



**ETUDE TECHNIQUE DETAILLEE DE L'ADDUCTION EN EAU POTABLE DE LA
VILLE DE MOGTEDO DANS LA PROVINCE DU GANZOURGOU, REGION DE
L'OUBRY AU BURKINA FASO**

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

**SPECIALITE : GENIE DE L'EAU DE L'ASSAINISSEMENT ET DES
AMENAGEMENTS HYDRO-AGRICOLES**

Présenté et soutenu publiquement le [Date] par :

Yasmine BARRO (20180660)

**Directeur de mémoire : Dr. Angelbert Chabi BIAOU, Enseignant-chercheur à 2IE,
Maitre de Conférences, CAMES**

**Encadrant 2iE : Dr. Moussa Diagne FAYE, Enseignant-chercheur à 2IE,
Maitre-Assistant, CAMES**

Maître de stage : M. Abdoul Aziz SOULAMA, Ingénieur Génie Rural, BERA

Structure (s) d'accueil du stage : Bureau d'Etudes et de Recherches Appliquées (BERA)

Jury d'évaluation du mémoire :

Président : Dr (MC) Lawani Adjadi MOUNIROU

Membres et correcteurs : M. Olivier COULIBALY

M. Leon HIEN

Promotion [2024/2025]

DEDICACE

À mes parents,

Merci pour votre patience,

Votre compréhension et

Votre soutien sans faille,

Même dans les moments de doute tout au long de mon

Parcours

REMERCIEMENTS

Les pages qui suivent témoignent de plusieurs années d'échanges, de réflexions et de riches collaborations, qui ont donné toute leur valeur à cette aventure. C'est donc l'occasion pour nous d'exprimer notre reconnaissance à l'endroit de :

- Pr El Hadji Bamba DIAW, directeur de l'institut 2IE et toute son équipe d'enseignants pour toutes les compétences et savoir-faire techniques qu'ils nous ont permis d'acquérir.
- Nos sincères remerciements vont à l'endroit de Docteur Harinaivo Anderson ANDRIANISA, Chef de département Génie de l'Eau, de l'Assainissement et des Aménagements Hydro-agricole (GEAAH),
- Notre directeur de mémoire, Dr. Angelbert Chabi BIAOU pour son accompagnement et ses orientations.
- Notre encadreur, Dr Moussa Diagne FAYE, enseignant chercheur en hydraulique, en reconnaissance de l'honneur qu'il nous a accordé en acceptant de superviser nos travaux, nous lui témoignons toute notre profonde gratitude pour les précieuses connaissances acquises, et ce, malgré ses multiples responsabilités et son agenda particulièrement chargé.
- Monsieur Mahamoudou WANDAOGO, ingénieur hydraulicien, chef du service Hydraulique Agricole et Urbain pour nous avoir accueillie au sein de son service
- A notre maître de stage Monsieur Abdoul Aziz SOULAMA, Chargé d'Etudes à BERA, pour sa considération, son entière disponibilité et sa volonté pour l'aboutissement de ce travail. Nous avons bénéficié à la fois de ses connaissances, de son expérience et surtout de sa rigueur et sa passion pour le travail bien fait.
- A Monsieur Alexandre PARE, consultant à BERA pour son appui
- Monsieur Assibidi Gildas NAMOUNTOUGOU, chargé d'étude (travaux) à BERA pour son aide et son implication au bon déroulement du stage
- Nos remerciements vont également à tout le personnel de BERA, qui nous a accueillis avec bienveillance et soutenus durant toute la durée de notre stage

RESUME

Les infrastructures actuelles d'alimentation en eau potable de la commune de Mogtédó peinent à couvrir les besoins d'une population en constante augmentation. Pour remédier à cette situation, l'État burkinabè a sollicité et obtenu l'appui de la Banque mondiale à travers le mécanisme de financement du Programme pour les Résultats (PPR – *Programme for Results*), dans le cadre du PN_AEP. Ce projet relève de la zone d'intervention de l'ONEA, structure en charge de la mise en œuvre du PN_AEP en milieu urbain. L'objectif de la présente étude est de contribuer à l'amélioration de l'accès à l'eau potable dans la ville de Mogtédó à travers la réalisation d'une étude technique détaillée du système d'adduction à mettre en place. Le projet repose entièrement sur l'utilisation de la ressource en eau souterraine disponible dans la région. Pour répondre aux besoins en eau estimés à **4 522,09 m³/j** à l'horizon **2050**, pour une population projetée de **58 154 habitants**, **sept forages** ont été réalisés. Ces forages présentent des débits d'exploitation qui varient entre **7,5 m³/h** et **40 m³/h**. Le réseau de distribution est de **type mixte**, combinant **deux mailles et des sections ramifiées**, pour un linéaire total de **8 064,04 m**. Il est alimenté par deux réservoirs en béton armé d'une capacité de **500 m³** chacun, installé sur une hauteur sous radier de **20 m**. À l'horizon 2050, ce réseau est dimensionné pour desservir **8723 BP** et **12 BF**. La désinfection de l'eau sera assurée par injection de **chlore liquide** à l'aide d'une **pompe doseuse**. Les conduites sélectionnées sont en **PEHD PN10**, avec des diamètres nominaux allant de **63 mm** à **315 mm**. Le réseau de refoulement s'étend sur une longueur totale de **13343,34 m**. Il est doté de tuyaux en **PEHD PN16**, avec des DN allant de **90 mm** à **315 mm**. Pour le pompage, des électropompes de la marque **GRUNDFOS** ont été choisies, avec des **HMT** qui varient entre **56,93 m** et **90,43 m**. L'approvisionnement énergétique de ces installations repose sur un système **hybride** combinant des **panneaux solaires** dédiés à chaque pompe et le réseau électrique national (**SONABEL**). Le coût total du projet à **1 249 338 993 F CFA TTC**, avec un prix de vente de l'eau fixé à **425 FCFA/m³**.

Mots Clés :

- 1 – Mogtédó
- 2 – Accès à l'eau potable
- 3 – Etude technique détaillée
- 4 – Réservoir en béton armé
- 5 – Réseau mixte

ABSTRACT

The current drinking water supply infrastructure in the Mogtédó commune is struggling to meet the needs of an ever-growing population. To remedy this situation, the Government of Burkina Faso sought and obtained support from the World Bank through the Program for Results (PPR) financing mechanism, as part of the PN_AEP. This project falls within the intervention zone of ONEA, the structure in charge of implementing the PN_AEP in urban areas. The aim of this study is to contribute to improving access to drinking water in Mogtédó by carrying out a detailed technical study of the conveyance system to be installed. The project is based entirely on the use of the groundwater resources available in the region. Seven boreholes have been drilled to meet the estimated water requirements of **4 522,09m³/d** by **2050**, for a projected population of **58 154**. These boreholes have operating flow rates ranging from **7.5 m³/h** to **40 m³/h**. The distribution network is of the **mixed type**, combining two meshes and branched sections, with a total length of **8064.04 m**. It is provided by two reinforced concrete reservoirs with a capacity of **500 m³** for each, installed on a **20 m** high invert. By 2050, the network is designed to serve **8723 BP** and **12 BF**. The water will be disinfected by **liquid chlorine** injection using a **dosing pump**. The pipes selected are in **HDPE PN10**, with nominal diameters ranging from **63 mm** to **315 mm**. The discharge network has a total length of **13343.34 m**. It is fitted with **HDPE PN16** pipes, with **DN** ranging from **90 mm** to **315 mm**. For pumping, **GRUNDFOS** electric pumps were chosen, with **HMT** ranging from **56.93 m** to **90.43 m**. Energy supply for these installations is based on a hybrid system combining solar panels dedicated to each pump and the national electricity grid (**SONABEL**). The total cost of the project is **1,249,338,993 F CFA** including VAT, with a water sale price set at **425 FCFA/m³**.

Keywords :

- 1 – Mogtedo**
- 2 – Access to drinking water**
- 3 – Detailed technical study**
- 4 – Reinforced concrete reservoir**
- 5 – Mixed system**

ABREVIATIONS

2iE	: Institut International d'Ingénierie de l'Eau de l'Environnement
AEP	: Approvisionnement en Eau Potable
BERA	: Bureau d'Études et de Recherches Appliquées
BF	: Borne Fontaine
BP	: Branchement Particulier ou Privés
DGEP	: Direction Générale de l'Eau Potable
DN	: Diamètre Nominal
HMT	: Hauteur Manométrique Totale
HT-HD	: Hors Taxe Hors Droits
mCE	: mètre Colonne d'Eau
MEA	: Ministère de l'Eau et de l'Assainissement
MEEA	: Ministère de l'Environnement de l'Eau et de l'Assainissement
NIES	: Notice d'Impacte Environnementale et Sociale
ODD	: Objectifs du Développement Durables
ONEA	: Office Nationale de l'Eau et de l'Assainissement
PEHD	: Poly Ethylène Haute Densité
PforR	: Program for Results
PGES	: Plan de Gestion Environnemental et Social
PMH	: Pompes à Motricité Humaine
PN	: Pression Nominal
PN-AEP	: Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable
PN-AEPA	: Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable et assainissement
PV	: Photovoltaïque
RGPH	: Recensement Générale de la Population et de l'Habitat
RN	: Route Nationale
SONABEL	: Société Nationale d'Électricité du Burkina
TDR	: Termes de Références
TN	: Terrain Naturel
TTC	: Tout Taxe Comprise
TVA	: Taxe sous Valeur Ajoutée

SOMMAIRE

LISTE DES TABLEAUX	viii
LISTE DES FIGURES	ix
FICHE SIGNALÉTIQUE DU PROJET	x
I. INTRODUCTION	1
II. PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL ET DE LA ZONE D'ETUDE	3
II.1 Présentation de la structure d'accueil	3
II.2 Présentation de la zone d'étude	4
III. PRESENTATION DU PROJET	11
III.1 Contexte et justification du projet	11
III.2 Objectifs	11
III.3 Résultats attendus	12
III.4 Etat des lieux des infrastructures hydrauliques	12
IV. METHODOLOGIE DE CONCEPTION	12
IV.1 Outils	13
IV.2 Méthodologie de conception	13
IV.3 ETUDE DE FAISABILITE FINANCIERE DU PROJET	32
V. RESULTATS DE L'ETUDE DE FAISABILITE TECHNIQUE	33
V.1 Taux d'accroissement de la population	33
V.2 Estimation de la population à l'horizon du projet	33
V.3 Evaluation des besoins en eau	34
V.4 Ressources en eau	35
V.5 Débit de d'adduction et de distribution	35
V.6 Dimensionnement du réseau hydraulique	36
V.7 Dimensionnement de la conduite de refoulement	37
V.8 Etude de faisabilité financière	53

V.9 Ouvrages annexes	55
VI. ETUDE D'IMPACT ENVIRONNEMENTALE	57
VII. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS	62
BIBLIOGRAPHIE	lxiv
ANNEXES	lxv

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Logiciels utilisés.....	13
Tableau 2 : les valeurs de Cph en fonction du nombre d'habitants	19
Tableau 3 : Formules empiriques pour le calcul du diamètre de la conduite de refoulement..	25
Tableau 4 : Taux d'accroissement	33
Tableau 5 : Evaluation de la population.....	33
Tableau 6 : Evaluation de la demande en eau	34
Tableau 7 : Débit des sept forages	35
Tableau 8 : Evaluation du débit de distribution	35
Tableau 9 : Diamètre de refoulement	38
Tableau 10 : Résultats du calcul de la HMT	39
Tableau 11 : Diamètre des colonnes d'exhaure	39
Tableau 12 : Récapitulatif du calcul de coup de bélier	40
Tableau 13 : Choix des pompes	40
Tableau 14: Demande en énergie et puissance crête.....	41
Tableau 15 : Caractéristiques des modules PV	41
Tableau 16: Caractéristiques de l'onduleur de la pompe SP 7-23.....	42
Tableau 17 : Caractéristiques de l'onduleur de la pompe SP 11-24.....	42
Tableau 18: Caractéristiques de l'onduleur des pompes SP32-11; SP32-12 et SP46-6.....	43
Tableau 19 : Caractéristiques de l'onduleur des deux pompes SP 9-13 et SP 9-16	43
Tableau 20: Extrait du dimensionnement de la partie ramifiée	45
Tableau 21: Extrait du dimensionnement de la partie maillée	45
Tableau 22 : Largeur et hauteur des tranchées	46
Tableau 23 : Calcul du volume du réservoir par la méthode forfaitaire	50
Tableau 24 : Dimensions de la cuve de chaque réservoir	51
Tableau 25: Traitement de l'eau	51
Tableau 26: vérification du temps de contact et du temps de séjour.....	52
Tableau 27:Récapitulatif du cout du projet.....	53
Tableau 28: Charges d'exploitation	53
Tableau 29: Prix de vente du m3 d'eau	55

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Organigramme de BERA.....	4
Figure 2: Localisation de la localité de Mogtéo.....	5
Figure 3 : Réseau hydrographique de la localité de Mogtéo.....	7
Figure 4: Carte géologique de la localité de Mogtéo.....	8
Figure 5: tracé du réseau de distribution de la ville de Mogtéo.....	37
Figure 6: Schéma illustratif du réseau de refoulement.....	38
Figure 7: Schéma illustratif de la pose de conduites.....	46
Figure 8: Schéma du comportement du réseau sur EPANET.....	48
Figure 9 : Comparaison des pressions Excel et EPANET.....	49
Figure 10: Courbe de corrélation des pressions.....	49
Figure 11: Comparaison des vitesses Excel et EPANET.....	50

FICHE SIGNALETIQUE DU PROJET

LOCALISATION				
Région/Province/Commune	Plateau Central / Ganzourgou / Mogtêdo			
Coordonnées	Longitude : 0°50' O			
	Latitude : 12°17' N			
DONNEES SOCIO-ECONOMIQUES				
Population au RGPH 2019	25 699 hbts			
Taux d'accroissement	2,67%			
Horizon du projet	2050			
Population à l'horizon 2050	58 154 hbts			
Consommations spécifiques	25 [l/j/per] au BF et 50 [l/j/per] au BP			
Demande du jour de pointe en 2050	4 522,09 [m ³ /j]			
RESSOURCES EN EAU				
Nombre de forages	Sept (07)			
Nom	X_UTM	Y_UTM	Q exp(m ³ /h)	ND (m)
F1- MOG (SE14)	734537	1356843	14	32,94
F2- MOG (SE04)	737371	1357558	10	35,9
F3 - MOG(SE03)	737559	1357383	10	26,45
F4 - MOG (SE02)	735561	1355911	40	26,1
F5 - MOG (SE19)	733880	1356676	7,5	42,92
F6 - MOG (SE28)	739880	1360106	36	25,31
F7 - MOG (SE25)	738017	1357306	36	26,54
POMPAGE				
Nom	Type de pompe	HMT (m)	Rendement de la Pompe	
F1- MOG (SE14)	Grundfos SP 11-24	90,43	69,60%	
F2- MOG (SE04)	Grundfos SP 9-16	70,54	66,70%	
F3 - MOG(SE03)	Grundfos SP 9-13	58,7	66,80%	
F4 - MOG (SE02)	Grundfos SP 46-6	56,93	73,00%	
F5 - MOG (SE19)	Grundfos SP 7-23	78,69	63,90%	
F6 - MOG (SE28)	Grundfos SP 32-11	62,93	69,60%	
F7 - MOG (SE25)	Grundfos SP 32-12	69,44	69,90%	
SOURCE D'ENERGIE				
Pompe	Type d'énergie	Champ PV		
Grundfos SP 11-24	SONABEL + Solaire	P = 13,98 KWc	26 modules	
Grundfos SP 9-16		P = 10,17 KWc	17 modules	
Grundfos SP 9-13		P = 8,32 KWc	15 modules	
Grundfos SP 46-6		P = 27,46 KWc	51 modules	
Grundfos SP 7-23		P = 9,45 KWc	16 modules	

Grundfos SP 32-11		P = 28,32 KWc	52 modules
Grundfos SP 32-12		P = 30,34 KWc	56 modules
CHATEAU D'EAU			
Type	Béton armé		
Forme	Tronconique		
Capacité	500 m ³ *2		
Hauteur sous radier	20m		
CONDUITE DE REFOULEMENT			
Longueur	13343,34 [m]		
Nature	PEHD PN16		
Diamètre nominal	315 à 90 [mm]		
CONDUITE DE DISTRIBUTION			
Nature	PEHD PN10		
Longueur	8064,04 [m]		
Diamètre nominal	315 à 63 [mm]		
BORNE FONTAINE (2050)			
Nombre de BF	12		
Robinet par BF	3		
Débit par BF	0,75 l/s		
BRANCHEMENT PRIVE (2050)			
Nombre	8723		
COUT DU PROJET			
Montant TTC de l'AEP de Mogtéo	1 249 338 993 [F CFA TTC]		
Prix de vente du m ³ d'eau	425 [F CFA] pour les BF et BP		

I. INTRODUCTION

« L'eau est la force motrice de toute la nature ». Cette citation de Léonard de Vinci (1942) faisant partie des expressions usuelles, illustre parfaitement l'importance vitale de l'eau, tant pour la vie quotidienne des populations que pour le maintien des écosystèmes. Le Burkina Faso, pays sahélien d'Afrique de l'Ouest, est confronté à d'importants défis en matière de gestion de l'eau. Les conditions climatiques marquées par une faible pluviométrie, la croissance rapide de la population, ainsi que l'urbanisation non maîtrisée exercent une forte pression sur les ressources hydriques existantes. Dans un tel contexte, assurer un accès équitable et durable à l'eau potable est devenu une priorité nationale.

Pour répondre à cette problématique, les autorités burkinabè, avec le soutien des partenaires techniques et financiers, ont lancé en 2015 le **Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable (PN-AEP)** inscrit dans la dynamique des Objectifs de Développement Durable (ODD). L'un des objectifs majeurs de ce programme est de renforcer les systèmes d'adduction d'eau potable dans les centres urbains et ruraux, afin d'atteindre des taux de couverture en eau satisfaisants d'ici 2030, conformément à l'ODD 6 qui vise à « garantir l'accès de tous à l'eau et à l'assainissement et assurer une gestion durable des ressources en eau ».

La ville de **Mogtêdo**, située dans la région du Plateau Central, fait partie des localités bénéficiaires de ce programme. Elle dispose déjà d'un système d'approvisionnement en eau potable, géré par un établissement privé. Cependant, celui-ci s'avère aujourd'hui insuffisant pour répondre aux besoins de la population. Le manque d'infrastructures adéquates dans ces zones accentue les inégalités d'accès à l'eau et impacte négativement les conditions de vie des habitants. C'est dans cette optique que s'inscrit la présente étude, qui représente une étape essentielle dans la planification et la mise en œuvre d'un système d'approvisionnement en eau potable fiable pour Mogtêdo, capable de répondre efficacement aux besoins présents et futurs de sa population. Elle s'appuie sur des données actualisées, des normes techniques en vigueur et une connaissance approfondie du terrain afin de garantir la faisabilité du projet et d'optimiser les investissements. L'approche adoptée prend également en compte les aspects environnementaux, sociaux et économiques du projet, afin d'en assurer la durabilité et l'acceptabilité par les communautés locales.

Ce mémoire sera structuré en trois grandes parties : la première présentera le contexte géographique, socio-économique et environnemental de la zone d'intervention ; la deuxième décrira la méthodologie adoptée pour la conduite de l'étude ; et la troisième exposera les résultats techniques, les estimations financières ainsi que la notice d'impact environnemental et social. Des annexes viendront enrichir le document avec des données complémentaires et techniques.

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

II.1 Présentation de la structure d'accueil

II.1.1 Généralités

Le Bureau d'Études et de Recherches Appliquées (BERA) est une société à responsabilité limitée (SARL) fondée en novembre 1987. Depuis plus de trois décennies, BERA s'est affirmé comme un acteur reconnu dans le domaine de l'ingénierie et des études techniques de l'eau et de l'environnement.

À partir de septembre 1991, l'entreprise a connu une croissance notable de ses effectifs et de ses compétences, réunissant aujourd'hui une équipe pluridisciplinaire composée de plus de cinquante collaborateurs. Ce personnel qualifié intègre notamment une vingtaine d'ingénieurs, de techniciens supérieurs et de techniciens spécialisés, dont l'expérience et la complémentarité permettent à BERA de répondre efficacement à des projets d'envergure, tant au niveau national qu'international.

II.1.2 Objectifs

Fort de plus de trente ans d'expérience dans le secteur de l'eau et de l'environnement, BERA s'engage activement à améliorer les conditions de vie des populations présentes et futures grâce à la recherche appliquée dans un cadre environnemental de qualité. Grâce à la compétence et à la motivation de son équipe, BERA joue un rôle majeur dans la recherche de solutions techniques et sociales aux défis du développement. Afin d'atteindre ses objectifs, le bureau d'études choisit les méthodes et technologies les plus adaptées. Animée par des valeurs fortes telles que l'intégrité professionnelle, l'écoute et le respect des parties prenantes, BERA place la satisfaction de ses clients au cœur de sa démarche, ce qui garantit à la fois la pérennité et le développement de l'entreprise. BERA met également un accent particulier sur les échanges avec ses partenaires et collaborateurs afin de répondre de manière précise et réactive aux besoins exprimés sur le terrain.

II.1.3 Organigramme

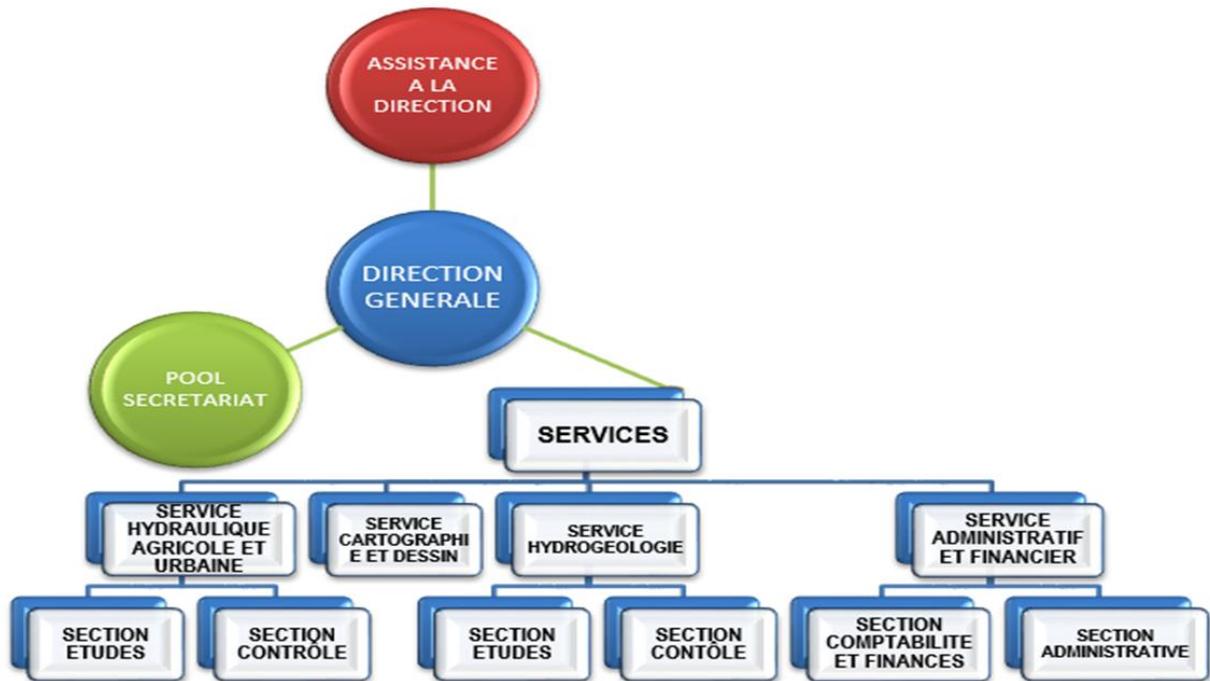


Figure 1: Organigramme de BERA

II.2 Présentation de la zone d'étude

II.2.1 Localisation de la zone d'étude

La commune de Mogtéo se localise dans la région du plateau central à environ 30 kilomètres au nord-est de la capitale, Ouagadougou. On y accède par la route nationale N°4 avec des coordonnées approximatives de 0°50' de longitude Ouest et 12°17' de latitude Nord et est bordée au Nord par la province du Boulkiemdé, à l'est par la province du Kourwéogo, au Sud par la commune de Zorgho et à l'Ouest par la commune de Baskouré. La ville de Mogtéo est le chef-lieu de la commune rurale de Mogtéo et est le centre administratif, commercial et institutionnel de la commune. (Monographie du plateau central)

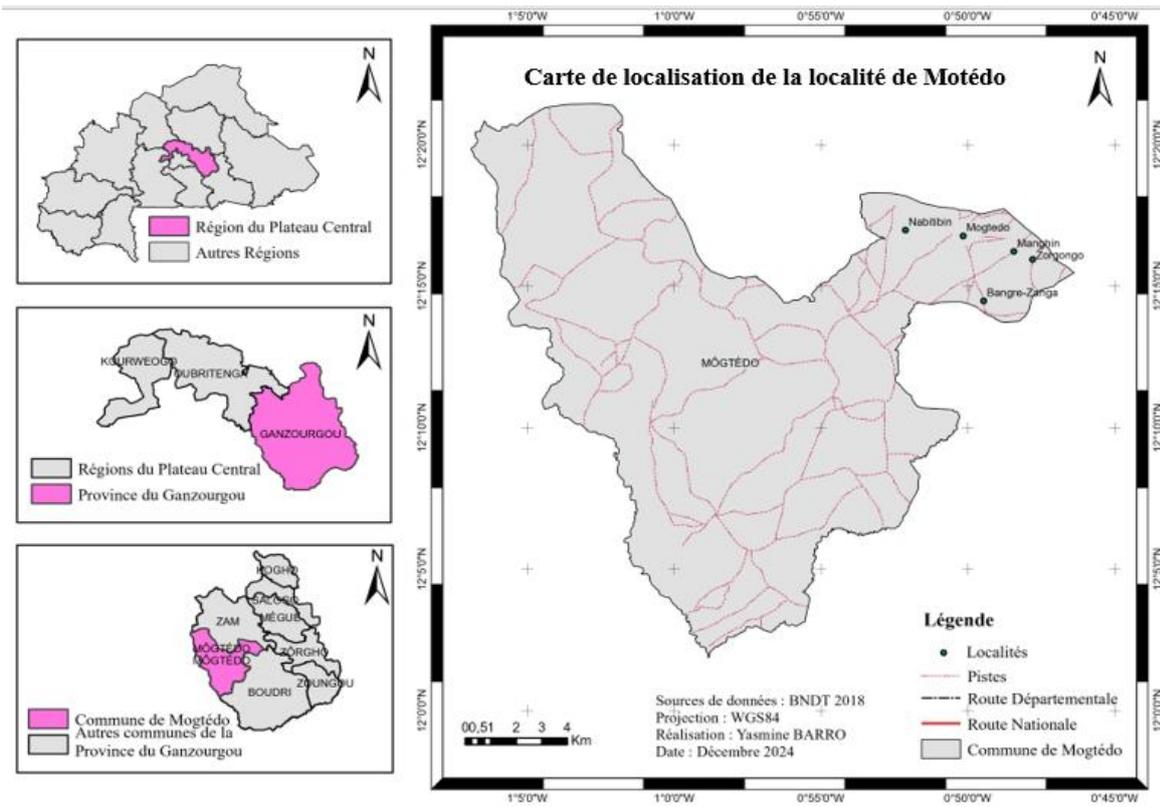


Figure 2: Localisation de la localité de Mogtêdo

II.2.2 CARACTERISTIQUES DU MILIEU PHYSIQUE

II.2.2.1 Relief

La ville de Mogtêdo est située sur une pénéplaine à pentes faibles (1 à 2 %), avec un relief peu marqué mais ponctué de bas-fonds et de collines isolées. Ce relief facilite globalement la pose de conduites, mais nécessite une attention particulière dans les zones de talwegs sujettes à l'érosion.

Les collines peuvent servir à l'implantation de réservoirs surélevés, tandis que les bas-fonds, parfois inondables, imposent une planification rigoureuse du tracé des réseaux. À long terme, le relief influence les choix d'investissement pour optimiser les infrastructures, protéger les captages et améliorer la résilience du système face aux aléas climatiques et topographiques. (Monographie du plateau central)

II.2.2.2 Sols

La ville de Mogtêdo repose sur des sols ferrugineux tropicaux lessivés, peu profonds, pauvres en éléments nutritifs et très vulnérables à l'érosion hydrique. Composés de latérite et d'argile, ces sols ont une faible capacité d'infiltration, favorisant le ruissellement.

Dans les bas-fonds, on retrouve des sols hydromorphes, parfois saturés en eau, mais qui peuvent être valorisés pour certains aménagements avec un bon drainage.

Ces caractéristiques pédologiques influencent directement le projet AEP, en imposant une gestion rigoureuse des eaux pluviales, la protection des infrastructures contre l'ensablement et la prise en compte des risques d'érosion pour garantir la durabilité des ouvrages.

II.2.2.3 Climat

La ville de **Mogtédó** bénéficie d'un climat tropical de savane, typique de la zone soudanienne, avec une nette alternance entre saison des pluies et saison sèche.

La saison des pluies, de mai à septembre, est concentrée entre juin et août, avec une pluviométrie annuelle moyenne comprise entre 700 et 900 mm. Les températures y sont modérées, variant entre 28°C et 32°C.

La saison sèche, d'octobre à avril, est marquée par une forte chaleur, surtout en mars-avril où les températures peuvent dépasser 40°C, et par la présence de l'harmattan, un vent sec et poussiéreux venu du Sahara. (BATIANA, 2023)

Ce climat a un impact direct sur la végétation, les pratiques agricoles et les besoins en eau, influençant ainsi la planification des infrastructures hydrauliques dans le cadre du projet d'AEP de Mogtédó.

