# ETUDE DE FAISABILITE TECHNIQUE POUR LA REALISATION D'UN SYSTEME D'ADDUCTION EN EAU POTABLE SIMPLIFIE (AEPS) A GOUMSIN DANS LA COMMUNE DE KAYAO, REGION DU NAZINON AU BURKINA FASO

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

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

---

Présenté et soutenu publiquement le 15 Juillet 2026 par

**Chris-Toê Rebecca SODRE (N° 20210578)**

**Directeur de mémoire : Pr.** Harinaivo Anderson ANDRIANISA**, Professeur Titulaire (CAMES), 2iE**

**Encadrant 2iE : Dr. Moussa Diagne FAYE, Maitre-Assistant (CAMES), 2iE**

**Maître de stage : M. Poyié Casimir SOME, Ingénieur du Génie Rural, DGREH**

Structure d'accueil du stage : Direction Générale des Ressources en Eau et de l'Hydraulique (DGREH)

**Jury d'évaluation du stage :**

Président : Dr. Angelbert Chabi BIAOU

Membres et correcteurs : Mme Tani Fatimata A. COULIDIATI

M. Moussa OUEDRAOGO

**Promotion [2025/2026]**

# DEDICACES

*A mes très chers parents, Monsieur SODRE Kassoum Jean et Madame SODRE, née COMPAORE Pauline,*

Vous qui avez tout sacrifié pour que je puisse un jour tenir ce travail entre mes mains, aucun mot ne saurait exprimer la profondeur de ma gratitude. Ce diplôme est avant tout le vôtre.

*A ma grande sœur, Madame GUELLA, née SODRE Viné-Wendé Esther,*

Tu es cette petite lumière qui, sans le savoir, me donnait chaque jour une raison de plus d'aller jusqu'au bout. Je te dédie ce travail avec tout l'amour que j'ai pour toi.

*A mon petit frère, SODRE Siméon Asaël,*

Sans forcément le comprendre, tu m'as donné envie de réussir pour te montrer qu'avec du travail et de la détermination, tout est possible. Je te dédie ce travail en espérant qu'il t'inspire un jour à donner le meilleur de toi-même.

*A ma petite nièce, GUELLA BoWend-Songr Gémima Michelle,*

Tu ne pourras pas lire ces mots aujourd'hui, mais un jour, tu sauras que ta venue dans cette famille a apporté une joie immense et une énergie nouvelle. Je te dédie une part de ce travail en te souhaitant une vie pleine de bonheur et de réussite.

# REMERCIEMENTS

Avant tout propos, je rends grâce au Seigneur pour Sa grâce, Sa fidélité et Sa protection tout au long de ces cinq années passées au sein de l'Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement (2iE).

Mes sincères remerciements s'adressent ensuite :

A l'institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement (2iE), pour la qualité de la formation dispensée et les opportunités offertes tout au long de mon parcours académique ;

Au Professeur Harinaivo Anderson ANDRIANISA, Directeur de mémoire et chef du Département de la filière GEAAH pour son encadrement, ses orientations et sa disponibilité ;

Au Docteur Moussa Diagne FAYE, qui, en tant qu'encadrant interne, n'a ménagé aucun effort pour m'apporter son assistance au long de la réalisation de ce travail ;

A la Direction Générale des Ressources en Eau et de l'Hydraulique (DGREH), structure d'accueil de ce stage, pour avoir mis à disposition les ressources et données nécessaires à la conduite de cette étude ;

A Monsieur Poyié Casimir SOME, Ingénieur de conception du Génie Rural à la DGREH et Maître de stage, pour son accompagnement technique de qualité, sa rigueur scientifique, sa disponibilité et les précieux enseignements et conseils ;

A mes camarades de promotion, pour les moments de partage, d'entraide et de solidarité qui ont marqué ces années d'études. Votre présence a rendu ce parcours plus riche et plus humain ;

Enfin, à toutes les personnes qui, de près ou de loin, par un mot, un geste ou un soutien, ont contribué à l'aboutissement de ce travail.

Que chacun trouve ici l'expression de ma profonde gratitude.

## RESUME

Cette étude porte sur la faisabilité technique d'un système d'AEPS pour le village de Goumsin, situé dans la commune rurale de Kayao, région du Nazinon au Burkina Faso. Le village comptait **2 414** habitants en **2019** (RGPH,2019), répartis dans plusieurs quartiers, et dispose de treize forages communautaires, trois postes d'eau autonome (PEA) privés et quatre puits modernes, dont la répartition inégale et les pannes récurrentes limitent l'accès effectif à l'eau pour une partie de la population.

Sur la base d'un taux d'accroissement de **1,43 %**, le projet permettra de couvrir les besoins en eau potable de **80 %** d'une population estimée à **3 488** habitants en **2045**, pour une demande au jour de pointe de **112,15 $m^3$/j**. Les consommations spécifiques retenues sont de **20 l/j** aux bornes Fontaines et **30 l/j** aux branchements particuliers. L'eau sera mobilisée depuis deux forages **F1** et **F2** existants, de débits d'exploitation respectifs de **4,5 $m^3$/h** et **5,4 $m^3$/h**, chacun équipé d'une pompe immergée Grundfos **SP 5A-17**, soit **deux pompes de même type** fonctionnant en parallèle. Chaque forage dispose de son propre champ photovoltaïque, soit deux champs solaires de respectivement **09** et **07** modules de **300Wc**, complétés chacun par un groupe électrogène de **5 kVA**. Le système énergétique mixte assurera **12 heures** de pompage journalier. L'eau sera refoulée vers un château d'eau métallique de **60 $m^3$**, surélevé de **12 m**, via une conduite principale en **PEHD PN16** de **DN90**. La distribution sera gravitaire sur un réseau ramifié de **7 096 m**, alimentant six bornes fontaines et **218** branchements particuliers, avec des conduites en **PEHD PN10** de diamètres variant de **DN63** à **DN160**. Le coût de revient du $m^3$ d'eau est estimé à **557 FCFA** est supérieur au prix de vente fixé à **188 FCFA/$m^3$** dans le cadre de la réforme tarifaire nationale de **2026**. Le déficit sera couvert par la péréquation nationale de l'ONEA. Sur le plan environnemental, le projet est classé en catégorie **B** et un plan de gestion environnementale et sociale sera élaboré.

**Mots Clés :**

1. Goumsin
2. Approvisionnement en Eau Potable Simplifiée (AEPS)
3. Forage
4. Distribution d'eau par gravité
5. Péréquation

# ABSTRACT

This study addresses the technical feasibility of a Simplified Drinking Water Supply System (AEPS) for the village of Goumsin, Kayao commune, Nazinon region, Burkina Faso. The village had **2,414** inhabitants in **2019** and relies on thirteen community boreholes, three privatePEA and four modern wells, whose uneven distribution and frequent breakdowns limit effective water acces for part of the population.

Based on a grown rate of **1.43 %**, the project will cover the drinking water needs of **80 %** of an estimated population of **3,488** inhabitants by **2045**, with a peak day demand of **112.15 $m^3$/day**. Specific consumption rates are set at **20 l/day** at standpipes and **30 l/day** for private connections. Water will be drawn from two existing boreholes with exploitation flows of **4.5 $m^3$/h** and **5.4 $m^3$/h** respectively, each equipped with a Grundfos **SP 5A-17** submersible pump; **two identical pumps** operating in parallel. Each borehole has its own dedicated solar array, comprising respectively **9** and **7** modules of **300 Wp**, each complemented by a **5 kVA** backup generator set. The hybrid energy system will ensure **12 hours** of daily pumping. Water will be pumped to a **60 $m^3$** metallic elevated tank on a **12 m** tower through a **DN90 PN16 HDPE** main pipe. Gravity distribution covers a branched network of **7,096 m**, supplying six standpipes and **218** private connections through **PN10 HDPE** pipes ranging from **DN63** to **DN160**. Financial analysis reveals a production cost of **557 FCFA/$m^3$**, exceeding the national tariff of **188 FCFA/$m^3$**, with the deficit offset by ONEA's national equalization mechanism. Environmentally, the project is classified as category **B**, and an Environmental and Social Management Plan has been developed.

**Keywords**

1. Goumsin
2. Simplified Drinking Water Supply System
3. Borehole
4. Gravity Water distribution
5. Equalization

# SIGLES ET ABREVIATIONS

**2iE** : Institut International d'ingénierie de l'Eau et de l'Environnement

**AEPS** : Approvisionnement en Eau Potable Simplifiée

**ANEVE** : Agence Nationale des Évaluations Environnementales

**BAD** : Banque Africaine de Développement

**BF** : Borne Fontaine

**BNDT** : Base Nationale des Données du Territoire

**BP** : Branchement Particulier

**CGES** : Cadre de Gestion Environnementale et Sociale

**CONASUR** : Conseil National de Secours d'Urgence et de Réhabilitation

**CSPS** : Centre de Santé et de Promotion Sociale

**CVD** : Conseil Villageois de Développement

**DGREH** : Direction Générale des Ressources en Eau et de l'Hydraulique

**GPS** : Global Positionning System

**HMT** : Hauteur Manométrique Totale

**INSD** : Institut National de la Statistique et de la Démographie

**INO** : Inventaire National des Ouvrages

**MAERAH** : Ministère de l'Agriculture, de l'Eau, des Ressources Animales et Halieutiques

**ONEA** : Office National de l'Eau et de l'Assainissement

**PCD** : Plan Communal de Développement

**PDI** : Personnes Déplacées Internes

**PEA** : Poste d'Eau Autonome

**PEHD** : Polyéthylène Haute Densité

**PEM** : Point d'Eau Moderne

**PGES** : Plan de Gestion Environnementale et Sociale

**PMH** : Pompe à Motricité Humaine

**PN-AEP** : Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable

**PVGIS** : Photovoltaic Geographical Information System

**RGPH** : Recensement Général de la Population et de l'Habitation

**RN** : Route Nationale

**TTC** : Toutes Taxes Comprises

**TVA** : Taxe sur la Valeur Ajoutée

**UTM** : Universal Transverse Mercator

**VBG** : Violences Basées sur le Genre

# SOMMAIRE

DEDICACES ..... ii
REMERCIEMENTS ..... iii
RESUME ..... iv
ABSTRACT ..... v
SIGLES ET ABREVIATIONS ..... vi
SOMMAIRE ..... viii
LISTE DES TABLEAUX ..... x
LISTE DES FIGURES ..... xi
FICHE SIGNALETIQUE DE PROJET ..... xii
I. INTRODUCTION ..... 1
II. PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL ET DE LA ZONE D'ETUDE ..... 3
2.1. Présentation de la Direction Générale des Ressources en Eau et de l'Hydraulique (DGREH) 3
2.2. Présentation de la zone d'étude ..... 4
III. PRESENTATION DU PROJET ..... 11
3.1. Contexte ..... 11
3.2. Objectifs de l'étude ..... 11
3.3. Résultats attendus ..... 11
IV. METHODOLOGIE DE CONCEPTION ..... 12
4.1. Documentation ..... 12
4.2. Matériels et Logiciels utilisés ..... 12
4.3. Méthode d'évaluation de la situation de référence des ouvrages hydrauliques ..... 12
4.4. SIG et Télédétection ..... 13
4.5. Méthode de conception du système ..... 13
4.6. Méthodologie de dimensionnement ..... 18
4.7. Analyse financière ..... 32
V. ETUDE DE FAISABILITE TECHNIQUE ..... 34
5.1. Etats de lieux ..... 34
5.2. Résultat de la télédétection ..... 35
5.3. Estimation des besoins en eau de la population de Goumsin ..... 36
5.4. Réseau de distribution ..... 42
5.5. Simulation du réseau de distribution ..... 48
5.6. Dimensionnement du réservoir de stockage ..... 50
5.7. Dimensionnement du réseau d'adduction ..... 52
VI. ETUDE DE FAISABILITE FINANCIERE ..... 61

6.1. Etude du coût du projet ..... 61
6.2. Gestion de l'AEPS de Goumsin ..... 63
VII. ETUDE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL ..... 65
7.1. Catégorisation du projet ..... 65
7.2. Cadre juridique et institutionnel ..... 65
7.3. Description du projet ..... 65
7.4. Risques environnementaux et sociaux ..... 66
7.5. Impacts environnementaux et sociaux ..... 66
7.6. Mesures d'atténuation et de bonification ..... 66
7.7. Plan de gestion environnementale et sociale (PGES) ..... 67
VIII. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS ..... 68
Conclusion ..... 68
Recommandations ..... 68
Bibliographie ..... xv
Annexes ..... xvii

# LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Consommation spécifique proposée par le PN-AEP 2015-2030 ..... 15
Tableau 2 : Consommation spécifique fixée par le décret n°2019-0204 ..... 15
Tableau 3 : Variation du coefficient de pointe en fonction de la taille de la population ..... 18
Tableau 4 : Capacité utile du réservoir avec la méthode forfaitaire ..... 24
Tableau 5 : Temps d'amortissement de certains équipements ..... 33
Tableau 6 : Sources d'approvisionnement en eau potable dans le village de Goumsin ..... 34
Tableau 7 : cadre hypothétique de l'évaluation des besoins en eau de la population ..... 36
Tableau 8 : Taux d'accès de l'AEPS ..... 37
Tableau 9 : Evaluation des besoins annexes ..... 38
Tableau 10 : Evaluation du taux de croissance de la population ..... 41
Tableau 11 : Evolution du nombre de consommateurs ..... 41
Tableau 12 : Estimation des besoins en eau de la population ..... 42
Tableau 13 : Débit fictif de dimensionnement hydraulique ..... 44
Tableau 14 : Capacité du réservoir : Méthode forfaitaire ..... 50
Tableau 15 : Capacité du réservoir : Méthode analytique ..... 50
Tableau 16 : Paramètres de traitement ..... 51
Tableau 17 : Débit de l'adduction par refoulement ..... 52
Tableau 18 : Dimensionnement de la colonne montante et de la colonne d'exhaure ..... 53
Tableau 19 : Résultats de calcul de la conduite de refoulement ..... 54
Tableau 20 : Récapitulatif de l'étude du coup de bélier ..... 57
Tableau 21 : Caractéristiques des pompes ..... 58
Tableau 22 : Les différentes puissances des pompes ..... 58
Tableau 23 : Caractéristiques des 02 champs solaires ..... 59
Tableau 24 : Puissance de l'onduleur des deux (02) champs solaires ..... 60
Tableau 25 : Caractéristiques des 02 groupes électrogènes ..... 60
Tableau 26 : Investissement du projet ..... 61
Tableau 27 : Amortissement et exploitation ..... 62
Tableau 28 : Prix de vente du mètre cube d'eau ..... 63
Tableau 29 : Mode de gestion des AEPS ..... 64

# LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Situation géographique de la commune de la zone d'étude ..... 5
Figure 2 : Emplacement géographique du village de Goumsin ..... 6
Figure 3 : Carte hydrographique et hydrogéologique de la commune de Kayao ..... 8
Figure 4 : Carte des linéaments et point de foration ..... 35
Figure 5 : Tracé illustratif du réseau de l'AEPS de Goumsin ..... 43
Figure 6 : Rapport de simulation du réseau sur EPANET ..... 48
Figure 7 : Analyse comparative des vitesses calculées et simulées ..... 49
Figure 8 : Analyse comparative des pressions calculées et simulées ..... 49
Figure 9 : Courbes des besoins en eau et de la capacité de production du forage ..... 53
Figure 10 : Paramètres de la conduite F2-N10 ..... 55
Figure 11 : Paramètres de la conduite F1-N10 ..... 55
Figure 12 : Paramètres de la conduite N10-CE ..... 56
Figure 13 : Point de fonctionnement de la pompe ..... 59

# FICHE SIGNALETIQUE DE PROJET

| | | |
|---|---|---|
| **LOCALISATION AU BURKINA FASO** | | |
| Région / Province / Commune / Village | Nazinon / Bazèga / Kayao / Goumsin | |
| **ETUDE ENVIRONNEMENTALE** | | |
| Catégorie du projet | B | |
| Type d'étude | Synthèse NIES | |
| **INFORMATION SOCIO-ECONOMIQUES** | | |
| Population de référence (2019) | 2 414 | |
| Taux d'accroissement de la population | 1,43 % | |
| Population à l'horizon du projet (2045) | 3 488 | |
| Taux de desserte de l'AEPS | 80 % | |
| Consommations spécifiques | 20 l/j/hbt au BF et 30 l/j/hbt au BP | |
| Demande du jour de pointe | 112,15 $m^3$/j | |
| Débit en tête du réseau | 8,39 l/s | |
| **RESSOURCE EN EAU SOUTERRAINE** | | |
| Type | Forage F1 | Forage F2 |
| Côte du forage TN | 316 m | 320 m |
| Débits d'exploitation | 5,4 $m^3$/h | 4,5 $m^3$/h |
| Niveau dynamique | 31 m | |
| **ELECTROPOMPE GRUNDFOS DE TYPE SP 5A-17** | | |
| Débit de pompage F1 / F2 | 5,4 $m^3$/h | 4,5 $m^3$/h |
| Hauteur Manométrique Totale (HMT) | 58 m | 61 m |
| Rendement des pompes | 60 % | |
| **ENERGIES SOLAIRE PHOTOVOLTAIQUE ET THERMIQUE** | | |
| Puissance des champs solaires 1 / 2 | 2,583 kW | 2,046 kW |
| Puissance des groupes électrogènes | 5 kVA | |
| **RESEAU D'ADDUCTION PAR REFOULEMENT DIRECT** | | |
| Longueur F1-N10 / F2-N10 | 151 m | 179 m |
| Longueur de la conduite principale | 3 491 m | |
| Nature des conduites | PEHD | |
| Diamètre nominal (DN) F1-N10 / F2-N10 | 75 mm | 63 mm |
| DN de la conduite principale | 90 mm | |
| **RESERVOIR METALLIQUE CYLINDRO-CONIQUE** | | |
| Volume | 60 $m^3$ | |
| Côte du terrain naturel | 330 m | |
| Hauteur sous-radier | 12 m | |
| **RESEAU DE DISTRIBUTION GRAVITAIRE** | | |
| Longueur | 7 096 m | |
| Natures des conduites | PEHD | |
| DN des conduites | 63 mm à 160 mm | |
| **POINTS DE DESSERTES** | | |
| Nombre de bornes fontaines (BF) | 06 | |
| Nombre de branchements particuliers (BP) | 218 | |
| **FINANCES ET GESTION** | | |
| Investissement TTC | 385 650 084 F CFA | |
| Prix en vigueur de vente de 1 $m^3$ d'eau<br>188 F CFA | Prix de revient de 1 $m^3$ d'eau<br>557 F CFA | |
| Mode de gestion en vigueur | Gestion par l'ONEA | |
| Mode de financement du déficit | Péréquation national (ONEA) | |

# I. INTRODUCTION

Seulement 31 % de la population en Afrique Subsaharienne bénéficient d'un accès à l'eau potable géré en toute sécurité (JMP, 2023 ; ONU, 2015). Cette ressource est pourtant indispensable à la préservation de la dignité humaine, à la santé publique et au développement socio-économique des populations. Etant donné que dans les pays du Sahel, on assiste à une croissance démographique galopante, une variabilité climatique accrue et à une instabilité sécuritaire, l'Union Africaine a inscrit dans son agenda 2063 l'ambition de garantir à chaque Africain un accès réel à l'eau potable, avec une attention particulière portée aux populations rurales (UA/Agenda_2063, 2015).

Au Burkina Faso, des efforts importants ont été consentis ces dernières années pour améliorer l'accès à l'eau. Pourtant, le chemin reste long. En 2025, le taux national d'accès à l'eau potable était de 78,9 % (INO, 2025). Derrière ce chiffre se cachent des réalités très inégales. Si les villes affichent un taux de 91,9 %, les campagnes peinent à dépasser 71,8 %. Environ 11 % des ruraux continuent de puiser leur eau à des sources non protégées, avec tous les risques sanitaires que cela implique (INO, 2025).

C'est pour répondre à cette réalité que le gouvernement a lancé le Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable (PN-AEP, 2015-2030), piloté par la Direction Générale des Ressources en Eau et de l'Hydraulique (Ex DGEP). Par ailleurs, le secteur a connu un tournant majeur en avril 2026. Le gouvernement a décidé de confier à l'ONEA la responsabilité de gérer le service public de l'eau potable sur toute l'étendue du territoire (Présidence du Faso, 2026). Par la suite, une harmonisation tarifaire fixe désormais le prix de l'eau à 188 FCFA/$m^3$ pour la première tranche sociale, aussi bien en ville qu'en milieu rural (Sidwaya, 2026). Cette réorientation marque une rupture profonde avec les anciens dispositifs de gestion décentralisée. Ainsi, elle appelle une conception des systèmes d'AEP intégrant d'emblée les exigences d'exploitation professionnelle.

Dans ce contexte national en mutation, le village de Goumsin, situé dans la commune rurale de Kayao, incarne les défis propres des localités rurales sahéliennes. Sa population estimée à 2 652 habitants en 2025, bénéficie en apparence d'un taux d'accès à l'eau potable de 100 % via des PMH, PEM. Cependant, les pannes fréquentes et la dispersion spatiale des ouvrages hydrauliques contraignent une partie des ménages à parcourir jusqu'à 1 km pour s'approvisionner (GERTEC, 2025). Cette situation aggrave les inégalités de genre et expose

les populations à des risques sanitaires. Le contexte sécuritaire du BF, qui a généré d'importants mouvements de populations déplacées vers des zones comme le Nazinon, contribue par ailleurs à accentuer la pression sur les infrastructures déjà insuffisantes.

C'est précisément pour répondre à cette problématique que le Ministère de l'Agriculture, de l'Eau et des Ressources Animales et Halieutiques (MAERAH), dans le cadre du Projet PEPA-MR financé par la BAD, envisage la réalisation d'un système d'AEPS. Le présent mémoire a ainsi pour objet de réaliser cette étude de faisabilité technique pour le village de Goumsin, en vue d'améliorer la desserte en eau. Il s'articule autour de quatre objectifs spécifiques : réaliser un état des lieux des forages, PEA, PEM, en évaluant leur état de fonctionnement et leur répartition spatiale ; concevoir et dimensionner le système ; évaluer la viabilité économique du projet et élaborer une notice d'impact environnemental et Social (NIES) assortie d'un plan de gestion environnementale et sociale (PGES).

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

## 2.1. Présentation de la Direction Générale des Ressources en Eau et de l'Hydraulique (DGREH)

### 2.1.1. Institution et Mission de la DGREH

La DGREH, résulte de la fusion de la Direction générale des ressources en eau, Direction générale de l'eau potable, Direction générale des infrastructures hydrauliques, Secrétariat technique GIRE. C'est une direction générale interne relevant du Ministère de l'Agriculture, de l'Eau, des Ressources Animales et Halieutiques (MAERAH), compte rendu du conseil des ministres n°003 du 29 Janvier 2026. Elle a pour mission de mettre en œuvre et de suivre les politiques et stratégies nationales dans les domaines des ressources en eau et hydraulique, en relation avec les structures du département, les autres ministères, les collectivités territoriales, les organisations de la société civile et les autres acteurs, établi par l'arrêté n°2026-308/MAERAH/CAB portant organisation et fonctionnement de la DGREH 01/04/2026.

### 2.1.2. Organisation de la DGREH

La DGREH, dirigée par un directeur général nommé par décret en conseil des ministres sur proposition du Ministre, est composé de :

Huit (08) services d'appui,

- Le service des ressources humaines SRH ;
- Le service financier SF ;
- Le bureau comptable matière secondaire BCMS ;
- Le service de planification, de suivi et d'évaluation SPSE ;
- Le service de contrôle interne SCI ;
- Le service de communication et des relations publiques SCRP ;
- Le service des archives et de documentation SAD ;
- Le service du secrétariat SS.

Six (06) direction de service,

- La direction des études et de l'information sur l'eau DEIE ;
- La direction de la qualité des eaux DQEaux ;
- La direction de l'approvisionnement en eau potable DAEP ;
- La direction de la mobilisation des ressources en eau DMRE ;
- La direction des infrastructures hydrauliques DIH ;
- La direction de la police de l'eau DPE.

Notre stage a été effectué au sein de la direction de l'approvisionnement en eau potable DAEP. Elle comprend les services suivants :

- le Service du Développement du Service Public de l'Eau potable en abrégé « SD-SPE » ;

- le Service d'Appui Technique et de Suivi des Infrastructures d'Approvisionnement en Eau Potable en abrégé « SATSI-AEP ».

La direction DAEP est chargé de :

- De coordonner l'élaboration et le suivi des programmes d'eau potable sur la base des programmes régionaux correspondants et des schémas directeurs des collectivités territoriales ;
- D'assurer l'assistance technique aux structures déconcentrées en matière d'eau potable ;
- D'assurer le suivi et la supervision des travaux de réalisation et de réhabilitation des ouvrages d'eau potable en collaboration avec les services techniques déconcentrés ;
- D''élaborer et de mettre en œuvre les plans d'actions pour le développement du service public de l'eau potable.

## 2.2.Présentation de la zone d'étude

### 2.2.1. Milieu physique et naturel

#### 2.2.1.1.Situation géographique

La commune rurale de Kayao se trouve à 110 Km de Kombissiri, chef-lieu de la province du Bazèga et à 147 Km de Manga, chef-lieu de la région du Nazinon au Burkina Faso. On y accède par la route nationale N°1. Elle s'étend sur environ 621 Km² et comprend 24 villages administratifs, dont Goumsin, notre site d'étude. Kayao est entouré des communes rurales suivantes :

- Au Nord par les communes rurales de Komsilga, Komki-Ipala et Kokologo ;
- Au Sud par les communes rurales de Bakata et Bougnounou ;
- A l'Est par la commune de Saponé ;
- A l'Ouest par les communes de Sabou et de Thyou.

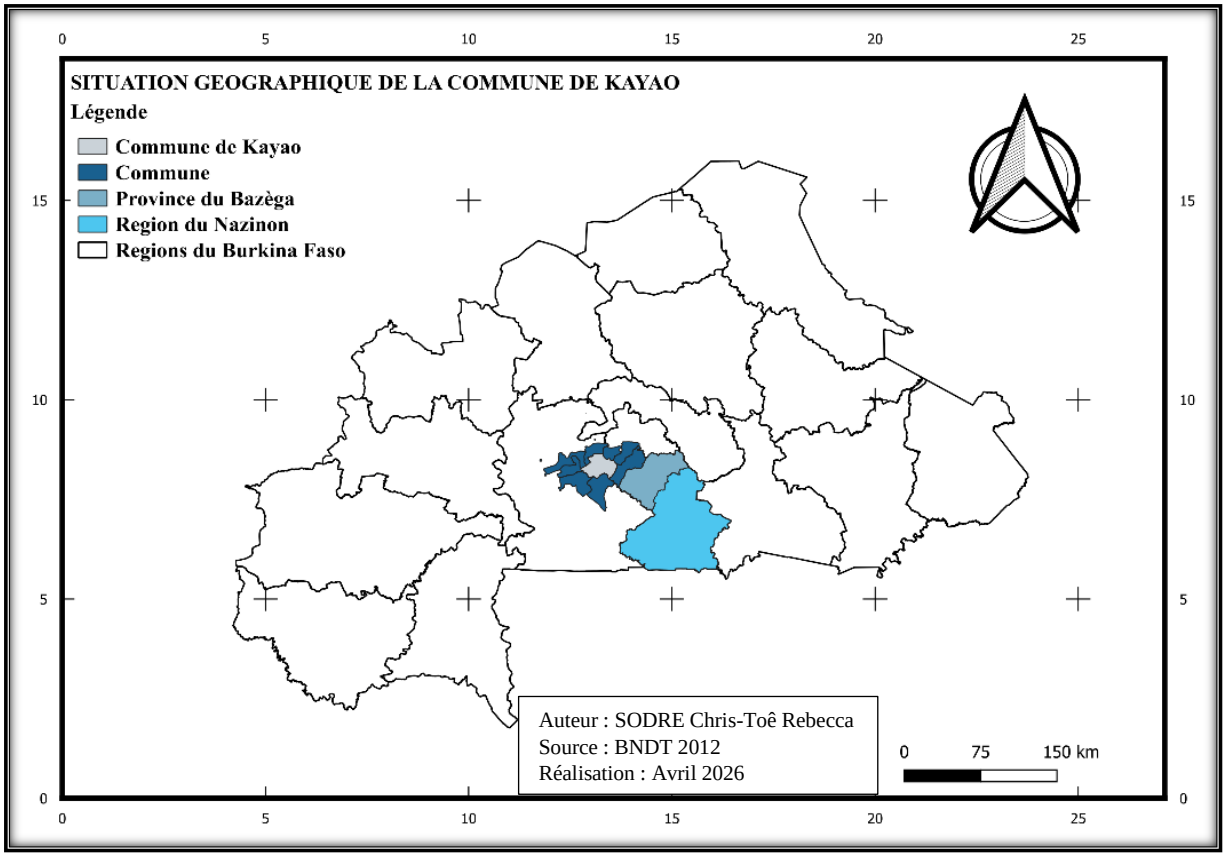



**Figure 1 : Situation géographique de la commune de la zone d'étude**

Le village de Goumsin est situé dans la partie Sud-Est, à environ 3 à 4 Km de Kayao chef-lieu de la commune. L'accès au site depuis Ouagadougou s'effectue par la RN5 en direction de Kombissiri (PCD, 2015). A ce niveau, une route secondaire bifurquant vers la gauche permet de rejoindre la commune de Kayao, puis une piste rurale qui conduit au village. Ses villages limitrophes sont :

- A l'Est par le village de Laado, un village de la même commune ;
- A l'Ouest par le village de Kayao village relevant de la même commune ;
- Au Nord par le village de Dapoury, un village de la même commune ;
- Au Sud par le village de Boulma dans la commune de Bakata.

