ÉTUDE TECHNIQUE D'UN SYSTÈME D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE (SAEP) POUR L'APPROVISIONNEMENT EN EAU DE LA ZONE AGRO-INDUSTRIELLE (ZAI) DE 566 HECTARES AU PROFIT DU PROGRAMME DE DÉVELOPPEMENT INTÉGRÉ DE LA VALLÉE DE SAMENDÉNI (PDIS) AU BURKINA FASO

MÉMOIRE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGÉNIEUR 2IE AVEC GRADE DE
MASTER
SPÉCIALITE GÉNIE DE L'EAU DE L'ASSAINISSEMENT ET DES AMÉNAGEMENTS HYDROAGRICOLES (GEAAH)

Présenté et soutenu publiquement le 22 juillet 2026 par

Aly KOANDA (20190423)

Directeur de mémoire : Dr. Ousmane Roland YONABA, Maitre de Conférences (CAMES), Institut 2iE

Encadrant 2iE : Dr. Ousmane Roland YONABA, Maitre de Conférences (CAMES), Institut 2iE

Maître de stage : M. David TAPSOBA, Directeur Général du cabinet CIVEX

Structure d'accueil du stage : CIVEX Sarl

Jury d'évaluation du stage :

Président : **Pr. Yacouba KONATE, Professeur Titulaire (CAMES), Institut 2iE**

Membres et correcteurs :

Dr. Lawani Adjadi MOUNIROU, Maitre de Conférences (CAMES), Institut 2iE

M. Marius SAMA, Direction Générale de l'Environnement et du Cadre de Vie (DGECV)

Promotion [2025/2026]

DEDICACES

À MON PERE,

MONSIEUR KOANDA MAHAMADI,

VOUS QUI N'AVEZ JAMAIS CESSE DE CROIRE EN MOI, MEME DANS LES MOMENTS LES PLUS DIFFICILES. MERCI POUR VOS SACRIFICES, VOS ENCOURAGEMENTS ET VOTRE SOUTIEN INDEFECTIBLE.

CE TRAVAIL EST LE VOTRE AUTANT QU'IL EST LE MIEN.

AVEC TOUTE MA RECONNAISSANCE, MON RESPECT ET MON AFFECTION, JE VOUS DEDIE HUMBLEMENT CE MEMOIRE.

REMERCIEMENTS

AU NOM D'ALLAH, LE TOUT MISERICORDIEUX, LE TRES MISERICORDIEUX. À LUI APPARTIENNENT TOUTE LOUANGE ET TOUTE RECONNAISSANCE. IL EST LE SEIGNEUR DE L'UNIVERS, CELUI PAR LA GRACE DUQUEL TOUTE ŒUVRE S'ACCOMPLIT.

Ce mémoire marque l'aboutissement de cinq années de formation à l'Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement (2iE). À cet effet, je tiens à exprimer ma profonde gratitude à toutes les personnes et institutions qui ont contribué à sa réalisation.

- À l'Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement (2iE), pour la qualité de la formation reçue et de l'encadrement assuré tout au long de mon cursus
- À Dr Roland YONABA, mon Directeur de mémoire et encadreur, pour son accompagnement, sa disponibilité et ses précieux conseils ;
- À l'entreprise CIVEX et à l'ensemble de son personnel, pour son accueil et les conditions offertes pour la réalisation de ce travail ;
- À M. TAPSOBA David, Directeur Général de CIVEX et maître de stage, pour sa confiance, son soutien et les opportunités d'apprentissage qu'il m'a accordées ;
- À M. KABORE Franck Rodrigue pour son aide précieuse et ses conseils techniques.
- À M. KPADE Florent et M. Ousmane BILGO pour leur accueil chaleureux au sein de leur entreprise.
- À M. ZOUNGRANA Valentin pour sa disponibilité, ses conseils et son accompagnement multiformes ;
- À M. CONSEIGA Wilfried, pour son aide précieuse et les nombreuses formations qu'il m'a dispensées.
- À l'ONEA, pour l'accès aux données techniques ayant contribué à la qualité de cette étude ;
- À M. KOANDA Alidou et M. BELEMVIRE Mahamoudou, pour leur soutien et leurs encouragements constants ;
- À tous mes proches, amis, camarades et à toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin, à mon parcours, j'adresse mes sincères remerciements.
- Enfin, à ma mère, Mme KOANDA Fatimata, pour son amour inconditionnel, ses bénédictions quotidiennes, ses prières incessantes et les sacrifices consentis pour ma réussite. Son soutien moral demeure l'une des principales sources de ma détermination.

RESUME

L'aménagement de la Zone d'Activités Agro-Industrielles (ZAI) de Bama, implantée dans la province de Houet, d'une superficie de **566 hectares**, constitue un pôle économique stratégique dont la viabilité repose sur la sécurisation de sa desserte en eau. À l'horizon de dimensionnement de **20 ans**, le système projeté est conçu pour assurer un débit de production de **291 l/s** et un débit de pointe à la distribution de **277 l/s**.

L'alimentation en eau repose sur un champ captant composé de dix (**10**) forages profonds de **200 m**, chacun dimensionné pour un débit de **105 m³/h**. Les ouvrages de stockage comprennent une bâche au sol en béton armé de **3 000 m³** et un château d'eau de **3 500 m³** alimenté par une station de reprise. Le réseau de distribution, entièrement maillé, totalise plus de **32 km** de conduites en **PEHD PN10** de diamètres compris entre **DN 63** et **DN 560**, ce qui assure des pressions de service conformes aux critères de conception.

L'alimentation électrique du site est assurée par le raccordement au réseau de la SONABEL à travers une ligne dédiée et des postes de transformation. Les forages les plus éloignés de la ligne principale seront alimentés par des groupes électrogènes ou par des systèmes hybrides associant groupe électrogène et énergie solaire photovoltaïque afin de garantir la continuité du service.

Le coût global d'investissement des infrastructures d'approvisionnement en eau potable est estimé à **12 876 033 440 FCFA TTC**. L'exploitation et la maintenance des ouvrages seront assurées par une structure de gestion interne à la ZAI qui veillera à la pérennité des installations et la continuité des activités industrielles.

Mots-clés :

1. Approvisionnement en Eau Potable (AEP)
2. Bama
3. Forages
4. Réseau de Distribution
5. Zone d'Activités Agro-Industrielles (ZAI)

ABSTRACT

The development of the Bama Agro-Industrial Activity Zone (ZAI), located in the Houet Province and covering an area of **566 hectares**, represents a strategic economic hub whose viability depends on securing a reliable water supply. Over a **20-year** design horizon, the proposed system is designed to deliver a production flow rate of **291 L/s** and a peak distribution flow rate of **277 L/s**.

The water supply system is based on a well field comprising **10** deep boreholes, each **200 m** deep and designed for a capacity of **105 m³/h**. The storage facilities include a **3,000 m³** reinforced concrete ground-level reservoir and a **3,500 m³** elevated water tower supplied by a booster pumping station. The fully looped distribution network extends over **32 km** of **PN10** HDPE pipelines, with diameters ranging from **DN 63** to **DN 560**, ensuring service pressures that comply with the adopted design criteria.

The site's power supply will be provided through a connection to the SONABEL electricity network via a dedicated transmission line and transformer substations. Boreholes located farther from the main power line will be supplied either by diesel generator sets or by hybrid systems combining generators and photovoltaic solar energy to ensure service continuity.

The total investment cost for the water supply infrastructure is estimated at **12,876,033,440 CFA francs** (including all taxes). The operation and maintenance of the facilities will be carried out by an internal management unit of the Agro-Industrial Activity Zone in order to ensure the sustainability of the infrastructure and the continuity of industrial activities.

Keywords :

1. Agro-Industrial Activity Zone (ZAI)
2. Bama
3. Boreholes
4. Distribution Network
5. Water Supply System

LISTE DES ABREVIATIONS

2iE	Institut International de l'Eau et de l'Environnement
AEP	Approvisionnement en Eau Potable
ANAM-BF	Agence Nationale de la Météorologie du Burkina Faso
ANEVE	Agence Nationale des Évaluations Environnementale
APD	Avant-Projet Détaillé
BNDT	Base Nationale des Données du Territoire
BTP	Bâtiments et Travaux Public
CE	Château d'Eau
CIVEX	CIVEX Ingénieurs Conseils
CPE	Centre de Production d'Eau
DAO	Dossier d'Appel d'Offres
HMT	Hauteur Manométrique Totale
NIES	Notice d'Impact Environnemental
ONEA	Office National de l'Eau et de l'Assainissement
PAR	Plan d'Action de Réinstallation
PCD	Plan Communal de Développement
PDIS	Programme de Développement Intégré de la Vallée de Samendéni
RIA	Robinet Incendie armé
SDAGE	Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux
SN-CITEC	Société Nouvelle Huilerie et Savonnerie Citec
SONABEL	Société National Burkinabé d'Électricité
TdR	Termes de Référence
ZAI	Zone Agro-Industrielle

SYMBOLES ET NOTATION

Cosφ	-	Facteur de puissance
Cph	-	Coefficient de pointe horaire
Cpj	-	Coefficient de pointe journalier
Cps	-	Coefficient de pointe saisonnier
Cs	l/j/hbt	Consommation spécifique
Ct	fcfa	Coût total
D_{int}	m	Diamètre intérieur
DN	m	Diamètre Nominal
D_{th}	m	Diamètre théorique
H_{max}	m	Charge maximale
H_{min}	m	Charge minimale
HMT	m	Hauteur Manométrique Totale
I	A	Intensité
J	m	Pertes de charges dans la conduite
mCE	m	Mètres de Colonne d'Eau
Nf	-	Nombre de forage
ŋ	%	Rendement
Pa	kW	Puissance absorbée
Patm	bar	Pression atmosphérique
PGE	kVA	Puissance du groupe électrogène
Pj	m3	Production journalière
PMA	bar	Pression Maximale Admissible
P_{min}	m	Pression minimale
PN	bar	Pression Nominale
Q	m3/h	Débit
Q_{exp}	m3/h	Débit d'exploitation
Qjp	m3/j	Demande en eau du jour de pointe
Qmh	m3/h	Débit moyen journalier
Qmj	m3/j	Consommation moyenne journalière
Qph	l/s	Débit de pointe horaire
Tx	%	Taux
U	V	Tension
V	m/s	Vitesse
Z_{min}	m	Côte minimale exploitable
Δ	-	Variation
ΔH	m	Variation de pertes de charges totales
ΔHl	m	Variation de pertes de charges linéaires
ΔHs	m	Variation de pertes de charges singulières

Sommaire

Dédicaces i
Remerciements ii
Résumé ii
Abstract iii
Liste des abréviations iv
Symboles et notation v
Liste des figures ix
FICHE TECHNIQUE DU PROJET x
I. INTRODUCTION 1
II. PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCEUIL ET DE LA ZONE D'ETUDE 3
II.1. Présentation de la structure d'accueil 3
II.2. Présentation de la zone d'étude 5
II.3. Cadre physique de la zone d'étude 6
III. PRESENTATION DU PROJET 14
III.1. Contexte et justification 14
III.2. Objectifs du projet 14
III.3. Résultats attendus de l'étude 15
IV. METHODOLOGIE DE L'ETUDE 16
IV.1. Documentation et collecte de données 16
IV.2. Matériels et logiciels utilisés 16
IV.3. Méthodologie de la conception 17
IV.4. Choix techniques de conception 31
V. RESULTATS D'ETUDE TECHNIQUE 35
V.1. Estimation des besoins en eau de la Zone Agro Industrielle (ZAI) 35
V.2. Réseau d'adduction par refoulement 40
V.3. Dimensionnement, caractéristiques et équipements du château d'eau 50
V.4. Le réseau de distribution gravitaire 51
V.5. Mode de pose des conduites 62
VI. ETUDE DES COUTS DU SYSTEMES AEP 64
VII. ETUDE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL 66
VII.1. Catégorisation du projet 66
VII.2. Cadre juridique, réglementaire et institutionnel 66
VII.3. Identification des risques et impacts environnementaux et sociaux 67
VIII. CONCLUSION 70
IX. RECOMMANDATIONS 71

Bibliographie **73**

Annexes **74**

Liste des tableaux

Tableau 1 : Coordonnées géographique du site 5
Tableau 2 : Répartition surfacique par grandes zones fonctionnelles 19
Tableau 3 : Probabilités de satisfaction en fonction de débit de desserte journalière 22
Tableau 4 : Formules empiriques de calculs du diamètre de refoulement 26
Tableau 5 : Récapitulatif des hypothèses de dimensionnement de la ZAI 35
Tableau 6 : Estimation du nombre de travailleurs 39
Tableau 7 : Evaluation des besoins en eau moyens journaliers 39
Tableau 8 : Résultat du calcul du débit de distribution et du débit d'exhaure 40
Tableau 9 : Evaluation du nombre de forages nécessaires pour couvrir la demande en eau ... 40
Tableau 10 : Résultats des calculs de la conduite de refoulement 42
Tableau 11 : Calcul de la HMT sur la base d'hypothèses 43
Tableau 12 : Caractéristiques de la pompe de refoulement choisi 43
Tableau 13 : Dimensionnement et caractéristique du groupe électrogène 44
Tableau 14 : Caractéristiques des pompes de reprises 45
Tableau 15 : Vérification des conditions de coup de bélier 46
Tableau 16 : Détermination du volume du réservoir anti bélier 47
Tableau 17 : Vérification des conditions de coup de bélier entre la bâche et le réservoir 48
Tableau 18 : Caractéristiques de la bâche 49
Tableau 19 : Traitement de l'eau et dimensionnement des équipements 50
Tableau 20 : Estimation de la capacité totale du CE 50
Tableau 21 : Caractéristiques structurales du château d'eau 51
Tableau 22 : Synthèse du dimensionnement réseau de distribution avec 2 bornes incendies . 57
Tableau 23 : Récapitulatif des linéaires en fonction des diamètres de conduite 58
Tableau 24 : Synthèse du comportement du réseau dans 20 à 50 ans 60
Tableau 25 : Estimation des coûts de travaux par série 64

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Organigramme de l'entreprise 4
Figure 2 : Carte de localisation du site d'étude....6
Figure 3 : Diagramme Ombro-thermique de la station de Bobo Dioulasso (1991-2023) ; Source : ANAM 7
Figure 4 : Carte géologique de la commune de Bama 8
Figure 5 : Carte Hydrographique de la commune de Bama....9
Figure 6 : Carte géologique de la zone sédimentaires ouest du Burkina Faso 12
Figure 7 : Plan d'aménagement de la zone agro-industrielle de Bama....21
Figure 8 : Analyse des consommations spécifiques moyennes de quelques industries (ZAIT) (Sources : (ONEA 2026)) 36
Figure 9 : Analyse des consommations spécifiques moyennes des quelques industries (ZILM) (Sources : (ONEA 2026)) 38
Figure 10 : Carte de la probabilité du débit en fonction de la profondeur ; source :Mémoire 2iE (OUEDRAOGO Luther Romer 2026) 41
Figure 11 : Tracé du réseau de distribution 52
Figure 12 : Diagramme de Corrélation (Vitesses calculées Vs Vitesses Simulées) 54
Figure 13 : Diagramme de Corrélation (Pressions calculées Vs Pressions Simulées) 55
Figure 14 : Simulation en régime normal avec Epanet....56
Figure 15 : Etat de simulation avec 02 bornes d'incendie....59
Figure 16 : Etat de simulation avec vieillissement du réseau 61
Figure 17 : Évolution comparative des pressions et des vitesses selon les scénarios de simulation....62
Figure 18 : Illustration de la pose de conduite 63

FICHE TECHNIQUE DU PROJET

I - LOCALISATION		
Région / Province / Commune / Localité ou Site	Guiriko / Houet / Bama / ZAI de Bama	
II - DONNEES DE BASE DU PROJET		
Horizon du projet	20 ans	
Superficie totale	566 ha	
Pôle Agro-Industriel de Transformation (ZAIT)	191,75ha	
Pôle Industriel légère & Manufacturière (ZILM)	103,62 ha	
Pôle transports et logistiques	88,23 ha	
Equipements technologiques, innovations et infrastructures communes	40,02 ha	
Espaces verts, tampons et loisirs	51,36 ha	
Voirie	91 ha	
Débit de production : Qproduction	291,0 l/s	
Débit de Distribution : Qph	277,0 l/s	
III- COMPOSANTES DU PROJET		
Forages (105m3/h×10)		
Profondeur équipée / Diamètre équipement	200 m/DN 355.6 mm	200 m/DN 355.6 mm
Niveau dynamique maximal (m)	80	80
Électropompes Immergées	P1 à P10	
Modèle	SPE 125-7	
Débit exploitation (m^3/h) - HMT (m) - Puissance (kW)	105 m^3/h – 118,32 m - 75 kW	
Pompes de reprise	3 + 1 secours	
Marque/Gamme	NKE 125-225/232AA1F1S3ESBQQEQWA	
Débit exploitation (m^3/h) - HMT (m) - Puissance (kW)	300 m^3/h – 20 m - 22 kW	
Source d'énergie	SONABEL / Groupe électrogène	
Caractéristiques	360 kVA 36KV / 400 V	

Pompe doseuse (l/h)	419
Bâche (type)	Béton armé
Bâche (m^3)	3000
Château d'eau (type)	Béton armé Tronconique
Capacité utile (m^3)	3500
Réseau d'adduction (nature)	PEHD PN16
Longueur (m)	1500 (×5) ×2
Diamètre nominal (mm)	DN 524
Réseau de distribution (nature)	PEHD PN10
Longueur (m) y compris majoration 5%	32751
Diamètre nominal (mm)	DN 63 à DN 560
IV-ASPECTS FINANCIERS/GESTION	
Coût de réalisation du projet (FCFA TTC)	**12 876 033 440**

I. INTRODUCTION

Le Burkina Faso s'est engagé dans une dynamique de transformation structurelle de son économie, fondée sur la valorisation durable de son potentiel agricole, la modernisation des systèmes de production et la promotion de l'agro-industrie comme levier de croissance, de création d'emplois et de renforcement de la sécurité alimentaire. Dans cette perspective, les politiques et stratégies nationales de développement accordent une place centrale à la structuration des chaînes de valeur agricoles et à l'industrialisation des filières porteuses.

La création de zones agro-industrielles intégrées constitue l'un des instruments privilégiés pour atteindre ces objectifs. Ces zones sont conçues comme de véritables pôles économiques structurants, regroupant sur un même site des unités de transformation, des plateformes logistiques, des infrastructures de stockage et de conditionnement, ainsi que les réseaux et services indispensables au fonctionnement industriel. Elles visent à améliorer la compétitivité des filières, à attirer les investissements privés et à favoriser la création de valeur ajoutée au niveau local et national.

Dans ce cadre, la commune de Bama a été identifiée comme un site stratégique pour l'implantation d'une zone agro-industrielle, en raison de ses nombreux atouts que sont le fort potentiel agro-productif, la disponibilité de terres adaptées, l'existence d'infrastructures hydroagricoles, ainsi que la position géographique favorable à proximité de la ville de Bobo-Dioulasso et des principaux axes de transport et de commercialisation. Ces caractéristiques font de Bama un espace propice à l'émergence d'un pôle agro-industriel à vocation régionale et nationale.

Toutefois, la mise en place d'une zone agro-industrielle de cette envergure requiert une maîtrise approfondie des caractéristiques du site, tant sur les plans physique, environnemental et géotechnique que sur les plans socio-économique et institutionnel. Les infrastructures à réaliser à savoir, les voiries, les réseaux divers, les ouvrages d'assainissement, les plateformes industrielles, les équipements énergétiques et logistiques, doivent être conçues en tenant compte des contraintes topographiques, hydrologiques, environnementales et sociales propres à la zone, ainsi que des normes techniques et réglementaires en vigueur.

C'est pourquoi la réalisation d'une étude technique intégrée et approfondie s'avère indispensable. Cette étude permettra d'identifier les contraintes et opportunités du site et de définir un Schéma Général d'Aménagement cohérent et durable.

C'est dans cette optique que le cabinet CIVEX Sarl a été sollicité pour la réalisation d'une étude technique multidisciplinaire complète en vue de l'aménagement d'une zone agro-industrielle d'une superficie de 566 hectares, située dans la commune de Bama, dans la région du Guiriko, au profit du Programme de Développement Intégré de la Vallée de Samendéni (PDIS).

La mission du cabinet s'inscrit donc dans une approche intégrée, mobilisant des compétences techniques spécialisées dans les domaines de l'aménagement, du génie civil, de l'hydraulique, de la géotechnique, de l'environnement, de l'énergie et des réseaux divers. Elle vise à produire un ensemble cohérent de documents techniques et administratifs, notamment les études d'Avant-Projet Détaillé (APD) et les Dossiers d'Appel d'Offres (DAO), nécessaires au lancement effectif des travaux d'aménagement de la zone agro-industrielle.

Le présent mémoire constitue une étude technique en vue de l'Approvisionnement en eau potable de la zone agro-industrielle projetée.

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

II.1. Présentation de la structure d'accueil

CIVEX SARL est un Bureau d'Études et de Conseil pluridisciplinaire de droit burkinabè, dont le siège social est établi à Ouagadougou. Spécialisé dans les domaines de l'ingénierie civile, de l'hydraulique et du conseil, le cabinet s'est positionné au fil des années comme un acteur clé dans l'accompagnement des projets de développement d'infrastructures au Burkina Faso. La structure regroupe une équipe d'ingénieurs et d'experts de haut niveau, engagés dans la fourniture de solutions techniques innovantes et durables. La mission fondamentale de CIVEX est d'apporter une assistance technique de proximité aux maîtres d'ouvrages publics, privés et aux partenaires au développement, en garantissant la qualité, la sécurité et l'optimisation des coûts des réalisations.

II.1.1. Domaines d'activités et missions

L'expertise de CIVEX SARL se décline en plusieurs domaines d'intervention stratégiques :

Études Techniques et Ingénierie : Réalisation d'études de faisabilité, études d'avant-projets (APS/APD), calculs de structures et élaboration des dossiers de consultation des entreprises (DAO).

Hydraulique et Aménagements Hydro-agricoles : Conception et suivi de réalisation d'ouvrages de mobilisation des ressources en eau (barrages), réseaux d'adduction d'eau potable (AEP), stations de pompage et aménagements de périmètres irrigués.

Bâtiment et Travaux Publics (BTP) : Études et contrôle des travaux de construction de bâtiments civils et industriels, ainsi que des infrastructures de transport (routes et ouvrages d'art).

Maîtrise d'Œuvre et Contrôle : Supervision rigoureuse de l'exécution des travaux sur le terrain pour garantir la conformité aux cahiers des charges.

Assistance Technique et Formation : Audit technique d'ouvrages et renforcement des capacités des acteurs du secteur de la construction.

II.1.2.Organigramme de l'entreprise

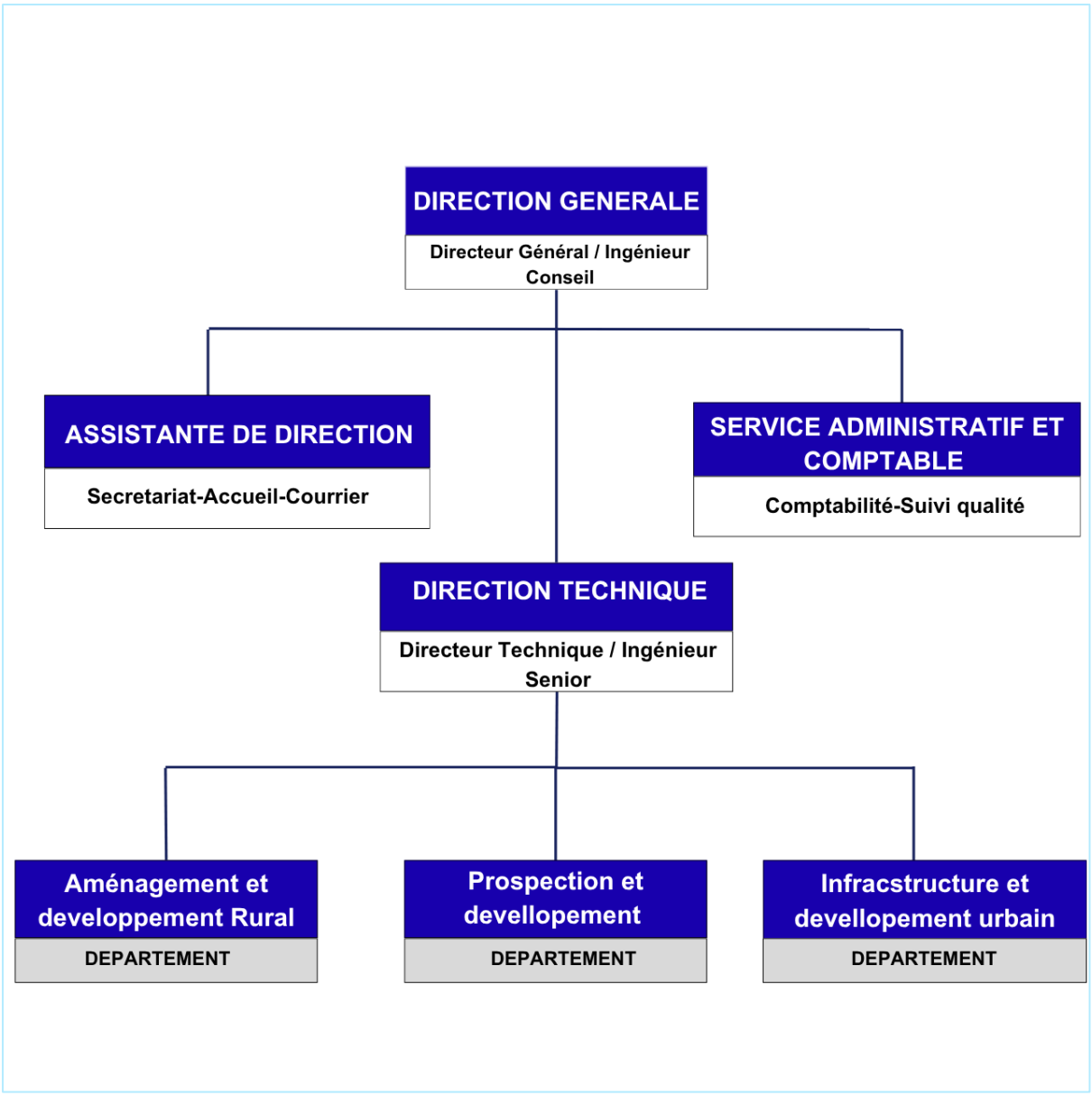


Figure 1 : Organigramme de l'entreprise

II.2.Présentation de la zone d'étude

II.2.1.Situation géographique du site

Le site d'étude est situé dans la commune de Bama, relevant de la province du Houet, dans la Région du Guiriko, au Burkina Faso. Elle se trouve à environ 25 km au nord-ouest de Bobo-Dioulasso et est accessible en toute saison de l'année. Le site couvre une superficie totale d'environ 566 hectares et se localise dans un espace à fort potentiel agro-productif, caractérisé par la disponibilité de terres favorables aux activités agricoles et agro-industrielles. Il bénéficie d'un positionnement géographique stratégique, en raison de sa proximité avec la ville de Bobo-Dioulasso, principal pôle économique de la région ainsi qu'avec les principaux axes routiers facilitant l'acheminement des intrants, la transformation des produits agricoles et leur commercialisation.

La zone d'étude s'inscrit dans un environnement marqué par la présence d'infrastructures hydro-agricoles existantes liées aux périmètres développés par le PDIS, ce qui constitut un atout majeur pour le développement d'activités de transformation et de valorisation des productions agricoles. Le site est également intégré dans un territoire à vocation agricole dominante, où les activités agro-pastorales occupent une place prépondérante dans l'économie locale.

Les coordonnées de localisation géographique du site sont représentées dans le Tableau 1:

Tableau 1 : Coordonnées géographique du site

Latitude	Longitude
11°23′59″ N	4°25′46″ W

La Figure 2 présente la localisation géographique de la zone d'étude, ainsi que son insertion dans le contexte communal, provincial et régional.

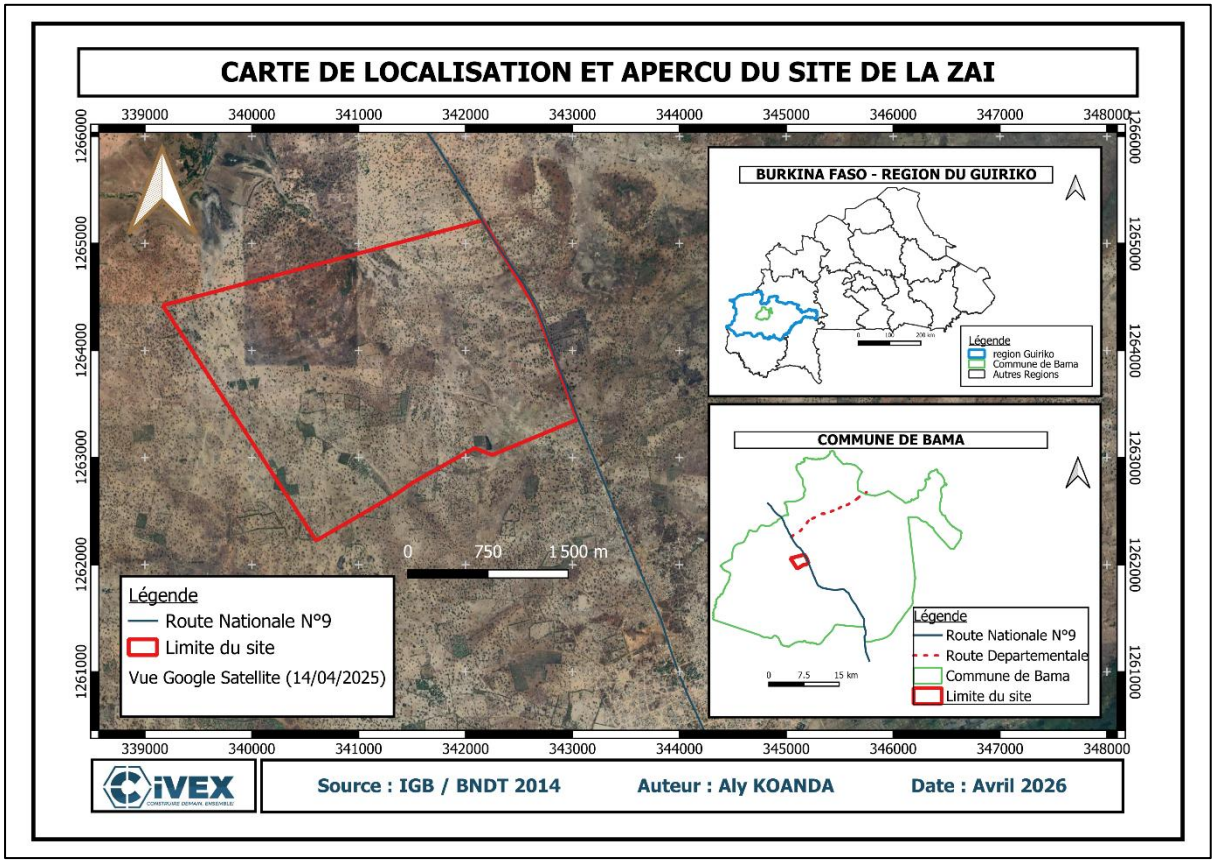


Figure 2 : Carte de localisation du site d'étude

II.3.Cadre physique de la zone d'étude

II.3.1.Relief et topographie

La commune de Bama présente un relief globalement peu accentué, caractérisé par de vastes étendues planes correspondant à des plaines alluviales et à des zones de bas-fonds. Cette morphologie relativement homogène est favorable au développement des activités agricoles et agro-pastorales. L'altitude moyenne de la zone d'étude est estimée à environ 320 m. Toutefois, la partie méridionale de la commune se distingue par un relief plus contrasté, marqué par la présence de buttes et de collines isolées culminant généralement entre 440 et 480 m. Ces formations influencent localement les écoulements de surface et constituent des zones plus sensibles aux phénomènes d'érosion hydrique, notamment lors des épisodes de fortes pluies.

II.3.2. Climat

La commune de Bama est caractérisée par un climat soudanien, similaire à celui de Bobo-Dioulasso, marqué par une alternance bien définie entre une saison des pluies et une saison sèche. La période pluvieuse s'étend généralement de juin à octobre et enregistre une pluviométrie annuelle moyenne comprise entre 900 et 1 100 mm. Les précipitations, souvent abondantes et de forte intensité, présentent néanmoins une variabilité importante selon les années et les zones géographiques. La saison sèche, qui s'étale de novembre à mai, comprend une période relativement fraîche de novembre à février, avec des températures moyennes comprises entre 17 °C et 26 °C, suivie d'une période chaude de mars à mai durant laquelle les températures maximales peuvent atteindre 33 °C à 40 °C. Ce contexte climatique influence fortement les activités économiques et la gestion des ressources naturelles.

Le Figure 3 représente le diagramme Ombro-thermique de la station synoptique de Bobo Dioulasso

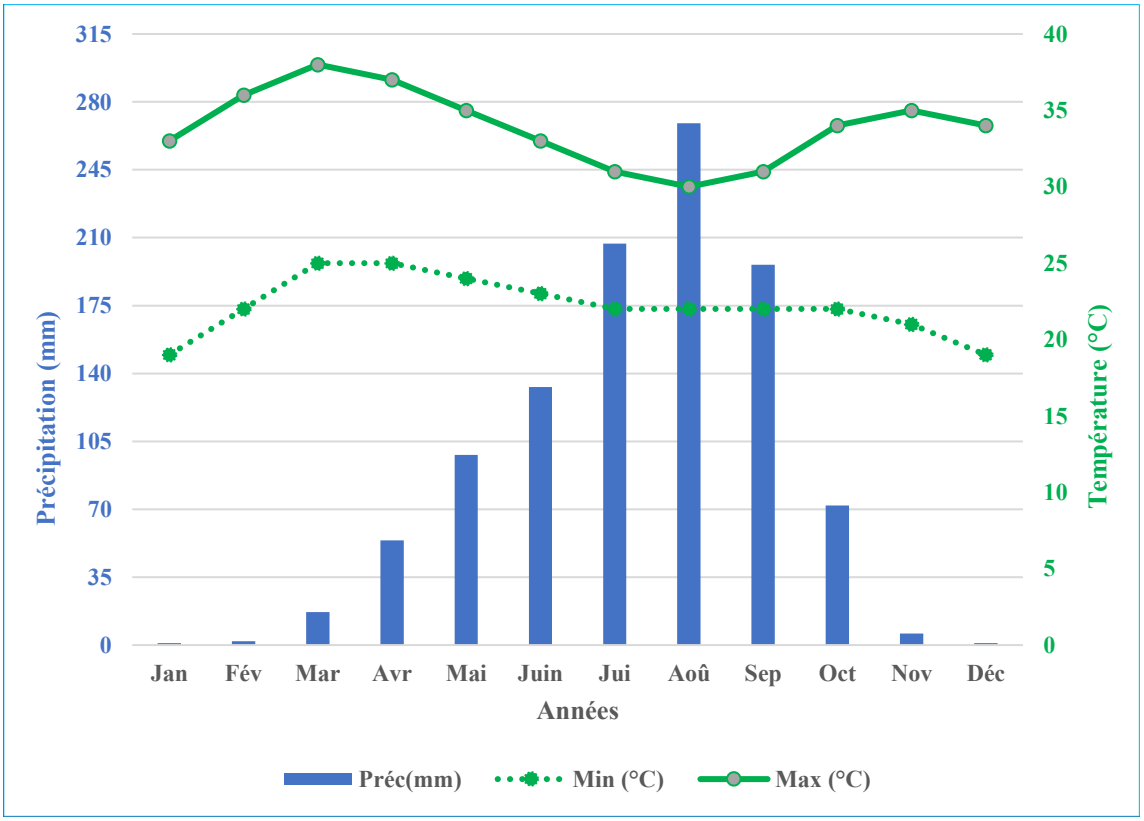


Figure 3 : Diagramme Ombro-thermique de la station de Bobo Dioulasso (1991-2023) ; Source : ANAM

II.3.3.Géologie et sols

La zone du projet s'inscrit dans un contexte géologique dominé par des formations superficielles continentales, composées essentiellement de matériaux sablo-argileux reposant sur des substrats altérés. Les sols rencontrés sont majoritairement des sols ferrugineux tropicaux lessivés à concrétions, typiques de la commune de Bama.

Du point de vue de l'aménagement agro-industriel, ces sols présentent des aptitudes variables, tant pour les usages agricoles que pour l'implantation des infrastructures (voiries internes, plateformes industrielles, bâtiments et réseaux). Leur portance naturelle est globalement moyenne.