II.2.2.4 Végétation

La végétation de la ville de **Mogtédó**, typique de la **savane soudanienne**, est étroitement liée aux conditions climatiques locales, marquées par une longue saison sèche et une saison des pluies courte mais intense. Elle se caractérise principalement par :

- Une **savane arborée et herbacée**, composée d'arbres clairsemés et de graminées ;
- Des **espèces ligneuses résistantes à la sécheresse**, dotées de racines profondes leur permettant de survivre en période de stress hydrique ;
- Une couverture **herbacée dense en saison humide**, constituée essentiellement de graminées, servant de **pâturage** et, une fois sèches, de **fouillage** ou de **combustible** ;
- Une **cohabitation entre végétation naturelle et cultures agricoles**, notamment les cultures vivrières et maraîchères qui se développent pendant la saison des pluies.

Cette végétation, bien adaptée au climat local, joue un rôle essentiel dans la **vie économique**, **l'agriculture** et **l'élevage** de la région. (BERA,2024)

II.2.2.5 Hydrographie

La ville de **Mogtédó**, située dans la région du Plateau Central du Burkina Faso, appartient au bassin versant du **Nakambé** (un des principaux affluents du fleuve Volta). Le **réseau hydrographique** local est caractérisé par la présence de petits cours d'eau temporaires (marigots et rivières saisonnières), qui ne coulent que pendant la saison des pluies. L'un des principaux points d'eau de surface identifiés est le **barrage de Mogtédó**, construit vers **1962**, avec une capacité initiale estimée à **2,9 millions de m³** et une retenue d'eau couvrant environ **450 ha**. Cependant, ce barrage est aujourd'hui **fortement ensablé**, ce qui a réduit considérablement sa capacité de stockage. (BATIANA,2023)

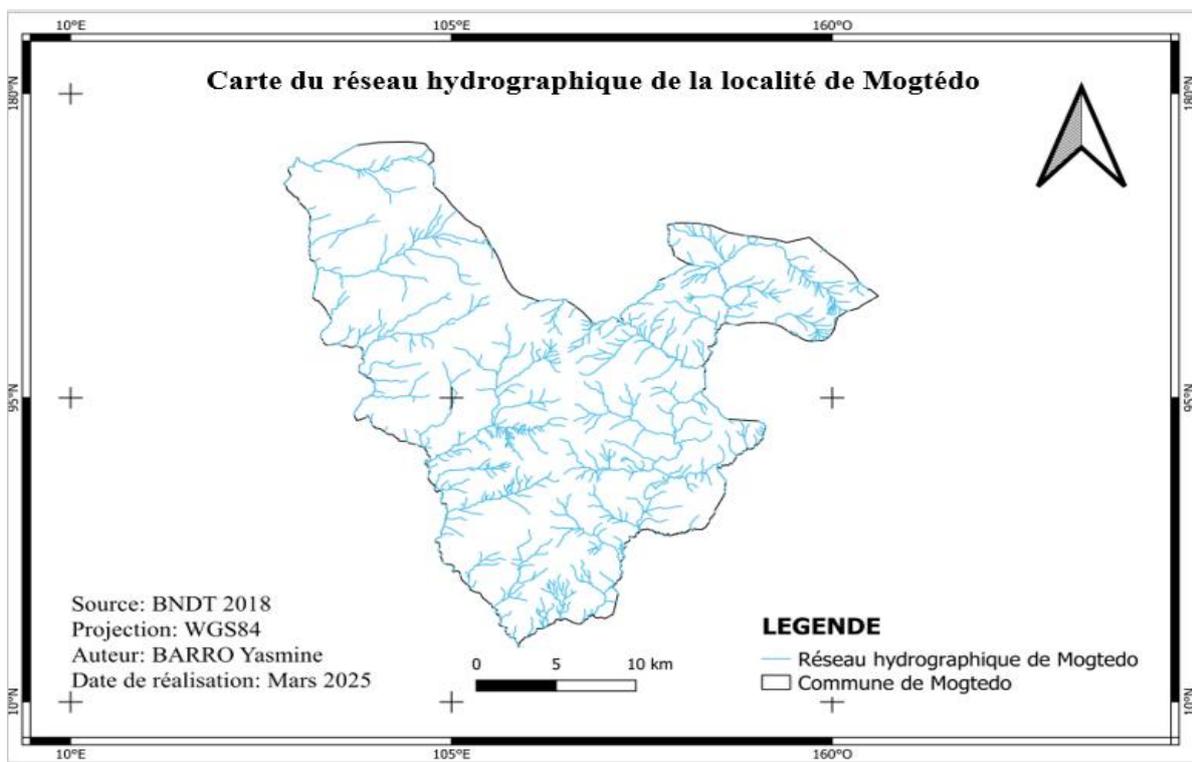


Figure 3 : Réseau hydrographique de la localité de Mogtédó

II.2.2.6 Géologie

Mogtédó est implantée sur un vieux socle rocheux appelé série birimienne, qui s'est formé il y a environ deux milliards d'années, à l'époque du Paléoprotérozoïque. Le sous-sol de cette zone est principalement composé de roches issues d'anciennes activités volcaniques et sédimentaires, qui ont subi des transformations sous l'effet de la chaleur et de la pression. On y trouve notamment des schistes, des tufs et des grauwackes. Ces formations sont traversées par des roches granitiques comme le granite et la tonalité, qui se sont infiltrées à une époque ultérieure. L'ensemble est traversé par un réseau de failles et de zones de cisaillement, ce qui

a parfois permis la formation de filons de quartz, pouvant contenir de l'or. En surface, ces roches sont recouvertes d'une épaisse couche d'altération, composée de matériaux dégradés (altérites), de croûtes riches en fer (cuirasses ferrugineuses) et de sols latéritiques. Le paysage est peu accidenté, avec de vastes plateaux légèrement ondulés et quelques buttes rocheuses isolées. (BERA,2024)

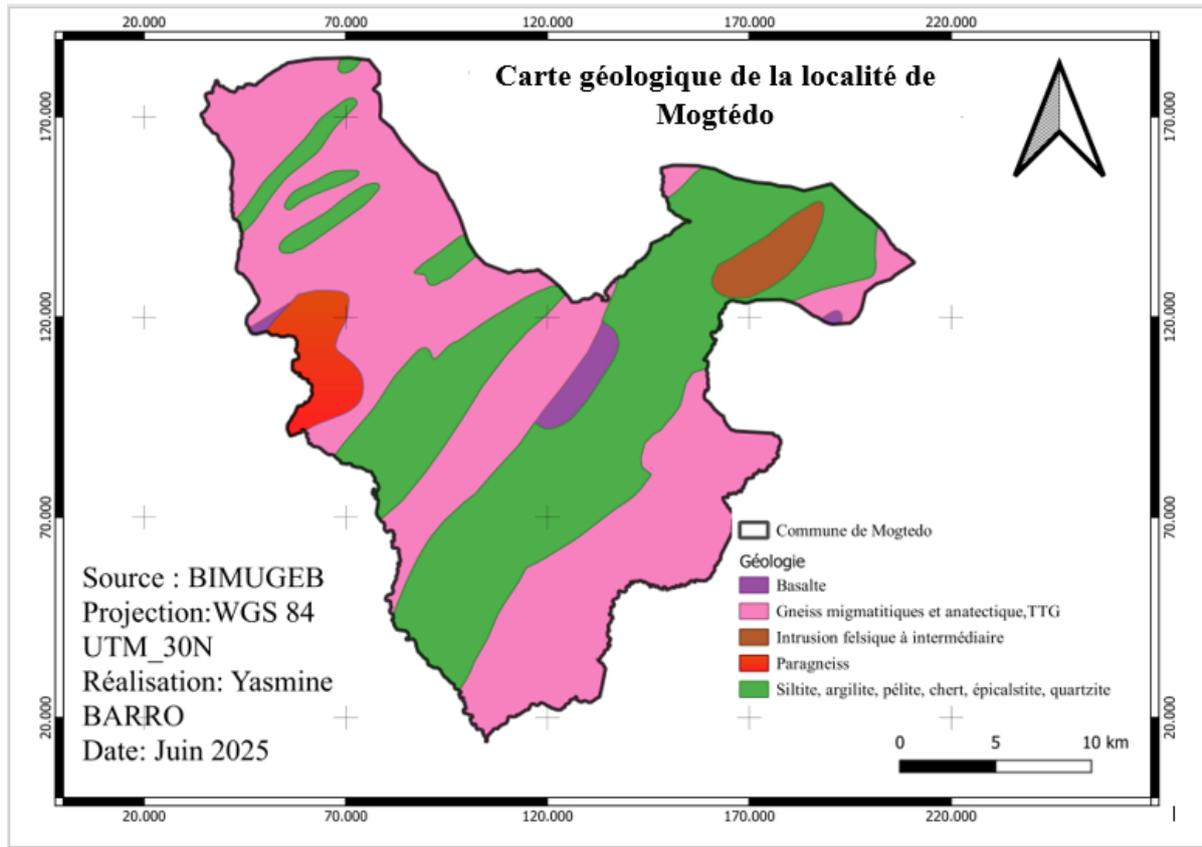


Figure 4: Carte géologique de la localité de Mogtêdo

II.2.2.7 Hydrogéologie

Sur le plan hydrogéologique, la ville de Mogtêdo, tout comme l'ensemble de la commune, repose sur des nappes d'eau souterraine localisées dans les zones fissurées et altérées des roches du socle. Ces aquifères discontinus, bien que peu étendus, peuvent être localement productifs et constituent la principale source d'alimentation en eau potable à travers des forages et des puits modernes. Leurs débits restent cependant modérés, généralement compris entre 1 et 5 m³/h.

Leur productivité dépend fortement de la profondeur de l'altération, de la densité des fractures et de leur interconnexion. Ainsi, les conditions géologiques influencent directement l'accès à

l'eau, les pratiques agricoles, ainsi que les possibilités d'exploitation minière notamment aurifère dans certaines zones présentant une fracturation favorable. (BERA,2024)

II.2.2.8 Faune

La ville de Mogtéo présente une faune caractéristique des zones soudano-sahéliennes. Cependant, la diversité et l'abondance des espèces animales ont fortement diminué sous l'effet de l'activité humaine, notamment à cause de l'agriculture, de l'urbanisation et de la déforestation. Malgré cette pression croissante, certaines espèces adaptées au climat sec et à la savane subsistent encore. Parmi les **mammifères**, les plus fréquemment observés sont de petite taille : lièvres, rats de brousse, et parfois des mangoustes. La commune reste riche en **oiseaux**, notamment des espèces granivores et insectivores comme les tisserins, tourterelles, pintades sauvages, ainsi que quelques rapaces tels que les busards et les faucons. On y trouve également des **reptiles**, comme certains serpents, des lézards, des varans, et dans des zones plus abritées, des tortues terrestres. Pendant la saison des pluies, les **amphibiens** deviennent visibles, avec une forte présence de grenouilles dans les zones humides. Enfin, la zone est très peuplée en **insectes** : termites, coléoptères, criquets, papillons et moustiques, dont certains peuvent être porteurs de maladies comme le paludisme. (INSD, 2013)

II.2.2.9 Flore

La flore de Mogtéo est dominée par une savane composée de graminées et d'arbres résistants à la sécheresse, tels que le karité, le néré, le baobab et l'acacia. Le couvert végétal est cependant menacé par les activités humaines comme l'agriculture, le surpâturage et la coupe de bois, ce qui entraîne une dégradation progressive de l'environnement. Des actions de reboisement et de régénération naturelle sont mises en place pour préserver et restaurer l'équilibre écologique. (INSD,2013)

II.2.3 Milieu humain et socio-économique

II.2.3.1 Aspect démographique

D'après les données issues du RGPH réalisé par l'INSD en 2006, la population de la ville de Mogtéo était estimée à 25 699 habitants en 2019 avec 4 684 ménages dont 12139 hommes et 13560 femmes. Ces chiffres traduisent une dynamique démographique importante, liée à la croissance naturelle ainsi qu'à l'extension progressive des zones d'habitation. Cette évolution doit être prise en compte dans les projections de besoins en eau potable et dans la planification des infrastructures d'AEP.

II.2.3.2 Agriculture

L'agriculture constitue le socle de l'économie locale et joue un rôle central dans les moyens de subsistance de la population communale. Les cultures vivrières, principalement le mil, le sorgho, le maïs et le riz, assurent la sécurité alimentaire des ménages et participent à leurs revenus. Parallèlement, des cultures à vocation commerciale telles que le coton, l'arachide et le sésame contribuent au dynamisme économique local. En outre, la ville bénéficie d'une activité maraîchère en plein essor, marquée par la production de légumes comme l'oignon, le chou et la tomate. Cette filière prend une importance particulière en saison sèche, notamment dans les villages dotés de bas-fonds ou de petits barrages, qui favorisent aussi bien la culture maraîchère que la riziculture de contre-saison. (BERA,2024)

II.2.3.3 Elevage

À Mogtêdo, l'élevage occupe une place importante dans l'économie locale, arrivant juste après l'agriculture. Il constitue pour de nombreuses familles une source précieuse de revenus et de sécurité alimentaire, que l'activité soit pratiquée tout au long de l'année ou seulement à certaines périodes. L'élevage s'intègre de plus en plus aux pratiques agricoles, notamment grâce à la traction animale et à l'utilisation du fumier comme engrais, contribuant ainsi à l'amélioration des rendements agricoles. Malgré cela, il reste majoritairement extensif, qu'il soit sédentaire ou mobile (transhumance), avec des niveaux de production souvent faibles. Ce mode de gestion, bien que traditionnel, entraîne parfois des tensions autour de l'accès aux ressources naturelles, notamment entre éleveurs et agriculteurs, surtout en période de rareté. (BERA,2024)

II.2.3.4 Commerce, artisanat et tourisme

Les secteurs du commerce, de l'artisanat et du tourisme sont également importants pour l'économie locale et la vie des habitants. Le commerce, principalement animé par les femmes et les jeunes, s'appuie sur les marchés hebdomadaires et de petites boutiques où sont échangés des produits agricoles, artisanaux et de consommation courante. L'artisanat, basé sur un savoir-faire traditionnel, englobe divers domaines tels que la forge, la poterie, le tissage et la menuiserie, bien qu'il soit limité par un manque de moyens techniques et financiers. Le tourisme, encore peu développé, dispose néanmoins d'un potentiel certain grâce aux sites naturels, aux pratiques culturelles et au patrimoine local, qui pourraient être mis en valeur par des investissements dans les infrastructures et une meilleure promotion. Ensemble, ces trois

secteurs offrent des opportunités significatives pour le développement socio-économique de la ville. (BERA,2024)

III. PRESENTATION DU PROJET

III.1 Contexte et justification du projet

La ville de Mogtédó, située dans la région du Plateau Central, dispose déjà d'un système d'Approvisionnement en Eau Potable (AEP) confié à une gestion privée. Toutefois, ce dispositif existant se révèle insuffisant pour répondre aux besoins croissants de la population, en raison de l'extension continue des zones d'habitation et de la pression démographique. Face à ces limites, le gouvernement burkinabè, à travers le Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable et d'Assainissement (PN-AEPA), appuyé par la Banque mondiale, a initié un vaste programme d'amélioration de l'accès à l'eau potable dans plusieurs régions du pays, dont celle du Plateau Central.

Ce programme est mis en œuvre selon une approche innovante, dite « Programme pour les Résultats (PforR) », qui privilégie les performances et les résultats mesurables, en cohérence avec les Objectifs de Développement Durable (ODD) et les orientations du PN-AEP horizon 2030. C'est dans ce cadre que l'Office National de l'Eau et de l'Assainissement (ONEA) a obtenu un financement pour la réalisation d'infrastructures dans quatre centres urbains : Mogtédó, Gomboussougou, Béguédo et Tiébélé.

Concernant le centre de Mogtédó, les travaux engagés visent à renforcer les capacités de production et de distribution d'eau potable. Cependant, le projet en cours n'intègre pas les quartiers périphériques, où les besoins restent critiques et non satisfaits. Afin de combler cette lacune, une étude technique détaillée s'avère nécessaire pour concevoir un système AEP adapté, capable d'assurer un service durable et équitable à l'ensemble des populations, y compris celles des zones non desservies. C'est dans cette perspective que s'inscrit le présent mémoire de fin de cycle, qui porte sur **l'étude technique détaillée du système d'AEP de la ville de Mogtédó.**

III.2 Objectifs

L'objectif général du projet est l'amélioration de la desserte en eau de la ville de Mogtédó. Plus spécifiquement, il s'agira :

- De faire l'état des lieux des infrastructures existantes ;

- De proposer une conception et un dimensionnement du système d'AEP permettant de satisfaire la demande solvable de la zone du projet à l'horizon 2050 ;
- De proposer une notice d'impact environnementale et sociale ;
- D'élaborer un devis quantitatif et estimatif.

III.3 Résultats attendus

Les résultats attendus sont :

- L'état des lieux des infrastructures hydrauliques existants est dressé ;
- Une conception et un dimensionnement du système d'AEP permettant de satisfaire la demande solvable de la zone du projet à l'horizon 2050 est proposée ;
- Une notice d'impact environnementale et sociale est proposée ;
- Un devis quantitatif et estimatif est élaboré

III.4 Etat des lieux des infrastructures hydrauliques

La ville de Mogtéo est essentiellement alimentée par des forages équipés de pompes à motricité humaine (PMH), de forages motorisés et d'un système d'adduction d'eau potable simplifiés (AEPS). Le nombre de bornes-fontaines (12 dont 9 sont fonctionnels) et de branchements privés demeure insuffisant, obligeant plusieurs ménages à parcourir de longues distances pour s'approvisionner. La gestion est assurée par des opérateurs privés délégués, mais ces structures manquent souvent de ressources financières, de pièces de rechange et de personnel formé. Ce déficit entraîne des pannes fréquentes, des interruptions de service, voire l'abandon de certains ouvrages. Cette situation montre l'urgence de renforcer les capacités locales et de développer les réseaux, notamment par la création de nouvelles bornes-fontaines, et l'augmentation des branchements privés, pour assurer un accès équitable et durable à l'eau. (DGEP/MEA, 2018)

IV. METHODOLOGIE DE CONCEPTION

La méthodologie adoptée pour cette étude est axée sur :

- Une revue documentaire permettant de rassembler les informations existantes pertinentes ;
- Le traitement et l'analyse des données collectées ;

- Une estimation des besoins en eau de la population concernée ;
- La conception technique du réseau, incluant la modélisation hydraulique du système d'alimentation en eau potable (AEP) ainsi que la définition des ouvrages associés ;
- Une analyse des impacts environnementaux potentiels du projet, accompagnée de mesures d'atténuation proposées ;
- Enfin, une évaluation financière portant sur le coût global de mise en œuvre du projet.

IV.1 Outils

Le tableau suivant présente les logiciels utilisés

Tableau 1 : Logiciels utilisés

Matériels	Observations
GoogleEarth pro	Pour visualiser la zone d'étude, identifier l'emplacement du réseau et de tous les ouvrages
AutoCad	Pour la réalisation de la carte de situation de la zone du projet
Global Mapper	Pour convertir les fichiers en différents format SIG
Logiciel Epanet 2.0	Pour la modélisation hydraulique en vue de simuler le fonctionnement du réseau en régime permanent
GoogleEarthPro	Pour la localisation des sites et le traitement des image
PackOffice :(Excel, Word, PowerPoint)	Pour la rédaction du mémoire, calcul pour les besoins du dimensionnement, le résumé pour la présentation

IV.2 Méthodologie de conception

IV.2.1 Recherche documentaire

La recherche documentaire représente une étape fondamentale de cette étude. Elle a consisté à réunir, trier et analyser des informations provenant de diverses sources, dans le but de mieux comprendre le contexte technique et institutionnel de la ville de Mogtêdo. Pour ce faire, des données pertinentes ont été extraites de documents réglementaires et de références sectorielles telles que les recensements généraux de la population (RGPH 2006 et 2019) et le programme national pour l'alimentation en eau potable et l'assainissement (PN-AEP 2016–2030).

La majorité des sources consultées étaient numériques, incluant des études antérieures, des rapports techniques, ainsi que des mémoires similaires. L'ensemble des informations

collectées a permis d'étayer les hypothèses retenues pour les calculs et de justifier les orientations techniques adoptées dans le cadre de cette étude.

IV.2.2 Hypothèses de calculs

La conception d'un système d'adduction d'eau potable (AEP) exige une analyse rigoureuse des paramètres techniques, ainsi qu'une évaluation précise des éléments influençant son dimensionnement. Pour ce faire, un ensemble d'hypothèses est formulé et validé en tenant compte de plusieurs facteurs. Ces hypothèses reposent sur des paramètres de conception essentiels, tels que les besoins exprimés par les bénéficiaires, les exigences fixées par le maître d'ouvrage, ainsi que les cadres réglementaires en vigueur. Les Termes de Références (TDR), le décret n°2019 0204/PRES/PM/MEA/MINEFID/MATDC/MS, et les directives du Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable (PN-AEP) figurent parmi les principales sources qui orientent la formulation de ces hypothèses.

IV.2.3 Horizon du projet

L'horizon d'un projet représente l'année de référence à partir de laquelle sont projetés les besoins futurs, dans le but de garantir la durabilité et l'efficacité des infrastructures à mettre en place. Comme pour tout projet d'ingénierie, cette notion est essentielle pour dimensionner un système d'alimentation en eau potable (AEP). Elle s'appuie sur l'analyse des tendances démographiques, économiques et sociales de la zone concernée, ainsi que sur la durée de vie attendue des ouvrages.

Conformément aux termes de référence de cette étude, l'année **2050** a été fixée comme horizon de planification. Par conséquent, le système envisagé devra rester opérationnel sur une période de **25 ans** à partir de sa mise en service.

IV.2.4 Consommation spécifique

D'après les objectifs du Programme National d'Alimentation en Eau Potable (PN-AEP) fixés à l'horizon 2030, les niveaux de consommation journalière visés en milieu urbain sont de 37 litres par personne pour les usagers des bornes fontaines, et de 57 litres pour ceux disposant de branchements individuels.

Toutefois, le décret n°2019 0204/PRES/PM/MEA/MINEFID/MATDC/MS relatif aux normes nationales d'accès à l'eau potable, prévoit pour les centres urbains autres que Ouagadougou et Bobo-Dioulasso des seuils inférieurs : 25 litres par jour et par habitant pour les bornes fontaines, et 50 litres pour les branchements particuliers.

Dans le cadre de la présente étude, ce sont ces dernières valeurs réglementaires qui ont été retenues comme références pour le calcul des besoins en eau.

Pour les besoins de cette étude, nous nous sommes référés au décret N°2019 0204/PRES/PM/MEA/MINEFID/MATDC/MS de 2019 pour le choix des consommations spécifiques, soit **25 litres par jour et par personne** pour les bornes fontaines, et **50 litres** pour les branchements privés.

IV.2.5 Caractéristique des bornes fontaines

Selon les recommandations du Programme National d'Alimentation en Eau Potable (PN-AEP 2016), une borne fontaine est conçue pour desservir en moyenne jusqu'à **500 habitants**. Ce seuil vise à garantir un accès équitable à l'eau potable tout en assurant un débit suffisant pour répondre aux besoins quotidiens de la population.

IV.2.6 Taux d'accroissement

Le taux d'accroissement démographique correspond à l'évolution, à la hausse ou à la baisse, du nombre d'habitants dans une zone géographique donnée sur une période déterminée. Il est généralement exprimé en pourcentage annuel.

Ce taux est calculé à partir d'une formule statistique inspiré de celle de Thomas MALTHUS (1), en se basant sur les données issues des recensements de 2006 (RGPH 2006) et de 2019 (RGPH 2019).

$$\alpha = (P_{2019}/P_{2006})^{2019-2006} - 1$$
$$\alpha = (1/(2019 - 2006)) * \ln (P_{2019}/P_{2006}) \quad (1)$$

α : Taux d'accroissement de la zone d'étude du projet

P_{2019} : population selon le RGPH 2019

P_{2006} : population selon le RGPH 2006

IV.2.7 Population à l'horizon du projet

La population projetée pour l'horizon 2050 sera estimée à l'aide de la formule des intérêts composés de Thomas MALTHUS (2), en supposant un taux d'accroissement démographique constant.

$$P_n = P_i * (1 + \alpha)^{(n-i)} \quad (2)$$

P_n : nombre d'habitants à l'année n avec $n= 2050$;

P_i : nombre d'habitants à l'année initiale (i).

IV.2.8 Rendement du réseau

Les réseaux d'AEP subissent des pertes d'eau qui réduisent leur rendement global. Ces pertes sont généralement de deux ordres : techniques, liées aux fuites sur les conduites d'adduction et de distribution, et commerciales, dues notamment aux erreurs de comptage ou aux consommations non enregistrées. L'accroissement de ces pertes impacte négativement la performance du système. Ainsi, l'efficacité du réseau en fin de projet reposera sur la qualité des équipements installés, la précision des travaux réalisés, ainsi que sur les dispositifs de contrôle et de maintenance mis en œuvre.

Dans les centres semi-urbain de l'ONEA, les pertes sont estimées en moyenne à 10% de la production totale au regard de la taille relativement réduite du réseau soit, un rendement de 90% pour le réseau de distribution. (SOUILI, 2024). Afin de prendre en considération l'effet vieillissant des installations dans le temps, une perte de 10% sera adoptée pour les dix premières années suivant la mise en service du réseau (2025-2040), et de 15 % pour le reste du temps (2040-2050).

Ainsi, on retient un rendement $\eta=90\%$ les dix premières années et un rendement $\eta=85\%$ pour le reste du temps.

IV.2.9 Taux de desserte

Les mesures d'investissement dans le cadre du PN-AEP auront également pour objectif d'accroître substantiellement le taux de personnes desservis par BP au détriment des BF. La répartition en fin 2014 est de 61% pour les BP et de 27% pour les BF. Au regard du taux de 22% environ de personnes qui n'ont pas encore accès à l'eau potable en fin 2014, un objectif de 80% et 20% semble réaliste en fin 2030 avec l'hypothèse d'un accès universel à l'eau. (MEEA/PN-AEP 2016). Nous supposons un taux de desserte de **90% pour les BP** et **10% pour les BF en 2050**.

IV.2.10 Besoins domestiques journalier

Le besoin en eau domestique des populations est fonction de deux facteurs. La population concernée et la consommation spécifique par habitant. Il est obtenu en faisant le produit de la

population concernée, donc en tenant compte des taux de raccordement des branchements privés et des bornes fontaines, par la consommation spécifique équivalente. (Clovis, 2024)

$$B_{Dj} = \frac{C_{SBF} * P_{BF} * T_{BF} + C_{SBP} * P_{BP} * T_{BP}}{1000} \quad (3)$$

B_{Dj} : le besoin domestiques journalier moyen en m^3/j

C_{SBF} : consommation spécifique des bornes fontaines en $l/j/hbt$

P_{BF} : Population desservie par les bornes fontaines

C_{SBP} : consommation spécifique des branchements particulier en $l/j/hbt$

P_{BP} : Population desservie par les branchements particuliers

T_{BF} : taux de desserte des BF

T_{BP} : taux de desserte des BP

IV.2.11 Besoins annexes

$$B_{ann} = 0,1 * B_{Dj} \quad (4)$$

B_{ann} : Besoin annexes en m^3/j

B_{Dj} : le besoin domestique journalier moyen en m^3/j

IV.2.12 Besoin moyen journalier

Le besoin moyen journalier en eau d'une population correspond à la quantité moyenne d'eau nécessaire par personne et par jour, exprimée généralement en litres par habitant et par jour (L/hab.j). Il inclut les usages domestiques et annexes (boisson, cuisine, hygiène, etc.)

$$B_{mj} = B_{Dj} + B_{ann} \quad (5)$$

B_{mj} : Besoins journaliers moyen Global en m^3/j

B_{Dj} : le besoin domestique journalier moyen en m^3/j

B_{ann} : Besoins annexes en m^3/j

IV.2.13 Coefficient de pointe saisonnière

C'est le ratio entre la consommation journalière moyenne annuelle et celle observée durant la période de pointe. Sa valeur se situe généralement entre 1,10 et 1,20. Dans le cadre de cette étude, la valeur de 1,15 a été retenue.

IV.2.14 Coefficient de pointe journalière

Il est obtenu par le rapport entre la consommation journalière maximale du jour de pointe sur la consommation journalière moyenne du mois de pointe. Sa valeur est comprise entre 1,05 et 1,15. (Clovis,2024) Nous considérerons un coefficient de pointe journalière de **1,1** qui est la moyenne.

IV.2.15 Demande en eau du jour de pointe

La demande du jour de pointe correspond à la quantité d'eau à acheminer sur le réseau en période de forte sollicitation, en intégrant les pertes liées à la distribution.

$$D_{jp} = \frac{B_{mj} \times Cps \times Cpj}{\eta_r} \quad (6)$$

Avec :

D_{jp} : demande de pointe journalière en m³/j

Cps : Coefficient de pointe saisonnier

B_{mj} : Besoin moyen journalier total en m³/j

Cpj : Coefficient de pointe journalier

η_r : rendement du réseau

IV.2.16 Coefficient de pointe horaire

Le **Coefficient de pointe horaire (Cph)** mesure l'intensité des pics de consommation d'eau au cours de la journée. Il permet d'évaluer les besoins maximaux à couvrir pendant les heures de pointe, en tenant compte des caractéristiques locales telles que l'urbanisation ou l'activité industrielle. Ce coefficient est généralement obtenu de manière statistique ou calculé à l'aide de méthodes empiriques.

✓ Formule empirique

$$C_{ph} = 1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{Qmh}} \quad (7)$$

Avec :

C_{ph} : le coefficient de pointe horaire

Q_{mh} (m^3/h) : le débit moyen horaire

✓ **Méthode statistique**

Coefficient de pointe horaire selon le nombre d'habitant (Faye, 2020)

Tableau 2 : les valeurs de C_{ph} en fonction du nombre d'habitants

Population (hbt)	C_{ph}
<10 000	2,5 à 3
10 000 à 50 000	2 à 2,5
50 000 à 200 000	1,5 à 2
>200 000	1,5

Source : (SOME 2024)

Pour notre étude nous utilisons la formule empirique.