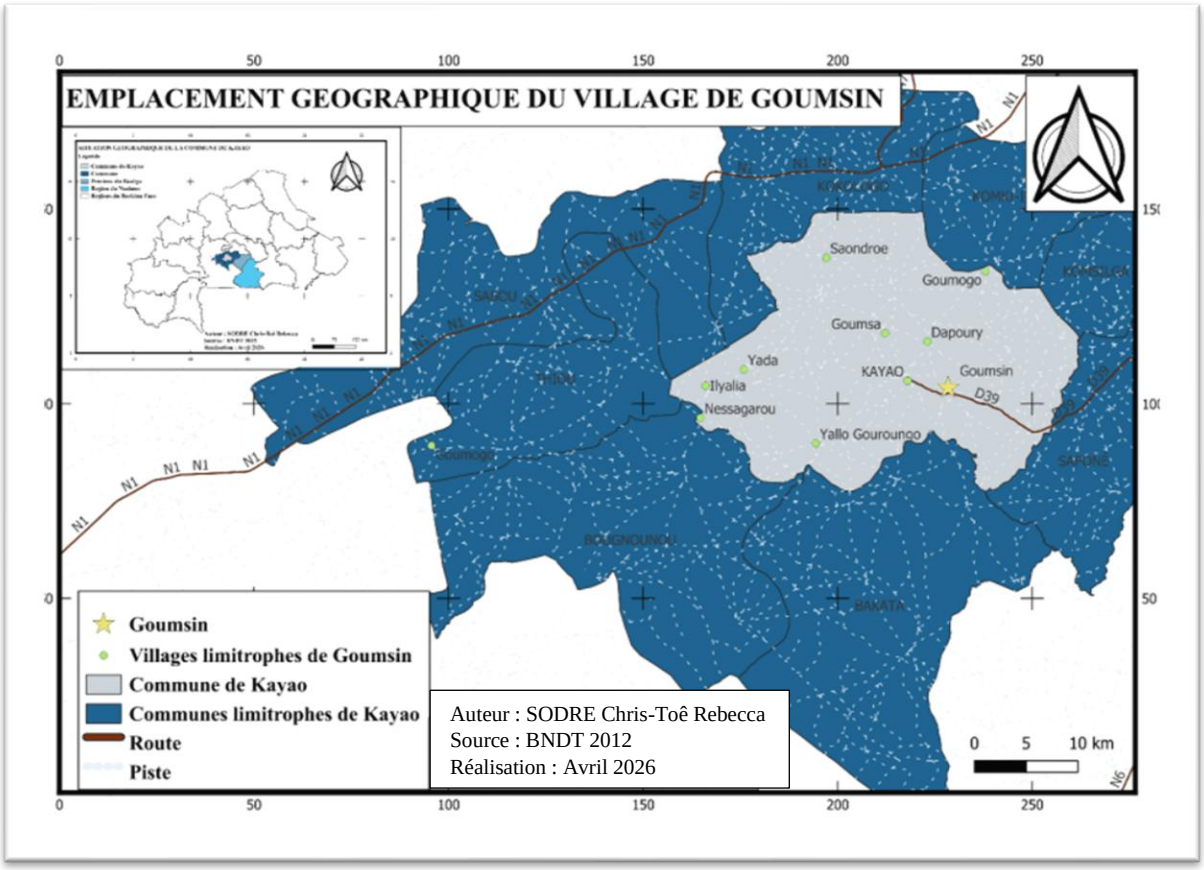



**Figure 2 : Emplacement géographique du village de Goumsin**

### 2.2.1.2.Relief et sols

Le relief et les caractéristiques pédologiques constituent des éléments déterminants dans la compréhension de l'occupation de l'espace et de la répartition des populations. En effet, les dynamiques d'implantation humaine sont fortement influencées par les potentialités qu'offrent le relief et les types de sols (Bailly et al.,2016). Selon le Plan Communal de Développement (PCD) de la commune de Kayao, le territoire de Kayao s'inscrit dans une pénéplaine d'altitudes comprise entre 300 et 360 mètres, marquée par la présence de bas-fonds ainsi que de formations résiduelles, notamment des inselbergs granitiques et des buttes cuirassées.

Les sols sont variés (gravillonnaires, argilo-sableux, argileux), de fertilité moyenne, et présentent des potentialités agricoles intéressantes permettant ainsi une certaine variété de productions.

### 2.2.1.3.Climat et pluviométrie

Goumsin, appartient à la zone climatique nord-soudanienne, caractérisée par une alternance de deux saisons bien distinctes : une saison pluvieuse relativement courte, influencé par la mousson et s'étendant généralement de Juin à Septembre, et une longue saison sèche dominée par l'harmattan, qui s'étend d'octobre à mai. Selon le PCD de Kayao, la pluviométrie annuelle

dans la zone varie globalement entre 600 et 900 mm, avec une installation des premières pluies généralement observée à partir du mois de mai. Une amélioration des précipitations a été enregistrée entre 2009 et 2010, à l'image de la tendance observée à l'échelle nationale.

Toutefois, ces dernières années sont marquées par une irrégularité croissante des précipitations, notamment des retards dans le démarrage de la saison des pluies ainsi qu'une répartition spatio-temporelle inégale. Cette variabilité climatique affecte les conditions de vie des populations de Goumsin et influence particulièrement les activités agro-sylvo-pastorales pratiquées dans la localité.

#### 2.2.1.4.Végétation et faune

La végétation est de type soudanien, marquée par une répartition hétérogène liée à la fois aux conditions climatiques et aux pressions anthropiques (PCD, 2015). Malgré ces contraintes, le couvert végétal demeure relativement présent, avec une prédominance de savanes arborées et arbustives, ainsi que des formations de forêts claires. Les galeries forestières bordant les bas-fonds sont aujourd'hui très dégradées (PCD, 2015). Cette dégradation pourrait limiter les ressources en bois de chauffe pour les populations riveraines et nécessitera des mesures de compensation (reboisement) dans le cadre du PGES. Quant à la faune, elle reste variée mais en recul, sous l'effet combiné de la dégradation de ses habitats et du braconnage. On y rencontre principalement des espèces telles que les rongeurs, les reptiles, certains oiseaux, le lièvre, le phacochère (PCD, 2015). Ces aspects feront l'objet d'une attention particulière dans l'étude environnementale.

#### 2.2.1.5.Hydrographie et hydrogéologie

Goumsin, s'inscrit dans un environnement hydrographique marqué par la présence du fleuve Nazinon, qui traverse la commune de Kayao et alimente plusieurs localités à travers ses ramifications. Bien que le village ne soit pas directement traversé par le fleuve, il bénéficie de l'influence de ce réseau hydrographique. Plus de 99 % de la commune de Kayao est constitué de formations géologiques de l'antébirimien (précambrien D). La pétrographie de cette zone révèle des roches migmatites et granitiques indifférenciées.

Sur le plan hydrogéologique, la zone d'étude présente des aquifères discontinus, liés aux zones d'altération et de fracturation des roches, avec des débits variables. Les débits de production captés par les forages varient de 1,01 à 18 $m^3$/h. Quelques données techniques indiquent des épaisseurs d'altération variant de 1 à 37 m, des profondeurs de foration allant de 31 à 92 m et des niveaux dynamiques en fin de pompage de 23 à 37 m (DGRE, 2021). Les eaux souterraines

constituent la principale ressource mobilisable pour l'AEP, la qualité est généralement satisfaisante sous réserve d'une désinfection au chlore.

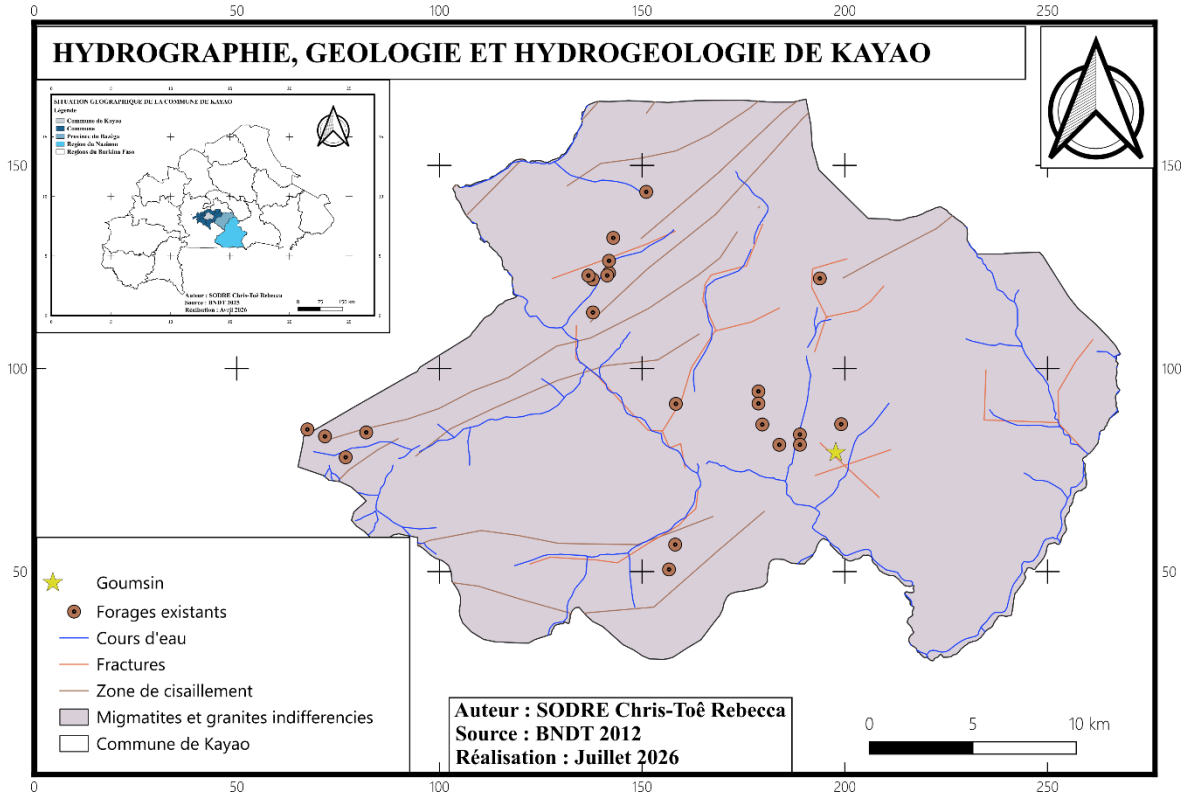



**Figure 3 : Carte hydrographique et hydrogéologique de la commune de Kayao**

### 2.2.2. Milieu humain

#### 2.2.2.1.Organisation sociale

Le rapport du RGPH en 2019 a montré que la commune de Kayao à un effectif de 40 691 habitants avec 53,23 % de femmes. Cette population est composée d'environ 72 % de jeunes de moins de 35 ans et le taux d'accroissement communal annuel est de 1,40 %. Goumsin, quant à lui compte 2 414 habitants pour 419 ménages. Sa population devrait atteindre 3 488 habitants en 2045, à la moyenne du taux d'accroissement communal et provincial (INSD, 2019). Le village, caractérisé par un habitat dispersé, est organisé autour d'un système traditionnel de gouvernance centralisé. Cette organisation repose sur l'autorité du chef de village et du chef de terre, appuyés par un conseil de sage composé de représentants des différents quartiers. Dans l'exercice de ses fonctions, elle collabore avec le conseil villageois de développement (CVD) ainsi qu'avec les autorités religieuses pour la prise de décisions relatives à la vie collective (PCD, 2015).

Les femmes, bien que peu représentées dans les instances décisionnelles, participent activement au développement socio-économique à travers la mise en œuvre d'activités génératrices de revenus (AGR) (PCD, 2015). Dans le cadre de la présente étude, elles ont également été associées aux échanges ainsi qu'aux opérations d'implantation sociale des ouvrages de distribution. Au sein du village, les jeunes, ayant un faible niveau d'instruction et de manque de qualifications professionnelles, sont exposés à des difficultés d'insertion économique, particulièrement en saison sèche où les activités se raréfient. La proportion de jeunes représente un vivier de main d'œuvre locale potentielle pour l'exploitation du système.

#### 2.2.2.2.Activités socio-économiques

L'économie du village de Goumsin repose principalement sur les activités agropastorales, auxquelles s'ajoutent le commerce et l'artisanat. A l'instar de la commune de Kayao, ces activités constituent les principales sources de revenus des populations et sont fortement dépendantes des conditions climatiques (PCD, 2015).

L'agriculture occupe une place prépondérante et mobilise l'essentiel de la population active. Elle est de type familial et repose majoritairement sur des pratiques extensives. En parallèle, le développement du maraîchage, favorisé par la présence de bas-fonds, constitue une source de revenus non négligeable, notamment pour les jeunes (PCD, 2015).

L'élevage représente la seconde activité économique du village et s'inscrit dans un système extensif. Cependant, il se heurte à plusieurs difficultés : manque de fourrage, problèmes sanitaires récurrents et tensions autour de l'accès aux pâturages (PCD, 2015). Le commerce reste majoritairement informel et s'articule autour des marchés locaux. Celui de Goumsin, tenu à Palpagdo 1, se tient de façon périodique et rassemble des commerçants venus des village environnants. Par ailleurs, des activités artisanales et de transformation, ainsi que la cueillette et la petite transformation de produits locaux, contribuent également aux revenus des habitants (GERTEC, 2025).

#### 2.2.2.3.Services sociaux de base

Le village de Goumsin dispose de plusieurs infrastructures sociales de base contribuant à l'amélioration des conditions de vie des populations. Sur le plan éducatif, la localité compte deux écoles primaires publiques de six classes chacune, implantées respectivement dans les quartiers de Palpagdo 2 et Tanyoko, ainsi qu'un collège d'enseignement général situé à Sambin (GERTEC, 2025).

En matière de santé, le village est doté d'un CSPS localisé à Palpagdo 1, qui constitue la principale structure de prise en charge sanitaire des populations. Sur le plan religieux, plusieurs infrastructures existent, notamment trois mosquées et cinq églises, dont une catholique et quatre protestantes (PCD, 2015).

# III. PRESENTATION DU PROJET

## 3.1.Contexte.

Dans le cadre de la mise en œuvre de la politique en matière d'eau et d'assainissement du Gouvernement du Burkina Faso, le Ministère de l'Agriculture, de l'Eau et des Ressources Animales et Halieutique (ex MEEA) à travers le Projet d'eau Potable et de l'Assainissement en Milieu Rural (PEPA-MR) financé par le groupe de la Banque Africaine de Développement (BAD), a prévu la réalisation d'ouvrages d'eau potable, en vue de pallier au problème d'accès à l'eau potable dans les villages à faibles taux d'accès. Ce projet a pour but d'améliorer la qualité de la desserte en eau potable, l'accès à l'assainissement et de renforcer les capacités de gestion du secteur. Afin de se donner toutes les chances d'atteindre ce but et dans le souci d'une mise en œuvre diligente des travaux, le MAERAH a décidé de solliciter les services d'une firme pour conduire les études de faisabilité, d'Avant-Projet sommaire (APS) / d'Avant-Projet Détaillé (APD) de cinq (05) systèmes d'adduction d'eau dans la province du Bazèga, région du Nazinon (Ex centre-sud). Ainsi, le groupement GERTEC/ SERAT/ IGIP Afrique Burkina Faso/ IGIP Afrique Bénin/ SIGEM a bénéficié de la confiance du Ministère pour la réalisation des différentes études.

## 3.2.Objectifs de l'étude

L'objectif général de cette étude est d'améliorer le niveau de desserte en eau potable à Goumsin, dans la commune de Kayao, Région du Nazinon au Burkina-Faso.

De manière spécifique, nous poursuivons les objectifs ci-dessous :

- Etablir la situation de référence des ouvrages hydrauliques de la localité ;
- Réaliser une étude de faisabilité technique du système d'AEPS de Goumsin ;
- Réaliser une étude de faisabilité financière du système d'AEPS de Goumsin ;
- Analyser les impacts environnementaux et sociaux potentiels du système d'AEPS.

## 3.3.Résultats attendus

A l'issue de la présente étude :

- La situation de référence des ouvrages hydrauliques de la localité est établie ;
- L'étude de faisabilité technique de système d'AEPS du village de Goumsin est réalisée ;
- L'étude de faisabilité financière du système d'AEPS du village de Goumsin est réalisée ;
- Les impacts environnementaux et sociaux potentiels du système d'AEPS de Goumsin sont identifiés et évalués.

# IV. METHODOLOGIE DE CONCEPTION

La conduite de ce projet, visant notamment à réaliser une étude de faisabilité technique fiable du système, a nécessité la mise en œuvre d'une démarche méthodologique appropriée. Cette approche, adoptée tout au long du travail, est brièvement présentée dans les sections suivantes afin d'éclairer le lecteur sur les conditions de réalisation de l'étude.

## 4.1.Documentation

La recherche documentaire a consisté à collecter et à exploiter divers documents, notamment des cours, des mémoires, des rapports d'études ainsi que des normes techniques relatives à l'approvisionnement en eau potable (AEP) et à la zone d'étude, principalement auprès de la DGREH et de la base de données de 2iE. Ces ressources ont orienté les choix méthodologiques, en particulier pour le dimensionnement, l'analyse des modes de gestion et des aspects financiers du projet.

## 4.2.Matériels et Logiciels utilisés

Nous avons essentiellement utilisé les outils suivants pour la réalisation de cette étude :

- Pack Microsoft Office, pour les calculs, la rédaction et la restitution de l'étude ;
- Google Earth Pro, pour une vue d'ensemble de la zone d'étude ;
- GPS, pour la prise de coordonnées des emplacements des terminaux de desserte ;
- QGIS4.0.1, pour la présentation géographique de la zone d'étude et des cartes de linéaments ;
- ENVI, pour la télédétection des linéaments ;
- AutoCAD2022/Covadis18.2, pour l'élaboration des différents plans et profil ;
- EPANET2.0, pour simuler le fonctionnement du réseau en régime permanent.

## 4.3.Méthode d'évaluation de la situation de référence des ouvrages hydrauliques

Elle s'inscrit dans une démarche globale visant à mieux cerner les réalités du terrain et à enrichir l'analyse technique du projet. Elle a débuté par une phase de reconnaissance du site, permettant à la fois d'établir un état des lieux et de prendre contact avec les autorités locales. La collecte des données s'est appuyée sur une approche mixte combinant enquêtes quantitatives et investigations qualitatives. Les enquêtes ménages ont permis d'analyser les caractéristiques socio-économiques de la population, d'identifier les activités principales, d'évaluer les besoins en eau potable. En complément, des entretiens ont été réalisés lors d'assemblées villageoises et auprès de personnes-ressources, afin d'apprécier les éventuels facteurs pouvant influencer le fonctionnement futur du système.

L'échantillonnage des ménages a été réalisé sur la base des données issues du RGPH 2019 de l'INSD, projetées à l'horizon 2045, en tenant compte de la taille moyenne des ménages en milieu rural dans la région du Nazinon. Afin d'assurer une meilleure représentativité et d'intégrer la dimension genre, les enquêtes ont été conduites de manière alternée entre hommes et femmes, tout en couvrant les différents quartiers du village.

### 4.4.SIG et Télédétection

Pour cette étude, une méthode utilisant la télédétection et les SIG a été appliquée pour participer au repérage des zones favorables à la construction des travaux hydrauliques. En effet, la télédétection offre la possibilité de récolter par télécommunication et par satellite, les informations concernant le paysage qui se trouve sur terre. Les premiers pas de ce travail consistent à saisir les coordonnées géographiques des points intéressants, fournis sous la forme de coordonnées UTM, puis à les importer dans le système QGIS. Cette étape a permis de situer précisément la zone d'étude. Par la suite, les images satellitaires de type Landsat 8 (bandes OLI) ont été utilisées. Les différentes bandes ont été traitées sous le logiciel ENVI, notamment par leur assemblage, création de matrice de Sobel et leur exportation sous forme d'images exploitables. Ces images ont ensuite été importées dans QGIS en tant que couches raster et superposées à la carte d'étude. Une opération de découpage a été effectuée pour isoler uniquement la zone pertinente à l'étude, permettant ainsi de focaliser les analyses sur le périmètre d'intérêt. Des traitements d'images ont été réalisés, comme l'amélioration du contraste pour l'analyse visuelle, afin de faciliter l'identification des structures linéaires. Ces structures désignées sous le terme de linéaments, représentent des discontinuités géologiques telles que des fractures ou des failles, qui peuvent faciliter la circulation et l'accumulation des eaux souterraines. Leurs analyses ont permis de proposer des potentiels points de captage, cela contribue à l'orientation des choix d'implantation de forages pour des futures extensions du système.

### 4.5.Méthode de conception du système

#### 4.5.1. Principes et paramètres de conception du système

La mise en place du système d'AEPS vise à améliorer significativement l'accès à l'eau potable, tout en rehaussant le niveau de service offert aux populations, notamment en matière d'hygiène. Toutefois, la durabilité de cet ouvrage repose sur une conception intégrant dès le départ des considérations liées aux coûts d'exploitation et de maintenance.

Dans cette optique, plusieurs critères et paramètres ont été retenus afin de garantir la performance et la pérennité du système. Il s'agit notamment :

- D'adapter le dimensionnement du réseau à la demande réelle, en s'appuyant sur une consommation spécifique représentative des usages locaux ;
- Le système doit également permettre de desservir efficacement l'ensemble des usagers à travers la mise en place de BF et de BP, afin de répondre aux besoins des différentes catégories de consommateurs.

Par ailleurs, la conception intègre les perspectives d'évolution de la population ainsi que la capacité des usagers à s'approprier les infrastructures mises en place. Une attention particulière est également accordée à la qualité du service fourni, afin de limiter le recours aux sources d'eau alternatives souvent moins sûres. En outre, le réseau de distribution a été tracé de manière stratégique, de sorte à longer le maximum de concessions possible. Cette disposition vise à faciliter, à terme, le raccordement des ménages par branchements privés, en fonction de leurs besoins et de leurs capacités financières.

### 4.5.2. Horizon du projet

Le dimensionnement d'un système d'AEPS est réalisé en tenant compte d'une période de fonctionnement définie à partir de sa mise en service. Cette période, en effet, conditionne la capacité du système à satisfaire durablement les besoins en eau potable des populations. Ainsi, l'étude énonce des objectifs à long terme avec comme échéance du projet l'année 2045 qui implique une durée de 18 ans à compter de 2027.

### 4.5.3. Population de dimensionnement

Le Recensement Général de la Population et de l'Habitation (RGPH) a indiqué qu'en 2019, la population de Goumsin comptait 2 414 habitants (INSD, 2019).

#### 4.5.3.1. Taux d'accroissement

L'estimation de ce taux constitue une des étapes de la projection des besoins en eau potable. Dans le cadre de cette étude, deux approches ont été utilisées pour le calcul du taux de croissance démographique. A la suite, une analyse comparative sera appliquée afin de choisir celle offrant une meilleure concordance avec les taux de croissance observés dans les différents administratifs. Il s'agit d'une part de la formule logarithmique recommandée par l'INSD (BERE, 2025) :

$$\tau_c = \frac{1}{2019 - 2006} \times \ln\left(\frac{P_{RGPH_{2019}}}{P_{RGPH_{2006}}}\right) \quad (1)$$

$P$ : $Population$

$\tau_c$ : $Taux\ de\ croissance$

Et d'autre part de l'approche basée sur le modèle de croissance géométrique de Malthus (AKPO, 2024) :

$$\tau_c = \left(\frac{P_{RGPH_{2019}}}{P_{RGPH_{2006}}}\right)^{\frac{1}{n}} - 1 \qquad (2)$$

#### 4.5.3.2.Estimation de la population

La population du village de Goumsin a été évalué à l'horizon 2045 grâce à la formule de Thomas Malthus (AKPO, 2024) :

$$P_n = P_0(1+\tau_c)^n \qquad (3)$$

$P_0$ : *Population de référence*

$P_n$ : *Population à l'année n*

### 4.5.4. Consommation spécifique

La consommation spécifique (CS), définie comme la quantité moyenne d'eau utilisée quotidiennement par habitant, constitue un indicateur essentiel pour l'évaluation des besoins en eau potable et pour l'optimisation du dimensionnement des systèmes d'alimentation en eau (MEA, 2016). Elle diffère d'un milieu à l'autre (rural, semi-urbain, urbain) (MOUNIROU, et al.,2023) et englobe toutes les activités de consommation, d'hygiène corporelle et bien d'autres usages. La consommation spécifique est exprimée en litre par jour (l/j). Les tableaux (1) et (2) ci-après présentent l'évolution de la consommation spécifique fixée par le gouvernement en vue de fournir des systèmes d'AEP optimaux.

**Tableau 1 : Consommation spécifique proposée par le PN-AEP 2015-2030**

| Horizon (Année) | Consommation spécifique PEM (l/jour/pers.) | Consommation spécifique BF (l/jour/pers.) | Consommation spécifique BP (l/jour/pers.) |
|---|---|---|---|
| 2015 | 8 | 8 | 10 |
| 2020 | 10 | 10 | 15 |
| 2025 | 12 | 12 | 20 |
| 2030 | 15 | 15 | 20 |

Source : PN-AEP 2015-2030

**Tableau 2 : Consommation spécifique fixée par le décret n°2019-0204**

| Niveau de service | Consommation spécifique (l/jour/pers.) |
|---|---|
| Point d'eau moderne (forages, puits modernes) | 20 |
| Borne fontaine ou poste d'eau autonome (BF ; PEA) | 25 |

| | |
|---|---|
| Branchement particulier (BP) | 40 |

Source : décret n°2019-0204

### 4.5.5. Taux de desserte

Le PN-AEP 2015-2030, élaboré en cohérence avec la vision des Objectifs de Développement Durable (ODD), a pour objectif d'atteindre 100 % de taux d'accès à l'eau potable d'ici 2030, répartis-en 80 % via l'AEP/AEPS et 20 % via les PEM. Compte tenu du fait que :

- L'horizon de notre projet est au-delà des estimations faites par le PN-AEP ;
- Le village de Goumsin dispose déjà d'un taux d'accès élémentaire à l'eau potable de 100 % assuré par des PMH, PEM (INO, 2025) ; selon la classification des ODD adaptée au Burkina Faso ;
- La mise en service d'un système d'AEPS ne se traduit généralement pas par une adoption immédiate par l'ensemble de la population dans ce contexte.