La Figure 4 montre les différents types de sols observés dans la commune de Bama

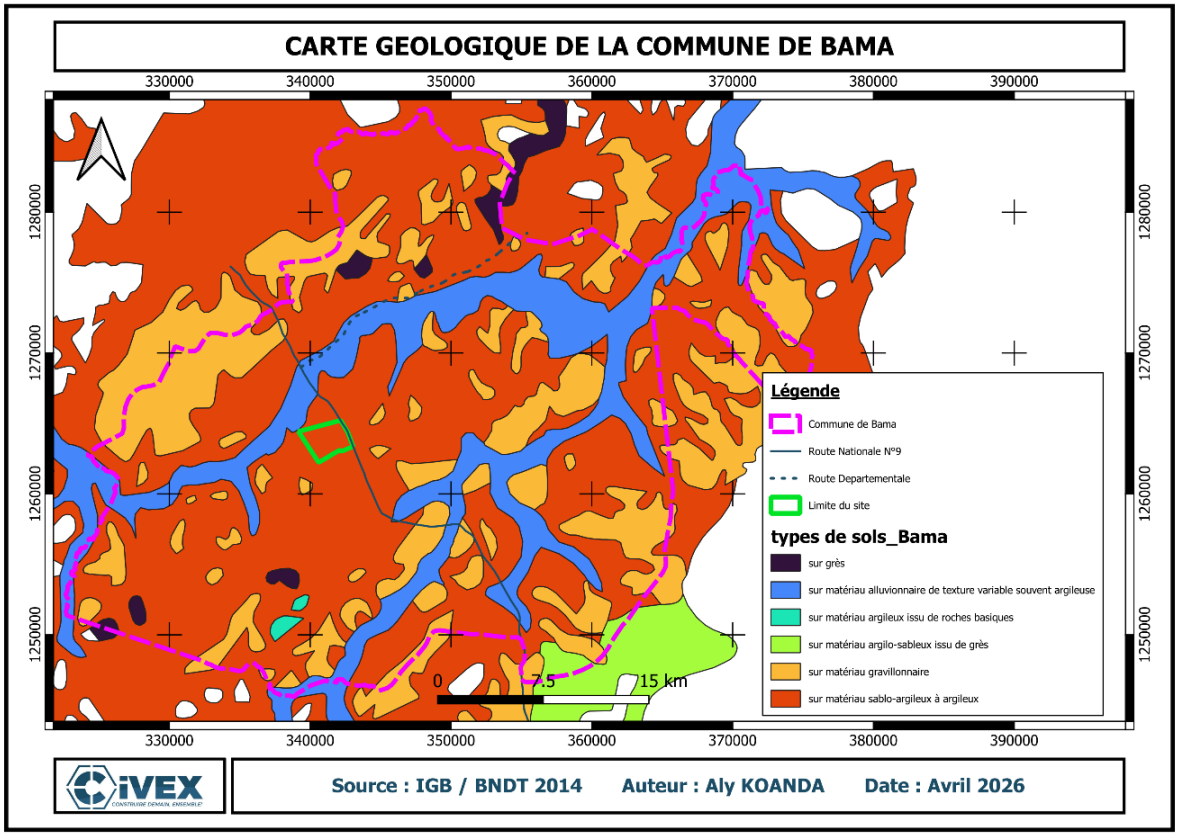


Figure 4 : Carte géologique de la commune de Bama

II.3.4.Hydrographie et ressources en eau

La zone agro-industrielle de Bama fait partie du bassin du Mouhoun, dont le réseau est dense et organisé en plusieurs sous-bassins (la rivière de Banifing, Haut Mouhoun, Bas Mouhoun, etc.). Le fleuve Mouhoun coule dans une large vallée et reçoit plusieurs affluents (Plandi, Dougbera, Dienkoa, Kou/Baoulé), constituant un système fortement interconnecté avec les aménagements hydro-agricoles et les périmètres irrigués situés en aval de la future zone agro-industrielle.

La Figure 5 donne un aperçu de l'hydrographie de la Zone.

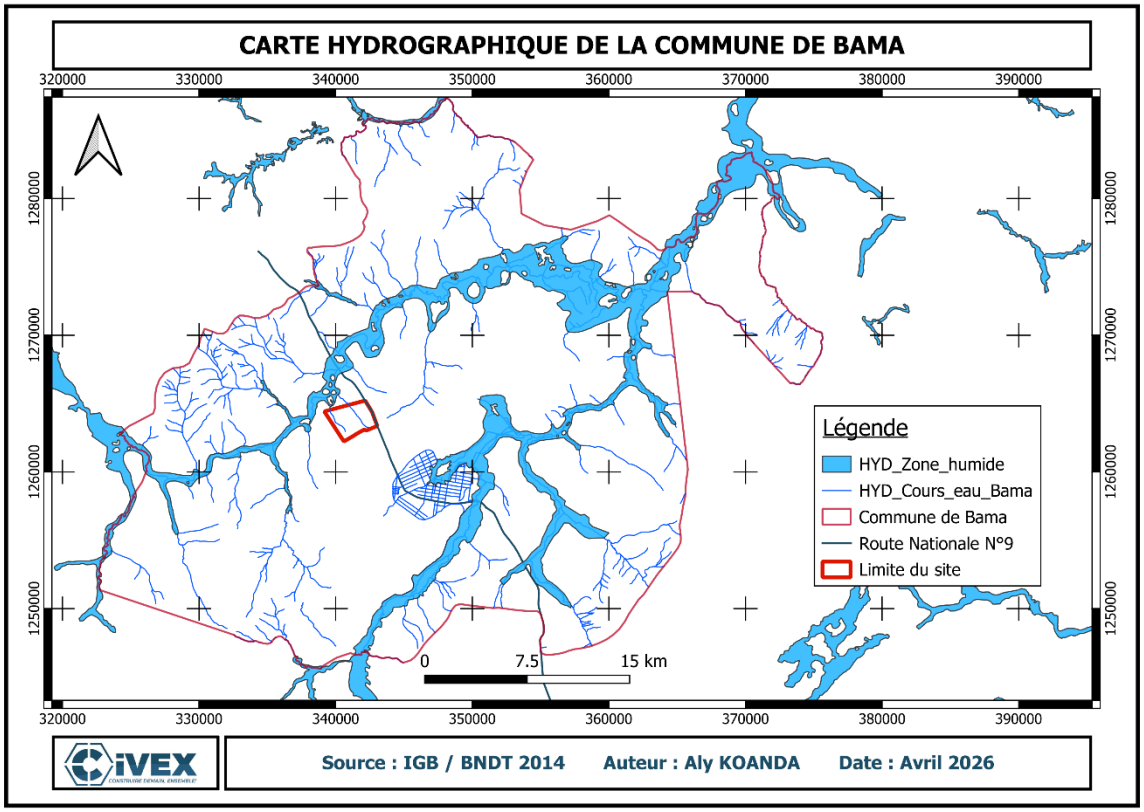


Figure 5 : Carte Hydrographique de la commune de Bama

- **Écoulements de surface et hydrologie locale**

La ZAI se situe dans le bassin du Mouhoun, dernier grand fleuve à écoulement permanent du pays, dont le réseau est organisé en sous bassins (Haut Mouhoun, Bas Mouhoun, la rivière de Banifing, etc.) avec de nombreux affluents et bas-fonds connectés.

Le barrage de Samendeni (en amont) régule désormais une partie importante des écoulements, avec une capacité d'environ 1,3 milliard m³, et alimente un potentiel aménageable de périmètres irrigués d'environ 21 000 ha en aval, dont fait partie l'aire d'influence de la ZAI.

Les sols hydromorphes et alluviaux, associés à une couverture végétale en régression, favorisent des ruissellements concentrés et l'érosion des berges et des ravines, en particulier lors des épisodes de pluies intenses, ce qui accentue les risques de turbidité élevée et d'ensablement dans les cours d'eau et canaux d'irrigation.

- **Ressources en eau et variabilité**

Le SDAGE *(Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux*)(MEAHA 2014) du Mouhoun estime les ressources en eau renouvelables du bassin à environ 5,8 milliards m³/an, dont près de 80% représentent des eaux de surface, avec déjà des tensions locales liées aux usages (irrigation, eau potable, industrie, environnement).

Les prélèvements sont dominés par l'agriculture irriguée, et la vallée de Samendeni est identifiée comme « grenier agricole et hydrique » national, ce qui implique que toute implantation industrielle montrera une forte compétition pour l'eau, surtout en saison sèche ou en années déficitaires.

Les projections climatiques indiquent, pour les grands fleuves comme le Mouhoun, une possible augmentation des débits annuels moyens de 18 à 30%, mais avec une forte incertitude et une augmentation de la variabilité intra annuelle, ce qui signifie plus de pics de crues et de risques d'inondation, combinés à des périodes de basses eaux critiques.

- **Eaux Souterraines et potentialité des aquifères**

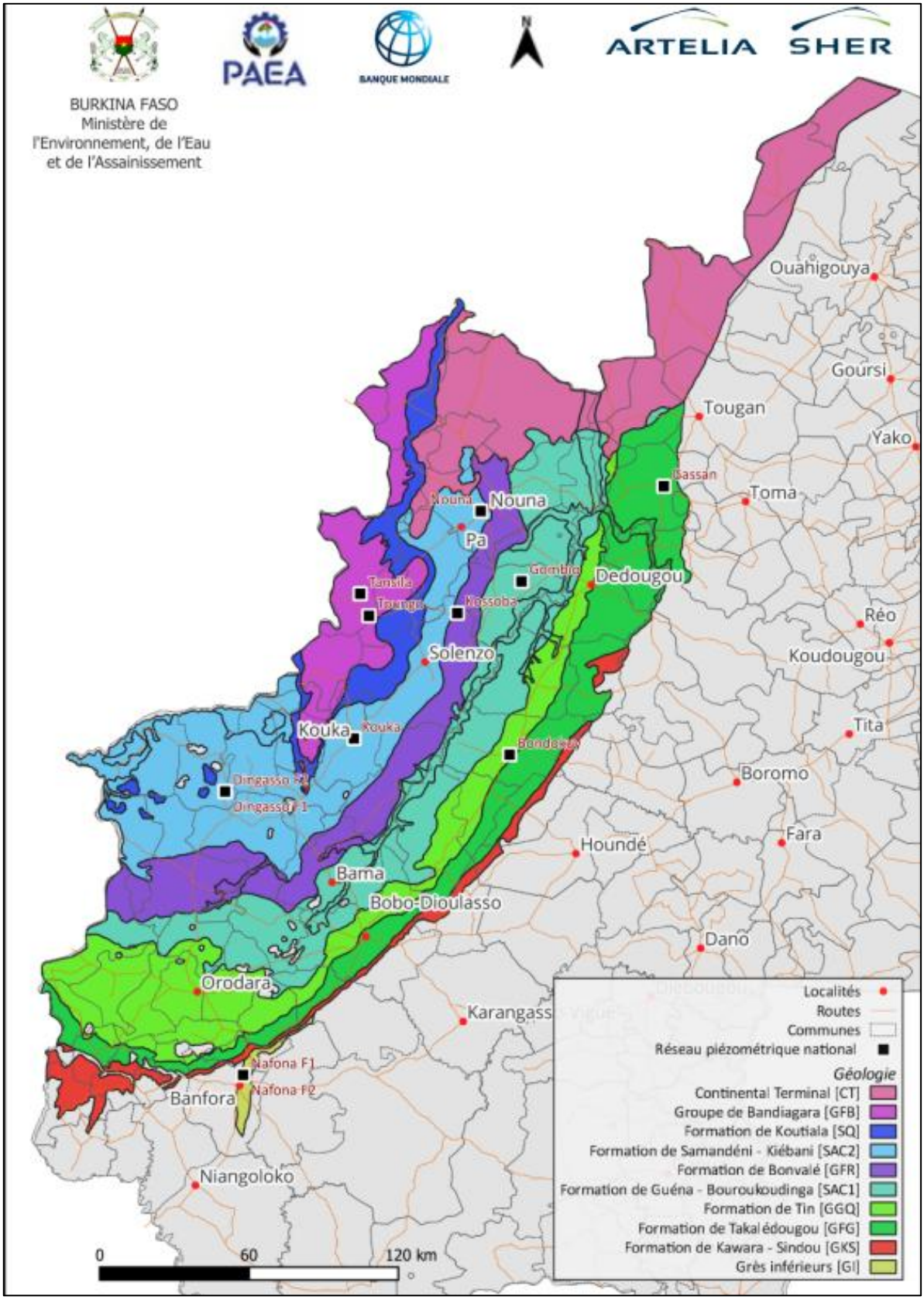
La zone agro-industrielle de Bama est située dans la partie occidentale du Burkina Faso, au sein du bassin sédimentaire de Taoudéni. Ce contexte géologique est caractérisé par la présence d'importants aquifères gréseux appartenant notamment aux formations des Grès Fins Glauconieux (GFG) et des Grès à Granules de Quartz (GGQ), reconnues pour leurs bonnes propriétés hydrodynamiques et leur forte productivité.

Les études hydrogéologiques réalisées dans cette région indiquent des transmissivités élevées et des débits d'exploitation pouvant dépasser 300 m³/h dans certaines formations. Les Grès Fins Glauconieux, largement exploités dans la région de Bobo-Dioulasso, présentent également des capacités de production importantes avec des débits couramment compris entre 40 et 70 m³/h.

Par ailleurs, les ressources en eau souterraine du bassin sédimentaire sont considérables. Les estimations disponibles font état de stocks facilement accessibles de l'ordre de 117 milliards de m³ dans les premiers 200 mètres de profondeur. Ces caractéristiques confèrent à la zone de

Bama un potentiel favorable à la mobilisation d'eaux souterraines à travers des forages à moyen et gros débits, susceptibles de contribuer à l'alimentation en eau des infrastructures agro-industrielles projetées.

La Figure 6 montre la distribution spatiale des ouvrages opérationnels du Réseau Piézométrique National (RPN) dans le Sédimentaire Ouest.



Source : BUMIGEB, IGB, ARTELIA-SHER (Etude SERERE-PAEA-2023) (PAEA 2023)

Figure 6 : Carte géologique de la zone sédimentaires ouest du Burkina Faso

II.3.5.Végétation

La couverture végétale de la commune de Bama est représentative de la zone soudanienne, avec une mosaïque de formations arborées, arbustives et herbacées. Elle se décline principalement comme suit :

- La savane arborée, développée sur les pénéplaines, dominée par des espèces telles que *Vitellaria paradoxa*, *Butyrospermum parkii, Sclerocarya birrea, Anogeissus leiocarpa et Terminalia spp ;*
- La savane boisée, présente sur les terrasses fluviales, caractérisée par *Mitragyna inermis, Terminalia macroptera et Piliostigma reticulatum ;*
- La savane arbustive, occupant les collines et les buttes cuirassées, avec des espèces telles que *Acacia macrostachya, Acacia seyal, Guiera senegalensis, Loudetia togoensis, Schizachyrium exile et Cymbopogon spp*.
- Les prairies humides, localisées dans les plaines inondables aux sols profonds argilolimoneux, dominées par *Andropogon gayanus, Andropogon tectonum et Vetiveria nigritana.*

Dans les zones d'habitation, la végétation est essentiellement composée d'espèces introduites ou entretenues telles que *Mangifera indica* (manguier), *Azadirachta indica* (neem) et *Eucalyptus camaldulensis*.

Toutefois, ce couvert végétal subit une pression croissante liée à l'exploitation excessive du bois, à l'extension des surfaces agricoles, au surpâturage et aux effets du changement climatique. Ces facteurs contribuent à une régression progressive de la densité végétale et à l'apparition de zones de sols dénudés.

III. PRESENTATION DU PROJET

III.1.Contexte et justification

L'aménagement de la Zone Agro-Industrielle (ZAI) de Bama, initié dans le cadre du Programme de Développement Intégré de la vallée de Samendéni (PDIS), constitue un projet stratégique pour renforcer la transformation agro-industrielle dans la région des Hauts-Bassins. Prévue sur une superficie de 566 hectares, cette zone est destinée à accueillir diverses infrastructures industrielles, logistiques et de services nécessitant la mise en place d'équipements de base performants et durables. Parmi ces infrastructures, l'alimentation en eau potable occupe une place essentielle en raison des besoins importants liés aux activités industrielles, aux usages domestiques, ainsi qu'à la sécurité incendie.

La conception d'un Système d'Alimentation en Eau Potable (SAEP) adapté représente dans ce cas un enjeu technique majeur. L'absence de données réelles de consommation, due au caractère encore prévisionnel du projet, nécessite le recours à des hypothèses de dimensionnement et à des modélisations hydrauliques afin d'anticiper les besoins futurs en eau et d'assurer une distribution fiable sur l'ensemble du site.

La présente étude s'inscrit ainsi dans une démarche de planification et d'optimisation des infrastructures hydrauliques de la ZAI de Bama. Elle permettra de proposer un système d'alimentation en eau potable capable de répondre efficacement aux exigences techniques et fonctionnelles de la zone, tout en tenant compte des contraintes topographiques et des perspectives de développement du site.

III.2.Objectifs du projet

L'objectif général de cette étude est de contribuer à l'approvisionnement durable en eau de la Zone Agro-Industrielle (ZAI) de Bama par l'étude technique d'Avant-Projet Détaillé d'un système d'alimentation en eau potable.

Les objectifs spécifiques poursuivis par la présente étude sont entre autres :

- Évaluer les besoins et les ressources en eau de la zone d'étude ;
- Réaliser l'étude technique (incluant conception et dimensionnement) des principaux ouvrages du SAEP ;

- Evaluer la faisabilité financière et environnementale du SAEP proposé afin d'en assurer la durabilité.

III.3.Résultats attendus de l'étude

A l'issue des différentes investigations techniques dans le cadre de cette étude, il est attendu la proposition d'un système d'alimentation en eau potable répondant aux exigences de débit, de pression, de continuité de service et de durabilité, tout en étant compatible avec les perspectives de développement futur de la zone agro-industrielle.

- Estimation fiable des besoins en eau de la ZAI ;
- Choix argumenté du système d'alimentation en eau ;
- Prédimensionnement des ouvrages hydrauliques.

IV. METHODOLOGIE DE L'ETUDE

IV.1. Documentation et collecte de données

La conduite de cette étude s'est appuyée sur une recherche documentaire portant sur des ouvrages techniques, rapports d'études, mémoires et documents de référence relatifs aux systèmes d'alimentation en eau potable et aux aménagements à caractère industriel. Les ressources consultées au sein de 2iE ainsi qu'au bureau d'étude CIVEX ont permis de mieux orienter les choix techniques adoptés. Par ailleurs, des données complémentaires concernant des zones industrielles similaires, les consommations spécifiques en eau ainsi que certaines bases de données de l'ONEA ont été exploitées afin d'assurer une meilleure fiabilité des hypothèses et des dimensionnements réalisés.

IV.2. Matériels et logiciels utilisés

- **Les outils matériels :**

- *Documents techniques et administratifs* (plans d'aménagement de la ZAI, documents du PDIS, PCD de Bama, rapports d'études antérieures) ;
- Plans de masse et schémas d'occupation spatiale de la Zone Agro-Industrielle ;
- *Smartphone* pour la documentation visuelle du site ;
- *Ordinateur portable* pour la consultation et l'exploitation des données.

- **Les outils numériques :**

- *QGIS* pour l'analyse spatiale, le zonage de la ZAI, la production de cartes thématiques et l'exploitation des données topographiques et hydrogéologiques ;
- *AutoCAD et COVADIS* pour l'élaboration des plans, schémas de principe et profils des ouvrages hydrauliques ;
- *Python (Bibliothèque Matplotlib)* pour la génération assistée par ordinateur des diagrammes de corrélation et des droites d'équivalence (Y = X) ;

- *Microsoft Excel* pour le calcul des besoins en eau, le dimensionnement des ouvrages, l'analyse des scénarios et la gestion des tableaux de résultats ;
- Global Mapper pour le traitement des altitudes ;
- *EPACAD/EPANET* pour la simulation des réseaux d'alimentation en eau potable, l'analyse des débits, des pressions et la vérification du fonctionnement du réseau maillé ;
- *Microsoft Word* pour la rédaction du mémoire et des rapports intermédiaires.

IV.3.Méthodologie de la conception

IV.3.1.Etapes et procédures de réalisation

IV.3.1.1.Compréhension des termes de référence (TDR), collecte et analyse des données de base disponibles

Cette étape a commencé dès la réception des Termes de Références (TDR) de l'étude. Des rencontres d'échanges ont été tenues afin d'harmoniser la compréhension des TDR et d'identifier les éventuelles difficultés auxquelles des solutions ont été proposées. Elle a également été consacrée à la recherche, la consultation et l'analyse de l'ensemble de la documentation et données immédiatement disponibles et exploitables pour orienter, éclairer et éventuellement alimenter les prochaines étapes de l'études.

IV.3.1.2.Tracé initial et investigations topographiques :

Sur la base du plan d'aménagement d'ensemble du site faisant ressortir les différentes voiries, le tracé initial du réseau d'eau a été effectué et les différentes composantes du système d'approvisionnement positionnées. L'étape suivante a consisté à partir des données de levés topographiques de détail, à déterminer les côtes topographiques des différents nœuds et de produire des profils en long des tronçons de conduites.

IV.3.1.3.Estimation de la demande en eau :

Il s'est agi d'évaluer les consommations potentielles en eau pour les différents usages actuels et futurs (domestique, commercial, industriel, lutte anti-incendie, usages publics, etc.) tout en en tenant compte des pertes (adduction, traitement, production, distribution). Cette évaluation

a permis d'estimer le volume journalier d'eau à produire et le débit moyen journalier de distribution en tête de réseau, nécessaires pour le dimensionnement des conduites de refoulement et de distribution.

IV.3.1.4.Evaluation de la ressource en eau à exploiter et analyse :

Il s'est agi d'identifier à partir des données existantes et éventuellement une visite terrain de constat, les ressources en eau disponibles, vérifier si elles sont exploitables, examiner l'adéquation entre les besoins du site et la capacité de production et enfin proposer des alternatives en cas d'inadéquation.

IV.3.1.5.Dimensionnement du stockage

Une analyse a été conduite pour déterminer le nombre de réservoirs nécessaires pour la desserte de l'ensemble de la zone, leur type, leurs capacités et leurs dimensions.

IV.3.1.6.Traitement de l'eau

En fonction de la source d'eau à exploiter (eau souterraine, eau de surface) et de la qualité d'eau demandée, la nécessité et l'envergure d'un dispositif de traitement de l'eau ont été étudiées.

IV.3.1.7.Conception et dimensionnement des réseaux (adduction & distribution)

Cette étape déterminante a permis de mettre au point les composantes et les paramètres de calcul des réseaux en se basant sur des hypothèses et dans le respect des critères de conception. Les réseaux d'adduction et de distribution ont été dimensionnés (nature et diamètre des conduites, etc.) et leur comportement hydraulique (vitesse dans les conduites, pression aux différents nœuds, etc.) simulé à l'aide d'outils (logiciels) appropriés. Une attention particulière a été portée sur les composantes spécifiques comme les dispositifs de lutte anti-incendie (bornes d'incendie), les ouvrages facilitant la régulation et la maintenance du réseau, etc.

IV.3.1.8.Dimensionnement de la station de pompage

Cette étape a consisté au dimensionnement des pompes immergées et de surface (Selon la ressource en eau) et des sources d'énergies pour l'alimentation du système (Générateur solaire, réseau public, Groupe électrogènes de relais, etc.).

IV.3.1.9.Evaluation des coûts d'investissement et impact environnemental

Un métré des ouvrages a permis de donner une estimation des quantités nécessaires à la réalisation du système et d'établir le devis estimatif sur la base de prix en vigueur. Par ailleurs, les aspects environnementaux et sociaux liés à la mise en œuvre du projet ont également été pris en compte conformément aux exigences de l'étude d'impact environnemental et social.

IV.3.2.Présentation du plan d'aménagement

Dans le cadre de la planification et de l'aménagement de la zone agro-industrielle, un programme prévisionnel de structuration spatiale du site a été élaboré afin d'assurer une organisation fonctionnelle, cohérente et durable de l'espace.

Les composantes principales du schéma de structure sont :

- **Les lots industriels ;**
- **Les plateformes logistiques ;**
- **Les équipements et services collectifs ;**
- **Les voiries y compris les réseaux divers.**

La répartition surfacique proposée par grandes zones fonctionnelles, les taux d'occupation correspondants et les vocations principales sont présentés dans le tableau 2:

Tableau 2 : Répartition surfacique par grandes zones fonctionnelles

N°	Zone	Superficie (hectares)	Taux d'occupation	Exemples
1	Pôle Agro-Industriel de transformation (ZAIT)	**191.75**	33.87%	Transformation fruits & oléagineux, céréalières, conditionnement, stockage frigorifique, unités de sous-produits, …
2	Pôle Industriel légère & Manufacturière (ZILM)	**103.62**	18.30%	Textiles et habillement, cuir, peaux et maroquinerie, assemblage et packaging, artisanat industriel structuré, …
3	Pôle transports et logistiques	**88.23**	15.58%	Zone des entrepôts, parcs de stationnements camions, services de douanes et de police, port sec, station d'arrêts des bus

N°	Zone	Superficie (hectares)	Taux d'occupation	Exemples
4	Equipements technologiques, innovations et infrastructures communes	**40.02**	7.07%	Administration, Espaces verts, Service de sapeurs-pompiers, Hôpital, Banques, assurances, pôle commercial et de restauration, Data Center, pôle incubateur et formation, Laboratoires, salle de congrès et conférence, aires de jeux (football, sport de mains, piscine, gymnase), etc.
5	Espaces verts, tampons et loisirs	**51.36**	9.07%	Ceintures vertes écologiques, station de traitement, aménagement paysager
6	Voirie et RD	**91**	16.07	Voirie, bordures, etc.
	Superficie Totale	**566**	**100,00%**	

La plus petite parcelle projetée est d'environ 0,4 ha et la plus grande est d'environ 20 ha.

Les voies de desserte ont des emprises qui varient de 12 m pour les voies tertiaires à 20 m pour les voies principales.

La Figure 7 donne un aperçu du schéma de structure projeté.



Figure 7 : Plan d'aménagement de la zone agro-industrielle de Bama

Le plan de Masse détaillé est présenté en Annexe 1

IV.3.3.Méthode de conception du réseau d'AEP

IV.3.3.1.Horizon de dimensionnement

Les termes de références de la présente étude ne précisent pas de manière explicite l'horizon de dimensionnement du système. Toutefois, en se basant sur la durée de vie moyenne des équipements, le système sera dimensionné pour une durée vie de vingt ans au minimum. Les équipements structurants principaux (réservoirs d'eau, conduites primaires, etc.) seront dimensionnés suivant l'hypothèse que 100% de l'espace total disponible est occupé pour les différentes activités projetées.

IV.3.3.2.Les besoins en eau pour les différents usages

- **Les besoins en eau pour les unités industrielles, les pôles logistiques et les espaces verts**

L'estimation des besoins en eau pour les unités industrielles prend en compte l'ensemble des entreprises qui seront implantées sur le site. En effet, le fascicule des « Instructions techniques relatives aux réseaux d'assainissement » précise en sa page 33 (Ministères Associés France 1977) que, d'une manière générale, les débits moyens journaliers de consommation spécifique d'eau peuvent être déterminés à partir d'études statistiques associées à des probabilités de satisfaction. Ainsi, compte tenu de l'absence de données détaillées sur les futures unités industrielles de la zone d'étude, l'estimation des besoins en eau a été réalisée sur la base des consommations spécifiques recommandées pour des zones d'activités similaires. Les valeurs probabilistes sont consignées dans le Tableau 3.

Tableau 3 : Probabilités de satisfaction en fonction de débit de desserte journalière

Probabilité de satisfaction	25%	50%	75%	90%	100%
Débits moyens spécifiques (m^3/jour/ha loti)	15	40	100	225	500

Aussi, il ressort d'une étude de consommation, les trois catégories suivantes :

- les zones d'entrepôts ou de haute technicité avec des moyennes de 10 à 12 m^3/jour/ha loti ;

-les zones d'emplois, petites industries et ateliers avec des moyennes de 20 à 25 m^3/jour/ha loti;

-les zones d'industries moyennes où les valeurs peuvent varier entre 50 et 150 m^3/jour/ha loti.

Dans le cadre de notre, ne disposant pas de certitudes sur les demandes spécifiques et dans le souci de minimiser les coûts d'investissement et d'anticiper sur les coûts d'exploitation futurs, il a été retenu les consommations moyennes journalières spécifiques suivantes selon les catégories :

- **35 m^3/jour/ha**, pour le pôle agro-industries de transformation ;
- **20 m3/jour/ha**, pour le pôle d'industries légères et manufacturières ;
- **10 m3/jour/ha**, pour le pôle transport et logistique ;

En ce qui concerne les besoins en eau pour l'entretien courant des espaces verts, une consommation moyenne de 03 à 05 l/jour/m^2 soit 30 à 50 m^3/jour/ha est recommandé. Il sera retenu pour le cas de l'étude présente, la valeur de **50 m^3/jour/ha**.

- **Estimation des besoins en eau pour infrastructures, équipements et services collectifs**

Les besoins en eau des infrastructures et services ont été estimés sur la base des consommations journalières liées principalement à la boisson, aux usages sanitaires et à l'entretien des locaux, avec une dotation moyenne de **20 l/j/pers** (MINISTERE DE L'HYDRAULIQUE ET DE L'ASSAINISSEMENT 2015) en l'absence d'habitations sur le site. L'effectif du personnel a été évalué en considérant une occupation minimale de 10 m² par travailleur, conformément aux dispositions du Code du travail du Burkina Faso (Loi n°028-2008/AN du 13 mai 2008).(Code du travail du Burkina Faso 2008)

- **Les Besoins en eau pour la réserve incendie**

L'estimation des besoins en eau pour l'incendie est intégrée au niveau des ratios fixés, pour les calculs des différents besoins en eau des unités industrielles et équipements, car la règlementation en matière de sécurité incendie exige que chaque unité industrielle installe en son sein au moins un dispositif de lutte anti-incendie comme les robinets incendie armé (RIA)(AWWA 2002). Il est cependant prévu plusieurs poteaux d'incendie répartis géographiquement sur le site pour les besoins d'extinction d'un incendie éventuel. La simulation du comportement hydraulique du réseau prendra en compte ces dispositifs anti-incendie.

IV.3.3.3.Le besoin de production d'eau et les débits de dimensionnement

Le besoin de production d'eau correspond à la quantité d'eau à mobiliser pour satisfaire les besoins journaliers des différents usages. Il tient compte des variations de la demande ainsi que des pertes éventuelles sur le réseau de distribution, conformément aux relations suivantes :

- **La demande journalière moyenne** : Elle désigne la somme des besoins journaliers en eau pour les lots industriels et les équipements structurants notéDjm ;
- **La demande journalière de pointe (**Djp) : elle est obtenue en affectant un coefficient de pointe journalier noté Cpj. Ce coefficient est pris en compte dans l'optique de garantir la satisfaction des besoins des usagers même les jours de pointe qui sont des jours où leurs consommations peuvent dépasser la consommation moyenne journalière. Cpj est pris ici égal à 1,10.
  On a donc : $Djp = Djm \times Cpj$
- **Le besoin de production du jour de pointe** : Il correspond à la quantité d'eau à produire afin de satisfaire la demande journalière de pointe tout en tenant compte des pertes sur le réseau de distribution. Le calcul est effectué à partir du rendement du réseau, lié notamment aux éventuels dysfonctionnements et à l'état des installations. Conformément aux recommandations de D. ZOUNGRANA(ZOUNGRANA 2003), une valeur de rendement de 90 % a été retenue pour la présente étude.
  Ainsi : $Bpp = \frac{Djp}{\eta d}$

Le dimensionnement des conduites de distribution se fait à partir du débit de pointe horaire (Qph) qui correspond au produit du débit moyen horaire (Qmh) par un coefficient de pointe horaire (Cph) : $Qph = Qmh \times Cph$.

Le débit moyen horaire (Qmh) est égale au rapport entre le besoin de production du jour de pointe et le temps de distribution Td (en heures) journalier : $Qmh = \frac{Bpp}{Td}$. La distribution se fera pendant 24 heures/24. Le coefficient de pointe horaire sert à prendre en compte les variations journalières de consommation. Il est peut-être calculé à travers la relation suivante : $Cph = 1{,}5 \times \frac{2{,}5}{\sqrt{Qmh(m^3/h)}}$. Dans le cadre de la présente étude, ce coefficient sera pris égale à 1,5 au regard de l'importance du débit moyen horaire.

En ce qui concerne le débit d'exhaure ($Qexh$) ou de pompage au niveau de la source d'eau (eau brute), il sera égal au besoin de production de pointe divisé par rendement à l'adduction (ηad) et par le temps de pompage maximal ($Tpmax$) conseillé par jour (16 heures). Le rendement à l'adduction (ηad) est lié essentiellement aux pertes de pompage et de traitement. Les équipements seront sélectionnés de sorte à garantir un rendement minimum à l'adduction (ηad) = 95%.

Ainsi $Qexh = \frac{Bpp}{Tp\,max \times \eta ad}$.

IV.3.3.4.Paramètres et hypothèses de dimensionnement du système

- **Vitesse admissible et pression de service :**

Les vitesses d'écoulement dans les conduites ont été limitées entre 0,3 m/s et 1.2 m/s afin de garantir respectivement l'auto-curage des conduites et la préservation des ouvrages contre les dégradations hydrauliques. Quant à la pression de service, elle doit être retenue de sorte à garantir un prélèvement sans effort particulier et pendant une durée acceptable. Il s'agit d'un minimum de pression qui doit être observé à tous les nœuds et en situation de pointe. La valeur généralement considérée pour approvisionnement en eau potable en milieu urbain est comprise entre 10 et 50 mCE(MINISTERE DE L'HYDRAULIQUE ET DE L'ASSAINISSEMENT 2015). Pour ce projet une pression de service de 10mCE soit 1bar est considéré.

- **Les canalisations**

Le matériau proposé pour les canalisations est le PEHD, de pression nominale PN16 pour les conduites de refoulement et PN 10 pour les conduites de distribution. Le PN16 est choisi afin limiter effets du phénomène de coup de bélier dû aux modifications des régimes d'écoulement sous pression. Le PEHD est choisi à cause de sa grande flexibilité et maniabilité qui facilite sa mise en œuvre, sa bonne capacité de résistance aux fissurations et sa durabilité.

- **La perte de charge**

Les pertes de charge représentent une perte d'énergie pour l'eau qui s'écoule dans une conduite dotée d'aspérités à cause des frottements subis. On distingue les pertes de charge linéaires et les pertes de charge singulières au niveau des singularités. Les pertes de charge dans le cadre

de cette étude seront évaluées à travers la formule empirique de Hazen & William. L'expression de la formule de Hazen & William pour le calcul de perte de charge totale (linéaire + singulière) le long d'une conduite de longueur L (m) et de diamètre D (m) transitant un débit Q (m3/s) est la suivante :

$$\Delta H = 1{,}1 \times 10{,}65 \times \frac{Q^{1{,}852}}{C_{HW}^{1{,}852} \times D_{int}^{4{,}871}} \times L$$

Afin de tenir compte des pertes de charge singulières liées aux équipements du réseau, celles-ci sont estimées à 10 % des pertes de charge linéaire. Les pertes de charge totales sont donc obtenues en appliquant un coefficient multiplicateur de 1,1 aux résultats de la formule de Hazen-Williams. Cette formule a tendance à surestimer les pertes de charge et donc permet de se mettre dans le cas le plus défavorable pour rendre le réseau robuste.

❖ Le réseau d'adduction

❑ Diamètres théoriques :

Pour déterminer les différents diamètres théoriques, les formules empiriques mentionnées dans le Tableau 4 ont été utilisées :

Tableau 4 : Formules empiriques de calculs du diamètre de refoulement

Formules	Expressions
Bresse	$Dth = 1{,}5 \times \sqrt{Qexp}$
Bresse modifié	$Dth = 0{,}8 \times \sqrt[3]{Q\ exp\ l}$
Munier	$Dth = (1{,}5 + 0{,}02n) \times \sqrt{Q\ exp\ l}$
Bonnin	$Dth = \sqrt{Q\ exp\ l}$
Bedjaoui	$Dth = 1{,}27 \times \sqrt{Q\ exp\ l}$

n étant le nombre d'heures de pompage.

Une fois le diamètre intérieur théorique calculé, il est choisi le diamètre intérieur commercial économique immédiatement le plus proche. Et on détermine la vitesse d'écoulement

correspondante par l'équation de la continuité :

$$V = \sqrt{\frac{4 \times Q\,exp\,l}{\pi \times Dth^2}}$$

le diamètre à retenir est le plus petit diamètre qui respecte la condition de flamant à savoir :

$$V \leq 0{,}6 + \frac{D\,int(mm)}{1000}$$

- **La Hauteur Manométrique Totale (HMT) :**

Les paramètres essentiels pris en compte pour le choix des électropompes immergées sont la Hauteur Manométrique Totale (HMT) et le débit d'exploitation du forage.