IV.2.17 Pression nominale et pression de service

La pression nominale correspond à la pression que les conduites peuvent supporter. Selon les spécifications du fabricant, et elle se situe habituellement entre 6 et 25 bars. Notre réseau sera équipé de conduites en PEHD PN 10 pour le réseau de distribution car la pression y est relativement faible et régulière. Ce choix est économiquement rationnel, tout en garantissant la sécurité du système. Pour le réseau de refoulement, où la pression est généralement plus élevée en raison du pompage, nous avons opté pour des conduites PEHD PN 16, capables de supporter une pression plus importante sans risque de rupture.

Par ailleurs, la pression de service, c'est-à-dire la pression à laquelle l'eau parvient aux consommateurs, doit rester équilibrée afin d'éviter tout dysfonctionnement du réseau. Pour notre installation, elle est fixée à 10 mètres de colonne d'eau (10 mCE), soit environ 1 bar. Cette valeur est conforme aux normes en vigueur pour les systèmes d'alimentation en eau

potable en milieu semi-urbain, assurant ainsi une distribution efficace sans risque de surpression ni gaspillage d'énergie.

IV.2.18 Débit de dimensionnement

❖ Débit d'adduction

Il correspond à la quantité d'eau acheminée par un réseau d'adduction (généralement d'eau potable) vers une zone de distribution ou de consommation, exprimée en **litres par seconde (L/s)** ou **mètres cubes par heure (m³/h)**.

$$Q_{add} = \frac{D_{jp}}{T_p} \quad (8)$$

Avec,

Q_{add} : débit total d'adduction [m³/h]

D_{jp} : demande au jour de pointe [m³]

T_p : temps de pompage journalier [h]

Pour notre étude, nous supposons **14h** comme temps de pompage par jour reparti entre 7h d'alimentation solaire et 7h par le réseau électrique la SONABEL

❖ Débit de distribution

Le réseau de distribution est conçu et dimensionné pour véhiculer le débit de pointe horaire à la distribution pour l'horizon de calcul fixé à l'année 2050. Aussi appelé débit équivalent, c'est le débit qui est utilisé pour le dimensionnement des conduites des différents tronçons. Il est calculé de la manière suivante : (SANKARA, 2024)

$$Q_{ph} = Q_{ph,BF} + Q_{ph,BP} \quad (9)$$

Q_{ph} : débit de pointe horaire de distribution (m³/h)

$Q_{ph,BF}$: débit de pointe horaire BF (m³/h)

$Q_{ph,BP}$: débit de pointe horaire BP (m³/h)

Les bornes fontaines seront réalisées de type ONEA c'est-à-dire muni de trois robinets chacun de 0,25 l/s. On a donc un débit de 0,75 l/s par borne fontaine.

$$Q_{ph,BF} = 0,75 * n * 3,6 \quad (10)$$

$Q_{ph,BF}$: débit de pointe horaire BF (m³/h)

n : nombre de bornes fontaines

Pour les branchements privés, le débit de distribution sera calculé comme suit :

$$Q_{ph,BP} = \frac{B_{jm,BP} \times C_{pj} \times C_{ph}}{\eta_r \times T_d} \quad (11)$$

$Q_{ph,BP}$ = débit de pointe horaire BP (m³/h)

$B_{jm,BP}$ = besoins journaliers moyens aux BP (m³/j)

C_{pj} = coefficient de pointe journalière

C_{ph} = coefficient de pointe horaire

T_d = temps de distribution (12h pour les BP et 24h pour les BF)

η_r = rendement réseau

IV.2.19 Dimensionnement du réseau de distribution

➤ Débit en route

Le débit en route représente la quantité d'eau prélevée par les usagers le long d'une conduite, avant son raccordement à une autre section du réseau.

$$Q_{rout} = Q_{sp} * L_t \quad (12)$$

Q_{rout} : le Débit en route en l/s

Q_{sp} : le débit spécifique en l/s/m

L_t : Longueur du tronçon concerné

➤ Débit fictif

$$Q_f = 0,55 * Q_{rout} + Q_{aval} \quad (13)$$

Q_f : débit de dimensionnement en l/s

Q_{rout} : le Débit en route en l/s

Q_{aval} : débit à l'aval du tronçon en l/s

➤ **Détermination du diamètre théorique du réseau de distribution**

À partir de l'équation de continuité, les diamètres théoriques de chaque tronçon seront déterminés selon la méthode suivante :

$$Q = S * V \text{ et } S = \frac{\pi * D_{théo}^2}{4} \quad (14)$$

Avec Q : le débit transitant dans les tronçons m^3/h

S : la section du tronçon en m^2

V : la vitesse de l'eau dans les tronçons en m/s

$D_{théo}$: le diamètre théorique du tronçon en m

Donc,

$$D_{théo} = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * V}} \quad (15)$$

$D_{théo}$: Diamètre théorique du tronçon en m

Q : le débit transitant dans les tronçons m^3/h

V : la vitesse de l'eau dans les tronçons en m/s (estimée à 1m/s)

➤ **Calcul de la vitesse réelle d'écoulement dans les conduites**

Nous avons retenu les conduites en PEHD, car elles sont facilement accessibles sur le marché, simples à poser même pour de grands angles sans nécessiter de coudes, et présentent une bonne résistance face aux variations de température.

La vitesse réelle d'écoulement de l'eau dans les conduites se calcul comme suit :

$$V = \frac{4Qf}{\pi D_{int}^2} \quad (16)$$

V [m/s] : Vitesse réelle

D_{int} [m] : Diamètre intérieur

Qf : Débit fictif

➤ **Pertes de charge**

Nous utiliserons la formule de Darcy-Weisbach pour le calcul des pertes de charges :

$$\Delta H_T = 1,05 * 8 * \lambda * L * \frac{|Q|}{g * \pi^2 * D^5} Q \quad (17)$$

- ΔH_T = pertes de charges sur le tronçon (m)
- λ = coefficient de pertes de charges
- L = longueur du tronçon i (m)
- D = diamètre intérieur de la conduite (m)
- Q = débit circulant dans le tronçon (m³/s)
- g = constante de pesanteur (9,81 m/s²)

Avec $\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log\left(\frac{k}{3.71D} + \frac{2.51}{Re\sqrt{\lambda}}\right)$ et $Re = \frac{4*Q}{\pi*D*v}$

K : Rugosité de la conduite qui est de 0,0001 m pour les conduites en PEHD

Re: Nombre de Reynolds

La recherche de la valeur de λ qui satisfait l'équation se fait par itérations. Cette méthode est automatisée dans Excel à l'aide d'un script en Visual Basic conçu par le Dr BIAOU.

➤ **Calcul des mailles avec Hardy Cross**

La méthode de Hardy Cross est une méthode itérative utilisée pour l'équilibrage des débits dans les réseaux hydrauliques maillés.

$$\delta q = \frac{\sum_{i=1}^N \Delta H_i}{-2 * \sum_{i=1}^N \frac{\Delta H_i}{Q_i}} \quad (18)$$

δq : variation du débit

ΔH_i : perte de charge pour le tronçon i ;

Q_i : débit circulant dans le tronçon i

N : nombre de tronçon

- **Correction des débits**

Les débits seront corrigés, à l'aide de la formule suivante, jusqu'à ce que la somme algébrique des pertes de charge dans chaque boucle soit nulle, condition nécessaire à l'équilibre hydraulique du système.

$$Q_{corr,i} = Q_i + \Delta q_{Mi} \quad (19)$$

$Q_{corr,i}$ = débit corrigé circulant dans le tronçon i (l/s)

Δq_{Mi} = correction de débit dans la maille M_i (l/s)

Q_i = débit circulant dans le tronçon i (l/s)

Pour les tronçons adjacents appartenant aux deux mailles, la correction des débits s'effectue en tenant compte des ajustements apportés dans chacune des deux mailles concernées :

$$Q_{corr,i} = Q_i + \Delta q_{M1} + \Delta q_{M2} \quad (20)$$

Pression aux nœuds

La pression aux nœuds sont obtenus par la relation suivante :

$$P_{r,i} = H_r - Z_i - \sum \Delta H_{R,i} \geq P_s \quad (21)$$

Avec

$P_{r,i}$ = Pression réelle au nœud (m)

H_r = charge hydraulique au radier du réservoir (m)

Z_i = côte du nœud aval du tronçon i (m)

$\sum \Delta H_{R,i}$ = pertes de charges cumulées du réservoir au nœud aval du tronçon i (m)

P_s = pression de service (m)

La hauteur sous radier est calculée par la formule suivante :

$$\begin{aligned} Z_{radier} &= Z_{TN} + H_{radier} \geq \max(P_s + \sum \Delta H_{R,i} + Z_i) \\ H_{radier} &\geq \max(P_s + \sum \Delta H_{R,i} + Z_i) - Z_{TN} \end{aligned} \quad (22)$$

Avec :

Z_{radier} = côte au radier du réservoir (m)

Z_{TN} = côte du terrain naturel à la position du réservoir (m)

H_{radier} = hauteur sous radier (m)

P_s = pression de service (m)

$\sum \Delta H_{R,i}$ = pertes de charges cumulées du réservoir au nœud aval du tronçon i (m)

Z_i = côte du nœud aval du tronçon i (m)

IV.2.20 Simulation du réseau de distribution à l'aide du logiciel EPANET

La simulation sur EPANET consiste à modéliser et analyser le comportement hydraulique et la qualité de l'eau dans un réseau de distribution d'eau potable. À partir de données telles que la topographie du réseau, les caractéristiques des conduites, les débits, les pressions, les réservoirs, les pompes et les points de consommation.

L'objectif de la simulation est d'évaluer la performance du réseau, d'optimiser son dimensionnement et de garantir un approvisionnement fiable, efficace et conforme aux normes sanitaires.

IV.2.21 Dimensionnement du réseau de refoulement

Diamètre des conduites

Les diamètres des conduites sont calculés à partir des formules empiriques ci-dessous et le diamètre dit économique à retenir est celui qui vérifie à la fois les conditions de vitesses et celle de Flamant. Les conditions adoptées sont les suivantes :

- $U_{min} = 0,6 \text{ m/s}$;
- $U(\text{m/s}) \leq 0,6 + D_{int}(\text{m})$: Condition de Flamant

Les formules empiriques ci-dessous seront utilisées pour le calcul de diamètre

Tableau 3 : Formules empiriques pour le calcul du diamètre de la conduite de refoulement

$D_{th}[\text{mm}] = \sqrt{Q \left(\frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right) \times 1000}$	Formule de Bonnin
$D_{th}[\text{mm}] = 1.5 \times \sqrt{Q \left(\frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right) \times 1000}$	Formule de Bresse

$D_{th}[\text{mm}] = 1.27 \times \sqrt{Q \left(\frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right) \times 1000}$	Formule de Bedjaoui (23)
$D_{th}[\text{mm}] = 0.8 \times \sqrt[3]{Q \left(\frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right) \times 1000}$	Formule de Bresse modifiée
$D_{th}[\text{mm}] = (1 + 0.02 \times T_p) \times \sqrt{Q \left(\frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right) \times 1000}$	Formule de Munier

Source : (MEMTI 2024)

La vitesse est calculée par la formule suivante :

$$v \text{ (m/s)} = \frac{4 * Q_{expl}}{\pi * D_{th}^2} \quad (24)$$

Les pertes de charges singulières représenteront **10%** de celles linéaires.

✚ Diamètre de la colonne d'exhaure et montante

- **Diamètre de la colonne d'exhaure**

$$D_{exh} = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V_{exh}^2}} \quad (25)$$

D_{exh} [m] : Diamètre colonne d'exhaure

Q[m³/s] : Débit d'eau pompée

V_{exh}[m/s] : Vitesse ascensionnelle colonne d'exhaure égale à 1 [m/s]

- **Diamètre de la colonne montante**

$$D_{mont} = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V_{mont}^2}} \quad (26)$$

D_{mont} [m] : Diamètre de la colonne montante

Q[m³/s] : Débit d'eau pompée

V_{mont} [m/s] : Vitesse ascensionnelle colonne montante égal à 1[m/s]

Hauteur manométrique totale

La hauteur manométrique totale désigne la hauteur que la pompe doit assurer pour compenser à la fois l'élévation du fluide, les pertes dues aux frottements et les différences de pression entre l'adduction et le refoulement du système. Il s'agit d'un paramètre essentiel pour le dimensionnement de la pompe à installer, car il dépend à la fois de la hauteur géométrique et des pertes de charge totales du réseau.

$$\begin{aligned} HMT &= H_{géo} + \Sigma \Delta H_T \\ H_{géo} &= Z_c - Z_{ND} \end{aligned} \quad (27)$$

HMT [m] : Hauteur manométrique totale

H_{géo} [m] : Hauteur géométrique

Z_c [m] : Côte trop plein du réservoir

Z_{ND} [m] : Côte du niveau dynamique du forage

IV.2.22 Risque de coup de bélier

Le **coup de bélier** est un phénomène transitoire hydraulique se produisant lors d'une variation brusque de la vitesse d'un fluide dans une conduite (généralement à cause de la fermeture rapide d'une vanne ou de l'arrêt soudain d'une pompe). Cette variation génère une onde de pression qui se propage dans le réseau, pouvant entraîner des surpressions importantes et des dommages aux installations.

Afin de limiter les risques, il est essentiel de s'assurer de son existence. La procédure suivante sera alors mise en œuvre :

$$\Delta P = \pm \frac{V_0 * C}{g} \quad (28)$$

ΔP : la variation de la pression [m]

V_o : la vitesse d'écoulement du fluide [m/s]

g : constante de pesanteur = 9,81 [m/s²]

C : la vitesse de propagation (célérité) de l'onde de choc [m/s]

ALLIEVI-JOUKOVSKI démontre que la célérité de l'onde de pression dépend à la fois des caractéristiques du fluide et de celles de la conduite qui le transporte par la formule suivante :

$$c = \sqrt{\frac{\varepsilon}{\rho}} \times \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{\varepsilon}{E} \times \frac{D}{e}}} \text{ l'eau étant le fluide, } C = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + k \times \frac{D}{e}}} \quad (29)$$

ρ (Kg/m^3) : masse volumique de l'eau (1000 kg/m^3 pour l'eau)

E (Pa) : module d'élasticité de la conduite

ε (Pa) : module d'élasticité du de l'eau

D (m) : diamètre intérieur de la conduite

e (m) : épaisseur de la conduite

K : constante de rugosité ($K = 33$ pour les PEHD)

Le coup de bélier devient **préjudiciable** pour la conduite lorsque :

$$HMT - ND_{max} + \Delta P \geq PMA = 1,2 * PN \text{ (il y'a surpression)}$$

Où

$$HMT - ND_{max} - \Delta P \leq -10.33m \text{ (il y'a dépression)}$$
(30)

HMT = Hauteur manométrique totale (m)

ΔP = variation de pression (m)

NDmax = niveau dynamique maximal (m)

PMA = pression maximale admissible par les conduites (mCE)

PN = pression nominale (mCE)

IV.2.23 Type de pompe

Le choix de la pompe de chaque forage sera fait parmi les modèles immergés de la marque GRUNDFOS, en tenant compte principalement du débit de pompage et de la hauteur manométrique totale.

IV.2.24 Pose de conduites

Afin d'assurer leur protection contre les contraintes climatiques, les mouvements du sol ou les dégradations liées aux activités humaines, les conduites d'approvisionnement en eau sont posées en fouille, c'est-à-dire enterrées.

La conception des tranchées répond à des exigences techniques normalisées, notamment en ce qui concerne la **hauteur minimale de pose (P)** et la **largeur minimale de fouille (L)**. Ces dimensions sont généralement établies en fonction du diamètre extérieur de la canalisation (D), selon les relations suivantes :

- Hauteur minimale de pose

$$H_{min} \geq D_{ext} + 0,80m \quad (31)$$

- Largeur minimale de tranchée

$$L_{min} \geq D_{ext} + 0,40m \quad (32)$$

IV.2.25 Dimensionnement du réservoir

➤ Volume du réservoir

Plusieurs approches peuvent être utilisées pour déterminer la capacité du réservoir, notamment :

- La méthode forfaitaire ou simplifiée

La capacité de stockage sur les réseaux de distribution est comprise entre 25% et 50% de la consommation journalière de pointe (AKPO, 2024).

- La méthode analytique

La méthode analytique permet d'obtenir le volume du réservoir nécessaire pour stocker l'excédent en période de faible consommation et combler le manquant en période de forte consommation. (Clovis,2024)

- La méthode graphique

La méthode graphique est une approche visuelle qui permet d'estimer le volume d'un réservoir de stockage d'eau, en se basant sur la courbe de la demande journalière en eau.

La méthode forfaitaire est la méthode utilisée pour déterminer le volume du réservoir. Dans cette étude nous supposons **25%** de la consommation journalière de pointe.

Volume utile du réservoir

$$V_u = 0,25 * B_{jp} \quad (33)$$

➤ Traitement de l'eau

○ Temps de contact avec le chlore

Dans le but d'obtenir une désinfection optimale, l'eau doit rester en contact avec le chlore pendant au moins deux heures. Ce temps de contact est déterminé selon la relation suivante :

$$T_c = \frac{C_t}{Q_{ph}} \geq T_{c,min} \text{ avec } T_{c,min} = 2h \quad (34)$$

T_c : temps de contact avec le chlore dans le réservoir [h]

C_t : capacité du réservoir [m³]

Q_{ph} : débit de pointe horaire [m³/h]

○ Temps de séjour de l'eau

$$T_s = \frac{C_t}{Q_{mh}} \leq T_{volatilisation} \text{ avec } T_{volatilisation} = 2 \text{ jours} \quad (35)$$

T_s : temps de séjour [h]

C_t : capacité du réservoir [m³]

Q_{mh} : débit moyen horaire [m³/h]

➤ Débit de la pompe doseuse

$$q = \frac{Q * T}{C} \quad (36)$$

Avec :

q = débit pompe doseuse (l/h)

Q = débit d'eau non traitée (m³/h)

T = taux de traitement (g/m³)

C = concentration de l'hypochlorite de calcium (g/l)

➤ Volume du bac désinfectant

Le volume du bac destiné à contenir l'hypochlorite de calcium est déterminé avec la formule suivante :

$$V = q * T_f \quad (37)$$

V = volume du bac (l)

q = débit pompe doseuse (l/h)

T_f = temps de fonctionnement (14h)

IV.2.26 Source d'alimentation énergétique

En journée, l'alimentation du réseau d'eau de la ville de Mogtéo sera assurée par l'énergie solaire, pendant **7h** et le réseau SONABEL interviendra pour compléter les besoins énergétiques restants.

Champ solaire

- **Energie journalière**

$$E_j = \frac{\rho * g * Q * HMT}{3600 * \eta_{ond} * \eta_{pm}} \quad (38)$$

E_j : Energie journalière requise pour le pompage(kWh) ;

ρ : Masse volumique de l'eau (égale à 1000 kg/m³);

g : Accélération de la pesanteur (égale à 9,81 m/s²) ;

Q : Débit au point de fonctionnement du réseau (m³/h) ;

HMT : Hauteur de pression au point de fonctionnement (m) ;

η_{ond} : Rendement de l'onduleur (égal à 0,9) ;

η_{pm} : Rendement de la pompe et du moteur.

- **Puissance en crête**

$$P_c = \frac{E_j}{Kp * Ei} \quad (39)$$

P_c : Puissance de crête du système photovoltaïque (kWc) ;

E_j : Energie journalière requise pour le pompage (kWh) ;

E_i : Ensoleillement journalier ; pour le dimensionnement on retiendra 5,15kWh/m²/j (ensoleillement du mois d'Août, SORO 2020) ;

K_p : Rendement du générateur photovoltaïque égal 80%.

- **Nombre de modules**

$$N_m = \frac{P_c}{P_m} \quad (40)$$

N_m : nombre de modules du champ PV ;

P_c : puissance crête attendue (Wc) ;

P_u : puissance crête unitaire d'un module PV (Wc). On retiendra des modules de 540Wc

- **Puissance de l'onduleur**

Pour assurer un fonctionnement sécurisé des branchements, chaque onduleur est dimensionné de sorte à ce que sa puissance nominale soit légèrement supérieure à la puissance totale des appareils fonctionnant

1998). La puissance de $P_{ond} = \frac{P_p * K}{\eta_p * \cos\varphi}$ (Schiller, Royer, Djiako, & Sy, 1998). La puissance de

(41)

P_{ond} : Puissance de l'onduleur en kilovolt-ampères (kVA) ;

P_p : Puissance de l'électropompe en kilowatts (kW) ;

η_p : Rendement de l'électropompe ;

cosφ : (Cosinus Phi facteur de puissance des installations électriques) ;

K : coefficient de correction (prise en compte les autres équipements électriques) = 1,05.

IV.3 ETUDE DE FAISABILITE FINANCIERE DU PROJET

IV.3.1 Estimation du cout du projet

L'évaluation financière du projet a été réalisée en tenant compte de sa durée de réalisation. Pour cela, la mercuriale des prix en vigueur au Burkina Faso en 2025 a servi de base de calcul. Une identification détaillée de toutes les composantes du réseau, y compris la longueur

des canalisations et les ouvrages de génie civil, ont été inventoriés afin de produire un devis prévisionnel réaliste.

IV.3.2 Estimation du cout de l'eau

L'eau constitue une ressource vitale, indispensable tant à la survie humaine qu'au progrès économique. Toutefois, garantir l'accès à l'eau pour chacun nécessite des dépenses non négligeables. Évaluer précisément ce coût permet de définir une tarification juste, de maintenir la viabilité financière des services d'eau, et de promouvoir une gestion responsable et durable de cette ressource précieuse.

$$\text{Pr} = \frac{C + I}{V} \quad (42)$$

Avec :

I : le coût d'investissement ;

C : la charge d'exploitation ;

V : le volume d'eau à l'horizon du projet

V. RESULTATS DE L'ETUDE DE FAISABILITE TECHNIQUE

Elle a permis de présenter les résultats liés aux paramètres clés tels que le taux de croissance démographique, l'estimation de la population future, l'analyse des besoins en eau, ainsi que le dimensionnement des réseaux d'adduction, de distribution et de la station de pompage.

V.1 Taux d'accroissement de la population

Il a été obtenu par la formule de Thomas Malthus (1) et sa valeur est de **2,67%**

Tableau 4 : Taux d'accroissement

Taux d'accroissement de la ville de Mogtêdo	
Population au RGPH 2006	18 164
Population au RGPH 2019	24 699
$\alpha = \frac{1}{2019-2006} \times \ln\left(\frac{P_{2019}}{P_{2006}}\right)$	2,67%

V.2 Estimation de la population à l'horizon du projet

Tableau 5 : Evaluation de la population

Année	Unité	2025	2030	2035	2040	2045	2050

Population totale	hbts	30 100	34 338	39 172	44 686	50 977	58 154
Taux de desserte des BF	%	72%	20%	17%	14%	12%	10%
Taux de desserte des BP	%	28%	80%	82%	85%	88%	90%
Nombre de personnes par BF	hbts	21672	6868	6660	6257	6118	5816
Nombre de personnes par BP	hbts	8428	27471	32122	37984	44860	52339
Nombre de personne par borne fontaine selon le PN_AEP 2016	hbts	500	500	500	500	500	500
Nombre théorique de BF à installer	Unité	43	14	13	13	12	12
Nombre théorique de BP à installer	Unité	1405	4579	5354	6331	7477	8723

En 2050, le nombre d'habitants touchés par le projet s'élèvera à **cinquante-huit mille cent cinquante-quatre (58 154)** habitants. Parmi eux, **5 816** personnes auront accès à l'eau via des bornes-fontaines publiques, tandis que **52 339** habitants seront alimentés par des branchements privés. Le système envisagé garantira une desserte en eau potable pour **100%** de cette population.

V.3 Evaluation des besoins en eau

La population bénéficiaire du projet sera desservie en eau potable par des bornes-fontaines et des branchements particuliers. Les résultats du calcul des besoins sont consignés dans tableau ci-dessous :

Tableau 6 : Evaluation de la demande en eau

ESTIMATION DE LA DEMANDE						
Année	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Population totale (hbts)	30 100	34 338	39 172	44 686	50 977	58 154
Pop BF (hbts)	21672	3434	3917	4469	5098	5815
Cons BF (m3/j)	541,8	85,85	97,92	111,72	127,45	145,37
Pop BP (hbts)	8 428	30 904	35 255	40 217	45 879	52 339
Cons BP (m3/j)	421,4	1545,2	1762,75	2010,85	2293,95	2616,95
Besoins domestiques (m3/j)	963,2	1631,05	1860,67	2122,57	2421,4	2762,33
Taux des besoins annexes	10%					
Besoins annexes (m3/j)	96,32	163,11	186,07	212,26	242,14	276,23

BMJ (m ³ /j)	1059,52	1794,16	2046,74	2334,83	2663,54	3038,56
DJP (m ³ /j)	1489,21	2521,78	2876,81	3281,74	3963,97	4522,09

Les projections issues du tableau de synthèse estiment les besoins en eau des BP et des BF à respectivement **2 616,95 m³/j** et **145,37 m³/j**, soit un besoin moyen journalier total de **3 038,56 m³/j**. En supposant un taux d'accès à l'eau potable de 100 %, la demande journalière de pointe atteindrait **4 522,09 m³/j** à l'horizon du projet.

V.4 Ressources en eau

Afin de répondre aux besoins en eau projetés, l'approvisionnement sera assuré par l'exploitation des ressources en eau souterraine. À cet effet, sept nouveaux forages à haut débit ont été réalisés. Ces installations, conçues pour un rendement optimal, permettront de mobiliser un volume global de **153,5 m³/h**. Cette capacité de production contribuera de manière significative à sécuriser l'alimentation en eau potable, en garantissant une couverture efficace des besoins, notamment en période de forte demande.

Ce tableau présente donc les coordonnées, les débits ainsi que les niveaux dynamiques des différents forages :

Tableau 7 : Débit des sept forages

DEBIT DE FORAGE				
Nom	X_UTM	Y_UTM	Débit d'exploitation (m ³ /h)	N_Dynamique
F1- MOG (SE14)	734537	1356843	14	32,94
F2- MOG (SE04)	737371	1357558	10	35,9
F3 - MOG(SE03)	737559	1357383	10	26,45
F4 - MOG (SE02)	735561	1355911	40	26,1
F5 - MOG (SE19)	733880	1356676	7,5	42,92
F6 - MOG (SE28)	739880	1360106	36	25,31
F7 - MOG (SE25)	738017	1357306	36	26,54

V.5 Débit de d'adduction et de distribution

Tableau 8 : Evaluation du débit de distribution

ESTIMATION DE DEBIT						
Année	2024	2030	2035	2040	2045	2050

Débit d'adduction						
	106,37	180,13	205,49	234,41	283,14	323,01
Bornes Fontaines						
Temps de distribution des BF	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00
Nombre des BF	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00
Débit moyen horaire de BF (m3/h)	45,15	7,15	8,16	9,31	10,62	12,11
Coefficient de pointe horaire des BF	1,87	2,43	2,38	2,32	2,27	2,22
Débit de pointe horaire des BF (m3/h)	84,52	17,42	19,38	21,59	24,08	26,87
Débit de pointe horaire des BF (l/s)	23,48	4,84	5,38	6,00	6,69	7,46
Le nombre de robinet de 0,25 L/s	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Débit de dimensionnement de BF (l/s)	1,96	0,40	0,45	0,50	0,56	0,62
Débit d'un robinet (l/s)	0,25					
Débit réel d'une BF (l/s)	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Débit réel des BF	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00
Branchements privés						
Temps de distribution des BP (h)	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00
Débit moyen horaire de BP (m3/h)	17,56	64,38	73,45	83,79	95,58	109,04
Coefficient de pointe horaire des BP	2,10	1,81	1,79	1,77	1,76	1,74
Débit de pointe horaire des BP (m3/h)	36,81	116,63	131,60	148,56	167,81	189,66
Débit de dimensionnement BP (l/s)	10,23	32,40	36,55	41,27	46,61	52,68
Débit de distribution						
Débit moyen horaire (m3/h)	62,71	71,54	81,61	93,10	106,20	121,15
Qph (L/s)	33,70	37,24	41,94	47,27	53,30	60,15
Qph (m3/s)	121,34	134,05	150,98	170,16	191,89	216,54
Débit de distribution (l/s)	19,23	41,40	45,55	50,27	55,61	61,68

Les débits de pointe horaires sont de **9 L/s** pour les BF et de **52,68 L/s** pour les BP, soit un débit de pointe horaire global de **61,68 L/s**.

V.6 Dimensionnement du réseau hydraulique

❖ Tracé du réseau

Le schéma hydraulique du réseau d'adduction en eau potable de Mogtêdo, met en évidence une configuration comportant deux mailles. Cette structure en boucle favorise une distribution équilibrée des débits et limite les pertes de charge excessives. À ces deux mailles s'ajoutent des ramifications dirigées vers les bornes-fontaines, permettant ainsi une desserte uniforme des différents secteurs de la commune.