La répartition du taux de desserte a été évalué à partir de la formule de régression linéaire suivante (4) qui traduit une croissance continue au cours de la durée du projet.

$$\boldsymbol{TD_n = TD_{2027} + \frac{(TD_{2045} - TD_{2027})}{(2045 - 2027)} \times (n - 2027)} \quad \left| \begin{array}{l} TD_n : Taux\ de\ desserte\ recherché \\ n : Année\ considérée \end{array} \right. \qquad (4)$$

### 4.5.6. Besoin moyen journalier (Bmj)

Le besoin moyen journalier représente la quantité d'eau nécessaire quotidiennement pour couvrir les besoins domestiques et non domestiques (annexes) d'une population. Ces besoins dépendent des conditions socio-économiques, climatiques, le mode d'accès à l'eau ainsi que la qualité du service (SOME, 2024).

Les besoins domestiques (Bd) correspondent au volume d'eau potable utilisé quotidiennement par les ménages. Ils sont déterminés par la formule (5) suivante :

$$\boldsymbol{Bd = C_s.Pop(BF) + C_s.Pop(BP)} \quad \left| \begin{array}{l} C_s : Consommation\ spécifique\ BF\ et\ BP\ (l/j/hbt)\ ) \\ Pop : Population\ au\ BF\ et\ au\ BP \end{array} \right. \qquad (5)$$

Dans le cadre de cette étude, les besoins annexes, regroupant l'eau potable utilisée par les infrastructures collectives, les activités économiques, … représentent 10 % des besoins domestiques. Ainsi, le besoin moyen journalier (Bmj) en eau du village de Goumsin est déterminé par la formule (6) : $\boldsymbol{Bmj = 1,1.Bd}$ (6)

### 4.5.7. Les variations cycliques de la demande

Les besoins en eau des populations varient selon les saisons, les jours de la semaine ainsi que les moments de la journée (SOME, 2024). Afin, de dimensionner un réseau capable de faire face aux périodes de forte demande, il est indispensable d'intégrer des coefficients de majoration permettant de prendre en compte ces fluctuations de consommation.

- Coefficient de pointe saisonnière (Cps)

Le coefficient de pointe saisonnière exprime le rapport entre la consommation journalière maximale et la consommation journalière moyenne annuelle. Selon (SAWADOGO, 2021), ce coefficient vaut **1,1** en zone tropicale humide et monte à **1,2** en zone sahélienne, où les ressources en eau subissent des tarissements saisonniers liés aux fortes chaleurs. Il s'exprime par (7) :

$$\boldsymbol{C_{ps} = \frac{Bmjp}{Bmj}} \quad \left| \begin{array}{l} Bmjp\ [m^3/j]: Besoin\ moyen\ journalier\ du\ mois\ de\ pointe \\ Bmj\ [m^3/j]: Besoin\ moyen\ journalier \end{array} \right. \qquad (7)$$

- Coefficient de pointe journalière (Cpj)

Il exprime le retour de façon cyclique du comportement des usagers au cours de la semaine. Généralement, les jours de grandes festivités et de repos général sont enregistrés. Le coefficient varie entre **1,05** et **1,15** (ZERBO, 2026). Il est déterminé par la relation (8) suivante :

$$\boldsymbol{C_{pj} = \frac{Djp}{Bmjp}} \quad \left| \begin{array}{l} Dmj\ [m^3/j]: Demande\ du\ jour\ de\ pointe \\ Bmj\ [m^3/j]: Besoin\ moyen\ journalier\ du\ mois\ de\ pointe \end{array} \right. \qquad (8)$$

- Coefficient de pointe horaire (Cph)

Ce coefficient est indépendant de la saison et n'a aucune influence sur les quantités d'eau à mobiliser. Il est estimé par des études statistiques sur divers systèmes similaires ou par le biais de formule empiriques (BERE, 2025). La formule (9) dite du Génie Rural (France) :

$$\boldsymbol{C_{ph} = 1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{Q_{mh}}}} \quad \left| \begin{array}{l} Qmh\ [m^3/j]: Débit\ moyen\ horaire \end{array} \right. \qquad (9)$$

Le tableau (4) indique les variations des coefficients de pointe horaire.

**Tableau 3 : Variation du coefficient de pointe en fonction de la taille de la population**

| Population (hbts) | Coefficient Cph |
|---|---|
| <10 000 | 2,5 à 3 |
| 10 000 à 50 000 | 2 à 2,5 |
| 50 000 à 200 000 | 1,5 à 2 |
| > 200 000 | 1,5 |

Source : (SOME, 2024)

#### 4.5.8. Intégration des pertes dans le dimensionnement du système

Tout système d'approvisionnement en eau potable est sujet à des pertes inévitables lors des phases de mobilisation et de distribution de l'eau. Ces pertes, généralement d'ordre technique, sont liées aux caractéristiques des conduites, aux conditions d'exploitations ainsi qu'à la durée de vie des ouvrages. Pour les pertes liées au refoulement, une moyenne admissible est fixé entre 4-5 % et pour celles liées à la distribution, une moyenne de 10 à 20 % (AKPO, 2024).

#### 4.5.9. Demande du jour de pointe (Djp)

La demande du jour de pointe (Djp) représente le volume d'eau que le système d'AEPS doit fournir pour couvrir les besoins de la population, en tenant compte des pertes enregistrées. Elle se détermine comme suit (10) :

$$\boldsymbol{D_{jp}} = \frac{\boldsymbol{B_{jp}}}{\boldsymbol{\eta_r}} = \frac{\boldsymbol{B_{mj}} \times \boldsymbol{C_{pj}}}{\boldsymbol{\eta_r}} \quad \left| \begin{array}{l} B_{jp}\ [m^3/j] : Besoin\ du\ jour\ de\ pointe \\ \eta_r\ [\%] : rendement\ du\ réseau \end{array} \right. \qquad (10)$$

### 4.6. Méthodologie de dimensionnement

#### 4.6.1. Principe de fonctionnement et configuration d'un système d'AEPS

Le système d'AEPS est conçu pour améliorer la qualité et le niveau de service de l'accès à l'eau potable. Il vient en appui aux points d'eau modernes existants, en proposant une desserte mieux adaptée aux besoins des populations (SOME, 2024). Sur le plan technique, l'AEPS repose sur un ensemble d'ouvrages interconnectés comprenant généralement un ou plusieurs forages, un système de pompage, un réseau d'adduction, un réservoir de stockage et un réseau de distribution desservant les BF et les BP (PN-AEP, 2015-2030).

Par ailleurs, la mise en œuvre des conduites nécessite des travaux de fouilles dont les dimensions dépendent du diamètre des canalisations et des caractéristiques du sol. Afin d'assurer la protection des conduites et leur durabilité, celles-ci doivent être posées sur un lit de sable et respecter les dimensions minimales suivantes (MEMTI, 2024) :

$$\begin{cases} \boldsymbol{P_{min}} \geq \boldsymbol{DN[m]} + \boldsymbol{0,8} \\ \boldsymbol{l_{min}} \geq \boldsymbol{DN[m]} + \boldsymbol{0,4} \end{cases} \quad \left| \begin{array}{c} P_{min}\ (m) : Profondeur\ minimale\ fouille \\ l_{min}\ (m) : largueur\ minimale\ de\ la\ fouille \end{array} \right. \qquad (11)$$

### 4.6.2. Mobilisation de la ressource en eau

La disponibilité de la ressource en eau constitue l'élément fondamental à partir duquel s'organise tout système d'AEP. Les eaux souterraines ont été privilégiées comme sources d'alimentation, car elles sont naturellement mieux protégées de la pollution et ne nécessitent généralement qu'une simple désinfection au chlore. La détermination du nombre éventuel de forages complémentaire s'appuie sur une comparaison entre le débit d'exploitation et le débit théorique de pompage, calculé sur la base de la demande en eau du jour de pointe (BERE, 2025). Ce dernier est calculé comme suit (12) :

$$\boldsymbol{Q_{tp} = \frac{D_{jp}}{T_{tp}}} \qquad \boldsymbol{N_f = \frac{D_{jp}}{T_{tp} \times Q_{exp}}}$$

$N_f$ : $nombre\ de\ forage$
$Q_{tp}(m^3/h)$ : $débit\ théorique\ de\ pompage$
$D_{jp}(m^3/j)$ : $demande\ du\ jour\ de\ pointe$
$T_{tp}(h/j)$ : $temps\ théorique\ de\ pompage$
$Q_{exp}(m^3/h)$ : $débit\ d'exploitation$ (12)

### 4.6.3. Calculs des débits

- Les débits horaires d'adduction ($Q_{add}$) et de distribution ($Q_{dis}$) ont été déterminés par les formules ci-dessous :

$$\boldsymbol{Q_{add} = \frac{D_{jp}}{T_p}} \quad | \; T_p(h) : Temps\ de\ pompage \tag{13}$$

$$\boldsymbol{Q_{dis} = \frac{D_{jp} \times C_{ph}}{T_d}} \quad | \; T_d(h) : Temps\ de\ distribution \tag{14}$$

- Débit de pointe horaire des BF

Le débit de pointe horaire des BF est fonction de la demande du jour de pointe ($D_{jp_BF}$) des populations desservies par bornes fontaines, du temps journalier de distribution ($T_{dis_BF}$) des BF et du coefficient de pointe horaire. La relation est donnée ci-dessous :

$$\boldsymbol{Q_{ph_BF} = \frac{D_{jp_BF} \times C_{ph}}{T_{dis_BF}}} \tag{15}$$

Le débit au niveau de chaque BF est le rapport entre le débit de pointe horaire de BF et le nombre de BF fixé lors de l'étude socio-économique.

$$\boldsymbol{Q_{ph/BF} = \frac{Q_{ph_BF}}{N_{BF}}} \tag{16}$$

Le débit d'un robinet de chaque BF s'obtient par le ratio du débit de la BF et le nombre de robinets au niveau de la BF. Selon le décret portant définition des normes, critères et indicateurs d'accès à l'eau potable, le nombre de robinets par BF est de deux ou trois. Dans cette étude, le nombre de robinets par BF est fixé à trois (03).

$$Q_{rob/BF=}\frac{Q_{ph/BF}}{N_{rob}} \quad (17)$$

Au Burkina Faso, le débit de référence retenu pour un robinet se situe généralement entre 0,25 l/s, 0,33 l/s et 0,50 l/s. Lorsque le débit calculé d'un robinet est inférieur au seuil minimal admis, le complément nécessaire est prélevé sur le débit de pointe des BP afin d'atteindre la valeur minimale de 0,25 l/s. Cette redistribution conduit, par un raisonnement inverse, à l'ajustement du débit de pointe horaire des BF (SOME, 2024).

- Débit de pointe horaire des BP

Ce débit est déterminé en fonction de la demande du jour de pointe ($D_{jp_BP}$) des populations desservies par BP, du temps journalier de distribution ($T_{dis_BP}$) des BP et du coefficient de pointe horaire. La formule est donnée comme suit :

$$Q_{ph_BP} = \frac{D_{jp_BP} \times C_{ph}}{T_{dis_BP}} \quad (18)$$

- Débit en route

Nous avons déterminé les débits en route de chaque tronçon à partir de la relation suivante :

$$Q_{route} = Q_{ml} \times L_{tr,dess.uniforme} \quad (19)$$

$Q_{ml}$ $(l/m)$ représente le débit linéique. Sachant qu'en AEP, il existe deux (02) modes de desserte notamment celle ponctuelle qui correspond aux tronçons assurant uniquement une fonction de transport et celle uniforme pour les tronçons assurant à la fois une fonction de transport et de distribution (MEMTI, 2024) et que les BP se font directement sur les conduites de distribution ; le débit linéique a été calculé par la formule suivante :

$$Q_{ml} = \frac{Q_{ph_BP}}{L_{Total.tr,dess.uniforme}} \quad (20)$$

$L_{Total.tr,dess.uniforme}$ $(m)$ représente la longueur totale des conduites assurant à la fois une fonction de transport et de distribution.

$L_{tr,dess.uniforme}$ $(m)$ correspond à la longueur de la conduite assurant une desserte uniforme.

- Débit fictif

Afin de prendre en compte la répartition continue de ces prélèvements le long des conduites, un débit fictif est introduit pour les besoins du dimensionnement hydraulique (BERE, 2025). Il est calculé par la formule suivante :

$$Q_{fictif,i} = 0,55Q_{amont,i} + 0,45Q_{aval,i} \quad (21)$$

Nous avons déterminé les débits amont et aval de chaque tronçon par les relations suivantes :

$$\begin{cases} Q_{amont,i} = Q_{soutiré,i} + Q_{aval,i} \\ Q_{aval,i} = Q_{amont,i} - Q_{soutiré,i} \\ Q_{soutiré,BF} = Q_{route} + Q_{ph/BF} \end{cases} \quad (22)$$

NB : Dans les conduites ne comportant pas de borne fontaine, le débit soutiré est assimilé au débit en route.

- Débit en tête du réseau

Le débit de distribution est la somme des débits de pointe horaire des bornes fontaines et des branchements particuliers.

$$Q_{dis} = Q_{ph_{BF}} + Q_{ph_BP} \quad (23)$$

### 4.6.4. Dimensionnement du réseau de distribution

Pour y parvenir, plusieurs conditions doivent être prises en compte : garantir un accès facile aux points de distribution, assurer une eau conforme aux normes de potabilité, maintenir des niveaux de pression et de vitesse compatibles avec le bon fonctionnement du réseau, veiller à la continuité de l'alimentation, et proposer un service économiquement accessible aux populations.

- Réseau et mode de distribution

La mise en place des BF a été réalisée en collaboration avec les populations concernées, en s'appuyant sur l'analyse de la répartition des habitants ainsi que sur leur niveau de concentration dans les différents secteurs. Sur la base de ses points de service, un relevé topographique a été effectué afin de structurer et d'orienter le dessin du réseau de distribution. Le système retenu présente une configuration ramifiée, conséquence directe de l'absence d'un plan d'urbanisation formalisé et du caractère dispersé de l'occupation de l'espace.

Par ailleurs, le réservoir a été implanté au niveau altimétrique le plus élevé, dans le but d'assurer une alimentation gravitaire et de maintenir une pression minimale acceptable au point hydraulique le plus défavorable.

- Matériau des conduites

Dans un réseau de distribution fonctionnant sous charge gravitaire imposée par un réservoir, l'usage de conduites en PVC peut être envisagé. Toutefois, dans un contexte non structuré, caractérisé par une occupation spontanée de l'espace, le choix des conduites en PEHD avec une pression nominale de 10 bars apparaît plus approprié.

- Diamètre des conduites

L'équation de continuité pour la détermination des diamètres des conduites de distribution de section circulaire s'exprime par :

$$\boldsymbol{D_{th}} = \sqrt{\frac{\boldsymbol{4 \times Q_{fictif,i}}}{\boldsymbol{\pi \times V}}} \quad \left| \begin{array}{l} D_{th}\ (m) : Diamètre\ théorique \\ Q_{fictif,i}\ (m^3/h) : Débit\ fictif \\ V : Vitesse\ de\ l'eau\ dans\ la\ conduite\ prise\ égale\ à\ 1\ m/s \end{array} \right. \quad (24)$$

Choisir le diamètre immédiatement supérieur au diamètre théorique c'est-à-dire le diamètre commercial, à l'aide du catalogue des tubes PEHD.

- Pertes de charge

Dans une conduite en charge, les pertes de charge sont influencées par les caractéristiques de la conduite, les propriétés du fluide transporté et les différents équipements du réseau susceptibles de perturber l'écoulement. Plusieurs auteurs ont établi des formules empiriques qui permettent de déterminer les pertes de charge linéaire. Celles singulière sont calculées en appliquant soit la relation de Jean-Charles de Borda, soit en considérant une fraction de 5-10 % des pertes de charge linéaire.

Dans nos calculs, deux approches ont été utilisées, à savoir celle de Darcy-Weisbach (DW) et celle de Manning Strickler (MS). Les pertes de charge singulière ont été estimées à 10 % des pertes de charge linéaire car les conduites de distribution comportent plusieurs singularités (BERE, 2025). Les formules de DW et MS sont respectivement les suivantes (25) et (27) :

$$\Delta H = \frac{8 \times \lambda \times Q_{fictif,i}^2 \times L}{\pi^2 \times g \times D^5} \quad \left| \begin{array}{l} \Delta H(m): Pertes\ de\ charge\ linéaire \\ \lambda : Coefficient\ de\ résistance \\ L(m): Longueur\ tronçon \\ g(m/s^2): Accélération\ de\ la\ pesanteur \\ D(m): Diamètre\ commercial \end{array} \right. \quad (25)$$

A partir de la relation de Colebrook-White (1939), le coefficient de résistance de la conduite a été déterminé. La relation est la suivante :

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2\log\left(\frac{k}{3{,}71D} + \frac{2{,}51}{Re\sqrt{\lambda}}\right) \quad \left| \begin{array}{l} k : Rugosité\ de\ la\ conduite \\ Re : Nombre\ de\ Reynolds \end{array} \right. \quad (26)$$

Lambda ʎ est déterminé automatiquement dans Excel grâce à une fonction Visual Basic for Application (VBA), basée sur une résolution itérative.

La formule de Manning Strickler est donnée par la formule (27) ci-dessous :

$$\Delta H = \frac{4^{10/3} \times Q_{fictif,i}^2 \times L}{\pi^2 \times Ks^2 \times D^{16/3}} \quad | \ Ks : Coef\ de\ rugosité\ de\ MS \quad (27)$$

- Vitesse et pression de l'eau dans les conduites

Dans chaque conduite, les valeurs de vitesse et de pression sont déterminées puis vérifiées afin de respecter les conditions d'écoulement définies au préalable. La vitesse est obtenue à partir du diamètre commercial, tirée de l'équation de continuité.

Au niveau des nœuds, la pression de service correspond à l'écart entre la charge disponible en aval et l'altitude du point considéré. Cette charge est calculée en tenant compte de la côte piézométrique en tête du réseau retranché de l'ensemble des pertes de charge cumulées le long du réseau.

$$\begin{cases} V = \dfrac{4 \times Q_{fictif,i}}{\pi \times D^2} \\ H_{i,aval} = Z_{radier} - \sum_{i}^{Rés} pdc \\ P_{i,réel,ser} = H_{i,aval} - Z_i \end{cases} \quad \left| \begin{array}{l} V(m/s): Vitesse\ de\ l'eau\ dans\ la\ conduite \\ H_{i,aval}(m): Charge\ aval\ du\ noeud\ i \\ pdc\ (m): Pertes\ de\ charge\ au\ noeud\ i \\ P_{i,réel,ser}(mCE): Pres.réelle\ de\ serv.\ au\ noeud\ i \\ Z_i(m): Altitude\ du\ noeud\ i \end{array} \right. \quad (28)$$

### 4.6.5. Dimensionnement du château d'eau

Le stockage consiste à conserver une quantité d'eau en un point du réseau afin de répondre à des contraintes techniques et économiques, notamment liées à l'énergie. Les réservoirs

remplissent plusieurs rôles essentiels : ils équilibrent la production et la consommation, sécurisent l'alimentation en cas de défaillance, assure et stabilise la pression dans le réseau, facilitent l'exploitation (entretien et réparations) et contribuent au traitement de l'eau en garantissant un temps de contact suffisant avec le désinfectant.

- L'emplacement du réservoir

Le château d'eau est implanté dans une zone présentant peu de contraintes environnementales et à une altitude élevée afin de limiter les exigences de construction tout en assurant une pression minimale au niveau de l'ensemble des nœuds.

- Calcul de la capacité utile du réservoir

Elle correspond au volume nécessaire pour emmagasiner l'eau produite en excès durant les périodes de faible demande et couvrir les insuffisances lorsque la consommation dépasse le pompage. Trois méthodes sont employées pour approcher son volume (SOME, 2024) :

La **méthode analytique** consiste à définir au cours de la journée, les déficits et les surplus de volume non consommé. La réserve utile est la somme des valeurs absolues de ces deux valeurs extrêmes.

Le volume utile d'un réservoir peut également être déterminé soit par une **analyse graphique** des écarts entre l'adduction et la distribution, soit par une **méthode forfaitaire** basée sur une fraction de la demande du jour de pointe et adaptée aux conditions d'exploitations locales.

**Tableau 4 : Capacité utile du réservoir avec la méthode forfaitaire**

| Conditions d'exploitation | Capacité utile |
|---|---|
| Adduction nocturne | 90 % $B_{jp}$ |
| Adduction avec pompage solaire | 50 % $B_{jp}$ |
| Distribution continue | 30 % $B_{jp}$ |
| Adduction de jour, durant les périodes de consommation | [10 % à 30 %] $B_{jp}$ |

Source : Statistique de centres d'AEP

- Hauteur sous-radier du réservoir

La pression dans le réseau dépend principalement de la position du réservoir par rapport aux nœuds et des variations de débit. Chaque point de desserte exige une charge minimale, déterminée par les pertes de charge, les différences d'altitude et de pression de service. La valeur maximale de ces charges minimales imposées au réservoir est considérée comme la ligne de charge ($Z_{radier}$). Cette valeur de l'altitude du radier ($Z_{radier}$), détruit de la cote du terrain naturel du réservoir ($Z_{TNRés}$), donne la hauteur sous radier ($H_{radier}$).

$$\begin{cases} \boldsymbol{H_{i,min} = \Delta H_{i,rés} + Z_{i,aval} + P_{ser}} \\ \boldsymbol{Z_{radier} = Max(H_{i,min})} \\ \boldsymbol{H_{radier} = Max(H_{i,min}) - Z_{TNRés}} \end{cases} \quad \begin{array}{l} H_{i,min}(m): Charge\ du\ noeud\ i \\ \Delta H_{i,rés}(m): Perte\ de\ charge\ du\ noeud\ i \\ Z_{i,aval}(m): Côte\ du\ noeud\ aval\ i \\ P_{ser}(m): Pression\ de\ service \\ Z_{radier}(m): Côte\ du\ radier \\ H_{radier}(m): Hauteur\ sous\ radier \\ Z_{TNRés}(m): Côte\ du\ TN\ du\ réservoir \end{array} \quad (29)$$

- Traitement de l'eau

Le choix du type de traitement dépend de l'origine de l'eau. Issue ici d'une nappe souterraine, elle présente globalement une bonne qualité, mais reste vulnérable aux contaminations lors de son acheminement et de son stockage. Pour assurer sa potabilité, une désinfection est donc mise en place par chloration au niveau du réservoir, à l'aide d'une pompe doseuse. Les caractéristiques sont déterminées comme suit :

$$\begin{cases} \boldsymbol{q = \frac{d \times Q}{c}} \\ \boldsymbol{V = q \times T} \end{cases} \quad \begin{array}{l} q(l/h): Débit\ d'injection\ de\ la\ pompe\ dosseuse \\ d(mg/l): Dose\ de\ traitement \\ Q(m^3/h): Débit\ d'eau\ à\ traiter \\ c\ (g/l): Concentration\ de\ la\ solution\ de\ chlore \\ V(l): Volume\ du\ bac \\ T(h): Temps\ de\ fonctionnement\ par\ jour \end{array} \quad (30)$$

- Vérification du temps de contact du chlore

L'efficacité du chlore repose sur un temps de contact suffisant avec l'eau pour assurer la désinfection. Cela impose que le volume du réservoir permette un temps de séjour d'au moins deux heures au débit de pointe horaire.

$$\boldsymbol{T_c = \frac{C_u}{Q_{ph}} \geq 2\ heures} \quad \begin{array}{l} T_c(h): Temps\ de\ contact\ du\ chlore \\ C_u(m^3): Capacité\ utile\ du\ réservoir \end{array} \quad (31)$$

- Vérification de la durée de l'efficacité du traitement

Après traitement, une fraction de chlore reste présente dans l'eau et assure une protection contre les contaminations ultérieures. Cette efficacité étant limitée dans le temps, l'eau doit être consommée avant sa disparition. Ainsi, le dimensionnement du réservoir est réalisé de manière à limiter le temps de séjour à moins de 48 heures, durée au-delà de laquelle le chlore devient inefficace.

$$\boldsymbol{T_s = \frac{C_u}{B_{jp}} < 2\ jours} \quad \left| \ T_s(j) : Temps\ de\ séjour\ de\ l'eau \right. \tag{32}$$

### 4.6.6. Dimensionnement du réseau d'adduction

Les systèmes d'adduction fonctionnent généralement sous pression et l'eau y circule soit naturellement grâce au relief, soit sous l'action d'un pompage. Lorsque la ressource doit être acheminée vers un point situé à une altitude supérieure, le recours au refoulement devient nécessaire afin de compenser la différence de niveau et les pertes de charge engendrées par l'écoulement du débit dans les conduites (SOME, 2024). Dans le cas de Goumsin, le choix s'est porté sur une adduction par refoulement direct. Cette option permet de maintenir une pression stable, ce qui contribue à limiter les pertes d'eau et à améliorer par conséquent les performances du réseau.

- Matériau des conduites

Au Burkina Faso, les conduites utilisées sont principalement en PVC, PEHD, fonte et acier. Dans le cadre d'adduction sous pompage, le choix s'est orienté vers des conduites en PEHD PN16, en raison de leur disponibilité, de leur facilité de pose et de leur bonne fiabilité.

- Diamètre des conduites de refoulement

Le dimensionnement des conduites repose sur un compromis entre les coûts d'investissement et les pertes de charge : un diamètre élevé réduit les pertes de charge, optimise l'efficacité énergétique du système, mais augmente le coût des conduites ; tandis qu'un diamètre plus faible produit l'effet inverse. L'objectif est donc de trouver un équilibre entre performance hydraulique et coût associé, en veillant à maintenir des pertes de charges acceptables et des coûts d'investissement supportables (ZERBO, 2026). Le diamètre retenu est déterminé à l'aide des relations empiriques (33) :

Formule de Bresse : $\boldsymbol{D_{th}(mm) = 1,5 \times \sqrt{Q_{exp}(m^3/s)} \times 1000}$

Formule de Bresse modifiée : $\boldsymbol{D_{th}(mm) = 0,8 \times \sqrt[3]{Q_{exp}(m^3/s)} \times 1000}$

Formule de Bonnin : $\boldsymbol{D_{th}(mm) = \sqrt{Q_{exp}(m^3/s)} \times 1000}$ (33)

Formule de Meunier : $\boldsymbol{D_{th}(mm) = (1 + 0,02 \times T_p) \times \sqrt{Q_{exp}(m^3/s)} \times 1000}$

Formule de Bedjaoui : $\boldsymbol{D_{th}(mm) = 1,27 \times \sqrt{Q_{exp}(m^3/s)} \times 1000}$

Le diamètre choisi doit respecter la condition de flamant. La condition de Gaz-Liquide-solide (GLS) est établi pour les conduites d'eau de grand diamètre.

Condition de Flamant : $\boldsymbol{V(m/s) \leq 0,6 + D}$ | $D(m)$: *Diamètre commercial* (34)

- Diamètre des colonnes d'exhaure et montante

La conduite reliant la pompe immergée à la sortie du forage constitue la colonne d'exhaure, dont la fonction est d'acheminer l'eau vers la conduite de refoulement. Son diamètre, en PEHD PE100 PN16 (MEMTI, 2024), est défini à partir de la relation ci-dessous :

$$\boldsymbol{D_{exh} = \sqrt{\frac{4 \times Q}{\pi \times V_{exh}}}} \quad \left| \begin{array}{l} D_{exh}\ (m): Diamètre\ conduite\ d'exhaure \\ V_{exh}\ (m): Vitesse\ dans\ l'exhaure \end{array} \right. \quad (35)$$

La colonne descendante relie le réservoir au premier nœud du réseau de distribution. La colonne montante, réalisée en acier inoxydable (MEMTI, 2024), assure l'alimentation du réservoir à partir de la conduite de refoulement. Son diamètre est déterminé par la formule suivante :

$$\boldsymbol{D_{mont} = \sqrt{\frac{4 \times Q}{\pi \times V_{mont}}}} \quad \left| \begin{array}{l} D_{mont}\ (m): Diamètre\ conduite\ montante \\ V_{mont}\ (m): Vitesse\ dans\ la\ montante \end{array} \right. \quad (36)$$

- Pertes de charge à l'adduction

Nous avons choisi de déterminer les pertes de charge linéaire à l'aide de l'approche de Darcy-Weisbach car elle offre plus de précision. Les conduites d'adduction présentent peu de singularités, les pertes de charge singulières ont donc été estimés à 5 % des pertes de charge linéaire. Elles sont déterminées par les relations (25) et (27).

