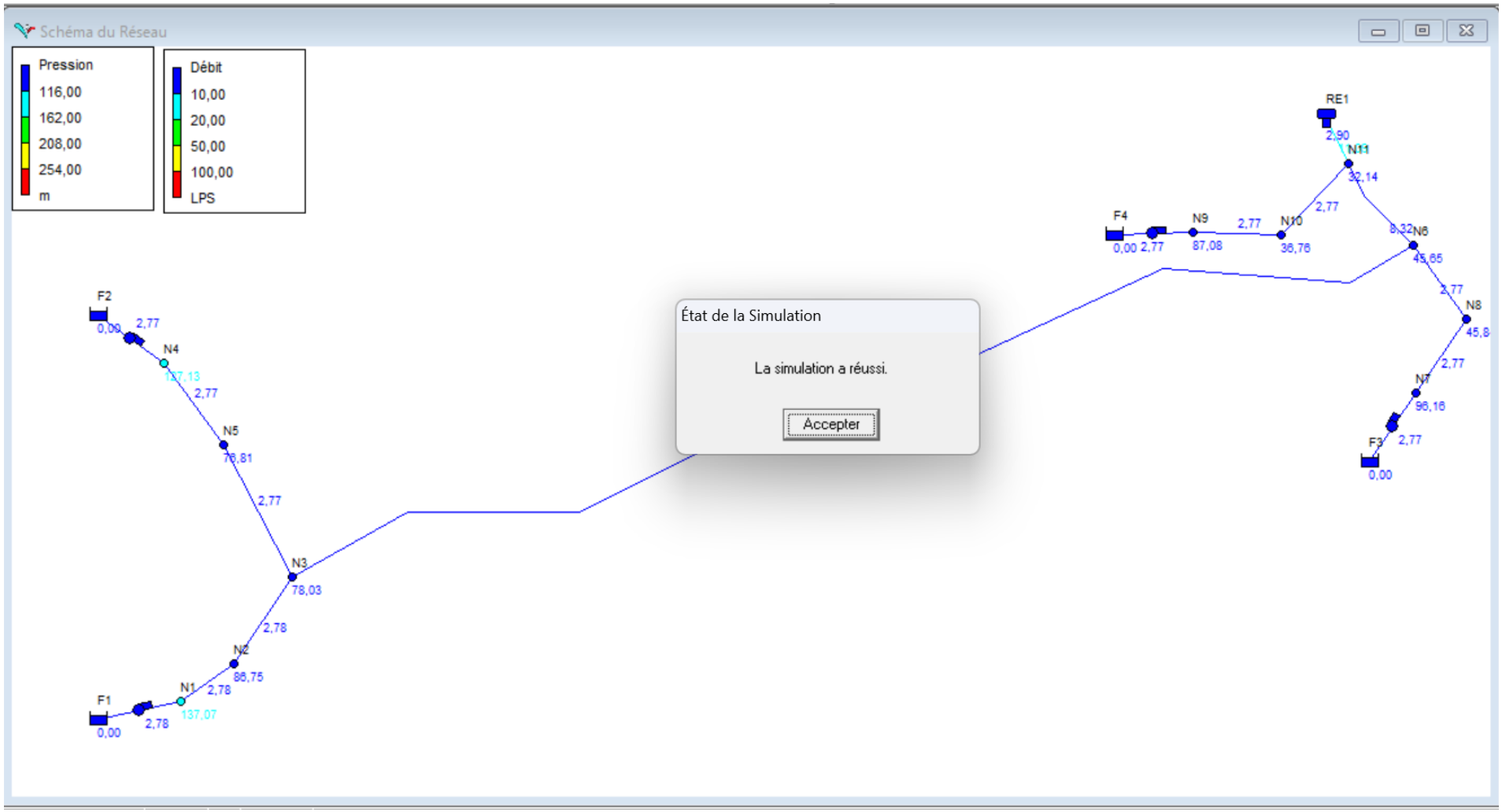


Figure 7: Simulation du réseau d'adduction sous Epanet

V.11 Calcul des Hauteurs Manométriques Totales d'exhaure et de refoulement

La détermination de la Hauteur Manométrique Totale (HMT) repose principalement sur l'évaluation des pertes de charge par l'application de la formule de Darcy-Weisbach. Ce choix méthodologique s'impose en raison de sa rigueur scientifique et de sa grande précision physique : contrairement aux formules empiriques (telles que Hazen-Williams, Manning-Strickler ou Calmon), l'équation de Darcy-Weisbach offre une capacité éprouvée à modéliser fidèlement l'écoulement de l'eau, qu'il soit de type laminaire, transitoire ou turbulent. En intégrant explicitement le nombre de Reynolds (Re) et le coefficient de frottement (λ) lié à la rugosité absolue de la conduite (ε), elle permet une caractérisation fine de la dynamique des fluides adaptée aux propriétés réelles des matériaux employés. Les résultats issus des autres méthodes sont présentés à titre indicatif afin de valider l'ordre de grandeur de la modélisation. Les différents résultats sont présentés dans les tableaux suivants.

Tableau 17:Détermination des pertes de charge et de la HMT Forage_1

Paramètres	Exhaure	Montante	Conduite de Refoulement
Débit équipement	10	10	10
Longueur	50	61,8	329,8
Vitesse (m/s)	1,5	1	0,65
Diamètres interner	0,0408	0,1308	0,0736
Côte TN forage	361,4	361,4	361,4
Côte ND	311,4	311,4	311,4
Côte TN réservoir	403,900	403,900	403,900
Hauteur sous radier	10	10	10
Hauteur sous cuve	5	5	5
Hauteur géométrique	**107,5**		
PERTES DE CHARGES			
Hazen Williams	0,33	0,28	28,42
Hazen Williams Total	**29,03**		
Manning Strickler	0,33	0,14	26,97
Manning Strickler Total	**34,94**		
Calmon	0,42	0,22	35,41
Calmon Total	**36,05**		
PERTES DE CHARGES DARCY_WEISBACH			
epsilon	3,68E-04	1,15E-04	2,04E-04
(Re)	7,54E+04	9,41E+04	4,18E+04
Lambda (λ)	2,06E-02	1,88E-02	2,24E-02
Darcy_Weisbach (m)	3,68E-04	1,15E-04	2,04E-04
Darcy Weisbach (m)	33,68		
Perte de charge retenue	36,05		
HMT (mCE)	**143,55**		

Tableau 18: Détermination des pertes de charge et de la HMT Forage_2

Paramètres	Exhaure	Montante	Conduite de Refoulement
Débit équipement	10	10	10
Longueur	50	61,8	27,71
Vitesse (m/s)	0,65	0,65	0,65
Diamètres interner	0,0736	0,14753	0,0736
Côte TN forage	369,4	369,4	369,4
Côte ND	319,4	319,4	319,4
Côte TN réservoir	403,900	403,900	403,900
Hauteur sous radier	10	10	10
Hauteur sous cuve	5	5	5
Hauteur géométrique	**99,5**		
PERTES DE CHARGES			
Hazen Williams	0,33	0,27	26,40
Hazen Williams Totale	**27,01**		
Manning Strickler	0,33	0,14	24,96
Manning Strickler Totale	**25,43**		
Calmon	0,42	0,22	32,84
Calmon Totale	**33,49**		
PERTES DE CHARGES DARCY_WEISBACH			
epsilon	2,04E-04	1,02E-04	2,04E-04
Nombre de Reynolds (Re)	4,18E+04	8,34E+04	4,18E+04
Lambda (λ)	2,24E-02	1,92E-02	2,24E-02
Darcy_Weisbach (m)	0,33	0,17	0,18
Darcy_Weisbach (m)Total	26,06		
Perte de charge retenue	33,49		
HMT (mCE)	**132,99**		

Tableau 19:Détermination des pertes de charge et de la HMT Forage_3

Paramètres	Exhaure	Montante	Conduite de Refoulement
Débit équipement	10	10	10
Longueur	50	61,8	30,56
Vitesse (m/s)	0,65	0,65	0,65
Diamètres interner	0,0736	0,1472	0,0736
Côte TN forage	377,5	377,5	377,5
Côte ND	327,5	327,5	327,5
Côte TN réservoir	403,900	403,900	403,900
Hauteur sous radier	10	10	10
Hauteur sous cuve	5	5	5
Hauteur géométrique	91,4		
PERTES DE CHARGES			
Hazen Williams	0,33	0,28	1,26
Hazen Williams Totale	**1,87**		
Manning Strickler	0,33	0,14	1,92
Manning Strickler Totale	**2,39**		
Calmon	0,42	0,22	2,59
Calmon Totale	**3,24**		
PERTES DE CHARGES DARCY_WEISBACH			
epsilon	2,04E-04	1,02E-04	2,04E-04
Nombre de Reynolds (Re)	4,18E+04	8,36E+04	4,18E+04
Lambda (λ)	2,24E-02	1,92E-02	2,24E-02
Darcy_Weisbach (m)	0,33	0,17	0,20
Darcy_Weisbach (m)	0,98		
Perte de charge retenue	3,24		
HMT (mCE)	**94,64**		

Tableau 20: Détermination des pertes de charge et de la HMT Forage_4

Paramètres	Exhaure	Montante	Conduite de Refoulement
Débit équipement	10	10	10
Longueur	50	61,8	30,56
Vitesse (m/s)	0,65	0,65	0,65
Diamètres interner	0,0736	0,1472	0,0736
Côte TN forage	385,9	377,5	377,5
Côte ND	335,9	327,5	327,5
Côte TN réservoir	403,900	403,900	403,900
Hauteur sous radier	10	10	10
Hauteur sous cuve	5	5	5
Hauteur géométrique	83		
PERTES DE CHARGES			
Hazen Williams	0,33	0,28	1,35
Hazen Williams Total	**1,96**		
Manning Strickler	0,33	0,14	1,96
Manning Strickler Total	**1,79**		
Calmon	0,42	0,22	1,70
Calmon Total	**2,35**		
PERTES DE CHARGES DARCY_WEISBACH			
epsilon	2,04E-04	1,02E-04	2,04E-04
Nombre de Reynolds (Re)	4,18E+04	8,36E+04	4,18E+04
Lambda (λ)	2,24E-02	1,92E-02	2,24E-02
Darcy_Weisbach (m)	0,33	0,17	1,06
Darcy_Weisbach Total(m)	3,39		
Perte de charge retenue	3,39		
HMT (mCE)	**86,39**		

Interprétation des résultats présentés dans les différents tableaux :

L'analyse des quatre forages montre des besoins en pression très différents, principalement liés au relief et à la distance jusqu'au réservoir :

- **Forage 1 (Tableau 16) :** C'est l'ouvrage le plus contraignant. Avec une hauteur géométrique de 107,5 m et un refoulement de 329,8 m, les pertes de charge calculées par Darcy-Weisbach sont de 33,68 m. En retenant 36,05 m pour inclure les singularités et une marge de sécurité, la HMT requise est la plus élevée, soit 143,55 mCE.
- **Forage 2 (Tableau 17) :** Pour un même débit de 10 m3/h, la hauteur géométrique est de 99,5 m. Le refoulement plus court (27,71 m) donne des pertes de charge Darcy-Weisbach de 26,06 m. Avec la valeur retenue de 33,49 m, la HMT atteint 132,99 mCE.
- **Forage 3 (Tableau 18) :** Plus proche du réservoir et situé sur un relief plus favorable, sa hauteur géométrique descend à 91,4 m. Les pertes de charge sont très faibles (0,98 m selon Darcy-Weisbach, pour 3,24 m retenus), ce qui donne une HMT de 94,64 mCE.
- **Forage 4 (Tableau 19) :** C'est le forage le moins sollicité. Il présente la plus faible hauteur géométrique (83,0 m) et des pertes de charge réduites (3,39 m), aboutissant à la HMT la plus basse du réseau, soit 86,39 mCE.

En résumé, la topographie et le niveau dynamique de l'eau dictent la pression à fournir. Les HMT obtenues comprises entre **86,39 mCE et 143,55 mCE** serviront directement à choisir les pompes immergées et à dimensionner leur alimentation électrique.

V.12 Point de fonctionnement

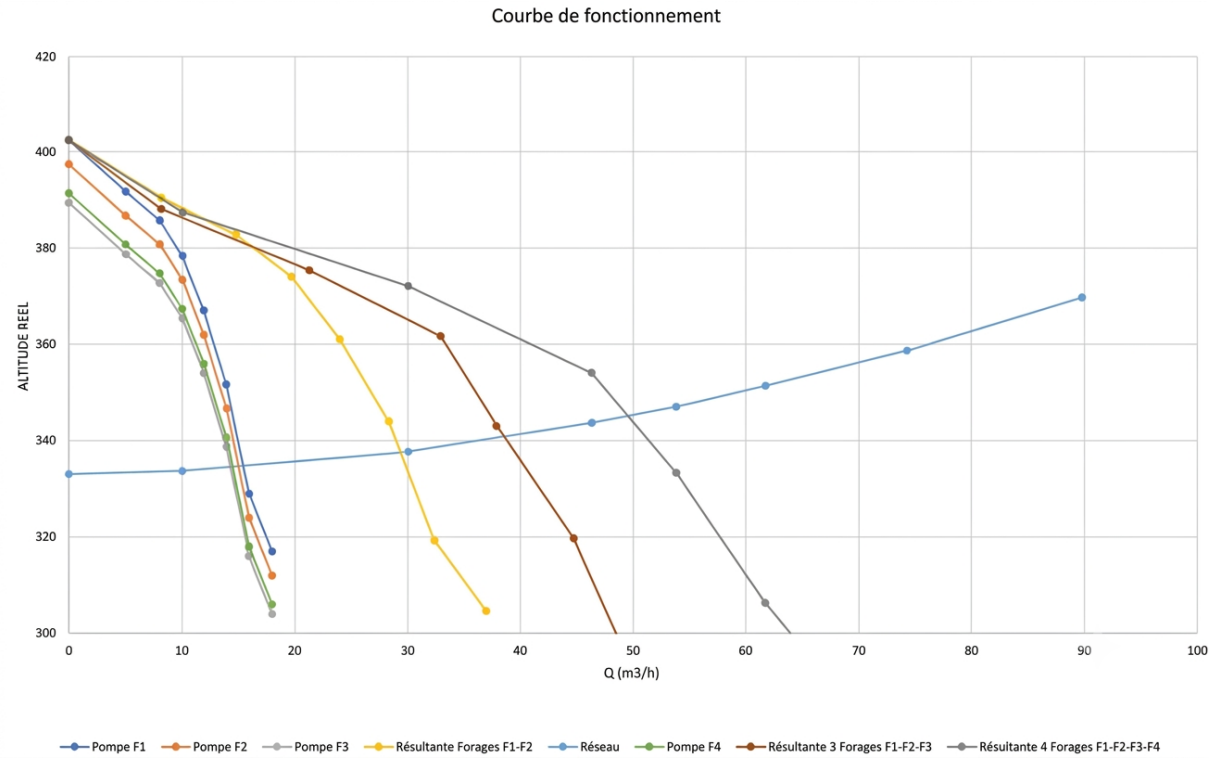


Figure 8: Détermination du point de fonctionnement des pompes en parallèle

Dans le cadre d'un système où plusieurs forages refoulent en parallèle vers un même ouvrage de stockage (le château d'eau), l'utilisation directe des Hauteurs Manométriques Totales (HMT) individuelles devient insuffisante pour déterminer le point de fonctionnement global. En effet, chaque forage possède sa propre côte TN et son propre niveau dynamique, ce qui signifie que des HMT égales ne correspondent pas nécessairement à des niveaux d'énergie absolus identiques sur le terrain.

Pour contourner cette contrainte et inscrire l'ensemble des ouvrages dans un référentiel hydraulique unique, l'analyse s'appuie sur la notion d'**altitude réelle** (côte piézométrique absolue). Cette démarche consiste à ajouter à la charge fournie par chaque pompe l'altitude absolue de son point d'aspiration (niveau dynamique).

Ce changement de référentiel apporte trois avantages déterminants pour la modélisation :

- **Unification du point de jonction :** En ramenant toutes les caractéristiques de pompage (Pompes F1, F2, F3 et F4) à une même échelle d'altitude, il devient possible d'additionner horizontalement leurs débits à niveau d'énergie égal. C'est ce qui permet

de tracer correctement les courbes résultantes d'association (Résultante F1-F2, Résultante 3 forages F1-F2-F3, et Résultante 4 forages F1-F2-F3-F4).

- **Détermination précise du point de fonctionnement global :** L'intersection entre la courbe de résistance du réseau de refoulement commun (H réseau) et la courbe équivalente des quatre forages en parallèle détermine avec exactitude le débit total réellement injecté vers le réservoir ainsi que la côte piézométrique au nœud de raccordement.
- **Prévention des risques de refoulement inverse :** Cette approche garantit qu'aucun forage ne se retrouve surclassé en pression par les autres. Elle permet de vérifier que chaque pompe fonctionne dans sa plage de rendement optimale sans subir de contre-pression bloquante imposée par le point de jonction commun.

V.13 Vérification du coup de bélier

Sur l'ensemble des tronçons du réseau d'adduction, aucun tronçon ne nécessite de dispositif de protection anti-bélier. En effet, deux conditions doivent être simultanément vérifiées pour imposer une protection. D'une part, le ratio Hmax/PN doit être supérieur ou égal à 1,2 sur l'ensemble du réseau, or les valeurs obtenues varient entre 0,73 et 1,11**,** restant toutes inférieures au seuil critique de 1,2. D'autre part, le ratio Hmin/Patm doit être inférieur ou égal à 1, or toutes les valeurs obtenues sont largement supérieures à 1, variant entre 5,15 et 10,94. Aucune des deux conditions n'étant satisfaite, le réseau d'adduction ne présente pas de risque de coup de bélier nécessitant une protection particulière.