La HMT est estimée par la formule suivante :

$$HMT = \Delta H_{géo} + \Delta H$$

$\Delta H_{géo}$: Dénivelée géométrique ; $Hgéo = ZHE_{CE} - ZBE_{\text{bâche}}$

ΔH : pertes de charge calculées à partir de la formule de Hazen-Williams :

$$\Delta H = 1{,}1 \times 10{,}65 \times \frac{Q^{1,852}}{C_{HW}^{1,852} \times D_{int}^{4,871}} \times L$$

- ΔH est la perte de charge totale exprimée en m ;
- Q est le débit qui passe dans la conduite en m^3/s
- L est la longueur de la conduite en m ;
- D_{int} est le diamètre intérieur de la conduite exprimé en m ;
- C_{HW} est le coefficient de Hazen-Williams

- **Coup de Bélier et phénomène transitoire**

On appelle coups de bélier les variations de pression provoquées par une prompte modification du régime d'un liquide s'écoulant à l'intérieur d'une canalisation. C'est donc un phénomène oscillatoire de la pression (entre surpressions et dépressions) dont les causes sont les suivantes :

- **La fermeture instantanée d'une vanne** située au bout d'une conduite gravitaire ;
- **L'arrêt brutal d'une pompe** alimentant une conduite de refoulement.

Le calcul du coup de bélier passe par la détermination de la célérité de l'onde de choc dont l'expression basée sur les caractéristiques du matériau de la conduite est la suivante :

$$c = \sqrt{\frac{1}{\rho(\frac{1}{\varepsilon}+\frac{D}{E\times e})}}$$ Avec

- c = célérité de l'ondes de choc en m/s ;
- e = épaisseur de la canalisation (m) ;
- D = diamètre intérieur (m) ;
- E = module d'élasticité du matériau (N/m^2) ;
- ε = module d'élasticité de l'eau (à 10°C) ;
- ρ = masse volumique de l'eau (kg/m^3) ;

L'onde de choc peut également être évaluée sur la base du matériau de la conduite lui-même avec la formule suivante :

$$c = \frac{9900}{\sqrt{48{,}3+k+\frac{D}{e}}}$$

Béton : $k = 5$
PVC : $k = 33$
PEHD : $k = 83$
Fonte : $k = 1$
Acier : k = 0,5

En variation brutale du régime d'écoulement, la surpression ou dépression est donnée par la formule de Joukovski - Allievi :

$\Delta P = \pm\frac{cVo}{g}$ avec
c : célérité de l'onde de choc en m/s
Vo : Vitesse de l'eau au moment de l'arrêt (m/s)
g : Accélération de pesanteur en m/s^2

❖ **Charge maximale (H_{max}) en cas de surpression :**

$H_{max} = H_0 + \Delta P$ avec H_0 la pression qui règne dans la conduite juste avant la perturbation (fermeture de la vanne ou arrêt de la pompe). Dans le cas d'une vanne, H_0 correspond à la pression statique ou la pression dynamique (selon qu'il y'ait écoulement ou non : Hgéo ou Hgéo-PDC). Dans le cas d'une pompe en arrêt brusque, H_0 correspond à la HMT (Hgéo + PDC) de la pompe en point de fonctionnement, juste avant l'arrêt.

On définit les notions suivantes :

- PN : Pression Nominale
- PFA : Pression de Fonctionnement Admissible : c'est la pression qu'un composant peut supporter en fonctionnement normal : $PFA \approx PN$
- PMA : Pression Maximale Admissible : c'est pression qu'un composant peut supporter en cas de bélier hydraulique : $PMA \approx 1{,}2PFA$

La protection contre le bélier hydraulique s'avère théoriquement nécessaire lorsque la pression du régime permanent adjointe aux effets du bélier hydraulique dépassent la pression maximale admissible $H_0 + \Delta \boldsymbol{P} \geq \boldsymbol{PMA}$

❖ **Charge minimale (H_{min}) en cas de dépression :**

$H_{min} = H_0 - \Delta P$

Si le calcul donne une valeur de H_{min} inférieure à la pression de vapeur saturante de l'eau (environ -10,33mCE en pression relative, soit 0 bar absolu) il y a rupture de la colonne liquide.

❑ **Réservoir anti-bélier**

Pour la protection anti-bélier des conduites situées à l'aval des différentes pompes, il est retenu l'utilisation de réservoirs ou ballons d'air. Leurs volumes sont déterminés de manière simplifiée à l'aide de l'abaque de VIBERT, à travers la formule suivante (LAWANI 2024) :

$V_0 = S \times L \frac{(U_0^2)}{2 \times g \times z} \times \frac{1}{(\frac{z}{z_{min}} - 1 - \ln(\frac{z}{z_{min}}))}$ Avec :

V_0 : Volume du réservoir (m^3) ;
Z_{min} : Pression minimal admissible (PMA) en (mCE) ;
Z : Pression en régime Permanent (HMT) en (mCE) ;
S : Section de la conduite (m^2) ;
g : Accélération de la pesanteur (m/s^2) ;
U_0 : Vitesse en régime permanent (m/s) ;
L : Longueur de la conduite (m).

❖ **Le réseau de distribution**

❑ **Le débit spécifique**

Le débit spécifique représente le débit de pointe rapporté à la longueur totale du réseau. Il est déterminé en considérant que les besoins en eau sont uniformément répartis le long de l'ensemble des tronçons du réseau de distribution, puisqu'à ce stade du projet il n'y'a pas de précision ni de certitude sur la position exacte des futurs consommateurs.

Il s'exprime par la relation suivante : $qs = \frac{Qpointe}{\sum Li}$ où

- $Qpointe$ est le débit de pointe du réseau, exprimé en litres par seconde (l/s) ;
- qs est le débit spécifique, exprimé en litres par seconde et par mètre linéaire (l/s/ml) ;

- $\sum Li$ est la somme des longueurs de l'ensemble des tronçons du réseau, exprimée en mètres (m).

❑ **Calcul des débits de soutirage**

Le débit de soutirage correspond au débit affecté à chaque nœud du réseau, représentant les consommations ponctuelles aux points de jonction des conduites. Après la détermination du débit spécifique par mètre linéaire, le débit en route de chaque tronçon est calculé en multipliant ce débit spécifique par la longueur du tronçon considéré, selon la relation :

$Qr = qs \times L$ où

- Qrest le débit en route du tronçon, exprimé en litres par seconde (l/s) ;
- qsest le débit spécifique (l/s/ml) ;
- Lest la longueur du tronçon, exprimée en mètres (m).

Le débit en route ainsi obtenu est ensuite réparti entre les deux nœuds extrêmes du tronçon, en supposant une répartition uniforme des consommations le long de la conduite. Dans ce cadre, la moitié du débit en route est affectée à chacun des nœuds afin de déterminer les débits de soutirage nodaux utilisés pour le calcul hydraulique du réseau.

❑ **Le débit de transit**

Les débits transitant dans le réseau sont répartis en respectant la loi des nœuds. D'après cette loi, la ∑débits entrants = ∑débits sortants qui exprime ainsi le principe de conservation de la matière.

❑ **Calcul des mailles avec la méthode de Hardy Cross**

La méthode de Hardy Cross est une méthode itérative utilisée pour équilibrer les débits dans les réseaux maillés. Elle repose sur le principe de conservation de l'énergie dans chaque maille du réseau. L'objectif est d'ajuster progressivement les débits dans les conduites jusqu'à obtenir un équilibre hydraulique satisfaisant.

Le principe consiste à supposer une répartition initiale des débits dans les conduites, puis à calculer les pertes de charge correspondantes. Pour chaque maille fermée, la somme algébrique

des pertes de charge doit être nulle. Lorsque cette condition n'est pas respectée, une correction de débit est appliquée afin de réduire l'écart observé.

$\Delta Q = \frac{\Sigma hf}{n\Sigma(\frac{hf}{Q})}$ Avec : ΔQ la correction de débit ;

h_f la perte de charge dans chaque conduite ;

Q le débit dans la conduite ;

n L'exposant du débit dans la formule de perte de charge utilisée.

Les corrections sont répétées sur l'ensemble des mailles jusqu'à ce que les variations deviennent très faibles, traduisant ainsi l'équilibre du réseau. Cette méthode est particulièrement adaptée aux réseaux complexes comportant plusieurs boucles hydrauliques et constitue une base importante des calculs hydrauliques avant l'utilisation des logiciels spécialisés tels que EPANET.

IV.4.Choix techniques de conception

IV.4.1. La ressource en eau

La question de la mobilisation de la ressource en eau est essentielle et primordiale en ce sens qu'elle dépend de la capacité du système à mettre en place pour satisfaire les différentes demandes en eau. Dans le cadre du présent projet trois pistes de solutions peuvent être explorées.

Option N°1 : La mobilisation d'eau de surface à travers la mise en place d'une station d'exploitation de l'eau du barrage de Samendéni. Cette solution est jugée trop onéreuse au regard des investissements à mettre en place. De plus, la simulation d'exploitation du barrage pour évaluer sa capacité à satisfaire les besoins en eau sur le site de la zone industrielle n'a pas pu être effectuée faute de données exhaustives sur l'utilisation actuelles et futures de la retenue. Par ailleurs l'Office National de l'Eau et de l'Assainissement (ONEA) aurait un projet en cours allant dans le sens de l'exploitation de l'eau du barrage pour l'AEP.

Option N°2 : La deuxième possibilité est une fourniture d'eau brute ou traitée à partir du futur réseau de l'ONEA exploitant les eaux du barrage de Samendéni dont les études techniques seraient en phase de réalisation. Ainsi l'ONEA pourrait fournir un débit en fonction de ses capacités qui contribuerait à satisfaire tous ou une partie de la demande en

eau sur le site.

Option N°3 : La troisième solution est en lien avec l'exploitation de l'eau souterraine. En effet le site de la zone agro-industrielle de Bama se trouve dans la zone sédimentaire du bassin de Taoudéni. Les aquifères y sont productifs et peuvent permettre l'exploitation de très grands débits pourvu que les meilleures techniques de prospection géophysique et d'exécution de forage soient utilisées. Cette dernière solution sera privilégiée dans le cadre de cette étude. Elle permet d'assurer une forme d'autonomie en matière de production d'eau.

IV.4.2.Choix du système de pompage et de la source d'énergie

La mobilisation de l'eau se fera soit grâce à des électropompes immergés, soit une conduite de desserte provenant du réseau de l'ONEA. Les électropompes refouleront vers la bâche, pour un temps de pompage de 16h. Les paramètres essentiels pour le choix du type de pompe sont : le débit d'exploitation du forage, et la hauteur manométrique totale (HMT).

Les installations fonctionneront avec de l'énergie électrique de la SONABEL, pour celles qui sont à proximité d'une de ses lignes de distribution moyenne ou basse tension. Pour celles qui seront éloignées des lignes de la SONABEL, un système hybride énergie solaire-groupe électrogène sera proposé.

Le dimensionnement des groupes électrogènes se feront avec la formule suivante.

$$P_{app} = Max\left\{2 \times \frac{\rho \times g \times Q \times HMT}{3600 \times \eta_P \times \eta_M \times cos\varphi} \middle| 2 \times \frac{\sqrt{3} \times U \times I_n \times cos\varphi}{1000} \times 1.25\right\}$$

Papp (KVA) : Puissance apparente du groupe

U (V) : Tension du groupe

$cos\varphi$: Facteur de puissance

In (A) : Intensité nominale du moteur

IV.4.3. Station de traitement

La nécessité de procéder systématiquement au traitement de l'eau pour améliorer sa qualité dépend de la source. Trois scénarios se présentent :

Scénario 1 : L'eau provient des installations de l'ONEA et il s'agit d'eau déjà traitée. Dans ce cas de figure, il n'y a pas nécessité de prévoir un dispositif de traitement. L'eau sera stockée dans une bâche d'eau traitée et pompée par la suite dans le réservoir surélevé.

Scénario 2 : L'eau provient des installations de l'ONEA mais il s'agit d'eau brute pompée directement du barrage de Samandéni. Dans ce cas la construction d'une station de traitement est à envisager. L'eau traitée sera stockée dans la bâche d'eau traitée et pompée par la suite dans le réservoir surélevé.

Scénario 3 : L'eau provient des forages d'exploitation d'eau souterraine. Dans ce cas de figure l'eau des forages sera analysée conformément aux normes en vigueur. Pour la protéger contre les germes nocifs depuis la production jusqu'aux points de desserte, un traitement à base de chlore sera effectué à travers une chloration à la pompe doseuse dans un local technique dédié. L'eau sera stockée dans la bâche d'eau traitée et pompée par la suite dans le réservoir sur élevé.

IV.4.4.Choix du réservoir

Le réservoir est dimensionné pour équilibrer les fluctuations journalières de la consommation. Il participera à la sécurisation du système de distribution et à la continuité du service, son emplacement sera topographiquement le point le plus élevé du site afin de minimiser sa hauteur sous cuve. Il existe plusieurs types de réservoirs dont les plus courants sont : les réservoirs de type métalliques et les réservoirs en Béton armé. Au regard de l'envergure du projet il sera opté pour un réservoir en béton armé.

IV.4.5. Choix du type de réseau de distribution

En fonction de la structure et l'importance du site à alimenter en eau potable, on distingue trois types de configuration de réseaux de distribution qui sont les plus fréquents : les réseaux ramifiés, les réseaux maillés, les réseaux mixtes (ramifiés et maillés). Le tracé tient compte de l'emplacement du réservoir, des voies existantes et prévues. Le type de réseau de distribution choisi dans le cadre de la présente étude est le type réseau maillé car, la configuration de

l'aménagement prévu s'y prête. Ce type de réseau a également l'avantage de permettre la continuité du service même lorsqu'un des tronçons est isolé pour des raisons de maintenance ou de réparation. Le mode de distribution retenu est de type gravitaire c'est-à-dire que le réservoir sera implanté à un point topographique haut de sorte à dominer le réseau et à assurer une pression de service minimale intéressante au point le plus défavorable topographiquement (le plus haut ou le plus éloigné).

V. RESULTATS D'ETUDE TECHNIQUE

V.1.Estimation des besoins en eau de la Zone Agro Industrielle (ZAI)

V.1.1.Récapitulatif des hypothèses

La réalisation de l'étude technique de l'AEP de la zone agro-industrielle a nécessité la définition préalable d'hypothèses de base, établies à partir d'une analyse documentaire approfondie et des données de référence accessibles synthétisées dans le Tableau 5.

Tableau 5 : Récapitulatif des hypothèses de dimensionnement de la ZAI

Désignation	Valeurs
Horizon du projet	2046
Occupation de l'espace par les activités projetées	100%
Consommation spécifique Pole agro-industrie de transformation [m³/jour/ha]	35
Consommation spécifique Pole d'industrie légères et manufacturières [m³/jour/ha]	20
Débit pour la borne incendie [m³/h]	60
Consommation spécifique Espaces verts, tampons et loisirs [m³/jour/ha]	50
Consommation spécifique Pole transport et logistique [m³/jour/ha]	10
Rendement du réseau d'adduction	95%
Coefficient de pointe journalier	1,10
Coefficient de pointe horaire	1,50
Temps théorique de pompage journalier [h]	16
Temps de distribution journalière[h]	24
Rendement du réseau de distribution	90%
Vitesse des conduites de distribution [m/s]	0 ,2 <V <1,5
Pression minimum de service [mCE]	10
Nature des conduites de refoulement/distribution	PEHD 16/10

Les hypothèses présentées définissent le cadre de conception du projet d'AEP. Elles servent de base au calcul des besoins en eau, au dimensionnement des ouvrages hydrauliques et à la vérification des performances du réseau à l'horizon de l'étude.

V.1.2.Analyse comparative étendue et validation du modèle de dimensionnement

- **Pole Agro-Industrielle de transformation (ZAIT)**

Afin d'apprécier la pertinence des hypothèses de consommation retenues pour le dimensionnement du système, les valeurs théoriques adoptées ont été confrontées aux

consommations spécifiques observées au sein d'un échantillon d'industries de référence de la ville de Bobo-Dioulasso. La Figure 8**Erreur ! Source du renvoi introuvable.** permet d'apprécier la cohérence des consommations spécifiques retenues pour le dimensionnement au regard des besoins réels observés dans des industries similaires.

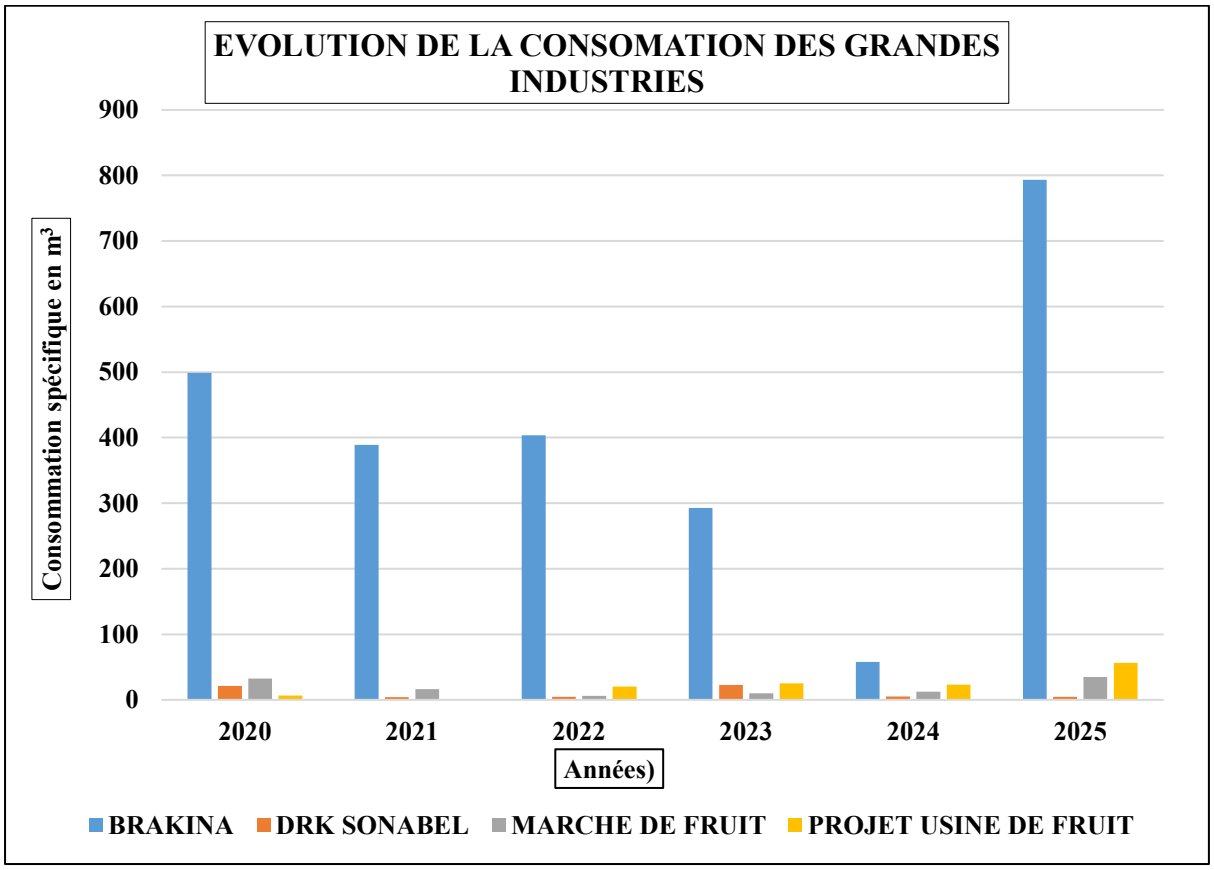


Figure 8 : Analyse des consommations spécifiques moyennes de quelques industries (ZAIT) (Sources : (ONEA 2026))

La figure met en évidence une forte disparité des consommations d'eau entre les différentes unités industrielles. La BRAKINA apparaît comme le principal consommateur sur l'ensemble de la période, avec une consommation pouvant atteindre près **de 800 m³/j en 2025**. Rapportée à sa superficie de **10,2 ha**, cette valeur correspond à un ratio d'environ **78 m³/j/ha**, supérieur au besoin spécifique théorique retenu pour le Pôle Agro-Industriel de Transformation (ZAIT), fixé à **35 m³/j/ha**.

Toutefois, ce ratio correspond à une activité industrielle particulièrement consommatrice en eau et ne saurait être généralisé à l'ensemble des futures entreprises de la zone. En effet, les industries qui seront implantées dans le ZAIT auront des superficies comprises entre **0,4 ha** (4

000 m²) et **20 ha**, avec des procédés de production et des besoins en eau très variables. La BRAKINA représente donc davantage un cas de référence pour les fortes consommations qu'une situation moyenne.

Ainsi, le choix d'un besoin spécifique de **35 m³/j/ha** constitue une hypothèse de dimensionnement équilibrée. Cette valeur permet de prendre en compte les besoins potentiels des industries les plus exigeantes tout en assurant une couverture satisfaisante pour les unités de plus petite taille. Elle contribue également à optimiser les coûts d'investissement en évitant un surdimensionnement excessif des ouvrages et des réseaux, tout en garantissant une capacité suffisante pour accompagner le développement futur de la zone industrielle.

- **Pole Industrielle légère et Manufacturière (ZILM)**

Afin de mesurer la cohérence de ce choix avec le tissu industriel existant à Bobo-Dioulasso, les données de consommation de deux structures de référence ont été mobilisées : la SOFITEX et la SN-CITEC. La Figure 9 matérialise cette confrontation technique.

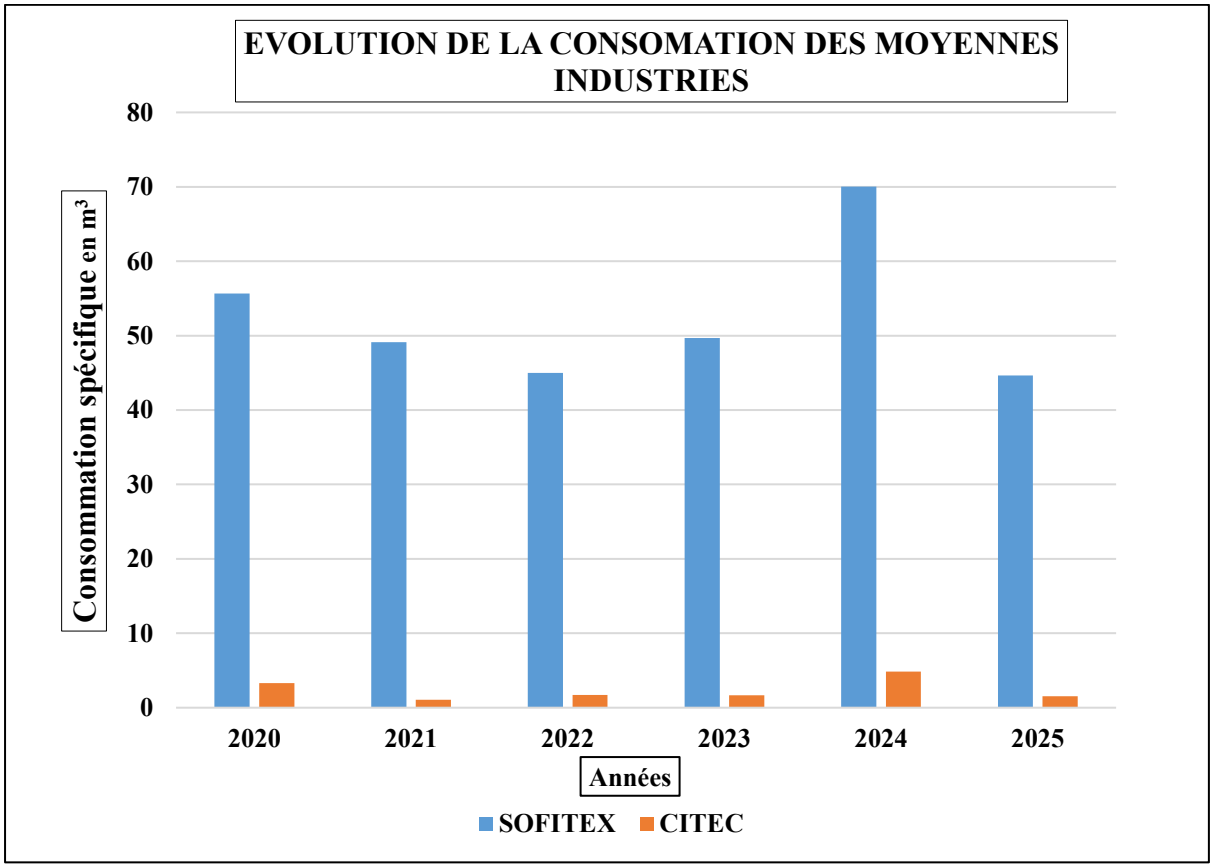


Figure 9 : Analyse des consommations spécifiques moyennes des quelques industries (ZILM) (Sources : (ONEA 2026))

La figure montre que la SOFITEX est la plus grande consommatrice d'eau parmi les industries de référence. Avec une consommation maximale d'environ **70 m³/j** et une superficie de **12 ha**, son ratio est d'environ **5,8 m³/j/ha**, soit une valeur largement inférieure au besoin spécifique retenu pour la ZILM (**20 m³/j/ha**).

Le choix de **20 m³/j/ha** demeure néanmoins pertinent, car les parcelles de la ZILM, comprises entre **4 000 m²** et **2 ha**, accueilleront des activités diverses dont les besoins en eau seront variables. Cette valeur permet ainsi de couvrir les besoins futurs avec une marge de sécurité suffisante, tout en évitant un surdimensionnement excessif des infrastructures et des coûts d'investissement associés.

V.1.3.Besoins en eau

Les Tableau 6 et Tableau 7 présentent les résultats de l'évaluation des besoins moyen journaliers en eau potable sur le site de la ZAI de Bama :

Tableau 6 : Estimation du nombre de travailleurs

SUPERFICIE [ha]	Taux d'occupation	SUPERFICIE [m^2]	Nombre de travailleur par [m^2]	Nombre total de travailleurs
40,02	**7,07%**	**400200**	**10**	**40020**

Tableau 7 : Evaluation des besoins en eau moyens journaliers

Besoins en eau potable industriel					
N°	ZONE	SUPERFICIE [ha]	Taux d'occupation	Consommation spécifique [m^3/jour/ha]	Consommation totale [m^3/jour]
1	Pôle Agro-Industriel de Transformation (ZAIT)	191,75	33,87%	35	6711,25
2	Pôle Industriel légère & Manufacturière (ZILM)	103,62	18,30%	20	2072,4
3	Pôle transports et logistiques	88,23	15,58%	10	882,3
	TOTALE	383,6	67,8%		**9665,95**
Besoins en eau équipement					
N°	ZONE	SUPERFICIE [ha]	Taux d'occupation	Consommation spécifique [l/jour/pers]	Consommation totale [m^3/jour]
4	Équipements technologiques, innovations et infrastructures communes	40,02	7,07%	20	800,4
	TOTALE	40,02	7,07%		**800,4**
Besoins en eau des espaces verts					
N°	ZONE	SUPERFICIE [ha]	Taux d'occupation	Consommation spécifique [m^3/jour/ha]	Consommation totale [m^3/jour]
5	Espaces verts, tampons et loisirs	51,36	9,07%	50	2568
	TOTALE	51,4	9,1%		**2568**
DEMANDE JOURNALIERE MOYENNE					**13034,35**

Ainsi, le besoin en eau moyen journalier du site pour les principaux usages à l'horizon du projet est estimé à **13034,35 m^3/jour**.

V.1.4.Débit de distribution et d'exhaure ou de pompage

Les calculs effectués ont permis de déterminer les débits de distribution et de pompage nécessaires à l'alimentation de la zone d'étude. Les valeurs obtenues sont synthétisées dans Tableau 8

Tableau 8 : Résultat du calcul du débit de distribution et du débit d'exhaure

N°	Désignation	Notation	Unité	Valeur
1	La demande journalière moyenne	Djm	m^3/j	13034,35
2	Coefficient de pointe journalier	Cpj	-	1,1
3	La demande journalière de pointe	Djp	m^3/j	14337,79
4	Rendement du réseau de distribution	ηd	%	90%
5	Besoin de production du jour de pointe	Bpp	m^3/j	15930,87
6	Temps de distribution	Td	heures	24
7	Débit moyen horaire	Qmh	m^3/h	663,79
8	Coefficient de pointe horaire	Cph	-	1,5
9	Débit de pointe horaire	Qph	l/s	276,80
10	Temps de pompage journalier maximal	Tpmax	heures	16
11	Rendement à l'adduction	ηad	%	95%
12	Débit d'exhaure ou de pompage	Qexh	m^3/h	1048,08

Il ressort de ces résultats que le débit de distribution est estimé à **276,8 l/s** et que le débit d'exhaure requis pour satisfaire les besoins de la zone d'étude est de **1048,08 m³/h** soit **291 l/s**.

V.2.Réseau d'adduction par refoulement

V.2.1.Débit d'adduction

La source d'eau principale envisagée pour l'adduction en eau de la zone d'étude proviendra de forages d'exploitation d'eau souterraine réalisés pour la circonstance. Le Tableau 9 présente les résultats de l'évaluation du nombre de forages à l'horizon du projet.

Tableau 9 : Evaluation du nombre de forages nécessaires pour couvrir la demande en eau

Désignation	Unité	Valeur
Débit de pompage	[m³/h]	**1048**
Débit d'exploitation minimum attendu pour un forage	[m³/h]	105
Nombre de forage Hypothèse à exécuter	-	**10**

Il ressort la nécessité d'exécuter **dix (10) forages** de **105 m³/h** de débit d'exploitation chacun.

La Figure 10 illustre les zones favorables à l'obtention de débits de forage plus ou moins élevés dans le sous bassin du Kou.

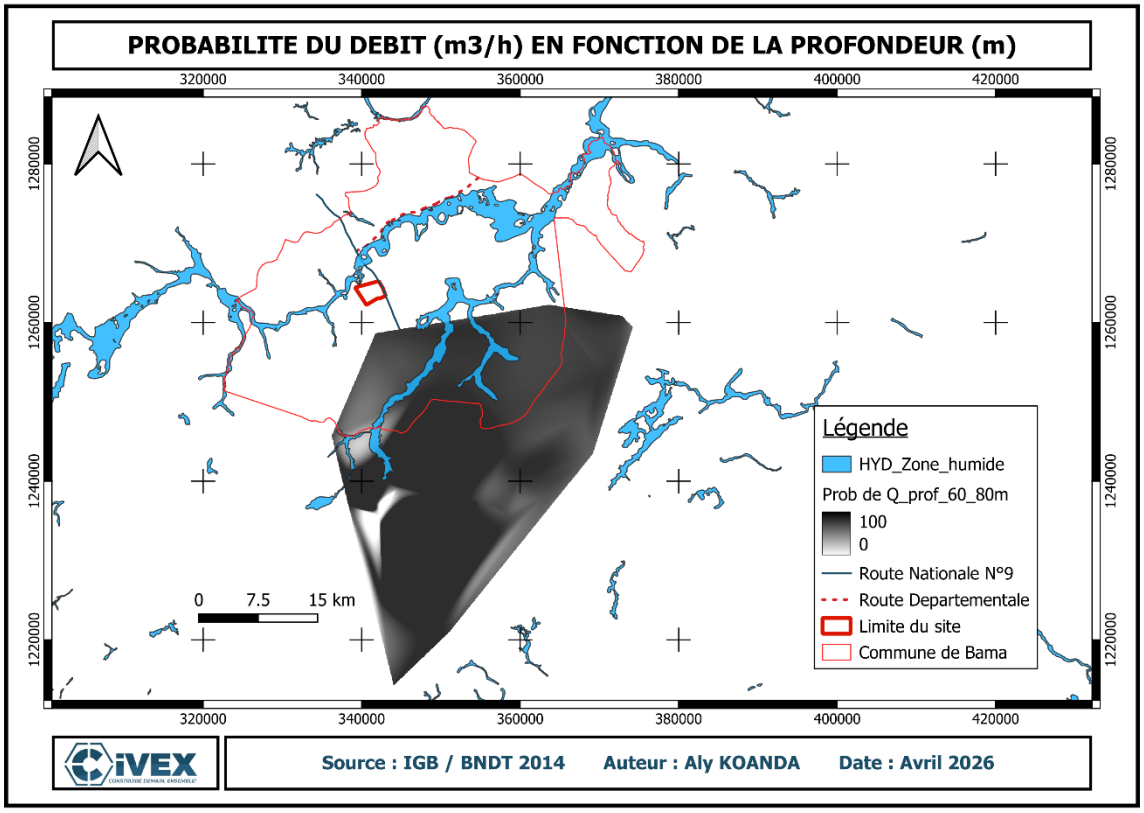


Figure 10 : Carte de la probabilité du débit en fonction de la profondeur ; source :Mémoire 2iE (OUEDRAOGO Luther Romer 2026)

Cette carte met en évidence les zones favorables à l'exploitation des eaux souterraines de la Zone avec un débit pouvant atteindre plus de **100 m³/h** avec une foration entre **60** et **80 m**. Bien que cette cartographie constitue un travail préliminaire réalisé dans un cadre académique et ne couvre qu'une petite partie de la zone d'étude, elle révèle l'existence de secteurs à forte productivité. Ces résultats confortent la faisabilité de l'hypothèse de prélèvement retenue de **105 m³/h**, laquelle devra toutefois être validée par des études hydrogéologiques et des forages de reconnaissance complémentaires.

NB : L'ONEA a récemment émis un avis à manifestation d'intérêts dans le cadre du processus de recrutement d'un prestataire pour la conduite « d'études de faisabilité, d'avant-projet détaillé, d'évaluation environnementale et sociale et l'élaboration du dossier d'appel d'offres (DAO) pour la réalisation du centre de production d'eau (CPE) de Samendéni dans la région

du Guiriko ». Si ce projet se concrétise, la future zone agro-industrielle de Bama pourrait être approvisionnée en eau à partir des installations de la nationale de l'eau et de l'assainissement. Même si le débit disponible pour la ZAI venait à ne pas être suffisant pour satisfaire tous les besoins, il serait une forme de renforcement de capacité de production d'eau pour la ZAI. Ainsi il sera proposé un coût d'exécution des travaux de raccordement au réseau de l'ONEA dans le devis quantitatif et estimatif.

V.2.2.Diamètre des conduites de refoulement

Le débit d'exhaure est réparti uniformément entre dix électropompes associées à dix forages. Ces forages sont répartis de manière égale sur deux localités (cinq forages par localité). La production de l'ensemble de ces 10 forages sera collectée dans une seule conduite reliée directement à la bâche de stockage. Étant donné que les conduites de refoulement associées présentent des caractéristiques hydrauliques similaires, les résultats du calcul de leurs diamètres respectifs ont été consolidés et sont récapitulés dans le.Tableau 10.

Tableau 10 : Résultats des calculs de la conduite de refoulement

CONDUITE DE REFOULEMENT FORAGE-CHÂTEAU										
Formule	**Qexpl (m3/h)**	**Dth (mm)**	**Dint (mm)**	**DN (mm)**	**U(m/s)**	**Condition de flamant**	**Vérification de la condition de flamant**	**Longueur (m)**	**Diamètre Refoulement retenu (mm)**	**ΔH(m)**
Bresse	524	572,30	572,3	630	0,566	1,17	Vérifié	1500	381,53	0,49
Bresse modifiée	524	420,83	458,2	560	0,882	1,06	Vérifié			1,60
Munier	524	442,58	458,2	560	0,882	1,06	Vérifié			1,60
Bonnin	524	381,53	409	500	1,108	1,01	Vérifié			2,94
Bedjaoui	524	48455	515,4	630	0,697	1,12	Vérifié			0,86

La condition de Flamant est vérifiée pour l'ensemble des diamètres étudiés. Le **DN409** est finalement retenu car il s'agit du plus petit diamètre économique permettant de minimiser les coûts d'investissement initial tout en garantissant une vitesse d'écoulement admissible et des pertes de charge tolérables pour le système de pompage.

V.2.3.La Hauteur Manométrique totale

L'emplacement des forages n'étant pas connu, il n'est pas possible de calculer avec précision la HMT qui dépend des cotes TN des forages et de la Bâche ainsi que de la longueur du tronçon de refoulement. Pour ce faire l'estimation de la HMT sera faite sur la base d'hypothèses.

Le Tableau 11 présente les résultats du calcul de la HMT sur la base d'hypothèses :

Tableau 11 : Calcul de la HMT sur la base d'hypothèses

Calcul de la HMT Refoulement dans la bâche	
Côte TN forage (m)	300
Niveau dynamique (m)	80
Profondeur du forage (m)	200
Côte min Bâche (m)	355
Hauteur Bâche (m)	6
Qrefoulement (m^3/s)	0,146
CHW	150
Longueur refoulement (m)	1500
Hgéo (m)	141
Pertes de charges au refoulement (m)	1,605
HMT	**142,60**

Par hypothèse, les caractéristiques suivantes sont retenues pour le choix des électropompes immergées : Débit = 105 m3/h et HMT = 142,60 m.

La pompe immergée retenue sera de marque Grundfos.

Le **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** donne les Caractéristiques de la pompe immergée choisie.