- Hauteur Manométrique totale (HMT)

La HMT représente l'énergie que doit fournir une pompe, exprimée en mCE, pour déplacer un fluide d'un point à un autre situé à une altitude différente. Elle est essentiellement déterminée par la hauteur géométrique entre les points d'aspirations et de refoulement, ainsi que par les pertes de charges générées dans le réseau de conduite.

$$\boldsymbol{HMT = H_{geo} + \Delta H} \quad \left| \begin{array}{l} H_{geo}(m): Hauteur\ géométrique \\ \Delta H(m): Pertes\ de\ charge \end{array} \right. \qquad (37)$$

### 4.6.7. Etude du coup de bélier

On appelle coup de bélier la variation de pression provoquée par une brusque modification du régime d'un liquide s'écoulant dans une canalisation. Il s'agit d'un phénomène oscillatoire de la pression ; entre surpression et dépression, dont les causes sont entre autres :

- Ouverture ou fermeture instantanée d'une vanne située à l'aval d'une conduite gravitaire ;
- Arrêt brutal d'une pompe alimentant une conduite de refoulement.

Il est à l'origine de nombreux éclatements et détérioration des équipements (SOME, 2024). Il faut alors limiter ces effets par des dispositifs appropriés afin d'économiser l'eau et les frais d'exploitation. Nous utiliserons la relation de Joukowski-Aliévi. Elle est utilisée lorsque la durée d'évolution des perturbations est inférieure au temps d'aller et retour des ondes le long de la conduite, dans le cas d'une perturbation totale.

La relation est la suivante :

$$\boldsymbol{\Delta H = \pm c \times \frac{U_0}{g}\ avec\ c = \sqrt{\frac{\varepsilon}{\rho}} \times \frac{1}{\sqrt{1+\frac{D\times\varepsilon}{e\times E}}}} \quad \left| \begin{array}{l} \Delta H(m): Variation\ de\ pression \\ U_0(m/s): Vitesse\ de\ l'écoulement \\ c(m/s): Célérité\ de\ l'onde \\ \varepsilon(Pa): Elasticité\ de\ l'eau \\ E(Pa): Elasticité\ de\ la\ conduite \\ e(m): Epaisseur\ de\ la\ conduite \\ D(m): Diamètre\ intérieur \\ \rho\ (kg/m^3): Masse\ volumique\ de\ l'eau \end{array} \right. \qquad (38)$$

Dans les cas suivants, le coup de bélier est considéré préjudiciable :

$$\begin{cases} \boldsymbol{H_{max} \geq PMA\ avec\ H_{max} = HMT + \Delta P - NDmax} \\ \boldsymbol{H_{min} \leq P_{atm}\ avec\ H_{min} = HMT - \Delta P - NDmax} \\ \boldsymbol{PMA = 1,2 \times Pression\ Nomimale} \end{cases} \quad \left| \begin{array}{l} H_{max}(m): Pression\ maximale \\ PMA(m): Pression\ \text{max}\ admissible \\ H_{min}(m): Pression\ minimale \end{array} \right. \qquad (39)$$

### 4.6.8. Système de captage

Un système de pompage hybride, c'est-à-dire alterne le photovoltaïque (PV) et la thermique sera mis en place pour alimenter les équipements électromécaniques du dispositif. Le système assurera le transfert du fluide du forage vers le château d'eau, en fonction des besoins exprimés sur une base horaire, journalière ou mensuelle (SOME, 2024).

- Choix de la pompe

On distingue généralement deux (02) grandes catégories de pompes : les pompes de surfaces et les pompes immergées (ou submersibles). Dans le cadre de notre étude, nous utiliserons des pompes immergées ce sont des pompes qui ont un dispositif d'aspiration situé en dessous du niveau dynamique du plan d'eau. Les paramètres hydrauliques du système, notamment le débit d'exploitation et la HMT préalablement déterminée, guide le choix du type de pompe (CHEBBI, 2013). Par ailleurs, plusieurs marques telles que Grundfos, KSB, Samking sont couramment utilisées dans le domaine du pompage. Notre choix s'est porté sur Grundfos, en raison de sa fiabilité reconnue, de la disponibilité de ses équipements et pièces de rechange sur le marché local, ainsi que de la qualité de ses performances hydrauliques. De plus, elle est conforme à la norme ISO 9906 (BAZEMO, 2023).

Les différentes puissances de la pompe sont déterminées par les formules 40 :

$$\begin{cases} P_h = \dfrac{\rho \times g \times Q \times HMT}{1000} \\ P_a = \dfrac{\rho \times g \times Q \times HMT}{1000 \times \eta_p} \\ P_a = \dfrac{\rho \times g \times Q \times HMT}{1000 \times \eta_p \times \eta_m} \end{cases} \quad \begin{array}{l} P_h\ (kW) : Puissance\ hydraulique\ fournie\ par\ la\ pompe \\ P_a\ (kW) : Puissance\ absorbée\ par\ la\ pompe \\ P_{am}\ (kW) : Puissance\ absorbée\ par\ le\ moteur \\ \eta_p : Rendement\ de\ la\ pompe \\ \eta_m : Rendement\ du\ moteur \end{array} \qquad (40)$$

- Panneau solaire

L'irradiation solaire moyenne journalière dans les zones sahéliennes est comprise entre 5 et 6 kWh/m²/jour, selon les données de la base PVGIS de l'European Commission Joint Research Center. Dans cette étude, une valeur de 5,15 kWh/m²/jour a été retenue afin d'assurer un dimensionnement sécuritaire du système photovoltaïque sur l'ensemble de l'année. Par ailleurs, les modules ont été orientés vers le sud avec une inclinaison proche de la latitude du site, soit environ 15°, afin d'optimiser la captation du rayonnement (SOME, 2024).

**La puissance crête**

L'énergie solaire, courant continu sera transformée par un onduleur électronique en courant alternatif que l'électropompe peut utiliser. La puissance crête du champ PV est exprimée par la formule suivante :

$$\boldsymbol{P_c = \frac{\rho \times g \times Q \times HMT \times T_{ens}}{3600 \times \eta_p \times \eta_m \times \eta_{ond} \times \gamma_i}} \quad \left| \begin{array}{l} P_c(Wc) : Puissance\ crête\ du\ générateur \\ T_{ens}(h) : Temps\ d'ensoileillement\ journalier \\ \eta_{ond} : Rendement\ de\ l'onduleur \\ \gamma_i(\frac{\frac{\text{kWh}}{\text{m}^2}}{\text{j}} : intensité\ d'insolation\ journalière \end{array} \right. \quad (41)$$

**Nombre et disposition des modules**

Le nombre des panneaux solaire a été déterminé par la relation 42 :

$$\boldsymbol{N_{mod} = \frac{P_c}{P_{c,mod}}} \quad \left| \begin{array}{l} N_{mod} : Nombre\ de\ module \\ P_{c,mod}(Wc) : Puissance\ crête\ d'un\ module \end{array} \right. \quad (42)$$

La configuration des modules consiste à organiser leur connexion en série et en parallèle afin que le champ photovoltaïque fournisse la puissance requise en respectant la tension et le courant admissibles par les équipements. Leur disposition est donnée par :

$$\begin{cases} \boldsymbol{N_{mod,s} \leq \frac{U_{max,ond}}{U_{cc,mod}}} \\ \boldsymbol{N_{mod,p} \leq \frac{P_C}{N_{mod,s} \times P_{c,mod}}} \end{cases} \quad \left| \begin{array}{l} N_{mod,s} : Nombre\ de\ module\ en\ serie \\ N_{mod,p} : Nombre\ de\ module\ en\ parallèle \\ U_{max,ond} : Tension\ \max\ entrée\ de\ l'onduleur \\ U_{cc,mod} : Tension\ de\ court-circuit\ du\ module \end{array} \right. \quad (43)$$

**L'onduleur**

Il est dimensionné de sorte que sa puissance nominale soit légèrement supérieur à la puissance totale des appareils fonctionnant sous le régime du courant alternatif afin que les branchements puissent fonctionner en toute sécurité (Schiller, Royer, Djiako, & Sy, 1998). Sa puissance est déterminée comme suit :

$$\boldsymbol{P_{ond} = \frac{P_p \times K}{cos\varphi \times \eta_p}} \quad \left| \begin{array}{l} P_{ond}(kVA) : Puissance\ de\ l'onduleur \\ P_p(kW) : Puissance\ de\ l'électropompe \\ K = 1{,}05 : coefficient\ de\ correction \\ cos\varphi : facteur\ de\ puissance\ de\ l'onduleur \end{array} \right. \quad (44)$$

- Groupe électrogène

Le groupe électrogène, source relai, doit être dimensionné de sorte à supporter le courant de démarrage de l'électro pompe. Pour les pompes dont la puissance est inférieure à 20 kW, la puissance apparente du groupe électrogène est estimée par la relation suivante (SOME, 2024) :

$$\boldsymbol{P_{app} = max}\begin{cases} 2 \times \dfrac{\boldsymbol{\rho \times g \times Q \times HMT}}{\boldsymbol{3600 \times \eta_P \times \eta_M \times COS\,\varphi}} \\ 2 \times \dfrac{\sqrt{\boldsymbol{3}} \times \boldsymbol{U \times I_n \times COS\,\varphi}}{\boldsymbol{1000}} \times \boldsymbol{1,25} \end{cases} \quad \begin{array}{l} P_{app}\ (kVA) : Puissance\ apparente\ du\ groupe \\ U(V) : Tensoin\ du\ moteur \\ COS\ \varphi : Facteur\ de\ puissance \\ I_n(A) : intensité\ nminal\ du\ moteur \end{array} \quad (45)$$

### 4.6.9. Simulation sur EPANET

Afin d'évaluer la fiabilité et la capacité du réseau de distribution à répondre aux exigences de service, une vérification du fonctionnement hydraulique est réalisée à l'aide du logiciel EPANET. La simulation a été conduite en régime permanent, selon une approche statique, considérant des débits constants aux différents nœuds. Cette démarche permet de déterminer les pressions, les vitesses d'écoulement ainsi que les pertes de charge dans l'ensemble du réseau, et ainsi d'apprécier son comportement hydraulique global. L'ensemble des caractéristiques du système, notamment les longueurs de conduites, les diamètres, les altitudes et les débits, a été intégré dans le modèle pour se rapprocher au mieux des conditions réelles de fonctionnement. Enfin, les résultats issus de la simulation ont été confrontés à ceux obtenus par calcul sous Excel.

### 4.6.10. Equipements hydrauliques et annexes

- Equipements de protection

L'intégration d'équipements de protection et d'exploitation dans le système d'AEP, répartis sur l'ensemble des ouvrages, depuis le captage jusqu'au réseau de distribution assure en plus du bon fonctionnement du système, la sécurité hydraulique, la continuité du service et la durabilité des installations. Nous avons essentiellement :

**Les robinet-vannes**, utilisés pour isoler des portions du réseau lors des opérations de maintenance. Ils sont installés à des endroits stratégiques tels qu'aux nœuds, près des ouvrages, aux traversées de routes ; sous des bouches à clé pour en faciliter l'accès aux agents d'exploitation uniquement.

**Les vidanges**, positionnés à des endroits où l'altitude de la conduite est la plus faible le long du tracé. Ils permettent d'évacuer l'eau d'une section afin de faciliter des interventions ou le nettoyage des conduites.

**Les purges** ou **ventouses**, placés aux points hauts, assurent l'élimination de l'air accumulé dans le réseau ;

**Les clapets anti-retours** garantissent un écoulement unidirectionnel, contribuant ainsi à la protection des équipements et à la sécurité du système. Il est placé en sortie de pompe.

**Le by-pass** est aménagé au pied du réservoir pour maintenir la continuité de l'alimentation en eau lors des opérations de maintenance ;

**Le pressostat**, installé en tête de forage et assure l'arrêt automatique du pompage lorsque la pression atteint un seuil élevé, notamment en situation de remplissage du réservoir ;

**Les compteurs de sectorisation** sont répartis aux nœuds du réseau de distribution afin de quantifier les débits par zone, facilitant ainsi l'identification des pertes éventuelles ;

- Equipement annexes

Ces ouvrages sont prévus pour permettre au personnel chargé de la gestion du système de remplir pleinement leur obligation afin d'assurer une exploitation efficace et durable. Ils comprennent des constructions en matériaux durables : deux maisonnettes, clôtures de protection, deux magasins, un bureau, des installations sanitaires (douche et latrine)

### 4.7.Analyse financière

Cette section évalue la viabilité économique du système à travers l'analyse des charges d'investissement, d'exploitation et de maintenance, au regard des revenus générés par la vente de l'eau. Elle s'appuie sur la mercuriale des prix de la ville de Koudougou au BURKINA FASO pour l'année 2025.

#### 4.7.1. Prix de revient de l'eau

Le prix de revient du $m^3$ d'eau est déterminé à partir des coûts nécessaires au fonctionnement du service, notamment les charges d'exploitation et les dotations aux amortissements des équipements à la durée de vie limitée (≤15 ans).

$$\boldsymbol{P_{revient} = \frac{C_{exp} + A}{V}} \quad \left| \begin{array}{l} P_{revient}(FCFA): Prix\ de\ revient\ du\ m^3\ d'eau) \\ C_{exp}(FCFA): Charge\ d'exploitation \\ A(FCFA): Amortissement\ des\ équipements \\ V(m^3): Volume\ d'eauvendu\ au\ cours\ du\ projet \end{array} \right. \quad (46)$$

### 4.7.2. Charges d'exploitation

Les coûts d'exploitation regroupent, d'une part, les dépenses liées au personnel et, d'autre part, celles associées à la production d'eau. La charge de personnel correspond aux rémunérations de l'équipe en charge de l'AEPS, composée d'un chef de centre, de six fontainiers, de quatre vigiles et de deux maintenanciers. Les dépenses de production varient selon le volume produit et couvrent principalement les coûts d'énergie, les produits de traitement ainsi que les opérations d'entretien des équipements.

### 4.7.3. Amortissements des équipements

Seuls les équipements de durée de vie inférieure ou égale à 15 ans sont soumis à la dotation aux amortissements conformément au Document Cadre de Gestion du Service Public de l'Eau Potable en milieu rural (SOME, 2024) :

**Tableau 5 : Temps d'amortissement de certains équipements**

| Désignation | Temps d'amortissement (ans) |
|---|---|
| Equipements amortis par le fermier | |
| Electropompe | 5 |
| Groupe électrogène | 5 |
| Convertisseur | 5 |
| Accessoires | 5 |
| Equipements non amortis par le fermier | |
| Forage | 35 |
| Panneaux solaire | 28 |
| Château d'eau | 30 |
| Réseau d'adduction | 18 |
| Réseau de distribution | 18 |

Le coût d'acquisition des équipements est réparti sur leur durée de vie, en considérant qu'une part correspondante est consommée à chaque année d'exploitation. Ainsi, l'amortissement annuel est déterminé à partir de la relation suivante :

$$\boldsymbol{A_{an} = \frac{C_{acq}}{N}} \quad \left| \begin{array}{l} A_{an}(FCFA): Montant\ de\ l'amortissement\ annuel \\ C_{acq}(FCFA): Coût\ de\ l'acquisition\ de\ l'équipement \\ N(années): Temps\ d'amortissement\ de\ l'équipement \end{array} \right. \qquad (47)$$

# V. ETUDE DE FAISABILITE TECHNIQUE

## 5.1.Etats de lieux

L'inventaire des points d'eau existants a été réalisé dans le cadre de la réalisation de l'AEPS dans le village de Goumsin. La connaissance des points d'eau existants a permis d'évaluer la ressource disponible, sa pérennité dans le temps. L'inventaire a également permis de déceler les problèmes potentiels en lien avec l'approvisionnement en eau et de pouvoir prendre des dispositions pour l'implantation sociale des bornes fontaines. Les résultats de l'inventaire des points d'eau existants sont consignés dans le tableau ci-dessous.

**Tableau 6 : Sources d'approvisionnement en eau potable dans le village de Goumsin**

| Infrastructures hydrauliques existantes | Coordonnées en degré | | Quartiers |
|---|---|---|---|
| | X | Y | |
| PMH1 | 01°41°26,8W | 11°59°38,7N | Sambin |
| PMH2 | 01°48°40,2W | 12°00°13,4N | Kalpagdo 3 |
| PMH3 | 01°48°26,4W | 12°00°32,8N | Goumongo |
| PMH4 | 01°48°33,9W | 12°00°04,4N | Palpagdo |
| PMH5 | 01°48°32,7W | 12°00°17,1N | Palpagdo |
| PMH6 | 01°48°25,1W | 12°00°00,2N | Ecole |
| PMH7 | 01°47°12,4W | 11°59°43,5N | Sambin |
| PMH8 | 01°48°06,2W | 11°59°41,6N | Sambin |
| PMH9 | 01°46°37,2W | 12°01°23,0N | Goumongo |
| PM1 | 01°48°22,4W | 12°00°45,7N | Kokologho |
| PM2 | 01°48°26,-W | 12°00°42,7N | Kokologho |
| PM3 | 01°48°25°3W | 12°00°49,1N | Kokologho |
| PM4 | 01°48°37,4W | 12°00°34,9N | Kokologho |
| PEA 1 | 01°48°53,4W | 12°00°06,2N | Palpagdo |
| PEA 2 | 01°47°55,4W | 11°59°44,8N | Palpagdo |
| PEA 3 | 01°48°08,6N | 12°00°24,0N | Sambin |

Seize (16) points d'eau ont été inventoriés dans le village de Goumsin dont neuf (09) PMH et trois (03) PEA. On note également la présence de quatre (04) puits modernes dont trois (03) fonctionnels. Parmi les PMH, un est non fonctionnel contre 08 fonctionnels. Les principales contraintes sont entre autres, les pannes régulières, la mauvaise qualité de l'eau surtout à Goumongo, les longues distances à parcourir par les ménages pour se rendre aux points d'eau, c'est le cas de Kalpagdo 3. Le quartier kokologho ne dispose pas de forage et compte des puits modernes qui tarissent vers mi- mars. A partir de mi-mars, les habitants de ce quartier doivent parcourir plus d'un kilomètre pour s'approvisionner.

Dans le cadre de cette étude, les Postes d'Eau Autonomes (PEA 1 et 2), ont été retenus pour alimenter le système. Ce choix de réquisition s'inscrit dans la dynamique nationale de

professionnalisation du service public de l'eau potable, marquée par le transfert progressif de la gestion des systèmes d'AEP à l'ONEA, aussi bien en milieu urbain qu'en milieu rural.

### 5.2.Résultat de la télédétection

Après observation de la répartition des linéaments sur la zone d'étude, une attention particulière a été portée aux zones où plusieurs linéaments se recoupent, car ces intersections sont généralement favorables à la circulation et à l'accumulation des eaux souterraines. Il faut noter également que la commune est traversée par le fleuve Nazinon, ce qui peut contribuer à une recharge locale et à une importante accumulation des ressources en eau dans certaines zones. Sur cette base, deux points, de coordonnées géographiques : **- 1,796644** et **12,018679 ; - 1,830475** et **12,000011 ;** ont été retenus comme sites potentiels d'implantations de forages.

Cette prospection poursuit deux objectifs. D'une part, celui de pallier tout risque d'insuffisance de débit des forages retenus après les essais de pompage, en disposant des sites alternatifs déjà identifiés et vérifiés pour une éventuelle foration complémentaire avant le démarrage des travaux. D'autre part, identifier des sites hydrogéologiques favorable pouvant accueillir un éventuel point de forage en cas d'extension du système. La figure 4 ci-dessous représente les principales directions de fracturation de la commune de Kayao.

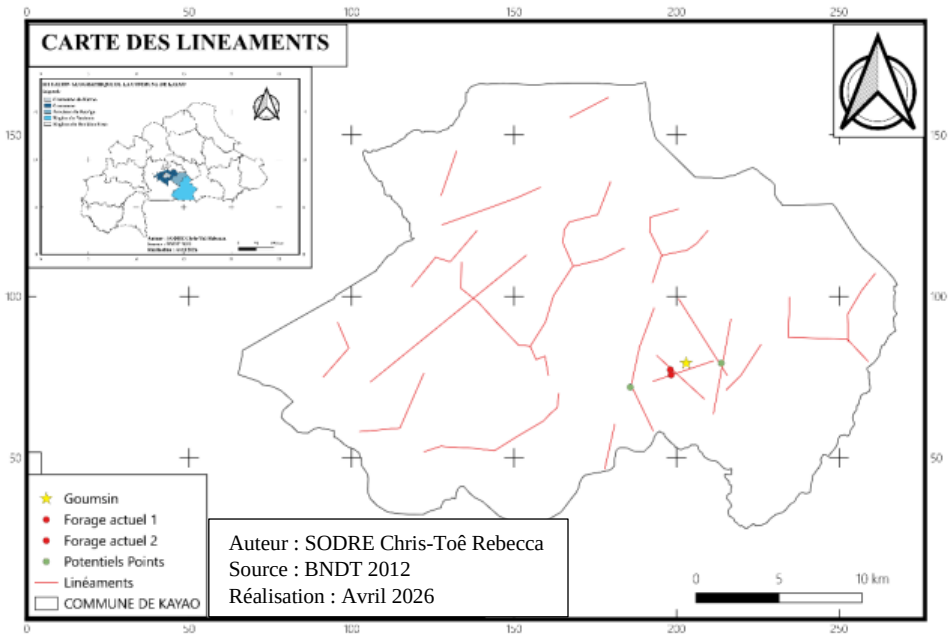



**Figure 4 : Carte des linéaments et point de foration**

## 5.3.Estimation des besoins en eau de la population de Goumsin

### 5.3.1. Hypothèses et justification

5.3.1.1.Hypothèses de dimensionnement

Le dimensionnement d'un système d'AEP repose sur un ensemble d'hypothèses définies à partir des normes nationales, des études sectorielles et des réalités locales. Les valeurs présentées dans le tableau (7) ci-dessous sont arrêtées pour la réalisation de l'étude de faisabilité technique de l'AEPS du village de Goumsin :

**Tableau 7 : cadre hypothétique de l'évaluation des besoins en eau de la population**

| Désignation | Valeur |
|---|---|
| Horizon du projet | 2045 |
| Population de référence RGPH 2019 [hbts] | 2414 |
| Taux de desserte par l'AEPS à l'horizon du projet | 80 % |
| Population à desservir par Borne Fontaine | 24 % |
| Population à desservir par Branchement Particulier | 56 % |
| Consommation spécifique BF [litre/pers/jour] | 20 |
| Consommation spécifique BP [litre/pers/jour] | 30 |
| Besoins annexes | 10 % |
| Rendement du réseau à l'horizon du projet | 85 % |
| Coefficient de pointe Journalière | 1,15 |
| Coefficient de pointe horaire | 2,5≤ Cph ≤3 |
| Temps théorique de pompage journalier [h] | 12 |
| Temps de distribution journalière des BF [h] | 12 |
| Temps de distribution journalière des BP [h] | 16 |
| Nombre de personnes par BF [hbts] | 450 |
| Nombre de personnes par BP [hbts] | 9 |
| Vitesse des conduites de distribution [m/s] | 0,3≤ V ≤1,2 |
| Pression de service [mCE] | 10 |
| Nature des conduites de refoulement/distribution | PEHD |

5.3.1.2.Justifications

- Horizon du projet

Le cycle de vie des projets d'AEPS se situe généralement entre 15 et 20 (SAWADOGO, 2021), au-delà de cette période, les installations projetées deviennent grandes et, par la suite très coûteuses. Sur cette base, une durée de vie de 18 ans a été retenue dans le cadre de la présente étude, à compter de 2027. Ainsi, l'ensemble des ouvrages projetés, incluant les réseaux de

canalisations, les points de desserte ainsi que les infrastructures de génie civil, sera dimensionné de manière à répondre à la demande en eau potable sur toute la période considérée.

- Estimation des taux intermédiaires de desserte

Un taux initial modéré de 45 % a été fixé pour l'année 2027 contre 80 % à l'horizon 2045. Sachant que le taux de desserte des SAEP en 2015 était de 9 % soit 0,3 % de BP et 8,7 % de BF (PN-AEP, 2015-2030). La logique de répartition actuelle du taux de desserte en 56 % pour les BP et 24 % pour les BF (PN-AEP, 2015-2030), sous-tend que le gouvernement vise à prioriser l'utilisation des BP au détriment des BF. Ainsi, nous avons supposé qu'au début de l'exploitation, la desserte est majoritairement assurée par les BF (taux fixé à 40 %), plus accessible car leur utilisation nécessite moins de moyens financiers. Les BP, qui implique des coûts de raccordement et de paiement du service, se développeront progressivement avec l'appropriation du système, l'amélioration du niveau de vie et la recherche d'un meilleur confort d'accès à l'eau à domicile. De ce fait, la part des BP augmente progressivement au fil des années, tandis que celle des BF diminue relativement jusqu'à atteindre 24 % en 2045, ce pourcentage étant maintenu pour desservir les populations vulnérables. La diminution et l'augmentation relative du taux de desserte respectivement en BF et BP est estimée en appliquant la formule (4). Le taux d'accès à l'AEPS obtenu à l'horizon de notre projet est dans le tableau (8) :

**Tableau 8 : Taux d'accès de l'AEPS**

| Désignation | 2027 | 2030 | 2035 | 2040 | 2045 |
|---|---|---|---|---|---|
| Taux de desserte du système (%) | 45 | 51 | 61 | 70 | 80 |
| Taux de desserte aux BF (%) | 40 | 37 | 33 | 28 | 24 |
| Taux de desserte aux BF (%) | 5 | 14 | 28 | 42 | 56 |

- Consommation spécifique

L'analyse des enquêtes a permis de recueillir des informations détaillées sur les habitudes de consommation d'eau au sein de la localité. Ainsi, la classe modale de consommation se situe entre 401 et 600 litres par ménage et par jour, représentant 32,75 % des ménages enquêtés, tandis que 20,68 % se situent dans la tranche de 201 à 400 litres par jour. L'eau collectée par les ménages est utilisée à la fois pour les besoins domestiques (boisson, cuisine, hygiène) et pour certaines activités économiques, ainsi que pour l'abreuvement des animaux. La consommation moyenne journalière est estimée à 514,71 litres par ménage, soit 76,82 l/j/hbt

(GERTEC, 2025). Cette valeur apparaît relativement élevée par rapport aux standards des projets d'AEP. Elle s'explique principalement par l'absence de tarification de l'eau, favorisant des usages peu contrôlés et fortement consommateurs. Les études socio-économiques ont donc estimé la CS de la population à 20 L/p/j. Cependant, le PN-AEP, suites aux consommations habituellement observées sur la période de 2002 à 2014 dans les centres de l'ONEA, a fixé à l'horizon 2030 les CS à 15 L/p/j pour les BF et 20 L/p/j pour les BP. Trois (03) ans après la mise en œuvre, les résultats révèlent une tendance de sous-dimensionnement des réseaux d'AEP. Le décret n°2019-0204 du 19 mars 2019 portant définition des normes, critères et indicateurs d'accès à l'eau potable, a relevé ses dotations à 25 L/p/j (BF) et 40 L/p/j (BP) comme l'indique le tableau 2 afin de corriger le déficit, mais a entraîné à son tour un surdimensionnement des réseaux d'AEP. Au bout de six (06) ans, un projet de décret N°2024 a été proposé en vue de pallier le surdimensionnement et le sous-dimensionnement, ainsi elle recommande 20 l/p/j (BF) et 30 L/p/j (BP).