Tableau 21:Vérification des conditions de protection du coup de bélier vis à vis du réseau

Tronçons	DN [m]	Dint [m]	e[m]	U0 [m/s]	C [m/s]	HMT	ΔP [m]	HMT+ΔP [m]	Hmax/PN	HMT-ΔP [m]	Hmin/Patm
F1_EXHAURE	0,09	0,07	0,0164	0,65	482,62	143,55	31,98	175,53	1,10	111,57	10,80
F1-A	0,09	0,0736	0,0164	0,65	482,62	143,55	32,14	175,69	1,10	111,41	10,79
A-B	0,125	0,1022	0,0228	0,68	482,87	143,55	33,35	176,90	1,11	110,20	10,67
B-C	0,16	0,1308	0,0292	0,62	483,02	143,55	30,55	174,10	1,09	113,00	10,94
C-RE	0,18	0,1472	0,0328	0,65	482,62	143,55	32,14	175,69	1,10	111,41	10,79
F2_EXHAURE	0,09	0,0736	0,0164	0,65	482,62	132,99	31,98	164,97	1,03	101,01	9,78
F2_A	0,09	0,0736	0,0164	0,65	482,62	132,99	32,14	165,13	1,03	100,85	9,76
F3_EXHAURE	0,09	0,0736	0,0164	0,65	482,62	94,64	31,98	126,62	0,79	62,66	6,07
F3-B	0,09	0,0736	0,0164	0,65	482,62	94,64	32,14	126,78	0,79	62,50	6,05
F4_EXHAURE	0,09	0,0736	0,0164	0,65	482,62	85,35	31,98	117,33	0,73	53,37	5,17
F4-C	0,09	0,0736	0,0164	0,65	482,62	85,35	32,14	117,49	0,73	53,21	5,15

V.14 Dimensionnement du château

Afin de garantir une distribution gravitaire optimale, le dimensionnement technique a conduit au choix d'un **réservoir élevé en béton armé**. L'importance de cet ouvrage réside dans sa capacité à sécuriser l'alimentation en eau potable en stockant la ressource, en régulant les pressions dans le réseau et en répondant aux pics de consommation. Le choix du **béton armé** se justifie principalement par sa haute résistance mécanique indispensable pour supporter une masse d'eau de plus de 1 000 tonnes en hauteur, sa durabilité exceptionnelle sans risque de corrosion en milieu tropical, et sa forte inertie thermique qui préserve la qualité de l'eau en limitant son échauffement sous l'effet du soleil.

En examinant la structure de la cuve, on distingue trois éléments :

- **D'abord, la partie tronconique :** elle représente le corps principal de la cuve, avec un volume brut initial de 1 038 m³ ;
- **Ensuite, la cheminée centrale :** elle constitue un espace technique cylindrique interne d'un volume de 16 m³ ;
- **Enfin, la coupole de fond :** elle forme la base bombée de la structure, d'un volume de 12 m³.

En conclusion, on en déduit le volume réel disponible de la cuve : en soustrayant la cheminée et la coupole de fond du volume de la partie tronconique, on obtient un volume utile de **1 010,2 m³**. Ses caractéristiques géométriques et structurales sont résumées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 22:Volume réel de la cuve du château

Désignation		Dimensions (m)	volumes(m^3)
Partie tronconique	Hauteur de la partie tronconique h	6	
	Grand rayon intérieur de la cuve r1	10	
	Petit rayon intérieur de la cuve r2	4,5	
volume			1038,3
Cheminé			
	Hauteur de la cheminée h1	5,1	
	rayon de la cheminée	1	
volume			16,0
Coupole de fond	flèche de la coupole inférieure	1,1	
	rayon coupole inferieur	4,3	
volume			12,1
volume réel de la cuve			1010,2

VI. Étude de faisabilité financière et mode de gestion

L'étude de faisabilité financière vise à évaluer la viabilité économique du projet en analysant les coûts d'investissement, les charges d'exploitation et le prix de vente de l'eau, sur la base des résultats du dimensionnement technique. Elle permet également d'anticiper les risques financiers pouvant compromettre la pérennité du service. Quant au mode de gestion, il définit les modalités d'attribution de l'exploitation du système à un opérateur qualifié, capable d'assurer un service continu et durable au bénéfice des populations desservies.

VI. 1 Estimation du prix de vente du mètre cube d'eau

Cette section est dédiée à la détermination du volume d'eau que produira ce projet durant tout le long de sa conception. Pour l'estimation de son coût, il revient d'analyser l'ensemble des activités effectuées lors des différents travaux ainsi que sur l'ensemble des équipements nécessaires à sa réalisation.

Tableau 23: Volume d'eau en fonction des années

Années	2026	2031	2036	2041
Volume d'eau produit (m3)	46792	63084	86398	119733
Volume d'eau facturé (m3)	49255	68570	94943	133037
volume d'eau (m3)				3325919

Tableau 24: Prix de vente d'eau

Désignation	Unité	Coût
Dotations aux amortissements	F CFA	121705000
Charges d'exploitation	F CFA	698847925
Volume total d'eau produit	F CFA	3325919
Volume total d'eau vendu	F CFA	2660735
Prix de revient du m3 d'eau	F CFA	308
Prix de vente du m3 d'eau	F CFA	250

Après analyse, il ressort que le prix de vente du mètre cube d'eau fixé à 250 FCFA demeure inférieur au coût de revient qui est de 308 FCFA. Cette situation s'inscrit dans le cadre de la politique active de l'État ivoirien en faveur de l'alimentation en eau potable en milieu rural, qui

se traduit par des investissements publics, la réhabilitation des ouvrages hydrauliques et la mise en œuvre de programmes nationaux tels que « Eau pour tous ». Cette action publique constitue une subvention indirecte visant à réduire le coût d'accès à l'eau potable pour les populations rurales et à améliorer durablement le dessert en eau.

VI. 2 Mode de gestion du projet

Les défaillances relevées dans les installations existantes proviennent davantage des limites techniques et infrastructurelles que du mode de gestion en place. Dès lors, en cohérence avec les orientations nationales pour le renforcement de l'accès à l'eau potable en milieu rural, il est recommandé de confier la gestion du futur système à un opérateur qualifié, capable de garantir la durabilité du service et le respect des exigences de qualité.

L'affermage est le mode de gestion retenu car il permet de dissocier la propriété des infrastructures, qui reste entre les mains de l'État, de leur exploitation, confiée à un opérateur privé. Ce choix est toutefois conditionné par le fait que l'opérateur dispose des compétences techniques, des ressources humaines et des moyens matériels nécessaires pour assurer un service fiable et continu à long terme au bénéfice des populations bénéficiaires.

VI. 3 Coût total de la réalisation du projet

Le coût total de la réalisation du projet représente le montant global nécessaire à engager pour sa mise en service. Établi à ce stade au niveau de l'Avant-Projet Sommaire (APS), ce montant constitue une estimation initiale. Il est destiné à être affiné et détaillé lors de la phase d'Avant-Projet Détaillé (APD), au fur et à mesure de la validation des choix techniques, des métrés précis et des consultations fournisseurs.

Tableau 25:Estimation provisoire de la réalisation du projet

N°	Désignation	Coût total FCFA
I	**PARTIE I : FRAIS GENERAUX**	**11 700 000**
II	**PARTIE II : OUVRAGE DE CAPTAGE ET EQUIPEMENT D'EXHAURE**	**17 920 000**
III	**PARTIE III : RESEAU DE REFOULEMENT**	**65 327 150**
IV	**PARTIE IV : RESEAU DE DISTRIBUTION**	**497 551 083**
V	**PARTIE V : PIECES SPECIALES ET ACCESSOIRES EN FONTE ET PEHD**	**10 714 481**
VI	**PARTIE VI : OUVRAGES ANNEXES ET BRANCHEMENTS PRIVIES**	**337 340 000**
VII	**PARTIE VII : RESERVOIR DE STOCKAGE**	**80 915 000**
VIII	**PARTIE VIII : TRAITEMENT DE L'EAU**	**3 550 000**
IX	**PARTIE IX : SOURCES D'ENERGIE**	**62 140 000**
X	**PARTIE X : FORMATION, SUIVI ET ENTRETIEN**	**2 000 000**
	TOTAL GENERAL HTVA	**1 089 157 714**
	TVA 18%	196 048 389
	TOTAL TTC	1 285 206 103
	IMPREVU 5%	54 457 886
	TOTAL GENERAL TTC	**1 339 663 988**

L'estimation provisoire du projet s'élève à un coût total de **1 339 663 988 FCFA TTC**, incluant une TVA de 18 % et une provision pour imprévus de 5 %**.** Le réseau de distribution constitue le poste le plus important avec 497 551 083 FCFA. Les résultats seront plus détaillés en Annexe 11.

VII. NOTICE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL

VII. 1 Carder réglementaire

Tout projet rigoureux, quelle qu'en soit son type ou son importance, influence forcément son environnement d'accueil. Il est donc indispensable d'examiner à l'avance les effets positifs et négatifs qu'il pourrait générer, afin d'apprécier l'opportunité de le mettre en œuvre [30]. Si la décision de réaliser le projet est retenue, cette analyse préliminaire servira à proposer des actions pour limiter les impacts défavorables et renforcer ceux qui sont favorables. Cette démarche débute par une étape essentielle : la classification du projet.
En Côte d'Ivoire, la législation environnementale prévoit trois catégories pour les projets ou sous-projets, selon le décret n° 96-894.

Nous avons donc :

- Catégorie A : projet soumis à une Étude d'Impact Environnemental et Social (EIES), pour les projets à risque environnemental et social majeur ;
- Catégorie B : projet soumis à une Notice d'Impact Environnemental et Social (NIES), pour les projets à risque modéré ;
- Catégorie C : exclusion catégorielle (CEC), pour les projets ne figurant pas dans les annexes concernées, considérés comme ayant peu ou pas d'impact significatif.

VII. 2 Catégorisation du projet

La classification ou la catégorisation d'un projet environnemental doit répondre à des critères environnementaux et d'admissibilité, selon la réglementation de l'ANDE ainsi que les normes de la BAD. Ce projet concerne la réalisation d'un système d'adduction d'eau potable multi-village correspondant à la Catégorie 2 (B). Il regroupe les opérations à risque modéré et de faible ampleur [31] selon les résultats des projections démographiques et de la qualité du système à mettre en place.

VII. 3 Identification des différents milieux impactés par le projet

Ce projet interagit avec trois milieux distincts qui sont :

- Le milieu Biologique
- Le milieu Physique
- Le milieu Humain

Les éléments les plus susceptibles d'être influencés par les activités génératrices d'impact se distinguent nettement et s'effectuent en deux grandes étapes : la première concerne l'installation et la construction, tandis que la seconde se concentre sur l'exploitation et la maintenance.

En reliant ces activités aux éléments de l'environnement concernés, il devient possible de discerner les conséquences de ces actions. L'outil d'évaluation adopté dans ce contexte est la Matrice de Fecteau. Ce modèle se présente sous la forme d'un tableau à double entrée dont le rôle est de répertorier d'un côté les différentes activités du projet aux diverses phases et de l'autre, les composantes du milieu physique, biologique et humain, évaluant ainsi les impacts en utilisant des méthodes logiques pour attribuer une valeur d'appréciation. Grâce à certains indicateurs, cet outil permet de mesurer la gravité des risques ou des interactions sur l'environnement. De cette manière, l'activité génératrice d'impact et l'élément de l'environnement pouvant être affecté par le projet sont clairement identifiés.

Évaluer un impact consiste à regarder trois critères essentiels de la durée de vie du projet, qu'il soit à courte, moyenne et long terme. Les résultats de cette étude sont présentés dans la partie Destiné aux annexe

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Afin d'améliorer les conditions de vie des populations cibles du projet, cette étude d'avant-projet sommaire a permis de déterminer les besoins en eau des communautés de Katiendé, Sogo et Yama, situées dans la région de la Bagoué. En effet, selon les prévisions démographiques à l'horizon 2041, ces localités devraient atteindre une population de 5 648 habitants, dont la consommation en eau a été estimée à 364,48 m³/j. Pour répondre à cette demande croissante, les solutions retenues comprennent la mise en place de quatre forages équipés de différents modèles de pompes, soit deux SPE 18-41, une SPE 18-29 et une SPE 18-35, ainsi qu'un réseau de transport et de distribution, complétés par la réalisation d'un château d'eau en béton armé d'une capacité de 1 010,2 m³. Ces aménagements permettent ainsi de garantir une desserte fiable et adaptée aux besoins réels des populations.

Toutefois, la réalisation de ce système nécessite un investissement conséquent, estimé à 1 339 663 988 FCFA TTC. C'est pourquoi, afin d'assurer la continuité du service même en cas d'interruption de l'alimentation électrique, les installations seront appuyées par des groupes électrogènes dimensionnés selon les besoins énergétiques identifiés. Par ailleurs, pour garantir une gestion efficace et pérenne des ouvrages, leur exploitation sera confiée à un opérateur privé selon le mode de gestion par affermage. Enfin, sur le plan environnemental et social, le projet est classé en catégorie B, ce qui confirme que les impacts attendus restent modérés et maîtrisables.

Nous recommandons au Maître d'ouvrage de :

- **Sur le plan technique**

- Prévoir un système de télésurveillance et de télécommande des équipements de pompage pour assurer un suivi en temps réel du fonctionnement du réseau
- Réaliser un contrôle bactériologique et physico-chimique régulier de la qualité de l'eau distribuée aux populations
- Prévoir des vannes de sectionnement supplémentaires pour faciliter les interventions de maintenance sans interrompre l'alimentation de l'ensemble du réseau
- Installer des compteurs volumétriques à chaque branchement particulier pour assurer un suivi précis des consommations et réduire les pertes commerciales

- Prévoir un stock minimal de pièces de rechange pour les équipements critiques tels que les pompes, les clapets et les vannes afin de réduire les délais d'intervention en cas de panne.

➢ **Sur le plan financier**

- Mettre en place un système de recouvrement des factures efficace et adapté aux réalités socioéconomiques des populations pour garantir la viabilité financière du service
- Créer un fonds de renouvellement des équipements alimenté par une partie des recettes d'exploitation pour anticiper le remplacement des équipements en fin de vie.

➢ **Sur le plan environnemental**

- Mettre en place une zone de protection autour de chaque forage pour prévenir toute contamination de la ressource en eau souterraine
- Prévoir un plan de gestion des déchets issus de l'entretien des équipements notamment les huiles usées des groupes électrogènes
- Envisager à terme le raccordement du système au réseau électrique national pour réduire la dépendance aux groupes électrogènes et les émissions de gaz à effet de serre.

➢ **Sur le plan institutionnel**

- Mettre en place un comité de gestion local impliquant les populations bénéficiaires pour assurer une gestion participative et transparente du service
- Prévoir des audits techniques et financiers annuels du système pour évaluer ses performances et identifier les axes d'amélioration
- Envisager un éventuel maillage futur du réseau ramifié pour améliorer la sécurité d'approvisionnement et faire face à l'extension future des localités

BIBLIOGRAPHIE

Sites Web

[1] U. Nations, « Répondre au défi : fournir l'accès à l'eau potable et salubre dans le monde | Nations Unies », United Nations. Consulté le: 24 février 2026. [En ligne]. Disponible sur: https://www.un.org/fr/chronicle/article/repondre-au-defi-fournir-lacces-leau-potable-et-salubre-dans-le-monde

[2]J. Bodiguel, « Développement Durable : Garantir l'accès de tous à l'eau », Développement durable. Consulté le: 14 avril 2026. [En ligne]. Disponible sur: https://www.un.org/sustainabledevelopment/fr/water-and-sanitation/

[3] « Plateforme Officielle pour accéder au bilan du gouvernement de Côte d'Ivoire - Actualités - Société ». Consulté le: 13 mars 2026. [En ligne]. Disponible sur: https://www.bilan.gouv.ci/actualite/19194?utm_

[6] M.-A. KOUASSI, « District du Denguélé / Adduction en eau potable », MINHAS. Consulté le: 25 février 2026. [En ligne]. Disponible sur: https://salubrite.gouv.ci/actualites/district-du-denguele-adduction-en-eau-potable/

[12] « MONOGRAPHIE DE LA REGION DE LA BAGOUE ». Consulté le: 16 février 2026. [En ligne]. Disponible sur: https://www.anstat.ci/publication-details/b71af722b6f9c6b10c458a0d4461b44fc496ed1c16beb12f9497507e6fbb8ecff5be0622bcc889b441c2e3bb2d1e503c447c38b20235e5afaa69f2bc5bddc00egVAdnmxXX31rWursRS_aipFpTMiwwIRvGqVqhZY51Ao

[15] WeAre[WP, « Notre combat : de l'eau potable pour tous », SOLIDARITÉS INTERNATIONAL. Consulté le: 8 mars 2026. [En ligne]. Disponible sur: https://www.solidarites.org/fr/eau-potable/

[16] « Document Viewer ». Consulté le: 7 mars 2026. [En ligne]. Disponible sur: https://documents.un.org/doc/undoc/gen/n15/291/90/pdf/n1529190.pdf

[26] « Formation EPANET », F2 CAD Academy - Formations en ligne aux logiciels de Génie Civil, Architecture et Topographie. Consulté le: 1 mai 2026. [En ligne]. Disponible sur: https://www.f2cadacademy.com/p/formation-epanet.html

[27] HYDRO-BLOG, « Epanet : Logiciel de dimensionnement des réseaux d'AEP gratuit », Hydroblog. Consulté le: 1 mai 2026. [En ligne]. Disponible sur: https://hydro-blog.com/logiciel-aep-gratuit/

Articles scientifiques

[4] « Progress on household drinking water, sanitation and hygiene 2000–2024: special focus on inequalities », *Drink. Water*.

[29] A. R. Lohrasbi et R. Attarnejad, « Water Hammer Analysis by Characteristic Method », *Am. J. Eng. Appl. Sci.*, vol. 1, n° 4, p. 287-294, avr. 2008, doi: 10.3844/ajeassp.2008.287.294.