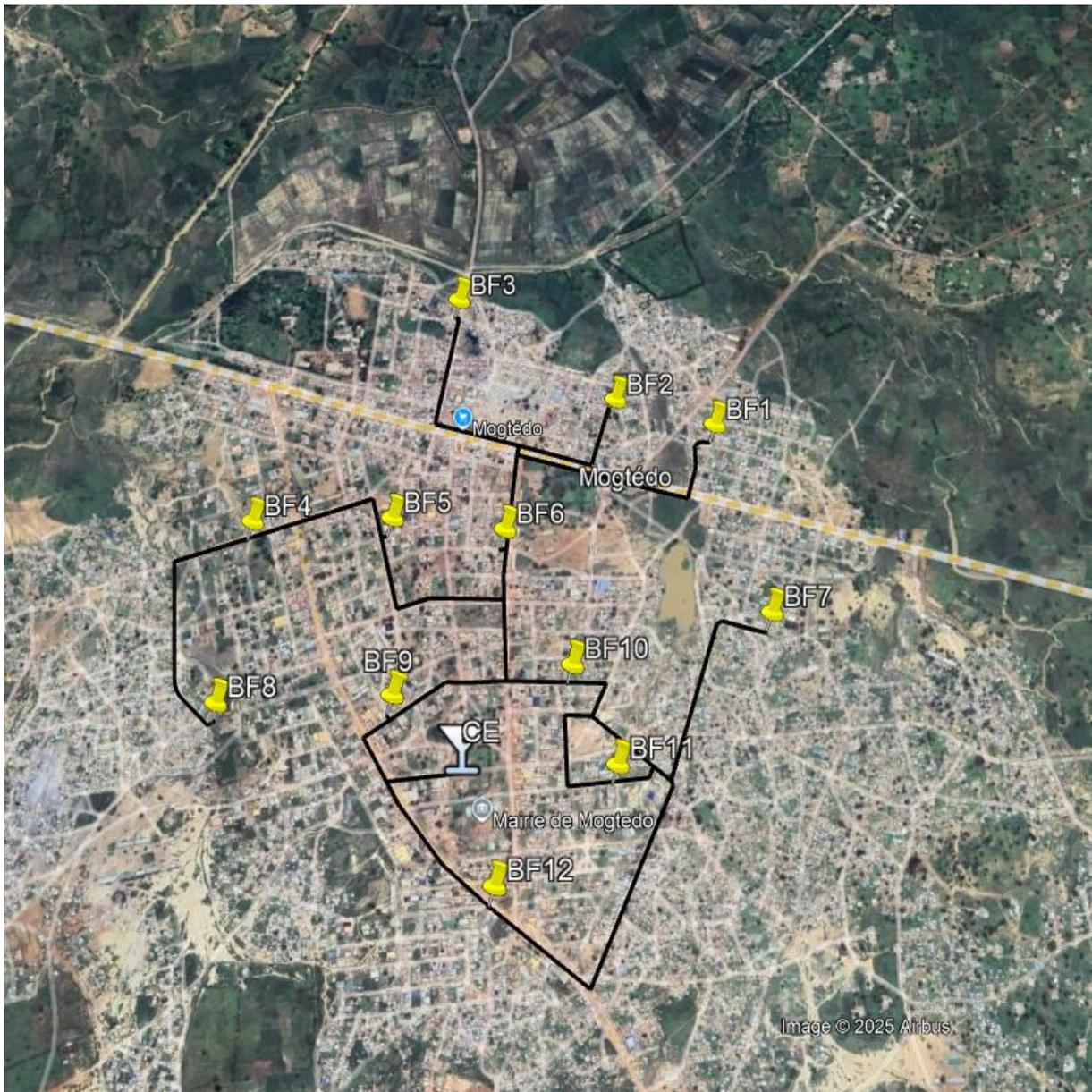


Figure 5: tracé du réseau de distribution de la ville de Mogtédou

V.7 Dimensionnement de la conduite de refoulement

Le réseau se présente comme suit :

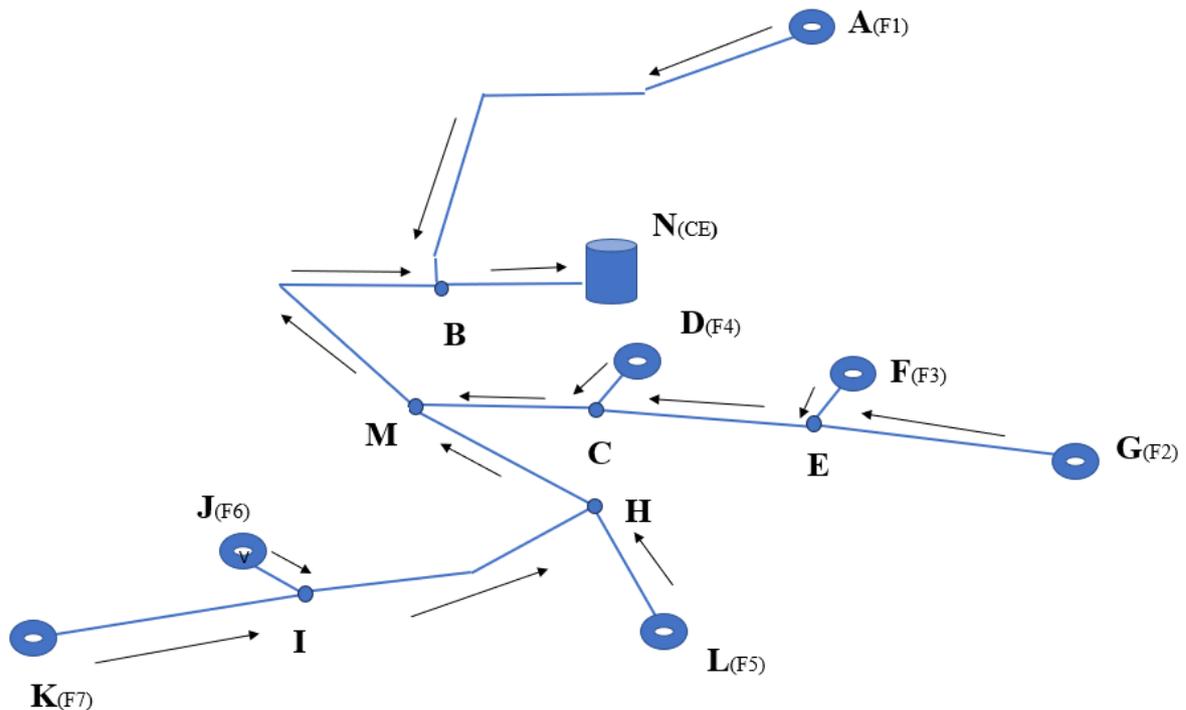


Figure 6: Schéma illustratif du réseau de refoulement

V.7.1 Choix du diamètre de refoulement

Le réseau de refoulement de la commune est alimenté par sept forages, pour une longueur totale de conduites d'environ **13343,34 mètres**. Les diamètres nominaux choisis pour les canalisations varient de **90 mm** à **315 mm** et leurs diamètres intérieurs se rapprochent des diamètres théoriques obtenues des formules de Munier, Bejaoui et Bonnin qui respectent la condition de Flamant ainsi que la condition de vitesse. La vitesse d'écoulement dans les conduites varie entre **0,59 m/s** et **0,82 m/s**. Les conduites sont en PEHD et une pression nominale de **16 bars** a été retenue, afin de sécuriser le réseau contre les coups de bélier.

Les résultats du dimensionnement se trouvent dans le tableau 9 :

Tableau 9 : Diamètre de refoulement

Tronçon	Q (m ³ /h)	Bresse (mm)	Bresse modifié(mm)	Munier (mm)	Bedjaoui (mm)	Bonnin (mm)	DN (mm)	Dint (mm)	Vref (m/s)	Cond_ Flamant
AB	14	93,54	125,81	79,82	79,20	62,36	110	90	0,61	0,69
GE	10	79,06	112,46	67,46	66,93	52,70	90	73,6	0,65	0,67
EF	10	79,06	112,46	67,46	66,93	52,70	90	73,6	0,65	0,67
EC	20	111,80	141,69	95,41	94,66	74,54	125	102,2	0,68	0,70

CD	40	158,11	178,52	134,92	133,87	105,41	180	147,2	0,65	0,75
CM	60	193,65	204,35	165,25	163,96	129,10	225	184	0,63	0,78
KI	36	150,00	172,35	128,00	127,00	100	180	147,2	0,59	0,75
IJ	36	150,00	172,35	128,00	127,00	100	180	147,2	0,59	0,75
IH	72	212,13	217,15	181,02	179,61	141,42	225	184	0,75	0,78
LH	7,5	68,47	102,17	58,42	57,97	45,64	90	73,6	0,49	0,67
HM	79,5	222,91	224,45	190,21	188,73	148,60	250	204,4	0,67	0,80
MB	139,5	295,28	270,72	251,97	250,00	196,85	315	257,8	0,74	0,86
BN	153,5	309,74	279,49	264,31	262,24	206,49	315	257,8	0,82	0,86

V.7.2 Calcul de la HMT

Tableau 10 : Résultats du calcul de la HMT

Forages	Q (m3/h)	Z_TN (m)	ΔHL (m)	ΔHs (m)	ΔHT (m)	ND (m)	Hgéo(m)	HMT(m)
F1- MOG (SE14)	14	281,69	31,80	3,18	34,98	32,94	22,51	90,43
F2- MOG (SE04)	10	282,7	11,95	1,19	13,14	35,9	21,50	70,54
F3 - MOG(SE03)	10	281,71	8,87	0,89	9,76	26,45	22,49	58,70
F4 - MOG (SE02)	40	281,52	7,41	0,74	8,15	26,1	22,68	56,93
F5 - MOG (SE19)	7,5	279,02	9,63	0,96	10,59	42,92	25,18	78,69
F6 - MOG (SE28)	36	275,71	8,30	0,83	9,13	25,31	28,49	62,93
F7 - MOG (SE25)	36	272,27	9,97	1,00	10,97	26,54	31,93	69,44

Le tableau 10 présente les différentes HMT des sept forages qui varient entre 58,70 m et 90,43m.

V.7.3 Diamètre de la colonne d'exhaure de chaque forage

Tableau 11 : Diamètre des colonnes d'exhaure

Désignation	V(m/s)	Dth (m)	Dth(mm)	Dint (mm)	DN (mm)
Colonne d'exhaure F1,F4,F6,F7	1	0,070	70,37	73,6	90
Colonne d'exhaure F2,F3,F5	1	0,059	59,47	61,4	75

Le diamètre des différentes colonnes d'exhaure varie entre 75 mm et 90 mm.

V.7.4 Vérification du coup de bélier

Une vérification a été effectuée pour s'assurer que les surpressions transitoires dues aux coups de bélier ne dépassent pas la capacité maximale de résistance des conduites. Les résultats obtenus confirment que la pression maximale reste en deçà de la limite admissible rendant **le coup de bélier non préjudiciable au réseau**. Le choix de conduites PN16 permet ainsi de sécuriser le réseau contre les sollicitations hydrodynamiques imprévues, ce qui rend non nécessaire l'installation d'un dispositif de protection contre ce phénomène sur la conduite de refoulement n'est pas requise.

Tableau 12 : Récapitulatif du calcul de coup de bélier

Tronçon	DN (mm)	C (m/s)	HMT (m)	ΔH (m)	Pmin	PMA (m)	PMA/PN	Conclusion
AB	110	505,78	90,43	31,52	71,34	89,01	0,55	Coup de bélier non préjudiciable
GE	90	506,31	70,54	33,70	49,30	68,34	0,42	Coup de bélier non préjudiciable
EF	90	506,31	58,70	33,70	37,45	65,94	0,40	Coup de bélier non préjudiciable
CD	180	506,31	56,93	33,70	35,69	64,53	0,40	Coup de bélier non préjudiciable
KI	180	506,31	69,44	30,33	51,57	73,23	0,45	Coup de bélier non préjudiciable
IJ	180	506,31	62,93	30,33	45,06	67,95	0,42	Coup de bélier non préjudiciable
LH	90	506,31	78,69	25,27	51,58	61,04	0,37	Coup de bélier non préjudiciable

PMA/PN sur chaque tronçon $\leq 1,2$ et $Pmin \geq 10,33$ on peut donc conclure que le coup de bélier n'est pas préjudiciable ni par surpression, ni par dépression.

V.7.5 Choix des différentes pompes

Les pompes sélectionnées pour le projet sont de la marque **Grundfos**, reconnue pour sa fiabilité et sa performance dans le domaine du pompage. Les spécifications techniques de chaque modèle retenu sont détaillées dans le tableau 13, permettant de justifier leur adéquation aux besoins hydrauliques du système. Les courbes caractéristiques associées, sont présentées en annexe 10, 11, 12, 13, 15, 15 et 16.

Tableau 13 : Choix des pompes

Forage	Q (m ³ /h)	HMT	Pompe	η_p	η_m	η_{pm}	Cos ϕ	U (V)	I (A)
F1- MOG (SE14)	14	90,43	SP 11-24	69,6	80,30	55,90	0,81	400	11,2
F2- MOG (SE04)	10	70,54	SP 9-16	66,7	75,50	50,40	0,81	400	6,9

F3 - MOG(SE03)	10	58,70	SP 9-13	66,8	75,20	50,30	0,81	400	6,2
F4 - MOG (SE02)	40	56,93	SP 46-6	73,0	81,20	59,30	0,82	400	18,9
F5 - MOG (SE19)	7,5	78,69	SP 7-23	63,9	75,50	48,20	0,81	400	6,7
F6 - MOG (SE28)	36	62,93	SP32-11	69,6	81,10	56,40	0,82	400	19,6
F7 - MOG (SE25)	36	69,44	SP 32-12	69,9	82,20	57,50	0,82	400	21,6

❖ Sources d'énergie

L'alimentation du système de pompage repose sur une approche hybride utilisant deux sources d'énergie. Pendant sept heures, le pompage est effectué grâce à l'énergie solaire générée par les champs photovoltaïques, tandis que les sept autres heures sont couvertes par l'énergie thermique provenant du réseau électrique de la SONABEL.

❖ Dimensionnement du champ PV

Estimation de la demande énergétique et puissance crête requise pour chaque pompe

Tableau 14: Demande en énergie et puissance crête

Forages	Pompe	Ej (kWh)	Pc(kWc)
F1- MOG (SE14)	SP 11-24	57,61	13,98
F2- MOG (SE04)	SP 9-16	41,92	10,17
F3 - MOG(SE03)	SP 9-13	34,27	8,32
F4 - MOG (SE02)	SP 46-6	113,15	27,46
F5 - MOG (SE19)	SP 7-23	38,93	9,45
F6 - MOG (SE28)	SP32-11	116,68	28,32
F7 - MOG (SE25)	SP 32-12	124,99	30,34

❖ Caractéristique des panneaux et puissance des onduleur

Tableau 15 : Caractéristiques des modules PV

Pompe	Phydr (KW)	Pabs (KW)	Pm (KW)	Pc (KWc)	Module	Nmodule série	Nmodule-dérivation	In (A)	Pond (KVA)	Pond (KW)
SP 11-24	3,45	4,96	6,17	13,98	26	8	3	13,70	10,37	8,40
SP 9-16	2,26	3,39	4,49	10,17	17	8	2	10,60	7,25	5,87
SP9-13	1,60	2,39	3,18	8,32	15	8	2	8,70	6,28	5,09
SP 46-6	6,21	8,50	10,47	27,46	51	10	5	26,28	18,38	15,07
SP 7-23	2,01	2,52	4,17	9,45	16	8	4	9,84	6,87	5,56
SP32-11	6,17	8,87	10,94	28,32	52	10	5	27,13	20,20	16,56
SP 32-12	6,81	9,75	11,86	30,34	56	12	5	28,68	21,82	17,89

La puissance unitaire des modules utilisés est de 540Wc.

❖ Onduleurs retenus

Tableau 16: Caractéristiques de l'onduleur de la pompe SP 7-23

Désignation	Pmp [kW]	Coefficient de correction k	η_{mp}	$\cos\phi$
SP 7-23	3,39	1,05	48,20%	0,81
Puissance de l'onduleur Pond [kVA]	6,87			
Puissance de l'onduleur Pond [kW]	5,56			
Caractéristiques de l'onduleur choisi				
Désignation	Unité	Valeurs		
Type	-	RSI IP66		
Fréquence	[Hz]	60		
Puissance Nominale	[kW]	7,5		
Tension Nominale	[V]	3 x 208 - 240		
Tension Nominale d'entrée DC	[V]	400		
Tension Nominale de sortie AC	[V]	220		
Courant Nominale de sortie AC	[A]	31		
Poids net	[Kg]	14,9		

Tableau 17 : Caractéristiques de l'onduleur de la pompe SP 11-24

Désignation	Pmp [kW]	Coefficient de correction k	η_{mp}	$\cos\phi$
SP 11-24	5,57	1,05	55,90%	0,81
Puissance de l'onduleur Pond [kVA]	10,37			
Puissance de l'onduleur Pond [kW]	8,40			
Caractéristiques de l'onduleur choisi				
Désignation	Unité	Valeurs		
Type	-	RSI IP66		
Fréquence	[Hz]	60		
Puissance Nominale	[kW]	15		
Tension Nominale	[V]	3 x 380 - 440		
Tension Nominale d'entrée DC	[V]	800		
Tension Nominale de sortie AC	[V]	380		
Courant Nominale de sortie AC	[A]	31		
Poids net	[Kg]	14,9		

Tableau 18: Caractéristiques de l'onduleur des pompes SP32-11; SP32-12 et SP46-6

Désignation	Pmp [kW]	Pond KVA	Pond KW	k	η_{mp}	$\cos\phi$
SP 32-12	11,91	21,82	17,89	1,05	57,50%	0,82
SP 32-11	10,98	20,20	16,56		56,40%	
SP46-6	10,48	18,38	15,07		59,30%	
Caractéristiques de l'onduleur choisi						
Désignation	Unité		Valeurs			
Type	-		RSI IP66			
Fréquence	[Hz]		60			
Puissance Nominale	[kW]		30			
Tension Nominale	[V]		3 x 380 - 440			
Tension Nominale d'entrée DC	[V]		800			
Tension Nominale de sortie AC	[V]		380			
Courant Nominale de sortie AC	[A]		61			
Poids net	[Kg]		31,5			



Tableau 19 : Caractéristiques de l'onduleur des deux pompes SP 9-13 et SP 9-16

Désignation	Pmp [kW]	Pond (KVA	Pond KW	K	η_{mp}	$\cos\phi$
SP 9-13	3,24	6,28	5,09	1,05	50,3%	0,81
SP 9-16	3,73	7,25	5,87		50,4%	
Caractéristiques de l'onduleur choisi						
Désignation	Unité		Valeurs			
Type	-		RSI IP66			
Fréquence	[Hz]		60			
Puissance Nominale	[kW]		11			
Tension Nominale	[V]		3 x 380 - 440			
Tension Nominale d'entrée DC	[V]		800			
Tension Nominale de sortie AC	[V]		380			
Courant Nominale de sortie AC	[A]		23			



Poids net	[Kg]	14,9	
-----------	------	------	--

V.7.6 Dimensionnement du réseau de distribution

Le dimensionnement du réseau a été réalisé sur la base du débit de pointe horaire, correspondant à la période de plus forte consommation. Le réseau a une longueur de **8064,04 m** et un sens d'écoulement a été préalablement établi afin d'orienter correctement la distribution de l'eau dans l'ensemble du système. Les débits ont été répartis selon le principe de la loi des nœuds, qui impose que la somme des débits entrants soit égale à la somme des débits sortants. Cette démarche permet d'assurer un équilibre hydraulique à chaque jonction du réseau, garantissant ainsi un fonctionnement cohérent et adapté à la demande. La répartition linéaire des soutirages aux BP, et les débits affectés aux BF ont permis de dimensionner le réseau sur Excel, avant d'être simulé et vérifié à l'aide du logiciel EPANET2.

- **Calcul des débits fictifs**

Dans le réseau, les conduites assurent une double fonction : acheminer l'eau et la distribuer aux points de consommation. Ainsi, le débit d'un tronçon correspond à la somme du débit en transit vers l'aval et du débit prélevé au niveau du nœud aval du tronçon. Le débit de distribution est de **61,68 l/s** et pour les branchements privés, le soutirage s'effectue à un débit linéique de à **0,00788556 l/s/m**. On dénombre dans le réseau douze bornes-fontaines, chaque borne étant munie de trois robinets avec un débit de **0,25 L/s** chacun.

V.7.7 Dimensionnement de la partie ramifié

Dans la section ramifiée du réseau, l'étude a débuté par le calcul des débits fictifs, indispensables au dimensionnement hydraulique. Les diamètres théoriques ainsi obtenus ont été ajustés aux dimensions normalisées disponibles sur le marché. À partir de ces diamètres commerciaux, les vitesses d'écoulement ont été calculées et les pressions évaluées en tenant compte des pertes de charge linéaires, déterminées à l'aide de la formule de Darcy-Weisbach.

Les tronçons de la partie ramifiée du réseau ont été dimensionnés de façon à garantir des vitesses d'écoulement satisfaisantes dans les conduites ainsi que des pressions adéquates aux différents nœuds. Les résultats détaillés des calculs sont présentés en annexe 1. Le tableau 20 présente un extrait du dimensionnement.

Tableau 20: Extrait du dimensionnement de la partie ramifiée

Tronçon	L(m)	Q fict(m3/s)	Dint (mm)	DN (mm)	V (m/s)	λ	$\Delta H_{(D-W)}$ [m]
CE-N1	190,32	0,0562	277,6	315	0,93	0,0178482	0,565058805
N5-N27	195,45	0,0303	198,2	225	0,98	0,0191425	0,972050665
N14-N18	379,3	0,0058	96,8	110	0,79	0,0232456	3,055511963
N18-N19	15,08	0,0017	55,4	63	0,72	0,0271775	0,203901446
N19-N20	115,27	0,0020	55,4	63	0,84	0,0266782	2,071265406

V.7.8 Dimensionnement de la partie maillée

Le réseau comporte deux mailles. La méthode de Hardy Cross a été mise en œuvre après avoir vérifié la loi des nœuds et réparti les débits dans le réseau maillé. Au terme de 17 itérations, les pertes de charge calculées dans chaque maille ainsi que les ajustements appliqués aux débits ont convergé vers des valeurs négligeables, témoignant de la stabilité du système. Le tableau 21 présente un extrait du dimensionnement de partie maillée. Les données issues de la dernière itération figurent en annexe 2.

Tableau 21: extrait du dimensionnement de la partie maillée

	Nom des tronçons	L (m)	Q (m3/s)	Dcom PN10 (mm)		Vréelle (m/s)	Re	ΔH (m)	$\Delta H/Q$	dq1 (m3/s)	dp2 (m3/s)	Δq (m3/s)	Δq (L/s)	Qcor (L/s)
				Dint (mm)	DN (mm)									
M1	N1-N2	120,69	0,0195	158,6	180	0,99		8,01E-01	4,10E+01	1,93E-03		1,93E-03		21,4578
	N2-N3	75	0,0185	158,6	180	0,94		4,47E-01	2,42E+01	1,93E-03		1,93E-03		20,4272
	N3-N4	156,78	0,0175	158,6	180	0,89		8,49E-01	4,84E+01	1,93E-03		1,93E-03		19,4650
	N5-N6	152,81	0,0164	158,6	180	0,83		7,31E-01	4,45E+01	1,93E-03		1,93E-03		18,3543

V.7.9 Pose de conduites

Compte tenu de la nature des conduites en PEHD, une pose enterrée est prévue afin d'assurer leur protection mécanique et de garantir leur durabilité dans le temps. Les dimensions minimales des tranchées (profondeur et largeur) seront déterminées en fonction du diamètre extérieur des conduites.

La mise en œuvre dans les tranchées se fait selon une stratification spécifique, de bas en haut :

- Un **lit de pose en sable** d'environ 10 à 15 cm d'épaisseur qui permet de stabiliser la conduite en lui offrant une surface d'appui uniforme et souple, limitant ainsi les risques de détérioration liés aux irrégularités du sol. ;
- Un **remblai initial** (sable) d'une épaisseur inférieure à **30 cm** ;
- Une **bande de signalisation bleue**, placée au-dessus du remblai initial pour signaler la présence de la conduite ;
- Un **remblai final**, constitué des matériaux d'excavation (s'ils sont adaptés à la réutilisation).

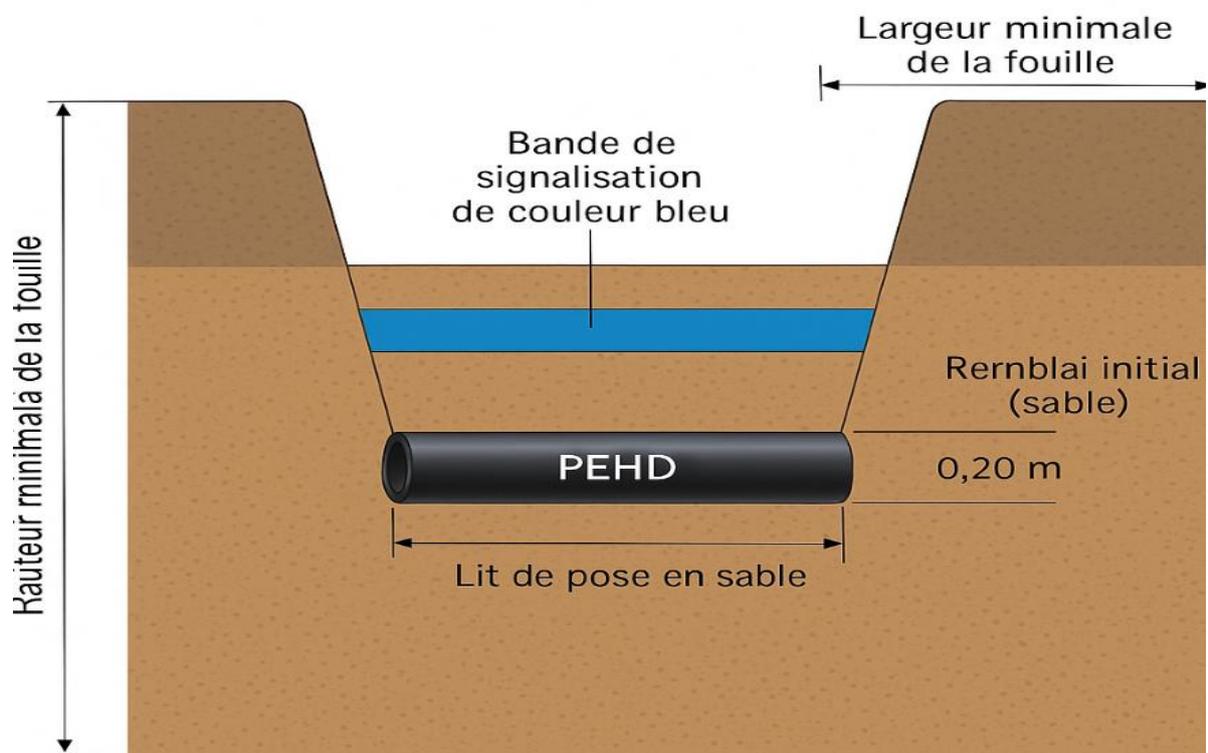


Figure 7: Schéma illustratif de la pose de conduites

Tableau 22 : : Largeur et profondeur des tranchées

Dext (mm)	Valeurs calculées		Valeurs retenues	
	Largeur (m)	Profondeur (m)	Largeur (m)	Profondeur (m)
63	0,463	0,863	0,5	0,9
75	0,475	0,875	0,5	0,9
90	0,49	0,89	0,5	0,9

110	0,51	0,91	0,6	1,0
125	0,525	0,925	0,6	1,0
140	0,54	0,94	0,6	1,0
160	0,56	0,96	0,6	1,0
180	0,58	0,98	0,6	1,0
225	0,625	1,025	0,7	1,1
250	0,65	1,05	0,7	1,1
315	0,715	1,115	0,8	1,1

La longueur totale des conduites de distribution et de refoulement est de **21407,38 m** avec des tranchées de :

- 0,5 m de largeur et 0,9 m de hauteur pour les conduites de DN63, DN75, et DN90
- 0,6 m de largeur et 1 m de hauteur pour les conduites de DN110, DN125, DN140 DN160 et DN180
- 0,7 m de largeur et 1,1 m de hauteur pour les conduites de DN225, DN250 et DN350

V.7.10 Modélisation du réseau de distribution sur Epanet

La figure ci-dessous illustre le fonctionnement hydraulique du réseau de distribution simulé à l'aide du logiciel EPANET 2.0, mettant en évidence la répartition des pressions et des débits dans les différentes conduites.