Au regard de ces données, nous retenons 20 l/p/j (BF) et 30 l/p/j (BP), qui est un compromis prudent entre le sous-dimensionnement du PN-AEP et le surdimensionnement du décret de 2019. Cette valeur se rapproche plus du choix issu de l'étude socio-économique et sera validée par les essais de pompage.

- Besoins annexes

Les besoins en eau potable de la population de Goumsin pour les usages domestique sont évalués à 78 960 l/j (GERTEC, 2025). Ainsi, le pourcentage des besoins annexes a été obtenu en estimant la consommation journalière (l/j) à l'horizon du projet des unités telles que présenté dans le tableau 9 suivant.

**Tableau 9 : Evaluation des besoins annexes**

| Besoins annexes | Consommation spécifique (l/j) |
|---|---|
| Ecole | 1500 |
| Centre de santé | 2000 |
| Lieux de culte | 1800 |
| Restaurant | 600 |
| Marché principal | 500 |
| Production du beurre de karité | 400 |
| Hébergement | 900 |
| Aire d'abattage | 200 |

| | |
|---|---|
| Total | 7900 |

La consommation totale annexe s'élève à 7900 l/j ; soit 10 % des besoins domestique. Le cheptel n'a pas été pris en compte dans l'estimation des besoins annexes, car il existe déjà dans la zone des PMH et des puits modernes pouvant être utilisés pour l'abreuvement du bétail.

- Rendement du réseau

Dans le cadre de cette étude, un taux de perte de 5 % a été retenu au refoulement, compte tenu de la longueur relativement importante de la conduite de refoulement (environ 4 km). Et 10 % en distribution, conformément aux normes et retours d'expériences en milieu rural, dont une plage de 10 à 20 % a été admis (MEA, 2016).

Ainsi, les pertes d'eau globales du réseau sont estimées à 15 %, ce qui correspond à un rendement global de 85 %. Ces pertes sont intégrées dans le dimensionnement du système à travers une majoration du volume d'eau à produire, afin de garantir la satisfaction effective des besoins en eau des populations à l'horizon du projet.

- Coefficient de pointe journalier

Le coefficient de pointe saisonnière intègre généralement les variations journalières. Pour cette étude, seul le coefficient de pointe journalier a été considéré afin d'éviter un surdimensionnement du réseau. Ainsi, pour le coefficient de pointe journalier, la valeur maximale de 1,15 a été adoptée pour limiter également des éventuels risques de sous-dimensionnement.

- Coefficient de pointe horaire

Conformément au tableau (4), le coefficient de pointe horaire de notre projet est compris entre 2,5 et 3 car il varie selon la taille de la localité. Après calcul, si la valeur obtenue appartient à l'intervalle, elle est retenue. Dans le cas contraire, la valeur limite de l'intervalle est prise.

- Temps de pompage et de distribution

Conformément au décret de 2024, un temps maximal de pompage de 12 h/j a été retenu. En l'absence de raccordement à la SONABEL, le temps de fonctionnement du système solaire a été basé sur les données de la station synoptique de Ouaga Aéro, couvrant la zone d'étude, qui indiquent des durées d'ensoleillement de 8,1 h et 8,7 h (DGESS, 2021). Par prudence, le système fonctionnera ainsi 6 h à l'énergie solaire et 6 h au groupe électrogène.

Pour la distribution, un temps de service de 16 h/jour a été retenu pour les BP afin de tenir compte des habitudes de réserve d'eau des ménages en milieu rural et 12 h/jour pour les BF ; soit 6 h pour les heures d'ouverture et 18 h pour les heures de fermeture (Décret, 2024).

- Vitesse et pression

Le bon fonctionnement d'un réseau de distribution repose sur le maintien de conditions hydrauliques adéquates. Ainsi, il est recommandé de maintenir la vitesse de l'eau dans un intervalle compris entre 0,3 m/s et 1,2 m/s afin d'assurer l'auto-curage et limiter la dégradation des conduites. Par ailleurs, la modélisation se fera tout en vérifiant que le dimensionnement du réseau permet d'avoir une pression d'au moins 10 mCE pour garantir un accès satisfaisant à l'eau potable (DIOUF, 2005).

- Nombre de personnes au BP et au BF

Le nombre de personnes desservies par borne-fontaine (BF) était communément estimé à 500 personnes/BF. Toutefois, avec la fusion des ministères, la gestion de l'eau potable en milieu rural relève désormais de l'ONEA. Ainsi, selon les hypothèses de calcul du taux d'accès à l'eau potable définies par l'ONEA, notamment par la Direction régionale de Koudougou qui couvre notre zone d'étude, la valeur retenue est de 450 personnes par BF.

Selon les références du secteur de l'eau potable au Burkina Faso, un branchement particulier (BP) en milieu rural dessert en moyenne 1,5 ménage (PN-AEP, 2015-2030). En considérant une taille moyenne de 5,4 personnes par ménage dans la région du Centre-Sud (RGPH, 2019), un BP dessert environ 8,1 personnes, soit 9 personnes. Cette valeur est cohérente avec les hypothèses de calcul utilisées par l'ONEA pour l'évaluation du taux d'accès à l'eau potable.

### 5.3.2. Taux de croissance de la population

- **Choix de la méthode de calcul**

Une analyse comparative des résultats obtenus à partir de ces deux méthodes a été effectuée. Celle-ci a montré que l'écart moyen entre les taux de croissance obtenus avec la formule (1) et ceux publiés par le RGPH 2019 est inférieur à celui obtenu avec la formule (2). Cela implique que les taux de croissance (1) sont relativement cohérents aux taux de croissance des différents niveaux administratifs (national, régional, provincial) publiés par le RGPH. Ainsi, la formule logarithmique (1) a été retenue pour la suite de l'étude.

- **Estimation du taux d'accroissement**

La population de Goumsin étant peu nombreuse, le départ ou l'arrivée de quelques familles suffit à modifier la croissance démographique. Ainsi, à l'échelle du village, le taux de croissance peut considérablement varier. Par ailleurs, les mouvements internes liés à l'insécurité au Burkina Faso ont redistribué une partie de la population vers des zones plus stables, ce qui peut également affecter la démographique des communes rurales d'accueil comme Kayao. Selon les données du CONASUR, la région du Nazinon (ex-Centre-Sud) accueillait environ 9 984 personnes déplacées internes en 2023 ; soit environ 424 PDI recensées dans la province du Bazèga lors de certaines phases d'enregistrement. Ainsi, le taux d'accroissement de cette étude a donc été estimé à partir de la moyenne des taux de croissance régional et provincial (BERE, 2026), soit 1,43 %. Cette approche prend en compte l'ensemble des évolutions démographiques affectant le territoire, y compris celles susceptibles d'influencer la démographie du village de Goumsin. Le tableau (8) ci-dessous représente les différents résultats du calcul.

**Tableau 10 : Evaluation du taux de croissance de la population**

| Subdivision Administrative | RGPH 2006 | RGPH 2019 | Taux de croissance (1) | Taux de croissance (2) | Taux de croissance RGPH 2019 | Ecart 2019 et (1) | Ecart 2019 et (2) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Burkina Faso | 14017262 | 20505155 | 2,93 % | 2,97 % | 2,94 % | 0,01 % | 0,03 % |
| Région du NAZINON | 641443 | 788731 | 1,59 % | 1,60 % | 1,60 % | 0,01 % | 0,00 % |
| Province du Bazèga | 238425 | 280870 | 1,26 % | 1,27 % | | Moyenne ABS | |
| Commune de Kayao | 33919 | 40691 | 1,40 % | 1,41 % | | 0,01 % | 0,02 % |
| Village de Goumsin | 2089 | 2414 | 1,11 % | 1,12 % | | Choix : Formule 1 | |
| Taux de croissance moyen de la région et de la province | | | | | | | 1,43 % |

### 5.3.3. Population à l'échéance du projet

L'estimation de la population à l'horizon 2045 repose sur l'application du modèle de croissance géométrique (3), en prenant comme base les effectifs issus du RGPH 2019 ainsi que le taux d'accroissement précédemment déterminé. Le système projeté est conçu pour répondre aux besoins en eau potable de 80 % de cette population future.

**Tableau 11 : Evolution du nombre de consommateurs**

| | Année | 2019 | 2025 | 2027 | 2030 | 2035 | 2040 | 2045 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Population | [Hbts] | 2414 | 2652 | 2704 | 2821 | 3028 | 3250 | 3488 |
| Taux de desserte | [%] | | | 45 % | 52 % | 62 % | 71 % | 80 % |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Population à desservir | [Hbts] | | | 1217 | 1434 | 1834 | 2284 | 2791 |

En 2045, la population du village de Goumsin sera trois mille quatre cent quatre-vingt-huit (3 488) habitants dont deux mille sept cent quatre-vingt-onze (2 791) habitants seront alimentés par l'AEPS.

### 5.3.4. Evaluation des besoins en eau de la population à desservir

A l'horizon 2045, les besoins journaliers en eau potable sont estimés à 16,74 $m^3$/j au niveau des BF et 58,62 $m^3$/j pour les BP. En tenant compte des besoins annexes ainsi que des pertes du réseau, la demande totale au jour de pointe est estimée à 112,15 $m^3$/j. Les différentes étapes de calcul ainsi que les résultats sont présentées dans le tableau ci-après.

**Tableau 12 : Estimation des besoins en eau de la population**

| | | Unité | 2027 | 2030 | 2035 | 2040 | 2045 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Taux de desserte aux | BF | [%] | 40% | 37% | 33% | 28% | 24% |
| Population à desservir aux | | [Hbts] | 1082 | 1053 | 996 | 924 | 837 |
| Nombre théorique de | | U | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 |
| Besoin domestique aux | | [m³/j] | 21,63 | 21,06 | 19,92 | 18,34 | 16,74 |
| Taux de desserte aux | BP | [%] | 5% | 14% | 28% | 42% | 56% |
| Population à desservir aux | | [Hbts] | 135 | 381 | 838 | 1360 | 1954 |
| Nombre théorique de | | U | 16 | 43 | 94 | 152 | 218 |
| Besoin domestique aux | | [m³/j] | 4,06 | 11,43 | 25,13 | 40,791 | 58,62 |
| Besoin domestique | BF+BP | [m³/j] | 25,69 | 32,49 | 45,05 | 59,28 | 75,36 |
| Besoin annexe | | [m³/j] | 2,57 | 3,25 | 4,5 | 5,93 | 7,54 |
| Besoins moyen journalier | | [m³/j] | 28,26 | 35,74 | 49,55 | 65,20 | 82,90 |
| Rendement du réseau | | [%] | 98% | 96% | 92% | 89% | 85% |
| Demande du jour de pointe | | [m³/j] | 33,16 | 42,88 | 61,79 | 84,62 | 112,15 |

## 5.4.Réseau de distribution

Le dimensionnement du réseau de distribution a été réalisé de manière à garantir la satisfaction des besoins en eau durant les heures de pointe du jour de pointe.

### 5.4.1. Plan de distribution

Le tracé du réseau a été défini en prenant en compte plusieurs contraintes du milieu, notamment la topographie (zones de fortes pentes), l'implantation des points de desserte, le réseau de pistes existant ainsi que les zones à caractère sacré ou interdit. Dans la logique d'être en phase avec

la définition du niveau d'accès élémentaire à l'eau de boisson selon les ODD et adaptée au BF, l'implantation des BF a été effectuée suivant une approche par zonage, de manière à couvrir le maximum de ménages dans un rayon d'environ 500 m. A l'issue de cette analyse, un total de six (06) BF a été retenu pour le projet. Compte tenu des caractéristiques du milieu, notamment la faible densité de l'habitat et la dispersion des points de desserte, le choix s'est porté sur un réseau de type ramifié. Ce type de réseau présente l'avantage d'être simple à mettre en œuvre et économiquement plus accessible. Par ailleurs, le mode de distribution gravitaire a été privilégié, le réservoir étant implanté sur un point haut afin d'assurer une pression de service minimale au point défavorable du réseau, qu'il s'agisse du point le plus élevé ou du point éloigné (KORE, 2020). Il convient également de souligner qu'une portion du réseau de refoulement se confond avec le réseau de distribution. Dans cette configuration, les conduites correspondantes seront posées dans une même fouille, en respectant les exigences techniques en matière de pose et de sécurité. La figure ci-dessous, issue de Google Earth, présente l'ensemble du tracé du réseau de distribution retenu.

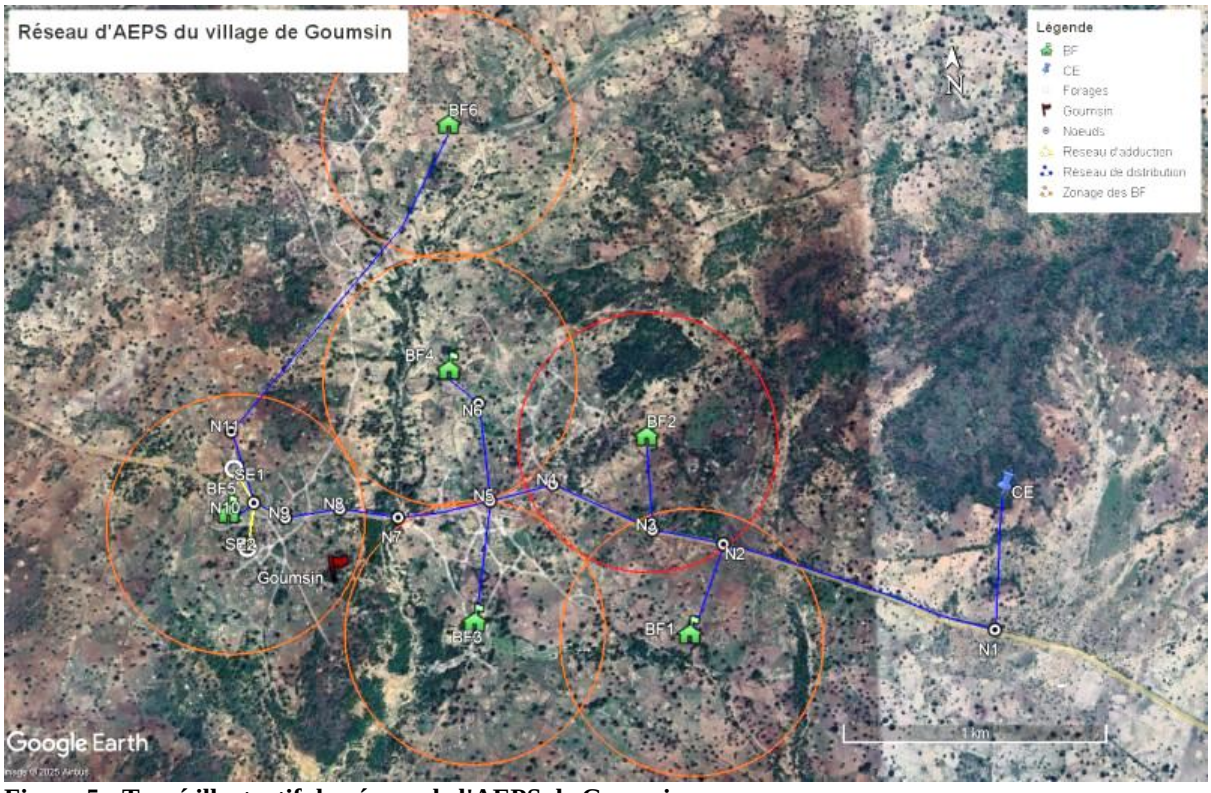



**Figure 5 : Tracé illustratif du réseau de l'AEPS de Goumsin**

### 5.4.2. Service en route

Le réseau de distribution a pour fonction d'acheminer l'eau depuis l'ouvrage de stockage vers les usagers tout en assurant la desserte des différents points de consommation, notamment les BF et les BP. Selon les tronçons considérés, certaines conduites jouent uniquement un rôle de

transfert, tandis que d'autres remplissent simultanément des fonctions de transport et distribution. Dans le cadre du présent projet, les BF ont été équipées de trois (03) robinets fonctionnels, de débit 0,25 l/s, valeur normative, permettant ainsi de déterminer le débit unitaire par BF. Les BP ont, quant à eux, été pris en compte sur la base des hypothèses de desserte fixées à l'horizon du projet. Ainsi, leur débit total est estimé à 3,89 l/s. A partir du débit global affecté aux BP et de la longueur totale des conduites assurant à la fois transport et distribution, un débit linéique a été déterminé, soit 0,00073 l/m. Ce paramètre a permis de répartir les soutirages le long des différentes conduites et d'évaluer la demande propre à chaque tronçon. Sur cette base, les débits circulant dans le réseau ont ensuite été calculés, notamment les débits amont et aval aux nœuds, ainsi que les débits fictifs de calcul. Ces derniers sont utilisés pour représenter hydrauliquement les soutirages répartis et faciliter le dimensionnement des conduites en reproduisant des pertes de charges équivalentes.

**Tableau 13 : Débit fictif de dimensionnement hydraulique**

| Tronçon | Longueur [m] | Débit en route [l/s] | N° Nœud | Débit Soutiré [l/s] | Qamont [l/s] | Qaval [l/s] | Qfictif [l/s] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 0,75 | | | |
| CE_N1 | 510 | 0,00 | N1 | 0,00 | 8,39 | 8,39 | 8,39 |
| N1_N2 | 1086 | 0,79 | N2 | 0,79 | 8,39 | 7,60 | 8,04 |
| N2_BF1 | 401 | 0,29 | BF1 | 1,04 | 1,04 | 0,75 | 0,91 |
| N2_N3 | 280 | 0,20 | N3 | 0,20 | 6,56 | 6,36 | 6,47 |
| N3_BF2 | 320 | 0,23 | BF2 | 0,98 | 0,98 | 0,75 | 0,88 |
| N3_N4 | 422 | 0,00 | N4 | 0,00 | 5,38 | 5,38 | 5,38 |
| N4_N5 | 252 | 0,18 | N5 | 0,18 | 5,38 | 5,19 | 5,29 |
| N5_BF3 | 505 | 0,37 | BF3 | 1,12 | 1,12 | 0,75 | 0,95 |
| N5_N6 | 376 | 0,27 | N6 | 0,27 | 1,13 | 0,86 | 1,01 |
| N6_BF4 | 152 | 0,11 | BF4 | 0,86 | 0,86 | 0,75 | 0,81 |
| N5_N7 | 361 | 0,00 | N7 | 0,00 | 2,94 | 2,94 | 2,94 |
| N7_N8 | 232 | 0,00 | N8 | 0,00 | 2,94 | 2,94 | 2,94 |
| N8_N9 | 213 | 0,00 | N9 | 0,00 | 2,94 | 2,94 | 2,94 |
| N9_N10 | 136 | 0,10 | N10 | 0,10 | 2,94 | 2,84 | 2,90 |
| N10_BF5 | 127 | 0,09 | BF5 | 0,84 | 0,84 | 0,75 | 0,80 |
| N10_N11 | 290 | 0,21 | N11 | 0,21 | 2,00 | 1,79 | 1,91 |
| N11_BF6 | 1433 | 1,04 | BF6 | 1,79 | 1,79 | 0,75 | 1,32 |
| Total | 7096 | 3,89 | | 8,39 | | | |

Le débit en tête de réseau Q = 8,39 l/s correspond au débit de pointe horaire réel de distribution à l'horizon 2045 : Q_BF (6*0,75 = 4,50 l/s) + Q_(BP = 3,89 l/s).

### 5.4.3. Dimensionnement hydraulique

A partir des débits fictifs préalablement déterminés pour chaque tronçon, le dimensionnement hydraulique du réseau a été poursuivi par le calcul des diamètres théoriques nécessaires au transit des débits requis, dans le respect des conditions admissibles de vitesse, de pertes de charge et de pression de service. Les diamètres commerciaux appropriés ont ensuite été retenus afin de définir l'ensemble des conduites du réseau.

Les pertes de charges totales du réseau ont été évalué par les formules de D-W et de M-S (25). La méthode de D-W, est retenue pour le dimensionnement final. En effet, cette formule en plus de minimiser les pertes de charge, prend également en compte le régime d'écoulement et la nature du fluide. Le dimensionnement a ainsi permis d'obtenir un réseau fonctionnel répondant aux exigences de service, avec des pressions et des vitesses satisfaisantes allant respectivement de 10 à 21,59 mCE et de 0,33 à 0,68 m/s chez les usagers. L'ensemble des résultats détaillés relatifs aux diamètres retenus, aux vitesses, aux pressions est présenté dans le tableau ci-dessous.

**Tableau 14 : Récapitulatif du dimensionnent du réseau de distribution**

| Tronçons | N° Nœud | L [m] | Qfict [m³/s] | Dt [mm] | Dc [mm] | DN [mm] | Vc [m/s] | Alt. Amont [m] | Lambda | ΔH(D-W) [m] | Zmin Amont [m] | Pression disponible (D-W) [mCE] | ΔH(M-S) [m] | Zmin Amont [m] | Pression disponible (M-S) [mCE] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $TN_{CE}$ (levée topographique) | | | | | | | | 330 | | | | | | | |
| CE_N1 | N1 | 510 | 0,008 | 103,38 | 141 | 160 | 0,54 | 323 | 0,02 | 1,152 | 334,15 | 18,13 | 0,974 | 333,974 | 16,2 |
| N1_N2 | N2 | 1086 | 0,008 | 101,17 | 141 | 160 | 0,51 | 318 | 0,02 | 2,271 | 331,42 | 20,86 | 1,902 | 330,876 | 19,3 |
| N2_BF1 | BF1 | 401 | 0,001 | 34,04 | 55,4 | 63 | 0,38 | 317 | 0,03 | 1,533 | 331,96 | 20,33 | 1,313 | 331,189 | 18,99 |
| N2_N3 | N3 | 280 | 0,006 | 90,77 | 110,2 | 125 | 0,68 | 316 | 0,02 | 1,293 | 330,72 | 21,57 | 1,183 | 330,060 | 20,12 |
| N3_BF2 | BF2 | 320 | 0,001 | 33,43 | 55,4 | 63 | 0,36 | 323 | 0,03 | 1,148 | 338,87 | 13,42 | 0,975 | 338,034 | 12,14 |
| N3_N4 | N4 | 422 | 0,005 | 82,74 | 110,2 | 125 | 0,56 | 316 | 0,02 | 1,401 | 332,12 | 20,17 | 1,231 | 331,291 | 18,88 |
| N4_N5 | N5 | 252 | 0,005 | 82,10 | 110,2 | 125 | 0,56 | 315 | 0,02 | 0,814 | 331,93 | 20,35 | 0,713 | 331,004 | 19,17 |
| N5_BF3 | BF3 | 505 | 0,001 | 34,81 | 55,4 | 63 | 0,39 | 312 | 0,03 | 2,088 | 331,02 | 21,26 | 1,808 | 329,812 | 20,36 |
| N5_N6 | N6 | 376 | 0,001 | 35,87 | 55,4 | 63 | 0,42 | 315 | 0,03 | 1,728 | 333,66 | 18,62 | 1,518 | 332,522 | 17,65 |
| N6_BF4 | BF4 | 152 | 0,001 | 32,13 | 55,4 | 63 | 0,34 | 315 | 0,03 | 0,475 | 334,13 | 18,15 | 0,395 | 332,917 | 17,26 |
| N5_N7 | N7 | 361 | 0,003 | 61,22 | 96,8 | 110 | 0,40 | 313 | 0,02 | 0,765 | 330,70 | 21,59 | 0,630 | 329,634 | 20,54 |
| N7_N8 | N8 | 232 | 0,003 | 61,22 | 96,8 | 110 | 0,40 | 316 | 0,02 | 0,491 | 334,19 | 18,1 | 0,405 | 333,039 | 17,14 |
| N8_N9 | N9 | 213 | 0,003 | 61,22 | 96,8 | 110 | 0,40 | 317 | 0,02 | 0,451 | 335,64 | 16,64 | 0,372 | 334,410 | 15,76 |
| N9_N10 | N10 | 136 | 0,003 | 60,75 | 96,8 | 110 | 0,39 | 318 | 0,02 | 0,280 | 336,92 | 15,36 | 0,230 | 335,641 | 14,53 |
| N10_BF5 | BF5 | 127 | 0,001 | 31,93 | 55,4 | 63 | 0,33 | 317 | 0,03 | 0,388 | 336,31 | 15,98 | 0,322 | 334,963 | 15,21 |
| N10_N11 | N11 | 290 | 0,002 | 49,28 | 66 | 75 | 0,56 | 319 | 0,02 | 1,771 | 339,69 | 12,59 | 1,639 | 338,280 | 11,9 |
| N11_BF6 | BF6 | 1433 | 0,001 | 41,04 | 66 | 75 | 0,39 | 317 | 0,03 | 4,593 | 342,28 | 10 | 3,895 | 340,175 | 10 |

### 5.4.4. Dimensionnement des fouilles

A l'issue du dimensionnement hydraulique, le système de distribution est constitué de cinq (05) classes de conduites, comprises entre DN63 et DN160. Les travaux de pose nécessitent des fouilles adaptées aux dimensions des canalisations. A cet effet, les conduites de diamètres DN160 seront installées dans des tranchées de 100 x 60 cm, celles de DN125 et DN110 dans des tranchées de 95 x 55 cm et celles de DN75 et DN63 dans des tranchées de 90 x 50 cm.

L'ensemble des caractéristiques retenues pour les conduites ainsi que les dimensions correspondantes des fouilles sont présentés à l'annexe (3)

### 5.5.Simulation du réseau de distribution

L'ensemble des conduites et des points de desserte présentent des vitesses et des pressions conformes aux exigences, comme en témoignent les codes couleurs affichés par le logiciel.