Cours

[17] « Polycopie du cours - Assainissement ».

[18] « COURS AEP_FAYE v2.0.0 ».

[21] « Cours d'approvisionnement en eau potable ».

[25] « TP40_21_Water_distribution ».

[28] « Essentiel de Théorie des pompes ».

Rapports techniques

[5] « TDR_ETUDE_APD_POUR_LES_MULTIVILLAGES_PASEA_REVU2_ONEP_Revu_CC_OK ».

[9] P. Gbon, « RAPPORT D'ETUDE D'AVANT PROJET SOMMAIRE (APS) ».

[11] « PEMEDCI_SAVANES_1. Rapport de monographie_VDEF ».

[13] « Centrale-solaire-Boundiali-EIES-Rapport-VF_Mai-2021_vf_O2-002_Optimizer

[19] « APD-PROV--systeme_5_051225 ».

[20] « ps_eau_fiche_pays_cote_d_ivoire_2024 ».

[31] « final_-_updated_integrated_safeguards_system_

Textes réglementaires

[7] « DECRET N°2023-965 DU 06 DECEMBRE PORTANT ORGANISATION DU MINHAS (1) ».

[10] « REPUBLIQUE DE CÔTE D'IVOIRE ».

[30] « DECRET N 96-894 DU 08 NOVEMBRE 1996 DETERMINANT LES REGLES ET PROCEDURES DEIE(1) ».

Mémoires

[14] « 20180688_Mathurin_KAMENAN_Mémoire_S10_GEAAH_janvier_2026 corrigé ».

[22] « BATCHO_KOTCHIKPA_YACINTHE (1) ».

[23] « Alimentation_en_eau_potable_2002(Ecole nationale d'ingénieurs de Tunis) ».

[24] « Conception et dimensionnement d'un réseau d'alimentation en eau potable et d'un système d'évacuation des eaux usées de la nouvelle ville de DIAMNIADIO ».

ANNEXES

Cette partie est dédiée à l'exposition des différents résultats obtenus tout au le long du mémoire.

Annexe 1: Evaluation des besoins et de la demande en eau des localités 1
Annexe 2:Débit du réseau de Distribution 2
Annexe 3:Résultat du réseau de distribution 5
Annexe 4:Résultat du réseau de refoulement du système d'adduction 9
Annexe 5:Caractéristique du Forage 1 (SPE 18-41) 14
Annexe 6: Caractéristique du Forage 2 (SPE 18-41) 15
Annexe 7:Caractéristique du Forage 3(SPE 18-29) 16
Annexe 8:Caractéristique du Forage 4 (SPE 18-35) 17
Annexe 9:Valeurs des comparaisons des vitesses 18
Annexe 10: Valeurs des comparaisons des Pressions 21
Annexe 11: Devis 24
Annexe 12:Dotations et charge d'exploitation 30
Annexe 13:Impacts positif du projet 31
Annexe 14: Impacts négatifs du projet 34
Annexe 15:Mesures d'atténuation des impacts négatifs 36
Annexe 16 : Profil en long 39
Annexe 17: Carnet de Noeuds 46
Annexe 18: Schéma du réservoir en Béton 49

Annexe 1: Evaluation des besoins et de la demande en eau des localités

EVALUATION DES BESOINS ET DEMANDE EN EAU DE LA LOCALITE A L'HORIZON 2041							
	Années	2021	2024	2026	2031	2036	2041
Population totale	Hab	3188	3474	3678	4243	4895	5648
Taux de desserte	(%)	80%	80%	80%	88%	95%	98%
Population desservie	Hab	2551	2780	2943	3734	4651	5536
Population desservie par BP	Hab	80%	80%	80%	85%	90%	100%
Nbre de Pers. Desserv. BP		2 551	2 780	2 943	3 607	4 406	5 648
Nombre de pers. / BP		10	10	10	10	10	10
Nombre de Branchements Particuliers	BP	255	278	294	361	441	565
Consommation spécifique / BP	L/j/Hab	30,0	30,0	30,0	33,0	37,0	40,0
Consommation Totale au BP	m^3/j	76,5	83,4	88,3	119,0	163,0	225,9
Activités économiques	%	**10%**	**10%**	**10%**	**10%**	**10%**	**10%**
Besoins journaliers moyens Bjm	m^3/j	84,2	91,7	97,1	130,9	179,3	248,5
Besoins du jour de pointe Bjp	m^3/j	111,1	121,1	128,2	172,8	236,7	328,0
Rendement du système		95%	95%	95%	92%	91%	90%
Demande du jour de pointe Djp	m^3/j	116,97	127,47	134,94	187,86	260,12	364,48
Débit moyen horaire des BP	l/s	3,69	4,02	4,26	5,93	8,21	11,51
Coefficient de pointe horaire		2,80	2,75	2,71	2,53	2,37	2,24
Débit de point horaire des BP	l/s	10,34	11,05	11,55	14,98	19,48	25,74
Débit du réseau distribution	m^3/h	37,23	39,78	41,58	53,94	70,13	92,66

Annexe 2:Débit du réseau de Distribution

Tronçon	Longueurs (m)	Débits en route (l/s)	Qaval	Débits fictifs (l/s)	Débits fictifs (m3/s)
Ch-N1	196,1606	0,00	25,738	25,738	0,0257376013
N1-N2	107,5779	0,40	2,647	2,869	0,0028685394
N1-N5	337,7915	1,27	21,421	22,118	0,0221177634
N2-N3	133,624	0,50	1,311	1,587	0,0015866335
N2-N6	222,6623	0,83	0,000	0,459	0,0004590807
N3-N4	131,6599	0,49	0,000	0,271	0,0002714538
N3-N8	218,0969	0,82	0,000	0,450	0,0004496678
N5-N7	226,0738	0,85	6,176	6,642	0,0066417201
N7-N9	101,8	0,38	2,667	2,877	0,0028771676
N7-N11	114,9156	0,43	2,696	2,933	0,0029328581
N11-N12	259,3847	0,97	0,000	0,535	0,0005347942
N11-N13	139,2505	0,52	1,202	1,489	0,0014886711
N13-N14	246,9098	0,93	0,000	0,509	0,0005090737
N13-N15	73,62	0,28	0,000	0,152	0,0001517882
N9-N10	243,9805	0,91	0,000	0,503	0,0005030341
N9-N16	122,1401	0,46	1,295	1,547	0,0015466314
N16-N17	114,0622	0,43	0,000	0,235	0,0002351712

N16-N18	231,3398	0,87	0,000	0,477	0,0004769718
N5-N19	314,5	0,00	14,398	14,398	0,0143982252
N19-N20	5818,82	0,00	7,339	7,339	0,0073392113
N20-N21	111,3325	0,42	1,577	1,806	0,0018060596
N21-N22	48,3394	0,18	0,000	0,100	0,0000996652
N21-N23	73,9356	0,28	1,118	1,271	0,0012705843
N23-N24	124,4067	0,47	0,000	0,256	0,0002564993
N23-N25	54,28	0,20	0,448	0,560	0,0005602175
N25-N26	119,5895	0,45	0,000	0,247	0,0002465672
N20-N27	51,4033	0,19	5,153	5,259	0,0052586308
N27-N28	182,2568	0,68	0,624	1,000	0,0009996808
N28-N29	89,821	0,34	0,000	0,185	0,0001851911
N28-N30	76,6124	0,29	0,000	0,158	0,0001579579
N27-N31	35,9108	0,13	3,711	3,785	0,0037849384
N31-N32	78,7258	0,30	0,737	0,899	0,0008989447
N32-N33	52,6031	0,20	0,000	0,108	0,0001084560
N32-N34	143,9	0,54	0,000	0,297	0,0002966902
N31-N35	148,4821	0,56	2,123	2,429	0,0024286740
N35-N36	270,8389	1,02	0,000	0,558	0,0005584102
N35-N37	104,1624	0,39	0,717	0,932	0,0009315326
N37-N38	191,2061	0,72	0,000	0,394	0,0003942249
N19-N39	4687,39	0,00	7,059	7,059	0,0070590139
N39-N40	79,2	0,30	0,000	0,163	0,0001632930

N39-N41	6,013	0,02	6,740	6,752	0,0067519742
N41-N42	50,8905	0,19	3,531	3,636	0,0036363708
N42-N43	123,2631	0,46	0,000	0,254	0,0002541414
N42-N44	32,2678	0,12	2,948	3,015	0,0030149376
N44-N45	228,5289	0,86	0,000	0,471	0,0004711763
N44-N46	48,0062	0,18	1,912	2,011	0,0020107421
N46-N47	118,8711	0,45	0,000	0,245	0,0002450861
N46-N48	31,97	0,12	1,346	1,412	0,0014122223
N48-N49	105,3761	0,40	0,256	0,473	0,0004734749
N49-N50	68,3472	0,26	0,000	0,141	0,0001409169
N48-N51	75,23	0,28	0,413	0,568	0,0005681659
N51-N52	110,1873	0,41	0,000	0,227	0,0002271820
N41-N53	50,85	0,19	2,827	2,932	0,0029315787
N53-N54	72,5761	0,27	0,000	0,150	0,0001496360
N53-N55	54,4759	0,20	2,350	2,463	0,0024627758
N55-N56	74,7238	0,28	2,070	2,224	0,0022244061
N56-N57	193,2475	0,72	0,000	0,398	0,0003984338
N56-N58	84,2917	0,32	1,030	1,204	0,0012037243
N58-N59	131,1793	0,49	0,538	0,809	0,0008086456
N59-N60	143,5655	0,54	0,000	0,296	0,0002960005

Annexe 3:Résultat du réseau de distribution

Tronçon	Longueurs (m)	Débits fictifs (m3/s)	Dth(mm)	Dint(mm)	DN(mm)	V réelle (m/s)	K/D	Reynolds	Lambda	DeltaH(m)	DeltaHc(m)	Zaval (m)	Hi,imp(m)	Pr,ser(m)
Ch-N1	196,1606	0,0257	181	198,2	225	0,8	7,6E-05	1,65E+05	0,02	0,646	0,646	391,5	402,146	73,6
N1-N2	107,5779	0,0029	60	66	75	0,8	2,3E-04	5,53E+04	0,02	1,364	2,010	392,7	404,710	71,0
N1-N5	337,7915	0,0221	168	176,2	200	0,9	8,5E-05	1,60E+05	0,02	1,493	2,139	377,1	389,239	86,5
N2-N3	133,624	0,0016	45	55,4	63	0,7	2,7E-04	3,65E+04	0,02	1,360	3,370	394,7	408,070	67,7
N2-N6	222,6623	0,0005	24	28	32	0,7	5,4E-04	2,09E+04	0,03	6,653	8,663	385,2	403,863	71,9
N3-N4	131,6599	0,0003	19	28	32	0,4	5,4E-04	1,23E+04	0,03	1,551	4,921	393,3	408,221	67,5
N3-N8	218,0969	0,0004	24	28	32	0,7	5,4E-04	2,04E+04	0,03	6,280	9,650	378,6	398,250	77,5
N5-N7	226,0738	0,0066	92	96,8	110	0,9	1,5E-04	8,74E+04	0,02	2,048	4,187	382,3	396,487	79,2
N7-N9	101,8	0,0029	61	66	75	0,8	2,3E-04	5,55E+04	0,02	1,298	5,485	385,3	400,785	74,9
N7-N11	114,9156	0,0029	61	66	75	0,9	2,3E-04	5,66E+04	0,02	1,517	5,704	384,5	400,204	75,5
N11-N12	259,3847	0,0005	26	28	32	0,9	5,4E-04	2,43E+04	0,03	10,185	15,889	379,5	405,389	70,3
N11-N13	139,2505	0,0015	44	55,4	63	0,6	2,7E-04	3,42E+04	0,02	1,264	6,968	379,5	396,468	79,3
N13-N14	246,9098	0,0005	25	28	32	0,8	5,4E-04	2,31E+04	0,03	8,875	15,844	377,7	403,544	72,2
N13-N15	73,62	0,0002	14	28	32	0,2	5,4E-04	6,90E+03	0,04	0,315	7,284	380,8	398,084	77,6

N9-N10	243,9805	0,0005	25	28	32	0,8	5,4E-04	2,29E+04	0,03	8,585	14,070	394,4	418,470	57,3
N9-N16	122,1401	0,0015	44	55,4	63	0,6	6,8E-02	3,55E+04	0,02	1,188	6,673	386,3	402,973	72,8
N16-N17	114,0622	0,0002	17	28	32	0,4	1,3E-01	1,07E+04	0,03	1,045	7,718	390,7	408,418	67,3
N16-N18	231,3398	0,0005	25	28	32	0,8	1,3E-01	2,17E+04	0,03	7,401	14,074	385,1	409,174	66,6
N5-N19	314,5	0,0144	135	141	160	0,9	2,7E-02	1,30E+05	0,02	1,876	4,015	375,3	389,315	86,4
N19-N20	5818,82	0,0073	97	96,8	110	1,0	3,9E-02	9,65E+04	0,02	63,246	67,260	377,6	454,860	20,9
N20-N21	111,3325	0,0018	48	55,4	63	0,7	6,8E-02	4,15E+04	0,02	1,430	68,691	379,0	457,691	18,0
N21-N22	48,3394	0,0001	11	28	32	0,2	1,3E-01	4,53E+03	0,04	0,101	68,791	376,2	454,991	20,7
N21-N23	73,9356	0,0013	40	55,4	63	0,5	6,8E-02	2,92E+04	0,02	0,506	69,196	380,2	459,396	16,3
N23-N24	124,4067	0,0003	18	28	32	0,4	1,3E-01	1,17E+04	0,03	1,327	70,523	377,4	457,923	17,8
N23-N25	54,28	0,0006	27	28	32	0,9	1,3E-01	2,55E+04	0,03	2,317	71,513	381,7	463,213	12,5
N25-N26	119,5895	0,0002	18	28	32	0,4	1,3E-01	1,12E+04	0,03	1,190	72,703	378,0	460,703	15,0
N20-N27	51,4033	0,0053	82	96,8	110	0,7	3,9E-02	6,92E+04	0,02	0,305	67,565	376,0	453,565	22,2
N27-N28	182,2568	0,0010	36	55,4	63	0,4	6,8E-02	2,30E+04	0,03	0,814	68,379	377,7	456,079	19,6
N28-N29	89,821	0,0002	15	28	32	0,3	1,3E-01	8,42E+03	0,03	0,542	68,921	371,8	450,721	25,0
N28-N30	76,6124	0,0002	14	28	32	0,3	1,3E-01	7,18E+03	0,03	0,351	68,730	374,0	452,730	23,0

N27-N31	35,9108	0,0038	69	79,2	90	0,8	4,7E-02	6,08E+04	0,02	0,311	67,876	377,9	455,776	20,0
N31-N32	78,7258	0,0009	34	55,4	63	0,4	6,8E-02	2,07E+04	0,03	0,291	68,167	376,0	454,167	21,6
N32-N33	52,6031	0,0001	12	28	32	0,2	1,3E-01	4,93E+03	0,04	0,126	68,293	377,9	456,193	19,5
N32-N34	143,9	0,0003	19	28	32	0,5	1,3E-01	1,35E+04	0,03	1,982	70,149	380,1	460,249	15,5
N31-N35	148,4821	0,0024	56	55,4	63	1,0	6,8E-02	5,58E+04	0,02	3,259	71,135	372,5	453,635	22,1
N35-N36	270,8389	0,0006	27	28	32	0,9	1,3E-01	2,54E+04	0,03	11,492	82,628	373,1	465,728	10,0
N35-N37	104,1624	0,0009	34	55,4	63	0,4	6,8E-02	2,14E+04	0,03	0,410	71,545	368,6	450,145	25,6
N37-N38	191,2061	0,0004	22	28	32	0,6	1,3E-01	1,79E+04	0,03	4,356	75,901	370,1	456,001	19,7
N19-N39	4687,39	0,0071	95	96,8	110	1,0	3,9E-02	9,28E+04	0,02	47,457	51,472	368,4	429,872	45,9
N39-N40	79,2	0,0002	14	28	32	0,3	1,3E-01	7,43E+03	0,03	0,385	51,856	369,0	430,856	44,9
N39-N41	6,013	0,0068	93	96,8	110	0,9	3,9E-02	8,88E+04	0,02	0,056	51,528	368,4	429,928	45,8
N41-N42	50,8905	0,0036	68	79,2	90	0,7	4,7E-02	5,85E+04	0,02	0,409	51,937	371,9	433,837	41,9
N42-N43	123,2631	0,0003	18	28	32	0,4	1,3E-01	1,16E+04	0,03	1,293	53,231	371,0	434,231	41,5
N42-N44	32,2678	0,0030	62	66	75	0,9	5,7E-02	5,82E+04	0,02	0,448	52,385	371,5	433,885	41,8
N44-N45	228,5289	0,0005	24	28	32	0,8	1,3E-01	2,14E+04	0,03	7,153	59,538	370,0	439,538	36,2
N44-N46	48,0062	0,0020	51	55,4	63	0,8	6,8E-02	4,62E+04	0,02	0,749	53,133	371,2	434,333	41,4