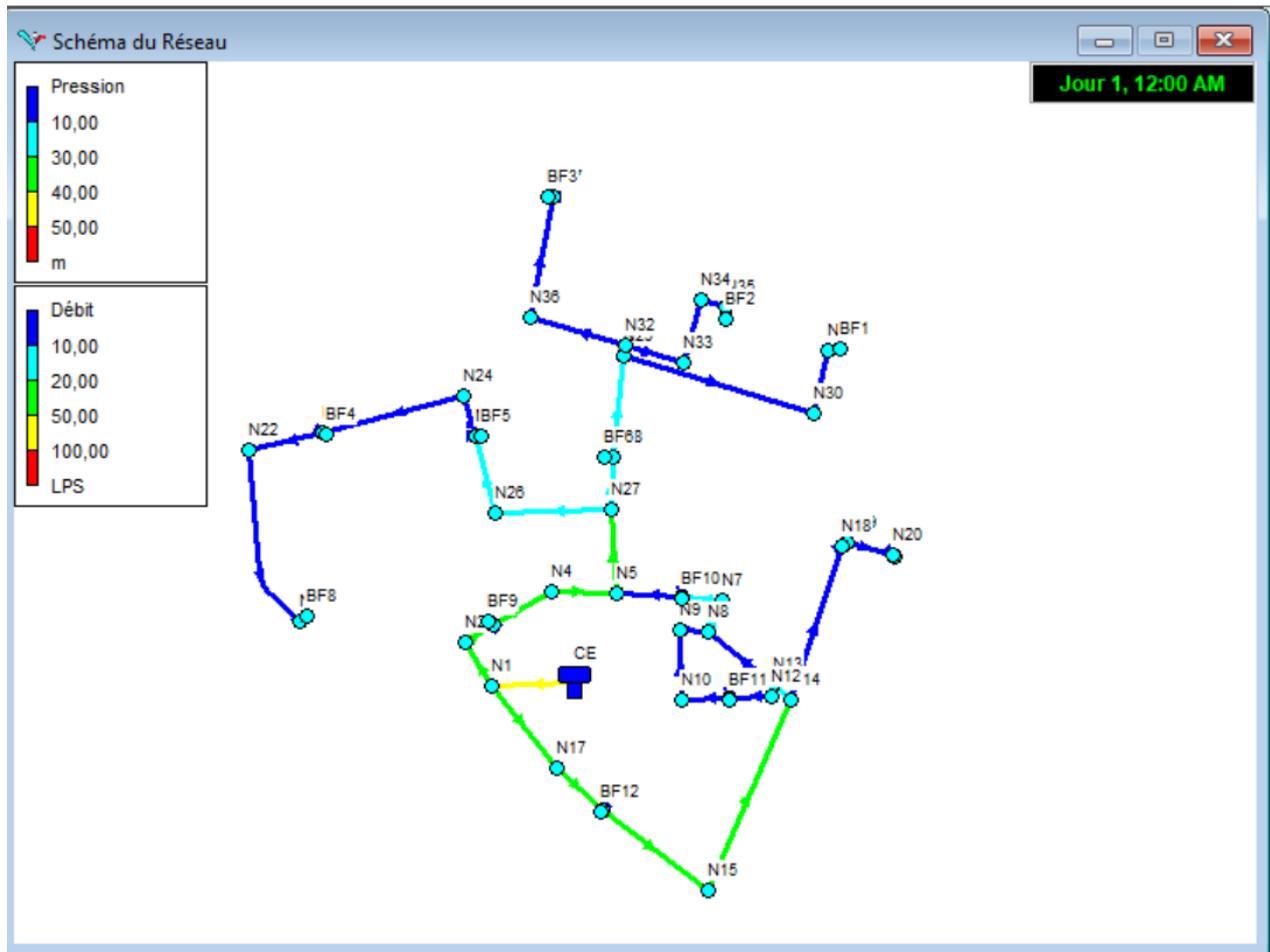


Figure 8: Schéma du comportement du réseau sur EPANET

Les résultats issus de la simulation réalisée sous EPANET confirment que les vitesses d'écoulement et les pressions observées dans les conduites de distribution se situent bien dans les plages recommandées pour garantir un fonctionnement hydraulique optimal du réseau. Nous avons

- $0,31\text{m/s} \leq V \leq 1,01\text{m/s}$
- $15,43 \text{ mCE} \leq P \leq 24,87\text{mCE}$

Les résultats de la modélisation seront présentés en annexe

- Analyse comparative des calculs Excel et des résultats Epanet

Deux approches complémentaires ont été mobilisées pour le dimensionnement hydraulique de notre réseau : d'une part, des calculs manuels réalisés sous Excel, et d'autre part, une simulation numérique à l'aide du logiciel EPANET

Les graphes suivants représentent respectivement la comparaison des pressions et celle des vitesses.

- **Pressions**

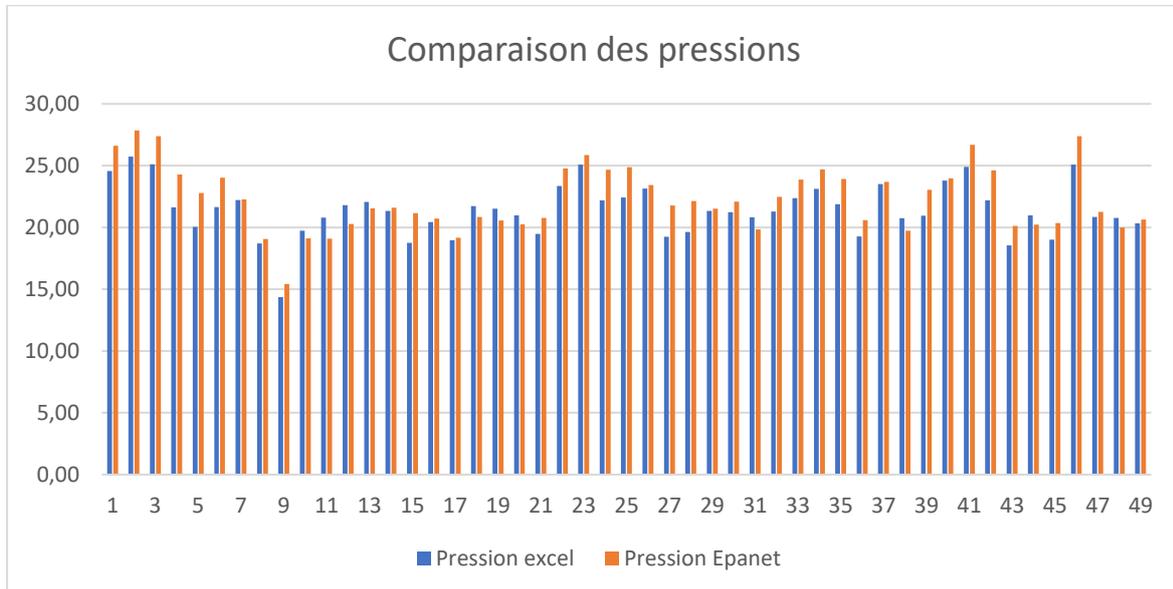


Figure 9 : Comparaison des pressions Excel et EPANET

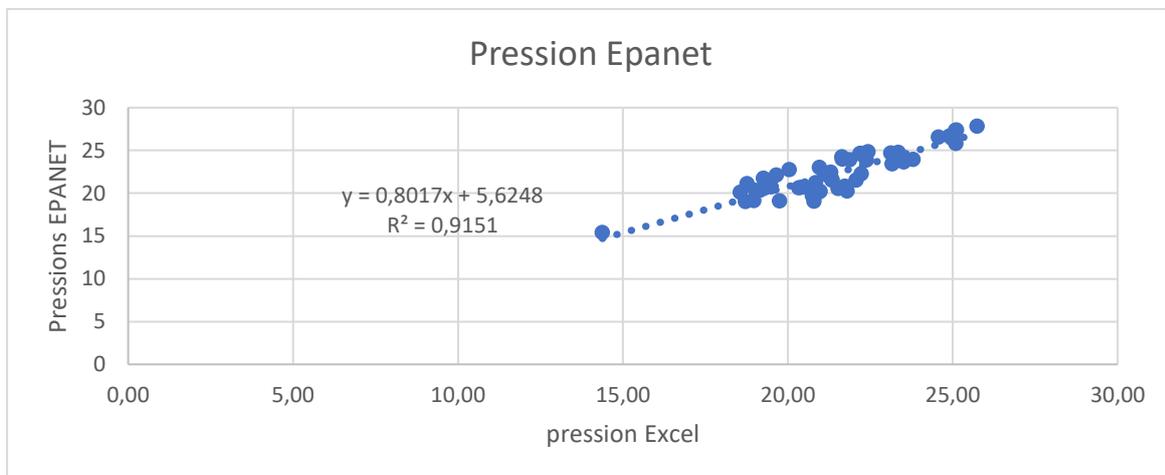


Figure 10: Courbe de corrélation des pressions

Les résultats de la modélisation montrent que les pressions relevées sur EPANET sont légèrement supérieures à celles obtenues lors des calculs effectués sous Excel. Cette variation reste modérée et s'explique probablement par une prise en compte plus détaillée des paramètres hydrauliques dans le logiciel de simulation. Malgré cette légère surélévation, les pressions demeurent dans les limites acceptables comme l'indique le coefficient de détermination R2 qui est supérieur à 0,8 et ne compromettent ni le bon fonctionnement du réseau ni la sécurité des installations. Elles permettent notamment de garantir une desserte

satisfaisante, même dans les zones les plus défavorisées du système, tout en confirmant la fiabilité des hypothèses de calcul initiales.

▪ **Vitesses**

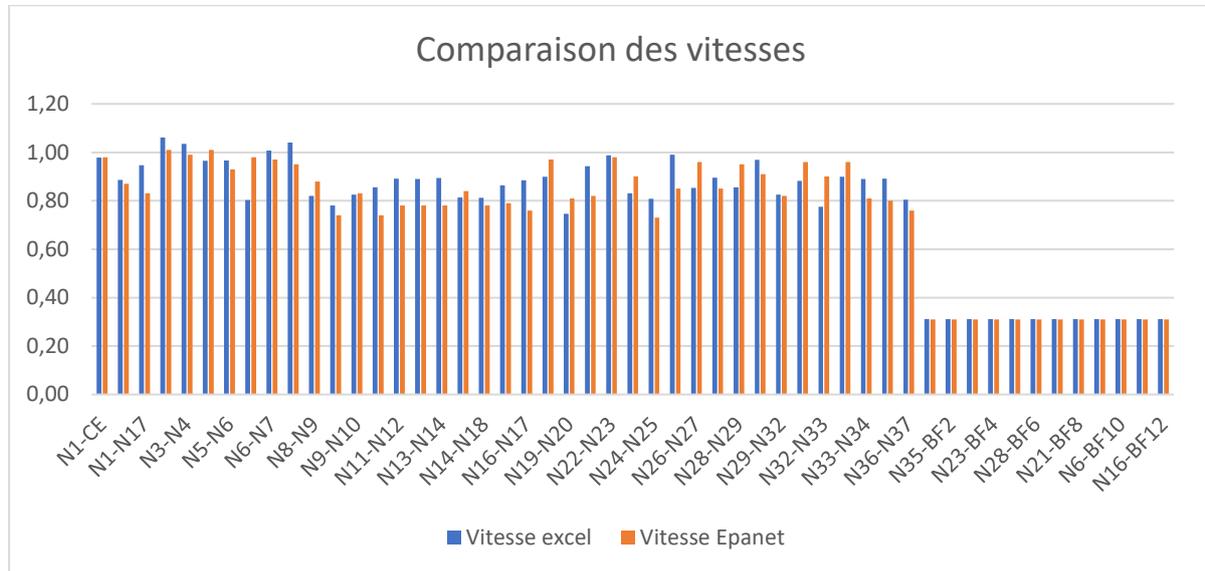


Figure 11: Comparaison des vitesses Excel et EPANET

Les vitesses déterminées à partir de la modélisation s'accordent globalement avec celles obtenues lors du dimensionnement effectué avec Excel. On observe également que la plupart des vitesses d'écoulement se situent entre 0,3 et 1,5 m/s, correspondant aux hypothèses prises en compte lors de la conception. Cette concordance entre les deux méthodes confirme la validité des choix de dimensionnement et garantit un écoulement optimal dans les conduites, en respectant à la fois les critères hydrauliques et les normes techniques en vigueur.

V.7.11 Dimensionnement du réservoir

❖ **Calcul de la capacité utile du réservoir**

Le dimensionnement du volume de stockage du réservoir a été réalisé en confrontant deux approches : la méthode du tableau et la méthode forfaitaire. Cette dernière préconise une capacité équivalente à 10 à 30 % de la demande journalière de pointe. Pour notre cas, nous avons supposé **25%** de la demande journalière de pointe.

Nous retiendrons deux réservoirs de **500 m³** qui seront en béton armé et de forme tronconique.

Tableau 23 : : Calcul du volume du réservoir par la méthode forfaitaire

Méthode forfaitaire

Débit de pointe horaire de distribution (l/s)	60,74
Demande de Jour de Pointe(m ³ /j)	4284,06
Volume utile (m ³)	1071,02
Volume utile retenu (m ³)	1000

Au regard de l'horizon du projet imposé à 25 ans. Nous débuterons avec un réservoir de **500 m³** de stockage pour les 15 premières années et ensuite un deuxième réservoir de **500 m³** pour les dix dernières années de service.

Dimensions de la cuve du réservoir

Tableau 24 : Dimensions de la cuve de chaque réservoir

Dimensions de la cuve du réservoir	
Proposition de hauteur de la cuve (m)	5
Surface (m ²)	100
Diamètre de la cuve (m)	11,28
Cote du château (m)	303,20
Cote du terrain naturel du château (m)	283,58
Hauteur sous radier du château Hr (m)	19,62

Une hauteur sous radier de 20 mètres a été retenue afin de garantir une pression gravitaire suffisante dans le réseau de distribution.

❖ Traitement de l'eau

Un traitement a été retenu pour le système d'AEP de la commune de Mogtêdo afin d'assurer la potabilité de l'eau distribuée. Il consiste en une **désinfection par injection d'hypochlorite de calcium**, effectuée à l'aide d'une pompe doseuse installée au niveau du réservoir de stockage. Par ailleurs, une évaluation du **temps de séjour et du temps de contact du chlore dans le réservoir** sera effectuée afin de garantir l'efficacité du processus de désinfection

Tableau 25: Traitement de l'eau

Dose de traitement (d)	[mg/l]	2
Débit d'eau à traité (Q)	[m ³ /h]	153,5

Concentration de la solution de chlore (C)	[g/l]	5
Débit d'injection de la pompe doseuse (q)	[l/h]	61,4
Temps de fonctionnement par jour (h)	[h]	14
Volume du bac (V)	[L]	859,6
Masse journalière de chlore (M)	[g]	4298
Masse annuelle de chlore	[Kg]	1568,77

La pompe doseuse présente un débit de **61,4 l/h**. Elle est associée à un bac de stockage d'un volume de **859,6 L**. Sur une année, la quantité totale de chlore utilisée est estimée à **1 568,77 Kg**, ce qui reflète les besoins de désinfection en fonction des volumes d'eau traités et des normes sanitaires en vigueur.

❖ **Désinfection par le chlore**

- **Temps de contact et temps de séjour**

Tableau 26: vérification du temps de contact et du temps de séjour

Vérification du temps de contact	
$T_c(h) = Cu / Q_{ph}$	
Cu(m ³)	500
Q _{mh} (m ³ /h)	218,65
$T_c = Cu / Q_{mh}$	2,31
T_c > 2h	BON
Vérification temps de séjour	
$T_s = Cu / Q$	
Cu(m ³)	500
Q(m ³ /j)	4284,06
$T_s = Cu / Q$	0,11
T_s < 2j	BON

Le temps de contact obtenu est de **2 h, 18 min et 36 sec**, une valeur nettement supérieure au minimum requis de 2 heures. Cette durée permet d'assurer une désinfection efficace de l'eau, conformément aux normes en vigueur. Le critère du temps de contact est donc pleinement respecté.

Le temps de séjour, évalué à **0,11 jour** soit **2 heures, 38 minutes et 24 secondes**, reste nettement en dessous de la limite maximale fixée à 2 jours. Cette durée garantit un bon renouvellement de l'eau, réduisant les risques de stagnation et de dégradation.

V.8 Etude de faisabilité financière

V.8.1 Cout du projet

L'estimation des coûts d'investissement du projet a été réalisée en s'appuyant sur les tarifs moyens en vigueur du Mercurial BTP de 2025. Après l'établissement du devis, le montant total du projet d'approvisionnement en eau potable est évalué à **un milliard deux cent quarante-neuf millions trois cent trente-huit mille neuf cent quatre-vingt-treize (1 249 338 993) F CFA**, toutes taxes comprises. Ce chiffre intègre tous les travaux indispensables, comme la mobilisation de la ressource, le génie civil, l'installation du réseau, les équipements hydrauliques, ainsi que les frais supplémentaires. Cette estimation globale permet de cerner les besoins financiers nécessaires à la mise en œuvre intégrale et pérenne du système d'AEP, en conformité avec les objectifs du projet.

Le tableau 27 présente le résumé des résultats du cout du projet

Tableau 27:Récapitulatif du cout du projet

N°	CARACTERISTIQUES DES TRAVAUX	MONTANTS
I	FRAIS GENERAUX	12 100 000
II	POMPES ET EXHAURE	126 075 010
III	RESEAU DE REFOULEMENT	211 264 336
IV	RESEAU DE DISTRIBUTION	105 236 977
V	TRAITEMENT	15 457 655
VI	GENIE CIVIL	29 800 000
VII	CHÂTEAUX D'EAU	507 927 830
VIII	PLAN DE GESTION ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL	9 650 000
IX	ENERGIE	41 125 000
TOTAL GENERAL HT-HD		1 058 761 808
TVA (18%)		190 577 125
TOTAL TTC		1 249 338 993

V.8.2 Estimation des charges d'exploitations

Tableau 28: Charges d'exploitation

	Désignation	Durée de vie [an]	Montant d'investissemnt [CFA]	Annuité [FCFA/an]
Dotation aux amortissements	Pompes immergées et accessoires	5	37 219 800	7 443 960
	Forages	5	35 707 000	7 141 400

	Onduleurs	10	20 000 000	2 000 000
	Bornes fontaines	10	5 950 000	595 000
	Local et installation annexes	10	9 150 000	915 000
	Ouvrages de Génie Civil	15	29 800 000	1 986 667
	Châteaux	25	507 927 830	16 317 113
Charges d'exploitation	Amortissement annuel			40 399 140
	Désignation	Personnel	Salaires mensuels [FCFA]	Montant annuel [FCFA]
	Chef de centre	1	70 000	840 000
	Gestionnaire des BF	12	45 000	6 480 000
	Maintenancier	2	50 000	1 200 000
	Vigiles	8	45 000	4 320 000
	Charge annuelle du personnel			12 840 000
	Désignation	Fréquence	Durée [par ans]	Montant annuel [FCFA]
	Maintenance du champ PV	1mois	12	150 000
	Entretien du réseau	Ind	Ind	700 000
	Contrôle de la qualité de l'eau	2mois	6	800 000
	Carburant (j)	Ind	182 500	91 250 000
	Chloration (Kg)	4,30	200 000	300 000 000
	La communication	Ind	Ind	100 000
	Autres frais	Ind	Ind	100 000
	Charge annuelle de production			393 100 000
	Charge totale d'exploitation			405 940 000

Les charges liées au personnel s'élèvent annuellement à **12 840 000 FCFA**, tandis que les coûts de production atteignent **393 100 000 FCFA**. Ainsi, le total des charges d'exploitation s'établit à **405 940 000 FCFA**. Par ailleurs, la dotation annuelle aux amortissements est estimée à **40 399 140 FCFA**.

V.8.3 Estimation du coût de revient de l'eau

Le coût du mètre cube d'eau est déterminé en divisant l'ensemble des charges d'exploitation, y compris la dotation aux amortissements, par le volume total d'eau consommé. Les résultats de ce calcul sont présentés dans le tableau 29.

Tableau 29: Prix de vente du m³ d'eau

Coût de revient du m ³ d'eau		
Désignation	Unité	Total (2050)
Dotations aux amortissements	F CFA	40 399 140
Charges d'exploitation	F CFA	405 940 000
Volume total d'eau produit	m ³	1 563 682
Volume total d'eau vendu	m ³	1 250 946
Prix de revient du m³ d'eau	F CFA	338
Prix de vente du m³ d'eau	F CFA	406
Prix de vente du m³ d'eau retenu	F CFA	425

Le **coût de revient** du mètre cube d'eau est estimé à **338 F CFA**, tandis que son **prix de vente** théorique s'élève à **406 F CFA**. Dans le cadre de notre projet, nous proposons de fixer le prix de vente du mètre cube à **425 F CFA**, aussi bien au niveau des bornes-fontaines que des branchements particuliers. Cela équivaut à environ **10 F CFA** pour un bidon de **20 litres**. Ce tarif reste raisonnable, car il s'inscrit dans les plages de prix recommandées par le document de gestion du service public de l'eau.

V.9 Ouvrages annexes

Afin d'assurer une exploitation optimale du système d'approvisionnement en eau potable, la mise en place d'ouvrages et d'équipements annexes s'impose. En premier lieu, des infrastructures sanitaires telles que des **douches** et des **latrines VIP** doivent être construites pour garantir des conditions adéquates d'hygiène et d'assainissement à proximité des installations.

Un **local technique** est également nécessaire, accompagné d'un **bureau** ainsi qu'à l'hébergement du **gardien**.

En ce qui concerne la **tête du forage**, celle-ci doit être équipée de dispositifs essentiels tels qu'une **ventouse**, une **vanne**, un **clapet anti-retour**, un **compteur**, un **manomètre** et un **robinet**.

L'ensemble de ces aménagements contribue à la sécurité, à l'hygiène et à la pérennité du service d'eau potable.

VI. ETUDE D'IMPACT ENVIRONNEMENTALE

○ Introduction

Le projet d'adduction d'eau potable dans la ville de Mogtéo porté par l'ONEA a pour objectif principal d'améliorer l'accès à l'eau pour la population locale à travers la réalisation d'infrastructures adéquates. Toutefois, son implantation a des répercussions importantes sur l'environnement et la santé des populations, ce qui en fait un sujet de préoccupation majeure. Il doit donc relever trois enjeux majeurs : préserver les ressources naturelles, renforcer les conditions économiques des habitants et le respect des principes d'équité sociale.

Étant donné l'ampleur du projet et les exigences environnementales du bailleur, notamment la Banque Mondiale, l'analyse des impacts environnementaux doit se baser non seulement sur la législation nationale y compris la Constitution du Burkina Faso mais aussi sur les normes et politiques de sauvegarde environnementale définies par le bailleur.

○ Cadre politique, législatif et règlementaire de la mise en œuvre du projet

➤ Plan National de Développement Economique et Social (PNDES) 2016-2020

Le cadre général de mise en œuvre des politiques publiques est déterminé par le Plan National de Développement économique et social (PNDES) qui a été adopté en août 2016 et décliné en 14 politiques/stratégies par secteur de planification. Le PNDES s'inscrit dans un schéma de développement, axé sur une nouvelle dynamique de transformation des structures économiques, démographiques et sociales, générant des effets multiplicateurs cumulatifs et durables sur l'amélioration de la croissance du revenu moyen par habitant afin de ressusciter les politiques de développement qui ont montrées leurs limites. Il permettra de ce fait, la satisfaction des besoins fondamentaux, la réduction de la pauvreté, le renforcement des capacités humaines, la viabilité environnementale et l'équité sociale. (BATIANA,2023)

➤ Le PN-AEP 2016-2030

Selon l'ODD 6 qui préconise l'accès de tous à une eau potable salubre et à des services d'assainissement, ce programme vise à répondre de manière durable aux besoins en eau des populations, en quantité suffisante et de bonne qualité. Il met l'accent sur une meilleure maîtrise des ressources en eau du pays et une gestion rationnelle pour garantir le droit universel à l'eau, contribuant ainsi aux efforts de développement durable. Dans cette dynamique, le PN-AEP a défini trois objectifs principaux :

- Permettre un accès universel à l'eau potable pour tous, en conformité avec les principes de l'Approche Fondée sur les Droits Humains ;
- Promouvoir une gestion durable des infrastructures d'approvisionnement en eau potable, tout en assurant leur accessibilité à l'ensemble des populations
- Développer les capacités de gestion et de pilotage du secteur de l'eau

➤ Le décret

Le décret N°2015- 1187 /PRES- TRANS /PM/ MERH/ MATD /MME/ MS/ MARHASA /MRA/ MICA /MHU/ MIDT/MCT adopté le 22 octobre 2015 organise les études environnementales pour les projets susceptibles d'affecter l'environnement. Il prévoit trois catégories selon l'ampleur des impacts.

- Catégorie A : les projet soumis à une EIES car ayant des impacts environnementaux majeurs
- Catégorie B : les projets soumis à une NIES car ont des impacts environnementaux modérés
- Catégorie C : les projets exemptés d'EIES et de NIES qui sont à effets négligeables sur l'environnement

Le projet d'amélioration du système AEP de Mogtêdo, ayant un impact environnemental modéré, entre dans la **catégorie B**, ce qui implique la réalisation d'une **notice d'impact environnemental** avant exécution.

○ **Rappel des composantes et phases du projet**

Dans la ville de Mogtêdo, un projet d'adduction d'eau potable est prévu pour améliorer l'accès à l'eau. Ce projet repose sur trois axes essentiels : la réalisation d'ouvrages de génie civil adaptés au contexte local, la mise en place de solutions d'assainissement pour renforcer l'hygiène communautaire, ainsi que l'assurance de la qualité de l'eau distribuée. Sa mise en œuvre s'effectuera en trois phases successives : la phase de planification, qui permettra de définir les besoins et les choix techniques ; la phase de construction des infrastructures ; et enfin, la phase d'exploitation, au cours de laquelle le système sera fonctionnel et opérationnel pour les populations bénéficiaires.

○ **Impacts positifs**

- ❖ L'amélioration a l'accès à l'eau,
- ❖ Réduction des maladies hydriques,
- ❖ Création d'emploi temporaire (fouille des tranchées, poses de conduites),
- ❖ Gain de temps supplémentaire car la mise en place du système d'AEP permettra la réduction d'attente d'eau lors des corvées d'eau et minimisera les longues distances.

- **Impacts négatifs**

- ❖ Atteinte à la couverture végétale
- ❖ Dégradation de la qualité de l'air
- ❖ Perturbations sonores
- ❖ Perturbation de la circulation dans les zones concernées
- ❖ Pollution du milieu environnant par les déchets
- ❖ Contamination des eaux souterraines
- ❖ Perturbation temporaire du trafic sur les voies pendant la période de réalisation

- **Le PGES**

Dans le cadre de la mise en œuvre du projet, des dispositions particulières devront être prises afin de limiter les effets négatifs sur l'environnement et les conditions de vie des populations riveraines. Ces mesures visent à garantir à la fois la sécurité des personnes, la préservation des écosystèmes et l'acceptabilité sociale des interventions.

➤ Encadrement des activités de chantier

Il est indispensable de mettre en place un dispositif de signalisation adapté sur l'ensemble du périmètre des travaux. Ce plan de signalisation permettra d'assurer la sécurité des ouvriers, des usagers et des riverains en encadrant les déplacements et en réduisant les risques d'accidents. De plus, les accès aux habitations et aux infrastructures locales devront être maintenus ou rétablis en permanence, afin d'éviter tout isolement ou désagrément prolongé pour les habitants.

➤ Information et communication avec les populations

Une stratégie de communication régulière et structurée devra être déployée auprès des populations concernées. Elle permettra d'informer en amont sur le déroulement du chantier, les phases critiques, la durée des interventions, ainsi que sur les mesures de prévention mises en place. Cette approche vise à favoriser la compréhension, la transparence et l'adhésion des communautés locales.

➤ Sécurité et santé des travailleurs et des riverains

Le projet intégrera des mesures strictes en matière de santé et sécurité au travail, applicables à toutes les phases du projet, depuis la mobilisation du chantier jusqu'à l'exploitation des infrastructures. Ces mesures incluront notamment :

- L'utilisation d'équipements de protection individuelle (EPI) par les travailleurs ;
- La formation continue aux normes de sécurité ;
- La signalisation et le balisage des zones à risques ;
- Le respect strict des horaires de travail pour réduire les nuisances sonores ;
- La gestion rigoureuse des poussières et des déchets de chantier.

➤ Reboisement compensatoire et intégration des savoirs locaux

Afin de compenser les pertes en couvert végétal, une campagne de plantation compensatoire d'arbres sera mise en œuvre. Celle-ci privilégiera les espèces végétales locales, mieux adaptées au contexte écologique, et s'appuiera sur les connaissances endogènes des communautés pour assurer une meilleure réussite. Ce reboisement contribuera à la restauration des fonctions écologiques du site et à l'amélioration du cadre de vie.

➤ Sensibilisation à la protection de la biodiversité

Des actions de formation et de sensibilisation seront menées à l'attention des ouvriers et des populations riveraines sur la législation environnementale, notamment en ce qui concerne la préservation de la faune et de ses habitats. Ces activités visent à renforcer les capacités locales en matière de conservation et à prévenir toute atteinte involontaire aux espèces protégées ou aux milieux naturels sensibles.

Action de valorisation

➤ Appui à la gestion des ressources naturelles

Soutenir les structures locales dans la mise en œuvre d'activités de protection et de gestion durable des ressources naturelles (forêts, points d'eau, sols, etc.), par des formations et l'équipement de base.

- Organisation de campagnes d'éducation environnementale

Mettre en place des sessions de sensibilisation sur la préservation de l'environnement et les bonnes pratiques d'hygiène et d'assainissement, à travers des outils pédagogiques adaptés (pièces de théâtre, affiches, ateliers scolaires).

- Soutien à la promotion de l'éco-tourisme local

Valoriser les atouts culturels et naturels de la zone en aménageant des circuits écotouristiques, des aires de repos ou des points d'interprétation environnementale, tout en formant des guides locaux.

VII. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

CONCLUSION

Le projet d'Alimentation en Eau Potable (AEP) de Mogtédou ambitionne d'améliorer durablement l'accès à l'eau potable au sein de la ville. À l'horizon 2050, environ 58154 habitants devraient en bénéficier, ce qui correspond à un taux de desserte estimé à 100%. Le dispositif de distribution comprendra 12 bornes fontaines et des branchements privés.

Pour répondre aux besoins en eau projetés, sept forages à haut débit seront réalisés. Leurs capacités varieront entre 7,5 m³/h et 40 m³/h, permettant d'atteindre un débit total de 61,68 l/s. L'eau ainsi mobilisée sera stockée dans deux réservoirs d'une capacité de 500 m³ chacun, conçu pour assurer une distribution par gravité. La hauteur sous radier fixée à 20 mètres garantira des pressions et vitesses d'écoulement compatibles avec les normes en vigueur et les diamètres des conduites sélectionnés.

L'ensemble du projet, y compris la mise en œuvre du Plan de Gestion Environnementale et Sociale (PGES), est estimé à **un milliard deux cent quarante-neuf millions trois cent trente-huit mille neuf cent quatre-vingt-treize (1 249 338 993) F CFA**. Le tarif de vente de l'eau a été fixé à **425 FCFA** par mètre cube, afin de couvrir les charges d'exploitation ainsi que les provisions pour amortissement, assurant ainsi la pérennité financière du système.

RECOMMANDATIONS

Renforcer les capacités techniques et managériales des acteurs locaux chargés de l'exploitation et de l'entretien du système AEP, notamment à travers des formations régulières.