Tableau 12 : Caractéristiques de la pompe de refoulement choisi

Désignation	Caractéristiques (P1)
Débit Q	105 m^3/h
HMT estimée	153,3 m

Désignation	Caractéristiques (P1)
Électropompe convenable	SPE 125-7
U(v)	3×350-444 V
Puissance nominale (P2)	75 kW
Moteur électropompe	PM
Rendement moteur	89%
Rendement pompe	77,50%
Rendement global (moteur+ pompe+ convertisseur de fréquence)	69%

Le choix sera porté sur l'électropompe de type **Grundfos SPE 125-7, de moteur PM dont la puissance nominale est de 75 kW (ou équivalent).**

Les détails caractéristiques techniques sont en 0 de ce présent document.

Les caractéristiques des forages n'étant pas encore disponibles à ce stade de l'étude, la détermination précise des points de fonctionnement des pompes ne peut être réalisée. Les hypothèses retenues ne permettent pas encore d'apprécier le comportement réel des forages ni leurs interactions hydrauliques. Le point de fonctionnement définitif sera établi après la définition de la configuration du réseau de refoulement et des paramètres hydrauliques associés.

V.2.4.Groupe électrogène

Afin d'assurer l'exploitation des forages localisés en dehors du réseau électrique de la SONABEL ou des cas de délestage, des groupes électrogènes ont été dimensionnés. Les résultats obtenus sont présentés dans le Tableau 13.

Tableau 13 : Dimensionnement et caractéristique du groupe électrogène

Caractéristique de la Pompe Choisie	
Cosϕ	0,81
Rendement moteur	0,89
Puissance Hydraulique fournie par la pompe Ph (kw)	
Ph (KW)	40,74
Puissance absorbée par la pompe Pa (KW)	
Pa (KW)	52,57
Puissance absorbée par le moteur Pm (Kw)	

Pm (Kw)	59,06
GROUPE ELECTROGENE	
Papp active (KVA)	92,6
Papp active Min (KVA)	95
Coef VFD	1,3
Papp active Groupe (KVA)	123,5
S (KVA)	125
Modèle groupe	**Groupe électrogène AP200D5**
Fréquence	50H
Puissance	163 KW
	204 kVA
Type de moteur	Diesel-1106A-70TAG3
Consommation l/h	20,6 L/h
Poids (kg)	2235
Dimension L*W*H(mm)	3860 x 1200 x 1850

Le modèle de groupe électrogène proposé pour le relais est de marque **ADE** catégorie **AP200D5** avec une puissance de **163 KW** et une consommation de **20,6 l/h**

V.2.5.Les pompes de reprises

La pompe de reprise a pour rôle de faire passer l'eau stockée dans la bâche au château d'eau qui assurera la distribution.

Le Tableau 14 : Caractéristiques des pompes de reprises montre les caractéristiques des pompes de reprises.

Tableau 14 : Caractéristiques des pompes de reprises

Calcul de la HMT Refoulement bâche au château avec 3 pompes parallèle et 1 secours	
Côte TN Bache (m)	331
Niveau dynamique (m)	0
Hauteur de la Bache	6
Côte min Chateau(m)	355
Hauteur Chateau (m)	24
Qrefoulement (m^3/s)	0,083
CHW	150
Longueur refoulement (m)	50
Hgeo (m)	24
Pertes de charges au refoulement (m)	0,027

HMT	**24,03**

Les pompes de reprise proposées seront de marque Grundfos et de catégorie **NKE 125-225/232 AA1F1S3ESBQQEQWA**

V.2.6.Coups de Bélier

L'évaluation des surpressions transitoires est indispensable pour vérifier si les pressions maximales atteintes lors d'un arrêt brutal du pompage ne dépassent pas la résistance mécanique (PN) des tuyaux choisis pour les 566 ha de la zone.

Le Tableau 15 synthétise les résultats de calcul et justifie le choix des protections :

Tableau 15 : Vérification des conditions de coup de bélier

Calcul de la célérité C	
Dex(m)	0,315
Din(m)	0,2578
e(m)	0,0286
E(Pa)	9,30E+08
ε(Pa)	2,00E+09
ρ(kg/m^3)	1000
C(m/s)	313,23
Calcul du temps aller-retour	
Lref(m)	1500,00
τallé-retour(s)	9,58
Temps de fermeture τ(s)	2,5
L/C	4,79
On a τ(s) < τaller-ret ; fermeture rapide	
g	9,81
Calcul de la surpression	
ΔH(m)	17,83
ΔH(bar)	1,78
PN(bar)	16
ΔH(m)+PN(bar)	33,83
%	111,46
Pression maximale	
Hmax(bar)	16,02
Hmax/ PN	1,00

Théoriquement, et suivant les hypothèses formulées en lien avec les caractéristiques des forages, les pompes, les cotes TN des forages et les longueurs de refoulement, la charge maximale dans les conduites de refoulement en cas de surpression est estimée à **160,02 mCE**. Le choix ayant été porté sur des conduites de nature **PEHD PN16** soit une pression nominale de **160 mCE,** il n'est vraisemblablement pas nécessaire d'installer un dispositif anti-bélier de protection.

Afin de déterminer la nécessité de mettre en place un dispositif anti-bélier, il a été vérifié la valeur du rapport **L/c**. En effet, si la longueur de la canalisation est faible par rapport à la valeur de la célérité de l'onde, en l'occurrence si **L/c < 0,25s** ; Il n'est pas nécessaire d'envisager un dispositif anti-bélier (DINEPA 2013).

Ainsi pour le présent réseau, **L/c = 4,79 > 0,25s** Il serait donc indiqué de prévoir des dispositifs anti-bélier.

- **Volume pour les réservoirs d'air anti-bélier**

Pour protéger les conduites de refoulement contre le coup de bélier, des ballons d'air ont été retenus. Leurs volumes sont déterminés de manière simplifiée à l'aide de l'abaque de VIBERT (Cf. Annexe 13)

Le Tableau 16 montre la détermination et les caractéristiques du réservoir d'air.

Tableau 16 : Détermination du volume du réservoir anti bélier

Détermination du volume du réservoir anti bélier	
Section conduite (m^2)	0,0522
U_0(m/s)	0,56
Lref(m)	1500
Z (Mce)	192
Z_0 (Mce)	142,38
Z/Z_0	1,35
Z_{min}/Z_0	0,67
Z_{min}	95,40
V_0 (m3)	0,095
V_0(litres)	94,98
Vmax	141,76
Coefficient de sécurité	1,15
Volume calculé	163,02
Volume choisi (litres)	200

Le dimensionnement du réservoir anti-bélier a conduit à un volume calculé de 163,02 litres. En tenant compte d'un coefficient de sécurité de 1,15, un réservoir de capacité normalisée de 200 litres a été retenu afin d'assurer une protection adéquate de la conduite contre les surpressions transitoires liées au phénomène de coup de bélier.

❖ Vérification des conditions de coup de bélier entre la bâche et le réservoir

Après l'analyse des conduites de refoulement entre le forage et la bâche, la vérification des conditions de coup de bélier est également étendue à la conduite de reprise reliant la bâche au réservoir. Les calculs du Tableau 17 portent ainsi sur l'évaluation des surpressions transitoires et, le cas échéant, sur le dimensionnement du dispositif de protection associé à cette conduite.

Tableau 17 : Vérification des conditions de coup de bélier entre la bâche et le réservoir

Vérification des conditions de coup de bélier	
Calcul de la célérité C	
Dex(m)	0.5
Din(m)	0,409
e(m)	0,0455
E(Pa)	9,30E+08
ε(Pa)	2,00E+09
ρ(kg/m3)	1000
C(m/s)	313,64
Calcul du temps aller-retour	
Lref(m)	50,00
τallé-retour(s)	0,32
Temps de fermeture τ(s)	2,5
On a τ(s) > τaller-ret ; fermeture lente	
g	9,81
Calcul de la surpression	
ΔH(m)	3,02
ΔH(bar)	0,30
PN(bar)	16
Pression maximale	
Hmax(bar)	0,30
Hmax/ PN	0,02
On a (Hmax/PN) < 1,2	

La vérification des conditions de coup de bélier sur la conduite de reprise entre la bâche et le réservoir montre que les surpressions générées restent très faibles, avec une pression maximale

largement inférieure à la pression nominale admissible de la conduite (**PN 16**). Le régime de fermeture étant également lent, le système ne présente pas de risque significatif lié au phénomène de coup de bélier. Par conséquent, la mise en place d'un dispositif de protection spécifique sur cette conduite n'apparaît pas nécessaire.

V.2.7.Dimensionnement et caractéristiques de la bâche d'eau

Le calcul du volume de la bâche de stockage est indispensable pour réguler les variations entre le débit de production continu des forages et le débit de refoulement intermittent de la station de pompage vers le château d'eau.

Le Tableau 18 présente les caractéristiques du type de bâche projeté.

Tableau 18 : Caractéristiques de la bâche

Désignation	Unité	Valeur
Stockage recommandé en 1h	m^3	1048
Stockage de sécurité recommandé en 2h	m^3	2096
Capacité utile de la bâche choisi	m^3	3000
Hauteur totale de l'eau	m	6
Diamètre intérieur	m	25,2
Épaisseur calculée	cm	37,8
Épaisseur retenue	cm	50
Hauteur sous remblai	m	1
Revanche	m	0,5
Côte PBE	m	335
Côte PHE	m	338

Les calculs conduit à un choix d'une bâche de capacité utile de **2096m³** soient environ **3000m³**, garantissant une régulation optimale face aux pointes de la zone industrielle. De plus, la hauteur totale d'eau retenue de **6m** permet d'assurer un temps de contact des réactifs supérieur à **2h** ce qui introduit directement le dimensionnement du système de traitement par chloration développé dans la section suivante.

V.2.8.Traitement de l'eau

Sur la base du débit d'eau brute collecté et en fixant une dose de traitement de **2mg/l** pour une solution mère de chlore concentrée à **5g/l**, la pompe doseuse a été dimensionnée. Contrairement à une injection en tête de réservoir, l'équipement sera implanté en amont, au niveau de la bâche de stockage, afin d'assurer l'injection du désinfectant et le traitement de l'ensemble des eaux de forages collectées avant leur refoulement.

Les résultats obtenus à l'issue du dimensionnement sont présentés dans Tableau 19

Tableau 19 : Traitement de l'eau et dimensionnement des équipements

Désignation	**Unité**	**Valeur**
Débit de pointe horaire de distribution	[m³/h]	1048,08
Demande du jour de pointe	[m³]	14337,79
Capacité utile de la bâche (Cu)	[m³]	3000
Temps de contact du Chlore	[h]	2,86
Temps de séjour	[J]	0,21
Désinfection de l'eau	**Unité**	**Valeur**
Débit de pointe horaire de distribution	[m³/h]	1048,08
Demande du jour de pointe	[m³]	14337,79
Volume du réservoir retenu (Cu)	[m³]	3000
Dose de traitement (d)	[mg/l]	2
Débit d'eau à traité (Q)	[m³/h]	1048.08
Concentration de la solution de chlore (C)	[g/l]	5
Débit d'injection de la pompe doseuse (q)	[l/h]	419
Temps de fonctionnement par jour (T)	[h]	13
Volume du bac (V)	[l]	5450
Volume du bac retenu (V)	[l]	6000
Masse journalière de chlore (M)	[g]	27250
Masse annuelle de chlore	[kg]	9946

Le temps de contact avec le chlore T_c obtenu est de **2,86 heures**, soit une valeur supérieure au minimum recommandé de **2 heures**. Par ailleurs, le temps de séjour dans le réservoir est estimé à **0,21 jour**, valeur inférieure à la limite de **2 jours**. Les conditions de fonctionnement requises sont donc satisfaites.

V.3.Dimensionnement, caractéristiques et équipements du château d'eau

❖ Dimensionnement hydraulique

Il existe différentes méthodes d'estimation de la capacité utile d'un réservoir d'eau de distribution d'eau potable, On distingue la méthode analytique qui fait nécessite la connaissance du profil de consommation d'eau du site ou d'un site similaire et la méthode forfaitaire qui affecte un coefficient forfaitaire à la consommation journalière totale projetée en fonction de l'importance de la demande et le type d'adduction (nocturne, en continue, etc,), Pour l'alimentation en eau potable de la zone agro-industrielle de Bama, il est retenu comme capacité utile du réservoir, **20%** de la demande journalière de pointe (ZOUNGRANA 2003),

Le Tableau 20 présente les résultats de l'évaluation de la capacité totale du château d'eau

Tableau 20 : Estimation de la capacité totale du CE

Désignation	Unité	Valeur
Besoins de production du jour de pointe	m^3/j	15931
Coefficient forfaitaire	%	20%
Volume utile	m^3	3186,2
Réserve de sécurité	m^3	120,0
Capacité totale calculée	m^3	3306,2
Capacité totale retenue	m^3	3500,0

- **Caractéristiques structurales**

Le château d'eau sera un réservoir surélevé de forme tronconique sur tour, ses caractéristiques structurales sont présentées dans Le Tableau 21.

Tableau 21 : Caractéristiques structurales du château d'eau

Forme de la cuve	Fc	Tronconique	
Volume d'eau dans la cuve	V_e	3500	m^3
Hauteur d'eau dans la cuve	H_e	12	m
Hauteur sous radier (tour)	H	24	m

V.4. Le réseau de distribution gravitaire

V.4.1. Tracé du réseau de distribution

Le réseau suit la voirie projetée pour optimiser l'exploitation et la maintenance de l'ensemble de la zone industrielle. Pour garantir une distribution gravitaire avec des pressions suffisantes, le château d'eau est implanté sur le point le plus haut du site, assurant ainsi une alimentation fiable et évolutive présenté dans La Figure 11.

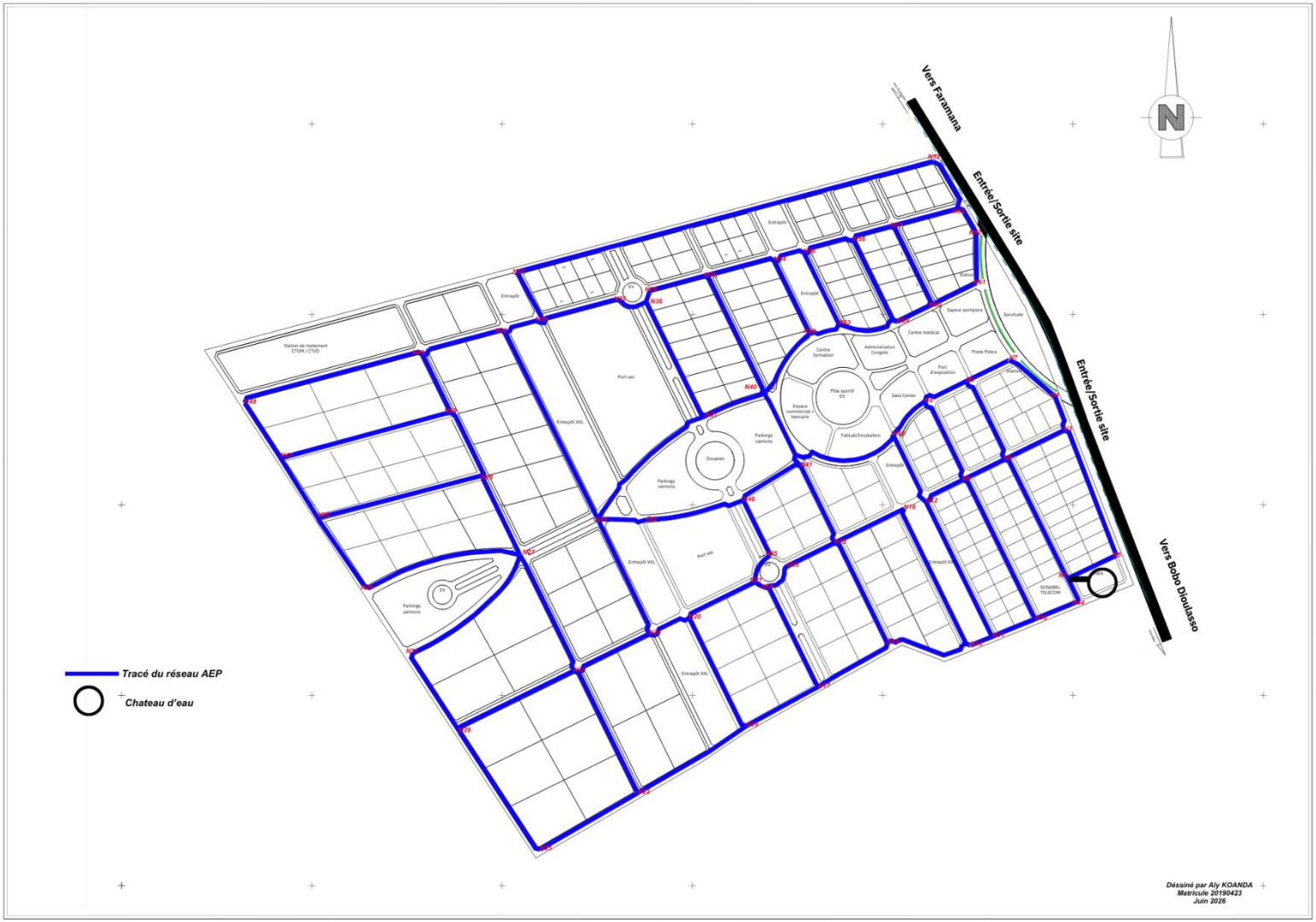


Figure 11 : Tracé du réseau de distribution

V.4.2.Dimensionnement Hydraulique et simulation du réseau

Le dimensionnement hydraulique initial du réseau de distribution a d'abord été effectué par la méthode itérative de Hardy Cross pour le scénario de fonctionnement sans borne incendie. Les calculs ont été réalisés sous Excel, avec une convergence obtenue après **100 itérations** programmé sur Excel. Cette première étape a permis d'estimer la répartition des débits et de vérifier l'équilibre hydraulique du réseau en régime normal d'exploitation.

Par la suite, les simulations et vérifications complémentaires ont été réalisées à l'aide du logiciel EPANET. Une première simulation a porté sur le fonctionnement courant du réseau en période de pointe, afin de contrôler les pressions aux nœuds, les vitesses d'écoulement ainsi que les pertes de charge dans les conduites. Une seconde simulation a ensuite été menée en considérant la mise en service simultanée de deux bornes d'incendie, dans le but d'évaluer le comportement du réseau en situation exceptionnelle de défense incendie.

Les résultats obtenus montrent que le réseau maillé adopté assure une alimentation hydraulique satisfaisante, avec des pressions compatibles aux exigences de fonctionnement aussi bien en régime normal qu'en condition de lutte contre l'incendie.

L'0 détails le calcul des mailles en régime normal d'exploitation avec la méthode de Hardy cross.

V.4.2.1.Résultats du dimensionnement sans les bornes d'incendie

- **Analyse comparative et corrélation des Vitesses (Calculs vs Simulation)**

Afin de valider la simulation hydraulique du réseau de distribution (Annexe 3), les vitesses d'écoulement obtenues sur EPANET (Annexe 7) ont été confrontées aux résultats de la note de calcul théorique d'Hardy Cross. La Figure 12 présente le diagramme de corrélation associé à ces valeurs.

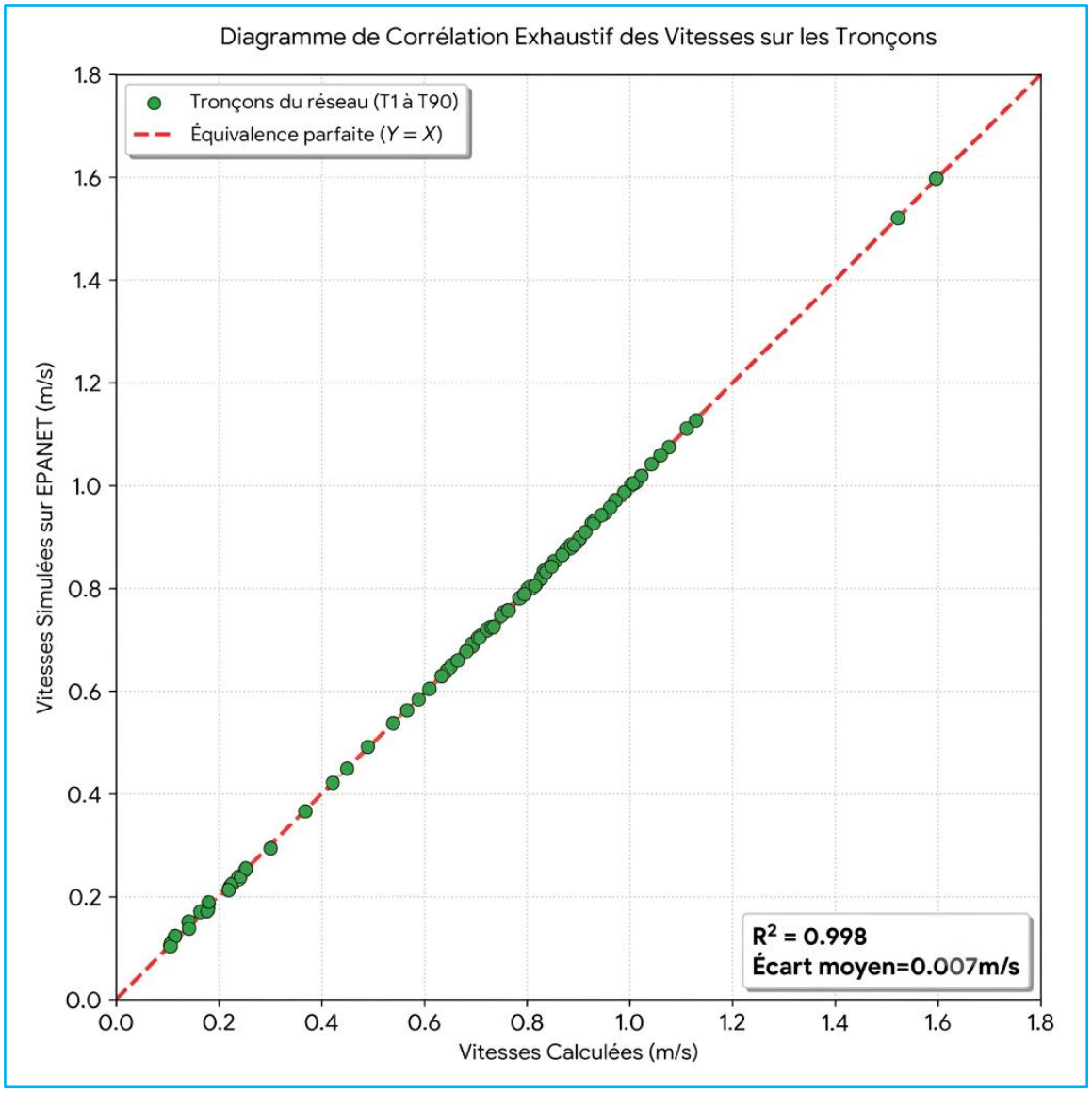


Figure 12 : Diagramme de Corrélation (Vitesses calculées Vs Vitesses Simulées)

L'alignement rigoureux des points sur la droite d'équivalence (**Y = X**) démontre un calage optimal des vitesses sur l'ensemble des tronçons. Plus de **99%** de la variabilité des vitesses simulées est expliquée par les formules de dimensionnement théoriques. L'écart physique étant infime (de l'ordre millième de mètre par seconde), passer des calculs manuels à la simulation EPANET se fait de manière quasi-directe et réversible sans biais d'interprétation hydraulique.

❑ Analyse comparative et corrélation des Pressions (Calculs vs Simulation)

La vérification des charges hydrauliques aux nœuds constitue une étape clé pour s'assurer du bon fonctionnement du réseau. La Figure 13 met en relation les pressions théoriques calculées (Annexe 3) et les pressions simulées par le logiciel (Annexe 6).

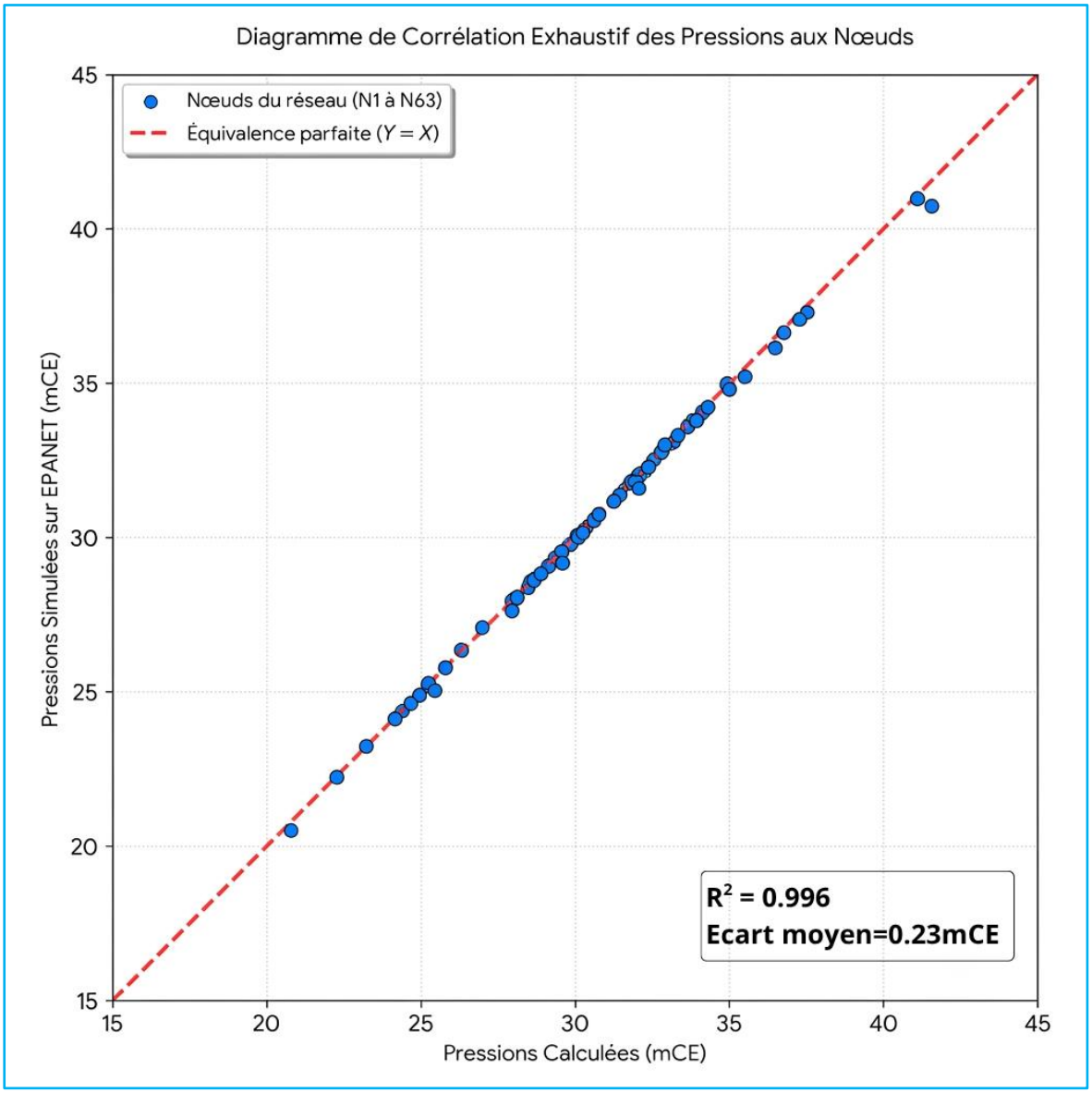


Figure 13 : Diagramme de Corrélation (Pressions calculées Vs Pressions Simulées)

La forte concentration des points autour de la droite cible atteste de la fidélité du modèle face aux contraintes altimétriques du site de Bama. Presque toutes les pressions simulées se superposent aux prévisions analytiques. La différence moyenne d'environ **0,23mCE** correspond aux pertes de charge singulières locales et aux ajustements altimétriques fins intégrés par le solveur d'EPANET, qui ne peuvent pas être saisis de manière aussi dynamique dans une note de calcul classique. Cet ordre de grandeur reste mineur et confirme que les deux approches convergent vers des états piézométriques équivalents.

La Figure 14 montre les résultats de la simulation sur Epanet

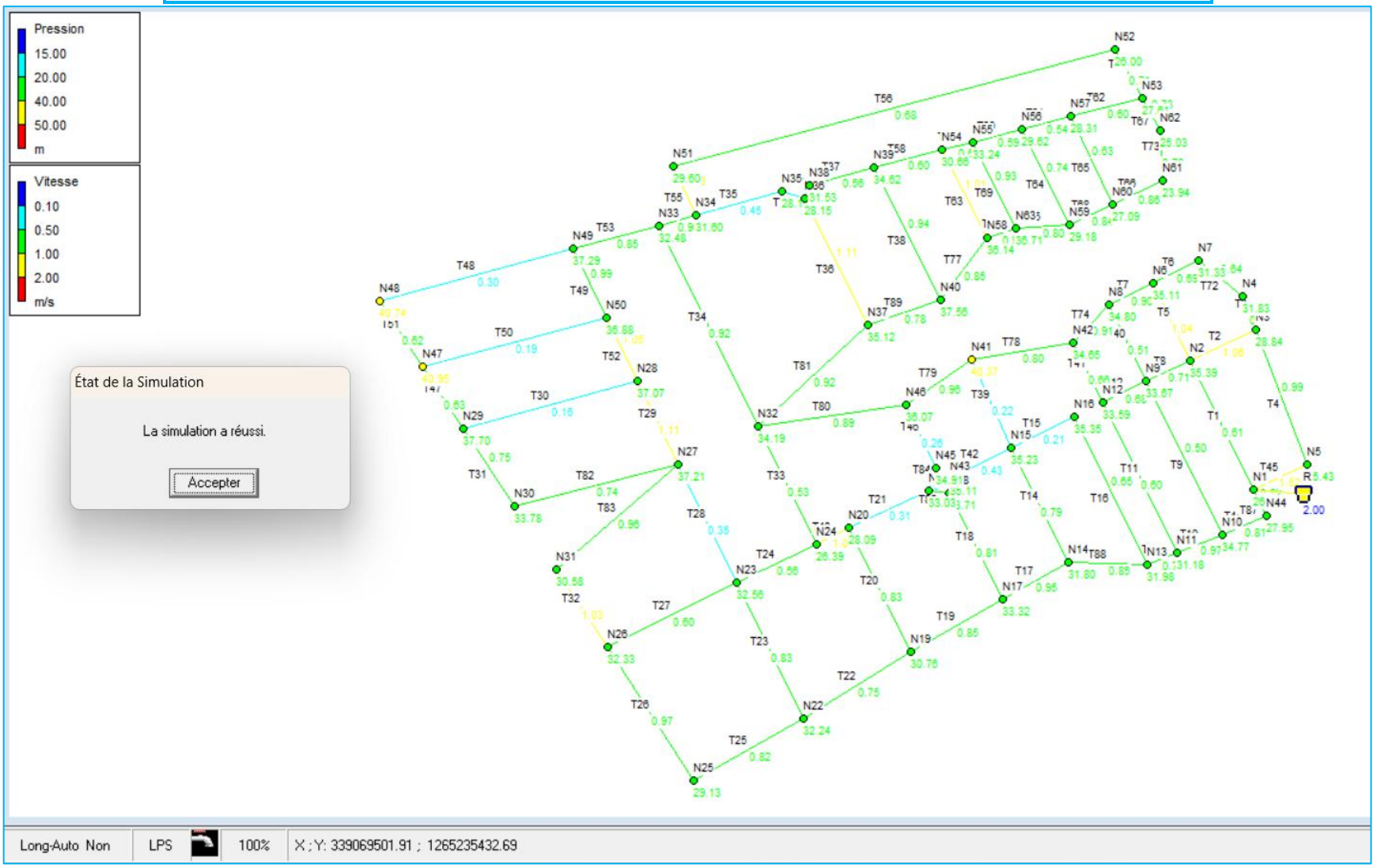


Figure 14 : Simulation en régime normal avec Epanet

❑ Résultats du dimensionnement avec les bornes d'incendie

Sous la sollicitation de deux bornes d'incendie (débit total de **120 m³/h**), le réseau dimensionné initialement sans prise en compte des débits incendie présente des diamètres allant de DN63 à DN560.

Le Tableau 22 montre une synthèse des vitesses et des pressions dans les conduites.

Tableau 22 : Synthèse du dimensionnement réseau de distribution avec 2 bornes incendies

Désignation	**V_{min}**	**V_{max}**	**P_{min}**	**P_{max}**
Valeur	0,20	1,70	16,32	37,13

L'analyse des résultats hydrauliques issus de la simulation montre une excellente conformité globale du réseau vis-à-vis des critères de dimensionnement retenus. Concernant les charges, 100% des nœuds respectent rigoureusement l'intervalle réglementaire de 10 à 50 mCE, avec une pression minimale de **16,32 mCE** au nœud N61 (supérieure au seuil critique pour garantir la desserte) et une valeur maximale de **37,13 mCE** au nœud N41. Sur le plan des vitesses, la quasi-totalité des tronçons s'inscrit parfaitement dans la plage admissible de **0,2** à **1,5 m/s**, assurant le transit des débits sans risque de dépôt ni de pertes de charge excessives, à l'exception du tuyau (T86 : **1,64 m/s**) et de la conduite de refoulement principale reliée directement au réservoir (T90 : **1,70 m/s**); ces légers dépassements localisés restent techniquement tolérables et se justifient par la nécessité d'évacuer d'importants débits de pointe à l'amont immédiat et à la sortie des ouvrages de stockage de la zone industrielle.

L'Annexe 8 présente les pressions calculées aux nœuds du réseau issues de la simulation hydraulique du réseau.

L'Annexe 9 présente les diamètres des conduites, ainsi que les débits et vitesses d'écoulement correspondants, obtenus à l'issue de la simulation hydraulique.

Le Tableau 23 fait un récapitulatif des linéaires en fonction des diamètres de conduite retenus.

Tableau 23 : Récapitulatif des linéaires en fonction des diamètres de conduite

DN (PEHD PN 10)	Longueur totale (m)
63	4634,81
90	1339,43
110	6636,77
125	1568,47
140	539,70
160	1792,56
180	454,34
200	495,65
225	1642,10
250	1525,55
280	818,49
315	4824,96
355	1874,78
400	2511,18
450	2039,42
560	52,5
Total	**32751**

Les différents linéaires ont été majorés de 5% pour tenir compte d'éventuels imprévus

La Figure 15 suivante montre l'état de simulation sur Epanet

.

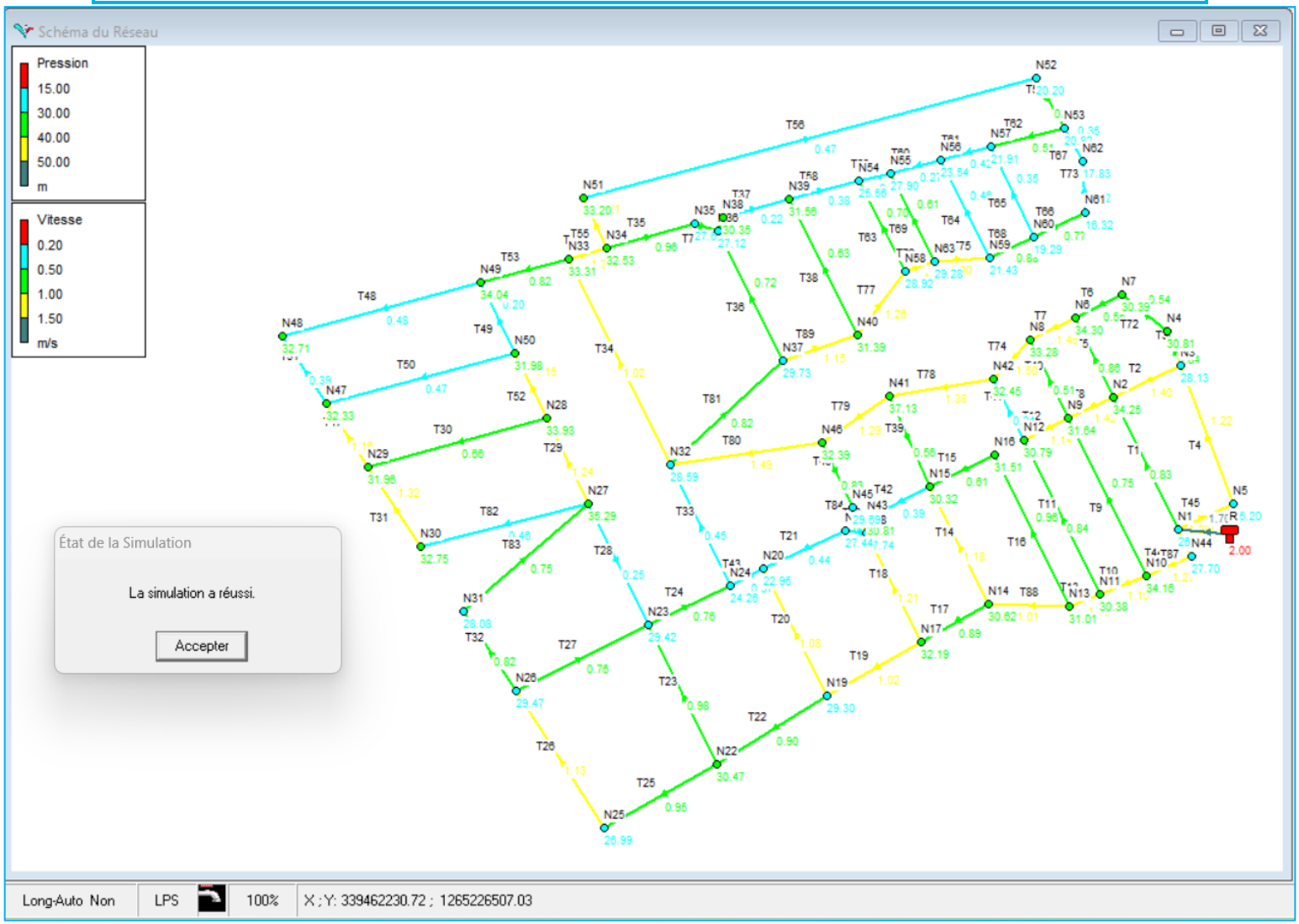


Figure 15 : Etat de simulation avec 02 bornes d'incendie

❑ Comportement du réseau après vieillissement des conduites au fil du temps

Afin d'évaluer la robustesse du réseau au-delà de l'horizon du projet (entre **20 à 50 ans**), une simulation de vieillissement des conduites a été réalisée. Cette analyse permet de s'assurer que les pressions et les vitesses restent conformes aux critères de conception malgré l'augmentation de la rugosité interne des canalisations. Pour cela, le coefficient de Hazen-Williams a été abaissé de **150 à 130**.