N46-N47	118,8711	0,0002	18	28	32	0,4	1,3E-01	1,11E+04	0,03	1,170	54,304	372,8	437,104	38,6
N46-N48	31,97	0,0014	42	55,4	63	0,6	6,8E-02	3,25E+04	0,02	0,264	53,398	372,1	435,498	40,2
N48-N49	105,3761	0,0005	25	28	32	0,8	1,3E-01	2,15E+04	0,03	3,327	56,725	367,4	434,125	41,6
N49-N50	68,3472	0,0001	13	28	32	0,2	1,3E-01	6,41E+03	0,04	0,257	56,982	367,7	434,682	41,0
N48-N51	75,23	0,0006	27	28	32	0,9	1,3E-01	2,58E+04	0,03	3,293	56,691	371,3	437,991	37,7
N51-N52	110,1873	0,0002	17	28	32	0,4	1,3E-01	1,03E+04	0,03	0,950	57,641	374,7	442,341	33,4
N41-N53	50,85	0,0029	61	66	75	0,9	5,7E-02	5,66E+04	0,02	0,671	58,312	368,0	436,312	39,4
N53-N54	72,5761	0,0001	14	28	32	0,2	1,3E-01	6,80E+03	0,04	0,303	58,615	368,0	436,615	39,1
N53-N55	54,4759	0,0025	56	55,4	63	1,0	6,8E-02	5,66E+04	0,02	1,226	59,538	367,1	436,638	39,1
N55-N56	74,7238	0,0022	53	55,4	63	0,9	6,8E-02	5,11E+04	0,02	1,399	60,937	369,0	439,937	35,8
N56-N57	193,2475	0,0004	23	28	32	0,6	1,3E-01	1,81E+04	0,03	4,486	65,423	370,4	445,823	29,9
N56-N58	84,2917	0,0012	39	55,4	63	0,5	6,8E-02	2,77E+04	0,02	0,524	65,946	368,1	444,046	31,7
N58-N59	131,1793	0,0008	32	55,4	63	0,3	2,7E-04	1,86E+04	0,03	0,402	66,349	369,2	445,549	30,2
N59-N60	143,5655	0,0003	19	28	32	0,5	5,4E-04	1,35E+04	0,03	1,970	68,318	364,6	442,918	32,8

Annexe 4:Résultat du réseau de refoulement du système d'adduction

- **Choix de la nature de la conduite de refoulement du forage [1] monté en parallèle jusqu'au Château.**

Forage 1	Formule	Q (m3/h)	L(m)	Dth (m)	Dth (mm)	DN_ret (mm)	Dint_ret (mm)	U (m/s)	Vitesse GLS	Observation	Vitesse Flamant	Observation
F1-A	Bresse	10	329,8	0,08	79,06	110	90	0,44	1,16	Vérifiée	0,69	Vérifiée
	Bresse modifié			0,11	112,46	140	114,6	0,27	1,23	Vérifiée	0,71	Vérifiée
	Munier			0,07	69,57	90	73,6	0,65	1,10	Vérifiée	0,67	Vérifiée
	Bedjaoui et Achour			0,07	66,93	90	73,6	0,65	1,10	Vérifiée	0,67	Vérifiée
	Bonin			0,05	52,70	75	61,4	0,94	1,05	Vérifiée	0,66	Non vérifiée
	Choix PEHD DN90 PN16											

Forage 1	Formule	Q (m3/h)	L(m)	Dth (m)	Dth (mm)	DN_ret (mm)	Dint_ret (mm)	U (m/s)	Vitesse GLS	Observation	Vitesse Flamant	Observation
A-B	Bresse	20	4990,6	0,112	111,80	140	114,6	0,54	1,23	Vérifiée	0,7146	Vérifiée
	Bresse modifié			0,142	141,69	180	147,2	0,33	1,31	Vérifiée	0,7472	Vérifiée
	Munier			0,098	98,39	125	102,2	0,68	1,20	Vérifiée	0,7022	Vérifiée
	Bedjaoui et Achour			0,095	94,66	125	102,2	0,68	1,20	Vérifiée	0,7022	Vérifiée
	Bonin			0,075	74,54	110	90	0,87	1,16	Vérifiée	0,69	Non vérifiée
	Choix PEHD DN125 PN16											

Forage 1	Formule	Q (m3/h)	L(m)	Dth (m)	Dth (mm)	DN_ret (mm)	Dint_ret (mm)	U (m/s)	Vitesse GLS	Observation	Vitesse Flamant	Observation
B-C	Bresse	30	522,82	0,137	136,93	180	147,2	0,49	1,31	Vérifiée	0,7472	Vérifiée
	Bresse modifié			0,162	162,19	200	163,6	0,40	1,34	Vérifiée	0,7636	Vérifiée
	Munier			0,120	120,50	160	130,8	0,62	1,27	Vérifiée	0,7308	Vérifiée
	Bedjaoui et Achour			0,116	115,93	160	130,8	0,62	1,27	Vérifiée	0,7308	Vérifiée
	Bonin			0,091	91,29	125	102,2	1,02	1,20	Vérifiée	0,7022	Non vérifiée
	Choix PEHD DN160 PN16											

Forage 1	Formule	Q (m3/h)	L(m)	Dth (m)	Dth (mm)	DN_ret (mm)	Dint_ret (mm)	U (m/s)	Vitesse GLS	Observation	Vitesse Flamant	Observation
C-RE	Bresse	40	96,47	0,158	158,11	200	163,6	0,53	1,34	Vérifiée	0,7636	
	Bresse modifié			0,179	178,52	225	184	0,42	1,39	Vérifiée	0,784	
	Munier			0,139	139,14	180	147,2	0,65	1,31	Vérifiée	0,7472	
	Bedjaoui et Achour			0,134	133,87	180	147,2	0,65	1,31	Vérifiée	0,7472	
	Bonin			0,105	105,41	140	114,6	1,08	1,23	Vérifiée	0,7146	
	Choix PEHD DN180 PN16											

- **Choix de la nature de la conduite de refoulement du forage [2] monté en parallèle jusqu'au Château.**

Forage 2	Formule	Q (m3/h)	L(m)	Dth (m)	Dth (mm)	DN_ret (mm)	Dint_ret (mm)	U (m/s)	Vitesse GLS	Observation	Vitesse Flamant	Observation
F2-A	Bresse	10	27,71	0,079	79,06	110	90	0,44	1,16	Vérifiée	0,69	Vérifiée
	Bresse modifié			0,112	112,46	140	114,6	0,27	1,23	Vérifiée	0,7146	Vérifiée
	Munier			0,070	69,57	90	73,6	0,65	1,10	Vérifiée	0,6736	Vérifiée
	Bedjaoui et Achour			0,067	66,93	90	73,6	0,65	1,10	Vérifiée	0,6736	Vérifiée
	Bonin			0,053	52,70	75	61,4	0,94	1,05	Vérifiée	0,6614	Non vérifiée
	Choix PEHD DN90 PN16											

Forage 2	Formule	Q (m3/h)	L(m)	Dth (m)	Dth (mm)	DN_ret (mm)	Dint_ret (mm)	U (m/s)	Vitesse GLS	Observation	Vitesse Flamant	Observation
A-B	Bresse	20	4990,6	0,112	111,80	140	114,6	0,54	1,23	Vérifiée	0,7146	Vérifiée
	Bresse modifié			0,142	141,69	180	147,2	0,33	1,31	Vérifiée	0,7472	Vérifiée
	Munier			0,098	98,39	125	102,2	0,68	1,20	Vérifiée	0,7022	Vérifiée
	Bedjaoui et Achour			0,095	94,66	125	102,2	0,68	1,20	Vérifiée	0,7022	Vérifiée
	Bonin			0,075	74,54	110	90	0,87	1,16	Vérifiée	0,69	Non vérifiée
	Choix PEHD DN125 PN16											

Forage 2	Formule	Q (m3/h)	L(m)	Dth (m)	Dth (mm)	DN_ret (mm)	Dint_ret (mm)	U (m/s)	Vitesse GLS	Observation	Vitesse Flamant	Observation
B-C	Bresse	30	522,82	0,137	136,93	180	147,2	0,49	1,31	Vérifiée	0,7472	Vérifiée
	Bresse modifié			0,162	162,19	200	163,6	0,40	1,34	Vérifiée	0,7636	Vérifiée
	Munier			0,120	120,50	160	130,8	0,62	1,27	Vérifiée	0,7308	Vérifiée
	Bedjaoui et Achour			0,116	115,93	160	130,8	0,62	1,27	Vérifiée	0,7308	Vérifiée
	Bonin			0,091	91,29	125	102,2	1,02	1,20	Vérifiée	0,7022	Non vérifiée
	Choix PEHD DN160 PN16											

Forage 2	Formule	Q (m3/h)	L(m)	Dth (m)	Dth (mm)	DN_ret (mm)	Dint_ret (mm)	U (m/s)	Vitesse GLS	Observation	Vitesse Flamant	Observation
C-RE	Bresse	40	96,47	0,158	158,11	200	163,6	0,53	1,34	Vérifiée	0,7636	Vérifiée
	Bresse modifié			0,179	178,52	225	184	0,42	1,39	Vérifiée	0,784	Vérifiée
	Munier			0,139	139,14	180	147,2	0,65	1,31	Vérifiée	0,7472	Vérifiée
	Bedjaoui et Achour			0,134	133,87	180	147,2	0,65	1,31	Vérifiée	0,7472	Vérifiée
	Bonin			0,105	105,41	140	114,6	1,08	1,23	Vérifiée	0,7146	Non vérifiée
	Choix PEHD DN180 PN16											

- **Choix de la nature de la conduite de refoulement du forage [3] monté en parallèle jusqu'au Château.**

Forage 3	Formule	Q (m3/h)	L(m)	Dth (m)	Dth (mm)	DN_ret (mm)	Dint_ret (mm)	U (m/s)	Vitesse GLS	Observation	Vitesse Flamant	Observation
F3-B	Bresse	10	30,56	0,079	79,06	110	90	0,44	1,16	Vérifiée	0,69	Vérifiée
	Bresse modifié			0,112	112,46	140	114,6	0,27	1,23	Vérifiée	0,7146	Vérifiée
	Munier			0,070	69,57	90	73,6	0,65	1,10	Vérifiée	0,6736	Vérifiée
	Bedjaoui et Achour			0,067	66,93	90	73,6	0,65	1,10	Vérifiée	0,6736	Vérifiée
	Bonin			0,053	52,70	75	61,4	0,94	1,05	Vérifiée	0,6614	Non vérifiée
	Choix PEHD DN90 PN16											
Forage 3	**Formule**	Q (m3/h)	L(m)	Dth (m)	Dth (mm)	DN_ret (mm)	Dint_ret (mm)	U (m/s)	Vitesse GLS	Observation	Vitesse Flamant	Observation
B-C	Bresse	30	522,82	0,137	136,93	180	147,2	0,49	1,31	Vérifiée	0,7472	Vérifiée
	Bresse modifié			0,162	162,19	200	163,6	0,40	1,34	Vérifiée	0,7636	Vérifiée
	Munier			0,120	120,50	160	130,8	0,62	1,27	Vérifiée	0,7308	Vérifiée
	Bedjaoui et Achour			0,116	115,93	160	130,8	0,62	1,27	Vérifiée	0,7308	Vérifiée
	Bonin			0,091	91,29	125	102,2	1,02	1,20	Vérifiée	0,7022	Non vérifiée
	Choix PEHD DN160 PN16											

Forage 3	Formule	Q (m3/h)	L(m)	Dth (m)	Dth (mm)	DN_ret (mm)	Dint_ret (mm)	U (m/s)	Vitesse GLS	Observation	Vitesse Flamant	Observation
C-RE	Bresse	40	96,47	0,158	158,11	200	163,6	0,53	1,34	Vérifiée	0,7636	Vérifiée
	Bresse modifié			0,179	178,52	225	184	0,42	1,39	Vérifiée	0,784	Vérifiée
	Munier			0,139	139,14	180	147,2	0,65	1,31	Vérifiée	0,7472	Vérifiée
	Bedjaoui et Achour			0,134	133,87	180	147,2	0,65	1,31	Vérifiée	0,7472	Vérifiée
	Bonin			0,105	105,41	140	114,6	1,08	1,23	Vérifiée	0,7146	Non vérifiée
	Choix PEHD DN 180 PN16											

- **Choix de la nature de la conduite de refoulement du forage [4] monté en parallèle jusqu'au Château.**

Forage 4	Formule	Q (m3/h)	L(m)	Dth (m)	Dth (mm)	DN_ret (mm)	Dint_ret (mm)	U (m/s)	Vitesse GLS	Observation	Vitesse Flamant	Observation
F4-C	Bresse	10	159,6	0,079	79,06	110	90	0,44	1,16	Vérifiée	0,69	Vérifiée
	Bresse modifié			0,112	112,46	140	114,6	0,27	1,23	Vérifiée	0,7146	Vérifiée
	Munier			0,070	69,57	90	73,6	0,65	1,10	Vérifiée	0,6736	Vérifiée
	Bedjaoui et Achour			0,067	66,93	90	73,6	0,65	1,10	Vérifiée	0,6736	Vérifiée
	Bonin			0,053	52,70	75	61,4	0,94	1,05	Vérifiée	0,6614	Non vérifiée
	Choix PEHD DN90 PN16											

Forage 4	Formule	Q (m3/h)	L(m)	Dth (m)	Dth (mm)	DN_ret (mm)	Dint_ret (mm)	U (m/s)	Vitesse GLS	Observation	Vitesse Flamant	Observation
C-RE	Bresse	40	96,47	0,158	158,11	200	163,6	0,53	1,34	Vérifiée	0,7636	Vérifiée
	Bresse modifié			0,179	178,52	225	184	0,42	1,39	Vérifiée	0,784	Vérifiée
	Munier			0,139	139,14	180	147,2	0,65	1,31	Vérifiée	0,7472	Vérifiée
	Bedjaoui et Achour			0,134	133,87	180	147,2	0,65	1,31	Vérifiée	0,7472	Vérifiée
	Bonin			0,105	105,41	140	114,6	1,08	1,23	Vérifiée	0,7146	Non vérifiée
	Choix PEHD DN180 PN16											

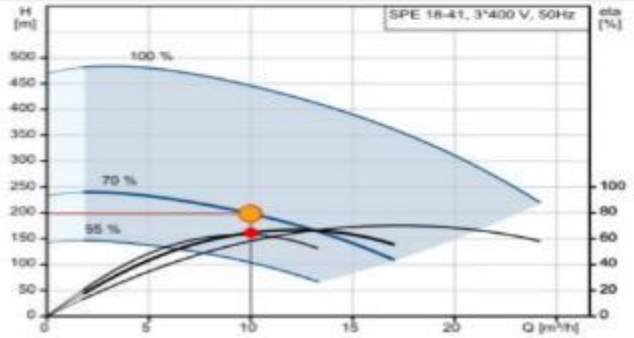
Annexe 5:Caractéristique du Forage 1 (SPE 18-41)

GRUNDFOS

Nom Société: NKAP CONSULTING
Créé par:
Téléphone:
Date: 25/05/2026

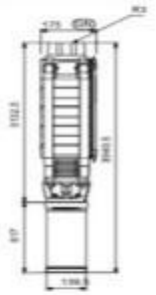
Projet: Forage1
Code Article:
Client:
Numéro Client:
Contact:

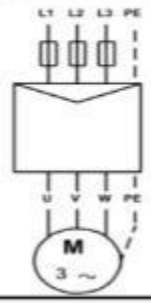
Description	Valeur
Information générale:	
Nom produit:	SPE 18-41
Code article:	92941000
Numéro EAN::	5715121882798
Prix:	EUR 20302
Technique:	
Vitesse de rotation pour les données de la pompe:	2112 mn-1
Débit calculé réel:	10 m³/h
Débit nominal:	18 m³/h
Point de fonctionnement réel de la pompe:	198.3 m
Hauteur nominale:	336 m
Etages:	41
Nombre de roues à diamètre réduit:	NONE
Garniture mécanique pour moteur:	SiC/SiC NBR
Certifications:	CE,EAC,UKCA,SEPRO,MOROCCO
Certifications pour l'eau potable:	ACS,DM174
Tolérance courbe:	ISO9906:2012 3B
Modèle:	A
Version moteur:	T60
Clapet anti-retour:	OUI
Matériaux:	
Pompe:	Stainless steel
	EN 1.4301
	AISI 304
Roue:	Acier inox.
	EN 1.4301
	AISI 304
Moteur:	Acier inoxydable
	EN 1.4301
	AISI 304
Installation:	
Pression ambiante maximale:	60 bar
Pression de sortie maximale autorisée:	47.4 bar
Type raccordement:	R
Taille du raccordement:	3 pouce
Diamètre motor:	6 pouce
Diamètre de forage minimum:	190 mm
Liquide:	
Liquide pompé:	Eau
Plage température liquide:	-15 .. 60 °C
T° max. liquide à 0,15 m/sec:	60 °C
Donnée électrique:	
Type moteur:	PM
Conception de la bride moteur:	Grundfos
Puissance nominale - P2:	26 kW
Puissance (P2) requise par pompe:	26 kW
Fréquence d'alimentation:	50 Hz
Tension nominale:	3 x 350-440 V
Fréquence moteur:	100 Hz
Intensité nominale:	54 A



Q = 10 m³/h
Ea = 0.8349 kWh/m³
Liquide pompé = Eau
Masse volumique = 998.2 kg/m³
Eta pompe+moteur+convertisseur de fréquence = 64.6 %
H = 198.3 m
n = 71 % / 2112 mn-1
Eta pompe = 75.6 %







6

Annexe 6: Caractéristique du Forage 2 (SPE 18-41)

GRUNDFOS

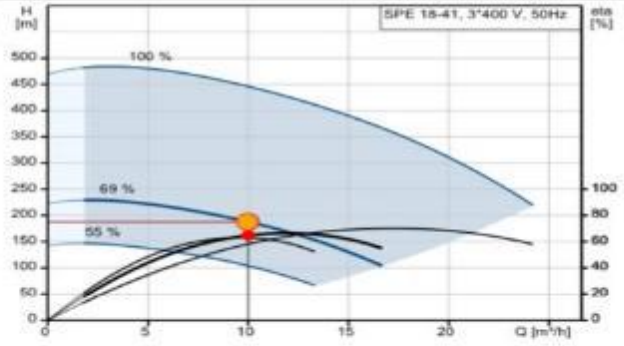
Nom Société: NKAP CONSULTING
Créé par:
Téléphone:

Date: 26/05/2026

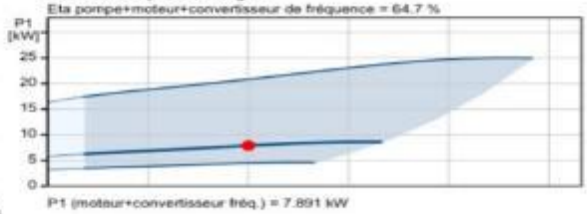
Projet: Forage2
Code Article:

Client:
Numéro Client:
Contact:

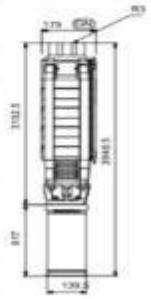
Description	Valeur
Information générale:	
Nom produit:	SPE 18-41
Code article:	92941000
Numéro EAN::	5715121882798
Prix:	EUR 20302
Technique:	
Vitesse de rotation pour les données de la pompe:	2065 mn-1
Débit calculé réel:	10 m³/h
Débit nominal:	18 m³/h
Point de fonctionnement réel de la pompe:	187.7 m
Hauteur nominale:	336 m
Etages:	41
Nombre de roues à diamètre réduit:	NONE
Garniture mécanique pour moteur:	SiC/SiC NBR
Certifications:	CE,EAC,UKCA,SEPRO,MOROCCO
Certifications pour l'eau potable:	ACS,DM174
Tolérance courbe:	ISO9906:2012 3B
Modèle:	A
Version moteur:	T60
Clapet anti-retour:	OUI
Matériaux:	
Pompe:	Stainless steel
	EN 1.4301
	AISI 304
Roue:	Acier inox.
	EN 1.4301
	AISI 304
Moteur:	Acier inoxydable
	EN 1.4301
	AISI 304
Installation:	
Pression ambiante maximale:	60 bar
Pression de sortie maximale autorisée:	47.4 bar
Type raccordement:	R
Taille du raccordement:	3 pouce
Diamètre motor:	6 pouce
Diamètre de forage minimum:	190 mm
Liquide:	
Liquide pompé:	Eau
Plage température liquide:	-15 .. 60 °C
T° max. liquide à 0,15 m/sec:	60 °C
Donnée électrique:	
Type moteur:	PM
Conception de la bride moteur:	Grundfos
Puissance nominale - P2:	26 kW
Puissance (P2) requise par pompe:	26 kW
Fréquence d'alimentation:	50 Hz
Tension nominale:	3 x 350-440 V
Fréquence moteur:	100 Hz
Intensité nominale:	54 A

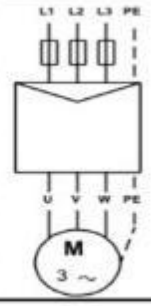


Q = 10 m³/h
Es = 0.7891 kWh/m³
Liquide pompé = Eau
Masse volumique = 998.2 kg/m³
Eta pompe+moteur+convertisseur de fréquence = 64.7 %
H = 187.7 m
n = 69 % / 2065 mn-1
Eta pompe = 76 %



P1 (moteur+convertisseur fréq.) = 7.891 kW





3

Annexe 7:Caractéristique du Forage 3(SPE 18-29)

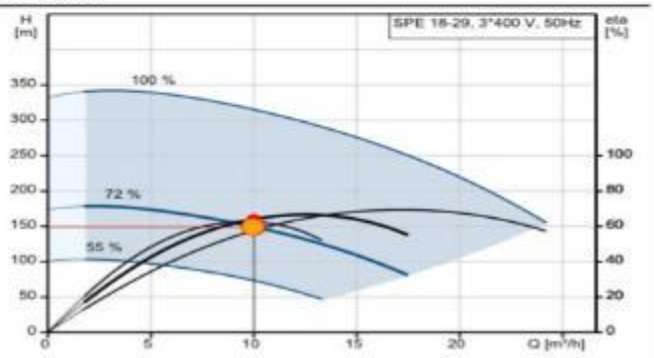
GRUNDFOS

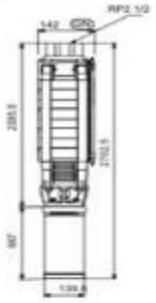
Nom Société: NKAP CONSULTING
Créé par:
Téléphone:
Date: 26/05/2026

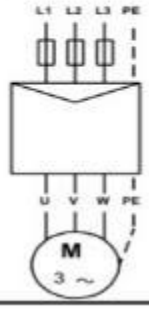
Projet: Forage3
Code Article:

Client:
Numéro Client:
Contact:

Description	Valeur
Information générale:	
Nom produit:	SPE 18-29
Code article:	92940988
Numéro EAN::	5715121882750
Prix:	EUR 14445
Technique:	
Vitesse de rotation pour les données de la pompe:	2168 mn-1
Débit calculé réel:	10 m³/h
Débit nominal:	18 m³/h
Point de fonctionnement réel de la pompe:	149.3 m
Hauteur nominale:	237 m
Etages:	29
Nombre de roues à diamètre réduit:	NONE
Garniture mécanique pour moteur:	SiC/SiC NBR
Certifications:	CE,EAC,UKCA,SEPRO,MOROCCO
Certifications pour l'eau potable:	ACS,DM174
Tolérance courbe:	ISO9906:2012 3B
Modèle:	A
Version moteur:	T60
Clapet anti-retour:	OUI
Matériaux:	
Pompe:	Stainless steel
	EN 1.4301
	AISI 304
Roue:	Acier inox.
	EN 1.4301
	AISI 304
Moteur:	Acier inoxydable
	EN 1.4301
	AISI 304
Installation:	
Pression ambiante maximale:	60 bar
Pression de sortie maximale autorisée:	33.6 bar
Type raccordement:	Rp
Taille du raccordement:	2 1/2 pouce
Diamètre motor:	6 pouce
Diamètre de forage minimum:	145 mm
Liquide:	
Liquide pompé:	Eau
Plage température liquide:	-15 .. 60 °C
T° max. liquide à 0,15 m/sec:	60 °C
Donnée électrique:	
Type moteur:	PM
Conception de la bride moteur:	Grundfos
Puissance nominale - P2:	18.5 kW
Puissance (P2) requise par pompe:	18.5 kW
Fréquence d'alimentation:	50 Hz
Tension nominale:	3 x 350-440 V
Fréquence moteur:	100 Hz
Intensité nominale:	40.6 A







6

Annexe 8:Caractéristique du Forage 4 (SPE 18-35)

GRUNDFOS

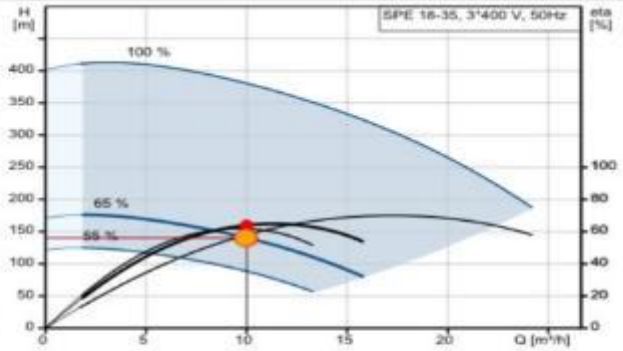
Nom Société: NKAP CONSULTING
Créé par:
Téléphone:

Date: 26/05/2026

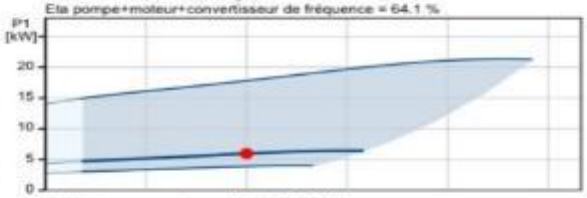
Projet: Forage4
Code Article:

Client:
Numéro Client:
Contact:

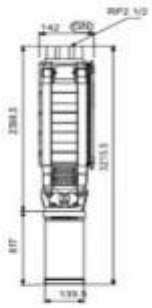
Description	Valeur
Information générale:	
Nom produit:	SPE 18-35
Code article:	92940989
Numéro EAN::	5715121882774
Prix:	EUR 17769
Technique:	
Vitesse de rotation pour les données de la pompe:	1960 mn-1
Débit calculé réel:	10 m³/h
Débit nominal:	18 m³/h
Point de fonctionnement réel de la pompe:	140.5 m
Hauteur nominale:	287 m
Etages:	35
Nombre de roues à diamètre réduit:	NONE
Garniture mécanique pour moteur:	SiC/SiC NBR
Certifications:	CE,EAC,UKCA,SEPRO,MOROCCO
Certifications pour l'eau potable:	ACS,DM174
Tolérance courbe:	ISO9906:2012 3B
Modèle:	A
Version moteur:	T60
Clapet anti-retour:	OUI
Matériaux:	
Pompe:	Stainless steel
	EN 1.4301
	AISI 304
Roue:	Acier inox.
	EN 1.4301
	AISI 304
Moteur:	Acier inoxydable
	EN 1.4301
	AISI 304
Installation:	
Pression ambiante maximale:	60 bar
Pression de sortie maximale autorisée:	40.5 bar
Type raccordement:	Rp
Taille du raccordement:	2 1/2 pouce
Diamètre motor:	6 pouce
Diamètre de forage minimum:	145 mm
Liquide:	
Liquide pompé:	Eau
Plage température liquide:	-15 .. 60 °C
T° max. liquide à 0,15 m/sec:	60 °C
Donnée électrique:	
Type moteur:	PM
Conception de la bride moteur:	Grundfos
Puissance nominale - P2:	22 kW
Puissance (P2) requise par pompe:	22 kW
Fréquence d'alimentation:	50 Hz
Tension nominale:	3 x 350-440 V
Fréquence moteur:	100 Hz
Intensité nominale:	46.2 A

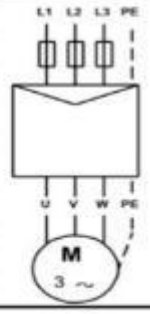


Q = 10 m³/h
Es = 0.5965 kWh/m³
Liquide pompé = Eau
Masse volumique = 998.2 kg/m³
Eta pompe+moteur+convertisseur de fréquence = 64.1 %
H = 140.5 m
n = 66 % / 1960 mn-1
Eta pompe = 76.8 %



P1 (moteur+convertisseur fréq.) = 5.965 kW





6

Annexe 9:Valeurs des comparaisons des vitesses

ID Arc	État des Arcs du Réseau		
	Epanet		Approche ingénieure
	Vitesse		
	m/s		
Tuyau TRE-1	0,83	Tuyau TRE-1	0,83
T1-2	0,84	T1-2	0,84
T1-5	0,9	T1-5	0,91
T2-3	0,65	T2-3	0,66
T2-6	0,68	T2-6	0,75
T3-4	0,41	T3-4	0,44
T3-8	0,67	T3-8	0,73
T5-7	0,9	T5-7	0,90
T7-9	0,84	T7-9	0,84
T7-11	0,85	T7-11	0,86
T11-12	0,8	T11-12	0,87
T11-13	0,61	T11-13	0,62
T13-14	0,75	T13-14	0,83
T13-15	0,23	T13-15	0,25
T9-10	0,75	T9-10	0,82
T9-16	0,63	T9-16	0,64
T16-17	0,34	T16-17	0,38
T16-18	0,7	T16-18	0,77
T5-19	1,17	T5-19	0,92
T19-20	0,47	T19-20	0,47
T20-21	0,74	T20-21	0,75

T21-22	0,15	T21-22	0,16
T21-23	0,52	T21-23	0,53
T23-24	0,37	T23-24	0,42
T23-25	1,12	T23-25	0,91
T25-26	0,36	T25-26	0,40
T20-27	0,71	T20-27	0,71
T27-28	0,4	T27-28	0,41
T28-29	0,28	T28-29	0,30
T28-30	0,23	T28-30	0,26
T27-31	0,77	T27-31	0,77
T31-32	0,37	T31-32	0,37
T32-33	0,16	T32-33	0,18
T32-34	0,44	T32-34	0,48
T31-35	1	T31-35	1,01
T35-36	0,83	T35-36	0,91
T35-37	0,38	T35-37	0,39
T37-38	0,58	T37-38	0,64
T19-39	0,45	T19-39	0,45
T39-40	0,24	T39-40	0,27
T39-41	1,53	T39-41	0,92
T41-42	0,74	T41-42	0,74
T42-43	0,37	T42-43	0,41
T42-44	0,88	T42-44	0,88
T44-45	0,7	T44-45	0,77

T44-46	0,83	T44-46	0,83
T46-47	0,36	T46-47	0,40
T46-48	0,59	T46-48	0,59
T48-49	0,75	T48-49	0,77
T49-50	0,21	T49-50	0,23
T48-51	0,91	T48-51	0,92
T51-52	0,34	T51-52	0,37
T41-53	0,85	T41-53	0,86
T53-54	0,23	T53-54	0,24
T53-55	1,01	T53-55	1,02
T55-56	0,91	T55-56	0,92
T56-57	0,58	T56-57	0,65
T56-58	0,49	T56-58	0,50
T58-59	0,32	T58-59	0,34
T59-60	0,44	T59-60	0,48

Annexe 10: Valeurs des comparaisons des Pressions

ID Nœud	État des Nœuds du Réseau			
	Epanet		Approche ingénieure	
	Pression			
	m			
Nœud 1	26,48		Nœud 1	26,32
Nœud 2	24,04		Nœud 2	23,76
Nœud 3	39,52		Nœud 3	39,23
Nœud 4	20,82		Nœud 4	20,40
Nœud 5	26,36		Nœud 5	24,61
Nœud 6	21		Nœud 6	20,25
Nœud 7	32,06		Nœud 7	30,22
Nœud 8	32,48		Nœud 8	31,98
Nœud 9	28,3		Nœud 9	27,68
Nœud 10	28,91		Nœud 10	28,27
Nœud 11	25,96		Nœud 11	23,08
Nœud 12	32,8		Nœud 12	32,00
Nœud 13	27,84		Nœud 13	24,93
Nœud 14	31,25		Nœud 14	30,39
Nœud 15	12,52		Nœud 15	10,00
Nœud 16	26,25		Nœud 16	25,50
Nœud 17	21,07		Nœud 17	20,05
Nœud 18	21,84		Nœud 18	19,30
Nœud 19	38,25		Nœud 19	39,16
Nœud 20	26,61		Nœud 20	26,63

Nœud 21	23,94	Nœud 21	23,80
Nœud 22	26,67	Nœud 22	26,50
Nœud 23	22,29	Nœud 23	22,09
Nœud 24	24,09	Nœud 24	23,57
Nœud 25	17,25	Nœud 25	18,28
Nœud 26	20,06	Nœud 26	20,79
Nœud 27	27,94	Nœud 27	27,93
Nœud 28	25,54	Nœud 28	25,41
Nœud 29	31,02	Nœud 29	30,77
Nœud 30	28,98	Nœud 30	28,76
Nœud 31	25,75	Nœud 31	25,72
Nœud 32	27,39	Nœud 32	27,32
Nœud 33	25,39	Nœud 33	25,30
Nœud 34	20,76	Nœud 34	21,24
Nœud 35	28,24	Nœud 35	27,86
Nœud 36	18,72	Nœud 36	15,76
Nœud 37	31,78	Nœud 37	31,35
Nœud 38	26,9	Nœud 38	25,49
Nœud 39	38,14	Nœud 39	38,38
Nœud 40	37,23	Nœud 40	37,39
Nœud 41	37,83	Nœud 41	38,32
Nœud 42	33,96	Nœud 42	34,41
Nœud 43	33,86	Nœud 43	34,02
Nœud 44	43,75	Nœud 44	34,36

Nœud 45	29,9	Nœud 45	28,71
Nœud 46	33,56	Nœud 46	33,91
Nœud 47	31,08	Nœud 47	31,14
Nœud 48	32,42	Nœud 48	32,75
Nœud 49	34,23	Nœud 49	34,12
Nœud 50	33,73	Nœud 50	33,57
Nœud 51	30,29	Nœud 51	30,26
Nœud 52	26,13	Nœud 52	25,91
Nœud 53	37,63	Nœud 53	31,94
Nœud 54	37,38	Nœud 54	31,63
Nœud 55	37,43	Nœud 55	31,61
Nœud 56	34,28	Nœud 56	28,31
Nœud 57	29,46	Nœud 57	22,43
Nœud 58	34,72	Nœud 58	24,20
Nœud 59	33,27	Nœud 59	22,70
Nœud 60	36,34	Nœud 60	25,33

Annexe 11: Devis

DEVIS ESTIMATIF DES TRAVAUX D'ADDUCTION D'EAU POTABLE (AEP)

N°	DESIGNATION DES TRAVAUX	UNITE	QTE	PRIX UNITAIRE (FCFA)	MONTANT TOTAL (FCFA)
I - PARTIE I : FRAIS GENERAUX					
1.1	Installation et repli de chantier	Forfait	1	7 500 000	7 500 000
1.2	Implantation, dossier d'exécution et plan de recollement	Forfait	1	4 000 000	4 000 000
1.3	Panneau d'identification du site de dimension 100*120 fixé sur support IPN 100	Forfait	1	200 000	200 000
				SOUS-TOTAL I : FRAIS GENERAUX	**11 700 000**
II - PARTIE II : OUVRAGE DE CAPTAGE ET EQUIPEMENT D'EXHAURE (4 FORAGES)					
2.1	Développement à l'air lift (4h/forage), essais de débit (méthode CIEH) et pompage longue durée (72h) pour 4 forages	Forfait	4	350 000	1 400 000
2.2	Analyse physico-chimique et bactériologique de l'eau (4 forages)	Forfait	4	180 000	720 000
2.3	Fourniture et pose de colonne montante en PEHD pour les 4 forages	m	200	4 000	800 000
2.4	Fourniture, pose et raccordement de câble électrique U1000 R02V 4x10 mm² sous PVC pour abri tête (4 forages)	m	200	3 000	600 000
2.5	Fourniture, pose et raccordement de câble électrique à immersion permanente 4x4 mm² pour électropompes (4 forages)	m	200	3 000	600 000
2.6	Câble électrique U1000 R02V 2x1 mm² pour asservissement surpression (4 forages)	m	200	2 500	500 000
2.7	Câbles d'électrode de niveau à immersion permanente 2x1.5 mm² (4 forages)	m	200	2 500	500 000