- Mettre en place des campagnes de sensibilisation axées sur l'hygiène, la protection des ouvrages et la prévention des maladies hydriques.
- Promouvoir l'accès équitable à l'eau potable en facilitant l'installation de branchements privés, avec des appuis financiers ou des mécanismes de paiement échelonné.
- Impliquer activement les femmes et les jeunes dans le suivi et la gestion participative du service d'eau afin de renforcer l'appropriation locale.

- Encourager l'adoption de comportements responsables liés à la consommation d'eau, à travers des outils éducatifs adaptés aux réalités locales (théâtre-forum, radios communautaires, etc.).
- Mettre en place un dispositif de suivi-évaluation des performances du service d'eau, en intégrant des indicateurs sur la qualité, la continuité et l'accessibilité.
- Favoriser le dialogue entre les usagers, les exploitants et les autorités de la ville pour améliorer la gouvernance et anticiper les dysfonctionnements.
- Intégrer la protection des ressources en eau dans les pratiques locales, en sensibilisant sur les risques liés à la pollution, au gaspillage et à la surexploitation.

BIBLIOGRAPHIE

- (1) Léonard de Vinci. (1942). *Citations sur l'eau*. Consulté sur <https://www.eaufrance.fr>
- (2) DGEF. (2018) « Stratégie nationale de gestion du service public de l'eau potable en milieu rural au Burkina Faso »
- (3) PN-AEP. 2016.« Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable 2016-2030 ».
- (4) RGPH. 2019. « RGPH Cinquième Recensement Général de la Population et de l'Habitation du Burkina Faso ».
- (5) INSD. Monographie de la région du Plateau Central (RGPH-5).
- (6) Manuel d'utilisation ; epanet.pdf
- (7) Romaric Yigni, BATIANA. 2023 « La procédure d'évaluation environnementale et sociale applicable au projet de l'ONEA : cas du système d'approvisionnement en eau potable de Mogtéo ».
- (8) Grundfosliterature-Pompe.pdf
- (9) MEF. (2025). Mercuriale des prix des infrastructures hydraulique du Plateau Central
- (10) « 20190050_BATIONO_Yipènè_Ange_Clovis_Mémoires_S10GEAAH_Juillet_2024. Pdf »
- (11) « 20210483_SOUILI_Martin_S10GEAAH_Janvier2024_final-1. pdf »
- (12) « 20210001_PARE_Alexandre_Lawakilia_Mémoires_S10GEAAH_juillet_2024.pdf »
- (13) ZOUNGRANA, D. (2003). Cours d'approvisionnement en eau potable
- (14) BERA. « Présentation de BERA. Pdf »
- (15) ADEOSSI, Giraude. (2017). « L'étude d'impact environnementale et sociale »

Sites web :

Site web pour le catalogue du constructeur de pompe GRUNDFOS. <https://product-selection.grundfos.com/fr/products>.

ANNEXES

Annexe 1: Résultats de la partie ramifiée du réseau de distribution	lxvi
Annexe 2: Résultats du dimensionnement de la 17ième itération	lxviii
Annexe 3: Diamètre de la conduite de refoulement	lxx
Annexe 4: Calcul du coup de bélier	lxxi
Annexe 5: Débits fictifs.....	lxxii
Annexe 6: Calcul des pressions.....	lxxiii
Annexe 7: Linéaire des diamètres du réseau de distribution.....	lxxiv
Annexe 8: Tableau de comparaison Excel et Epanet	lxxiv
Annexe 9 : Résultats de la simulation sur EPANET	lxxvi
Annexe 10: Courbe caractéristique de la pompe SP 9-13	lxxviii
Annexe 11: Courbe caractéristique de la pompe SP 9-16.....	lxxviii
Annexe 12: Courbe caractéristique de la pompe SP 46-6.....	lxxix
Annexe 13: Courbe caractéristique de la pompe SP 32-11	lxxix
Annexe 14: Courbe caractéristique de la pompe SP 11-24.....	lxxx
Annexe 15: Courbe caractéristique de la pompe SP 7-23	lxxx
Annexe 16: Courbe caractéristique de la pompe SP 32-12.....	lxxxii
Annexe 17: Devis quantitatif et estimatif.....	lxxxii
Annexe 18: Plan de la borne fontaine	lxxxviii
Annexe 19: plan du regard tête de forage	lxxxix
Annexe 20: Plan de bureau, magasin	xc
Annexe 21: Profil en long du réseau de refoulement de Mogtédou.....	xcii
Annexe 22: Plan du château d'eau.....	xcii
Annexe 23: Plan du type de Branchement particulier.....	xciii
Annexe 24: Carnet de quelques nœuds	xciv

Annexe 1: Résultats de la partie ramifiée du réseau de distribution

Tronçons	Longueur	Q fictif(L/s)	Q fictif(m3/s)	D th [mm]	D _{int} (mm)	DN (mm)	V (m/s)	ξ=k/D	Re	λ	ΔH _(D-W) [m]
CE-N1	190,32	56,22	0,0562	267,55	277,6	315	0,93	3,60E-04	2,24E+05	0,0178482	0,565058805
N5-N27	195,45	30,26	0,0303	196,30	198,2	225	0,98	5,05E-04	1,69E+05	0,0191425	0,972050665
N14-N18	379,3	5,83	0,0058	86,13	96,8	110	0,79	1,03E-03	6,66E+04	0,0232456	3,055511963
N18-N19	15,08	1,73	0,0017	46,93	55,4	63	0,72	1,81E-03	3,46E+04	0,0271775	0,203901446
N19-N20	115,27	2,01	0,0020	50,62	55,4	63	0,84	1,81E-03	4,02E+04	0,0266782	2,071265406
N21-N22	434,14	5,51	0,0055	83,73	96,8	110	0,75	1,03E-03	6,30E+04	0,0234026	3,144196462
N22-N23	175,94	5,75	0,0057	85,53	96,8	110	0,78	1,03E-03	6,57E+04	0,0232838	1,380587425
N23-N24	339,84	9,53	0,0095	110,18	123,4	140	0,80	8,10E-04	8,55E+04	0,0218817	2,049867162
N24-N25	99,6	9,31	0,0093	108,85	110,2	125	0,98	9,07E-04	9,35E+04	0,0220001	1,012792065
N25-N26	186	11,71	0,0117	122,08	123,4	140	0,98	8,10E-04	1,05E+05	0,0213972	1,653425128
N26-N27	140,42	12,52	0,0125	126,26	141	160	0,80	7,09E-04	9,83E+04	0,0211778	0,725750215
N27-N28	124,31	16,63	0,0166	145,52	158,6	180	0,84	6,31E-04	1,16E+05	0,0204843	0,608949429
N28-N29	237,33	15,44	0,0154	140,22	141	160	0,99	7,09E-04	1,21E+05	0,0207038	1,824044994
N29-N30	460,13	6,84	0,0068	93,36	96,8	110	0,93	1,03E-03	7,83E+04	0,0228289	5,023792629
N29-N32	24,3	7,88	0,0079	100,17	110,2	125	0,83	9,07E-04	7,92E+04	0,0224016	0,180463485
N30-N31	149,14	2,38	0,0024	55,09	66	75	0,70	1,52E-03	4,00E+04	0,0260422	1,529044414
N32-N33	141,8	3,77	0,0038	69,32	79,2	90	0,77	1,26E-03	5,28E+04	0,0245503	1,380120017

N32-N36	228,5	5,28	0,0053	81,99	79,2	90	1,07	1,26E-03	7,38E+04	0,0236582	4,19610469
N33-N34	152	2,81	0,0028	59,83	66	75	0,82	1,52E-03	4,72E+04	0,025521	2,123474391
N34-N35	56	1,36	0,0014	41,67	55,4	63	0,57	1,81E-03	2,72E+04	0,0280672	0,485793643
N36-N37	286,78	3,89	0,0039	70,39	79,2	90	0,79	1,26E-03	5,44E+04	0,0244599	2,957806274
N31-BF1	17,49	0,75	0,0008	30,90	55,4	63	0,31	1,81E-03	1,50E+04	0,0309497	0,05062099
N35-BF2	278,8	0,75	0,0008	30,90	55,4	63	0,31	1,81E-03	1,50E+04	0,0309497	0,806925792
N37-BF3	11,84	0,75	0,0008	30,90	55,4	63	0,31	1,81E-03	1,50E+04	0,0309497	0,034268298
N23-BF4	10,9	0,75	0,0008	30,90	55,4	63	0,31	1,81E-03	1,50E+04	0,0309497	0,031547673
N25-BF5	14,75	0,75	0,0008	30,90	55,4	63	0,31	1,81E-03	1,50E+04	0,0309497	0,042690658
N28-BF6	272,1	0,75	0,0008	30,90	55,4	63	0,31	1,81E-03	1,50E+04	0,0309497	0,787534103
N20-BF7	2	0,75	0,0008	30,90	55,4	63	0,31	1,81E-03	1,50E+04	0,0309497	0,005788564
N21-BF8	280	0,75	0,0008	30,90	55,4	63	0,31	1,81E-03	1,50E+04	0,0309497	0,81039893
N3-BF9	14,43	0,75	0,0008	30,90	55,4	63	0,31	1,81E-03	1,50E+04	0,0309497	0,041764488
N6-BF10	279,3	0,75	0,0008	30,90	55,4	63	0,31	1,81E-03	1,50E+04	0,0309497	0,808372933
N11-BF11	5,38	0,75	0,0008	30,90	55,4	63	0,31	1,81E-03	1,50E+04	0,0309497	0,015571237
N16-BF12	5,57	0,75	0,0008	30,90	55,4	63	0,31	1,81E-03	1,50E+04	0,0309497	0,01612115

Annexe 2: Résultats du dimensionnement de la 17ième itération

	Nom des tronçons	L (m)	Q (L/s)	Q (m3/s)	Dth (m)	Dcom PN10 (mm)		Vréelle (m/s)	$\xi=k/D$	Re	Lamb da	ΔH (m)	$\Delta H/Q$	dq1 (m3/s)	dp2 (m3/s)	Δq (m3/s)	Δq (L/s)	Qcor (L/s)	Qcor (m3/s)
						Dint (mm)	DN (mm)												
M 1	N1-N2	120,69	22,05	0,0221	167,57	158,6	180	1,116266298	6,31E-04	1,54E+05	0,0199006	1,01E+00	4,58E+01	1,10E-08		1,10E-08	1,10E-05	22,0528	0,0221
	N2-N3	75	21,02	0,0210	163,60	158,6	180	1,064098132	6,31E-04	1,47E+05	0,0199006	5,70E-01	2,71E+01	1,10E-08		1,10E-08	1,10E-05	21,0222	0,0210
	N3-N4	156,78	20,06	0,0201	159,82	158,6	180	1,015394472	6,31E-04	1,40E+05	0,0200845	1,10E+00	5,46E+01	1,10E-08		1,10E-08	1,10E-05	20,0600	0,0201
	N4-N5	151	18,93	0,0189	155,25	158,6	180	0,95816778	6,31E-04	1,32E+05	0,0202031	9,45E-01	4,99E+01	1,10E-08		1,10E-08	1,10E-05	18,9295	0,0189
	N5-N6	152,81	18,95	0,0189	155,33	158,6	180	0,959171472	6,31E-04	1,32E+05	0,0202009	9,58E-01	5,06E+01	1,10E-08		1,10E-08	1,10E-05	18,9493	0,0189
	N6-N7	96	20,16	0,0202	160,20	158,6	180	1,020301337	6,31E-04	1,41E+05	0,0200749	6,97E-01	3,46E+01	1,10E-08		1,10E-08	1,10E-05	20,1570	0,0202
	N7-N8	83,34	20,70	0,0207	162,33	158,6	180	1,047625858	6,31E-04	1,44E+05	0,0200226	6,18E-01	2,99E+01	1,10E-08		1,10E-08	1,10E-05	20,6968	0,0207
	N8-N9	67,56	10,98	0,0110	118,26	123,4	140	0,918399775	8,10E-04	9,85E+04	0,0215407	5,32E-01	4,85E+01	1,10E-08	1,44E-08	3,40E-09	3,40E-06	10,9838	0,0110
	N9-N10	157,31	-9,81	-0,0098	111,74	123,4	140	0,820008195	8,10E-04	8,80E+04	0,0218114	1,00E+00	1,02E+02	1,10E-08	1,44E-08	3,40E-09	3,40E-06	-9,8071	-0,0098
	N10-N11	110,6	-10,41	-0,0104	115,11	123,4	140	0,870187228	8,10E-04	9,34E+04	0,021667	7,87E-01	7,56E+01	1,10E-08	1,44E-08	3,40E-09	3,40E-06	-10,4072	-0,0104
	N11-	88,4	-	-	122,	141	160	0,74908	7,09E	9,18E	0,0213	-	3,44E	1,10E	-	-	-	-	-

	N12	8	11,7 0	0,011 7	03			2584	-04	+04	459	4,02E- 01	+01	-08	1,44E -08	3,40E -09	3,40E -06	11,69 66	0,01 17
	N12- N13	27,6 4	11,6 6	0,011 7	121, 82	141	160	0,74644 7283	7,09E -04	9,15E +04	0,0213 548	1,25E- 01	1,07E +01	1,10E -08	1,44E -08	3,40E -09	3,40E -06	11,65 54	0,01 17
	N13- N14	54,3 3	21,6 2	0,021 6	165, 92	176,2	200	0,88673 1919	5,68E -04	1,36E +05	0,0198 748	2,58E- 01	1,19E +01	1,10E -08		1,10E -08	1,10E -05	- 21,62 19	- 0,02 16
	N14- N15	445, 79	30,6 5	0,030 6	197, 54	220,4	250	0,80328 2217	4,54E -04	1,54E +05	0,0190 857	1,33E +00	4,35E +01	1,10E -08		1,10E -08	1,10E -05	- 30,64 65	- 0,03 06
	N15- N16	307, 17	32,2 8	0,032 3	202, 73	220,4	250	0,84606 3285	4,54E -04	1,62E +05	0,0189 773	1,01E +00	3,14E +01	1,10E -08		1,10E -08	1,10E -05	- 32,27 87	- 0,03 23
	N16- N17	155, 87	33,5 4	0,033 5	206, 66	220,4	250	0,87918 1488	4,54E -04	1,68E +05	0,0188 992	5,53E- 01	1,65E +01	1,10E -08		1,10E -08	1,10E -05	- 33,54 22	- 0,03 35
	N17- N1	240, 72	35,5 7	0,035 6	212, 82	220,4	250	0,93242 1852	4,54E -04	1,79E +05	0,0187 834	9,55E- 01	2,68E +01	1,10E -08		1,10E -08	1,10E -05	- 35,57 34	- 0,03 56
											Σ	- 1,53E- 05	6,94E +02						
												dq1	1,10E -08						
M 2	N8- N9	67,5 6	10,9 8	0,011 0	118, 26	123,4	140	0,91839 9775	8,10E -04	9,85E +04	0,0215 407	5,32E- 01	4,85E +01	1,10E -08	1,44E -08	3,40E -09	3,40E -06	10,98 38	0,01 10
	N9- N10	157, 31	- 9,81	0,009 8	111, 74	123,4	140	0,82000 8195	8,10E -04	8,80E +04	0,0218 114	1,00E +00	1,02E +02	1,10E -08	1,44E -08	3,40E -09	3,40E -06	- 9,807 1	- 0,00 98

N10- N11	110, 6	- 10,4 1	- 0,010 4	115, 11	123,4	140	0,87018 7228	8,10E -04	9,34E +04	0,0216 67	- 7,87E- 01	7,56E +01	1,10E -08	- 1,44E -08	- 3,40E -09	- 3,40E -06	- 10,40 72	- 0,01 04
N11- N12	88,4 8	- 11,7 0	- 0,011 7	122, 03	141	160	0,74908 2584	7,09E -04	9,18E +04	0,0213 459	- 4,02E- 01	3,44E +01	1,10E -08	- 1,44E -08	- 3,40E -09	- 3,40E -06	- 11,69 66	- 0,01 17
N12- N13	27,6 4	- 11,6 6	- 0,011 7	121, 82	141	160	0,74644 7283	7,09E -04	9,15E +04	0,0213 548	- 1,25E- 01	1,07E +01	1,10E -08	- 1,44E -08	- 3,40E -09	- 3,40E -06	- 11,65 54	- 0,01 17
N13- N8	248, 74	10,4 5	0,010 4	115, 33	123,4	140	0,87340 7395	8,10E -04	9,37E +04	0,0216 582	1,78E +00	1,71E +02		- 1,44E -08	- 1,44E -08	- 1,44E -05	- 10,44 57	- 0,01 04
										Σ	1,27E- 05	4,42E +02						
											dg2	- 1,44E -08						

Annexe 3: Diamètre de la conduite de refoulement

Tronçon	Longeur	Q (m ³ /h)	Q (m ³ /s)	D_th_Bress (mm)	D_th_Bress modif (mm)	D_th_Meunier (mm)	D_th_Be djaoui (mm)	D_th_Bon in (mm)	D N (m m)	Dint (mm)	Dint (m)	epsilon	Re	Lambda	DeltaH_L inaire	Vitesse (m/s)	Cond_GLS	Cond_Fl amant	Vérification
AB	5828,55	14	0,0039	93,54	125,81	79,82	79,20	62,36	110	90	0,09	1,11E-03	4,78E+04	2,45E-02	3,17E+01	0,61	1,16	0,69	OK
GE	499,95	10	0,0028	79,06	112,46	67,46	66,93	52,70	90	73,6	0,0736	1,36E-03	4,18E+04	2,55E-02	3,96E+00	0,65	1,10	0,67	OK
EF	110,96	10	0,0028	79,06	112,46	67,46	66,93	52,70	90	73,6	0,0736	1,36E-03	4,18E+04	2,55E-02	8,78E-01	0,65	1,10	0,67	OK
EC	227,27	20	0,0056	111,80	141,69	95,41	94,66	74,54	125	102,2	0,1022	9,78E-04	6,02E+04	2,34E-02	1,28E+00	0,68	1,20	0,70	OK

CD	208,59	40	0,0111	158,11	178,52	134,92	133,87	105,41	180	147,2	0,1472	6,79E-04	8,36E+04	2,15E-02	6,95E-01	0,65	1,31	0,75	OK
CM	1674,61	60	0,0167	193,65	204,35	165,25	163,96	129,10	225	184	0,184	5,43E-04	1,00E+05	2,05E-02	3,92E+00	0,63	1,39	0,78	OK
KI	763,73	36	0,0100	150,00	172,35	128,00	127,00	100,00	180	147,2	0,1472	6,79E-04	7,52E+04	2,18E-02	2,09E+00	0,59	1,31	0,75	OK
IJ	152,69	36	0,0100	150,00	172,35	128,00	127,00	100,00	180	147,2	0,1472	6,79E-04	7,52E+04	2,18E-02	4,17E-01	0,59	1,31	0,75	OK
IH	846,71	72	0,0200	212,13	217,15	181,02	179,61	141,42	225	184	0,184	5,43E-04	1,20E+05	2,00E-02	2,79E+00	0,75	1,39	0,78	OK
LH	748,2	7,50	0,0021	68,47	102,17	58,42	57,97	45,64	90	73,6	0,0736	1,36E-03	3,13E+04	2,66E-02	4,53E+00	0,49	1,10	0,67	OK
HM	977,95	79,50	0,0221	222,91	224,45	190,21	188,73	148,60	250	204,4	0,2044	4,89E-04	1,20E+05	1,98E-02	2,30E+00	0,67	1,42	0,80	OK
MB	1255,12	139,50	0,0388	295,28	270,72	251,97	250,00	196,85	315	257,8	0,2578	3,88E-04	1,66E+05	1,86E-02	2,67E+00	0,74	1,51	0,86	OK
BN	49,01	153,50	0,0426	309,74	279,49	264,31	262,24	206,49	315	257,8	0,2578	3,88E-04	1,83E+05	1,84E-02	1,25E-01	0,82	1,51	0,86	OK

Annexe 4: Calcul du coup de bélier

CALCUL DU COUP DE BELIER													
Tronçon	Longueur	Vitesse	DN(mm)	Dint(mm)	e (m)	Célérité (m/s)	Niv_dyn	HMT (m)	$\Delta P0=\Delta H$ (m)	P0	Pmax	Pmax/PN	Conclusion
AB	5828,55	0,61	110	90	0,01	505,78	32,94	90,43	31,5414	57,49	89,03	0,55	Pas de coup de bélier
GE	499,95	0,65	90	73,6	0,0082	506,31	35,9	70,54	33,6975	34,64	68,34	0,42	Pas de coup de bélier
EF	110,96	0,65	90	73,6	0,0082	506,31	26,45	58,70	33,6975	32,25	65,94	0,40	Pas de coup de bélier
CD	208,59	0,65	180	147,2	0,0164	506,31	26,1	56,93	33,6975	30,83	64,53	0,40	Pas de coup de bélier
KI	763,73	0,59	180	147,2	0,0164	506,31	26,54	69,44	30,3277	42,90	73,23	0,45	Pas de coup de bélier
IJ	152,69	0,59	180	147,2	0,0164	506,31	25,31	62,93	30,3277	37,62	67,95	0,42	Pas de coup de bélier
LH	748,2	0,49	90	73,6	0,0082	506,31	42,92	78,69	25,2731	35,77	61,04	0,37	Pas de coup de bélier

Annexe 5: Débits fictifs

Tronçons	Longueur(m)	Soutirage (L/s)	Q aval (L/s)	Q fictif(L/s)	Q fictif(m3/s)
N1-CE	190,32	0,00	56,22	56,22	0,0562
N1-N2	120,69	0,85	19,06	19,53	0,0195
N1-N17	240,72	1,70	37,16	38,10	0,0381
N2-N3	75	0,53	18,21	18,50	0,0185
N3-N4	156,78	1,11	16,93	17,54	0,0175
N3-BF9	14,43	0,00	0,75	0,75	0,0008
N4-N5	151	1,07	15,82	16,41	0,0164
N5-N6	152,81	1,08	15,83	16,43	0,0164
N5-N27	195,45	1,38	29,50	30,26	0,0303
N6-N7	96	0,68	17,26	17,63	0,0176
N6-BF10	279,3	0,00	0,75	0,75	0,0008
N7-N8	83,34	0,59	17,85	18,17	0,0182
N8-N9	67,56	0,48	9,40	9,67	0,0097
N8-N13	248,74	1,76	10,68	11,65	0,0116
N9-N10	157,31	1,11	10,51	11,13	0,0111
N10-N11	110,6	0,78	11,30	11,73	0,0117
N11-BF11	5,38	0,00	0,75	0,75	0,0008
N11-N12	88,48	0,63	12,67	13,02	0,0130
N12-N13	27,64	0,20	12,87	12,97	0,0130
N13-N14	54,33	0,38	23,93	24,14	0,0241
N14-N15	445,79	3,15	31,44	33,17	0,0332
N14-N18	379,3	2,68	4,35	5,83	0,0058
N15-N16	307,17	2,17	33,61	34,80	0,0348
N16-BF12	5,57	0,00	0,75	0,75	0,0008
N16-N17	155,87	1,10	35,46	36,07	0,0361
N18-N19	15,08	0,11	1,67	1,73	0,0017
N19-N20	115,27	0,81	1,56	2,01	0,0020
N20-BF7	2	0,00	0,75	0,75	0,0008
N21-N22	434,14	3,07	3,82	5,51	0,0055
N21-BF8	280	0,00	0,75	0,75	0,0008
N22-N23	175,94	1,24	5,06	5,75	0,0057
N23-N24	339,84	2,40	8,21	9,53	0,0095
N23-BF4	10,9	0,00	0,75	0,75	0,0008
N24-N25	99,6	0,70	8,92	9,31	0,0093
N25-N26	186	1,31	10,98	11,71	0,0117
N25-BF5	14,75	0,00	0,75	0,75	0,0008
N26-N27	140,42	0,99	11,97	12,52	0,0125
N27-N28	124,31	0,88	16,15	16,63	0,0166
N28-N29	237,33	1,68	14,52	15,44	0,0154
N28-BF6	272,1	0,00	0,75	0,75	0,0008
N29-N30	460,13	3,25	5,06	6,84	0,0068
N29-N32	24,3	0,17	7,79	7,88	0,0079

N30-N31	149,14	1,05	1,80	2,38	0,0024
N31-BF1	17,49	0,00	0,75	0,75	0,0008
N32-N33	141,8	1,00	3,22	3,77	0,0038
N32-N36	228,5	1,61	4,39	5,28	0,0053
N33-N34	152	1,07	2,22	2,81	0,0028
N34-N35	56	0,40	1,15	1,36	0,0014
N35-BF2	278,8	0,00	0,75	0,75	0,0008
N36-N37	286,78	2,03	2,78	3,89	0,0039
N37-BF3	11,84	0,00	0,75	0,75	0,0008

Annexe 6: Calcul des pressions

Nœud	Z _{tn} [m]	ΔH (D-W) [m]	∑ΔH [m]	Z _{mine} [m]	P _{r_au_nœud} [mCE]	P _{r_au_nœud} [bar]
N1	278,64	0,565058805	0,565058805	289,21	28,99	2,90
N2	277,19	1,009857309	1,574916114	288,76	29,43	2,94
N3	277,53	0,570266324	2,145182438	289,68	28,52	2,85
N4	280,43	1,095492171	3,240674609	293,67	24,53	2,45
N5	281,54	0,945071658	4,185746267	295,73	22,47	2,25
N6	279,45	0,958301325	5,144047592	294,59	23,60	2,36
N7	278,52	0,696869167	5,840916759	294,36	23,84	2,38
N8	279,29	0,617977188	11,13553085	300,43	17,77	1,78
N9	280,29	0,781707957	17,90790932	308,20	10,00	1,00
N10	280,88	0,786963661	5,990670517	296,87	21,33	2,13
N11	280,08	0,402244564	5,203706856	295,28	22,91	2,29
N12	279,28	0,124825389	4,801462292	294,08	24,12	2,41
N13	279,07	0,257876619	4,676636903	293,75	24,45	2,45
N14	279,93	1,333073669	4,418760284	294,35	23,85	2,38
N15	283,18	1,013203804	3,085686615	296,27	21,93	2,19
N16	282,02	0,552894796	2,072482812	294,09	24,11	2,41
N17	283,76	0,954529211	1,519588016	295,28	22,92	2,29
N18	278,02	3,055511963	7,474272247	295,49	22,70	2,27
N19	278,02	0,203901446	7,678173692	295,70	22,50	2,25
N20	277,74	2,071265406	9,749439098	297,49	20,71	2,07
N21	275,39	3,144196462	15,12441539	300,51	17,68	1,77
N22	274,17	1,380587425	11,98021893	296,15	22,05	2,20
N23	273,59	2,049867162	10,5996315	294,19	24,01	2,40
N24	277,56	1,012792065	8,54976434	296,11	22,09	2,21
N25	277,63	1,653425128	7,536972275	295,17	23,03	2,30
N26	277,73	0,725750215	5,883547146	293,61	24,58	2,46
N27	282,04	0,972050665	5,157796932	297,20	21,00	2,10
N28	281,31	0,608949429	5,76674636	297,08	21,12	2,11
N29	279,01	1,824044994	7,590791355	296,60	21,60	2,16
N30	276,54	5,023792629	12,61458398	299,15	19,04	1,90

N31	275,46	1,529044414	14,1436284	299,60	18,59	1,86
N32	278,97	0,180463485	7,77125484	296,74	21,46	2,15
N33	277,2	1,380120017	9,151374856	296,35	21,85	2,18
N34	275,15	2,123474391	11,27484925	296,42	21,77	2,18
N35	275,49	0,485793643	11,76064289	297,25	20,95	2,09
N36	279,73	4,19610469	11,96735953	301,70	16,50	1,65
N37	273,99	2,957806274	14,9251658	298,92	19,28	1,93
BF1	275,5	0,05062099	14,19424939	299,69	18,50	1,85
BF2	275,6	0,806925792	12,56756868	298,17	20,03	2,00
BF3	273,68	0,034268298	14,9594341	298,64	19,56	1,96
BF4	273,75	0,031547673	10,63117917	294,38	23,82	2,38
BF5	277,83	0,042690658	7,579662933	295,41	22,79	2,28
BF6	281,59	0,808372933	6,575119293	298,17	20,03	2,00
BF7	277,74	0,005788564	9,755227662	297,50	20,70	2,07
BF8	275,05	0,81039893	15,93481432	300,98	17,21	1,72
BF9	277,51	0,041764488	2,186946926	289,70	28,50	2,85
BF10	279,45	0,808372933	5,952420525	295,40	22,80	2,28
BF11	280,08	0,015571237	5,219278093	295,30	22,90	2,29
BF12	282,1	0,01612115	2,088603962	294,19	24,01	2,40

Annexe 7: Linéaire des diamètres du réseau de distribution

Diamètre extérieur (mm)	Diamètre intérieur (mm)	Longueur (m)
DN63	55,4	1378,91
DN75	66	301,14
DN90	79,2	2016,19
DN110	96,8	7278,06
DN125	110,2	351,17
DN140	123,4	1110,05
DN160	141	493,87
DN180	158,6	2084,94
DN200	176,2	54,33
DN225	198,2	2716,77
DN250	220,4	2127,5
DN315	277,6	1494,45

Annexe 8: Tableau de comparaison Excel et Epanet

ID arc	Noeud	VITESSE		PRESSION	
		Vitesse Excel	Vitesse Epanet	Pression Excel	Pression Epanet
N1-CE	N1	0,93	0,98	29,37	26,41
N1-N2	N2	1,12	0,87	29,82	26,67
N2-N3	N3	0,93	0,83	28,90	25,63
N3-N4	N4	1,06	1,01	24,91	24,28
N4-N5	N5	1,02	0,99	22,85	22,79
N5-N6	N6	0,96	1,01	23,99	21,53