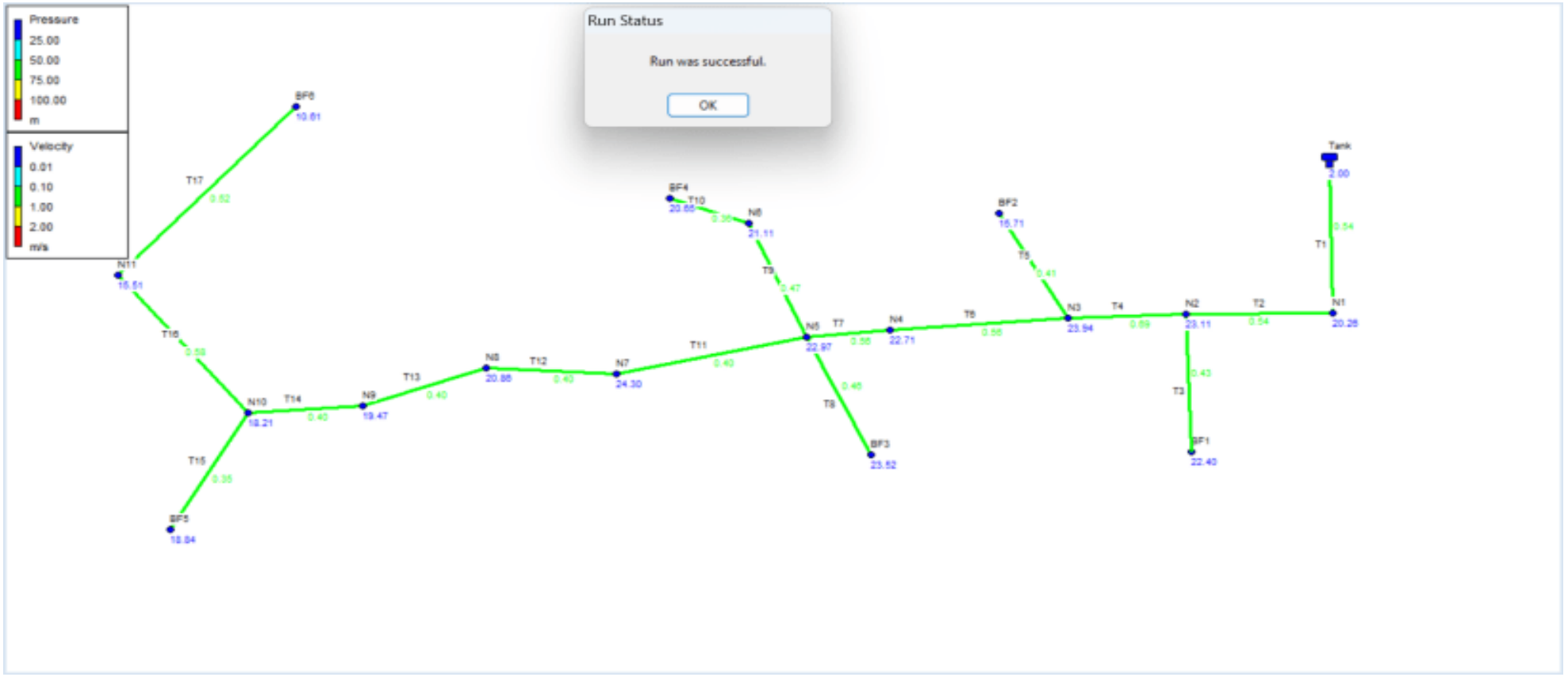



**Figure 6 : Rapport de simulation du réseau sur EPANET**

Une comparaison entre les valeurs issues du dimensionnement sur Excel et celles de la simulation EPANET a ensuite été effectuée. Les coefficients de détermination obtenus pour les vitesses ($R^2$=0,88) et les pressions ($R^2$=0,83) attestent d'une corrélation positive et satisfaisant entre les deux approches. La différence méthodologique justifie les variations constatées entre les deux séries de résultat. En effet, le dimensionnement sur Excel repose sur des débits fictifs calculés par tronçon selon la formule (21) tandis que la simulation EPANET utilise les demandes réelles affectées à chaque nœud et intègre également le niveau minimal de l'eau dans le réservoir. Les graphes ci-après présentent les analyses comparatives des valeurs calculées et simulées de vitesses et de pressions :

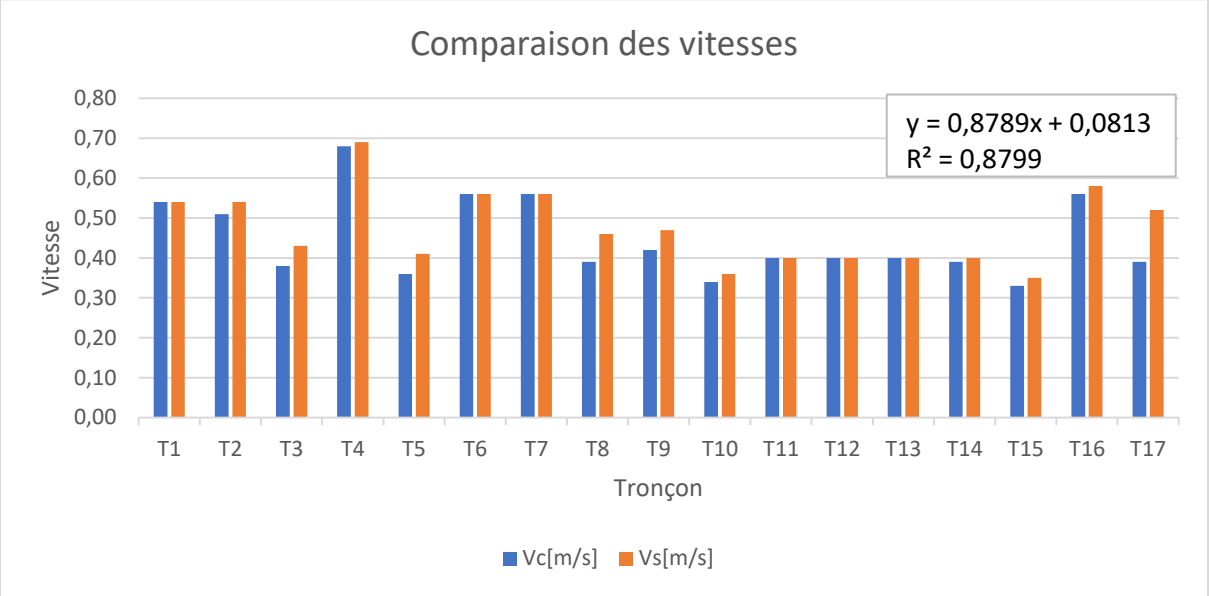



**Figure 7 : Analyse comparative des vitesses calculées et simulées**

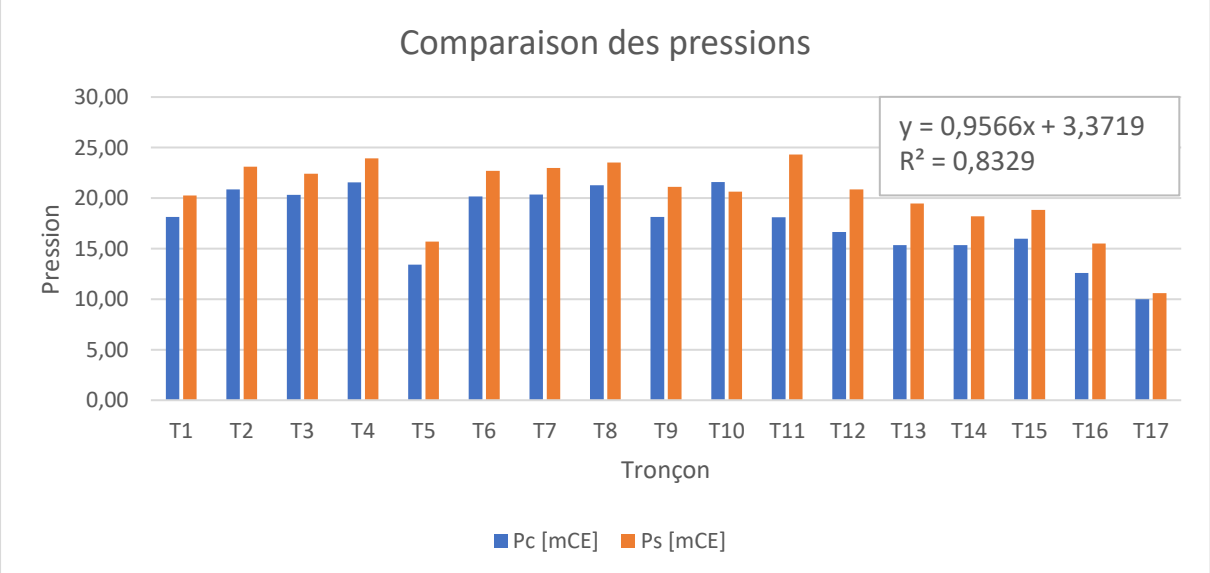



**Figure 8 : Analyse comparative des pressions calculées et simulées**

## 5.6.Dimensionnement du réservoir de stockage

### 5.6.1. Volume utile du réservoir

Dans cette étude, nous avons utilisé les méthodes analytique et forfaitaire pour estimer la capacité utile du château d'eau.

- Méthode forfaitaire

Notre réservoir est principalement alimenté par pompage solaire, ainsi son volume utile a été estimé à 50 % de la demande du jour de pointe tableau (4). De plus ce pourcentage offre une grande capacité favorable à toute éventuelle extension du système. Les principales caractéristiques de la cuve retenue sont présentées dans le tableau ci-après.

**Tableau 15 : Capacité du réservoir : Méthode forfaitaire**

| Désignation | Unité | Valeur |
|---|---|---|
| Demande du jour de pointe | [m³] | 112,15 |
| Volume utile du Réservoir | [m³] | **56,08** |
| Hauteur de la cuve du château (fixée) | [m] | **3** |
| Diamètre de la cuve | [m] | **5** |
| Cote du radier du château (Zrad) | [m] | 342,28 |
| Cote terrain naturel du château ($Z_{TNce}$) | [m] | 330,00 |
| Hauteur sous-Radier du château (Hradier) | [m] | 12 |

- Méthode analytique

Dans ce cadre, le volume du réservoir a été déterminée à partir de l'évaluation des volumes excédentaires et déficitaires susceptibles d'être observés au cours de l'exploitation en l'absence de stockage. Cette démarche a permis d'établir le tableau récapitulatif ci-dessous :

**Tableau 16 : Capacité du réservoir : Méthode analytique**

| Période | **0h-6h** | **6h-9h** | **9h-11h** | **11h-14h** | **14h-16h** | **16h-18h** | **18h-22h** | **22h-24h** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Durée (d) | 6,00 | 3,00 | 2,00 | 3,00 | 2,00 | 2,00 | 4,00 | 2,00 |
| Coefficient de consommation (K) | 0,10 | 2,80 | 1,00 | 1,00 | 1,50 | 1,50 | 0,50 | 0,10 |
| Débit (Q) | 0,00 | 9,90 | 9,90 | 9,90 | 9,90 | 9,90 | 0,00 | 0,00 |
| V entrant (Ve=Q*d) | 0,00 | 29,70 | 19,80 | 29,70 | 19,80 | 19,80 | 0,00 | 0,00 |
| Ve cumulé Vec | 0,00 | 29,70 | 49,50 | 79,20 | 99,00 | 118,80 | 118,8 | 158,40 |
| Q distribué (Qd=Q.s.*K) | 0,84 | 23,50 | 8,39 | 8,39 | 12,59 | 12,59 | 4,20 | 0,84 |
| V distribué (Vd=Qd*d) | 5,04 | 70,51 | 16,79 | 25,18 | 25,18 | 25,18 | 16,79 | 1,68 |
| Vd cumulé Vdc | 5,04 | 75,54 | 92,33 | 117,51 | 142,69 | 167,87 | 184,66 | 186,33 |
| Vec-Vdc | -5,04 | -45,84 | -42,83 | -38,31 | -43,69 | -49,07 | -65,86 | -27,93 |
| **Capacité Utile (CU) du réservoir** | **\|déficit Max\| + excédent Max** | | | | | **65,86** | | **[m³]** |

L'évaluation de la capacité utile du réservoir par les méthodes forfaitaire et analytique a conduit respectivement à des volumes de 56,08 $m^3$ et 65,86 $m^3$. Une capacité de stockage de 60 $m^3$, moyenne entre les deux approches, a été retenue pour le présent projet. Cette capacité offre une marge de sécurité confortable et reste un volume standard industriel, ce qui limite ainsi les coûts de fabrication. Le réservoir projeté sera réalisé en structure métallique avec une cuve de forme cylindro-conique. Cette configuration offre un bon compromis entre maîtrise des coûts et simplicité de mise en œuvre. Les dimensions adoptées pour la cuve correspondent à une hauteur de 3 m et à un diamètre de 5 m. L'ouvrage reposera sur une structure porteuse surélevée de 12 m par rapport au terrain naturel. Par ailleurs, un regard muni d'un système de by-pass sera aménagé au pied du château d'eau afin de permettre, en cas d'entretien, la continuité du service par refoulement directe vers le réseau de distribution (refoulement distributif).

### 5.6.2. Chloration de l'eau

Afin de garantir la qualité microbiologique de l'eau distribuée, une unité de désinfection par chloration a été retenue dans le cadre du projet. Le système envisagé repose sur une pompe doseuse de type Dosatron, installée au pied du réservoir, permettant l'injection contrôlée de la solution chlorée selon la dose préalablement déterminée. La pompe doseuse retenue a une capacité de 48 litres et un débit d'injection de 3,96 l/h, pour une consommation journalière en hypochlorite de sodium estimée à 238 g. Les vérifications hydrauliques confirment que ces paramètres garantissent une désinfection efficace sans perte excessive de chlore par volatilisation. Les principales caractéristiques de l'unité de potabilisation sont récapitulées dans le tableau suivant.

**Tableau 17 : Paramètres de traitement**

| Paramètre | Unité | Valeur | | |
|---|---|---|---|---|
| Volume du réservoir retenu (Cu) | [m³] | 60 | | |
| **Temps de contact du Chlore** | **[h]** | **2,0** | **≥ 02 h** | **OK** |
| **Temps de séjour** | **[J]** | **0,53** | **< 02 j** | **OK** |
| Dose de traitement (d) | [mg/l] | 2 | | |
| Débit d'eau a traité (Q) | [m³/h] | 9,90 | | |
| Concentration de la solution de chlore (C) | [g/l] | 5 | | |
| **Débit d'injection de la pompe doseuse (q)** | **[l/h]** | **3,96** | | |
| **Volume du bac (V)** | **[l]** | **48** | | |
| **Masse journalière de chlore (M)** | **[g]** | **237,6** | | |
| **Masse annuelle de chlore** | **[Kg]** | **86,72** | | |

## 5.7.Dimensionnement du réseau d'adduction

### 5.7.1. Débit de refoulement

L'approvisionnement du futur système reposera sur la valorisation de deux (02) forages déjà existants, identifiés comme source de captage pour l'alimentation du réseau. Ces ouvrages F1 et F2 sont localisé respectivement aux coordonnées géographiques 12°00''06,2''N ; 1°48''53,4W et 11°59'44,8''N ; 1°47'55,4''W. Les essais initiaux leur attribuent respectivement ; un débit de 6 $m^3$/h et 5 $m^3$/h, avec un niveau dynamique observé à 31,1 m. Toutefois, dans une logique de prudence technique en attendant les résultats définitifs du développement de l'ouvrage ainsi que des essais de pompage complémentaires, un débit d'exploitation a été retenu pour chaque forage en appliquant un coefficient de sécurité de 0,9 au débit mesuré. Ainsi, la capacité mobilisable des forages F1 et F2 sont respectivement fixées à 5,4 $m^3$/h et 4,5 $m^3$/h, pour un débit total de 9,9 $m^3$/h car les forages fonctionneront en parallèle.

**Tableau 18 : Débit de l'adduction par refoulement**

| | **Année** | **2027** | **2030** | **2035** | **2040** | **2045** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Débit théorique de pompage | [m³/h] | 2,76 | 3,57 | 5,15 | 7,05 | 9,35 |
| Débit de Foration | [m³/h] | **11,00** | | | | |
| Débit d'exploitation des forages | [m³/h] | **9,90** | | | | |
| Nombre de forages de 5 [m³/h] | U | 1 | 1 | 1 | 1 | **1** |
| Débit réel de pompage | [m³/h] | 9,90 | 9,90 | 9,90 | 9,90 | **9,90** |
| Temps réel de pompage | [h] | 4 | 6 | 7 | 10 | **12** |

Le système est donc dimensionné pour fonctionner 12 h/j jusqu'à l'horizon 2045, ce qui correspond à la limite haute retenue pour l'exploitation. Le graphique ci-après met en évidence l'évolution des besoins en eau en comparaison avec le potentiel de production retenu pour le forage.

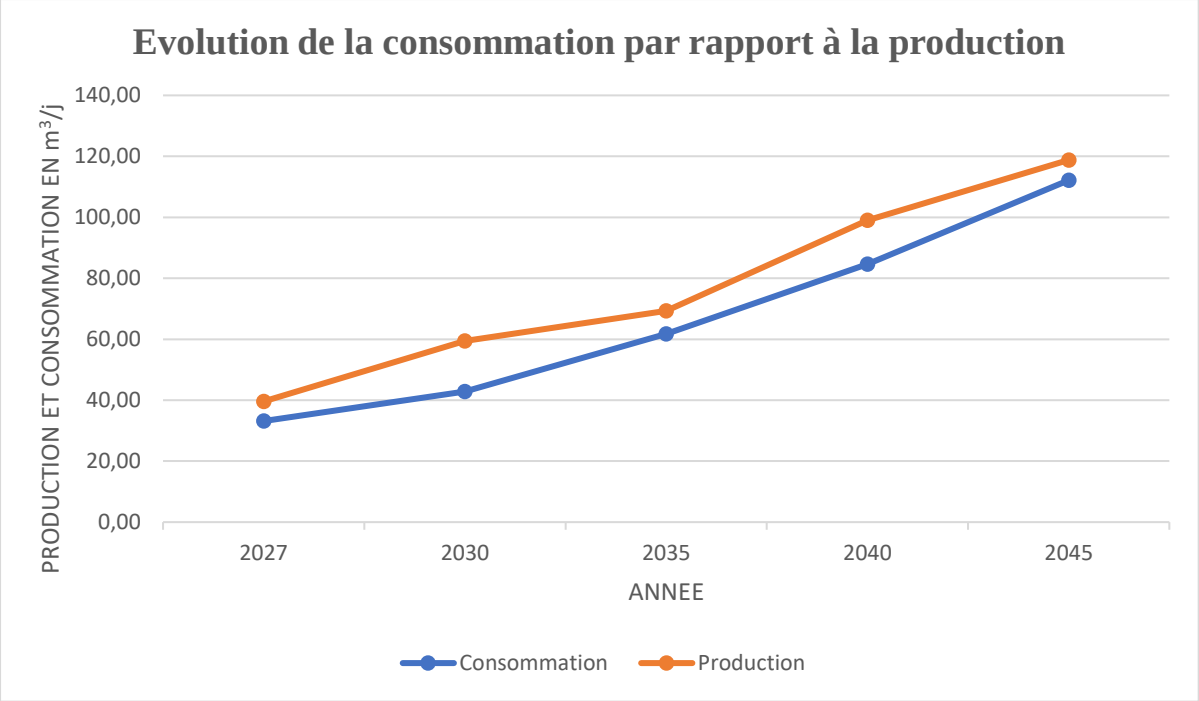



**Figure 9 : Courbes des besoins en eau et de la capacité de production du forage**

L'analyse comparative entre les besoins futurs en EP et la capacité de production mobilisable* montre que les deux forages existants retenus pour le projet permettent, à eux seuls, de satisfaire la demande de la population jusqu'à l'horizon de dimensionnement.

### 5.7.2. Diamètre des colonnes d'exhaure et montante

Chacun des deux forages mobilisés comprend une colonne d'exhaure reliant la pompe immergée à la tête de forage, une conduite horizontale acheminant l'eau vers le point de jonction commun ; puis la conduite principale reliant ce point au château d'eau. A cela s'ajoute la colonne montante assurant l'amenée de l'eau jusqu'au niveau de remplissage du réservoir. La colonne montante prend en compte la hauteur sous-radier ainsi que la hauteur de la cuve. Les résultats sont consignés dans le tableau suivant.

**Tableau 19 : Dimensionnement de la colonne montante et de la colonne d'exhaure**

| Désignation | Diamètre théorique (mm) | Diamètre intérieur (mm) | Diamètre Nominal (mm) |
|---|---|---|---|
| F2 Exhaure | 28,21 | 40,8 | 50 |
| F1 Exhaure | 30,90 | 40,8 | 50 |
| Montante | 59,17 | 61,4 | 75 |

### 5.7.3. Diamètre de la conduite de refoulement

Le linéaire de refoulement comprend, d'une part, les conduites horizontales reliant chacun des deux forages au point de rassemblement, et d'autre part, la conduite principale acheminant le débit combiné depuis ce point jusqu'au château d'eau.

Les tableaux ci-après présentent les résultats du dimensionnement des conduites horizontales issues des deux forages, ainsi que ceux de la conduite principale de refoulement vers le réservoir.

**Tableau 20 : Résultats de calcul de la conduite de refoulement**

| Conduite F2-N10 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Formule | Q (m³/h) | Dth [mm] | Dint [mm] | DN [mm] | Uref [m/s] | Condition Flamant |
| Bresse | 4,5 | 53,03 | 61,4 | 75 | 0,42 | Oui |
| Bresse-Modifiée | | 86,18 | 90,00 | 110 | 0,20 | Oui |
| Bonnin | | 35,36 | 40,80 | 50 | 0,96 | Non |
| Munier | | 43,84 | 51,40 | 63 | 0,60 | Oui |
| Bedjaoui | | 44,90 | 51,40 | 63 | 0,60 | Oui |
| Conduite F1-N10 | | | | | | |
| Formule | Q (m³/h) | Dth [mm] | Dint [mm] | DN [mm] | Uref [m/s] | Condition Flamant |
| Bresse | 5,4 | 58,09 | 61,4 | 75 | 0,51 | Oui |
| Bresse-Modifiée | | 91,58 | 102,20 | 125 | 0,18 | Oui |
| Bonnin | | 38,73 | 40,80 | 50 | 1,15 | Non |
| Munier | | 48,02 | 51,40 | 63 | 0,72 | Non |
| Bedjaoui | | 49,19 | 51,40 | 63 | 0,72 | Non |
| Conduite N10-CE | | | | | | |
| Formule | Q (m³/h) | Dth [mm] | Dint [mm] | DN [mm] | Uref [m/s] | Condition Flamant |
| Bresse | 9,9 | 78,66 | 90,0 | 110 | 0,43 | Oui |
| Bresse-Modifiée | | 112,08 | 114,60 | 140 | 0,27 | Oui |
| Bonnin | | 52,44 | 61,40 | 75 | 0,93 | Non |
| Munier | | 65,03 | 73,60 | 90 | 0,65 | Oui |
| Bedjaoui | | 66,60 | 73,60 | 90 | 0,65 | Oui |

Une première estimation des diamètres a été réalisée à l'aide de relations empiriques (33) couramment utilisées en hydraulique, avant d'être affiné par des vérifications portant sur les vitesses d'écoulement (34), les pertes de charge admissibles ainsi que les conditions économiques d'exploitation. Le choix final a ainsi porté sur les diamètres offrant le meilleur compromis entre performance hydraulique et coût d'investissement. Les graphes suivants permettent de visualiser les différents paramètres de choix des diamètres de refoulement.

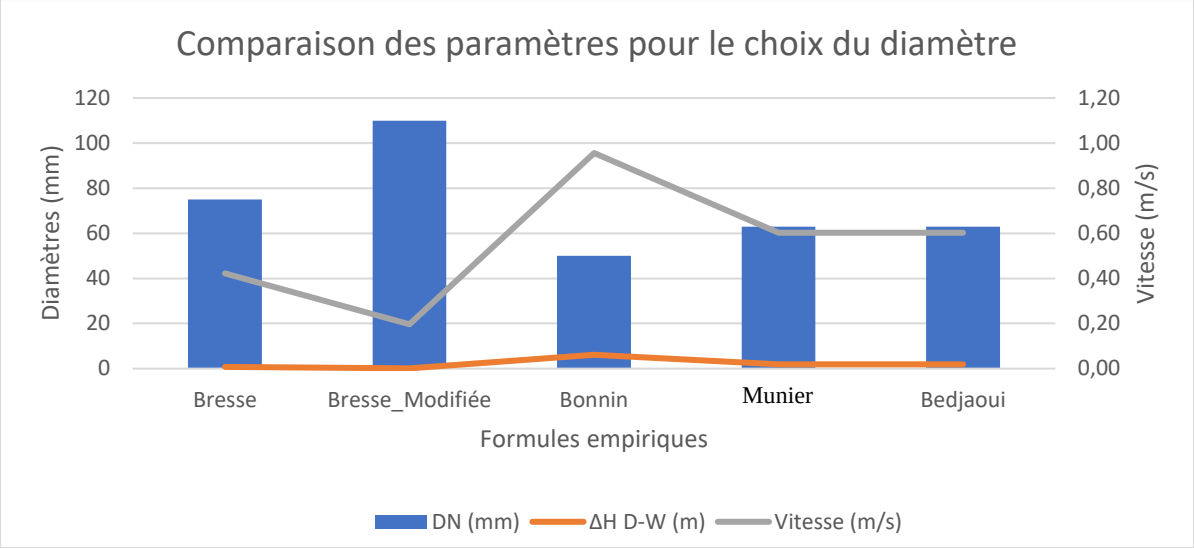



**Figure 10 : Paramètres de la conduite F2-N10**

Après comparaison des approches de Munier et de Bedjaoui, la formule de Munier a finalement été privilégiée. Outre des diamètres plus économiques à l'investissement, elle présente l'avantage de prendre en compte la durée de pompage dans le dimensionnement. Sur cette base, la conduite retenue est un PEHD PN16 de DN63, sur une longueur de 179 m.

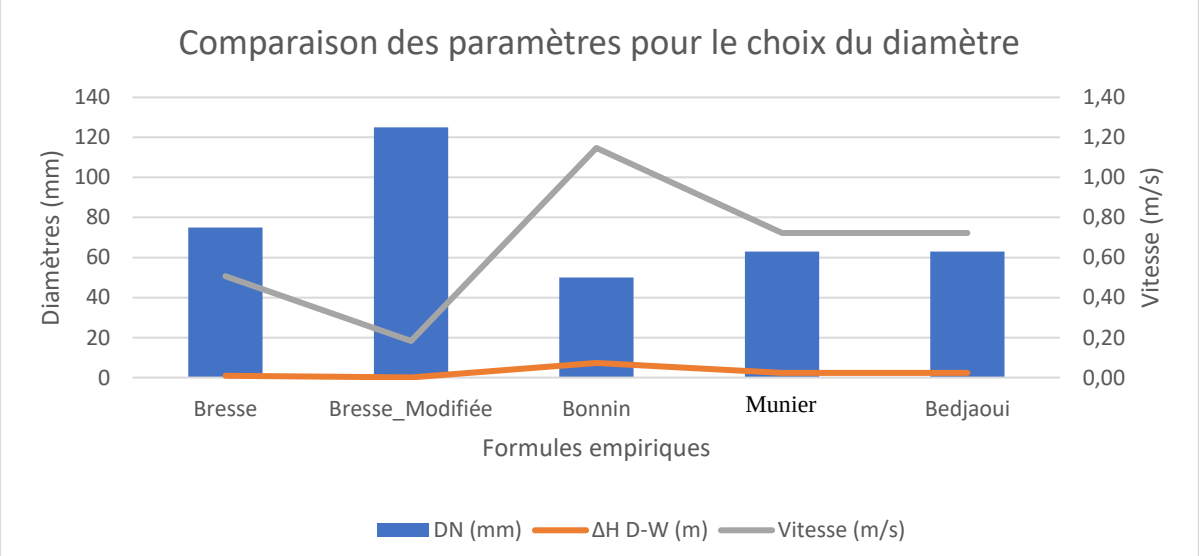



**Figure 11 : Paramètres de la conduite F1-N10**

Les formule de Bresse et Bresse modifiée conduisent toutes deux à des résultats admissibles. Toutefois, la formule de Bresse a été retenue, car elle assure une vitesse d'écoulement plus satisfaisante, favorable au bon fonctionnement de la conduite. Elle conduit également à un diamètre plus réduit, donc économique à l'investissement. Le dimensionnement final adopté correspond ainsi à une conduite PEHD PN16 de DN75, sur une longueur de 151 m.

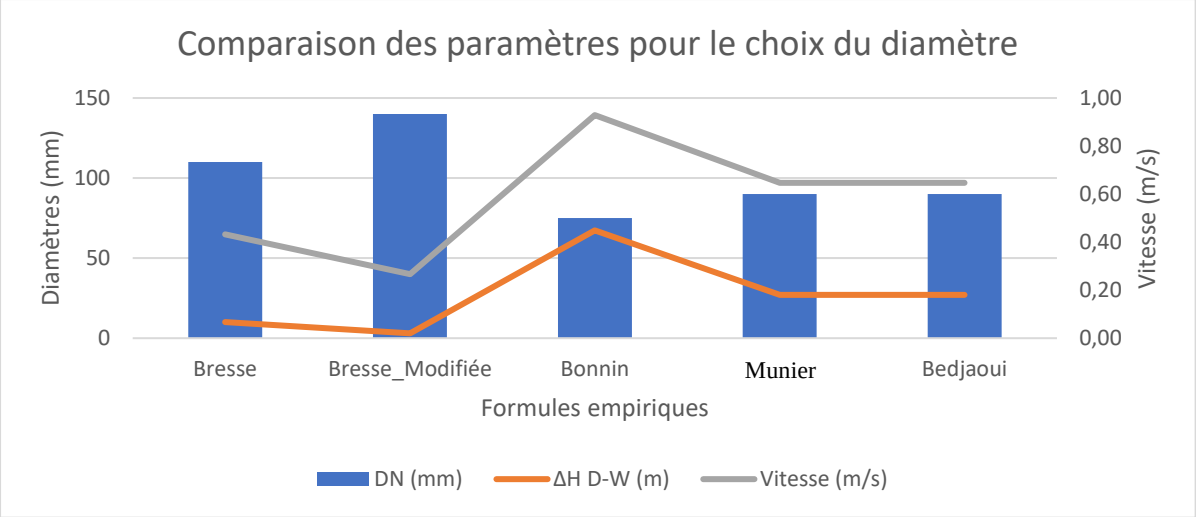



**Figure 12 : Paramètres de la conduite N10-CE**

Parmi les diamètres calculés, celui issu de la formule de Bonin ne satisfait pas la condition de flamant. Les solutions les plus avantageuses sur le plan économique, tout en assurant le bon fonctionnement du système, sont celles obtenues pas Munier et Bedjaoui. Le choix s'est toutefois porté sur la formule de Meunier, dont l'approche intègre le temps de pompage. La conduite retenue comme conduite principale de refoulement est en PEHD PN16 de DN90, pour une longueur de 3 491 m. Ce diamètre offre le meilleur compromis entre pertes de charge et coût d'investissement, par rapport aux autres diamètres.