2.8	Raccordement étanche IP 56 équipé de bornier de raccordement	Unité	4	50 000	200 000
2.9	Coffret étanche équipé de bornes de jonction pour câbles dans l'abri de la tête de forage	Unité	4	50 000	200 000
2.10	Sonde de détection de niveau trop-plein (flotteur électrique/mécanique ou pressostat)	Ensemble	4	50 000	200 000
2.11	Fourniture et installation d'électropompe immergée SPE 18-41 (Pompes 1 et 2)	Unité	2	3 200 000	6 400 000
2.12	Fourniture et installation d'électropompe immergée SPE 18-29 (Pompe 3)	Unité	1	2 800 000	2 800 000
2.13	Fourniture et installation d'électropompe immergée SPE 18-35 (Pompe 4)	Unité	1	3 000 000	3 000 000
	SOUS-TOTAL II : OUVRAGE DE CAPTAGE ET EQUIPEMENT D'EXHAURE				**17 920 000**
III - PARTIE III : RESEAU DE REFOULEMENT					
3.1	Fouilles en tranchée Déblai / Remblai pour conduite de refoulement	ml	5 099	1 500	7 648 500
3.2	Fourniture et pose de tuyau PEHD DN 90 PN 16 (y compris pièces et accessoires)	ml	1 868	8 000	14 944 000
3.3	Fourniture et pose de tuyau PEHD DN 125 PN 16 (y compris pièces et accessoires)	ml	1 756	10 000	17 560 000
3.4	Fourniture et pose de tuyau PEHD DN 160 PN 16 (y compris pièces et accessoires)	ml	800	14 000	11 200 000
3.5	Fourniture et pose de tuyau PEHD DN 180 PN 16 (y compris pièces et accessoires)	ml	675	16 000	10 800 000
3.6	Grillage avertisseur 50 cm pour réseau de refoulement	ml	5 099	150	764 850
3.7	Bouche à clé bétonnée	Unité	4	16 500	66 000
3.8	Boulons acier 16 X 80	Unité	16	1 500	24 000
3.9	Essai de pression du réseau de refoulement	ml	5 099	200	1 019 800
3.10	Désinfection et rinçage des conduites de refoulement	Ensemble	1	500 000	500 000
3.11	Fourniture et pose de ventouse sur conduite de refoulement	Unité	4	100 000	400 000

3.12	Fourniture et pose de vidange sur conduite de refoulement	Unité	4	100 000	400 000
				SOUS-TOTAL III : RESEAU DE REFOULEMENT	**65 327 150**
IV - PARTIE IV : RESEAU DE DISTRIBUTION					
4.1	Fouilles en tranchée Déblai / Remblai pour réseau de distribution	ml	59 489,12	1 500	89 233 680
4.2	Fourniture et pose de tuyau PEHD DN 32 PN 10 (Di 28 mm)	ml	17 107,47	2 500	42 768 675
4.3	Fourniture et pose de tuyau PEHD DN 63 PN 10 (Di 55,4 mm)	ml	17 097,53	4 000	68 390 120
4.4	Fourniture et pose de tuyau PEHD DN 75 PN 10 (Di 66 mm)	ml	16 932,41	5 500	93 128 255
4.5	Fourniture et pose de tuyau PEHD DN 90 PN 10 (Di 79,2 mm)	ml	8 115,96	7 000	56 811 720
4.6	Fourniture et pose de tuyau PEHD DN 110 PN 10 (Di 96,8 mm)	ml	14 737,21	8 500	125 266 285
4.7	Fourniture et pose de tuyau PEHD DN 160 PN 10 (Di 141 mm)	ml	314,50	12 500	3 931 250
4.8	Fourniture et pose de tuyau PEHD DN 200 PN 10 (Di 176,2 mm)	ml	337,79	15 000	5 066 850
4.9	Fourniture et pose de tuyau PEHD DN 225 PN 10 (Di 198,2 mm)	ml	196,16	18 000	3 530 880
4.10	Grillage avertisseur 50 cm pour réseau de distribution	ml	59 489,12	150	8 923 368
4.11	Désinfection et rinçage du réseau de distribution	Ensemble	1	500 000	500 000
				SOUS-TOTAL IV : RESEAU DE DISTRIBUTION	**497 551 083**
V - PARTIE V : PIECES SPECIALES ET ACCESSOIRES EN FONTE ET PEHD					
5.1	Adaptateur à bride F/PEHD DN 63	Unité	22	15 000	330 000
5.2	Adaptateur à bride F/PEHD DN 90	Unité	6	25 000	150 000
5.3	Adaptateur à bride F/PEHD DN 125	Unité	30	33 500	1 005 000

5.4	Adaptateur à bride F/PEHD DN 180	Unité	8	90 300	722 400
5.5	Adaptateur à bride F/PEHD DN 280	Unité	1	130 000	130 000
5.6	Coude fonte 90° à brides DN 100	Unité	2	37 623	75 246
5.7	Coude fonte 90° à brides DN 140	Unité	1	65 798	65 798
5.8	Coude fonte 90° à brides DN 60	Unité	1	15 732	15 732
5.9	Coude fonte 45° à brides DN 60	Unité	1	18 446	18 446
5.10	Coude fonte 45° à brides DN 140	Unité	1	211 202	211 202
5.11	Té égal à brides 125/125/125	Unité	10	60 000	600 000
5.12	Té égal à brides 63/63/63	Unité	3	40 000	120 000
5.13	Té égal à brides 280/280/280	Unité	1	70 000	70 000
5.14	Robinet-vanne DN 63	Unité	13	84 816	1 102 608
5.15	Robinet-vanne DN 125	Unité	12	140 000	1 680 000
5.16	Robinet-vanne DN 180	Unité	3	202 661	607 983
5.17	Robinet-vanne DN 280	Unité	1	286 616	286 616
5.18	Clapet anti-retour sur conduite DN 90	Unité	1	23 450	23 450
5.19	Autres équipements (ventouses, cônes réducteurs, joints, manomètres, etc.)	Forfait	1	3 500 000	3 500 000
	SOUS-TOTAL V : PIECES SPECIALES ET ACCESSOIRES EN FONTE ET PEHD				**10 714 481**
VI - PARTIE VI : OUVRAGES ANNEXES ET BRANCHEMENTS PRIVIES (BP)					
6.1	Aménagement de terrain, mur de clôture (25m×25m) des locaux d'exploitation	Unité	1	3 000 000	3 000 000

6.2	Construction du bureau / magasin	Unité	1	1 250 000	1 250 000
6.3	Construction de latrine VIP 1 poste + douche	Ensemble	1	1 200 000	1 200 000
6.4	Construction du local gardiennage	Unité	4	1 100 000	4 400 000
6.5	Branchements particuliers (BP) situés à moins de 50 m du réseau	Unité	1 114	285 000	317 490 000
6.6	Construction de regards pour nœuds du réseau	Unité	10	1 000 000	10 000 000
	SOUS-TOTAL VI : OUVRAGES ANNEXES ET BRANCHEMENTS PRIVIES				**337 340 000**
VII - PARTIE VII : RESERVOIR DE STOCKAGE					
7.1	Études géotechniques du sol d'assise	Forfait	1	300 000	300 000
7.2	Château d'eau en béton armé de 1000 m³ avec tuyauteries, échelles, vidange et accessoires	Unité	1	80 000 000	80 000 000
7.3	Regard au pied du château (by-pass) et équipement complet (vannes, compteurs, clapets)	Unité	1	400 000	400 000
7.4	Robinet flotteur pour détection trop-plein du château	Ensemble	1	215 000	215 000
	SOUS-TOTAL VII : RESERVOIR DE STOCKAGE				**80 915 000**
VIII - PARTIE VIII : TRAITEMENT DE L'EAU					
8.1	Installation d'une pompe doseuse avec accessoires d'injection sur refoulement	Unité	1	2 500 000	2 500 000
8.2	Fourniture et pose d'un agitateur de 0,75 kW	Unité	1	750 000	750 000
8.3	Fourniture et pose de bac d'injection de 400 litres au pied du château	Unité	1	300 000	300 000
	SOUS-TOTAL VIII : TRAITEMENT DE L'EAU				**3 550 000**
IX - PARTIE IX : SOURCES D'ENERGIE (GROUPES ELECTROGENES)					
9.1	Groupe électrogène insonorisé de 123,4 kVA complet avec coffret de commande et sécurités	Unité	2	14 500 000	29 000 000

9.2	Groupe électrogène insonorisé de 100,8 kVA complet avec coffret de commande et sécurités	Unité	1	12 800 000	12 800 000
9.3	Groupe électrogène insonorisé de 91,4 kVA complet avec coffret de commande et sécurités	Unité	1	11 500 000	11 500 000
9.4	Génie civil, abris ventilés et dalles d'assise BA avec plots anti-vibratiles (pour les 4 groupes)	Forfait	4	850 000	3 400 000
9.5	Cuves à carburant extérieures double paroi de 1 000 L avec pompe de transfert et jauge	Unité	4	750 000	3 000 000
9.6	Câble armé de puissance U-1000 RO2V 4x35 mm² sous fourreau PVC entre groupes et armoires	ml	120	12 500	1 500 000
9.7	Réseau de mise à la terre des groupes (piquets cuivrés, câblette 29 mm², barrettes)	Ensemble	4	150 000	600 000
9.8	Parafoudre AC triphasé (40 kA, 230/400V) pour protection des équipements contre les surtensions	Unité	4	85 000	340 000
				SOUS-TOTAL IX : SOURCES D'ENERGIE	**62 140 000**
X - PARTIE X : FORMATION, SUIVI ET ENTRETIEN					
10.1	Formation des responsables d'exploitation et suivi pendant la période de garantie	Forfait	1	2 000 000	2 000 000
				SOUS-TOTAL X : FORMATION, SUIVI ET ENTRETIEN	**2 000 000**

TOTAL HORS TAXES (HT)	**1 089 157 714**
TVA (18%)	**196 048 389**
TOTAL TOUTES TAXES COMPRISES (TTC)	**1 285 206 103**

Annexe 12:Dotations et charge d'exploitation

Dotations aux amortissements	Désignation	Durée de vie (ans)	Investissement(CFA)	Annuité(CFA/an)
	Pompe	5	12 275 000	2455000
	Groupe électrogène	10	10 700 000	1070000
	Système photovoltaïque	5	9 610 000	1922000
	Château d'eau	30	80 000 000	2666666,667
	Amortissement total			8113666,667
	Amortissement total sur 15 ans			121705000
	Salaire du personnel			
Charge d'exploitation	Désignation	Personnelle	Salaire mensuel (CFA)	Montant annuel (CFA)
	chef de centre	1	50000	600000
	fontainier	10	50000	6000000
	maintencier	2	50000	1200000
	gardien	2	50000	1200000
	charge du personnel			9000000
	charge annuelle de fonctionnement			
	Désignation fréquence		durée/ans	Montant annuel
	entretien du groupe	4mois	4	200000
	maintenances	1mois	12	180000
	carburant(h/an)	12,8	4672	3504000
	CIE	13 h		27046500
	chlore (kg/jr)	1	365	6570000
	charge de fonctionnement annuel			37500500

Annexe 13:Impacts positif du projet

- Impacts positifs avant-projet

Phase du projet	Activité source d'impact	Milieu affecté	Impacts négatifs	Evaluation			
				Intensité	Portée	Durée	Importance
Phase d'avant-projet	Coopération de la population	Social	Intégration de communauté locale avant le début du projet.	Forte	Locale	Longue	Moyenne
	Tracé du réseau	Environnement	Identification et préservation des zones sensibles	Moyenne	Locale	Longue	Modérée
	Étude hydrologique du milieu	Eau	Identification et protection des ressources en eau avant le démarrage des activités	Forte	Locale	Moyenne	Majeur

➢ Impact positif pendant la phase d'installation

Phase du projet	Activité source d'impact	Milieu affecté	Impacts positifs	Evaluation			
				Intensité	Portée	Durée	Importance
Phase d'installation construction	Présence des employés et du chantier	Économie	Création de l'emploi local et stimulation de l'économie locale grâce aux salaires versés aux employés et aux manœuvres.	Moyenne	Ponctuelle	Courte	Moyenne
		Commerce	Amélioration des revenus des commerçantes locales grâce à l'augmentation de la demande générée par la présence des employés sur le chantier.	Moyenne	Ponctuelle	Courte	Moyenne
	Approvisionnement en matériaux locaux	Économie	Appui à l'économie locale.	Moyenne	Locale	Moyenne	Moyenne

➢ Impacts positifs pendant la phase d'exploitation

Phase du projet	Activité source d'impact	Milieu affecté	Impacts positifs	Evaluation			
				Intensité	Portée	Durée	Importance
Phase d'exploitation/ maintenance	Recrutement des personnels	Population	Création d'emplois et amélioration des revenus et des conditions de vie des agents recrutés.	Moyenne	Locale	Longue	Moyenne
	Réalisation de l'SMV	Population	Amélioration de la qualité de l'eau pour les ménages.	Forte	Locale	Longue	Majeure
		Santé	Amélioration des conditions sanitaires.	Forte	Locale	Longue	Majeure
	Réhabilitation	Emploi	Création de marchés pour les entreprises de construction, les bureaux d'études et les contrôleurs techniques.	Moyenne	Locale	Moyenne	Moyenne

Annexe 14: Impacts négatifs du projet

➢ Impacts négatifs pendant la phase du projet

	Activité source d'impact	Milieu affecté	Impacts négatifs	Evaluation			
				Intensité	Portée	Durée	Importance
Phase du projet	Travaux de terrassement, déversement des huiles, circulation des engins	Sol	Contamination du sol due aux déversements accidentels des produits chimiques provenant des engins.	Faible	Ponctuelle	Moyenne	Mineure
		Air	Création de poussière et de gaz contaminant l'air due au passage répété d'engins sur le site.	Moyenne	Ponctuelle	Courte	Mineure
		Eau	Contamination des points de collète d'eau due au ruissellement des hydrocarbures.	Faible	Ponctuelle	Courte	Mineure
		Traffic	Perturbation de la circulation routière dans la zone d'intervention.	Faible	Ponctuelle	Courte	Mineure
		Sécurité	Risque d'accidents de travail lors de la manipulation des équipements.	Moyenne	Ponctuelle	Moyenne	Moyenne

➢ Impacts négatifs pendant la phase d'exploitation et de maintenance du projet

Phase du projet	Activité source d'impact	Milieu affecté	Impacts négatifs	Evaluation			
				Intensité	Portée	Durée	Importance
Phase d'exploitation/ maintenance	Présence et exploitation des installations	Sol	Risque de contamination du sol par les déversements d'hydrocarbures ou d'autres polluants provenant des appareils électromécaniques.	Faible	Ponctuelle	Courte	**Mineure**
		Santé	Maladies hydriques dues au développement des algues, des moustiques et des autres pathogènes des eaux.	Moyenne	Ponctuelle	Moyenne	**Moyenne**
	Fonctionnement du système (SMV)	Sol, air et eau	Contamination du sol, de l'air et de l'eau par les déchets solides générés par la mise en œuvre des services administratifs.	Forte	Ponctuelle	Moyenne	**Majeure**
	Réhabilitation ou développement des infrastructures des sites	Santé	Risques sanitaires et environnementaux liés à la production des déchets solides, liquides et gazeux pendant la démolition ou la réhabilitation du lieu.	Moyenne	Ponctuelle	Courte	**Mineure**

Annexe 15:Mesures d'atténuation des impacts négatifs

Phase du projet	Activité source d'impact	Milieu affecté	Impacts négatifs	Mesures d'atténuation
Phase d'installation/ construction	Acquisition du site, installation du chantier, recrutement des personnels	Social	Risques de conflits sociaux en lien avec l'occupation de terrains privés et le non-recrutement des personnes locales.	**Consultation de la mairie et des autorités coutumières avant tout démarrage des travaux pour sa validation et du choix du site.**
	Travaux de terrassement	Sol	Pollution du sol et dégradation du sol par les engins.	**Mettre en place une équipe d'entretien du sol.**
		Eau	Risque de pollution des eaux souterraines et de surface.	**Identifier les points d'eau sensibles à proximité dans l'optique de mettre en œuvre des outils de protection favorisant la lutte contre l'écoulement des polluants vers les sources d'eau.**
		Traffic	Perturbation de la circulation routière dans la zone.	**Planifier la circulation des engins pendant les travaux.**