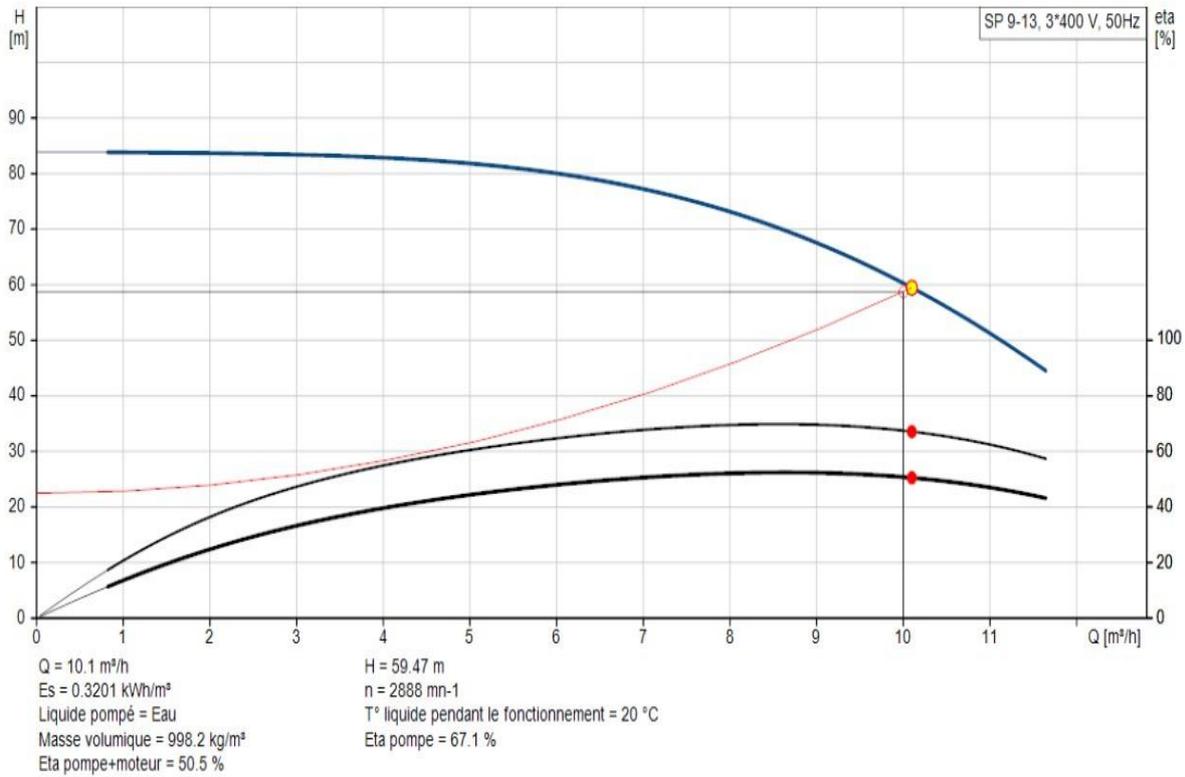
N6-N7	N7	0,96	0,93	24,22	22,66
N7-N8	N8	0,98	0,98	18,15	19,06
N8-N9	N9	1,02	0,97	10,38	15,43
N9-N10	N10	1,05	0,95	21,71	20,94
N10-N11	N11	0,92	0,88	23,30	22,05
N11-N12	N12	0,87	0,74	24,50	23,04
N12-N13	N13	0,82	0,83	24,83	23,32
N13-N14	N14	0,87	0,74	24,23	21,61
N14-N15	N15	0,75	0,78	22,31	20,15
N15-N16	N16	0,75	0,78	24,49	21,97
N16-N17	N17	0,89	0,78	23,30	20,62
N14-N18	N18	0,80	0,84	23,09	20,85
N18-N19	N19	0,79	0,78	22,88	20,57
N19-N20	N20	0,85	0,79	21,09	20,25
N20-N21	N21	0,88	0,76	18,07	19,41
N21-N22	N22	0,72	0,97	22,43	21,21
N22-N23	N23	0,84	0,81	24,39	22,59
N23-N24	N24	0,75	0,82	22,47	19,41
N24-N25	N25	0,78	0,98	23,41	20,46
N25-N26	N26	0,80	0,9	24,97	21,59
N26-N27	N27	0,98	0,73	21,38	21,77
N27-N28	N28	0,98	0,85	21,50	22,15
N28-N29	N29	0,80	0,96	21,98	21,53
N29-N30	N30	0,84	0,85	19,43	20,18
N30-N31	N31	0,99	0,95	18,98	19,84
N29-N32	N32	0,93	0,91	21,84	22,48
N32-N33	N33	0,83	0,82	22,23	23,88
N33-N34	N34	0,70	0,96	22,16	22,64
N34-N35	N35	0,77	0,9	21,33	20,64
N32-N36	N36	1,07	0,96	16,88	16,22
N36-N37	N37	0,82	0,81	19,66	21,32
N31-BF1	BF1	0,31	0,31	18,89	19,75
N35-BF2	BF2	0,31	0,31	20,41	19,77
N37-BF3	BF3	0,31	0,31	19,94	21,59
N23-BF4	BF4	0,31	0,31	24,20	26,69
N25-BF5	BF5	0,31	0,31	23,17	24,63
N28-BF6	BF6	0,31	0,31	20,41	20,13
N20-BF7	BF7	0,31	0,31	21,08	20,24
N21-BF8	BF8	0,31	0,31	17,60	18,99
N3-BF9	BF9	0,31	0,31	28,88	27,38
N6-BF10	BF10	0,31	0,31	23,18	21,26
N11-BF11	BF11	0,31	0,31	23,28	22,04
N16-BF12	BF12	0,31	0,31	24,39	21,87

Annexe 9 : Résultats de la simulation sur EPANET

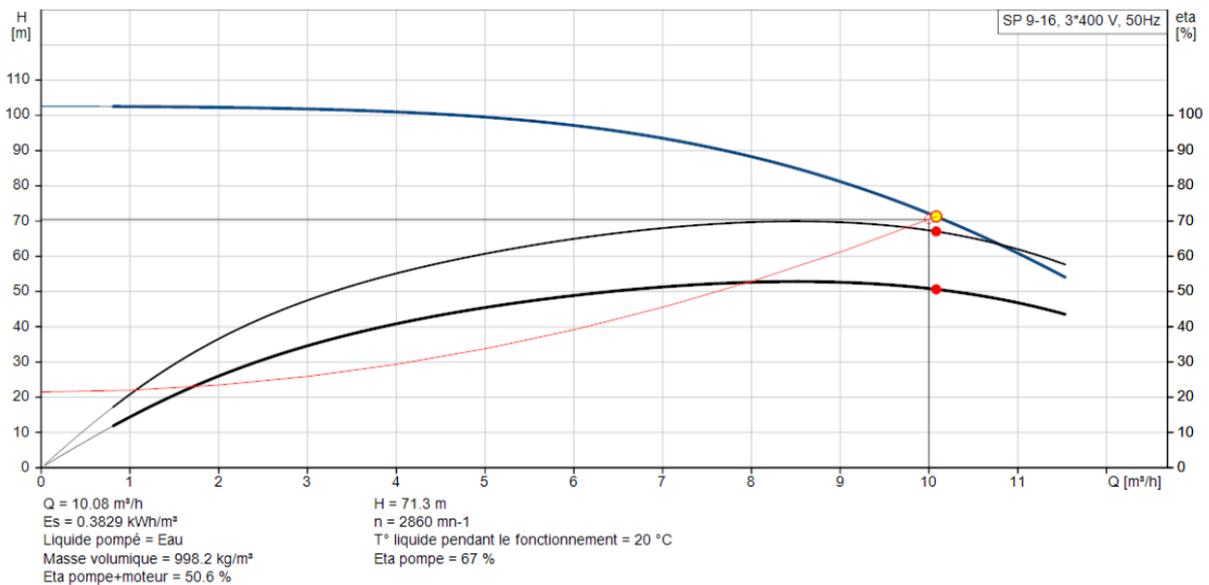
Prueba				
État des Nœuds du Réseau				
	Altitude	Demande	Charge	Pression
ID Noeud	m	LPS	m	m
Noeud N17	283,76	1,4	304,38	20,62
Noeud N15	283,18	2,66	303,33	20,15
Noeud N16	282,02	1,64	303,99	21,97
Noeud N21	275,39	1,53	294,8	19,41
Noeud N2	277,19	0,69	303,86	26,67
Noeud N23	273,59	1,82	296,18	22,59
Noeud N22	274,17	2,16	295,38	21,21
Noeud N37	273,99	1,01	295,31	21,32
Noeud N36	279,73	1,82	295,95	16,22
Noeud N24	277,56	1,55	297,27	19,71
Noeud N25	277,63	1,01	298,09	20,46
Noeud N26	277,73	1,15	299,32	21,59
Noeud N13	279,07	1,17	302,39	23,32
Noeud N3	277,53	0,82	303,16	25,63
Noeud N7	278,52	0,63	301,18	22,66
Noeud N6	279,45	0,88	300,98	21,53
Noeud N5	281,54	1,76	300,74	19,2
Noeud N11	280,08	0,7	302,13	22,05
Noeud N1	278,64	1,28	305,05	26,41
Noeud N29	279,01	2,55	298,02	19,01
Noeud N28	281,31	1,28	299,39	18,08
Noeud N27	282,04	1,63	299,9	17,86
Noeud N35	275,49	0,2	296,13	20,64
Noeud N34	275,15	0,74	296,36	21,21
Noeud N32	278,97	1,39	297,85	18,88
Noeud N31	275,46	0,53	296,26	20,8
Noeud BF7	277,74	0,75	300,84	23,1

Noeud N19	279,281	0,46	301,54	22,26
Noeud N14	279,93	3,11	302,55	22,62
Noeud N18	279,281	1,39	301,71	22,43
Noeud N33	277,2	1,04	297,14	19,94
Noeud N9	280,29	0,79	301,48	21,19
Noeud N8	279,29	1,41	301,37	22,08
Noeud N4	280,43	1,09	301,87	21,44
Noeud BF12	282,1	0,75	303,98	21,87
Noeud N20	277,74	0,41	300,84	23,1
Noeud N10	280,88	0,95	301,82	20,94
Noeud BF11	280,08	0,75	302,12	22,04
Noeud BF10	279,45	0,75	300,21	20,76
Noeud BF8	275,05	0,75	294,04	18,99
Noeud BF4	273,71	0,75	296,16	22,45
Noeud BF3	273,68	0,75	295,27	21,59
Noeud BF1	275,5	0,75	296,21	20,71
Noeud BF2	275,6	0,75	295,37	19,77
Noeud BF6	281,59	0,75	298,65	17,06
Noeud BF9	277,51	0,75	303,12	25,61
Noeud BF5	277,83	0,75	298,05	20,22
Noeud N12	279,28	0,41	302,32	23,04
Noeud N30	276,54	2,15	296,72	20,18
Réservoir CE	303,58	-56,21	305,58	2

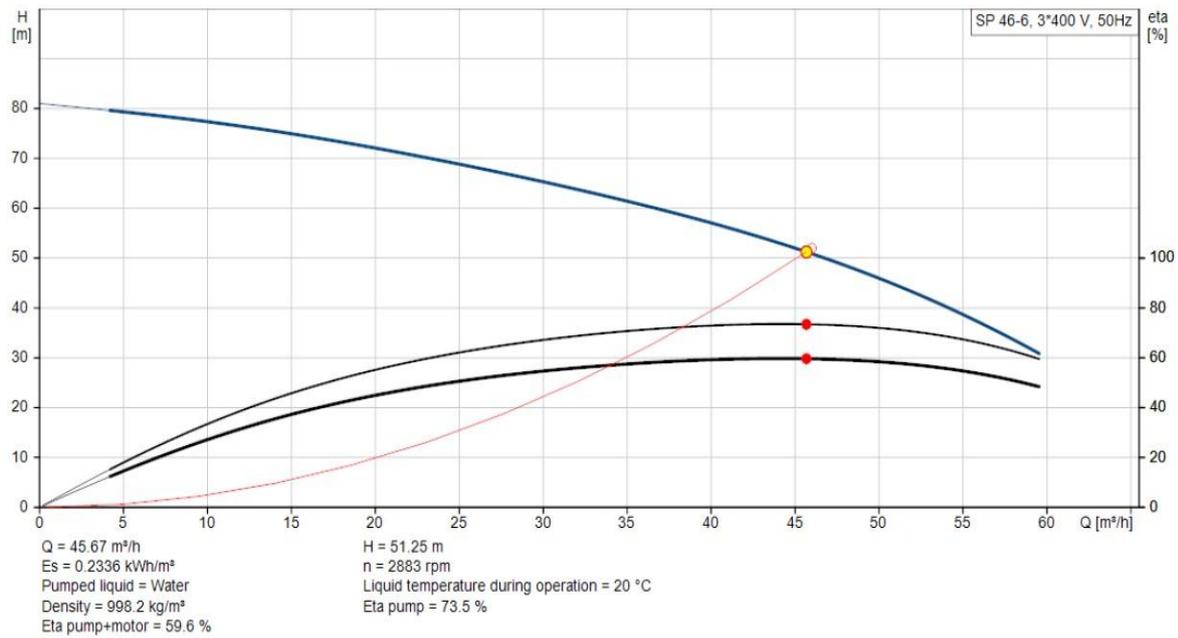
Annexe 10: Courbe caractéristique de la pompe SP 9-13



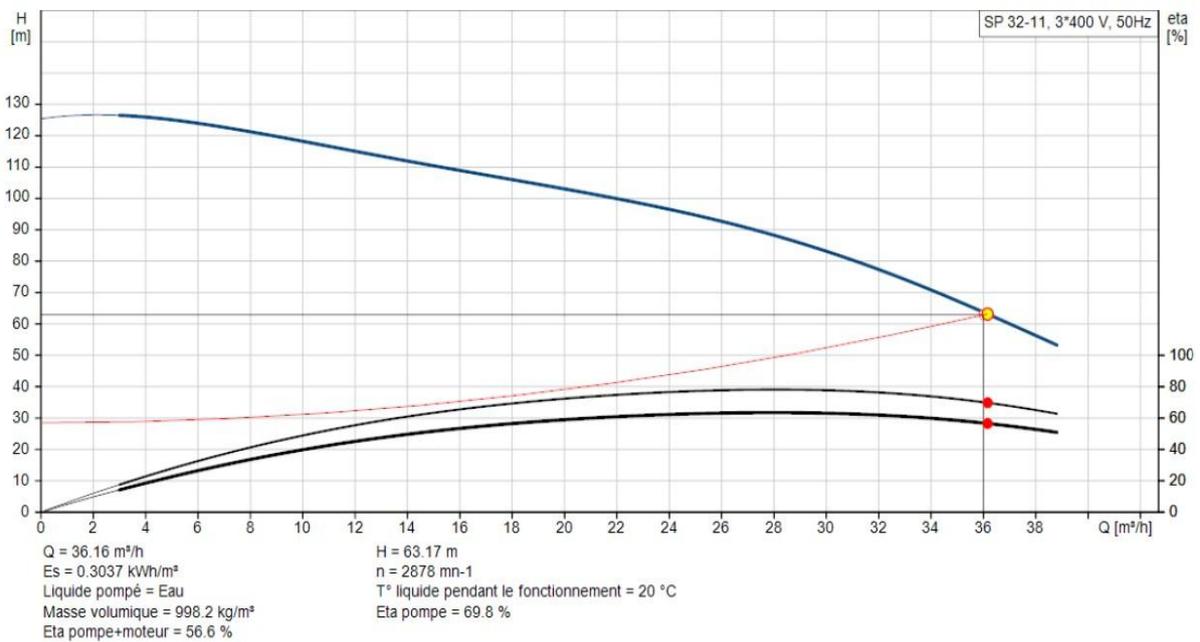
Annexe 11: Courbe caractéristique de la pompe SP 9-16



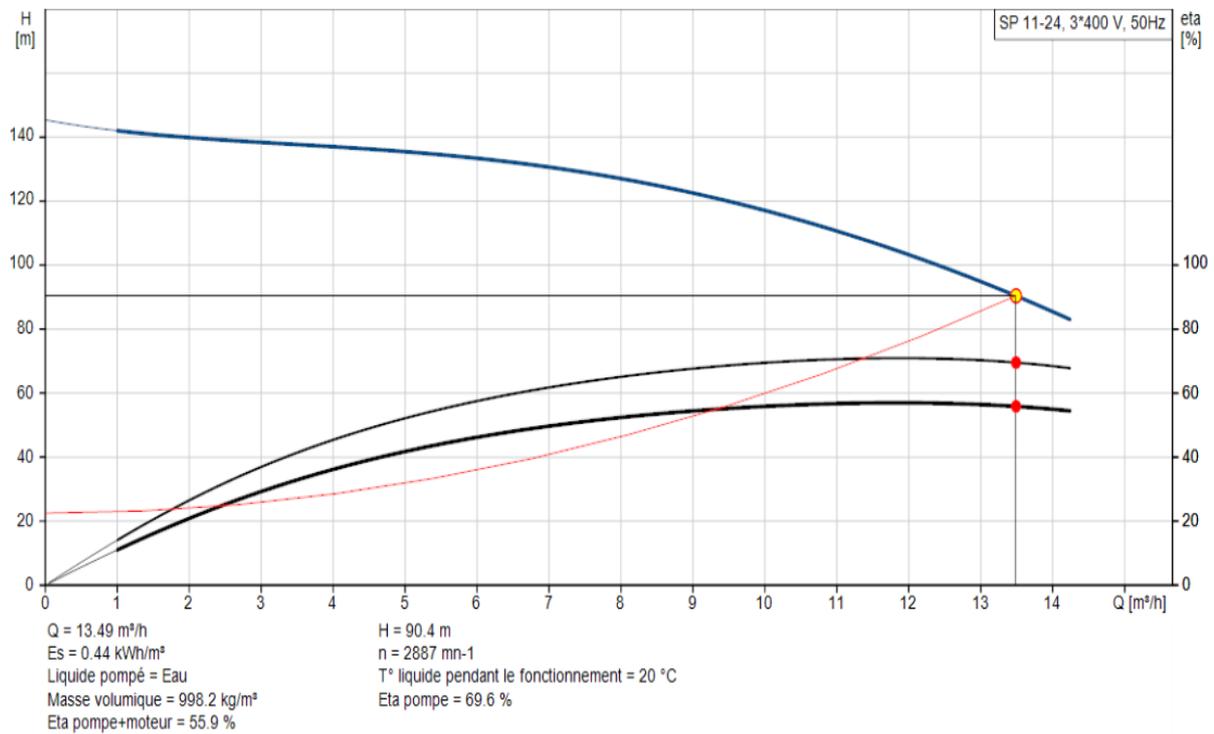
Annexe 12: Courbe caractéristique de la pompe SP 46-6



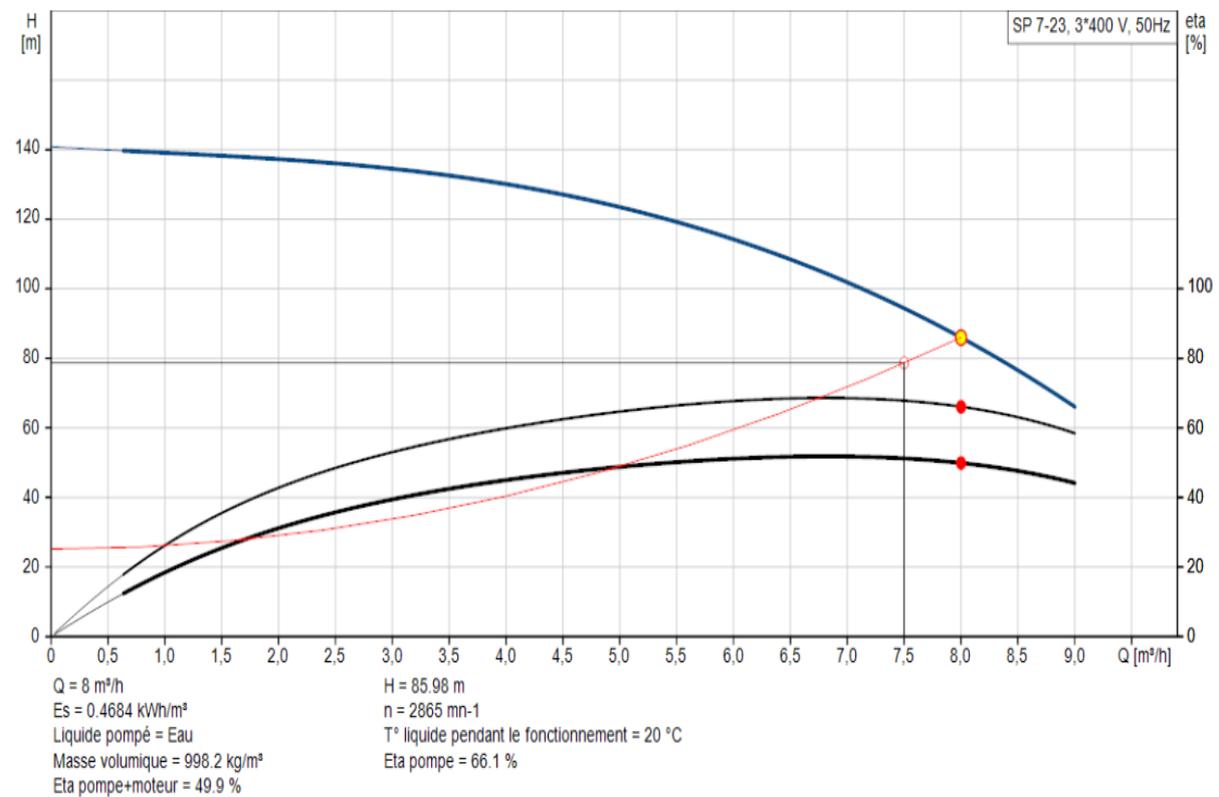
Annexe 13: Courbe caractéristique de la pompe SP 32-11



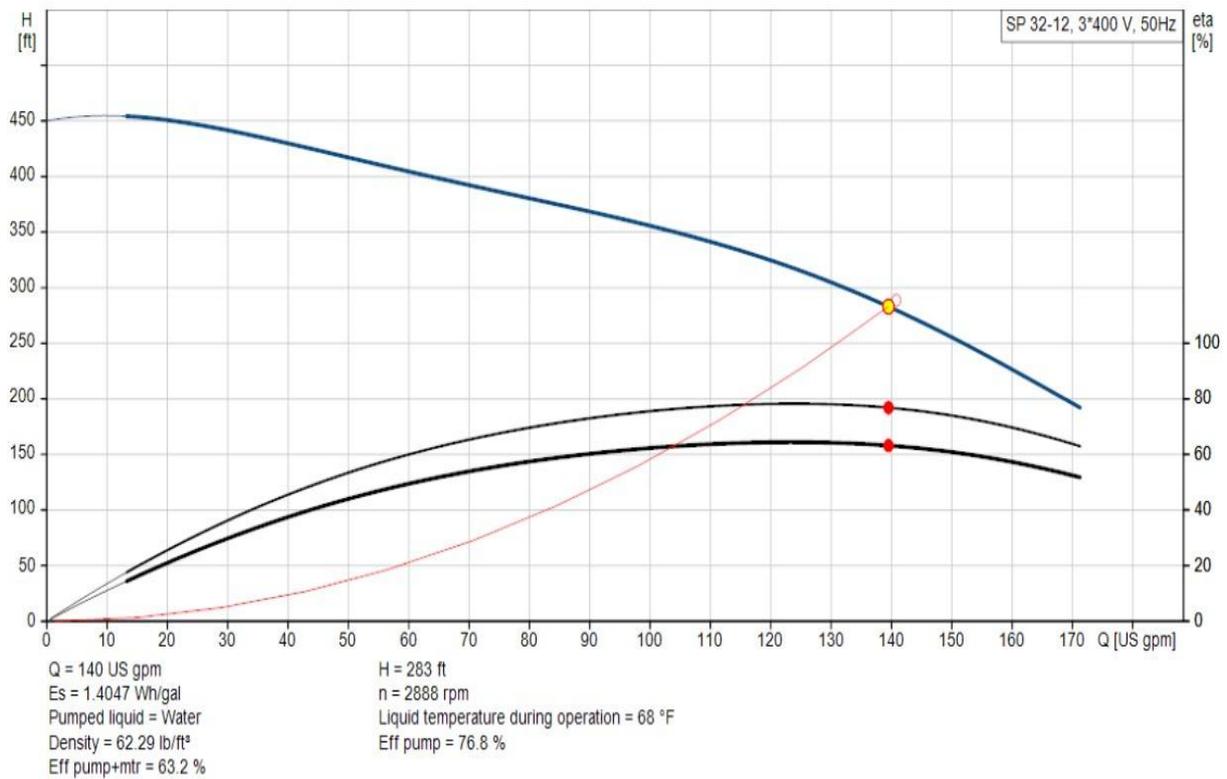
Annexe 14: Courbe caractéristique de la pompe SP 11-24



Annexe 15: Courbe caractéristique de la pompe SP 7-23



Annexe 16: Courbe caractéristique de la pompe SP 32-12



Annexe 17: Devis quantitatif et estimatif

DEVIS ESTIMATIF DES TRAVAUX DE L'AEP de Mogtéo					
N°	Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire	Prix total
I	FRAIS GENERAUX				
1.1	Installation et Repli de chantier	ff	1,00	3 500 000	3 500 000
1.2	Frais de fonctionnement des installations de base	mois	16,00	350 000	5 600 000
1.3	Implantation du réseau, établissement de dossier d'exécution et plans de recollement de l'ensemble du réseau	ff	1,00	3 000 000	3 000 000
SOUS TOTAL 1					12 100 000
II	POMPES ET EXHAURE				
2.1	Analyse de l'eau (chimique et bactériologique)	u	7	190 000	1 330 000
2.2	Fourniture, pose et raccordement d'électropompe immergée SP11-24 avec Q=14m ³ /h et HMT=90,43m	u	1	5 320 800	5 320 800
2.3	Fourniture, pose et raccordement d'électropompe immergée SP 9-16 avec Q=10 m ³ /h et HMT=70,54m	u	1	4 675 400	4 675 400
2.4	Fourniture, pose et raccordement d'électropompe immergée SP9-13 avec Q=10m ³ /h et HMT=58,70m	u	1	4 488 700	4 488 700
2.5	Fourniture, pose et raccordement d'électropompe immergée SP46-6 avec Q=40m ³ /h et HMT=56,93m	u	1	5 998 100	5 998 100
2.6	Fourniture, pose et raccordement d'électropompe immergée SP 7-23 avec Q=7,5m ³ /h et HMT=78,69m	u	1	3 800 000	3 800 000
2.7	Fourniture, pose et raccordement d'électropompe immergée SP32-11 avec Q=36m ³ /h et HMT=62,93m	u	1	6 322 800	6 322 800
2.8	Fourniture, pose et raccordement d'électropompe immergée SP32-12 avec Q=36m ³ /h et HMT=69,44m	u	1	6 614 000	6 614 000
2.9	Génie civil tête de forage	u	7	500 000	3 500 000
2.10	Fourniture et installation d'un coffret de tête de forage	u	7	50 000	350 000

2.11	Fourniture, pose et raccordement d'une colonne d'exhaure en flexible Boreline DN 75 (y compris attaches)	u	3	29 870	89 610
2.12	Fourniture, pose et raccordement d'une colonne d'exhaure en flexible Boreline DN 90 (y compris attaches)	u	1	35 600	35 600
2.13	Fourniture, pose et raccordement d'une colonne d'exhaure en flexible Boreline DN 160 (y compris attaches)	u	3	50 000	150 000
2.14	Fourniture et pose de tuyau PEHD pour piézomètre	ml	100	4 500	450 000
2.15	Fourniture et installation d'une armoire électrique de commande et de protection	u	7	1 800 000	12 600 000
2.16	Fourniture et pose d'une boîte de jonction étanche	u	7	50 000	350 000
2.17	Installation d'un système complet de télégestion pour forage	ens	7	10 000 000	70 000 000
SOUS TOTAL 2					126 075 010
III	RESEAU DE REFOULEMENT				
3.1	Débroussayage et abattage d'arbres	ff	1,00	2 500 000	2 500 000
3.2	Fouilles et remblais pour tout type de terrain pour conduites de diamètre inférieur ou égal à 110 mm	m	7188	1 000	7 187 660
3.3	Fouilles et remblais pour tout type de terrain pour conduites de diamètre supérieur à 110 mm	m	6156	1 100	6 771 248
3.4	Fourniture et pose conduites PEHD, DN 90 PN 16	m	1359	3 700	5 028 707
3.5	Fourniture et pose conduites PEHD, DN 110 PN 16	m	5829	5 757	33 554 962
3.6	Fourniture et pose conduites PEHD, DN 125 PN 16	m	227,3	7 250	1 647 708
3.7	Fourniture et pose conduites PEHD, DN 180 PN 16	m	1125	13 300	14 962 633
3.8	Fourniture et pose conduites PEHD, DN 225 PN 16	m	2521	18 870	47 577 308
3.9	Fourniture et pose conduites PEHD, DN 250 PN 16	m	978	23 457	22 939 773
3.10	Fourniture et pose conduites PEHD, DN 315 PN 16	m	1304	42 050	54 838 667
3.11	Exécution de massif de butée en béton dosé à 350 kg/m ³	ens	1,00	150 000	150 000
3.12	Fourniture et pose d'adaptateur F/PEHD DN 90	u	1,00	16 600	16 600
3.13	Fourniture et pose d'adaptateur F/PEHD DN 110	u	1,00	21 780	21 780
3.14	Fourniture et pose d'adaptateur F/PEHD DN 180	u	1,00	52 800	52 800