Le Tableau 24 montre un récapitulatif de la simulation.

Tableau 24 : Synthèse du comportement du réseau dans 20 à 50 ans

Désignation	**V_{min}**	**V_{max}**	**P_{min}**	**P_{max}**
Valeur	**0,20**	**1,70**	**10,98**	**34,84**

Les vitesses obtenues restent comprises entre **0,20 m/s** et **1,70 m/s**. Le vieillissement simulé des conduites n'entraîne donc pas de modification significative des vitesses d'écoulement dans les différents tronçons.

La simulation effectuée avec un coefficient de Hazen-Williams de **130** met toutefois en évidence une augmentation des pertes de charge, accompagnée d'une diminution des pressions dans certaines zones du réseau.

En tout point du système, la pression de service reste rigoureusement comprise dans la plage admissible. La pression minimale absolue se stabilisant à **10,98 mCE** (supérieure au seuil réglementaire de **10 mCE)**, la continuité et la conformité de la desserte des usagers demeurent pleinement garanties au fil du temps.

Les résultats de cette simulation (.Annexe 10 et Annexe 11) montrent donc que le réseau conserve un fonctionnement satisfaisant malgré le vieillissement des conduites.

La Figure 16 montre la réussite de cette simulation sur Epanet.

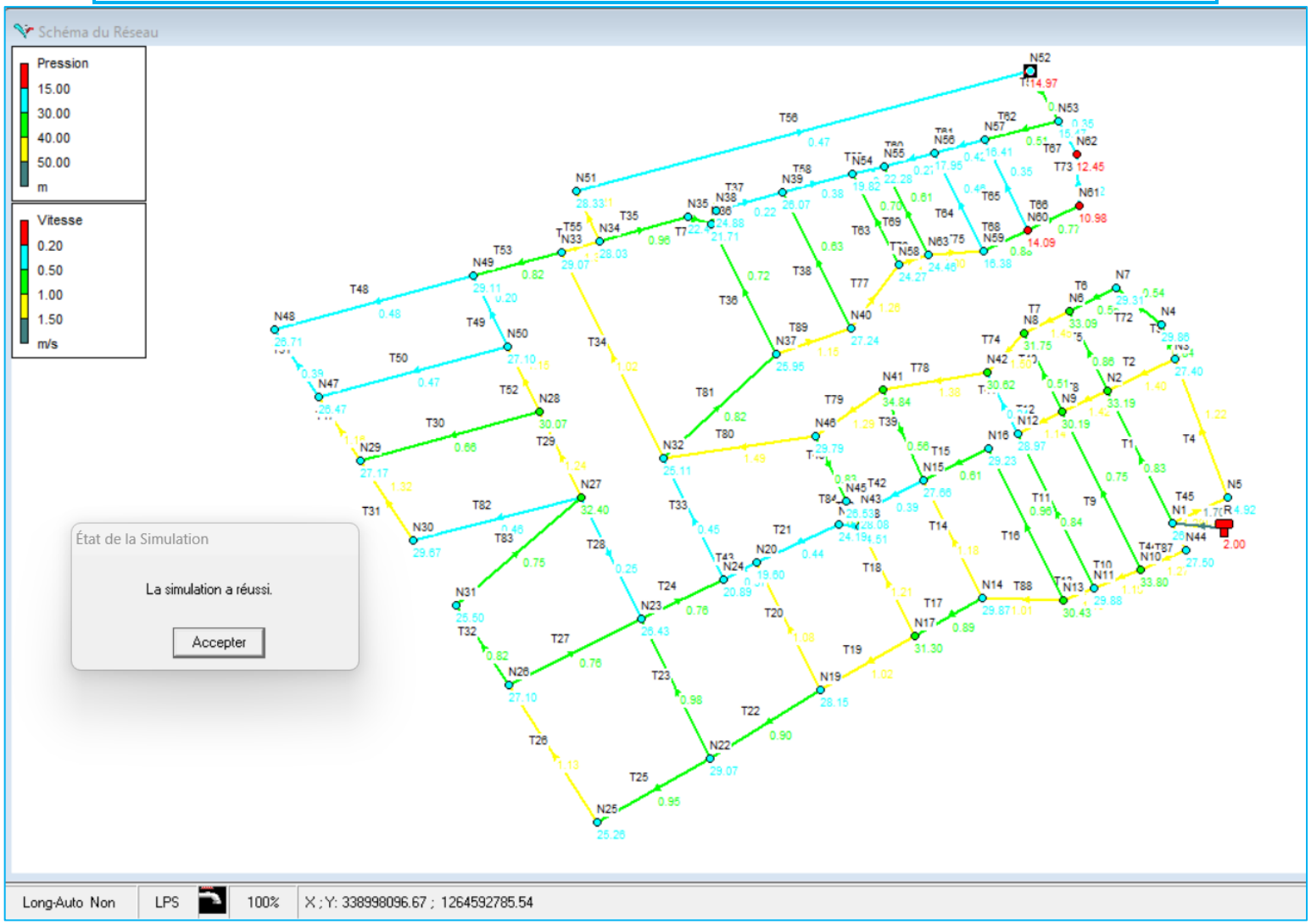


Figure 16 : Etat de simulation avec vieillissement du réseau

V.5. Comparaison des pressions et des vitesses pour les différents scénarios de simulation

Les variations extrêmes des pressions et des vitesses d'écoulement enregistrées pour chacun des trois scénarios simulés sont synthétisées et comparées sur la Figure 17.

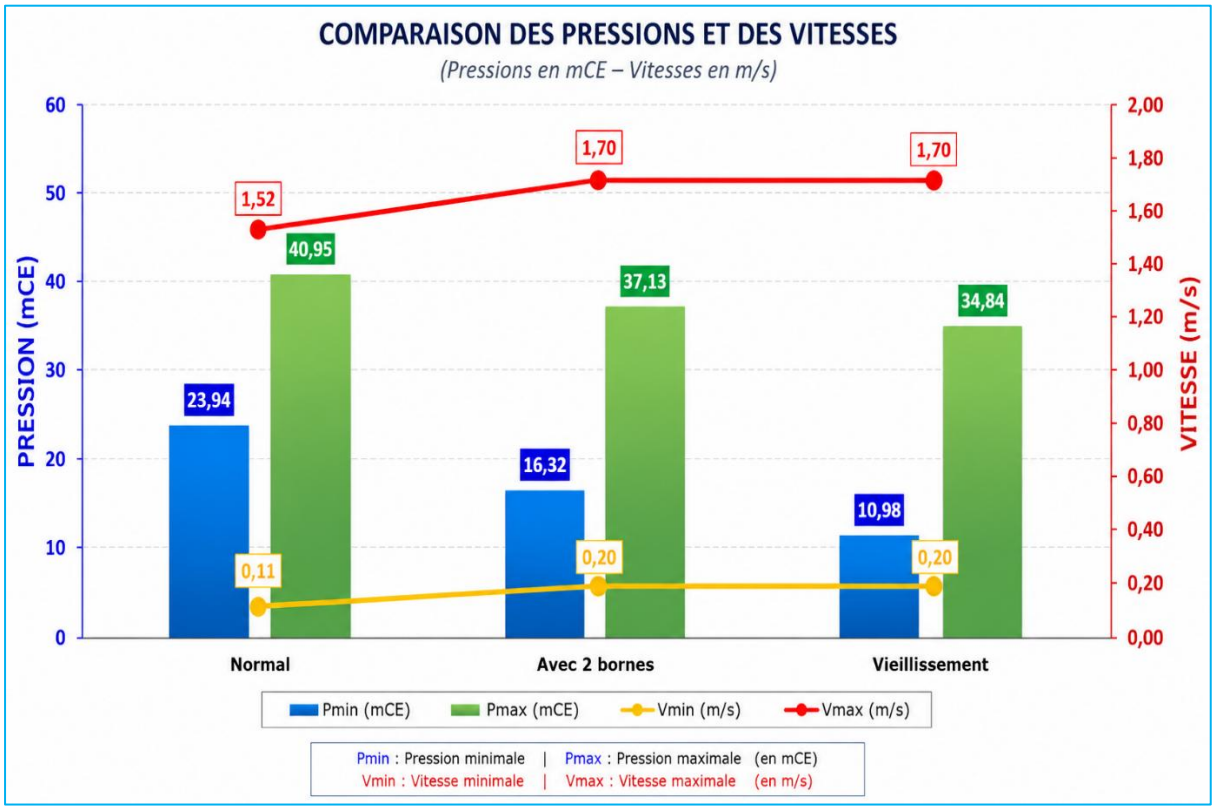


Figure 17 : Évolution comparative des pressions et des vitesses selon les scénarios de simulation.

Cette figure présente une synthèse des résultats obtenus pour les différents scénarios étudiés. Elle met en évidence une diminution progressive des pressions minimales et maximales, tandis que les vitesses d'écoulement demeurent globalement stables. Malgré ces variations, les valeurs observées restent dans les limites de fonctionnement admissibles du réseau, traduisant ainsi le maintien de ses performances hydrauliques.

V.6.Mode de pose des conduites

De manière générale, il est recommandé d'enterrer les conduites le long des voies de circulation pour une meilleure accessibilité en cas de travaux d'entretien et de maintenance, Afin de protéger le tuyau une fois à l'intérieur du trou, une couche de sable de 10 cm est prévue de part et d'autre de la conduite, La profondeur et la largeur minimale du tuyau sont déterminées de la manière suivante.

- $H_{min} \geq 0{,}8m + D_{ext}$
- $L_{min} \geq 0{,}4m + D_{ext}$

Où :

H_{min} = Profondeur minimale de la tranchée ;
L_{min} = Largeur minimale de la tranchée ;
D_{ext} : Diamètre extérieur de la conduite,

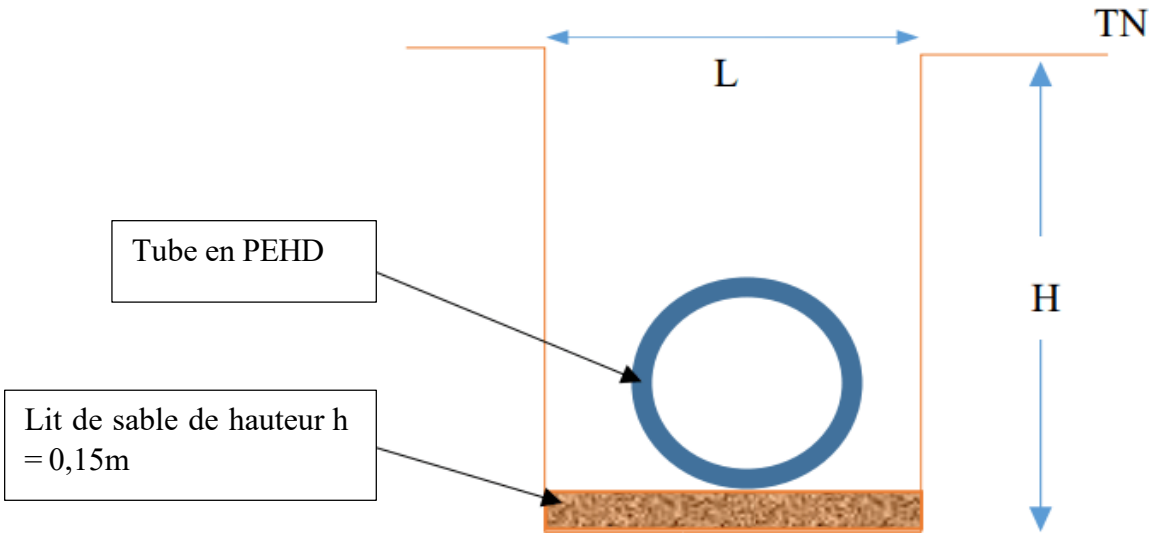


Figure 18 : Illustration de la pose de conduite

VI. ETUDE DES COUTS DU SYSTEMES AEP

Le Tableau 25 présente l'estimation sommaire du coût des travaux relatifs au projet d'alimentation en eau de la zone industrielle de Bama. Cette estimation regroupe l'ensemble des postes principaux, notamment les ouvrages de production, les équipements hydromécaniques, les conduites de refoulement, le réseau de distribution, les ouvrages de génie civil ainsi que les équipements annexes.

Tableau 25 : Estimation des coûts de travaux par série

DESIGNATION	PRIX EN FRANCS CFA/HTVA	Taux %
SERIE	Prix Total	
SERIE 1 : FRAIS GENERAUX DU CHANTIER		-
SOUS TOTAL SERIE 1	205 000 000	1,88
SERIE 2 : REALISATION DE DIX (10) FORAGES A GRAND DIAMETRE/GROS DEBIT		-
SOUS TOTAL SERIE 2	1 406 800 000	12,89
SERIE 3 : RENFORCEMENT DE LA CAPACITE DE PRODUCTION		-
SOUS TOTAL SERIE 3	325 000 000	2,98
SERIE 4 : EQUIPEMENTS HYDROMECANIQUES		-
SOUS TOTAL SERIE 4	1 100 000 000	10,08
SERIE 5 : FOURNITURE ET POSE DE CONDUITES DE REFOULEMENT		-
SOUS TOTAL SERIE 5	889 500 000	8,15
SERIE 6 : CONSTRUCTION DES OUVRAGES EN GENIE CIVIL ET MACONNERIE		-
SOUS TOTAL SERIE 6	4 775 000 000	43,76
SERIE 7 : RESEAU DE DISTRIBUTION (Y COMPRIS LE DISPOSITIF DE LUTTE ANTI INCENDIE)		-
SOUS TOTAL SERIE 7	2 026 692 746	18,57
SERIE 8 : EQUIPEMENTS HYDRAULIQUES		-
SOUS TOTAL SERIE 8	77 400 000	0,71
SERIE 9 : EQUIPEMENTS ELECTRIQUES		-
SOUS TOTAL SERIE 9	24 000 000	0,22
SERIE 10 : EQUIPEMENTS D'AUTOMATISME ET DE TELEGESTION		-
SOUS TOTAL SERIE 10	25 000 000	0,23
SERIE 11 : STATION DE CHLORATION DE L'EAU		-
SOUS TOTAL SERIE 11	7 500 000	0,07
SERIE 12 : LOCAUX D'EXPLOITATION		-
SOUS TOTAL SERIE 12	50 000 000	0,46
MONTANT TOTAL DES TRAVAUX HTVA EN FCFA	10 911 892 746	100,00
MONTANT TVA (18%)	1 964 140 694	
MONTANT TOTAL DES TRAVAUX TTC EN FCFA	12 876 033 440	

L'estimation financière globale du projet s'élève ainsi à **Douze milliards huit cent soixante-seize millions trente-trois mille quatre cent quarante FCFA TTC**. Cette évaluation met en évidence l'importance des investissements nécessaires pour assurer une alimentation en eau fiable et durable de la zone industrielle projetée. Les détails des différents coûts et quantitatifs peuvent être consultés en Annexe 14.

VII. ETUDE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL

La mise en œuvre des infrastructures de l'AEP pour la zone industrielle de Bama/Samandeni induit des mutations biophysiques et socio-économiques. L'évaluation préalable de ces incidences permet d'intégrer la durabilité environnementale dès la phase de conception du projet.

VII.1.Catégorisation du projet

Le projet d'approvisionnement en eau potable comprend la réalisation de forages de forte production, d'une bâche de stockage au sol en béton armé de 3000 m^3, d'une station de pompage, d'un réseau maillé sous voirie, ainsi que le déploiement d'une ligne aérienne moyenne/haute tension de la SONABEL avec ses postes de transformation. Conformément au guide général des évaluations environnementales au Burkina Faso :

Le Code de l'Environnement (Loi n°006-2013/AN), qui impose la Notice d'Impact (NIES) pour les projets de catégorie B (« Code de l'environnement au Burkina Faso.pdf », 2013.)

Le Code de l'Eau (Loi n°002-2001/AN), qui régit la protection des nappes phréatiques contre les pollutions et planifie la gestion intégrée des ressources (GIRE).(« Loi_d_orientation_relative_a_la_gestion_de__l_eau.pdf »,2001.)

Le Décret n°2014-411/PRES/PM/MEDD portant réglementation des évaluations environnementales au Burkina Faso.

La nature, l'ampleur industrielle des installations et l'emprise des réseaux classent ce projet dans la Catégorie B. Cette classification exige la formulation d'une Notice d'Impact Environnemental et Social (NIES).

VII.2.Cadre juridique, réglementaire et institutionnel

La présente étude s'inscrit dans le respect des textes législatifs du Burkina Faso, notamment la Constitution, le Code de l'environnement, le Code de l'eau, le Code de la santé publique et les textes régissant l'expropriation pour cause d'utilité publique. Au niveau institutionnel, la conduite et la validation de cette évaluation sont encadrées par l'Agence Nationale des

Évaluations Environnementales (ANEVE) sous l'égide du ministère en charge de l'Environnement.

VII.3. Identification des risques et impacts environnementaux et sociaux

VII.3.1. Phase de libération des emprises et de construction

- **Impacts sociaux (majeurs) :** Le tracé du couloir de la ligne électrique de la SONABEL impose des contraintes spatiales nécessitant la libération de domaines privés ou agricoles. Le risque majeur réside dans le déplacement physique ou économique de certaines populations locales. Bien que la topographie plane du site facilite l'implantation des pylônes, l'éviction de riverains requiert la mise en place d'un Plan d'Action de Réinstallation (PAR) prévoyant un dédommagement juste et préalable afin d'éviter les conflits fonciers.
- **Impacts sur la ressource en eau souterraine (majeurs à critiques)** : L'exploitation continue des dix (10) forages à fort débit induit un rabattement significatif de la nappe phréatique, matérialisé par la formation d'un cône de dépression étendu. Ce pompage intensif expose la ressource à plusieurs risques majeurs : un risque d'épuisement ou de tarissement prématuré de l'aquifère si les débits prélevés dépassent la capacité de recharge naturelle, une interférence hydraulique entre forages voisins réduisant leur productivité, ainsi qu'une baisse du niveau statique affectant les puits traditionnels et les forages villageois environnants
- **Impacts biophysiques (mineurs) :** Le site d'implantation de la zone industrielle présente un écosystème plat à faible densité arborée. L'impact sur la flore reste donc localisé et mineur, lié uniquement au dessouchage sélectif sur l'emprise de la bâche de stockage et le long du couloir de la ligne haute tension.
- **Nuisances logistiques et de chantier :** Le transport lourd des matériaux (conduites, pylônes, transformateurs) et l'exécution des fouilles généreront des nuisances sonores, des vibrations mécaniques perturbant le milieu environnant, des émissions de poussières et des risques d'accidents de circulation.

VII.3.2.Phase d'exploitation

- **Impacts positifs :** Amélioration globale de l'accès à l'eau potable, sécurisation énergétique de la zone agro-industrielle, création d'emplois durables et stimulation de l'économie locale.
- **Impacts négatifs :** Risques d'électrocution autour des infrastructures haute tension de la SONABEL, nuisances sonores résiduelles au niveau de la station de pompage et risques de pollution accidentelle lors des opérations de maintenance.

VII.3.3.Mesures d'atténuation et de bonification

Pour concilier le développement industriel et la préservation socio-environnementale, les mesures suivantes sont retenues :

- **Mesures sociales :** Recensement exhaustif des Personnes Affectées par le Projet (PAP) et versement effectif des indemnités de dédommagement avant le démarrage des travaux de la SONABEL ; priorité à la main-d'œuvre locale et promotion de la haute intensité de main-d'œuvre (HIMO).
- **Gestion des débits :** Réalisation de essais de pompage de longue durée (essais par paliers et d'endurance) pour fixer un débit d'exploitation durable inférieur au débit critique, et mise en place d'une régulation automatique des pompes.
- **Suivi piézométrique :** Installation de sondes de mesure en continu du niveau d'eau (enregistreurs automatiques) sur les forages d'exploitation et sur un réseau de piézomètres de contrôle pour suivre l'évolution dynamique de la nappe.
- **Protection des captages :** Délimitation de périmètres de protection immédiate (clôture) et rapprochée autour de chaque ouvrage pour prévenir toute contamination chimique ou microbiologique.
- **Mesures de chantier :** Arrosage périodique des pistes pour abattre la poussière, bâchage des camions de transport, limitation de la vitesse des engins et proscription des travaux nocturnes bruyants à proximité des habitations.
- **Mesures de sécurité et santé :** Port obligatoire d'Équipements de Protection Individuelle (EPI), balisage rigoureux des tranchées ouvertes et campagnes de sensibilisation des ouvriers contre les IST/VIH-SIDA.

- **Mesure compensatoire :** Mise en œuvre d'un programme de reboisement compensatoire sur les espaces verts planifiés de la zone industrielle pour pallier les pertes en arbres subies lors du nettoyage de la ligne.

VII.3.4.Plan de Gestion Environnementale et Sociale (PGES)

Le PGES assure l'opérationnalisation des engagements environnementaux à travers deux mécanismes complémentaires :

- **La surveillance environnementale :** Assurée par la Mission de Contrôle (MDC) sous la responsabilité du promoteur, elle veille à l'application effective des mesures d'atténuation et de sécurité durant toute la phase de génie civil.
- **Le suivi environnemental :** Placé sous la tutelle de l'ANEVE, il évalue à long terme l'évolution des indicateurs d'impacts (stabilité des pressions de la bâche, efficacité de l'insonorisation et intégrité de la ligne SONABEL), permettant de réajuster le dispositif si nécessaire.

Au terme de cette évaluation, le projet d'AEP et d'électrification s'avère écologiquement viable et socialement opportun pour la zone industrielle de Bama/Samandeni.

VIII. CONCLUSION

Le projet d'aménagement de la zone agro-industrielle de Bama, d'une superficie de **566 ha** dans la région du Guiriko, s'inscrit dans la dynamique de renforcement des infrastructures industrielles et de promotion du développement économique au Burkina Faso. La présente étude a porté sur la conception et le dimensionnement du système d'alimentation en eau potable destiné à assurer de manière durable la satisfaction des besoins en eau des différentes unités et infrastructures prévues sur le site.

Les analyses et simulations réalisées sur la base d'hypothèses en raison de l'absence de plusieurs paramètres (références de consommation propres au site, forage, essai de pompage …) ont permis d'estimer un débit de pointe horaire de **291 L/s**. Afin de couvrir cette demande, il est envisagé la réalisation de dix (**10**) **forages** d'un débit d'exploitation de **105 m³/h** chacun, avec la possibilité, à terme, d'un raccordement complémentaire au réseau de l'ONEA actuellement en projet dans la zone. Les infrastructures projetées comprennent également une bâche de stockage d'eau traitée de **3000 m³** avec un château d'eau de **3500 m³**, ainsi qu'un réseau de distribution constitué de conduites de diamètres nominaux variant de **63 mm** à **560 mm**, pour un linéaire total d'environ **32,2 km**. En outre, des poteaux d'incendie ont été intégrés au réseau afin de renforcer les dispositifs de protection contre les risques d'incendie au sein de la zone agro-industrielle.

IX. RECOMMANDATIONS

L'étude d'alimentation en eau potable (AEP) de la zone industrielle de Bama/Samandeni s'est heurtée à des contraintes majeures : Le choix des techniques de conception et surtout l'absence de forages d'exploitation existants et fonctionnels au moment des simulations. Les dimensionnements actuels reposent sur des débits cibles et des hypothèses théoriques. C'est pourquoi des ajustements rigoureux sont préconisés avant la phase d'exécution des travaux.

- **À l'endroit du Maître d'Ouvrage**

Actualisation et recalage impératif du modèle hydraulique : Il est fortement recommandé d'exiger du bureau d'études une révision complète de la note de calcul et de la simulation EPANET dès que les campagnes de forages de reconnaissance et les essais de pompage de longue durée (72 heures) auront déterminé les caractéristiques réelles de la nappe (débit critique, niveau statique, niveau dynamique).

Sécurisation foncière des sites stratégiques : Avant tout début des travaux, le Maître d'Ouvrage doit engager les procédures d'obtention des titres d'occupation officiels (arrêtés de déclaration d'utilité publique, titres fonciers) pour les parcelles abritant les têtes de forages qui ne seront pas sur le site et le couloir de la ligne électrique de la SONABEL, afin de prémunir le projet contre d'éventuels litiges fonciers.

Planification financière et d'investissement : Procéder à la levée des fonds nécessaires au dédommagement juste et préalable des personnes affectées par le projet identifié sur le tracé de la ligne électrique, l'emplacement des forages et les conduites d'adductions conformément à la réglementation en vigueur au Burkina Faso.

- **À l'endroit du Maître d'Œuvre (Bureau d'Études / Mission de Contrôle)**

Vérification des diamètres et des pressions réelles : Lors de la phase de révision du modèle après forages, le Maître d'Œuvre devra s'assurer que les rabattements réels de la nappe n'imposent pas une modification de la Hauteur Manométrique Totale (HMT) des pompes. Il devra veiller à ce que les pressions de service restent strictement dans la plage validée et que la vitesse sur les tronçons ne crée pas de pertes de charge pénalisantes.

Mise en place d'un dispositif de protection contre les transitoires hydrauliques (Anti-bélier) : Bien que les calculs théoriques n'indiquent pas d'obligation stricte de protection entre la bâche de stockage et le réservoir surélevé, il est fortement recommandé d'installer, par mesure de sécurité, un réservoir anti-bélier d'un volume de 1000 litres au niveau de la station de pompage de reprise. Cet équipement critique permettra d'absorber l'onde de dépression et de surpression consécutive à un arrêt d'urgence des pompes ou à une coupure brutale de l'alimentation électrique.

Supervision et raccordement énergétique : Veiller à la stricte conformité technique des installations de couplage entre le poste de transformation de la SONABEL et les armoires de commande de la station de pompage pour éviter les risques d'électrocution et de surtension sur les équipements d'AEP.

Contrôle sanitaire et environnemental : Veiller à l'aménagement d'un périmètre de protection immédiate (clôture maçonnée) autour de chaque forage et de la bâche de stockage pour empêcher toute infiltration de polluants industriels de surface vers la nappe phréatique captée.

BIBLIOGRAPHIE

AWWA. 2002. *NORME AWWA POUR LA DÉSINFECTION DES RÉSERVOIRS D'EAU*.

« Code de l'environnement au Burkina Faso.pdf ». s. d. Consulté le 12 juin 2026. https://www.mrv-burkina.bf/IMG/pdf/code_de_lenvecae.pdf.

Code du travail du Burkina Faso, Acte jurid. N^{os} 28-2008/AN, 2008-331 Loi du 13 mai 2008 (2008).

DINEPA. 2013. https://www.dinepa.gouv.ht/referentieltechnique/doc/4-genie%20civil%20et%20hydraulique/4.2.3%20FAT1%20Conception%20des%20reseaux%20d%20adduction%20et%20reseaux%20de%20distribution.pdf.

LAWANI, Mounirou. 2024. *Essentiel de dimensionnement des stations de pompage*.

« Loi_d_orientation_relative_a_la_gestion_de__l_eau.pdf ». s. d. Consulté le 12 juin 2026. https://www.mea.gov.bf/fileadmin/user_upload/stockage/documents/Loi_d_orientation_relative_a_la_gestion_de__l_eau.pdf.

MEAHA. 2014. *SCHÉMA DIRECTEUR D'AMÉNAGEMENT ET DE GESTION DE L'EAU DE L'ESPACE DE COMPÉTENCE DE L'AGENCE DE L'EAU DU MOUHOUN (2014-2030)*.

MINISTERE DE L'HYDRAULIQUE ET DE L'ASSAINISSEMENT. 2015. *NORMES POUR L'ALIMENTATION EN EAU POTABLE EN MILIEU RURAL ET SEMI URBAIN NORMES POUR L'ALIMENTATION EN EAU POTABLE EN MILIEU RURAL ET SEMI URBAIN*.

Ministères Associés France. 1977. *Instructions techniques relatives aux réseaux d'assainissement*.

ONEA. 2026. « Base de données des consommateurs insdustrielles de 2015 à 2025 ».

OUEDRAOGO Luther Romer. 2026. *Caractérisation géologique et hydrogéologiques des aquifères sédimentaires du sous bassin du kou*. 2iE.

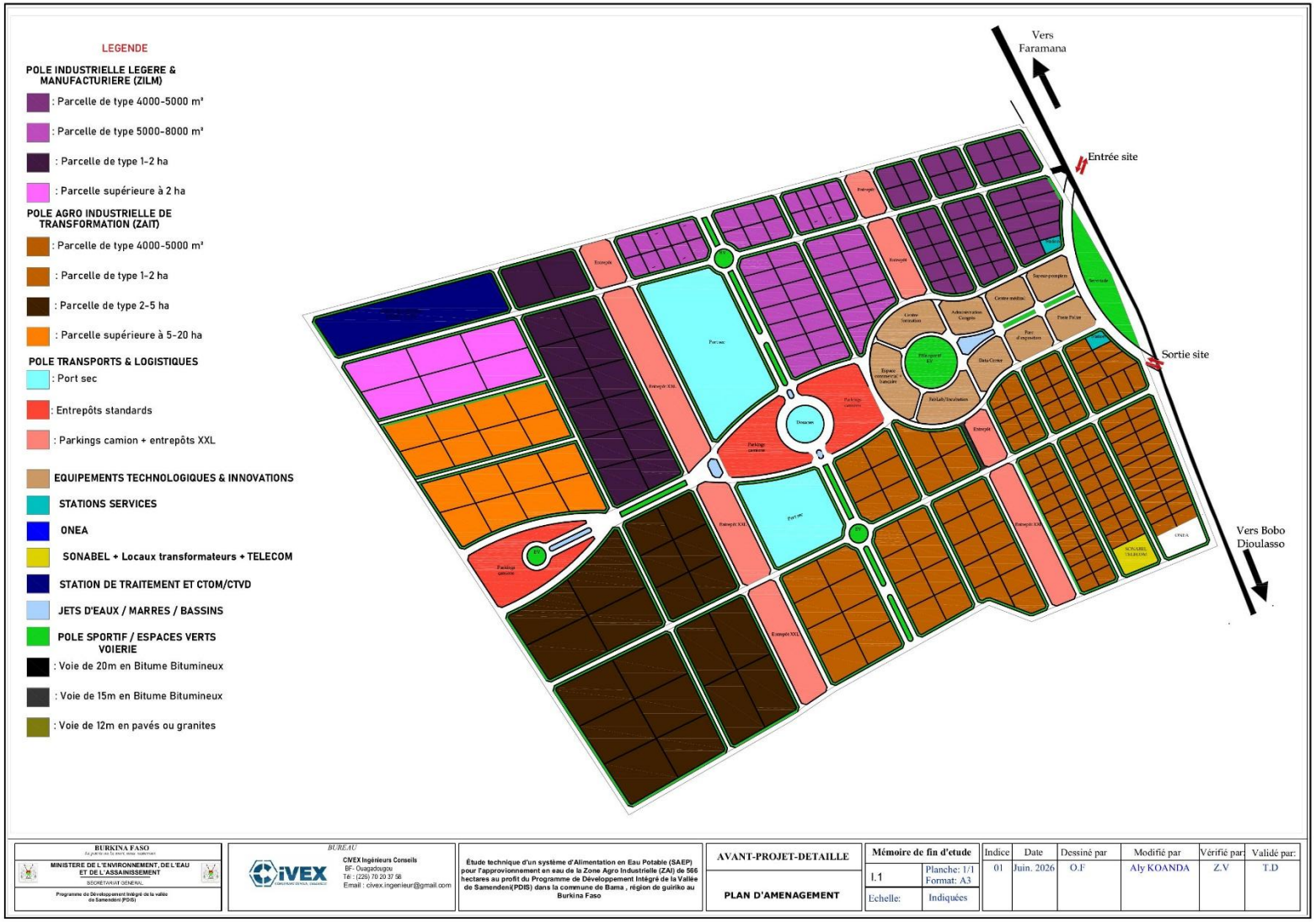
PAEA. 2023. *RAPPORT DE DIAGNOSTIC ET D'OPTIMISATION DES RESEAUX DE SUIVI PIEZOMETRIQUE ET DE QUALITE DES EAUX SOUTERRAINES*.

ZOUNGRANA, Denis. 2003. *Cours d'approvisionnement en eau potable*.

Annexes

Annexe 1. Plan de Masse du site détaillé 75
Annexe 2. Etat des conduites du réseau sans les bornes d'incendie (Hardy Cross) .. 76
Annexe 3. Dimensionnement réseau de distribution 82
Annexe 4. Calcul du débit linéaire par tronçons 86
Annexe 5. Débit de soutirage aux nœuds 88
Annexe 6. Etat des nœuds en simulation sans bornes d'incendies 90
Annexe 7. Etat des conduites du réseau sans les bornes d'incendie 92
Annexe 8. Etat des nœuds en simulation avec deux bornes d'incendie 94
Annexe 9. Etat des tronçons en simulation avec deux bornes d'incendies 96
Annexe 10. Etat des Nœuds en vieillissement des conduites 98
Annexe 11. Etat des Nœuds en vieillissement des conduites 99
Annexe 12. Caractéristique de la pompe de refoulement 102
Annexe 13. Abaque de Vibert 103
Annexe 14. Devis quantitatif détaillé 104
Annexe 15. Quelques images terrains 117
Annexe 16. Photo de la Pompe de reprise Grundfos, NKE 125-225/232 AA1F1S3ESBQQENWA 118
Annexe 17. Plan du réseau AEP sans les bornes d'incendies 119
Annexe 18. Plan du réseau AEP avec les bornes d'incendies 120
Annexe 19. Carnet des nœuds ..... Erreur ! Signet non défini.
Annexe 20 ..... Erreur ! Signet non défini.
Annexe 21. Profils en Long ..... Erreur ! Signet non défini.