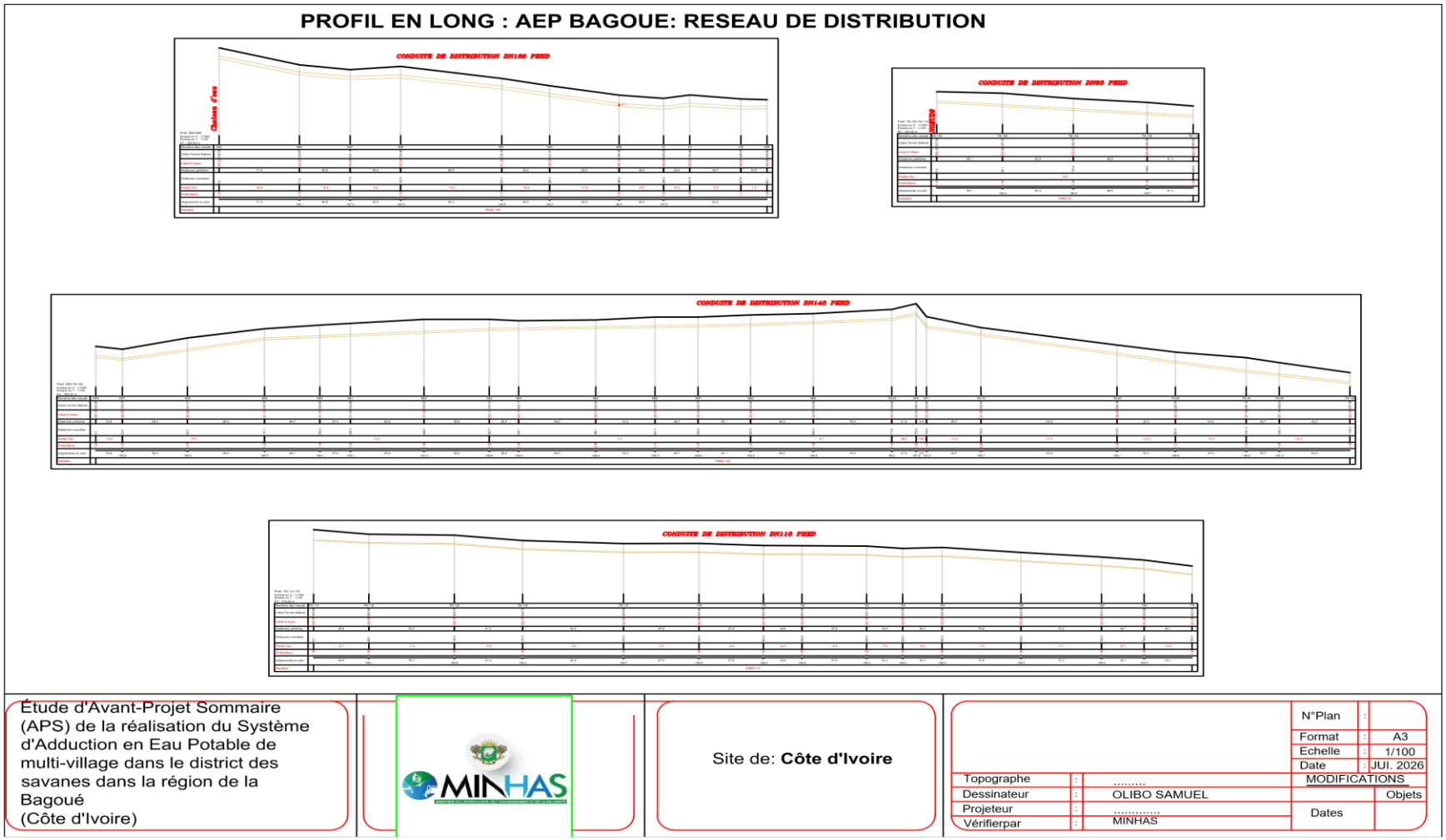
	Réalisation de la maçonnerie	Eau	Perte d'eau dans les retenues d'eau de la commune.	**Élaborer un plan de ravitaillement en eau sur le site, obliger une réglementation vis-à-vis de l'utilisation de l'eau.**

➢ Mesures d'atténuation de la phase d'exploitation et de maintenance

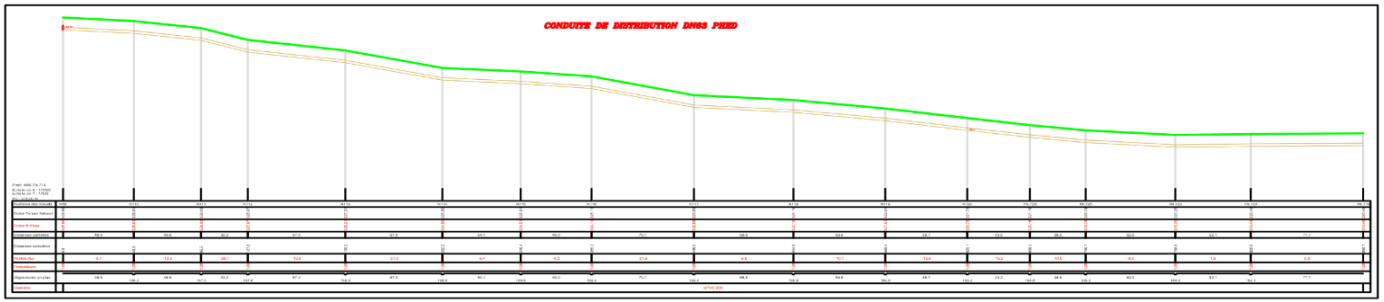
Phase du projet	Activité source d'impact	Milieu affecté	Impacts négatifs	Mesures d'atténuation
Phase d'exploitation/ maintenance	Présence et exploitation des installations	Sol	Contamination du sol par les déversements d'hydrocarbures ou d'autres polluants provenant des appareils électromécaniques.	**Installer des bacs de rétention, déléguer la collecte et l'élimination des huiles usagées aux entreprises qualifiées.**
		Santé	Maladies hydriques du au développement des algues, des moustiques.	**Assurer l'entretien des équipements.**
	Fonctionnement du système	Sol, air et eau	Pollution du sol, de l'air et de l'eau par les déchets solides, générés par la mise en œuvre des services administratifs.	**Installer des filtres de fumée sur les appareils électromécaniques** **Prioriser l'utilisation de l'énergie propre** **Mettre en place un système de récupération de déchets solides.**

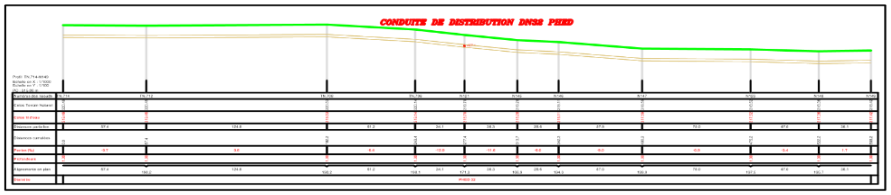
	Gestion des déchets et eaux usées	Eau	Risque de pollution des eaux souterraines par les hydrocarbures. Pollution des eaux par l'entraînement d'hydrocarbures lors des inondations.	**Mettre en place un protocole de gestion des hydrocarbures, Récupérer les déchets hydrocarbures après l'utilisation.**

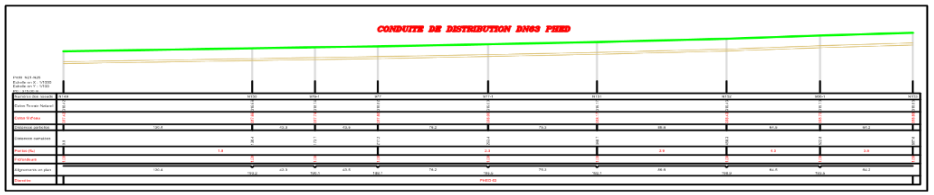
Annexe 16 : Profil en long

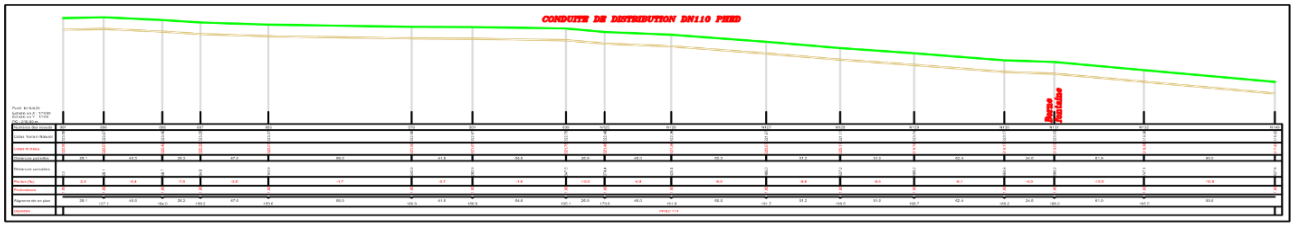


PROFIL EN LONG : AEP BAGOUE: RESEAU DE DISTRIBUTION



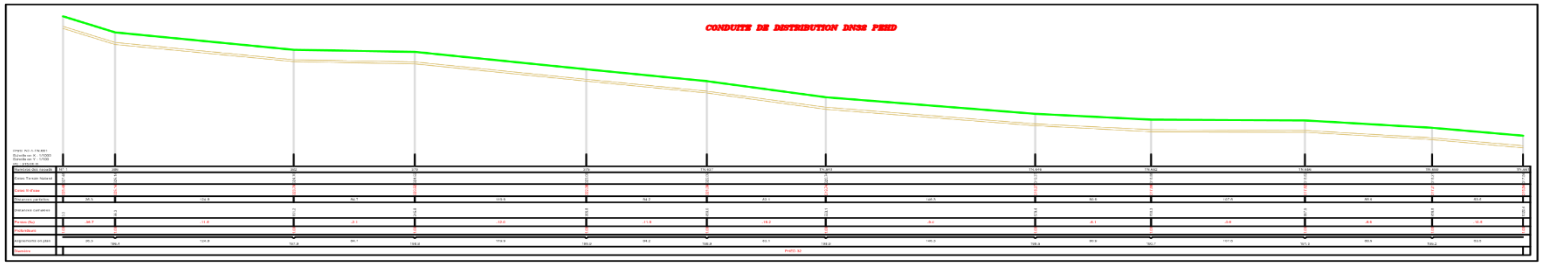


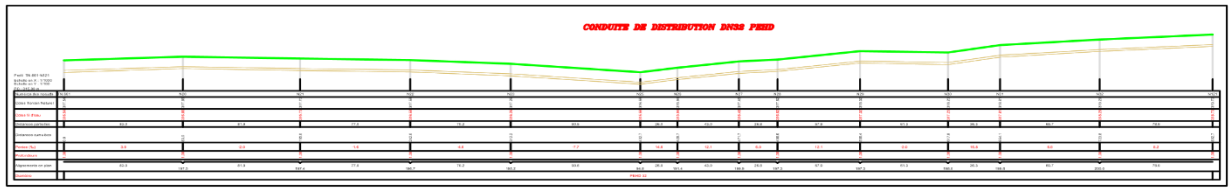


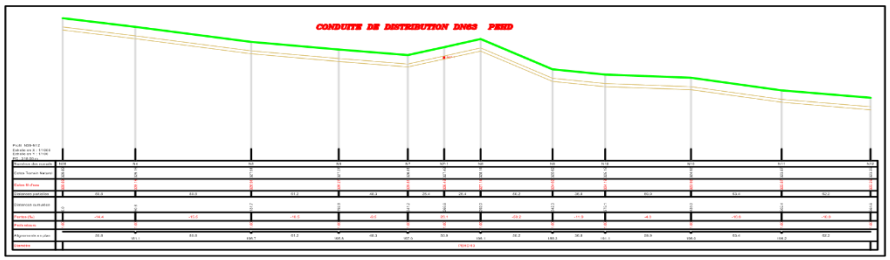


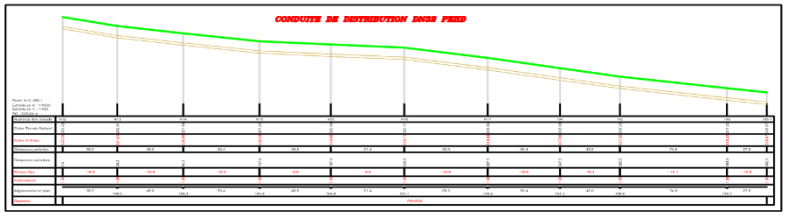
Étude d'Avant-Projet Sommaire (APS) de la réalisation du Système d'Adduction en Eau Potable de multi-village dans le district des savanes dans la région de la Bagoué (Côte d'Ivoire)		Site de: **Côte d'Ivoire**	N°Plan	:
			Format	: A3
			Echelle	: 1/100
			Date	: JUI. 2026
			MODIFICATIONS	
Topographe	:			
Dessinateur	: OLIBO SAMUEL		Dates	Objets
Projeteur	:			
Vérifierpar	: MINHAS			

PROFIL EN LONG : AEP BAGOUE: RESEAU DE DISTRIBUTION









Étude d'Avant-Projet Sommaire (APS) de la réalisation du Système d'Adduction en Eau Potable de multi-village dans le district des savanes dans la région de la Bagoué (Côte d'Ivoire)

Site de: **Côte d'Ivoire**

CARNET DE NOEUDS

N°Plan	:	
Format	:	A3
Echelle	:	1/100
Date	:	JUI. 2026

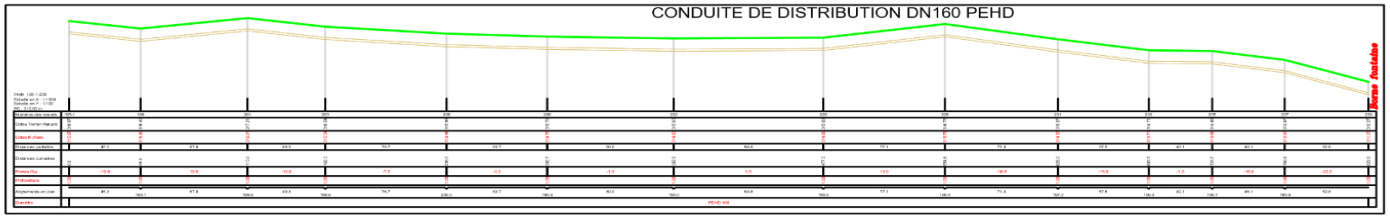
Topographe	:	.....
Dessinateur	:	OLIBO SAMUEL
Projeteur	:	.....
Vérifierpar	:	MINHAS

MODIFICATIONS

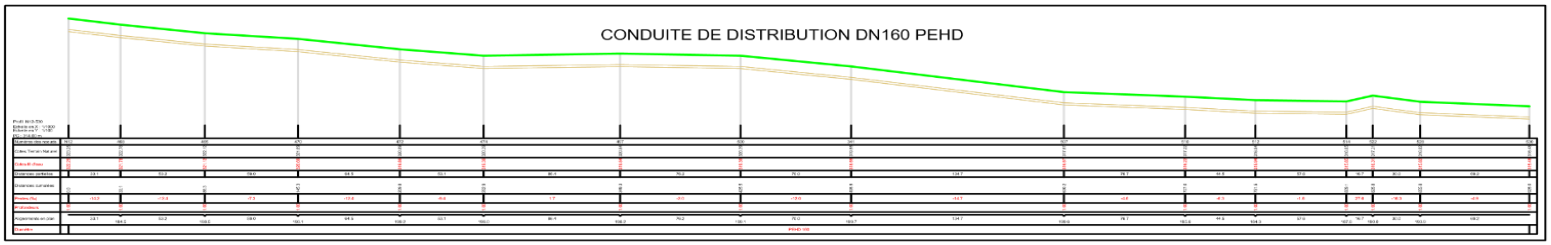
Dates	Objets

PROFIL EN LONG : AEP BAGOUE: RESEAU DE DISTRIBUTION

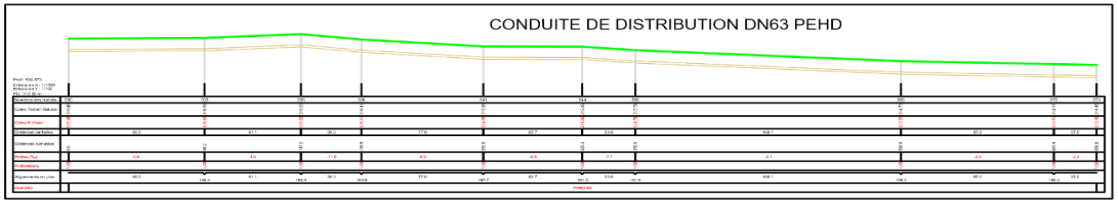
CONDUITE DE DISTRIBUTION DN160 PEHD



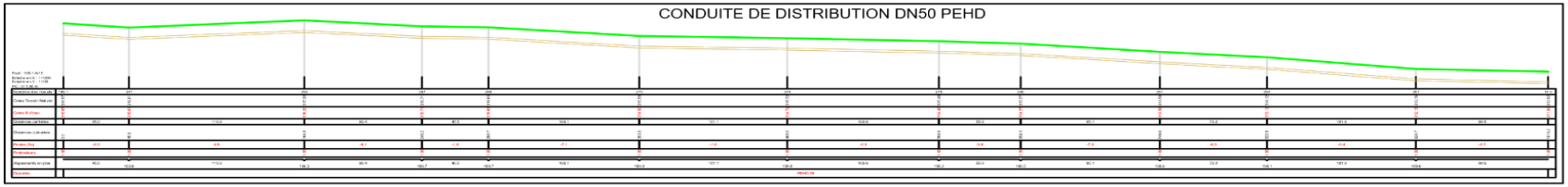
CONDUITE DE DISTRIBUTION DN160 PEHD



CONDUITE DE DISTRIBUTION DN63 PEHD



CONDUITE DE DISTRIBUTION DN50 PEHD

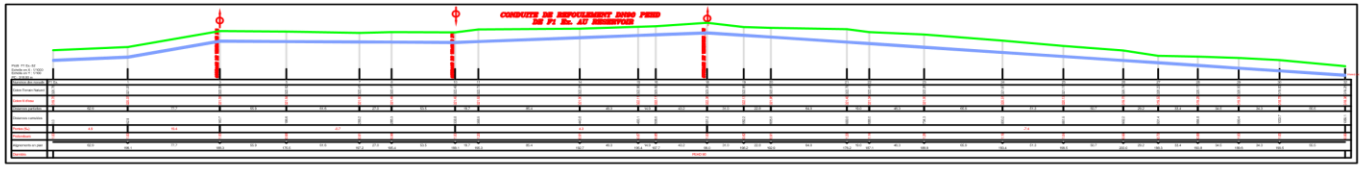


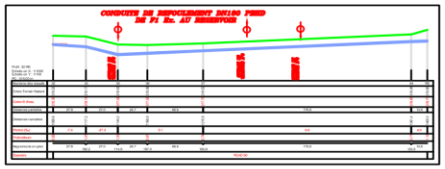
Étude d'Avant-Projet Sommaire (APS) de la réalisation du Système d'Adduction en Eau Potable de multi-village dans le district des savanes dans la région de la Bagoué (Côte d'Ivoire)