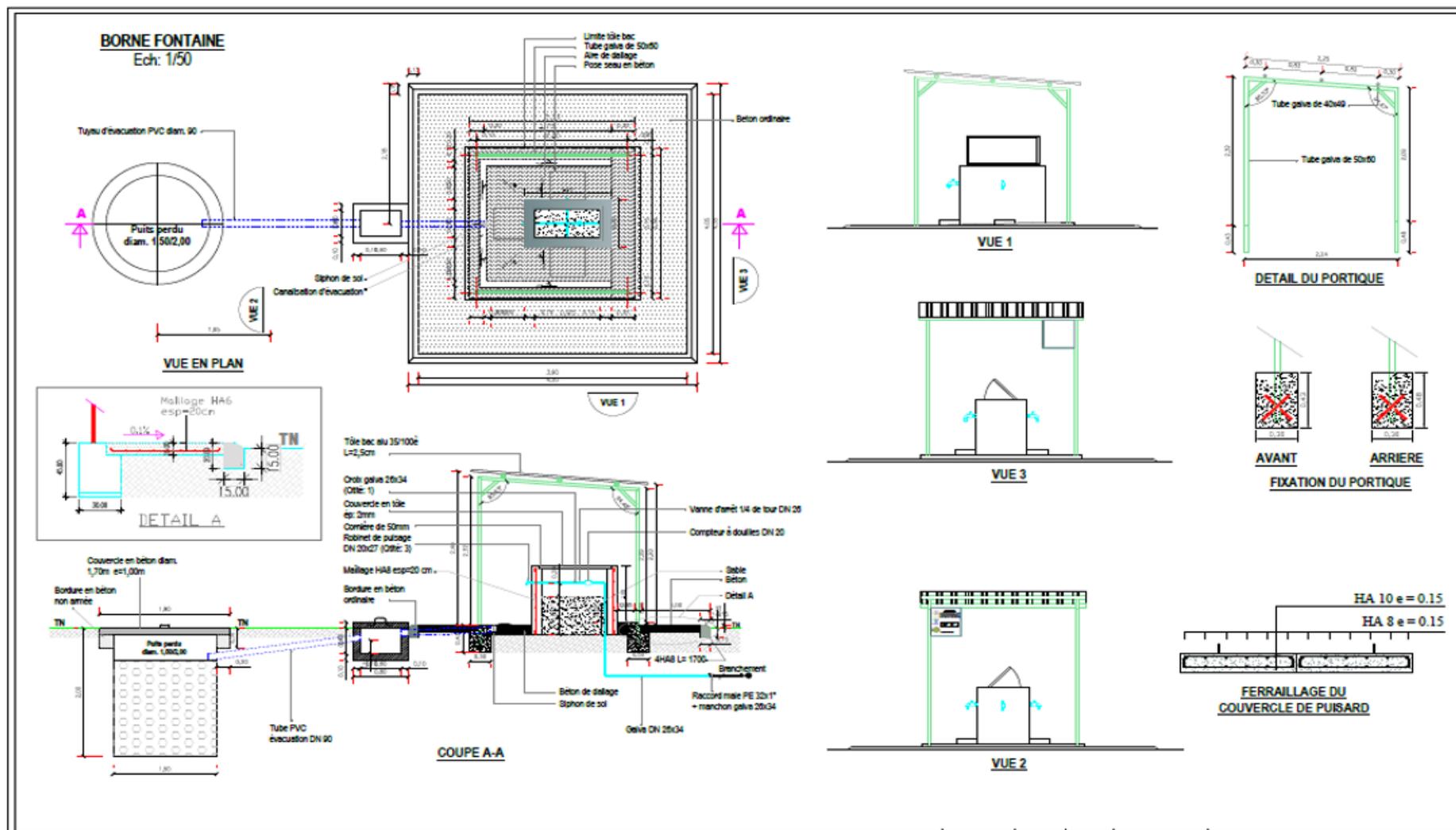
3.15	Fourniture et pose d'adaptateur F/PEHD DN 250	u	1,00	375 890	375 890
3.16	Fourniture et pose d'adaptateur F/PEHD DN 315	u	1,00	452 600	452 600
3.17	Fourniture et pose clapet anti retour 2B DN300	u	1,00	2 786 000	2 786 000
3.18	Construction de regards pour ventouse, vanne, vidange et by pass	u	1,00	400 000	400 000
3.19	Protection des conduites de refoulement	u	1,00	10 000 000	10 000 000
	SOUS TOTAL 3				211 264 336
IV	RESEAU DE DISTRIBUTION				
4.1	Fouilles et remblais pour tout type de terrain pour conduites de diamètre inférieur ou égale a 500mm	m	8064	2 000	16 128 080
4.2	Fourniture et pose de canalisation PehD DN 63 PN 10	m	1379	4 500	6 205 095
4.3	Fourniture et pose de canalisation PehD DN 75 PN 10	m	301,1	5 000	1 505 700
4.4	Fourniture et pose de canalisation PehD DN 90 PN 10	m	657,1	6 000	3 942 480
4.5	Fourniture et pose de canalisation PehD DN 110 PN 10	m	1450	8 000	11 596 080
4.6	Fourniture et pose de canalisation PehD DN 125 PN 10	m	123,9	9 000	1 115 100
	Fourniture et pose de canalisation PehD DN 140 PN 10	m	1110	10 000	11 100 500
4.7	Fourniture et pose de canalisation PehD DN 160 PN 10	m	493,9	11 000	5 432 570
4.8	Fourniture et pose de canalisation PehD DN 180 PN 10	m	959,9	12 000	11 519 160
4.9	Fourniture et pose de canalisation PehD DN 200 PN 10	m	54,33	14 000	760 620
4.10	Fourniture et pose de canalisation PehD DN 225 PN 10	m	195,5	15 500	3 029 475
4.11	Fourniture et pose de canalisation PehD DN 250 PN 10	m	1150	16 000	18 392 800
4.13	Fourniture et pose de canalisation PehD DN 315 PN 10	m	190,3	19 000	3 616 080
4.17	Fourniture et pose de grillage avertisseur de couleur bleu	ml	8064	175	1 411 207
4.18	Essai de pression, lavage, désinfection et rinçage des canalisations	ml	8064	750	6 048 030
4.19	Fourniture et pose de té fonte réduit DN 150/60 PN 10	u	2,00	30 000	60 000
4.20	Fourniture et pose de té fonte réduit DN 80/60 PN 10	u	5,00	40 000	200 000
4.21	Fourniture et pose de té égal PehD DN 63 PN 10	u	6,00	12 500	75 000
4.22	Fourniture et pose de coude fonte à brides DN 80 90° PN 10	u	4,00	30 000	120 000

4.23	Fourniture et pose de coude PehD DN 63 PN10	u	2,00	15 000	30 000
4.24	Fourniture et pose d'adaptateur à brides fonte/PehD DN 180 PN 10	u	2,00	50 000	100 000
4.25	Fourniture et pose d'adaptateur à brides fonte/PehD DN 90 PN 10	u	16,00	40 000	640 000
4.26	Fourniture et pose d'adaptateur à brides fonte/PehD DN 63 PN 10	u	10,00	30 000	300 000
4.27	Fourniture et pose de vanne DN 150 PN 10	u	1,00	150 000	150 000
4.28	Fourniture et pose de vanne DN 80 PN 10	u	2,00	80 000	160 000
4.29	Fourniture et pose de vanne DN 60 PN 10	u	2,00	60 000	120 000
4.30	Fourniture et pose de ventouse	u	3,00	17 000	51 000
	Fourniture et pose de vidange	u	3,00	200 000	600 000
	Fourniture et pose de bornes à incendie	u	2,00	95 000	190 000
4.31	Fourniture et pose de tube allonge pour robinet vanne	u	5,00	1 200	6 000
4.32	Fourniture et pose de bouchon femelle PehD DN 63	u	8,00	4 000	32 000
4.33	Construction de massif de butée et/ou d'ancrage dosé à 350 kg/m ³	ens	1,00	200 000	200 000
4.34	Fourniture et pose de bornes d'indication des conduites sur réseau de distribution	ens	1,00	400 000	400 000
	SOUS TOTAL 4				105 236 977
V	TRAITEMENT				
5.1	Analyse physico chimique et bactériologique	u	7,00	116 665	816 655
5.2	Fourniture de filtre doseur	u	1,00	940 000	940 000
5.3	Fournitures de pièces et travaux de plomberie	ens	1,00	596 000	596 000
5.4	Fourniture de désinfectant alimentaire chlore en poudre	u	23,00	420 000	9 660 000
5.5	Fourniture et pose de support et hangar de protection	u	1,00	725 000	725 000
5.6	Fouille et remblais pour installation	ens	1,00	220 000	220 000
5.7	Main d'oeuvre (plomberie et mise en service)	ens	1,00	1 000 000	1 000 000
5.8	Formation des techniciens pour l'exploitation	ens	1,00	1 500 000	1 500 000
	SOUS TOTAL 5				15 457 655
VI	GENIE CIVIL				
6.1	Réalisation d'une clôture (25mx25) en maçonnerie d'agglomération de 15cm et de 2 m de haut	forfait	1,00	5 000 000	5 000 000

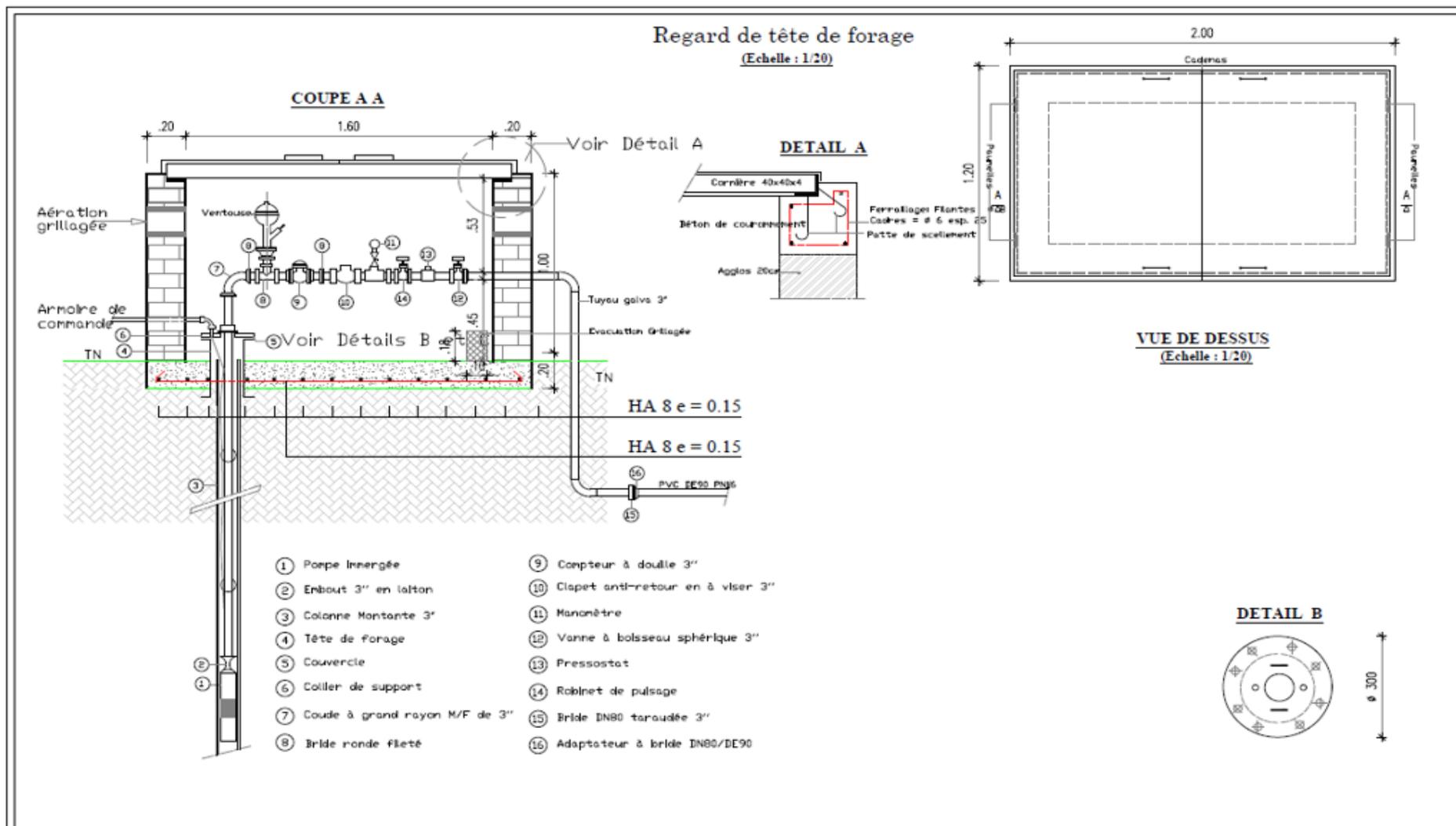
	selon plan, y compris éclairage du portail, crépissage, tyrolienne				
6.2	Construction de local technique/Magasin	ens	1,00	3 000 000	3 000 000
6.3	Construction de local de gardiennage	u	1,00	1 500 000	1 500 000
6.4	Construction de latrine VIP à 1 poste + douche conformément aux plans	u	2,00	750 000	1 500 000
6.5	Construction de regards de 1,5 m x 1,5 m x 1,5 m pour vannes et ventouse	u	7,00	450 000	3 150 000
6.6	Construction et raccordement de bornes fontaines	u	7,00	850 000	5 950 000
6.7	Fourniture et pose d'un dispositif de vidange	u	2,00	500 000	1 000 000
6.9	Fourniture et pose de lampadaire solaire à côté des bornes fontaines	u	17,00	200 000	3 400 000
6.10	Mise en place d'une clôture grillagée de 25m *25 m, maille 5mm*5 mm, hauteur 2m y compris support et portail d'entrée pour les installations solaires	forfait	1,00	2500000	2 500 000
6.11	Structure support triangulée en aluminium inclinée à 15°	u	1,00	400000	400 000
6.12	Hangar de support des panneaux solaires	ff	7,00	150000	1 050 000
6.13	Protection des conduites au niveau des ravins (fourreautage +gabions) y compris toutes sujétions	ml	90,00	15000	1 350 000
SOUS TOTAL 6					29 800 000
VII	CHÂTEAUX D'EAU				
7.1	Études géotechniques	ff	1,00	3 000 000	3 000 000
7.2	Construction de 2 châteaux d'eau en béton armé de 500 m3 chacun, hc= 20 m	ens	2,00	250 000 000	500 000 000
7.3	Fourniture et pose de clapet anti retour	u	1,00	26 665	26 665
7.4	Fourniture et pose d'équipement de robinetterie intérieur : robinet flotteur, crépine et extérieur : robinet vanne, échelle de lecture	u	1,00	583 665	583 665
7.5	Fourniture et pose d'un compteur d'eau pied du château	u	1,00	367 500	367 500
7.6	Fourniture et pose de pompe doseuse y compris le bac à solution et toutes sujétion	u	1,00	3 500 000	3 500 000
7.7	Construction d'un regard au pied du château	u	1,00	450 000	450 000
SOUS TOTAL 7					507 927 830
VIII	PLAN DE GESTION ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL				
8.1	Mesures d'atténuations du PGES	ens	1,00	6 000 000	6 000 000

8.2	Plan de suivi et surveillance environnementale	ens	1,00	700 000	700 000
8.3	Plan de renforcement des capacités	ens	1,00	2 950 000	2 950 000
SOUS TOTAL 8					9 650 000
IX	ENERGIE				
9.1	Extension ligne MT au local compteur SONABEL, y compris toutes sujétions	u	1,00	3 000 000	3 000 000
9.2	Transformateur MT/BT sur poteau 130KVA, y compris toutes sujétions	u	1,00	12 000 000	12 000 000
9.3	Fourniture,pose, raccordement et essai des onduleurs RSI	u	7,00	750 000	5 250 000
9.4	Fourniture, pose et essai de panneaux solaire mono cristallin y compris toutes sujétions de pose et de raccordement pour le forage	u	7,00	3 000 000	21 000 000
SOUS TOTAL 9					41 250 000
MONTANT TOTAL HT-HD					1 058 761 808
MONTANT DE LA TVA (18%)					190 577 125
TOTAL TTC					1 249 338 933

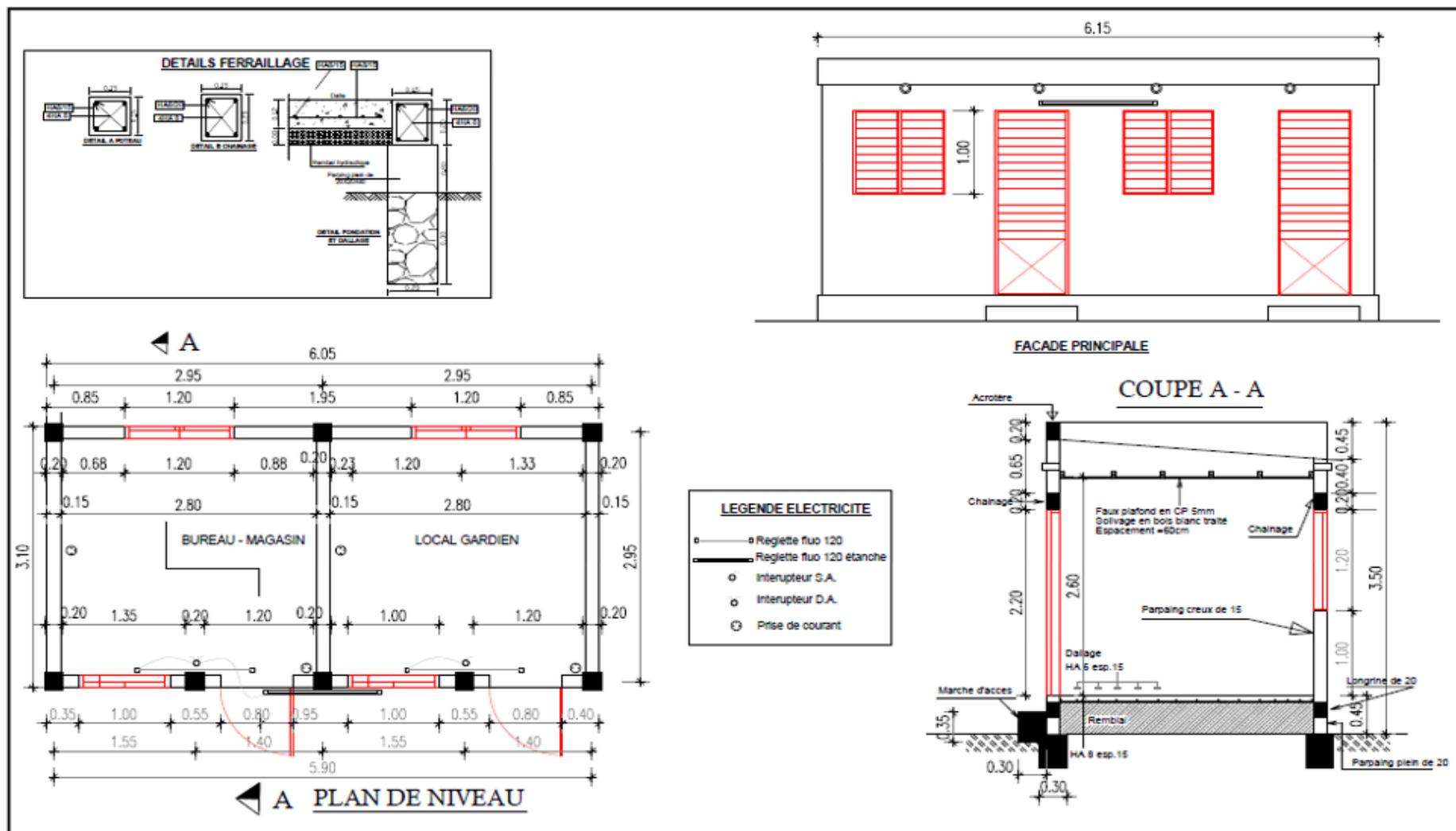
Annexe 18: Plan de la borne fontaine



Annexe 19: plan du regard tête de forage



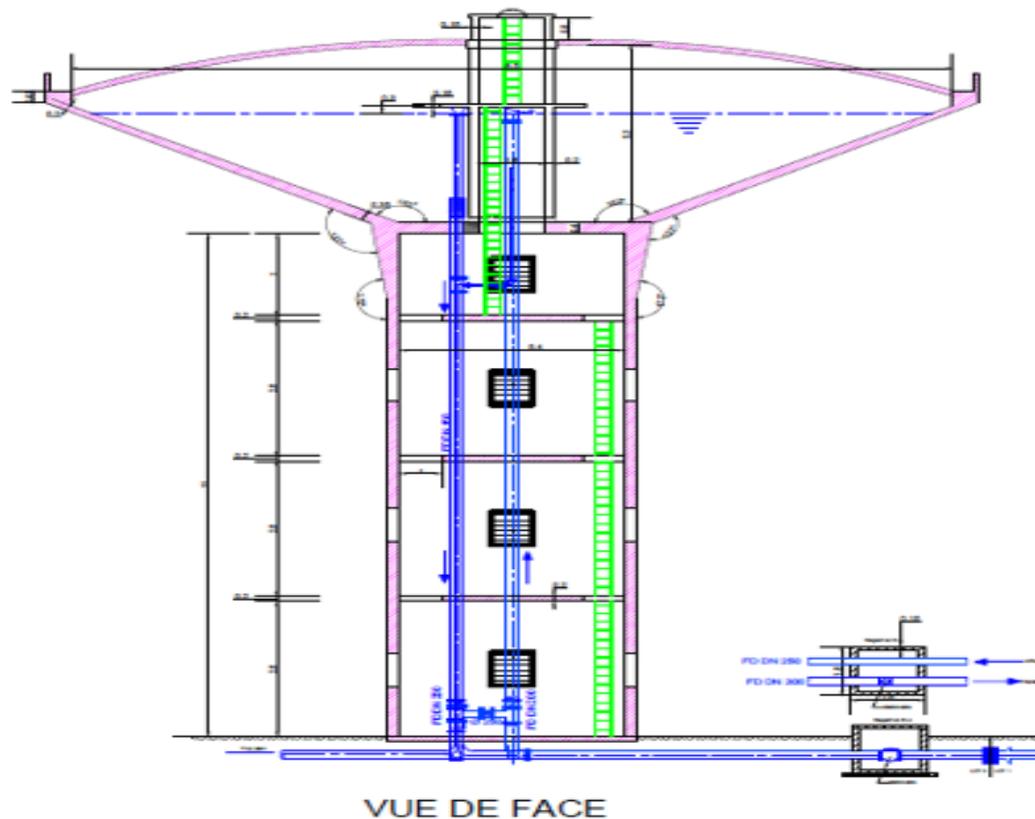
Annexe 20: Plan de bureau, magasin



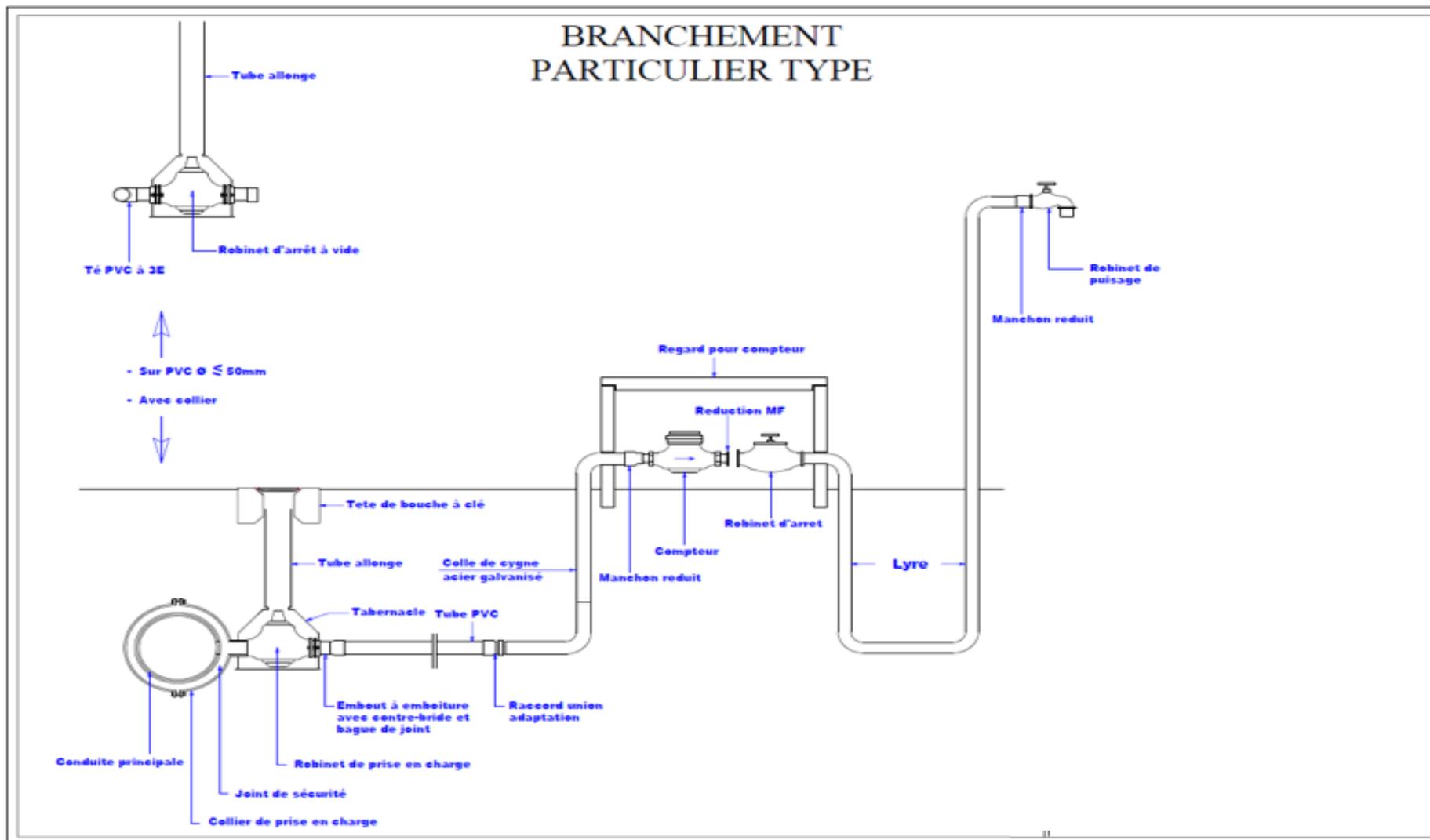
XC

Annexe 22: Plan du château d'eau

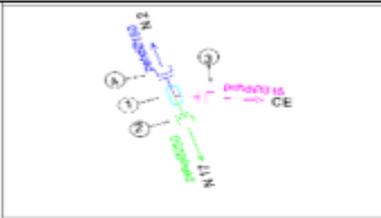
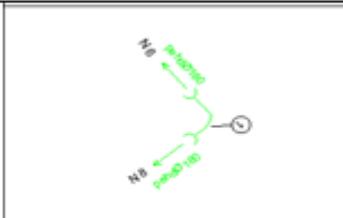
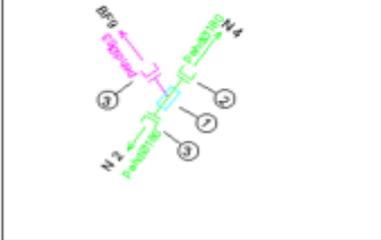
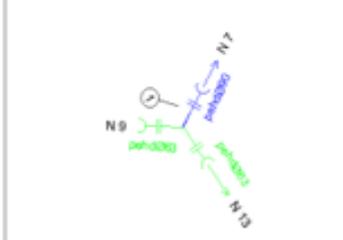
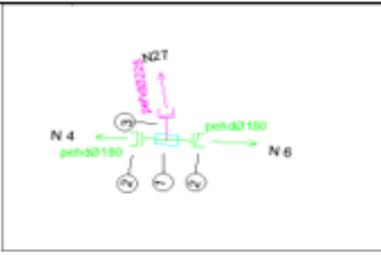
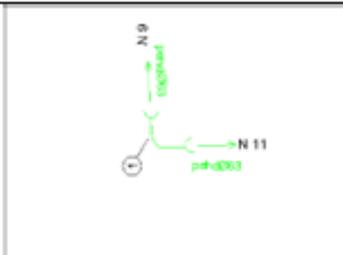
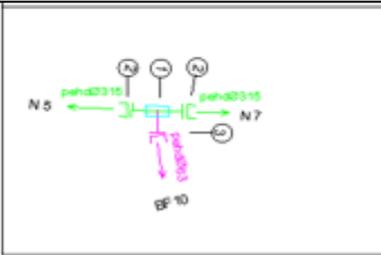
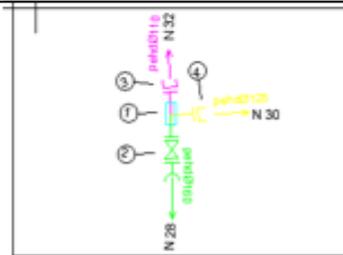
Capacité (m3)	Hr (m)	Matériau
500	20	Béton armé



Annexe 23: Plan du type de Branchement particulier



Annexe 24: Carnet de quelques nœuds

N nœud	SCHEMA	N	Désignations	Nb	N nœud	SCHEMA	N	Désignations	Nb
N1		1	Té PVC 90° 3E DE 315/180/250	1	N7		1	Coude 1/4 à 2E DE 180	1
N3		1	Té PVC 90° 3E DE 180/63/180	1	N8		1	Té 1/8 à 3E DE 90/63/63	1
N5		1	Té PVC 90° 3E DE 180/225/180	1	N10		1	Coude 1/4 à 2E DE 63	1
N6		1	Té PVC 90° 3E DE 315/63/315	1	N29		1	Té PVC 90° 3E DE 110/160/125	1
		2	Adaptateur à bride DN 315	2			2	Robinet-vanne DN 160	1
		3	Adaptateur à bride DN 63	1			3	Adaptateur à bride DN 110	1
							4	Adaptateur à bride DN 125	1