### 5.7.4. Etude des coups de bélier

L'application de la formule (38) a permis d'apprécier la nécessité de prévoir, ou non, un dispositif de protection contre les coups de bélier, à travers la vérification des surpressions et des dépressions susceptibles de rester dans les limites admissibles. Les résultats obtenus sont présentés ci-après.

**Tableau 21 : Récapitulatif de l'étude du coup de bélier**

| Désignation | Unité | F2-N10 | F1-N10 | N10-CE |
|---|---|---|---|---|
| Débit de refoulement | [m³/h] | **4,50** | **5,4** | **9,9** |
| Longueur de refoulement | [m] | 179 | 151 | 3491 |
| Diamètre intérieur retenu | [mm] | 51,40 | 61,4 | 73,60 |
| Vitesse initiale | [m/s] | 0,60 | 0,51 | 0,65 |
| Lambda λ | | 0,02839 | 0,02775 | 0,02556 |
| Pertes de charge ΔH | [m] | 1,92 | 0,94 | 27,11 |
| Hauteur Manométrique Totale HMT | [m] | **58,01** | **61,03** | **85,20** |
| Célérité de l'onde | [m/s] | 362,99 | 359,83 | 360,83 |
| Variation de pression ΔP | [m] | 22,29 | 18,58 | 23,78 |
| **Surpression Hmax** | **[m]** | **80,30** | **79,61** | **108,97** |
| **Dépression Hmin** | **[m]** | **35,72** | **42,45** | **61,42** |
| Pression Nominale PN | [m] | 160 | | |
| Pression Atmosphérique Pa | [m] | 10,33 | | |
| **Pression Maximale Admissible PMA=1,2*PN** | **[m]** | **192** | | |

Les calculs réalisés montrent que les pressions transitoires générées lors du fonctionnement restent dans les limites admissibles de conduite (39), aussi bien en surpression qu'en dépression. Le réseau ne présente donc pas de risque lié au phénomène de coup de bélier. Par conséquent, l'installation d'un dispositif spécifique de protection anti-bélier n'est pas indispensable. Toutefois, par mesure de sécurité, la mise en place d'une soupape de décharge à l'aval de la station de pompage est recommandée afin de prévenir d'éventuelles surpressions accidentelles.

### 5.7.5. Caractéristiques des pompes immergées

Le choix des équipements de pompage a été effectué à partir des paramètres hydrauliques notamment le débit d'exploitation retenu et la HMT à vaincre. Etant donné que le système mobilise deux forages distincts, chacun équipé de sa propre pompe immergée, le dimensionnement a été conduit séparément pour chaque ouvrage. A l'issue des vérifications techniques, le choix s'est porté sur deux pompes de même référence, de gamme Grundfos SP 5A-17. Les caractéristiques de fonctionnement retenues pour chaque forage sont présentées dans le tableau ci-dessous.

**Tableau 22 : Caractéristiques des pompes**

| Choix du type de pompe dans la gamme GRUNDFOS pour les 2 forages | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Type** | **N (tr/min)** | **Moteur** | **Tension Nominale** | **$\eta_P$** | **$\eta_M$** | **Pt (kW)** | **U (V)** | **In (A)** | **Cosj** | **Id (A)** |
| SP 5A-17 | 2900 | MS402 | 3x400 | 60 % | 75 % | 1,5 | 400 | 4,2 | 0,75 | 21,00 |

Les pompes immergées de cette gamme sont des équipements en acier inoxydable destinés à l'extraction des eaux souterraines (GRUNDFOS, 2023). Le moteur est submersible d'environ 4 pouces de diamètre et fonctionne en alimentation triphasée.

**Tableau 23 : Les différentes puissances des pompes**

| Paramètres | Pompe Forage SE3 | Pompe forage SE1 |
|---|---|---|
| Puissance hydraulique fournie (kW) | 0,71 | 0,9 |
| Puissance mécanique absorbée (kW) | 1,19 | 1,5 |
| Puissance électrique absorbée par le moteur (kW) | 1,58 | 2 |
| Intensité nominale calculée (A) | 2,89 | |

L'adoption de deux pompes identiques présente également des avantages pratiques, notamment en matière de gestion des pièces de rechange, de maintenance et de standardisation des équipements.

### 5.7.6. Point de fonctionnement de la pompe

Le point de fonctionnement est déterminé graphiquement à partir de l'intersection entre la courbe caractéristique résultante des deux pompes fonctionnant en parallèle après modification (P1_mod/P2_mod =f(2Q)) et celle de la conduite commune de refoulement (Hres=f(2Q)). La courbe caractéristique modifiée de chaque pompe est tracée en retranchant pour chaque débit la perte de charge imposée par la conduite individuelle de chaque pompe jusqu'au point de refoulement commun. Les points de fonctionnement individuels de chaque pompe sont ensuite obtenus à partir d'une projection du point de fonctionnement du système sur les différentes courbes P1_modifiée et P2_modifiée. Le rendement de la pompe est trouvé à l'intersection des courbes représentatives de la pompe et du rendement ($\eta P=f(Q)$). Le graphique suivant présente les points qui indiquent les meilleures conditions de refoulement.

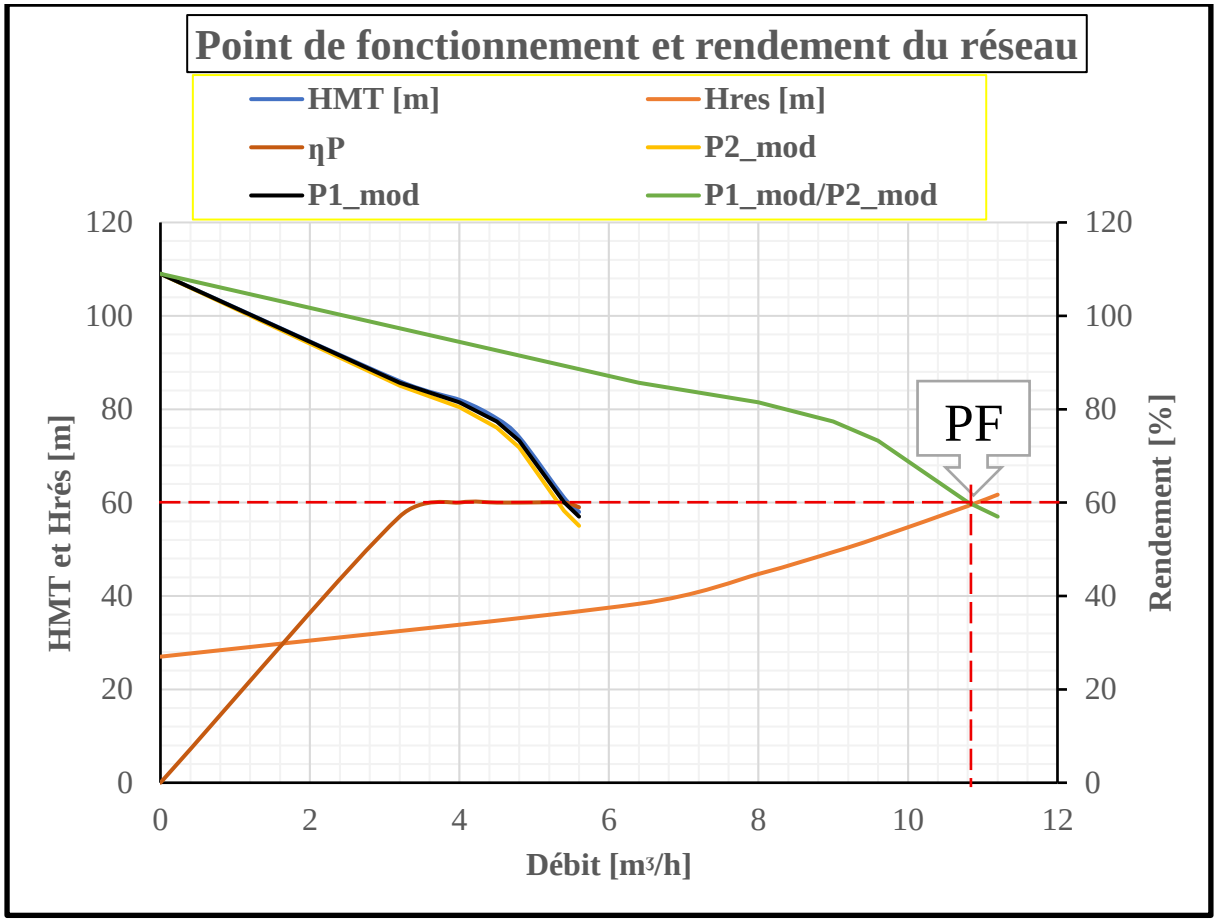



**Figure 13 : Point de fonctionnement de la pompe**

### 5.7.7. Source d'énergie solaire et onduleur

La pompe fonctionne en courant alternatif par deux (02) sources d'énergie : un champ solaire, qui constitue la source principale d'alimentation, et un groupe électrogène servant d'appoint. Les résultats du dimensionnement retenus pour assurer six (06) heures de pompage sont présentés dans le tableau ci-dessous :

**Tableau 24 : Caractéristiques des 02 champs solaires**

| Tens (h) | $\gamma_i$ (kWh/m²/j | $\eta_{ond.}$ (%) | $P_C$ (Wc) | | $P_{mod}$ (Wc) | $N_{mod.}$ | | $U_{max,ond}$ (V) | $U_{cc,mod}$ (V) | $N_{mod.s}$ | $N_{mod.p}$ | $P_{réelle}$ (kW) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | C1 | C2 | | C1 | C2 | | | | | |
| 6 | 5,15 | 90 | 2583 | 2046 | 300 | 9 | 7 | 48 | 12 | 4 | 2 | 2,4 |

La puissance crête (38) calculée Pc2 = 2,046 kWc et Pc1 = 2,583 kWc est respectivement supérieur à la puissance électrique absorbée par le moteur de 2 kW et 1,58 kW. Cela implique que les panneaux solaires sont effectivement en mesure d'alimenter respectivement les deux

(02) pompes (MOUNIROU, 2018). Les modules de 300 W, de chaque champ solaire seront associés en série (4) et parallèle (2) de 4 x 2 panneaux.

L'onduleur solaire adopté est le modèle Grundfos RSI (Renewable Solar Inverter), dont la conception a été spécifiquement pensée pour s'associer aux pompes de la même marque. Cette cohérence technologique garantit non seulement une intégration optimale, mais assure également une mise en service simplifiée. Ses caractéristiques sont présentées ci-après :

**Tableau 25 : Puissance de l'onduleur des deux (02) champs solaires**

| $P_t$ (kW) | K | ηP (%) | Cosj (%) | $P_{app,ond}$ (kVA) | $P_{act,ond}$ (kW) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1,5 | 1,05 | 60 | 75 | 4 | 3 |
| Choix de l'onduleur | | | | | |
| Type | | | RSI, IP66 |  | |
| Puissance Nominale (kW) | | | 2,2 | | |
| Tension Nominale (V) | | | 3x380-440v | | |
| Tension Nominale d'entrée DC (V) | | | 800 | | |
| Fréquence (Hz) | | | 50/60 | | |
| Tension Nominale de sortie AC (V) | | | 380 | | |
| Courant Nominal de sortie AC (A) | | | 5,6 | | |

Source : Grundfos, fiche technique RSI 2,2 kW, réf.99044348

Nous avons retenu un onduleur dont la puissance nominale est de 2,2 kiloWatt.

### 5.7.8. Source d'énergie thermique

La puissance électrique absorbée par le moteur est inférieure à 20 kW, ainsi le dimensionnement du groupe électrogène approprié a été effectué à l'aide de la relation (42).

**Tableau 26 : Caractéristiques des 02 groupes électrogènes**

| | $P_{EAM}$ (kW) | Cosφ | U (V) | In (A) | Papp (kVA) |
|---|---|---|---|---|---|
| Electropompe 1 | 2 | 75% | 400 | 4,2 | 5 |
| Electropompe 2 | 1,58 | | | | 5 |

Les groupes électrogènes fonctionneront en triphasé avec une fréquence de 50 Hz et une puissance apparente retenue de 5 kVA.

# VI. ETUDE DE FAISABILITE FINANCIERE

## 6.1.Etude du coût du projet

Sur la base des cadres de devis antérieurs relatifs à des AEPS similaires déjà exécutées, ainsi que de la mercuriale des prix en vigueur pour les infrastructures hydrauliques à Koudougou, un devis quantitatif et estimatif a été élaboré pour la réalisation de l'AEPS de Goumsin. Le tableau ci-après présente une synthèse consolidée des différentes composantes de ce devis.

**Tableau 27 : Investissement du projet**

| N° | DESIGNATION / CARACTERISTIQUES DES TRAVAUX | MONTANT |
|---|---|---|
| 1 | INSTALLATION DE CHANTIER - FRAIS GENERAUX | 6 525 000 |
| 2 | ELECTROPOMPE ET EXHAURE | 6 858 000 |
| 3 | ENERGIE ET RACCORDEMENTS | 41 012 500 |
| 4 | RESEAU D'ADDUCTION | 78 255 855 |
| 5 | POMPE DOSEUSE ET ACCESSOIRES | 5 301 000 |
| 6 | CHÂTEAU D'EAU DE 60 $m^3$ | 54 715 000 |
| 7 | RESEAU DE DISTRIBUTION [Tuyauterie, robinetterie et Bornes fontaines (BF)] | 98 404 250 |
| 8 | CONSTRUCTION DES LOCAUX DIVERS ET SYSTÈME D'ECLAIRAGE | 32 772 000 |
| **MONTANT TOTAL HORS TAXES** | | **323 843 605** |
| **TVA (18%)** | | **58 291 849** |
| **TOTAL TTC** | | **382 135 454** |

Le coût global d'investissement du projet, toutes taxes comprises, s'élèvent à trois cent quatre-vingt-deux millions cent trente-cinq mille quatre-cent-cinquante-quatre francs CFA (382 135 454 FCFA).

### 6.1.1. Calculs des amortissements et charges d'exploitation

Tout équipement connaît, au fil du temps, une dégradation progressive de sa valeur économique jusqu'à l'atteinte de son obsolescence technique. Afin de prendre en compte cette réalité, une provision financière est constituée périodiquement, permettant d'étaler cette dépréciation tout au long de la vie utile du matériel et de disposer des ressources nécessaires à son remplacement en temps voulu. Le cadre réglementaire national en matière de gestion du service public de l'eau potable en milieu rural impose à tout exploitant de planifier ces provisions pour les équipements dont la durée de vie n'excède pas quinze ans (DGEP/SPE, 2019). Par ailleurs, assurer le bon fonctionnement d'un système d'alimentation en eau implique des dépenses récurrentes. Celles-ci concernent principalement l'approvisionnement en matières nécessaires à la production, ainsi que l'entretien régulier des installations. La charge salariale, dont le coût évolue chaque année à hauteur de 2 %, vient compléter ces dépenses (SOME, 2024). L'ensemble de ces données financières est consigné dans le tableau suivant.

**Tableau 28 : Amortissement et exploitation**

| **Dotations aux amortissements (FCFA)** | | | |
|---|---|---|---|
| **Désignation** | **Durée de vie (an)** | **Investissement** | **Annuité (par an)** |
| Pompe | 5 | 3 660 000 | 732 000 |
| Groupe électrogène | 5 | 3 230 000 | 646 000 |
| Convertisseur | 5 | 3 000 000 | 600 000 |
| Accessoires | 5 | 17 782 500 | 3 556 500 |
| **Total annuel des annuités** | | | **5 534 500** |
| **Charge salariale (FCFA)** | | | |
| **Désignation (+2 %)** | **Personnel** | **Salaires mensuels** | **Montant annuel** |
| Chef de centre | 1 | 70 000 | 840 000 |
| Fontainier | 6 | 45 000 | 3 240 000 |
| Maintenancier | 2 | 50 000 | 1 200 000 |
| Vigiles | 4 | 45 000 | 2 160 000 |
| **Total annuel des charges salariales** | | | **7 440 000** |
| **Charge de fonctionnement (FCFA)** | | | |
| **Désignation** | **Fréquence** | **Durée (par an)** | **Montant annuel** |
| Entretien du groupe | 3mois | 4 | 480 000 |
| Maintenance des champs PV | 1mois | 12 | 300 000 |
| Carburant (j)/G.électrogène | 4,8 | 1 752 | 2 365 200 |
| Chloration (Kg) | 0,3 | 110 | 1 861 500 |
| **Total annuel des charges de fonctionnement** | | | **5 006 700** |

En nous basant sur les directives techniques et institutionnelles de l'ONEA en matière de gestion des AEPS en milieu rural, selon laquelle chaque BF doit être placée sous la responsabilité d'un fontainier dédié, chargé de la gestion des ventes d'eau, de la collecte des recettes et de la surveillance de l'ouvrage. Nous avons affecté à chaque BF, un fontainier soit 6 fontainiers pour 6 BF. Le choix des 2 maintenanciers est justifié par le fait que le système soit complexe car il comprend deux forages équipés, deux installations solaires, deux groupes électrogènes. De plus, en considérant que nous avons deux plateformes PV et que les vigiles assurerons une surveillance continue 24 h/24 h en deux rotations, 4 vigiles sont nécessaires pour une bonne protection des équipements sensibles. Il convient de noter que le prix du carburant est sensible aux fluctuations.

Nous obtenons un total d'amortissement annuel de cinq millions cinq cent trente-quatre-mille cinq cents francs CFA (5 534 500 FCFA) et des charges d'exploitation, pour une année de mise en œuvre de l'ouvrage, qui s'élèvent à douze millions quatre cent quarante-six mille sept cents francs CFA (12 446 700 FCFA).

### 6.1.2. Analyse du coût de revient et de la viabilité financière du service de l'eau

L'estimation du coût de revient du mètre cube d'eau permet d'apprécier le coût réel du service de l'eau indépendamment des politiques tarifaires en vigueur et la viabilité financière du projet. Elle repose sur l'évaluation du volume total d'eau produit et effectivement vendu sur la durée d'étude, ainsi que sur l'ensemble des charges d'exploitation et des dotations aux amortissements associées au système.

Contrairement aux anciennes approches de tarification, le prix de vente de l'eau n'est pas déterminé dans le cadre de cette étude. Il est fixé à 188 FCFA/$m^3$ pour la tranche sociale, aussi bien en milieu urbain que rural ; conformément aux réformes adoptées en conseil des ministres, confiant à l'ONEA la gestion du service public de l'eau potable et de l'assainissement sur l'ensemble du territoire (Conseil des ministres, Avril 2026).

**Tableau 29 : Prix de vente du mètre cube d'eau**

| Désignation | Unité | Total sur 18 ans | |
|---|---|---|---|
| Dotations aux amortissements | F CFA | **99 621 000** | |
| Charges d'exploitation | F CFA | **249 428 204** | |
| Volume total d'eau produit | $m^3$ | 736 848 | |
| Volume total d'eau vendu | $m^3$ | **626 321** | |
| Prix de revient du $m^3$ d'eau | F CFA | **557** | |
| Prix de vente du $m^3$ d'eau | F CFA | **188** | |
| Valeur Annuelle nette VAN | F CFA | **(-) 484 047 966** | **< 0** |
| Indice de Profitabilité IP | | **(-) 0,27** | **< 1** |
| Taux Interne de Rentabilité TIR | % | **-** | |

Sur une période de 18 ans, nous avons obtenu un IP négatif, une VAN négative et un TIR indéterminé car le flux net demeure négatif. Les recettes issues de la vente de l'eau ne couvrent pas les coûts totaux du projet sur la période d'études : le seuil de rentabilité n'est pas atteint. Cependant, la viabilité du système ne dépend pas uniquement des performances financières locales. Elle s'appuie sur le mécanisme national de péréquation de l'ONEA, où les bénéfices dégagés dans les zones rentables compensent les déficits des zones rurales.

## 6.2.Gestion des systèmes d'AEPS.

### 6.2.1. Diversité des modes de gestion des AEPS au Burkina Faso

L'inventaire National des Ouvrages (INO) de 2025 dresse un panorama hétérogène des pratiques de gestion des AEPS sur le territoire national. Sept modalités de gestion y sont répertoriées :

**Tableau 30 : Mode de gestion des AEPS**

| Gestion | Définitions | % |
|---|---|---|
| **Affermage** | Le maître d'ouvrage délègue l'exploitation de l'ouvrage à un opérateur privé, appelé fermier, qui prend en charge la gestion à ses propres risques | **20,8** |
| **Association** | Assurer par une association locale légalement constituée, souvent communautaire | **9,0** |
| **AUE** | Structure communautaire regroupant les bénéficiaires du service d'eau par délégation de la commune. | **4,5** |
| **Concession** | Gestionnaire privé qui assume non seulement l'exploitation, mais aussi les investissements de renouvellement ou d'extension | **2,1** |
| **Exploitant** | Exploitant individuel recruté par contrat | **1,4** |
| **Groupement** | Unions d'associations, d'opérateurs ou de collectivités | **0,9** |
| **Régie** | Gestion directe par la commune ou une structure publique | **9,6** |
| **Autres** | Catégories regroupant les formes non standardisées (coutumières, comités informels, etc.) | **46,0** |

### 6.2.2. Cadre juridique et institutionnel de l'eau potable

La DGREH (Ex-DGEP) constitue l'autorité centrale chargée de piloter les politiques d'approvisionnement en eau potable et d'encadrer la gestion des infrastructures y afférentes. Auparavant, cette mission relevait du Service de Planification et de Promotion du Partenariat Public-Privé (S5P), rattaché à la Direction de l'Approvisionnement en Eau Potable (DAEP). Face au fossé persistant entre construction des ouvrages et leur exploitation effective, une direction dédiée au Service Public de l'Eau Potable (DSPEP) a été créée dans le nouvel organigramme. Sur le plan réglementaire, le secteur est encadré par le document Cadre de Gestion du Service Public de l'Eau (DGEP/SPE, 2019), complété en novembre 2022 par un guide pratique sur la délégation du service en milieu rural (décret N°2019-1178). Ce guide propose trois modes de gestion (régie directe, concession et affermage) avec une orientation claire vers la délégation au privé. Cependant le 02 avril 2026, le gouvernement a confié à l'ONEA la gestion exclusive de l'eau potable sur tout le territoire, urbain comme rural. Ce décret met fin à la gestion décentralisée.

### 6.2.3. Mode de gestion pour l'AEPS de GOUMSIN

En vertu du décret adopté en conseil des ministres, la gestion de l'AEPS de Goumsin est appelée à être confiée à l'ONEA (Conseil des ministres, avril 2026). Cette orientation s'inscrit dans la dynamique nationale visant à réduire les inégalités d'accès à l'eau entre les milieux

rural et urbain, tout en garantissant une exploitation professionnelle et pérenne des infrastructures hydrauliques.

## VII. ETUDE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL

Tout projet d'infrastructure hydraulique d'envergure engendre inévitablement des répercussions sur le milieu naturel, humain et économique. La réalisation de l'AEPS de Goumsin ne fait pas exception à cette réalité. Afin d'anticiper ces effets et de se conformer aux obligations réglementaires nationales, la conduite préalable d'une EIES s'avère indispensable.

### 7.1.Catégorisation du projet

Les infrastructures constituant l'AEPS de Goumsin comprennent deux (02) forages, deux (02) locaux techniques, un château d'eau, des fouilles et six (06) bornes fontaines. Sur la base des fiches de screening réalisées et conformément au décret (N°2015-1187) portant conditions et procédures de réalisation et validation de l'évaluation environnementale stratégique (EES), de l'étude et de la notice d'impact environnemental et social (EIES & NIES), le niveau d'impact de l'ensemble de ces composantes est jugé modéré et maîtrisable. En conséquence, le projet est classé en catégorie B et requiert la réalisation d'une NIES.

### 7.2.Cadre juridique et institutionnel

Le Burkina Faso dispose d'un arsenal juridique structuré en matière de protection de l'environnement. Cet édifice normatif s'articule autour de plusieurs niveaux complémentaires : la constitution, qui garantit la protection du territoire national ; les lois-cadres sectorielles orientant la gestion environnementale, les textes d'application encadrant chaque domaine spécifique ; ainsi que les conventions internationales et régionales ratifiées par l'Etat burkinabè. Viennent s'ajouter à cela les documents stratégiques nationaux intégrant des EES et des CGES, ainsi que les outils propres aux projets comme les EIES/NIES et leurs PGES. Ces derniers servent à la fois à guider les décisions et à assurer le suivi environnemental du projet.

### 7.3.Description du projet

Les éléments de présentation du projet, notamment ses objectifs et résultats escomptés, ont été développés dans les pages antérieures du présent document. Le projet s'articule autour des phases de travaux suivantes :

- Mise en place du château d'eau ;
- Réalisation des bornes fontaines ;
- Fourniture et installation des équipements au niveau de l'ouvrage de captage ;
- Pose du réseau de canalisations ;

- Réalisation des travaux annexes relevant du génie civil.

### 7.4.Risques environnementaux et sociaux

La mise en œuvre de l'AEPS de Goumsin expose le milieu à plusieurs catégories de risques. Sur le plan environnemental, les principales préoccupations portent sur la préservation du couvert végétal, la dégradation potentielle des sols, une gestion inadéquate des déchets de chantier ainsi que la pollution possible des ressources en eau locales. Du côté social, les risques identifiés touchent à la prise en charge et l'entretien futur de l'ouvrage par les bénéficiaires, au phénomène d'exode rural accentué par le chômage des jeunes, aux tensions liées à la cohabitation entre les populations riveraines et les équipes de chantier, aux risques pour la santé et la sécurité des travailleurs, aux perturbations liées au contexte sécuritaire de la zone, ainsi qu'à la problématique des Violences Basées sur le Genre (VBG).

### 7.5.Impacts environnementaux et sociaux

- Sur le plan environnemental,

La phase travaux est susceptible de générer des émissions de poussières et de gaz d'échappement, des vibrations mécaniques, une contamination des sols due à des déversements accidentels d'hydrocarbures, ainsi qu'une perte partielle de la végétation et de terrains.

- Sur le plan social,

Le projet présente un double impact. D'un côté, des retombées positives significatives sont attendues : création d'emplois locaux, stimulation des activités économiques et génératrices de revenus, amélioration substantielle des conditions d'accès à l'eau potable pour les populations. De l'autre, des retombées négatives demeurent, notamment les accidents de travail et de circulation, les conflits de voisinage, les nuisances sonores, la propagation potentielle d'infections sexuellement transmissibles, les perturbations des pratiques socioculturelles locales et les impacts sur la fluidité du trafic routier.