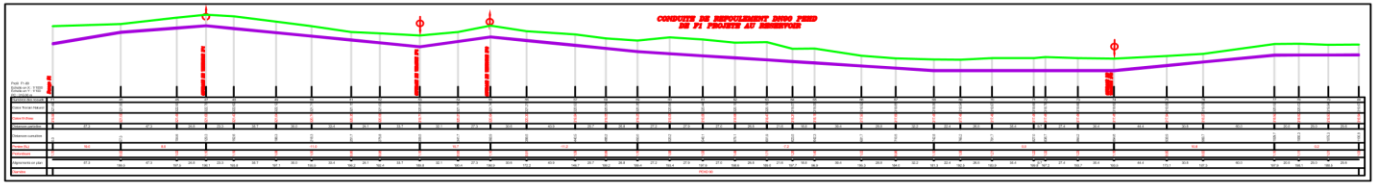
Site de: **Côte d'Ivoire**

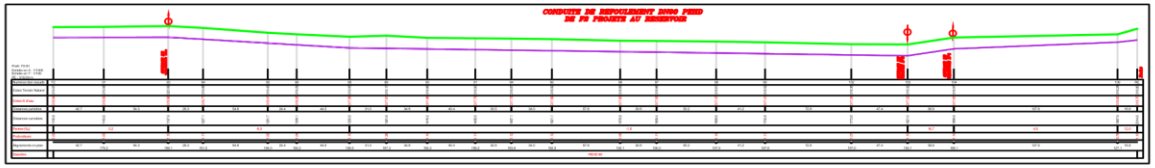
			N°Plan	:
			Format	: A3
			Echelle	: 1/100
			Date	: JUI. 2026
Topographe	:	.....	MODIFICATIONS	
Dessinateur	:	OLIBO SAMUEL		Objets
Projeteur	:	.....	Dates	
Vérifierpar	:	MINHAS		

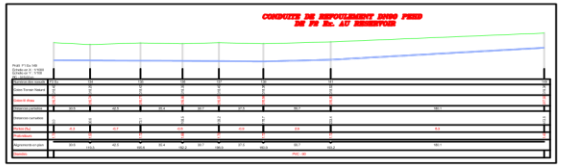
PROFIL EN LONG : AEP BAGOUE: RESEAU DE DISTRIBUTION





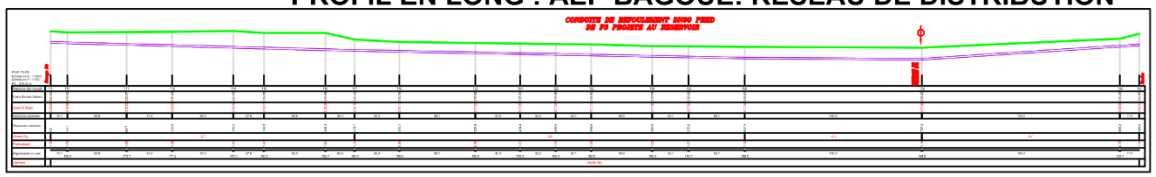


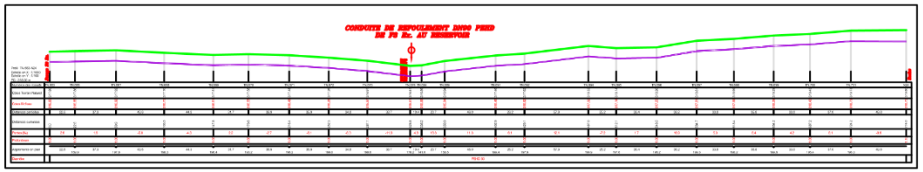


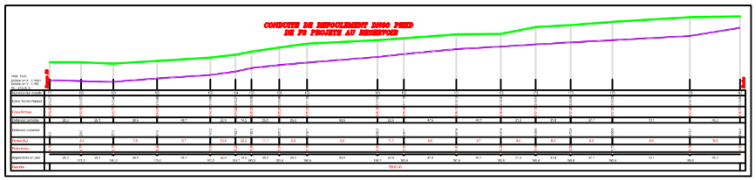


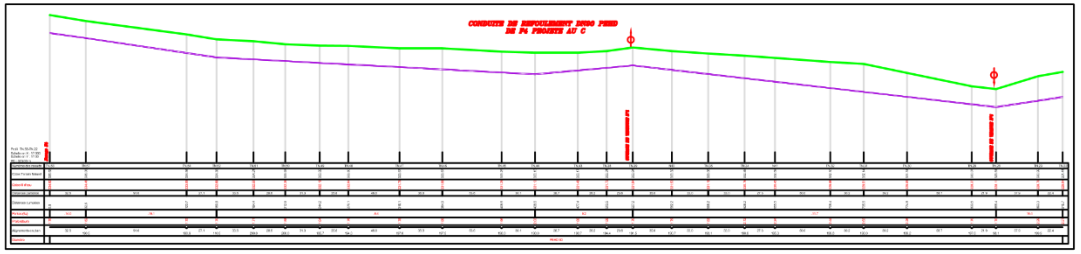
Étude d'Avant-Projet Sommaire (APS) de la réalisation du Système d'Adduction en Eau Potable de multi-village dans le district des savanes dans la région de la Bagoué (Côte d'Ivoire)		Site de: **Côte d'Ivoire**	CARNET DE NOEUDS	N°Plan : Format : A3 Echelle : 1/100 Date : JUI. 2026
			Topographe : ..... Dessinateur : OLIBO SAMUEL Projeteur : ..... Vérifierpar : MINHAS	MODIFICATIONS Objets / Dates

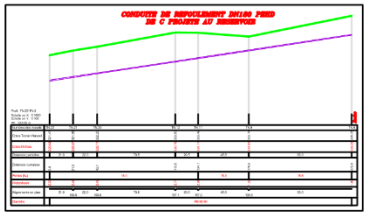
PROFIL EN LONG : AEP BAGOUE: RESEAU DE DISTRIBUTION





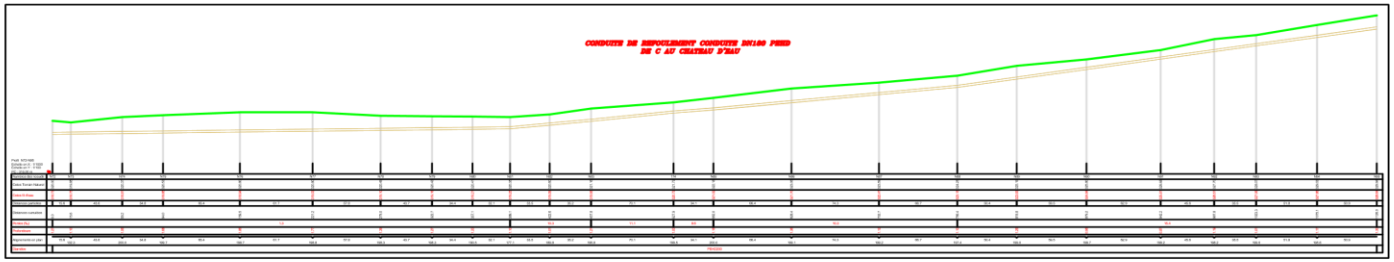


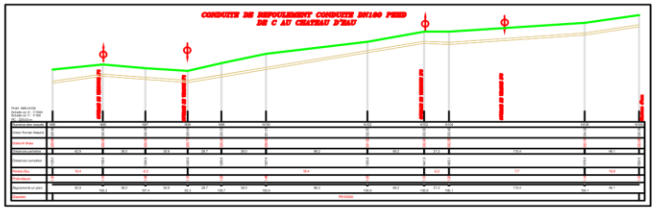




Étude d'Avant-Projet Sommaire (APS) de la réalisation du Système d'Adduction en Eau Potable de multi-village dans le district des savanes dans la région de la Bagoué (Côte d'Ivoire)		Site de: **Côte d'Ivoire**	CARNET DE NOEUDS	N°Plan :
				Format : A3
				Echelle : 1/100
				Date : JUI. 2026
			Topographe :	MODIFICATIONS
			Dessinateur : OLIBO SAMUEL	Objets
			Projeteur :	Dates
			Vérifierpar : MINHAS	

PROFIL EN LONG : AEP BAGOUE: RESEAU DE DISTRIBUTION





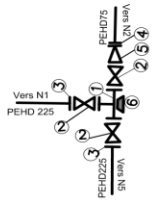
Étude d'Avant-Projet Sommaire (APS) de la réalisation du Système d'Adduction en Eau Potable de multi-village dans le district des savanes dans la région de la Bagoué (Côte d'Ivoire)		Site de: **Côte d'Ivoire**	CARNET DE NOEUDS	N°Plan :
				Format : A3
				Echelle : 1/100
				Date : JUI. 2026
			Topographe :	MODIFICATIONS
			Dessinateur : OLIBO SAMUEL	Objets
			Projeteur :	Dates
			Vérifierpar : MINHAS	

Annexe 17: Carnet de Noeuds

CARNET DE NOEUDS : AEP BAGOUE: RESEAU DE DISTRIBUTION

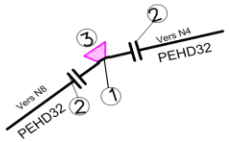
PAGE 1

N1



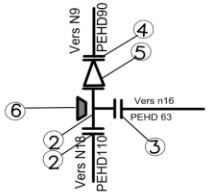
N°	Désignations	Nombre
1	Té fonte égale DN 225/225/225 PN16	01
2	Robinet vanne fonte DN90 PN16	03
3	Adaptateur à brides Fonte DN75 PN16	01
4	Adaptateur à brides Font DN200 PN16	02
5	Cone reducteur DN 225/75	01
6	Butée	02

N3



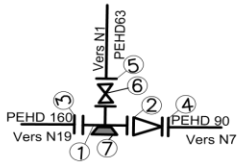
N°	Désignations	Nombre
1	Coude fonte à brides 1/16 DN32	01
2	Adaptateur à brides Fonte DN32 PN16	02
3	Butée	01

N16



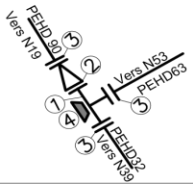
N°	Désignations	Nombre
1	Té fonte réduit DN110/63	01
2	Adaptateur à brides Fonte DN110 PN16	02
3	Adaptateur à brides Fonte DN63 PN16	01
4	Adaptateur à brides Fonte DN90 PN16	1
5	Cone reducteur 110/90	
6	Butée	

N5



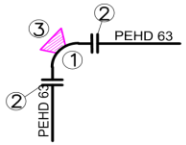
N°	Désignations	Nombre
1	Té fonte réduit fonte DN 160/60 PN16	01
2	Cone DN 160/90 PN16	01
3	Adaptateur à brides Fonte DN160 PN16	01
4	Adaptateur à brides Fonte DN90 PN16	01
5	Adaptateur à brides Fonte DN63 PN16	01
6	Robinet vanne fonte DN150 PN16	01
7	Butée	01

N41



N°	Désignations	Nombre
1	Té fonte réduit fonte DN 80/60 PN16	01
2	Cone reducteur DN 80/60 PN16	01
3	Adaptateur à brides Fonte DN90 PN16	01
4	Adaptateur à brides Fonte DN63 PN16	02
5	Butée	01

N55,N39, N49,N51



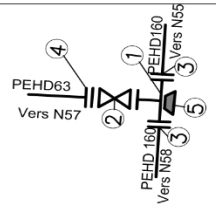
N°	Désignations	Nombre
1	Coude fonte à brides 1/4 DN60	01
2	Adaptateur à brides Fonte DN60 PN16	02
3	Butée	01
4		

2 Robinet vanne fonte DN150 PN16

Étude d'Avant-Projet Sommaire (APS) de la réalisation du Système d'Adduction en Eau Potable de multi-village dans le district des savanes dans la région de la Bagoué (Côte d'Ivoire)	MINHAS	Site de: **Côte d'Ivoire**	CARNET DE NOEUDS Topographe : ..... Dessinateur : OLIBO SAMUEL Projeteur : ..... Vérifierpar : MINHAS N°Plan : Format : A3 Echelle : 1/100 Date : JUI. 2026 MODIFICATIONS Objets / Dates

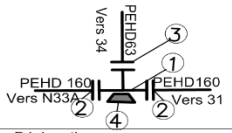
CARNET DE NOEUDS : AEP BAGOUE: RESEAU DE DISTRIBUTION

N56



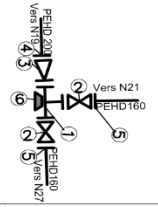
N°	Désignations	Nombre
1	Té fonte réduit DN160/63	01
2	Robinet vanne fonte DN63 PN16	02
3	Adaptateur à brides Fonte DN160 PN16	01
4	Adaptateur à brides Fonte DN63 PN16	01
5	Butée	01

N32A



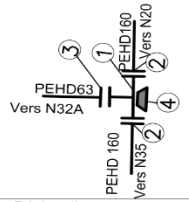
N°	Désignations	Nombre
1	Té fonte réduit DN160/63	01
2	Adaptateur à brides Fonte DN160 PN16	02
3	Adaptateur à brides Fonte DN63 PN16	01
4	Butée	01
5		

N20



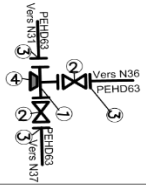
N°	Désignations	Nombre
1	Té fonte égal DN 160	01
2	Robinet vanne fonte DN160 PN16	02
3	Cone reducteur 200/160	01
4	Adaptateur à brides Fonte DN200 PN16	02
5	Adaptateur à brides Fonte DN160 PN16	01
6	Butée	01

N31



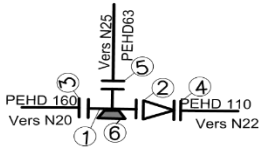
N°	Désignations	Nombre
1	Té fonte réduit DN160/63	01
2	Adaptateur à brides Fonte DN160 PN16	02
3	Adaptateur à brides Fonte DN63 PN16	01
4	Butée	01
5		01

N35



N°	Désignations	Nombre
1	Té fonte égal DN 63	01
2	Robinet vanne fonte DN63 PN16	02
3	Adaptateur à brides Fonte DN63 PN16	03
4	Butée	01
5		
6		

N21



N°	Désignations	Nombre
1	Té fonte réduit DN160/63	01
2	Cone reducteur 160/110	01
3	Adaptateur à brides Fonte DN110 PN16	01
4	Adaptateur à brides Fonte DN110 PN16	01
5	Adaptateur à brides Fonte DN63 PN16	01
6	Butée	1

Étude d'Avant-Projet Sommaire (APS) de la réalisation du Système d'Adduction en Eau Potable de multi-village dans le district des savanes dans la région de la Bagoué (Côte d'Ivoire)

Site de: **Côte d'Ivoire**

CARNET DE NOEUDS

Topographe	:	.....
Dessinateur	:	OLIBO SAMUEL
Projeteur	:	.....
Vérifierpar	:	MINHAS

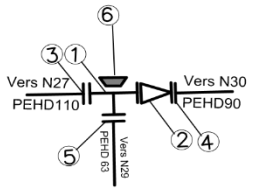
N°Plan	:	
Format	:	A3
Echelle	:	1/100
Date	:	JUI. 2026

MODIFICATIONS

Dates	Objets

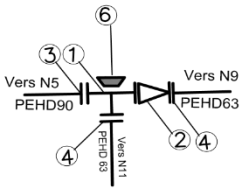
CARNET DE NOEUDS : AEP BAGOUE: RESEAU DE DISTRIBUTION

N28



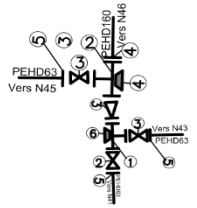
N°	Désignations	Nombre
1	Té fonte réduit DN110/63	01
2	Cone reducteur 110/90	01
3	Adaptateur à brides Fonte DN110 PN16	01
4	Adaptateur à brides Fonte DN90 PN16	01
5	Adaptateur à brides Fonte DN63 PN16	01
6	Butée	02

N7



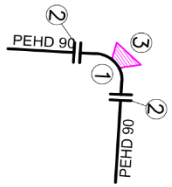
N°	Désignations	Nombre
1	Té fonte réduit DN90/63	01
2	Cone reducteur 90/63	01
3	Adaptateur à brides Fonte DN110 PN16	01
4	Adaptateur à brides Fonte DN90 PN16	01
5	Butée	01
6		

N44



N°	Désignations	Nombre
1	Té fonte réduit fonte DN 160/60 PN16	01
2	Cone DN 160/90 PN16	01
3	Adaptateur à brides Fonte DN160 PN16	01
4	Adaptateur à brides Fonte DN90 PN16	01
5	Adaptateur à brides Fonte DN63 PN16	01
6	Robinet vanne fonte DN150 PN16	01
7	Butée	02

N25



N°	Désignations	Nombre
1	Coude fonte à brides 1/4 DN80	01
2	Adaptateur à brides Fonte DN90 PN16	02
3	Butée	01
4		

N°	Désignations	Nombre
1		
2		
4 3		

N°	Désignations	Nombre
1		
2		
3		
4		

Étude d'Avant-Projet Sommaire (APS) de la réalisation du Système d'Adduction en Eau Potable de multi-village dans le district des savanes dans la région de la Bagoué (Côte d'Ivoire)

Site de: **Côte d'Ivoire**

CARNET DE NOEUDS

N°Plan	:	
Format	:	A3
Echelle	:	1/100
Date	:	JUI. 2026

Topographe	:	.....
Dessinateur	:	OLIBO SAMUEL
Projeteur	:	.....
Vérifierpar	:	MINHAS

MODIFICATIONS

Dates	Objets

Annexe 18: Schéma du réservoir en Béton