Annexe 1. Plan de Masse du site détaillé



Annexe 2. Etat des conduites du réseau sans les bornes d'incendie (Hardy Cross)

Maille	TRONÇON	AMONT	AVAL	L (m)	Dint (mm)	Q_Corrigé (l/s)	V (m/s)	r (coeff)	hf (m)	1.852*|hf/Q|	ΔQ	ΔQ Adjacent	ΔQ Effective	Q_Nouveau
Maille I	P1	N1	N2	537	96.8	3.32	0.451	46439	1.1931	0.66501	0.013	0.0134	-6E-05	3.3225
	P2	N2	N3	269	352.6	-96.54	0.989	42.92	-0.565	0.01085		-0.001	0.00127	-96.54
	P4	N3	N5	539	396.6	-123.47	0.999	48.5	-1.008	0.01511			0.01333	-123.5
	P45	N1	N5	220	396.6	116.80	0.945	19.77	0.3707	0.00588			0.01333	116.81
TOTAL I									**-0.009**	**0.69685**				
Maille II	P1	N1	N2	537	96.8	3.32	0.451	46439	1.1931	0.66501	0.013	0.0133	5.5E-05	3.3227
	P8	N2	N9	183	198.2	15.39	0.499	481.6	0.2117	0.02546		-0.012	0.01212	15.407
	P9	N9	N10	639	79.2	-1.92	0.39	1E+05	-1.367	1.31728		-0.013	0.01327	-1.908
	P44	N10	N44	182	494	-158.42	0.827	5.631	-0.186	0.00217			0.01339	-158.4
	P87	N1	N44	110	494	164.64	0.859	3.405	0.1206	0.00136			0.01339	164.66
TOTAL II									**-0.027**	**2.01128**				
Maille III	P9	N9	N10	639	79.2	-1.92	0.39	1E+05	-1.367	1.31728	-0.01	0.0134	-0.0267	-1.948
	P12	N12	N9	179	158.6	-16.29	0.825	1396	-0.681	0.07747		-0.012	0.01237	-16.28
	P11	N11	N12	627	96.8	3.72	0.506	54178	1.7171	0.85451		-0.012	0.01189	3.7334
	P10	N10	N11	184	440.8	151.82	0.995	9.879	0.301	0.00367			-0.0133	151.8
TOTAL III									**-0.03**	**2.25294**				
Maille IV	P2	N2	N3	269	352.6	-96.54	0.989	42.92	-0.565	0.01085	-0	0.0133	-0.0146	-96.55
	P3	N3	N4	136	158.6	22.53	1.141	1061	0.9445	0.07763			-0.0013	22.531
	P72	N7	N4	209	158.6	-11.00	0.557	1634	-0.385	0.06486			-0.0013	-11
	P6	N6	N7	192	141	-9.13	0.585	2659	-0.444	0.09006			-0.0013	-9.129
	P5	N2	N6	320	312.8	56.74	0.738	91.32	0.4496	0.01467		-0.012	0.01212	56.757
TOTAL IV									**-3E-04**	**0.25806**				
Maille V	P5	N2	N6	320	312.8	56.74	0.738	91.32	0.4496	0.01467	-0.01	-0.001	-0.0109	56.734
	P7	N6	N8	184	352.6	62.63	0.641	29.27	0.173	0.00512		0.0134	-0.0134	62.619

Maille	TRONÇON	AMONT	AVAL	L (m)	Dint (mm)	Q_Corrigé (l/s)	V (m/s)	r (coeff)	hf (m)	1.852*|hf/Q|	ΔQ	ΔQ Adjacent	ΔQ Effective	Q_Nouveau
	P40	N9	N8	319	110.2	-5.11	0.536	14688	-0.839	0.30369		-0.012	0.01237	-5.101
	P8	N2	N9	183	198.2	15.39	0.499	481.6	0.2117	0.02546			-0.0121	15.383
TOTAL V									**-0.004**	**0.34894**				
Maille VI	P40	N9	N8	319	110.2	-5.11	0.536	14688	-0.839	0.30369	-0.01	-0.012	-0.0002	-5.114
	P74	N8	N42	194	352.6	85.81	0.879	30.98	0.3281	0.00708			-0.0124	85.802
	P41	N12	N42	251	158.6	18.28	0.925	1962	1.1855	0.12011		-0.012	0.01189	18.291
	P12	N12	N9	179	158.6	-16.29	0.825	1396	-0.681	0.07747		-0.013	0.01327	-16.28
TOTAL VI									**-0.006**	**0.50835**				
Maille VII	P41	N12	N42	251	158.6	18.28	0.925	1962	1.1855	0.12011	-0.01	-0.012	0.00048	18.28
	P78	N41	N42	386	396.6	-101.75	0.824	34.71	-0.504	0.00917			-0.0119	-101.8
	P39	N15	N41	365	51.4	0.54	0.26	7E+05	0.6124	2.09875		-0.011	0.01084	0.5512
	P15	N15	N16	261	66	-0.85	0.25	1E+05	-0.303	0.65683		-0.012	0.01212	-0.842
	P16	N16	N13	617	96.8	-4.94	0.672	53313	-2.86	1.07119		-0.012	0.01212	-4.932
	P13	N11	N13	118	494	139.06	0.726	3.655	0.0947	0.00126			-0.0119	139.04
	P11	N11	N12	627	96.8	3.72	0.506	54178	1.7171	0.85451		-0.013	0.01327	3.7348
TOTAL VII									**-0.057**	**4.81182**				
Maille VIII	P16	N16	N13	617	96.8	-4.94	0.672	53313	-2.86	1.07119	-0.01	-0.012	-0.0002	-4.945
	P15	N15	N16	261	66	-0.85	0.25	1E+05	-0.303	0.65683		-0.012	0.01189	-0.843
	P14	N14	N15	476	110.2	7.81	0.818	21907	2.737	0.64944			-0.0121	7.793
	P88	N13	N14	306	440.8	133.97	0.878	16.43	0.397	0.00549		-0.011	0.01117	133.98
TOTAL VIII									**-0.029**	**2.38294**				
Maille IX	P14	N14	N15	476	110.2	7.81	0.818	21907	2.737	0.64944	-0.01	-0.012	0.00094	7.806
	P42	N15	N43	255	66	0.96	0.281	1E+05	0.3664	0.70698		-0.011	0.01084	0.9708
	P86	N18	N43	54	51.4	-3.94	1.899	1E+05	-3.599	1.69145		-0.011	0.01084	-3.929
	P18	N17	N18	444	96.8	0.30	0.041	38372	0.0117	0.07139		-0.008	0.00806	0.3109
	P17	N14	N17	283	396.6	112.91	0.914	25.47	0.4484	0.00736			-0.0112	112.9
TOTAL IX									**-0.035**	**3.12662**				
Maille X	P42	N15	N43	255	66	0.96	0.281	1E+05	0.3664	0.70698	-0.01	-0.011	0.00033	0.9603

Maille	TRONÇON	AMONT	AVAL	L (m)	Dint (mm)	Q_Corrigé (l/s)	V (m/s)	r (coeff)	hf (m)	1.852*|hf/Q|	ΔQ	ΔQ Adjacent	ΔQ Effective	Q_Nouveau
	P86	N18	N43	54	51.4	-3.94	1.899	1E+05	-3.599	1.69145		-0.011	0.01117	-3.929
	P85	N21	N18	80	79.2	-4.38	0.888	18345	-0.785	0.33224		-0.008	0.00806	-4.369
	P84	N45	N21	88	66	6.17	1.803	49147	3.9704	1.19216		-0.008	0.00764	6.1756
	P46	N45	N46	263	79.2	-0.46	0.094	60378	-0.04	0.16101		-0.008	0.00764	-0.454
	P79	N46	N41	299	352.6	-93.53	0.958	47.69	-0.593	0.01173			-0.0108	-93.55
	P39	N15	N41	365	51.4	0.54	0.26	7E+05	0.6124	2.09875		-0.012	0.01189	0.5523
TOTAL X									**-0.067**	**6.19432**				
Maille XI	P18	N17	N18	444	96.8	0.30	0.041	38372	0.0117	0.07139	-0.01	-0.011	0.00278	0.3056
	P85	N21	N18	80	79.2	-4.38	0.888	18345	-0.785	0.33224		-0.011	0.01117	-4.366
	P21	N20	N21	327	51.4	-0.78	0.376	6E+05	-1.08	2.56749			-0.0081	-0.787
	P20	N19	N20	516	96.8	3.52	0.479	44650	1.2797	0.67238		-0.007	0.00693	3.5317
	P19	N17	N19	397	396.6	104.46	0.846	35.72	0.5446	0.00965		-0.008	0.00764	104.47
TOTAL XI									**-0.029**	**3.65315**				
Maille XII	P21	N20	N21	327	51.4	-0.78	0.376	6E+05	-1.08	2.56749	-0.01	-0.008	0.00043	-0.779
	P43	N24	N20	137	51.4	-0.89	0.429	3E+05	-0.581	1.20867		-0.007	0.00693	-0.883
	P33	N24	N32	489	51.4	-0.73	0.351	9E+05	-1.424	3.62397		-0.006	0.00601	-0.722
	P80	N32	N46	557	352.6	-84.40	0.864	88.8	-0.912	0.02001			-0.0076	-84.4
	P46	N45	N46	263	79.2	-0.46	0.094	60378	-0.04	0.16101		-0.011	0.01084	-0.451
	P84	N45	N21	88	66	6.17	1.803	49147	3.9704	1.19216		-0.011	0.01084	6.1788
TOTAL XII									**-0.067**	**8.77332**				
Maille XIII	P43	N24	N20	137	51.4	-0.89	0.429	3E+05	-0.581	1.20867	-0.01	-0.008	0.0007	-0.89
	P24	N23	N24	330	51.4	-0.63	0.305	6E+05	-0.743	2.16982		-0.008	0.00806	-0.626
	P23	N22	N23	564	96.8	-2.05	0.278	48756	-0.511	0.462			-0.0069	-2.053
	P22	N19	N22	470	396.6	93.35	0.756	42.26	0.5231	0.01038		-0.006	0.00629	93.353
	P20	N19	N20	516	96.8	3.52	0.479	44650	1.2797	0.67238		-0.006	0.00601	3.5308
TOTAL XIII									**-0.031**	**4.52325**				
Maille XIV	P24	N23	N24	330	51.4	-0.63	0.305	6E+05	-0.743	2.16982	-0.01	-0.003	-0.0025	-0.636
	P33	N24	N32	489	51.4	-0.73	0.351	9E+05	-1.424	3.62397			-0.006	-0.734

Maille	TRONÇON	AMONT	AVAL	L (m)	Dint (mm)	Q_Corrigé (l/s)	V (m/s)	r (coeff)	hf (m)	1.852*|hf/Q|	ΔQ	ΔQ Adjacent	ΔQ Effective	Q_Nouveau
	P34	N32	N33	840	79.2	2.50	0.508	2E+05	2.928	2.16837		-6E-04	-0.0054	2.4954
	P53	N49	N33	335	123.4	8.97	0.75	8890	1.4369	0.29669		-0.001	-0.0048	8.9646
	P49	N49	N50	288	141	-13.21	0.846	3993	-1.323	0.1854		-0.001	-0.0047	-13.22
	P52	N50	N28	265	158.6	-16.66	0.843	2067	-1.051	0.11688		-0.006	-7E-05	-16.66
	P29	N27	N28	348	176.2	18.95	0.777	1626	1.0499	0.10263		-0.007	0.00093	18.947
	P28	N23	N27	493	79.2	-1.80	0.365	1E+05	-0.932	0.96074		-0.008	0.00163	-1.795
TOTAL XIV									**-0.058**	**9.6245**				
Maille XV	P23	N22	N23	564	96.8	-2.05	0.278	48756	-0.511	0.462	-0.01	-0.007	0.00065	-2.046
	P27	N26	N23	543	110.2	-4.67	0.49	24956	-1.204	0.47754			-0.0063	-4.675
	P26	N25	N26	595	312.8	66.82	0.869	170	1.1326	0.03139			-0.0063	66.81
	P25	N22	N25	474	352.6	71.80	0.735	75.62	0.5756	0.01485		-0.006	0.00594	71.803
TOTAL XV									**-0.006**	**0.98579**				
Maille XVI	P27	N26	N23	543	110.2	-4.67	0.49	24956	-1.204	0.47754	-0.01	-0.006	0.00035	-4.669
	P28	N23	N27	493	79.2	-1.80	0.365	1E+05	-0.932	0.96074		-0.006	0.00601	-1.791
	P83	N31	N27	602	277.6	51.61	0.853	307.7	1.2713	0.04561			-0.0059	51.608
	P32	N26	N31	348	277.6	56.03	0.926	177.9	0.8557	0.02828			-0.0059	56.028
TOTAL XVI									**-0.009**	**1.51217**				
Maille XVII	P82	N27	N30	634	198.2	21.88	0.709	1671	1.408	0.1192	-0		-0.0013	21.875
	P31	N29	N30	350	176.2	-25.16	1.032	1636	-1.787	0.1315			-0.0013	-25.16
	P30	N28	N29	676	51.4	-0.41	0.197	1E+06	-0.676	3.06144		-0.001	0.00123	-0.408
	P29	N27	N28	348	176.2	18.95	0.777	1626	1.0499	0.10263		-0.006	0.00469	18.951
TOTAL XVII									**-0.004**	**3.41476**				
Maille XVIII	P30	N28	N29	676	51.4	-0.41	0.197	1E+06	-0.676	3.06144	-0	-0.001	8.5E-05	-0.409
	P52	N50	N28	265	158.6	-16.66	0.843	2067	-1.051	0.11688		-0.006	0.00601	-16.65
	P50	N50	N47	709	66	0.55	0.161	4E+05	0.3644	1.22562		-6E-04	0.00058	0.5513
	P47	N29	N47	276	158.6	18.69	0.946	2154	1.3569	0.13442			-0.0012	18.693
TOTAL XVIII									**-0.006**	**4.53835**				
Maille XIX	P50	N50	N47	709	66	0.55	0.161	4E+05	0.3644	1.22562	-0	-0.001	0.00065	0.5514

Maille	TRONÇON	AMONT	AVAL	L (m)	Dint (mm)	Q_Corrigé (l/s)	V (m/s)	r (coeff)	hf (m)	1.852*|hf/Q|	ΔQ	ΔQ Adjacent	ΔQ Effective	Q_Nouveau
	P49	N49	N50	288	141	-13.21	0.846	3993	-1.323	0.1854		-0.006	0.00601	-13.21
	P48	N48	N49	748	66	-1.29	0.378	4E+05	-1.87	2.67668			-0.0006	-1.295
	P51	N47	N48	295	110.2	10.30	1.079	13543	2.826	0.50832			-0.0006	10.295
TOTAL XIX									**-0.003**	**4.59602**				
Maille XX	P34	N32	N33	840	79.2	2.50	0.508	2E+05	2.928	2.16837	-0		-0.0035	2.4974
	P81	N37	N32	561	312.8	-69.77	0.908	160.2	-1.156	0.0307		-0.002	0.00227	-69.77
	P36	N36	N37	528	66	-0.57	0.167	3E+05	-0.29	0.94093		-0.001	0.00117	-0.569
	P70	N35	N36	90	51.4	-1.35	0.651	2E+05	-0.829	1.13561		-0.001	0.00117	-1.35
	P35	N34	N35	331	66	0.61	0.178	2E+05	0.2044	0.62223			-0.0035	0.605
	P54	N33	N34	143	110.2	-8.09	0.848	6558	-0.875	0.20039		-0.006	0.00601	-8.083
TOTAL XX									**-0.018**	**5.09823**				
Maille XXI	P36	N36	N37	528	66	-0.57	0.167	3E+05	-0.29	0.94093	-0	-0.003	0.00119	-0.569
	P89	N37	N40	290	312.8	62.78	0.817	82.98	0.4926	0.01453			-0.0023	62.776
	P38	N39	N40	556	66	-0.49	0.143	3E+05	-0.23	0.86906		-0.002	0.00181	-0.487
	P37	N38	N39	254	51.4	0.18	0.085	5E+05	0.053	0.55964		-0.001	0.00117	0.1766
	P71	N36	N38	52	51.4	-0.31	0.152	98889	-0.032	0.19005		-0.001	0.00117	-0.313
TOTAL XXI									**-0.006**	**2.57421**				
Maille XXII	P38	N39	N40	556	66	-0.49	0.143	3E+05	-0.23	0.86906	-0	-0.002	0.00046	-0.489
	P77	N40	N58	290	277.6	53.40	0.882	148.1	0.6518	0.02261			-0.0018	53.401
	P63	N54	N58	367	66	-1.05	0.306	2E+05	-0.619	1.09667		-0.002	0.00158	-1.044
	P58	N39	N54	262	79.2	1.08	0.219	60125	0.1925	0.33035		-0.001	0.00117	1.0806
TOTAL XXII									**-0.004**	**2.31868**				
Maille XXIII	P63	N54	N58	367	66	-1.05	0.306	2E+05	-0.619	1.09667	-0	-0.002	0.00023	-1.045
	P76	N58	N63	116	246.8	48.52	1.014	105.5	0.3887	0.01484			-0.0016	48.521
	P69	N55	N63	361	66	-0.91	0.266	2E+05	-0.469	0.95679		-0.001	0.00141	-0.907
	P59	N54	N55	120	79.2	3.29	0.668	27593	0.6957	0.39173		-0.001	0.00117	3.2903
TOTAL XXIII									**-0.004**	**2.46002**				
Maille XXIV	P69	N55	N63	361	66	-0.91	0.266	2E+05	-0.469	0.95679	-0	-0.002	0.00018	-0.908

Maille	TRONÇON	AMONT	AVAL	L (m)	Dint (mm)	Q_Corrigé (l/s)	V (m/s)	r (coeff)	hf (m)	1.852*|hf/Q|	ΔQ	ΔQ Adjacent	ΔQ Effective	Q_Nouveau
	P75	N63	N59	199	246.8	41.46	0.867	180.6	0.4971	0.02221			-0.0014	41.458
	P64	N56	N59	398	66	-1.06	0.31	2E+05	-0.688	1.20203		-0.001	0.00131	-1.058
	P60	N55	N56	189	79.2	2.50	0.507	43353	0.6559	0.48661		-0.001	0.00117	2.4976
TOTAL XXIV									**-0.004**	**2.66763**				
Maille XXV	P64	N56	N59	398	66	-1.06	0.31	2E+05	-0.688	1.20203	-0	-0.001	9.5E-05	-1.059
	P68	N60	N59	180	220.4	-34.36	0.901	283.5	-0.551	0.02971			-0.0013	-34.36
	P65	N57	N60	364	66	0.88	0.257	2E+05	0.4441	0.93694		-0.001	0.00119	0.8789
	P61	N56	N57	186	96.8	4.72	0.641	16091	0.7914	0.31066		-0.001	0.00117	4.7194
TOTAL XXV									**-0.003**	**2.47934**				
Maille XXVI	P65	N57	N60	364	66	0.88	0.257	2E+05	0.4441	0.93694	-0	-0.001	0.00012	0.8779
	P66	N60	N61	205	198.2	31.75	1.029	539.6	0.9061	0.05286			-0.0012	31.745
	P73	N62	N61	189	198.2	29.92	0.97	498.2	0.7495	0.0464			-0.0012	29.915
	P67	N53	N62	138	198.2	-24.04	0.779	362.6	-0.364	0.02804			-0.0012	-24.04
	P62	N57	N53	278	110.2	-8.17	0.856	12789	-1.737	0.39402		-0.001	0.00117	-8.165
TOTAL XXVI									**-0.002**	**1.45826**				
Maille XXVII	P62	N57	N53	278	110.2	-8.17	0.856	12789	-1.737	0.39402	-0	-0.001	1.5E-05	-8.167
	P61	N56	N57	186	96.8	4.72	0.641	16091	0.7914	0.31066		-0.001	0.00131	4.7196
	P60	N55	N56	189	79.2	2.50	0.507	43353	0.6559	0.48661		-0.001	0.00141	2.4979
	P59	N54	N55	120	79.2	3.29	0.668	27593	0.6957	0.39173		-0.002	0.00158	3.2907
	P58	N39	N54	262	79.2	1.08	0.219	60125	0.1925	0.33035		-0.002	0.00181	1.0812
	P37	N38	N39	254	51.4	0.18	0.085	5E+05	0.053	0.55964		-0.002	0.00227	0.1777
	P71	N36	N38	52	51.4	-0.31	0.152	98889	-0.032	0.19005		-0.002	0.00227	-0.312
	P70	N35	N36	90	51.4	-1.35	0.651	2E+05	-0.829	1.13561		-0.003	0.00346	-1.348
	P35	N34	N35	331	66	0.61	0.178	2E+05	0.2044	0.62223		-0.003	0.00346	0.6119
	P55	N34	N51	204	66	-4.87	1.424	1E+05	-5.947	2.26016			-0.0012	-4.874
	P56	N51	N52	###	96.8	4.03	0.547	1E+05	5.4168	2.49116			-0.0012	4.0258
	P57	N52	N53	210	158.6	12.96	0.656	1643	0.5248	0.07501			-0.0012	12.956
TOTAL XXVII									**-0.011**	**9.24722**				

Annexe 3. Dimensionnement réseau de distribution

TRONCONS	LONGUEUR (m)	DEBIT (m3/s)	Dint	j(m/km)	ΔH (m)	∑ΔH (m)	DN	Ztn aval (m)	Pimposé	Zmin imposé	Pr(m)	Vitesse réelle
P1	537.1	0.00332	96.8	2.22	1.19	1.32	DN110PEHD	319.4	15	335.72	28.38	0.60
P2	269.1	-0.09654	352.6	2.10	0.57	1.88	DN400PEHD	326.6	15	343.48	26.52	1.06
P3	135.9	0.02253	158.6	6.95	0.94	2.83	DN180PEHD	323.2	15	341.03	28.87	0.72
P4	539.1	-0.12347	396.6	1.87	1.01	3.20	DN450PEHD	331	15	349.20	20.80	1.00
P5	319.5	0.05674	312.8	1.41	0.45	1.76	DN355PEHD	318.82	15	335.58	35.39	1.04
P6	192	-0.00913	141	2.31	0.44	2.15	DN160PEHD	323.2	15	340.35	29.65	0.48
P7	183.5	0.06263	352.6	0.94	0.17	2.09	DN400PEHD	318.8	15	335.89	31.61	0.89
P8	182.6	0.01539	198.2	1.16	0.21	2.68	DN225PEHD	320.7	15	338.38	31.62	0.71
P9	638.5	-0.00192	79.2	2.14	1.36	4.05	DN90PEHD	321.8	15	340.85	29.15	0.49
P10	183.7	0.15182	440.8	1.64	0.30	5.76	DN500PEHD	325.1	15	345.86	24.14	1.01
P11	626.6	0.00372	96.8	2.74	1.72	6.44	DN110PEHD	320.3	15	341.74	28.26	0.60
P12	178.8	-0.01629	158.6	3.81	0.68	9.13	DN180PEHD	320.7	15	344.83	25.17	0.82
P13	118.4	0.13906	494	0.80	0.09	6.16	DN560PEHD	324.2	15	345.36	24.64	0.73
P14	476.4	0.00781	110.2	5.75	2.74	3.04	DN125PEHD	318	15	336.04	33.96	0.80
P15	261.3	-0.00085	66	1.15	0.30	5.90	DN75PEHD	318.1	15	339.00	31.00	0.22
P16	616.6	-0.00494	96.8	4.63	2.86	12.05	DN110PEHD	324.2	15	351.25	18.75	0.65
P17	283.1	0.11291	396.6	1.58	0.45	0.46	DN450PEHD	322	15	337.46	32.54	0.94
P18	443.8	0.0003	96.8	0.03	0.01	2.96	DN110PEHD	318.7	15	336.66	33.34	0.50
P19	397.1	0.10446	396.6	1.37	0.54	1.74	DN450PEHD	324	15	340.74	29.26	0.85
P20	516.4	0.00352	96.8	2.47	1.28	2.49	DN110PEHD	323.1	15	340.59	29.41	0.83
P21	327	-0.00078	55.4	2.30	0.75	3.27	DN63PEHD	318.9	15	337.17	32.83	0.26
P22	469.8	0.09335	396.6	1.11	0.52	2.25	DN450PEHD	322	15	339.25	30.75	0.76
P23	563.9	-0.00205	96.8	0.91	0.51	2.76	DN110PEHD	317.8	15	335.56	34.44	0.83
P24	329.5	-0.00063	55.4	1.55	0.51	3.27	DN63PEHD	321.7	15	339.97	30.03	0.51
P25	474.1	0.0718	352.6	1.21	0.58	3.38	DN400PEHD	324.4	15	342.78	27.22	0.82
P26	594.7	0.06682	312.8	1.90	1.13	4.51	DN355PEHD	319.8	15	339.31	30.69	0.97
P27	542.7	-0.00467	110.2	2.22	1.20	5.45	DN125PEHD	317.8	15	338.25	31.75	0.60

TRONCONS	LONGUEUR (m)	DEBIT (m3/s)	Dint	j(m/km)	ΔH (m)	∑ΔH (m)	DN	Ztn aval (m)	Pimposé	Zmin imposé	Pr(m)	Vitesse réelle
P28	493.1	-0.0018	79.2	1.90	0.94	6.38	DN90PEHD	312.3	15	333.68	36.32	0.36
P29	347.7	0.01895	176.2	3.02	1.05	7.43	DN200PEHD	310.4	15	332.83	37.17	1.11
P30	675.5	-0.00041	55.4	0.70	0.47	7.91	DN63PEHD	309.3	15	332.21	37.79	0.14
P31	349.8	-0.02516	176.2	5.11	1.79	9.69	DN200PEHD	314.2	15	338.89	31.11	0.75
P32	348	0.05603	277.6	2.46	0.86	6.30	DN315PEHD	320.5	15	341.80	28.20	1.03
P33	489.2	-0.00073	55.4	2.03	0.99	6.19	DN63PEHD	317	15	338.19	31.81	0.47
P34	839.6	0.0025	79.2	3.49	2.93	9.12	DN90PEHD	309.8	15	333.92	36.08	0.92
P35	330.6	0.00061	66	0.62	0.21	0.78	DN75PEHD	312	15	327.78	42.22	0.45
P36	528.4	-0.00057	66	0.55	0.29	1.43	DN75PEHD	314.9	15	331.33	38.67	1.11
P37	253.9	0.00018	55.4	0.15	0.04	0.78	DN63PEHD	307.4	15	323.18	46.82	0.54
P38	556.1	-0.00049	66	0.41	0.23	1.43	DN75PEHD	312	15	328.43	41.57	0.93
P39	365.1	0.00054	55.4	1.16	0.42	6.40	DN63PEHD	312.4	15	333.80	36.20	0.18
P40	319.4	-0.00511	110.2	2.62	0.84	6.14	DN125PEHD	318.8	15	339.94	30.06	0.52
P41	251.3	0.01828	158.6	4.72	1.19	9.45	DN180PEHD	318.6	15	343.05	26.95	0.67
P42	254.7	0.00096	66	1.44	0.37	6.77	DN75PEHD	317.3	15	339.07	30.93	0.42
P43	137.4	-0.00089	55.4	2.93	0.40	9.47	DN63PEHD	323.1	15	347.57	22.43	1.00
P44	182.4	-0.15842	494	1.02	0.19	4.17	DN560PEHD	328.8	15	347.97	22.03	0.82
P45	219.8	0.1168	396.6	1.69	0.37	2.32	DN450PEHD	331	15	348.32	21.68	1.02
P46	262.8	-0.00046	79.2	0.15	0.04	6.80	DN90PEHD	316.1	15	337.90	32.10	0.25
P47	275.9	0.01869	158.6	4.92	1.36	9.26	DN180PEHD	305.4	15	329.66	40.34	0.64
P48	747.7	-0.00129	66	2.49	1.86	4.69	DN75PEHD	306.8	15	326.49	43.51	0.30
P49	288.4	-0.01321	141	4.58	1.32	5.74	DN160PEHD	309	15	329.74	40.26	0.99
P50	708.9	0.00055	66	0.51	0.36	7.10	DN75PEHD	305.4	15	327.50	42.50	0.18
P51	294.5	0.0103	110.2	9.60	2.83	8.95	DN125PEHD	304.6	15	328.55	41.45	0.63
P52	264.7	-0.01666	158.6	3.97	1.05	9.43	DN180PEHD	310.4	15	334.83	35.17	1.04
P53	335.4	0.00897	123.4	4.28	1.44	7.18	DN140PEHD	309.8	15	331.98	38.02	0.85
P54	142.6	-0.00809	110.2	6.14	0.88	8.05	DN125PEHD	309.7	15	332.75	37.25	0.90
P55	204	-0.00487	66	29.12	5.94	13.99	DN75PEHD	307.8	15	336.79	33.21	1.13
P56	1708	0.00403	96.8	3.18	5.42	19.42	DN110PEHD	319.6	15	354.02	15.98	0.68
P57	210.4	0.01296	158.6	2.50	0.52	19.94	DN180PEHD	318.6	15	353.54	16.46	0.71

TRONCONS	LONGUEUR (m)	DEBIT (m3/s)	Dint	j(m/km)	ΔH (m)	∑ΔH (m)	DN	Ztn aval (m)	Pimposé	Zmin imposé	Pr(m)	Vitesse réelle
P58	261.7	0.00108	79.2	0.74	0.19	1.62	DN90PEHD	312.6	15	329.22	40.78	0.60
P59	120.1	0.00329	79.2	5.80	0.70	0.93	DN90PEHD	310.6	15	326.53	43.47	0.61
P60	188.7	0.0025	79.2	3.49	0.66	1.35	DN90PEHD	315.1	15	331.45	38.55	0.59
P61	186.1	0.00472	96.8	4.26	0.79	2.15	DN110PEHD	317	15	334.15	35.85	0.54
P62	278.1	-0.00817	110.2	6.25	1.74	3.88	DN125PEHD	318.6	15	337.48	32.52	0.61
P63	367.4	-0.00105	66	1.70	0.62	1.55	DN75PEHD	312.8	15	329.35	32.66	1.01
P64	398.2	-0.00106	66	1.73	0.69	2.83	DN75PEHD	319	15	336.83	33.17	0.74
P65	364.3	0.00088	66	1.22	0.45	4.33	DN75PEHD	320.6	15	339.93	28.67	0.63
P66	204.6	0.03175	198.2	4.43	0.91	5.24	DN225PEHD	323.1	15	343.34	26.66	0.87
P67	137.5	-0.02404	198.2	2.65	0.36	4.69	DN225PEHD	321.5	15	341.19	28.81	0.05
P68	180.3	-0.03436	220.4	3.06	0.55	4.88	DN250PEHD	319	15	338.88	31.12	0.84
P69	361.3	-0.00091	66	1.30	0.47	1.82	DN75PEHD	311.9	15	328.72	41.28	0.93
P70	90.46	-0.00135	55.4	6.35	0.57	0.78	DN63PEHD	312.1	15	327.88	42.12	0.11
P71	52.42	-0.00031	55.4	0.42	0.02	0.80	DN63PEHD	308.7	15	324.50	45.50	0.11
P72	209.2	-0.011	158.6	1.84	0.39	3.21	DN180PEHD	323.2	15	341.41	28.59	0.64
P73	188.9	0.02992	198.2	3.97	0.75	5.44	DN225PEHD	323.1	15	343.54	26.46	0.79
P74	194.2	0.08581	352.6	1.69	0.33	0.50	DN400PEHD	318.6	15	334.10	35.90	0.91
P75	199.2	0.04146	246.8	2.50	0.50	5.38	DN280PEHD	319	15	339.38	29.47	0.81
P76	116.4	0.04852	246.8	3.34	0.39	5.77	DN280PEHD	311.9	15	332.67	37.33	0.93
P77	289.8	0.0534	277.6	2.25	0.65	6.42	DN315PEHD	312.8	15	334.22	35.78	0.85
P78	385.8	-0.10175	396.6	1.31	0.50	9.96	DN450PEHD	318.6	15	343.56	26.44	0.80
P79	299	-0.09353	352.6	1.98	0.59	10.55	DN400PEHD	312.4	15	337.95	32.05	0.96
P80	556.7	-0.0844	352.6	1.64	0.91	11.46	DN400PEHD	316.1	15	342.56	27.44	0.88
P81	560.5	-0.06977	312.8	2.06	1.16	12.62	DN355PEHD	317	15	344.62	25.38	0.92
P82	633.6	0.02188	198.2	2.22	1.41	2.34	DN225PEHD	314.2	15	331.54	38.46	0.74
P83	602	0.05161	277.6	2.11	1.27	7.66	DN315PEHD	312.3	15	334.96	35.04	0.95
P84	88.03	0.00617	66	45.13	3.97	10.37	DN75PEHD	318.9	15	344.27	25.73	0.11
P85	79.85	-0.00438	79.2	9.85	0.79	3.74	DN90PEHD	318.7	15	337.44	32.56	0.68
P86	54.15	-0.00394	55.4	46.13	2.50	6.24	DN63PEHD	317.3	15	338.54	31.46	1.63
P87	110.3	0.16464	494	1.09	0.12	4.29	DN560PEHD	328.8	15	348.09	21.91	0.83

TRONCONS	LONGUEUR (m)	DEBIT (m3/s)	Dint	j(m/km)	ΔH (m)	∑ΔH (m)	DN	Ztn aval (m)	Pimposé	Zmin imposé	Pr(m)	Vitesse réelle
P88	305.5	0.13397	440.8	1.30	0.40	3.44	DN500PEHD	324	15	342.44	27.56	0.86
P89	290.31	0.06278	312.8	1.70	0.49	1.92	DN355PEHD	312	15	328.92	41.08	0.79
P90	40	0.291	494	3.14	0.13	0.13	DN560PEHD	330	15	345.13	24.87	1.52

Annexe 4. Calcul du débit linéaire par tronçons

TRONCONS	NŒUDS		LONGUEURS	DEBIT DE DISTRIBUTION LINEAIRE	DEBIT TRONCONS (l/s)
P1	N1	N2	537.1	0.009315	5.002896823
P2	N2	N3	269.1	0.009315	2.506571467
P3	N3	N4	135.9	0.009315	1.265860507
P4	N3	N5	539.1	0.009315	5.021526117
P5	N2	N6	319.5	0.009315	2.976029669
P6	N6	N7	192	0.009315	1.788412195
P7	N6	N8	183.5	0.009315	1.709237697
P8	N2	N9	182.6	0.009315	1.700854515
P9	N9	N10	638.5	0.009315	5.947402014
P10	N10	N11	183.7	0.009315	1.711100626
P11	N11	N12	626.6	0.009315	5.836557716
P12	N12	N9	178.8	0.009315	1.665458857
P13	N11	N13	118.4	0.009315	1.102854187
P14	N14	N15	476.4	0.009315	4.437497759
P15	N15	N16	261.3	0.009315	2.433917222
P16	N16	N13	616.6	0.009315	5.743411248
P17	N14	N17	283.1	0.009315	2.636976523
P18	N17	N18	443.8	0.009315	4.133840272
P19	N17	N19	397.1	0.009315	3.698846264
P20	N19	N20	516.4	0.009315	4.810083633
P21	N20	N21	327	0.009315	3.04588952
P22	N19	N22	469.8	0.009315	4.37602109
P23	N22	N23	563.9	0.009315	5.252529359
P24	N23	N24	329.5	0.009315	3.069176137
P25	N22	N25	474.1	0.009315	4.416074072
P26	N25	N26	594.7	0.009315	5.539420482
P27	N26	N23	542.7	0.009315	5.055058846
P28	N23	N27	493.1	0.009315	4.593052362
P29	N27	N28	347.7	0.009315	3.23870271
P30	N28	N29	675.5	0.009315	6.292043947
P31	N29	N30	349.8	0.009315	3.258263468
P32	N26	N31	348	0.009315	3.241497104
P33	N24	N32	489.2	0.009315	4.556725239
P34	N32	N33	839.6	0.009315	7.820577495
P35	N34	N35	330.6	0.009315	3.079422249
P36	N36	N37	528.4	0.009315	4.921859396
P37	N38	N39	253.9	0.009315	2.364988835
P38	N39	N40	556.1	0.009315	5.179875113
P39	N15	N41	365.1	0.009315	3.400777565
P40	N9	N8	319.4	0.009315	2.975098204
P41	N12	N42	251.3	0.009315	2.340770753
P42	N15	N43	254.7	0.009315	2.372440553
P43	N24	N20	137.4	0.009315	1.279832477
P44	N10	N44	182.4	0.009315	1.698991585
P45	N1	N5	219.8	0.009315	2.047359378

TRONCONS	NŒUDS		LONGUEURS	DEBIT DE DISTRIBUTION LINEAIRE	DEBIT TRONCONS (l/s)
P46	N45	N46	262.8	0.009315	2.447889192
P47	N29	N47	275.9	0.009315	2.569911066
P48	N48	N49	747.7	0.009315	6.96456145
P49	N49	N50	288.4	0.009315	2.686344152
P50	N50	N47	708.9	0.009315	6.603153152
P51	N47	N48	294.5	0.009315	2.743163497
P52	N50	N28	264.7	0.009315	2.465587021
P53	N49	N33	335.4	0.009315	3.124132554
P54	N33	N34	142.6	0.009315	1.328268641
P55	N34	N51	204	0.009315	1.900187957
P56	N51	N52	1708	0.009315	15.90941682
P57	N52	N53	210.4	0.009315	1.959801697
P58	N39	N54	261.7	0.009315	2.437643081
P59	N54	N55	120.1	0.009315	1.118689087
P60	N55	N56	188.7	0.009315	1.757673861
P61	N56	N57	186.1	0.009315	1.733455779
P62	N57	N53	278.1	0.009315	2.590403289
P63	N54	N58	367.4	0.009315	3.422201253
P64	N56	N59	398.2	0.009315	3.709092376
P65	N57	N60	364.3	0.009315	3.393325847
P66	N60	N61	204.6	0.009315	1.905776746
P67	N53	N62	137.5	0.009315	1.280763942
P68	N60	N59	180.3	0.009315	1.679430827
P69	N55	N63	361.3	0.009315	3.365381907
P72	N7	N4	209.2	0.009315	1.948624121
P73	N62	N61	188.9	0.009315	1.75953679
P74	N8	N42	194.2	0.009315	1.808904418
P78	N41	N42	385.8	0.009315	3.593590755
P79	N46	N41	299	0.009315	2.785079408
P82	N27	N30	633.6	0.009315	5.901760244
P83	N31	N27	602	0.009315	5.607417404
P84	N45	N21	88.03	0.009315	0.819968362
P87	N1	N44	110.3	0.009315	1.027405548
P88	N13	N14	305.5	0.009315	2.845624613
P89	N37	N40	290.31	0.009315	2.704135127
P90	R	N1	100	0.009315	0.931464685
P70	N35	N36	90.46	0.009315	0.842602954
P71	N36	N38	52.42	0.009315	0.488273788
P75	N63	N59	199.2	0.009315	1.855477653
P76	N58	N63	116.4	0.009315	1.084224893
P80	N32	N46	556.7	0.009315	5.185463901
P81	N37	N32	560.5	0.009315	5.220859559
P77	N40	N58	289.8	0.009315	2.699384657
P85	N21	N18	79.85	0.009315	0.743774551
P86	N18	N43	54.15	0.009315	0.504388127

Annexe 5. Débit de soutirage aux nœuds

Nœud	Nombre de tronçons	Tronçons liés	DEBIT PAR NŒUDS
N1	4	P1, P45, P87, P90	4.5046
N2	4	P1, P2, P5, P8	6.0932
N3	3	P2, P3, P4	4.3970
N4	2	P3, P72	1.6072
N5	2	P4, P45	3.5344
N6	3	P5, P6, P7	3.2368
N7	2	P6, P72	1.8685
N8	3	P7, P40, P74	3.2466
N9	4	P8, P9, P12, P40	6.1444
N10	3	P9, P10, P44	4.6787
N11	3	P10, P11, P13	4.3253
N12	3	P11, P12, P41	4.9214
N13	3	P13, P16, P88	4.8459
N14	3	P14, P17, P88	4.9600
N15	4	P14, P15, P39, P42	6.3223
N16	2	P15, P16	4.0887
N17	3	P17, P18, P19	5.2348
N18	3	P18, P85, P86	2.6910
N19	3	P19, P20, P22	6.4425
N20	3	P20, P21, P43	4.5679
N21	3	P21, P84, P85	2.3048
N22	3	P22, P23, P25	7.0223
N23	4	P23, P24, P27, P28	8.9849
N24	3	P24, P33, P43	4.4529
N25	2	P25, P26	4.9777
N26	3	P26, P27, P32	6.9180
N27	4	P28, P29, P82, P83	9.6705
N28	3	P29, P30, P52	5.9982
N29	3	P30, P31, P47	6.0601
N30	2	P31, P82	4.5800
N31	2	P32, P83	4.4245
N32	4	P33, P34, P80, P81	11.3918
N33	3	P34, P53, P54	6.1365
N34	3	P35, P54, P55	3.1539
N35	2	P35, P70	1.9610
N36	3	P36, P70, P71	3.1264
N37	3	P36, P89, P81	6.4234
N38	2	P37, P71	1.4266
N39	3	P37, P38, P58	4.9913
N40	3	P38, P89, P77	5.2917
N41	3	P39, P78, P79	4.8897
N42	3	P41, P74, P78	3.8716
N43	2	P42, P86	1.4384

Nœud	Nombre de tronçons	Tronçons liés	DEBIT PAR NŒUDS
N44	2	P44, P87	1.3632
N45	2	P46, P84	1.6339
N46	3	P46, P79, P80	5.2092
N47	3	P47, P50, P51	5.9581
N48	2	P48, P51	4.8539
N49	3	P48, P49, P53	6.3875
N50	3	P49, P50, P52	5.8775
N51	2	P55, P56	8.9048
N52	2	P56, P57	8.9346
N53	3	P57, P62, P67	2.9155
N54	3	P58, P59, P63	3.4893
N55	3	P59, P60, P69	3.1209
N56	3	P60, P61, P64	3.6001
N57	3	P61, P62, P65	3.8586
N58	3	P63, P76, P77	3.6029
N59	3	P64, P68, P75	3.6220
N60	3	P65, P66, P68	3.4893
N61	2	P66, P73	1.8327
N62	2	P67, P73	1.5202
N63	3	P69, P75, P76	3.1525
RESERVOIR	**1**	**P90**	**291**

Annexe 6. Etat des nœuds en simulation sans bornes d'incendies

État des Noeuds du Réseau sans bornes d'incendies				
	Altitude	Demande	Charge	Pression
ID Noeud	m	LPS	m	m
Noeud N1	330	4.5	356.86	26.86
Noeud N2	319.4	6.09	354.79	35.39
Noeud N3	326.6	4.4	355.44	28.84
Noeud N4	323.2	1.61	355.03	31.83
Noeud N5	331	3.53	356.43	25.43
Noeud N6	318.82	3.24	353.93	35.11
Noeud N7	323.2	1.87	354.53	31.33
Noeud N8	318.8	3.25	353.6	34.8
Noeud N9	320.7	6.14	354.37	33.67
Noeud N10	321.8	4.68	356.57	34.77
Noeud N11	325.1	4.33	356.28	31.18
Noeud N12	320.3	4.92	353.89	33.59
Noeud N13	324.2	4.85	356.18	31.98
Noeud N14	324	4.96	355.8	31.8
Noeud N15	318	6.32	353.23	35.23
Noeud N16	318.1	4.09	353.45	35.35
Noeud N17	322	5.23	355.32	33.32
Noeud N18	318.7	2.69	352.41	33.71
Noeud N19	324	6.44	354.76	30.76
Noeud N20	323.1	4.57	351.19	28.09
Noeud N21	318.9	2.3	351.93	33.03
Noeud N22	322	7.02	354.24	32.24
Noeud N23	317.8	8.98	350.36	32.56
Noeud N24	321.7	4.45	348.09	26.39
Noeud N25	324.4	4.98	353.53	29.13
Noeud N26	319.8	6.92	352.13	32.33
Noeud N27	312.3	9.67	349.51	37.21
Noeud N28	310.4	6	347.47	37.07
Noeud N29	309.3	6.06	347	37.7
Noeud N30	314.2	4.58	347.98	33.78
Noeud N31	320.5	4.42	351.08	30.58
Noeud N32	317	11.39	351.19	34.19
Noeud N33	309.8	6.14	342.28	32.48
Noeud N34	309.7	3.15	341.3	31.6
Noeud N35	312	1.96	340.16	28.16
Noeud N36	312.1	3.13	340.25	28.15
Noeud N37	314.9	6.42	350.02	35.12
Noeud N38	308.7	1.43	340.23	31.53
Noeud N39	307.4	4.99	342.02	34.62
Noeud N40	312	5.29	349.56	37.56
Noeud N41	312.4	4.89	352.77	40.37
Noeud N42	318.6	3.87	353.25	34.65
Noeud N43	317.3	1.44	352.41	35.11
Noeud N44	328.8	1.36	356.75	27.95
Noeud N45	317	1.63	351.91	34.91

État des Noeuds du Réseau sans bornes d'incendies				
	Altitude	Demande	Charge	Pression
ID Noeud	m	LPS	m	m
Noeud N46	316.1	5.21	352.17	36.07
Noeud N47	305.4	5.96	346.35	40.95
Noeud N48	304.6	4.85	345.34	40.74
Noeud N49	306.8	6.39	344.09	37.29
Noeud N50	309	5.88	345.88	36.88
Noeud N51	307.8	8.9	337.4	29.6
Noeud N52	319.6	8.93	345.6	26
Noeud N53	318.6	2.92	346.21	27.61
Noeud N54	312.6	3.49	343.26	30.66
Noeud N55	310.6	3.12	343.84	33.24
Noeud N56	315.1	3.6	344.72	29.62
Noeud N57	317	3.86	345.31	28.31
Noeud N58	312.8	3.6	348.94	36.14
Noeud N59	319	3.62	348.18	29.18
Noeud N60	320.6	3.49	347.69	27.09
Noeud N61	323.1	2.3	347.04	23.94
Noeud N62	321.5	1.52	346.53	25.03
Noeud N63	311.9	3.15	348.61	36.71
Réservoir R	355	-291	357	2

Annexe 7. Etat des conduites du réseau sans les bornes d'incendie

État des Arcs du Réseau sans bornes d'incendie						
	Longueur	Diamètre	Débit	Vitesse	Pert.Charge Unit.	
ID Arc	m	mm	LPS	m/s	m/km	État
Tuyau T1	537.1	96.8	4.48	0.61	3.87	Ouvert
Tuyau T2	269.1	352.6	-103.65	1.06	2.42	Ouvert
Tuyau T3	135.9	158.6	14.21	0.72	2.98	Ouvert
Tuyau T4	539.1	396.6	-122.26	0.99	1.85	Ouvert
Tuyau T5	319.5	312.8	79.99	1.04	2.68	Ouvert
Tuyau T6	192	141	-10.73	0.69	3.14	Ouvert
Tuyau T7	183.5	352.6	87.49	0.9	1.77	Ouvert
Tuyau T8	182.6	198.2	22.04	0.71	2.27	Ouvert
Tuyau T9	638.5	79.2	-2.48	0.5	3.44	Ouvert
Tuyau T10	183.7	440.8	147.71	0.97	1.58	Ouvert
Tuyau T11	626.6	96.8	4.44	0.6	3.82	Ouvert
Tuyau T12	178.8	158.6	-13.52	0.68	2.71	Ouvert
Tuyau T13	118.4	494	138.94	0.72	0.82	Ouvert
Tuyau T14	476.4	110.2	7.54	0.79	5.41	Ouvert
Tuyau T15	261.3	66	-0.72	0.21	0.86	Ouvert
Tuyau T16	616.6	96.8	-4.81	0.65	4.42	Ouvert
Tuyau T17	283.1	396.6	116.78	0.95	1.7	Ouvert
Tuyau T18	443.8	96.8	5.96	0.81	6.57	Ouvert
Tuyau T19	397.1	396.6	105.58	0.85	1.41	Ouvert
Tuyau T20	516.4	96.8	6.12	0.83	6.92	Ouvert
Tuyau T21	327	51.4	-0.64	0.31	2.27	Ouvert
Tuyau T22	469.8	396.6	93.02	0.75	1.11	Ouvert
Tuyau T23	563.9	96.8	6.11	0.83	6.88	Ouvert
Tuyau T24	329.5	51.4	1.16	0.56	6.87	Ouvert
Tuyau T25	474.1	352.6	79.89	0.82	1.49	Ouvert
Tuyau T26	594.7	312.8	74.91	0.97	2.36	Ouvert
Tuyau T27	542.7	110.2	5.74	0.6	3.26	Ouvert
Tuyau T28	493.1	79.2	1.71	0.35	1.73	Ouvert
Tuyau T29	347.7	176.2	27.07	1.11	5.87	Ouvert
Tuyau T30	675.5	51.4	0.33	0.16	0.69	Ouvert
Tuyau T31	349.8	176.2	-18.21	0.75	2.82	Ouvert
Tuyau T32	348	277.6	62.25	1.03	3.01	Ouvert
Tuyau T33	489.2	51.4	-1.11	0.53	6.34	Ouvert
Tuyau T34	839.6	79.2	4.55	0.92	10.62	Ouvert
Tuyau T35	330.6	66	1.54	0.45	3.47	Ouvert
Tuyau T36	528.4	66	-3.8	1.11	18.48	Ouvert
Tuyau T37	253.9	51.4	1.17	0.56	7.04	Ouvert
Tuyau T38	556.1	66	-3.22	0.94	13.56	Ouvert
Tuyau T39	365.1	51.4	0.46	0.22	1.25	Ouvert
Tuyau T40	319.4	110.2	4.86	0.51	2.4	Ouvert
Tuyau T41	251.3	158.6	13.04	0.66	2.54	Ouvert
Tuyau T42	254.7	66	1.48	0.43	3.23	Ouvert
Tuyau T43	137.4	51.4	-2.19	1.06	22.54	Ouvert
Tuyau T44	182.4	494	-154.86	0.81	0.99	Ouvert

État des Arcs du Réseau sans bornes d'incendie						
	Longueur	Diamètre	Débit	Vitesse	Pert.Charge Unit.	
ID Arc	m	mm	LPS	m/s	m/km	État
Tuyau T45	219.8	396.6	125.79	1.02	1.96	Ouvert
Tuyau T46	262.8	79.2	-1.26	0.26	0.99	Ouvert
Tuyau T47	275.9	158.6	12.49	0.63	2.34	Ouvert
Tuyau T48	747.7	66	-1.04	0.3	1.67	Ouvert
Tuyau T49	288.4	141	-15.5	0.99	6.19	Ouvert
Tuyau T50	708.9	66	-0.64	0.19	0.67	Ouvert
Tuyau T51	294.5	110.2	5.89	0.62	3.43	Ouvert
Tuyau T52	264.7	158.6	-20.74	1.05	5.99	Ouvert
Tuyau T53	335.4	123.4	10.15	0.85	5.41	Ouvert
Tuyau T54	142.6	110.2	-8.57	0.9	6.87	Ouvert
Tuyau T55	204	66	-3.87	1.13	19.13	Ouvert
Tuyau T56	1708	96.8	5.03	0.68	4.8	Ouvert
Tuyau T57	210.4	158.6	13.97	0.71	2.88	Ouvert
Tuyau T58	261.7	79.2	2.94	0.6	4.73	Ouvert
Tuyau T59	120.1	79.2	2.98	0.6	4.85	Ouvert
Tuyau T60	188.7	79.2	2.93	0.59	4.69	Ouvert
Tuyau T61	186.1	96.8	4	0.54	3.15	Ouvert
Tuyau T62	278.1	110.2	-5.69	0.6	3.22	Ouvert
Tuyau T63	367.4	66	-3.46	1.01	15.47	Ouvert
Tuyau T64	398.2	66	-2.53	0.74	8.66	Ouvert
Tuyau T65	364.3	66	-2.17	0.63	6.52	Ouvert
Tuyau T66	204.6	198.2	26.39	0.86	3.17	Ouvert
Tuyau T67	137.5	198.2	-22.58	0.73	2.38	Ouvert
Tuyau T68	180.3	220.4	-32.05	0.84	2.71	Ouvert
Tuyau T69	361.3	66	-3.17	0.93	13.19	Ouvert
Tuyau T70	90.46	51.4	-0.42	0.2	1.06	Ouvert
Tuyau T71	52.42	51.4	0.26	0.12	0.42	Ouvert
Tuyau T72	209.2	158.6	-12.6	0.64	2.38	Ouvert
Tuyau T73	188.9	198.2	24.1	0.78	2.68	Ouvert
Tuyau T74	194.2	352.6	89.1	0.91	1.83	Ouvert
Tuyau T75	199.2	246.8	38.2	0.8	2.16	Ouvert
Tuyau T76	116.4	246.8	44.52	0.93	2.89	Ouvert
Tuyau T77	289.8	277.6	51.58	0.85	2.12	Ouvert
Tuyau T78	385.8	396.6	-98.27	0.8	1.23	Ouvert
Tuyau T79	299	352.6	-93.84	0.96	2.01	Ouvert
Tuyau T80	556.7	352.6	-87.37	0.89	1.76	Ouvert
Tuyau T81	560.5	312.8	-70.32	0.92	2.1	Ouvert
Tuyau T82	633.6	198.2	22.79	0.74	2.41	Ouvert
Tuyau T83	602	277.6	57.83	0.96	2.62	Ouvert
Tuyau T84	88.03	66	-0.37	0.11	0.25	Ouvert
Tuyau T85	79.85	79.2	-3.31	0.67	5.91	Ouvert
Tuyau T86	54.15	51.4	-0.04	0.02	0.02	Ouvert
Tuyau T87	110.3	494	156.23	0.82	1.02	Ouvert
Tuyau T88	305.5	440.8	129.28	0.85	1.23	Ouvert
Tuyau T89	290.31	312.8	60.09	0.78	1.58	Ouvert
Tuyau T90	40	494	-291	1.52	3.43	Ouvert

Annexe 8. Etat des nœuds en simulation avec deux bornes d'incendie

État des Nœuds du Réseau				
	Altitude	Demande	Charge	Pression
ID Noeud	m	LPS	m	m
Noeud N1	330	4.5	356.79	26.79
Noeud N2	319.4	6.09	353.61	34.21
Noeud N3	326.6	4.4	354.69	28.09
Noeud N4	323.2	1.61	353.97	30.77
Noeud N5	331	3.53	356.16	25.16
Noeud N6	318.82	3.24	353.08	34.26
Noeud N7	323.2	1.87	353.55	30.35
Noeud N8	318.8	3.25	352.04	33.24
Noeud N9	320.7	6.14	352.3	31.6
Noeud N10	321.8	4.68	355.92	34.12
Noeud N11	325.1	4.33	355.44	30.34
Noeud N12	320.3	4.92	351.06	30.76
Noeud N13	324.2	4.85	355.17	30.97
Noeud N14	324	4.96	354.59	30.59
Noeud N15	318	6.32	348.28	30.28
Noeud N16	318.1	4.09	349.57	31.47
Noeud N17	322	5.23	354.15	32.15
Noeud N18	318.7	2.69	346.4	27.7
Noeud N19	324	6.44	353.26	29.26
Noeud N20	323.1	4.57	346.01	22.91
Noeud N21	318.9	2.3	346.31	27.41
Noeud N22	322	7.02	352.44	30.44
Noeud N23	317.8	8.98	347.18	29.38
Noeud N24	321.7	4.45	345.92	24.22
Noeud N25	324.4	4.98	351.36	26.96
Noeud N26	319.8	6.92	349.23	29.43
Noeud N27	312.3	9.67	347.55	35.25
Noeud N28	310.4	6	344.3	33.9
Noeud N29	309.3	6.06	341.22	31.92
Noeud N30	314.2	4.58	346.91	32.71
Noeud N31	320.5	4.42	348.55	28.05
Noeud N32	317	11.39	345.55	28.55
Noeud N33	309.8	6.14	343.07	33.27
Noeud N34	309.7	3.15	342.2	32.5
Noeud N35	312	1.96	339.64	27.64
Noeud N36	312.1	3.13	339.19	27.09
Noeud N37	314.9	6.42	344.59	29.69
Noeud N38	308.7	1.43	339.01	30.31
Noeud N39	307.4	4.99	338.92	31.52
Noeud N40	312	5.29	343.35	31.35
Noeud N41	312.4	4.89	349.49	37.09
Noeud N42	318.6	3.87	351.02	32.42
Noeud N43	317.3	1.44	348.07	30.77
Noeud N44	328.8	1.36	356.46	27.66
Noeud N45	317	1.63	346.65	29.65

État des Nœuds du Réseau				
	Altitude	Demande	Charge	Pression
ID Noeud	m	LPS	m	m
Noeud N46	316.1	5.21	348.46	32.36
Noeud N47	305.4	5.96	337.7	32.3
Noeud N48	304.6	4.85	337.27	32.67
Noeud N49	306.8	6.39	340.8	34
Noeud N50	309	5.88	340.94	31.94
Noeud N51	307.8	8.9	340.96	33.16
Noeud N52	319.6	8.93	339.77	20.17
Noeud N53	318.6	2.92	339.38	20.78
Noeud N54	312.6	3.49	338.12	25.52
Noeud N55	310.6	3.12	338.46	27.86
Noeud N56	315.1	3.6	338.6	23.5
Noeud N57	317	3.86	338.87	21.87
Noeud N58	312.8	3.6	341.68	28.88
Noeud N59	319	3.62	340.39	21.39
Noeud N60	320.6	3.49	339.85	19.25
Noeud N61	323.1	19.3	339.39	16.29
Noeud N62	321.5	18.52	339.29	17.79
Noeud N63	311.9	3.15	341.14	29.24
Réservoir R	355	-325	357	2

Annexe 9. Etat des tronçons en simulation avec deux bornes d'incendies

État des Arcs du Réseau							
	Longueur	Diamètre	Débit	Vitesse	Pert.Charge Unit.	Facteur Friction	État
ID Arc	m	mm	LPS	m/s	m/km		
Tuyau T1	537.1	110.2	7.92	0.83	5.93	0.019	Ouvert
Tuyau T2	269.1	352.6	-136.44	1.4	4.03	0.014	Ouvert
Tuyau T3	135.9	123.4	10.05	0.84	5.32	0.018	Ouvert
Tuyau T4	539.1	396.6	-150.89	1.22	2.73	0.014	Ouvert
Tuyau T5	319.5	352.6	84.19	0.86	1.64	0.015	Ouvert
Tuyau T6	192	123.4	-6.57	0.55	2.42	0.019	Ouvert
Tuyau T7	183.5	277.6	87.53	1.45	5.68	0.015	Ouvert
Tuyau T8	182.6	220.4	54.08	1.42	7.15	0.015	Ouvert
Tuyau T9	638.5	96.8	-5.5	0.75	5.66	0.019	Ouvert
Tuyau T10	183.7	396.6	146.61	1.19	2.61	0.014	Ouvert
Tuyau T11	626.6	96.8	6.16	0.84	7	0.019	Ouvert
Tuyau T12	178.8	158.6	-22.52	1.14	6.99	0.017	Ouvert
Tuyau T13	118.4	396.6	136.12	1.1	2.29	0.015	Ouvert
Tuyau T14	476.4	96.8	8.69	1.18	13.23	0.018	Ouvert
Tuyau T15	261.3	79.2	-3.01	0.61	4.92	0.021	Ouvert
Tuyau T16	616.6	96.8	-7.1	0.96	9.08	0.019	Ouvert
Tuyau T17	283.1	396.6	110.53	0.89	1.54	0.015	Ouvert
Tuyau T18	443.8	79.2	5.96	1.21	17.46	0.019	Ouvert
Tuyau T19	397.1	352.6	99.33	1.02	2.23	0.015	Ouvert
Tuyau T20	516.4	79.2	5.3	1.08	14.05	0.019	Ouvert
Tuyau T21	327	198.2	-13.49	0.44	0.91	0.019	Ouvert
Tuyau T22	469.8	352.6	87.59	0.9	1.76	0.015	Ouvert
Tuyau T23	563.9	96.8	7.2	0.98	9.32	0.019	Ouvert
Tuyau T24	329.5	141	11.93	0.76	3.81	0.018	Ouvert
Tuyau T25	474.1	312.8	73.38	0.95	2.28	0.015	Ouvert
Tuyau T26	594.7	277.6	68.4	1.13	3.57	0.015	Ouvert
Tuyau T27	542.7	141	11.88	0.76	3.78	0.018	Ouvert
Tuyau T28	493.1	96.8	-1.84	0.25	0.75	0.023	Ouvert
Tuyau T29	347.7	141	19.37	1.24	9.35	0.017	Ouvert
Tuyau T30	675.5	96.8	4.88	0.66	4.55	0.02	Ouvert
Tuyau T31	349.8	96.8	-9.71	1.32	16.24	0.018	Ouvert
Tuyau T32	348	277.6	49.6	0.82	1.97	0.016	Ouvert
Tuyau T33	489.2	246.8	21.71	0.45	0.76	0.018	Ouvert
Tuyau T34	839.6	277.6	61.86	1.02	2.96	0.015	Ouvert
Tuyau T35	330.6	110.2	9.15	0.96	7.74	0.018	Ouvert
Tuyau T36	528.4	55.4	-1.74	0.72	10.22	0.021	Ouvert
Tuyau T37	253.9	158.6	-4.38	0.22	0.34	0.021	Ouvert
Tuyau T38	556.1	55.4	-1.52	0.63	7.97	0.022	Ouvert
Tuyau T39	365.1	96.8	-4.12	0.56	3.32	0.02	Ouvert
Tuyau T40	319.4	277.6	30.91	0.51	0.82	0.017	Ouvert
Tuyau T41	251.3	352.6	23.76	0.24	0.16	0.018	Ouvert
Tuyau T42	254.7	176.2	9.5	0.39	0.84	0.019	Ouvert

État des Arcs du Réseau							
	Longueur	Diamètre	Débit	Vitesse	Pert.Charge Unit.	Facteur Friction	État
ID Arc	m	mm	LPS	m/s	m/km		
Tuyau T43	137.4	220.4	-14.23	0.37	0.6	0.019	Ouvert
Tuyau T44	182.4	396.6	-156.79	1.27	2.96	0.014	Ouvert
Tuyau T45	219.8	396.6	154.42	1.25	2.87	0.014	Ouvert
Tuyau T46	262.8	96.8	-6.11	0.83	6.88	0.019	Ouvert
Tuyau T47	275.9	96.8	8.53	1.16	12.79	0.018	Ouvert
Tuyau T48	747.7	55.4	1.15	0.48	4.72	0.023	Ouvert
Tuyau T49	288.4	96.8	-1.48	0.2	0.5	0.023	Ouvert
Tuyau T50	708.9	55.4	1.13	0.47	4.58	0.023	Ouvert
Tuyau T51	294.5	110.2	3.71	0.39	1.45	0.021	Ouvert
Tuyau T52	264.7	96.8	-8.49	1.15	12.67	0.018	Ouvert
Tuyau T53	335.4	96.8	-6.05	0.82	6.77	0.019	Ouvert
Tuyau T54	142.6	220.4	-49.67	1.3	6.12	0.016	Ouvert
Tuyau T55	204	198.2	-37.36	1.21	6.03	0.016	Ouvert
Tuyau T56	1708	277.6	-28.46	0.47	0.7	0.017	Ouvert
Tuyau T57	210.4	198.2	-19.52	0.63	1.81	0.018	Ouvert
Tuyau T58	261.7	55.4	-0.91	0.38	3.08	0.023	Ouvert
Tuyau T59	120.1	55.4	0.88	0.37	2.9	0.024	Ouvert
Tuyau T60	188.7	110.2	2.54	0.27	0.72	0.022	Ouvert
Tuyau T61	186.1	123.4	5.02	0.42	1.47	0.02	Ouvert
Tuyau T62	278.1	141	-8.03	0.51	1.83	0.019	Ouvert
Tuyau T63	367.4	55.4	-1.7	0.7	9.71	0.021	Ouvert
Tuyau T64	398.2	55.4	-1.12	0.46	4.48	0.023	Ouvert
Tuyau T65	364.3	55.4	-0.85	0.35	2.69	0.024	Ouvert
Tuyau T66	204.6	220.4	29.25	0.77	2.29	0.017	Ouvert
Tuyau T67	137.5	176.2	8.57	0.35	0.7	0.02	Ouvert
Tuyau T68	180.3	220.4	-33.58	0.88	2.96	0.017	Ouvert
Tuyau T69	361.3	55.4	-1.46	0.61	7.4	0.022	Ouvert
Tuyau T70	90.46	110.2	7.19	0.75	4.98	0.019	Ouvert
Tuyau T71	52.42	110.2	5.81	0.61	3.36	0.02	Ouvert
Tuyau T72	209.2	141	-8.44	0.54	2.01	0.019	Ouvert
Tuyau T73	188.9	198.2	9.95	0.32	0.52	0.019	Ouvert
Tuyau T74	194.2	312.8	115.2	1.5	5.29	0.014	Ouvert
Tuyau T75	199.2	220.4	38.32	1	3.77	0.016	Ouvert
Tuyau T76	116.4	220.4	42.94	1.13	4.68	0.016	Ouvert
Tuyau T77	289.8	220.4	48.24	1.26	5.77	0.016	Ouvert
Tuyau T78	385.8	352.6	-135.08	1.38	3.94	0.014	Ouvert
Tuyau T79	299	352.6	-126.07	1.29	3.48	0.014	Ouvert
Tuyau T80	556.7	312.8	-114.76	1.49	5.21	0.014	Ouvert
Tuyau T81	560.5	312.8	-63.22	0.82	1.73	0.016	Ouvert
Tuyau T82	633.6	198.2	14.29	0.46	1.01	0.018	Ouvert
Tuyau T83	602	277.6	45.17	0.75	1.66	0.016	Ouvert
Tuyau T84	88.03	96.8	4.47	0.61	3.88	0.02	Ouvert
Tuyau T85	79.85	176.2	-11.33	0.46	1.18	0.019	Ouvert

État des Arcs du Réseau							
	Longueur	Diamètre	Débit	Vitesse	Pert.Charge Unit.	Facteur Friction	État
ID Arc	m	mm	LPS	m/s	m/km		
Tuyau T86	54.15	79.2	-8.06	1.64	30.79	0.018	Ouvert
Tuyau T87	110.3	396.6	158.15	1.28	3.03	0.014	Ouvert
Tuyau T88	305.5	396.6	124.18	1.01	1.91	0.015	Ouvert
Tuyau T89	290.31	246.8	55.05	1.15	4.25	0.016	Ouvert
Tuyau T90	50	494	-325	1.7	4.15	0.014	Ouvert

Annexe 10. Etat des Nœuds en vieillissement des conduites

État des Noeuds du Réseau				
	Altitude	Demande	Charge	Pression
ID Noeud	m	LPS	m	m
Noeud N48	304.6	4.85	331.31	26.71
Noeud N47	305.4	5.96	331.87	26.47
Noeud N49	306.8	6.39	335.91	29.11
Noeud N39	307.4	4.99	333.47	26.07
Noeud N51	307.8	8.9	336.13	28.33
Noeud N38	308.7	1.43	333.58	24.88
Noeud N50	309	5.88	336.1	27.1
Noeud N29	309.3	6.06	336.47	27.17
Noeud N34	309.7	3.15	337.73	28.03
Noeud N33	309.8	6.14	338.87	29.07
Noeud N28	310.4	6	340.47	30.07
Noeud N55	310.6	3.12	332.88	22.28
Noeud N63	311.9	3.15	336.36	24.46
Noeud N40	312	5.29	339.24	27.24
Noeud N35	312	1.96	334.4	22.4
Noeud N36	312.1	3.13	333.81	21.71
Noeud N27	312.3	9.67	344.7	32.4
Noeud N41	312.4	4.89	347.24	34.84
Noeud N54	312.6	3.49	332.42	19.82
Noeud N58	312.8	3.6	337.07	24.27
Noeud N30	314.2	4.58	343.87	29.67
Noeud N37	314.9	6.42	340.85	25.95
Noeud N56	315.1	3.6	333.05	17.95
Noeud N46	316.1	5.21	345.89	29.79
Noeud N57	317	3.86	333.41	16.41
Noeud N45	317	1.63	343.53	26.53
Noeud N32	317	11.39	342.11	25.11
Noeud N43	317.3	1.44	345.38	28.08
Noeud N23	317.8	8.98	344.23	26.43
Noeud N15	318	6.32	345.66	27.66
Noeud N16	318.1	4.09	347.33	29.23
Noeud N53	318.6	2.92	334.07	15.47
Noeud N42	318.6	3.87	349.22	30.62
Noeud N18	318.7	2.69	343.21	24.51
Noeud N8	318.8	3.25	350.55	31.75

État des Noeuds du Réseau				
	Altitude	Demande	Charge	Pression
ID Noeud	m	LPS	m	m
Noeud N6	318.82	3.24	351.91	33.09
Noeud N21	318.9	2.3	343.09	24.19
Noeud N59	319	3.62	335.38	16.38
Noeud N2	319.4	6.09	352.59	33.19
Noeud N52	319.6	8.93	334.57	14.97
Noeud N26	319.8	6.92	346.9	27.1
Noeud N12	320.3	4.92	349.27	28.97
Noeud N31	320.5	4.42	346	25.5
Noeud N60	320.6	3.49	334.69	14.09
Noeud N9	320.7	6.14	350.89	30.19
Noeud N62	321.5	18.52	333.95	12.45
Noeud N24	321.7	4.45	342.59	20.89
Noeud N10	321.8	4.68	355.6	33.8
Noeud N22	322	7.02	351.07	29.07
Noeud N17	322	5.23	353.3	31.3
Noeud N61	323.1	19.3	334.08	10.98
Noeud N20	323.1	4.57	342.7	19.6
Noeud N4	323.2	1.61	353.06	29.86
Noeud N7	323.2	1.87	352.51	29.31
Noeud N14	324	4.96	353.87	29.87
Noeud N19	324	6.44	352.15	28.15
Noeud N13	324.2	4.85	354.63	30.43
Noeud N25	324.4	4.98	349.66	25.26
Noeud N11	325.1	4.33	354.98	29.88
Noeud N3	326.6	4.4	354	27.4
Noeud N44	328.8	1.36	356.3	27.5
Noeud N1	330	4.5	356.73	26.73
Noeud N5	331	3.53	355.92	24.92
Réservoir R	355	-325	357	2

Annexe 11. Etat des Nœuds en vieillissement des conduites

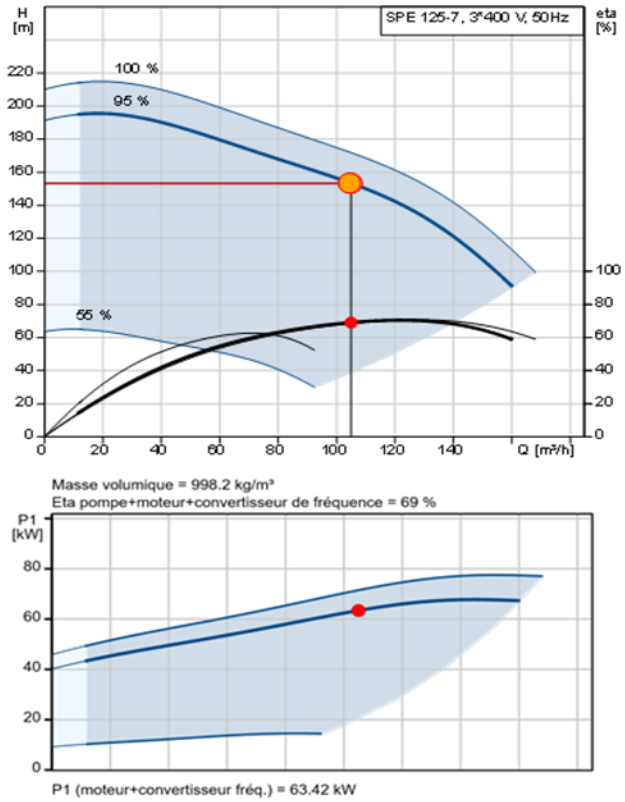
État des Arcs du Réseau							
	Longueur	Diamètre	Rugosité	Débit	Vitesse	Pert.Charge Unit.	État
ID Arc	m	mm		LPS	m/s	m/km	
Tuyau T1	537.1	110.2	130	7.92	0.83	7.71	Ouvert
Tuyau T2	269.1	352.6	130	-136.46	1.4	5.24	Ouvert
Tuyau T3	135.9	123.4	130	10.05	0.84	6.93	Ouvert
Tuyau T4	539.1	396.6	130	-150.9	1.22	3.55	Ouvert
Tuyau T5	319.5	352.6	130	84.21	0.86	2.14	Ouvert
Tuyau T6	192	123.4	130	-6.57	0.55	3.15	Ouvert
Tuyau T7	183.5	277.6	130	87.55	1.45	7.39	Ouvert
Tuyau T8	182.6	220.4	130	54.07	1.42	9.3	Ouvert

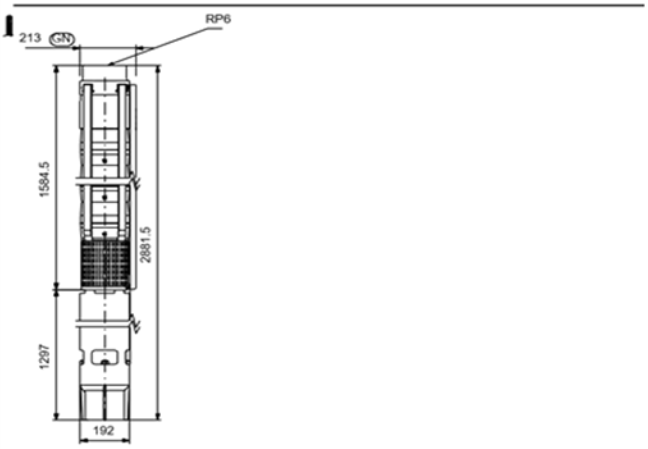
État des Arcs du Réseau							
	Longueur	Diamètre	Rugosité	Débit	Vitesse	Pert.Charge Unit.	État
ID Arc	m	mm		LPS	m/s	m/km	
Tuyau T9	638.5	96.8	130	-5.5	0.75	7.37	Ouvert
Tuyau T10	183.7	396.6	130	146.6	1.19	3.39	Ouvert
Tuyau T11	626.6	96.8	130	6.16	0.84	9.11	Ouvert
Tuyau T12	178.8	158.6	130	-22.51	1.14	9.09	Ouvert
Tuyau T13	118.4	396.6	130	136.11	1.1	2.97	Ouvert
Tuyau T14	476.4	96.8	130	8.69	1.18	17.24	Ouvert
Tuyau T15	261.3	79.2	130	-3.01	0.61	6.41	Ouvert
Tuyau T16	616.6	96.8	130	-7.09	0.96	11.83	Ouvert
Tuyau T17	283.1	396.6	130	110.52	0.89	2	Ouvert
Tuyau T18	443.8	79.2	130	5.96	1.21	22.75	Ouvert
Tuyau T19	397.1	352.6	130	99.33	1.02	2.9	Ouvert
Tuyau T20	516.4	79.2	130	5.3	1.08	18.3	Ouvert
Tuyau T21	327	198.2	130	-13.49	0.44	1.19	Ouvert
Tuyau T22	469.8	352.6	130	87.59	0.9	2.3	Ouvert
Tuyau T23	563.9	96.8	130	7.19	0.98	12.14	Ouvert
Tuyau T24	329.5	141	130	11.93	0.76	4.97	Ouvert
Tuyau T25	474.1	312.8	130	73.38	0.95	2.96	Ouvert
Tuyau T26	594.7	277.6	130	68.4	1.13	4.65	Ouvert
Tuyau T27	542.7	141	130	11.88	0.76	4.92	Ouvert
Tuyau T28	493.1	96.8	130	-1.84	0.25	0.97	Ouvert
Tuyau T29	347.7	141	130	19.37	1.24	12.19	Ouvert
Tuyau T30	675.5	96.8	130	4.88	0.66	5.93	Ouvert
Tuyau T31	349.8	96.8	130	-9.71	1.32	21.16	Ouvert
Tuyau T32	348	277.6	130	49.6	0.82	2.57	Ouvert
Tuyau T33	489.2	246.8	130	21.7	0.45	0.98	Ouvert
Tuyau T34	839.6	277.6	130	61.85	1.02	3.86	Ouvert
Tuyau T35	330.6	110.2	130	9.15	0.96	10.09	Ouvert
Tuyau T36	528.4	55.4	130	-1.74	0.72	13.31	Ouvert
Tuyau T37	253.9	158.6	130	-4.38	0.22	0.44	Ouvert
Tuyau T38	556.1	55.4	130	-1.52	0.63	10.38	Ouvert
Tuyau T39	365.1	96.8	130	-4.12	0.56	4.33	Ouvert
Tuyau T40	319.4	277.6	130	30.92	0.51	1.07	Ouvert
Tuyau T41	251.3	352.6	130	23.75	0.24	0.21	Ouvert
Tuyau T42	254.7	176.2	130	9.5	0.39	1.1	Ouvert
Tuyau T43	137.4	220.4	130	-14.22	0.37	0.78	Ouvert
Tuyau T44	182.4	396.6	130	-156.78	1.27	3.84	Ouvert
Tuyau T45	219.8	396.6	130	154.44	1.25	3.73	Ouvert
Tuyau T46	262.8	96.8	130	-6.11	0.83	8.97	Ouvert
Tuyau T47	275.9	96.8	130	8.53	1.16	16.67	Ouvert
Tuyau T48	747.7	55.4	130	1.15	0.48	6.15	Ouvert
Tuyau T49	288.4	96.8	130	-1.48	0.2	0.65	Ouvert
Tuyau T50	708.9	55.4	130	1.13	0.47	5.97	Ouvert
Tuyau T51	294.5	110.2	130	3.71	0.39	1.89	Ouvert
Tuyau T52	264.7	96.8	130	-8.49	1.15	16.51	Ouvert
Tuyau T53	335.4	96.8	130	-6.05	0.82	8.82	Ouvert
Tuyau T54	142.6	220.4	130	-49.66	1.3	7.95	Ouvert

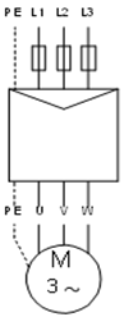
État des Arcs du Réseau							
	Longueur	Diamètre	Rugosité	Débit	Vitesse	Pert.Charge Unit.	État
ID Arc	m	mm		LPS	m/s	m/km	
Tuyau T55	204	198.2	130	-37.36	1.21	7.85	Ouvert
Tuyau T56	1708	277.6	130	-28.45	0.47	0.91	Ouvert
Tuyau T57	210.4	198.2	130	-19.52	0.63	2.36	Ouvert
Tuyau T58	261.7	55.4	130	-0.91	0.38	4.01	Ouvert
Tuyau T59	120.1	55.4	130	0.88	0.37	3.78	Ouvert
Tuyau T60	188.7	110.2	130	2.54	0.27	0.94	Ouvert
Tuyau T61	186.1	123.4	130	5.02	0.42	1.92	Ouvert
Tuyau T62	278.1	141	130	-8.03	0.51	2.39	Ouvert
Tuyau T63	367.4	55.4	130	-1.69	0.7	12.64	Ouvert
Tuyau T64	398.2	55.4	130	-1.12	0.46	5.84	Ouvert
Tuyau T65	364.3	55.4	130	-0.85	0.35	3.5	Ouvert
Tuyau T66	204.6	220.4	130	29.25	0.77	2.98	Ouvert
Tuyau T67	137.5	176.2	130	8.57	0.35	0.91	Ouvert
Tuyau T68	180.3	220.4	130	-33.59	0.88	3.85	Ouvert
Tuyau T69	361.3	55.4	130	-1.46	0.61	9.64	Ouvert
Tuyau T70	90.46	110.2	130	7.19	0.75	6.48	Ouvert
Tuyau T71	52.42	110.2	130	5.81	0.61	4.37	Ouvert
Tuyau T72	209.2	141	130	-8.44	0.54	2.62	Ouvert
Tuyau T73	188.9	198.2	130	9.95	0.32	0.68	Ouvert
Tuyau T74	194.2	312.8	130	115.22	1.5	6.87	Ouvert
Tuyau T75	199.2	220.4	130	38.33	1	4.91	Ouvert
Tuyau T76	116.4	220.4	130	42.94	1.13	6.09	Ouvert
Tuyau T77	289.8	220.4	130	48.24	1.26	7.51	Ouvert
Tuyau T78	385.8	352.6	130	-135.09	1.38	5.13	Ouvert
Tuyau T79	299	352.6	130	-126.08	1.29	4.52	Ouvert
Tuyau T80	556.7	312.8	130	-114.76	1.49	6.79	Ouvert
Tuyau T81	560.5	312.8	130	-63.22	0.82	2.25	Ouvert
Tuyau T82	633.6	198.2	130	14.29	0.46	1.32	Ouvert
Tuyau T83	602	277.6	130	45.17	0.75	2.16	Ouvert
Tuyau T84	88.03	96.8	130	4.47	0.61	5.05	Ouvert
Tuyau T85	79.85	176.2	130	-11.33	0.46	1.53	Ouvert
Tuyau T86	54.15	79.2	130	-8.06	1.64	40.05	Ouvert
Tuyau T87	110.3	396.6	130	158.14	1.28	3.93	Ouvert
Tuyau T88	305.5	396.6	130	124.17	1.01	2.48	Ouvert
Tuyau T89	290.31	246.8	130	55.06	1.15	5.53	Ouvert
Tuyau T90	50	494	130	-325	1.7	5.31	Ouvert

Annexe 12. Caractéristique de la pompe de refoulement

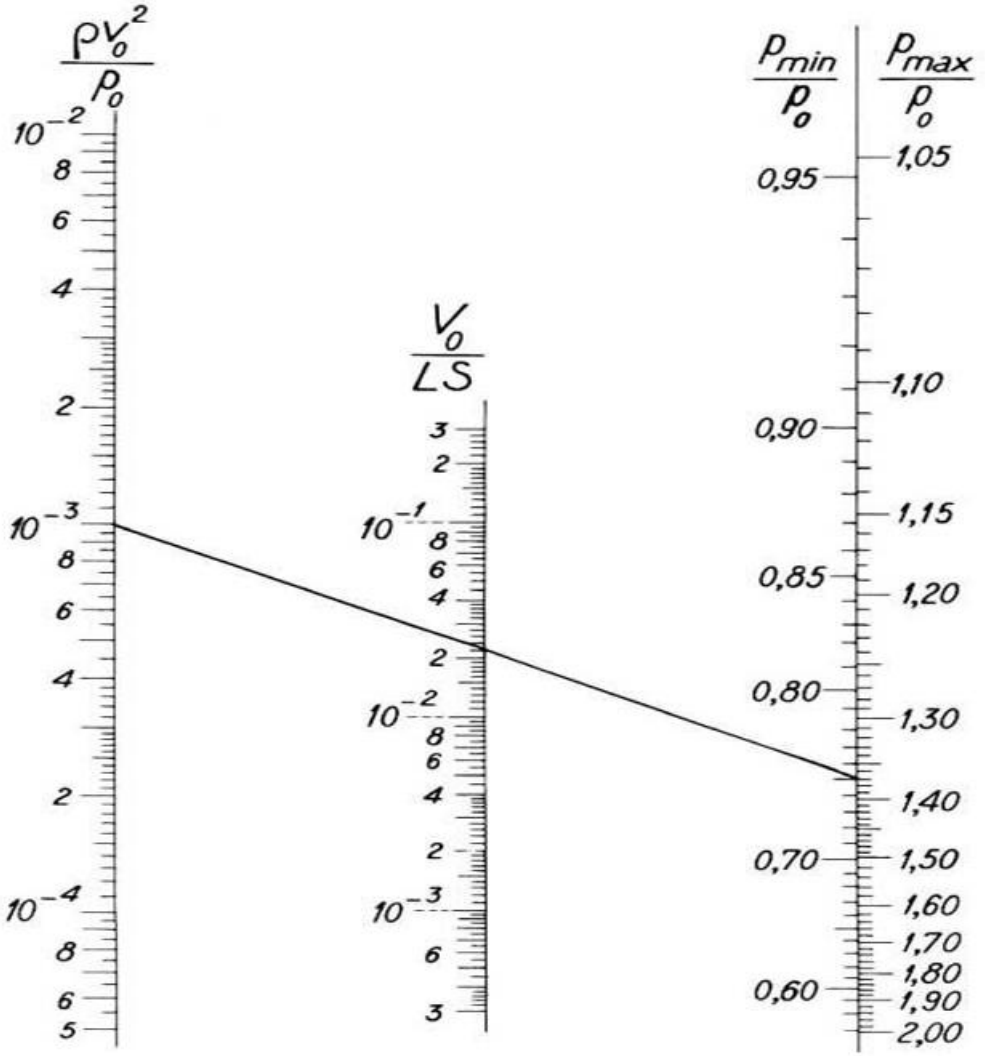
Description	Valeur
Information générale :	
Nom produit :	SPE 125-7
Code article :	Sur demande
Numéro EAN :	Sur demande
Technique :	
Vitesse de rotation pour les données de la pompe : Débit calculé réel :	2863 mn-1 105 m³/h
Débit nominal :	0 m³/h
Point de fonctionnement réel de la pompe :	153.3 m
Hauteur nominale :	0 m
Étages :	7
Nombre de roues à diamètre réduit : Garniture mécanique pour moteur :	NONE SiC/SiC
Certifications :	CE, EAC, UKCA, SEPRO, MOR OCCO
Certifications pour l'eau potable :	ACS, DM174
Tolérance courbe :	ISO9906 :2012 3B
Modèle : Version motrice :	D T60
Clapet anti-retour :	OUI
Matériaux :	
Pompe :	Stainless steel EN 1.4301 AISI 304 Acier inox.
Roue :	EN 1.4301 AISI 304
Moteur :	Fonte EN-JL-1040 ASTM A48 Class 40B
Installation:	
Pression ambiante maximale :	60 bars
Pression de sortie maximale autorisée :	21.3 bars
Type raccordement :	Rp
Taille du raccordement :	6 pouces
Diamètre motor:	8 pouces
Diamètre de forage minimum:	225 mm
Liquide :	
Liquide pompé :	Eau
Plage température liquide :	-15 .. 60 °C
T° max. liquide à 0,15 m/sec :	60 °C
Donnée électrique :	
Type moteur :	PM
Conception de la bride moteur :	Grundfos
Puissance nominale - P2 :	75 kW
Puissance (P2) requise par pompe :	75 kW
Fréquence d'alimentation :	50 Hz
Tension nominale :	3 x 350-440 V
Fréquence motrice : Intensité nominale :	100 Hz 142 A
Vitesse nominale :	3000 mn-1
Nombre de pôles :	4
Méthode de démarrage :	Direct-on-line (DOL)
Indice de protection (IEC 34-5):	IP68
Protection thermique :	AUCUN
No moteur :	93337890
Enroulements :	PE2/PA
Tours minute en fonction de la fréquence :	3000 tr/min à 100 Hz
Commandes :	
Convertisseur de fréquence :	Type de VFD IPM requis
Autres :	
Description	**Valeur**
Poids net : Poids brut :	263 kg 324 kg
Volume d'expédition :	0.434 m3







Annexe 13. Abaque de Vibert



Exemple : pour $\rho V_0^2/p_0 = 10^{-3}$ et $p_{min}/p_0 = 0,75$ (soit $p_{max}/p_0 = 1,37$), on obtient :
$V_0/LS = 2,2 \times 10^{-2}$.

Annexe 14. Devis quantitatif détaillé

	DESIGNATION	QUANTITES PROJET	UNITES	PRIX EN FRANCS CFA/HTVA	
N° PRIX				Prix Unitaire	Prix Total
SERIE 1 : FRAIS GENERAUX DU CHANTIER					
1.1	**FRAIS GENERAUX**				**203 500 000**
1.1.1	Installation générale repli de chantier	1	ff	11 000 000	11 000 000
1.1.2	Dossier d'exécution (Etudes d'ingénierie, Plans, Note de calcul, ferraillage)	1	ff	125 000 000	125 000 000
1.1.3	Provision pour mesures environnementales et sociales	1	ff	7 500 000	7 500 000
1.1.4	Frais pour réception en usine (Conduites + Pompes+ EQ PND)	1	ff	60 000 000	60 000 000
SOUS TOTAL SERIE 1					**203 500 000**
SERIE 2 : REALISATION DE DIX (10) FORAGES A GRAND DIAMETRE/GROS DEBIT					
2.1	**TRAVAUX PREPARATOIRES**				**29 000 000**
2.1.1	Implantation géophysique	10	u	1 500 000	15 000 000
2.1.2	Aménagement de la plate-forme des forages, Amenée initiale, installation générale et repli	10	ff	800 000	8 000 000
2.1.3	Montage et démontage	10	u	600 000	6 000 000
2.2	**FORATION**				**76 400 000**
2.2.1	Forage dans les formations d'altération (y compris alesage) Φ26"	40	ml	150 000	6 000 000
2.2.2	Forage dans les formations de socle (y compris alesage) Φ20"	180	ml	280 000	50 400 000

	DESIGNATION	QUANTITES PROJET	UNITES	PRIX EN FRANCS CFA/HTVA	
N° PRIX				Prix Unitaire	Prix Total
2.2.3	Diagraphie Rayonnement Gamma petite et grande normale. Polarisation spontanée jusqu'aux profondeurs - 200 m	10	u	2 000 000	20 000 000
2.3	**FOURNITURE ET POSE D'EQUIPEMENTS DE FORAGE**				**436 500 000**
2.3.1	Fourniture et pose de tube plein en PVC vissé-diamètre 24"	300	ml	250 000	75 000 000
2.3.2	Fourniture et pose de crépines en PVC vissé-diamètre 14"	400	ml	200 000	80 000 000
2.3.3	Fourniture et pose de tubes pleins en PVC vissé-diamètre 14"	1300	ml	180 000	234 000 000
2.3.4	Fourniture et pose d'un massif de gravier calibré pour forage d'exploitation	400	ml	50 000	20 000 000
2.3.5	Isolement des morts terrains par cimentation sur les 30 mètres de l'avant trou + le packer sur 1 m + les 10 derniers mètres après le gravillonnage y compris toutes sujetions et aléas	10	u	2 000 000	20 000 000
2.3.6	Isolement de morts terrains par remblayage en tout venant	300	ml	25 000	7 500 000
2.4	**DEVELOPPEMENT- ESSAIS DE POMPAGE - ANALYSE D'EAU**				**28 500 000**
2.4.1	Développement à l'air -lift jusqu'à obtention d'eau claire	10	u	900 000	9 000 000
	Pompage de 4 paliers (1h par palier) et observation remontée	10	u	850 000	8 500 000
2.4.2	Essai de nappe longue durée, aquifère continu (pompage sur	10	u	800 000	8 000 000

	DESIGNATION	QUANTITES PROJET	UNITES	PRIX EN FRANCS CFA/HTVA	
N° PRIX				Prix Unitaire	Prix Total
	72 h en phase 1 + 24 h remontée en phase 2)				
2.4.3	Analyse physico-chimique et bactériologique	10	u	300 000	3 000 000
2.5	**REMISE DE DOSSIER TECHNIQUE**				**8 000 000**
2.5.1	Consolidation et remise de dossier technique	10	u	800 000	8 000 000
2.6	**GENIE CIVIL**				**120 000 000**
2.6.1	Construction d'une margelle pour forage d'exploitation	10	u	500 000	5 000 000
2.6.2	Construction d'une clôture de 2 m de hauteur sur un périmètre de 25x25m, en agglos de 15 cm avec raidisseurs tous les 4 m et un chaînage haut et bas en béton armé y compris les pilastres du portail.	10	ff	10 000 000	100 000 000
2.6.3	Fourniture et pose de portail métallique de 4 m à double battant avec serrure dotée d'un canon à goupilles y compris le traitement anti corrosion du portail	10	u	1 500 000	15 000 000
SOUS TOTAL SERIE 2					**698 400 000**
SERIE 3 : RENFORCEMENT DE LA CAPACITE DE PRODUCTION					
3.1	**RACCORDEMENT AU RESEAU DE L'ONEA**				**400 000 000**
3.1.1	Etudes d'exécution et formalités administratives	1	ff	100 000 000	100 000 000

	DESIGNATION	QUANTITES PROJET	UNITES	PRIX EN FRANCS CFA/HTVA	
N° PRIX				Prix Unitaire	Prix Total
3.1.2	Travaux de raccoordement au réseau de l'ONEA (Ouvrages de prise, regards, conduites, pièces spéciales, y compris toutes sujétions)	1	ff	300 000 000	300 000 000
SOUS TOTAL SERIE 3					**400 000 000**
SERIE 4 : EQUIPEMENTS HYDROMECANIQUES					
4.1	**COLONNE D'EXHAURE**				**900 000 000**
4.1.1	Fourniture et pose de colonne d'exhaure en tube acier inox 316 L DN 150 avec raccordement, y compris toutes sujétions de raccordement.	2000	ml	350 000	700 000 000
4.1.2	Fourniture et pose de groupe électropompe immergé, Plage de débit 80 à 150 m^3/h à 150 m de HMT, avec jupe de refroidissement, sonde et un clapet anti-retour y compris tous les accessoires de pose et toutes sujétions et aléas.	10	Ens.	20 000 000	200 000 000
4.2	**EQUIPEMENT DES MANIFOLD**				**100 000 000**
SOUS TOTAL SERIE 4					**1 000 000 000**
SERIE 5 : FOURNITURE ET POSE DE CONDUITES DE REFOULEMENT					
5.1	**FOURNITURE ET POSE DE CONDUITES DE REFOULEMENT**				**2 577 000 000**
5.1.1	Fourniture et pose de conduite de refoulement PEHD DN 315 PN 16 y compris toutes	15000	ml	150 000	2 250 000 000

	DESIGNATION	QUANTITES PROJET	UNITES	PRIX EN FRANCS CFA/HTVA	
N° PRIX				Prix Unitaire	Prix Total
	sujétions (pièces spéciales de raccordement équipements de robinetterie, lit de sable, grillage avertisseur, etc.)				
5.1.2	Tranchée, déblai et remblai pour tout type de terrain	15000	ml	20 000	300 000 000
5.1.3	Dispositif anti bélier	10	u	700 000	7 000 000
5.1.4	Raccordement à colonne d'alimentation de la bâche de collecte d'eau traitée (fourniture et pose)	10	u	2 000 000	20 000 000
5.2	**ESSAIS DE PRESSION DES CONDUITES**				**210 000 000**
5.2.1	Essais de pression partiels sur conduites	15000	ml	6 000	90 000 000
5.2.2	Essai général de pression y compris désinfection de canalisation, pièces de raccord et toutes sujétions	15000	ml	8 000	120 000 000
SOUS TOTAL SERIE 5					**2 787 000 000**
SERIE 6 : CONSTRUCTION DES OUVRAGES EN GENIE CIVIL ET MACONNERIE					
6.1	**CHÂTEAU D'EAU DE 3500 m3 SUR TOUR DE 15 m**				**2 025 000 000**
6.1.1	Sondages Géotechniques et préparation de la plateforme : Préparation plateforme - Echafaudage - Sondage Géotechnique - (Etudes	1	ens	25 000 000	25 000 000

	DESIGNATION	QUANTITES PROJET	UNITES	PRIX EN FRANCS CFA/HTVA	
N° PRIX				Prix Unitaire	Prix Total
	techniques complémentaires, Essais de sol et béton, Documents de récolement, etc.)				
6.1.2	Construction d'une réservoir surélevé de 3500 m3 sur tour de 15 m, le tout en béton armé y compris toutes sujétions (Fondations, tour, ceinture supérieure, Dalle intermédiaire, couple supérieure, cuve tronconique, ceinture inférieure, chéminée, coupole inférieure, regards, Escalier d'accès, trappes d'accès, échelle, Grille d'aération, tôle de couverture, aménagements divers	1	ens	2 000 000 000	2 000 000 000
6.2	**GENIE CIVIL DE LA BACHE DE 3000 m^3**				**600 000 000**
6.2.1	Construction d'une bâche de stockage temporaire de l'eau y compris toutes sujétions (Terrassement, ouvrages en fondation et en élevation)	1	ens	600 000 000	600 000 000
6.3	**GENIE CIVIL DE LA SALLE DE REPRISE + SALLE ARMOIRE**				**25 000 000**
6.3.1	Construction d'une salle de reprise associée à une salle armoire de transfert d'eau au réservoir (Terrassements et mouvements de terre,Ouvrages en fondations,Radier général,Voiles,Massif des pompes,Dalle de	1	ens	25 000 000	25 000 000

	DESIGNATION	QUANTITES PROJET	UNITES	PRIX EN FRANCS CFA/HTVA	
N° PRIX				Prix Unitaire	Prix Total
	couverture,Escalier d'accès + poteaux+ balcon,Cunette en BA,Revêtement au sol, peinture, Ferronnerie, etc.)				
SOUS TOTAL SERIE 6					**2 650 000 000**
SERIE 7 : RESEAU DE DISTRIBUTION (Y COMPRIS LE DISPOSITIF DE LUTTE ANTI INCENDIE)					
7.1	**FOURNITURE ET POSE DE CONDUITES ET EQUIPEMENTS DE DISTRIBUTION**				**2 195 513 308**
7.1.1	**Tranchée, déblai et remblai pour tout type de terrain**	32740	ml	20 000	**654 800 000**
7.1.2	**Fourniture et pose de canalisations en PEHD et de pièces spéciales**				**1 202 085 308**
7.1.2.1	DN 63 PN10	4635	ml	4 500	20 856 623
7.1.2.2	DN 90 PN10	1339	ml	6 000	8 036 595
7.1.2.3	DN 110 PN10	7337	ml	6 500	47 691 940
7.1.2.4	DN 125 PN10	1568	ml	8 500	13 331 987
7.1.2.5	DN 140 PN10	397	ml	10 500	4 168 553
7.1.2.6	DN 160 PN10	1834	ml	12 500	22 925 438
7.1.2.7	DN 180 PN10	454	ml	15 500	7 042 193
7.1.2.8	DN 200 PN10	496	ml	18 500	9 169 571

	DESIGNATION	QUANTITES PROJET	UNITES	PRIX EN FRANCS CFA/HTVA	
N° PRIX				Prix Unitaire	Prix Total
7.1.2.9	DN 225 PN10	1792	ml	25 500	45 691 538
7.1.2.10	DN 250 PN10	1376	ml	35 000	48 153 525
7.1.2.11	DN 280 PN10	818	ml	45 000	36 831 848
7.1.2.12	DN 315 PN10	4825	ml	60 000	289 503 900
7.1.2.13	DN 355 PN10	3787	ml	85 000	321 862 275
7.1.2.14	DN 450 PN10	2039	ml	155 000	316 109 325
7.1.2.15	DN 560 PN10	42	ml	255 000	10 710 000
7.1.3	**Fourniture et pose de canalisations en fonte**				-
7.1.3.1	DN 500	20	ml	500 000	10 000 000
7.1.3.2	DN 600	20	ml	600 000	12 000 000
7.1.3.3	DN 700	15	ml	900 000	13 500 000
7.1.3.4	DN 800	10	ml	1 050 000	10 500 000
7.1.3.5	DN 1000	6	ml	1 700 000	10 200 000
7.1.4	**Fourniture et pose de PVC pour fourreau**				**15 490 000**
7.1.4.1	Diamètre extérieur 110 mm	250	ml	9 000	2 250 000
	Diamètre extérieur 160 mm	180	ml	18 000	3 240 000
7.1.4.2	Diamètre extérieur 315 mm	80	ml	65 000	5 200 000
7.1.4.3	Diamètre extérieur 600 mm	20	ml	240 000	4 800 000
7.1.5	**Fourniture et pose de canalisation en acier pour fourreau**	2 500	Kg	4 000	10 000 000
7.1.6	**Fourniture et pose de grillage avertisseur**	32 740	ml	1 200	**39 288 000**

	DESIGNATION	QUANTITES PROJET	UNITES	PRIX EN FRANCS CFA/HTVA	
N° PRIX				Prix Unitaire	Prix Total
7.1.7	**Fourniture et pose de pièces spéciales de raccordement**	1	Ens	350 000	**350 000**
7.1.8	**Fourniture et pose de robinettterie, fontainerie et divers**				**273 500 000**
7.1.8.1	***Fourniture et pose de robinet - vanne***				**157 670 000**
7.1.8.1.1	*ROBINET-VANNE ROND*				**30 670 000**
7.1.8.1.1.1	DN 50	18	u	95 000	1 710 000
7.1.8.1.1.2	DN 80	12	u	140 000	1 680 000
7.1.8.1.1.3	DN 100	14	u	220 000	3 080 000
7.1.8.1.1.4	DN 150	10	u	420 000	4 200 000
7.1.8.1.1.5	DN 200	8	u	850 000	6 800 000
7.1.8.1.1.6	DN 300	6	u	2 200 000	13 200 000
7.1.8.1.2	*ROBINET-VANNE A PAPILLON (à poser dans des regards)*				**127 000 000**
7.1.8.1.2.1	DN 350	2	u	3 500 000	7 000 000
7.1.8.1.2.2	DN 400	8	u	4 500 000	36 000 000
7.1.8.1.2.3	DN 500	4	u	6 500 000	26 000 000
7.1.8.1.2.4	DN 600	2	u	9 000 000	18 000 000
7.1.8.1.2.5	DN 700	2	u	12 000 000	24 000 000
7.1.8.1.2.6	DN 800	1	u	16 000 000	16 000 000
					-
7.1.8.2	***Fourniture et pose de bouches à clef***				**50 180 000**
7.1.8.2.1	DN 50	18	u	180 000	3 240 000
7.1.8.2.2	DN 80	12	u	280 000	3 360 000
7.1.8.2.3	DN 100	14	u	420 000	5 880 000
7.1.8.2.4	DN 150	10	u	850 000	8 500 000
7.1.8.2.5	DN 200	8	u	1 400 000	11 200 000
7.1.8.2.6	DN 300	6	u	3 000 000	18 000 000

	DESIGNATION	QUANTITES PROJET	UNITES	PRIX EN FRANCS CFA/HTVA	
N° PRIX				Prix Unitaire	Prix Total
7.1.8.3	***Fourniture et pose de ventouses*** *(Ventouse triple-effet)*				**32 580 000**
7.1.8.3.1	DN 50	6	u	180 000	1 080 000
7.1.8.3.2	DN 80	5	u	280 000	1 400 000
7.1.8.3.3	DN 100	5	u	420 000	2 100 000
7.1.8.3.4	DN 150	4	u	850 000	3 400 000
7.1.8.3.5	DN 200	4	u	1 400 000	5 600 000
7.1.8.3.6	DN 300	3	u	3 000 000	9 000 000
7.1.8.3.7	DN 400	2	u	5 000 000	10 000 000
7.1.8.4	***Fourniture et pose de vidanges***				**8 070 000**
7.1.8.4.1	DN 50	6	u	120 000	720 000
7.1.8.4.2	DN 80	5	u	180 000	900 000
7.1.8.4.3	DN 100	5	u	280 000	1 400 000
7.1.8.4.4	DN 150	4	u	550 000	2 200 000
7.1.8.4.5	DN 200	3	u	950 000	2 850 000
7.1.8.5	***Fourniture et pose de poteaux d'incendie DN 100 y compris pièces de raccord à la conduite principale et toutes sujétions (Génie civil, bornes de répérage, balises en béton, regards en béton armé)***	10	u	2 500 000	**25 000 000**
7.2	**Essais de pression partiels sur conduites**	32 740	ml	1 000	**32 740 000**
7.3	**Essai général de pression y compris désinfection de canalisation, pièces de raccord et toutes sujétions**	32 740	ml	1 500	**49 110 000**
SOUS TOTAL SERIE 7					**2 277 363 308**

	DESIGNATION	QUANTITES PROJET	UNITES	PRIX EN FRANCS CFA/HTVA	
N° PRIX				Prix Unitaire	Prix Total
SERIE 8 : EQUIPEMENTS HYDRAULIQUES					
8.1	**EQ RESERVOIR AU SOL 3000 m3**				**39 400 000**
8.1.1	Fourniture et pose d'une conduite de trop plein en acier inox DN 400, PN 10 y compris toutes sujétions et aléas	45	ml	320 000	14 400 000
8.1.2	Plus-value pour pièces de raccordement (coudes, tés, divergeant…) en acier inox DN 400, PN 10	1	ff	1 500 000	1 500 000
8.1.3	Manchette d'ancrage inox304L DN 400, PN 10 , lg:100 cm	2	u	850 000	1 700 000
8.1.4	Collecteur inox 304 L DN 400 pour vidange de la bâche	2	ml	1 500 000	3 000 000
8.1.5	Manchette d'ancrage inox304L DN 400, PN 10, lg:100 cm	2	u	850 000	1 700 000
8.1.6	Fourniture et pose d'une vanne papillon, en fonte, à double brides, PN 10,DN 400, y compris joint de démontage + colonnette de manœuvrée et toutes sujétions et aléas	3	u	4 500 000	13 500 000
8.1.7	Sondes de niveau à impulsion de type radar	2	u	1 800 000	3 600 000
8.2	**EQ REPRISE 400 m3/h**				**38 000 000**
	Fourniture et pose de pompes de refoulement				
8.2.1	Fourniture et pose de pompes de reprise à axe horizontal (Débit = 105 m^3/h, HMT = 153.3 m)	4	u	9 500 000	38 000 000
SOUS TOTAL SERIE 8					**77 400 000**

	DESIGNATION	QUANTITES PROJET	UNITES	PRIX EN FRANCS CFA/HTVA	
N° PRIX				Prix Unitaire	Prix Total
SERIE 9 : EQUIPEMENTS ELECTRIQUES					
9.1	EQUIPEMENTS ELECTROMECANIQUES DES FORAGES				16 000 000
9.1.1	Armoires de protection et de commande	10	u	350 000	3 500 000
9.1.2	Redressement du facteur de puissance	10	u	450 000	4 500 000
9.1.3	Câbles de puissance	10	u	300 000	3 000 000
9.1.4	Circuits terminaux et équipements	10	u	500 000	5 000 000
9.2	EQUIPEMENT ELECTROMECANIQUE SUR LE SITE DU CHÂTEAU D'EAU 3000m3				8 000 000
9.2.1	Branchement-abonnement				
SOUS TOTAL SERIE 9					24 000 000
SERIE 10 : EQUIPEMENTS D'AUTOMATISME ET DE TELEGESTION					
10.1	EQUIPEMENTS SUR LE SITE DES FORAGES				25 000 000
10.1.1	AUTOMATE	10	u	2 500 000	25 000 000
SOUS TOTAL SERIE 10					25 000 000
SERIE 11 : STATION DE CHLORATION DE L'EAU					
11.1	Fourniture et installation d'une pompe doseuse de 419l/h y compris accessoires et toute sujétions	1	ens	5 000 000	5 000 000
11.2	Fourniture et installation d'un bac à solution chlorée de 6000 l	1	ens	2 500 000	2 500 000

	DESIGNATION	QUANTITES PROJET	UNITES	PRIX EN FRANCS CFA/HTVA	
N° PRIX				Prix Unitaire	Prix Total
SOUS TOTAL SERIE 11					7 500 000
SERIE 12 : LOCAUX D'EXPLOITATION					
12.1	Contruction de locaux d'exploitation (Bureaux, Locaux techniques, Magasins, Hangard de stockage de conduite, Guérite, Latrines, etc.)	1	ens	50 000 000	50 000 000
SOUS TOTAL SERIE 12					50 000 000
MONTANT TOTAL DES TRAVAUX HTVA EN FCFA					10 200 163 308
MONTANT TVA (18%)					1 836 029 395
MONTANT TOTAL DES TRAVAUX TTC EN FCFA					12 036 192 703

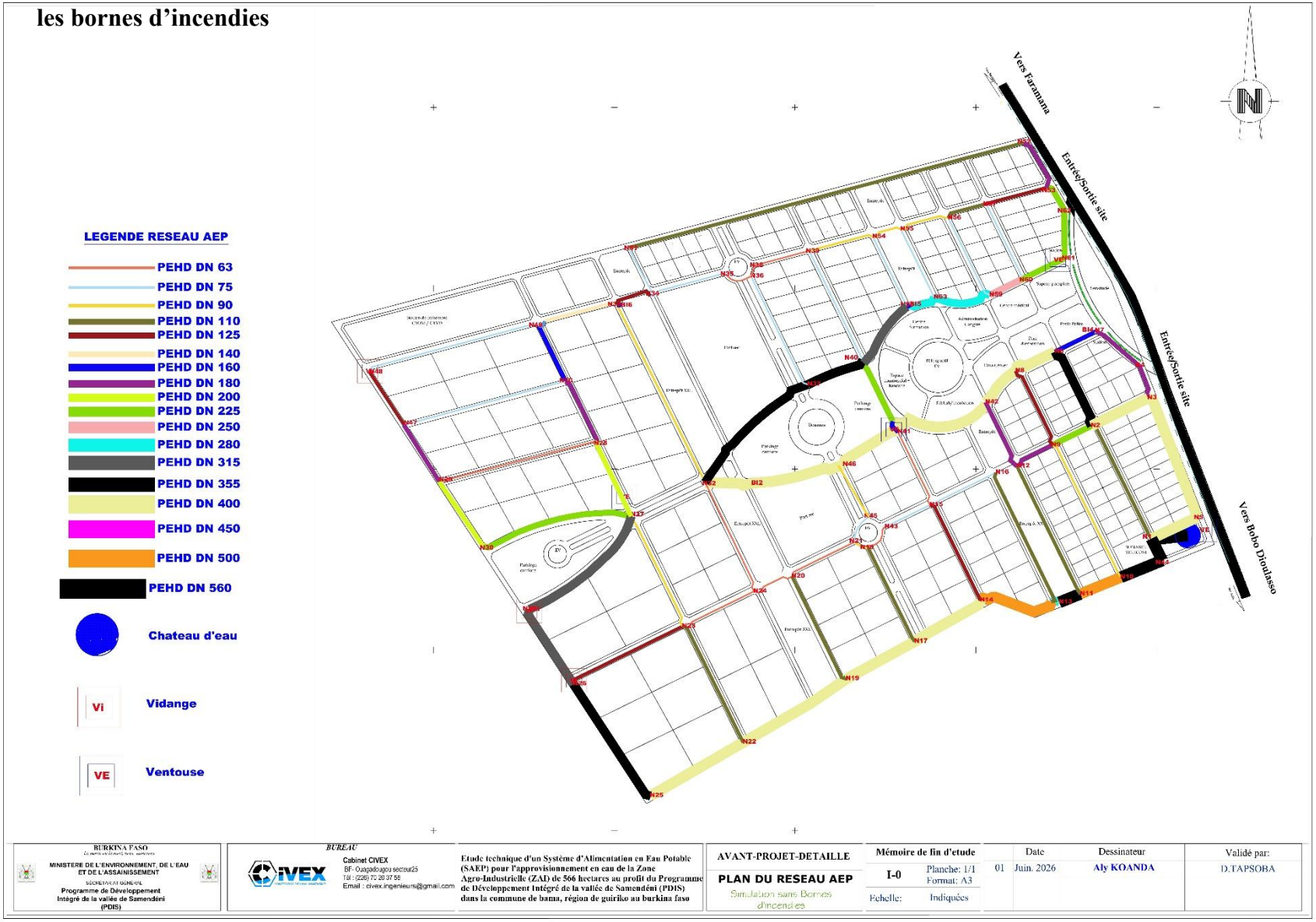
Annexe 15. Quelques images terrains

<table>
<tr><td>
</td><td></td></tr>
<tr><td>Titre : Panneau de signalization de la ZAI</td><td>Titre : Balise de délimitation de la Zone</td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Titre : Traversé de la ligne électrique sur la ZAI</td><td>Titre : Vue du terrain</td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Titre : Végétation dans la ZAI</td><td>Titre : Prise de vue lors de la visite du site</td></tr>
</table>

Annexe 16. Photo de la Pompe de reprise Grundfos, NKE 125-225/232 AA1F1S3ESBQQENWA



Plan du réseau AEP sans les bornes d'incendies



Annexe 17. Plan du réseau AEP avec les bornes d'incendies