### 7.6.Mesures d'atténuation et de bonification

Afin de contenir les effets négatifs identifiés et de valoriser les impacts positifs du projet, un ensemble de dispositions techniques et organisationnelles est prévu :

- Arrosage régulier des zones de chantier pour limiter les émissions de poussières ;
- Réduction de la vitesse des engins et bâchage des véhicules transportant des matériaux ;
- Fourniture d'équipements de protection individuelle (EPI) adaptés à l'ensemble du personnel ;
- Limitation des travaux nocturnes ;

- Abattage sélectif des arbres et mise en œuvre d'un programme de reboisement compensatoire intégrant des essences locales, fruitières et médicales ;
- Interdire formellement la chasse des animaux et sensibiliser les ouvriers à la protection de la faune ;
- Priorisation de la main d'œuvre locale et recours aux fournisseurs locaux ;
- Intégration systématique du genre et de la Haute Intensité de Main-d'œuvre (HIMO) dans l'organisation des chantiers ;
- Pose de panneaux de signalisations et remblaiement rapide des fouilles pour sécuriser les abords du chantier ;
- Sensibilisation du personnel au code de bonne conduite et des populations aux IST/VIH/SIDA ;
- Garantie d'un accès prioritaire à l'eau pour les femmes et les personnes vulnérables ;
- Installation de latrines sur le site des travaux ;
- Mise en place d'un système de gestion des déchets du chantier.

### 7.7.Plan de gestion environnementale et sociale (PGES)

Le PGES constitue le dispositif opérationnel chargé de garantir l'application effective des mesures préconisées par la NIES. Il assure la conformité du projet aux normes environnementales et sociales nationales, et s'organise autour de deux axes fondamentaux.

- La surveillance environnementale

Elle intervient principalement durant la phase de construction. Placée sous la responsabilité du maître d'ouvrages via sa mission de contrôle (MDC), elle vise à vérifier l'application des engagements pris, à valider la précision des prévisions d'impact, à s'assurer du respect des normes en vigueur et à détecter tout effet imprévu sur l'environnement.

- Le suivi environnemental

Quant à lui, s'étend sur toute la durée de vie du projet, des travaux jusqu'à la phase d'exploitation. Relevant de la compétence du Ministère en charge de l'Environnement à travers l'Agence National des Evaluations Environnementales (ANEVE), il consiste à mesurer en continu les effets réels du projet sur les composantes environnementales, à évaluer l'efficacité des mesures d'atténuations mise en œuvre et à procéder aux ajustements nécessaires. Des indicateurs de suivi précis, détaillé en annexe, sont définis à cet effet pour objectiver l'évolution du milieu par rapport aux prévisions initiales.

Voir en annexe 7, 8, 9, le programme détaillé du suivi environnement et de la surveillance environnementale.

# VIII. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

## 8.1.Conclusion

La présente étude de faisabilité technique d'un système d'AEPS dans le village de Goumsin, commune de Kayao, région du Nazinon, avait pour objectif de contribuer à l'amélioration durable du niveau de service en eau potable des populations, à travers une approche intégrant les dimensions techniques, socio-économiques, financières et environnementales.

Sur le plan démographique, les projections établies à partir des données du RGPH 2019, sur la base d'un taux d'accroissement moyen de 1,43 % retenu à partir des niveaux régional et provincial, montre que la population de Goumsin passera de 2 414 habitants en 2019 à 3 488 habitants à l'horizon 2045. Parmi eux, 2 791 habitants, soit 80 % seront desservis par le système d'AEPS, dont 837 via des BF et 1 954 via des BP.

L'étude socio-économique a confirmé l'intérêt des populations pour une amélioration du service. Les besoins domestiques en eau potable à l'horizon du projet ont été estimés à 75,36 $m^3$/j, auxquels s'ajoutent 10 % de besoins annexes, portant la demande au jour de pointe à 112,15 $m^3$/j. Sur le plan technique, le système projeté comprend un réseau de distribution ramifié de 7 096 m de conduites en PEHD, 06 BF et 218 BP à l'horizon 2045, alimentés par un réservoir métallique cylindro-conique de 60 $m^3$ implanté sur une tour de 12 m de hauteur sous-radier. Le captage s'appuie sur deux forages existants équipés de pompes immergés Grundfos SP 5A-17, alimentées par un système mixte solaire/groupe électrogène. Les pressions et vitesses dans le réseau sont jugés conformes aux hypothèses de dimensionnement suites aux simulations EPANET. Financièrement, le coût de revient du $m^3$ dépasse le tarif en vigueur de 188 FCFA/$m^3$, mais le déficit est couvert par le mécanisme de péréquation national de l'ONEA. Etant donné que le projet génère des impacts positifs sur la santé et le cadre de vie ; et ceux négatifs sont gérés par un PGES, il est classé en catégorie B. Au terme de cette étude, nous pouvons conclure que ce projet est d'un grand intérêt public.

## 8.2.Recommandations

Bien que cette étude de faisabilité soit techniquement viable, certaines limites liées aux conditions de sa réalisation méritent d'être soulignées. En particulier, les essais de pompage définitifs sur les deux forages retenus n'ont pas encore été réalisés, donc les niveaux dynamiques précis de ces ouvrages n'ont pas pu être confirmés au moment de l'étude. Pour assurer la fiabilité du système, les recommandations suivantes sont formulées :

A l'endroit du maître d'ouvrage

- Réaliser des essais de pompage de longue durée sur les forages avant le démarrage des travaux, afin de confirmer leurs débits d'exploitation réels. Si ces débits s'avèrent insuffisants, envisager la réhabilitation ou la récupération d'un forage existant après développement et essai ;
- Conduire une prospection géophysique complémentaire pour valider le site favorable à l'implantation du forage, en anticipation des aléas pouvant affecter les ouvrages de captage existants ;
- Veiller à la mise en œuvre effective du PGES tout au long des phases de construction et d'exploitation, sous la supervision de l'ANEVE et du maître d'ouvrage ;
- Prendre en compte les éventuelles fluctuations du prix des matériels sur le marché en vue d'actualiser le coût de l'investissement.

A l'endroit du maître d'œuvre

- Impliquer les leaders locaux, les femmes et les représentants du CVD à toutes les phases du projet, de la conception jusqu'à la réception des travaux, afin de favoriser l'appropriation communautaire des infrastructures ;

A l'endroit de l'ONEA

- Mettre en place un programme permanent de suivi de la qualité de l'eau, incluant des contrôles réguliers de la désinfection au niveau du réservoir et aux points de distribution ;
- Elaborer un programme de maintenance préventive couvrant l'ensemble des équipements du système en fonction des durées d'amortissement.

## Bibliographie

AKPO, F. A. B. (2024). *Etudes de reconnaissance des points d'implantations de forage et techniques pour la réalisation d'un système d'alimentation en eau potable simplifié dans le village de Oullo, commune de Oury, province de Bale, région de la Boucle du Mouhoun*. 2iE.

BERE, D. C. D. (2026). *Etude d'avant-projet détaillée pour la réalisation d'un système d'AEP-MV à Néboun et à Livara dans la commune de Bieha, au Burkina Faso*. 2iE.

GOUVERNEMENT DU BF. (2026). *Décret portant modification du décret n°94-438 du 2 novembre 1994 et extension des missions de l'ONEA à l'ensemble du territoire national.* Conseil des ministres de 2 avril 2026, Ouagadougou.

BNDT. (2025). *Base Nationale de Données Topographique*.

CHEBBI, Y. (2013). *Etude de l'adduction en eau potable des villages sud de Kadiria à partir du systeme Koudiat Acerdoune (w. Bouira).* [Mem Ing, ENSH]

DARSOUNI, R. (2017). *Etude de renfoncement de l'adduction en eau potable de la zone est d'Alger*. [Mem Ing, ENSH]

DGEP/Décret. (2019). *Décret portant définition des normes, critères et indicateurs d'accès à l'eau potable*.

DGEP/ SPE. (2019). *Document cadre de gestion du service de l'eau potable en milieu rural au BF*.

DGEP. (2024-2025). *Inventaire Nationale des Ouvrages Hydrauliques (INOH)*.

DGESS. (2023). *Annuaire des statistiques de l'environnement*. MEEA

GERTEC. (2025). *Rapport de l'étude socio-économique du site de Goumsin*.

INSD. (2019). *Recensement Général de la population et de l'Habitation (RGPH) du Burkina Faso*.

JMP. (2023). *Rapport conjoint OMS/UNICEF sur l'accès à l'eau potable en Afrique subsaharienne.*

MAHAMOUDOU. (2015). *Projection de Population des Communes en l'Absence de Données d'Etat-Civil au Burkina Faso*.

MAIRIE. (2015). *Plan Communal de Développement de la commune de Kayao*.

MEA. (2016). *Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable (PN-AEP).*

MOUNIROU, L., SAWADOGO, B., YANOGO, H., YONABA, R., ZOROM, M., FAYE, M., … KARAMBIRI, H. (2023). *Estimation of the Actuel Specific Consumption in Drinking Water Supply Systems in Burkina Faso (West Africa): Potential Implications for Infrastructure Sizing.* 2iE 2023.

MEMTI, C. (2024). *Etude de faisabilité technique d'un système d'alimentation en eau potable multi-villages : cas de Yargo, Zanrin et Balgo dans la commune de Yargo, province du Kouritenga, Région du Centre-Est (Burkina Faso)*. 2iE.

MEF. (2025). *Mercuriale des prix des infrastructures hydrauliques du Centre-Sud*.

MAHAMAN, I. Y. (2026). *Etude Technique pour la réalisation d'un système d'Approvisionnement d'Eau Potable Simplifiée (AEPS) à Yona dans la commune de Bana, province de Balé, région des Bankui (Burkina Faso)*. 2iE.

SAWADOGO, A. A. (2021). *Avant-Projet Détaillé pour la réalisation du système d'Adduction d'Eau Potable Simplifié (AEPS) : Cas du village de Bonzon, commune de Solenzo, province de Banwa, région de la Boucle du Mouhoun*. 2iE.

SOME, P. C. (2024). *Etude de faisabilité technique et financière d'un système d'Approvisionnement en Eau Potable Simplifié (AEPS) à Sogpelsé dans la commune de Thyou, Région du Centre-Ouest au Burkina Faso*. 2iE.

SEYDI, A. A. (2025). *Etude de faisabilité technique d'un système d'alimentation en eau potable multi-villages : cas de Bafele, Selbo et Mamassiol dans la commune de Dori, province du Séno, Région du Sahel (Burkina Faso)*. 2iE.

ZERBO, L. R. (2026). *Etude de conception technique de système d'approvisionnement en eau potable multi-localités (AEP-SML) de Rapadama (V1 à V5), dans la commune de Mogtédo, région de Oubri, Burkina Faso*. 2iE.

Sites Internet & cours

BIAOU, A. C. (2014). Modélisation des Réseaux Hydraulique.

FAYE, M. D. (Mai 2021). Ingénierie des réseaux eau potable.

MOUNIROU, L. A. (2024). Essentiel de dimensionnement des stations de pompage.

MOUNIROU, L. A. (2018). ESSENTIEL de Pompes et Stations de Pompage.

OUEDRAOGO, B. U. (2005). Ouvrage Constitutifs de Systèmes d'AEP : Adductions - Réservoirs - Réseau de Distribution.

OUEDRAOGO, M. (2021). Gestion Technique des Réseau d'Eau sous Pression : Récherche de Fuite / Télégestion.

YONABA, R. O. (2021). Adduction d'Eau Potable. Calcul des ouvrages constitutifs des réseaux d'AEP.

ZOUNGRANA, D. (2003). Cours d'Approvisionnement en Eau Potable.

RSI/Grundfos. https://product-selection.grundfos.com/fr/products/rsi

EauBurkina. Résultats INO. https://eauburkina.com/index.hp/resultats-ino

EarthExplorer. Image landsat. https://earthexplorer.usgs.gov/

Stratégie Nationale de Relèvement des PDI. (2023). https://conasur.gov.bf

# Annexes

Annexe 1 : Demandes aux nœuds et débits fictifs.....xviii
Annexe 2 : Catalogue de conduite en PEHD .....xix
Annexe 3 : Dimensionnement des fouilles .....xxii
Annexe 4 : Résultats de Calcul et de Simulation EPANET des Vitesses et Pression.....xxii
Annexe 5 : Type de pompes choisies et leurs performances .....xxiii
Annexe 6 : Devis estimatif des travaux de l'AEPS de Goumsin.....xxxii
Annexe 7 : Matrice de détermination du niveau de risque .....xxxii
Annexe 8 : Synthèse des impacts sociaux positifs et négatifs de la variante .....xxxiii
Annexes 9 : Programme des mesures de suppression, d'atténuation, de compensation ou de bonifications des impacts .....xxxv
Annexe 10 : Carnet des nœuds .....xxxvii
Annexe 11 : Pièces graphiques .....xxxviii
Annexes 12 : Profils en Long .....xlvii

## Annexe 1 : Demandes aux nœuds et débits fictifs

| Tronçon | Longueur [m] | Débit en route [l/s] | N° Nœud | Débit Soutiré [l/s] | Qamont [l/s] | Qaval [l/s] | Qfictif [l/s] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 0,75 | | | |
| CE_N1 | 510 | 0,00 | N1 | 0,00 | 8,39 | 8,39 | 8,39 |
| N1_N2 | 1086 | 0,79 | N2 | 0,79 | 8,39 | 7,60 | 8,04 |
| N2_BF1 | 401 | 0,29 | BF1 | 1,04 | 1,04 | 0,75 | 0,91 |
| N2_N3 | 280 | 0,20 | N3 | 0,20 | 6,56 | 6,36 | 6,47 |
| N3_BF2 | 320 | 0,23 | BF2 | 0,98 | 0,98 | 0,75 | 0,88 |
| N3_N4 | 422 | 0,00 | N4 | 0,00 | 5,38 | 5,38 | 5,38 |
| N4_N5 | 252 | 0,18 | N5 | 0,18 | 5,38 | 5,19 | 5,29 |
| N5_BF3 | 505 | 0,37 | BF3 | 1,12 | 1,12 | 0,75 | 0,95 |
| N5_N6 | 376 | 0,27 | N6 | 0,27 | 1,13 | 0,86 | 1,01 |
| N6_BF4 | 152 | 0,11 | BF4 | 0,86 | 0,86 | 0,75 | 0,81 |
| N5_N7 | 361 | 0,00 | N7 | 0,00 | 2,94 | 2,94 | 2,94 |
| N7_N8 | 232 | 0,00 | N8 | 0,00 | 2,94 | 2,94 | 2,94 |
| N8_N9 | 213 | 0,00 | N9 | 0,00 | 2,94 | 2,94 | 2,94 |
| N9_N10 | 136 | 0,10 | N10 | 0,10 | 2,94 | 2,84 | 2,90 |
| N10_BF5 | 127 | 0,09 | BF5 | 0,84 | 0,84 | 0,75 | 0,80 |
| N10_N11 | 290 | 0,21 | N11 | 0,21 | 2,00 | 1,79 | 1,91 |
| N11_BF6 | 1433 | 1,04 | BF6 | 1,79 | 1,79 | 0,75 | 1,32 |
| Total | 7096 | | | | | | |
| Long_Ref | 3821 | | | | | | |
| Long_dist | 5358 | 3,89 | | 8,39 | | | |

Légende :

: Transfert

# Annexe 2 : Catalogue de conduite en PEHD

| DN (mm) | *Tubes PVC pression DIN 8062 / ISO 161* | | | *Tubes PE 100 Systèmes Eau Din 8074 / ISO 4427* | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $D_{int}$ (mm) | | | $D_{int}$ (mm) | | |
| | PN6 | PN10 | PN16 | PN6 | PN10 | PN16 |
| 50 | 46.4 | 45.2 | 42.6 | - | - | 40.8 |
| 63 | 59.2 | 57.0 | 53.6 | - | - | 51.4 |
| 75 | 70.6 | 67.8 | 63.8 | 69.2 | 66.0 | 61.4 |
| 90 | 84.6 | 81.4 | 76.6 | 83.2 | 79.2 | 73.6 |
| 110 | 103.6 | 99.4 | 93.6 | 101.6 | 96.8 | 90.0 |
| 125 | 117.8 | 113.0 | 106.6 | 115.4 | 110.2 | 102.2 |
| 140 | 131.8 | 126.6 | 119.2 | 129.2 | 123.4 | 114.6 |
| 160 | 150.6 | 144.6 | 136.2 | 147.8 | 141.0 | 130.8 |
| 180 | ----- | ------ | ----- | 166.2 | 158.6 | 147.2 |
| 200 | 188.2 | 180.8 | 170.2 | 184.6 | 176.2 | 163.6 |
| 225 | 211.8 | 203.4 | 191.6 | 207.8 | 198.2 | 184.0 |
| 250 | 235.4 | 226.2 | 212.8 | 230.8 | 220.4 | 204.4 |
| 280 | ------ | ------ | ------ | 258.4 | 246.8 | 229.2 |
| 315 | 296.2 | 285.0 | 267.4 | 290.8 | 277.6 | 257.8 |
| 355 | ------ | ----- | ------ | 327.6 | 312.8 | 290.6 |
| 400 | 376.6 | 361.8 | 340.6 | 369.2 | 352.6 | 327.2 |
| 450 | ----- | ----- | -------- | 415.4 | 396.6 | 368.2 |
| 500 | ----- | ----- | ------ | 461.8 | 440.8 | 409.0 |
| 560 | ----- | ------- | ------ | 517.2 | 494.0 | 458.2 |
| 630 | ------ | ----- | ----- | 582.0 | 555.8 | 515.4 |

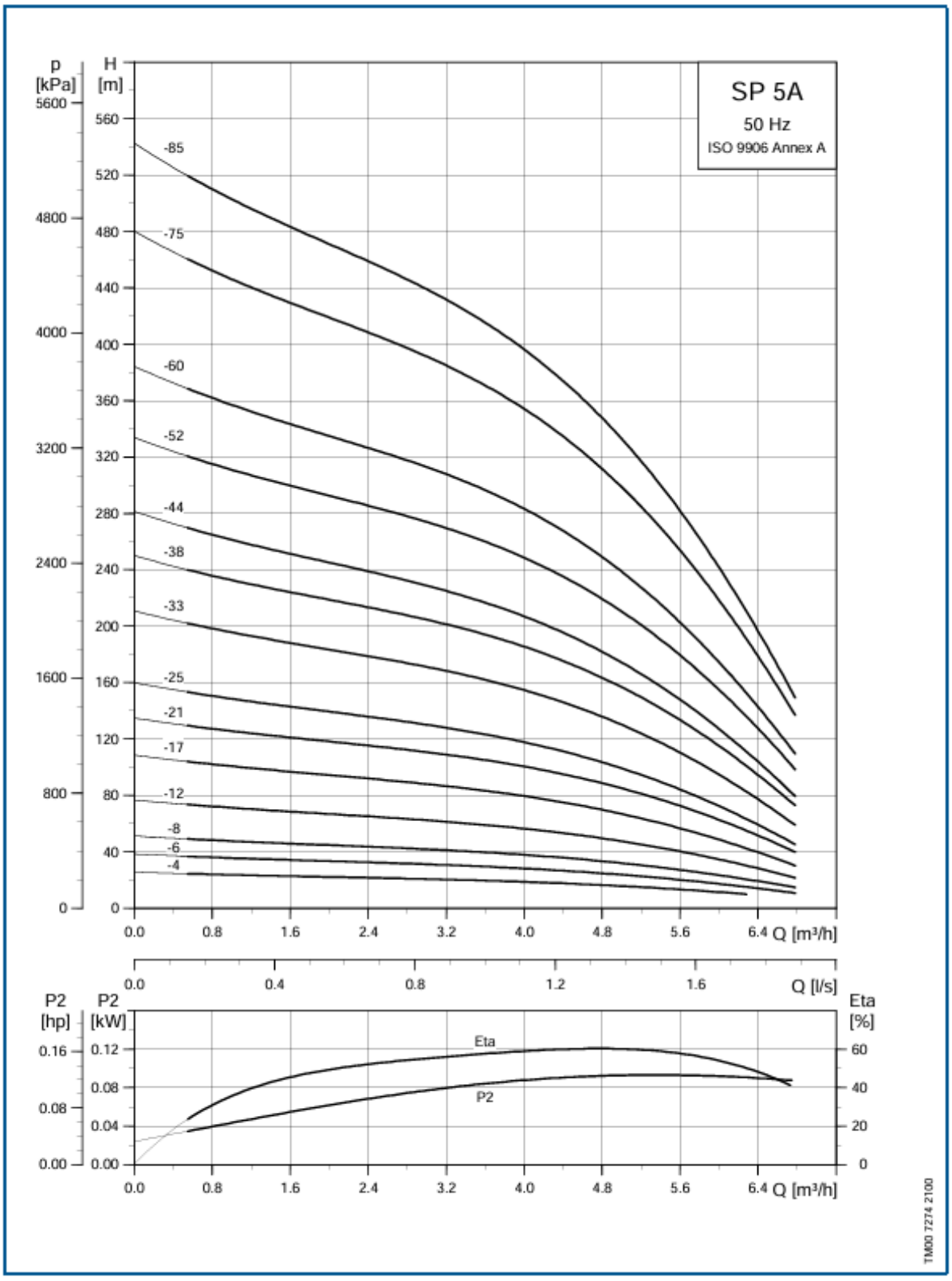
## Annexe 3 : Dimensionnement des fouilles

| DN [mm] | L [m] | Dimensions calculées | | Dimensions retenues | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Profondeur[m] | Largeur[m] | Profondeur[cm] | Largeur[cm] |
| 160 | 1596 | 0,96 | 0,56 | 100 | 60 |
| 125 | 954 | 0,93 | 0,53 | 95 | 55 |
| 110 | 942 | 0,91 | 0,51 | 95 | 55 |
| 75 | 1723 | 0,88 | 0,48 | 90 | 50 |
| 63 | 1881 | 0,86 | 0,46 | 90 | 50 |
| | 7096 | | | | |

## Annexe 4 : Résultats de Calcul et de Simulation EPANET des Vitesses et Pression

| Tronçons | N° Nœud | Tronçon | L [m] | Altitude [m] | DN [mm] | Vc[m/s] | Vs[m/s] | Pc [mCE] | Ps [mCE] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CE_N1 | N1 | T1 | 510 | 323 | 160 | 0,54 | 0,54 | 18,13 | 20,26 |
| N1_N2 | N2 | T2 | 1086 | 318 | 160 | 0,51 | 0,54 | 20,86 | 23,11 |
| N2_BF1 | BF1 | T3 | 401 | 317 | 63 | 0,38 | 0,43 | 20,33 | 22,4 |
| N2_N3 | N3 | T4 | 280 | 316 | 125 | 0,68 | 0,69 | 21,57 | 23,94 |
| N3_BF2 | BF2 | T5 | 320 | 323 | 63 | 0,36 | 0,41 | 13,42 | 15,71 |
| N3_N4 | N4 | T6 | 422 | 316 | 125 | 0,56 | 0,56 | 20,17 | 22,71 |
| N4_N5 | N5 | T7 | 252 | 315 | 125 | 0,56 | 0,56 | 20,35 | 22,97 |
| N5_BF3 | BF3 | T8 | 505 | 312 | 63 | 0,39 | 0,46 | 21,26 | 23,52 |
| N5_N6 | N6 | T9 | 376 | 315 | 63 | 0,42 | 0,47 | 18,15 | 21,11 |
| N6_BF4 | BF4 | T10 | 152 | 315 | 63 | 0,34 | 0,36 | 21,59 | 20,65 |
| N5_N7 | N7 | T11 | 361 | 313 | 110 | 0,40 | 0,4 | 18,10 | 24,3 |
| N7_N8 | N8 | T12 | 232 | 316 | 110 | 0,40 | 0,4 | 16,64 | 20,86 |
| N8_N9 | N9 | T13 | 213 | 317 | 110 | 0,40 | 0,4 | 15,36 | 19,47 |
| N9_N10 | N10 | T14 | 136 | 318 | 110 | 0,39 | 0,4 | 15,36 | 18,21 |
| N10_BF5 | BF5 | T15 | 127 | 317 | 63 | 0,33 | 0,35 | 15,98 | 18,84 |
| N10_N11 | N11 | T16 | 290 | 319 | 75 | 0,56 | 0,58 | 12,59 | 15,51 |
| N11_BF6 | BF6 | T17 | 1433 | 317 | 75 | 0,39 | 0,52 | 10,00 | 10,61 |

## Annexe 5 : Type de pompes choisies et leurs performances



## Annexe 6 : Devis estimatif des travaux de l'AEPS de Goumsin

| DEVIS ESTIMATIF DES TRAVAUX DE L'AEPS DE GOUMSIN | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Poste N°** | **DESIGNATION / CARACTERISTIQUES DES TRAVAUX** | **Unité** | **Qté** | **P.U (FCFA)** | **P. T (FCFA)** |
| **1** | **INSTALLATION DE CHANTIER - FRAIS GENERAUX** | | | | |
| 1.1 | Installation et Repli de chantier | ff | 1 | 2 225 000 | 2 225 000 |
| 1.2 | Frais de fonctionnement des installations de base | Mois | 4 | 700 000 | 2 800 000 |
| 1.3 | Etablissement de dossier d'exécution et plans de recollement de l'ensemble du réseau | ff | 1 | 1 500 000 | 1 500 000 |
| | **SOUS TOTAL 1** | | | | **6 525 000** |
| **2** | **POMPE ET EXHAURE** | | | | |
| 2.1 | Developpement forage F1 et F2 | u | 2 | 211 000 | 422 000 |
| 2.2 | Pompage d'essai (par palier, longue durée) F1 et F2 | u | 2 | 650 000 | 1 300 000 |
| 2.3 | Analyse de l'eau (chimique et bactériologique) F1 et F2 | u | 2 | 150 000 | 300 000 |
| 2.4 | Génie civil tête de forage | forfait | 2 | 588 000 | 1 176 000 |
| 2.5 | Fourniture, pose et raccordement d'électropompes immergées 5 m³/h HMT 75 m y compris câble de sécurité en acier inoxydable et toutes sujétions F1 et F2 | u | 2 | 1 830 000 | 3 660 000 |
| | **SOUS TOTAL 2** | | | | **6 858 000** |
| **3** | **ENERGIE ET RACCORDEMENTS** | | | | |
| 3.1 | Fourniture, pose, raccordement et mise en service d'un groupe électrogène diésel triphasé à service continu, non insonorisé de 5 kVA, 3PH+N 230/400V 50HZ à démarrage électrique (menu d'un dispositif spécial de démarrage comme les Altivar ou Altistar) avec possibilité de démarrage par manivelle, y compris pièces de rechange et outillages spécifiques et toutes sujétions. | u | 2 | 1 615 000 | 3 230 000 |
| 3.2 | Fourniture, pose et raccordement d'une cuve journalière de 250 litres équipée de pompe manuelle type JAPPY, y compris toutes sujétions | u | 2 | 676 000 | 1 352 000 |
| 3.3 | Fourniture et pose d'un bac à sable de 50 litres avec une pelle, y compris et toutes sujétions | u | 2 | 199 000 | 398 000 |
| 3.4 | Fourniture et pose d'un extincteur de 6 kg + support de fixation, y compris toutes sujétions. | u | 2 | 100 000 | 200 000 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 3.5 | Rallonge du tuyau d'échappement hors du local groupe électrogène et calorifugeage, y compris toutes sujétions | ens. | 2 | 80 000 | 160 000 |
| 3.6 | Convertisseur C/A triphasé de 4 kVA, 380V avec recherche de MPPT, y compris toutes sujétions. | u | 2 | 1 500 000 | 3 000 000 |
| 3.7 | Fourniture, pose et raccordement d'un câble électrique U1000 R02V de 4x6mm² pour raccordement onduleur-inverseur-Groupe Elec et Inverseur-coffret de commande y compris toutes sujétions F1 et F2 | ens | 2 | 40 000 | 80 000 |
| 3.8 | Fourniture, pose et raccordement d'un câble électrique U1000 R02V de 4x4mm² enterré sous PVC et signalé par grillage avertisseur pour l'alimentation de la boîte de raccordement dans l'abri tête de forage à partir de l'armoire électrique, y compris toutes sujétions F1 et F2 | ml | 330 | 9 550 | 3 151 500 |
| 3.9 | Fourniture, pose et raccordement d'un câble électrique à immersion permanente de 4x2 mm² pour l'alimentation de l'électropompe à partir de la boîte de raccordement dans l'abri tête de forage, y compris toutes sujétions F1 et F2 | ml | 260 | 7 200 | 1 872 000 |
| 3.10 | Fourniture, pose et raccordement d'un câble électrique U1000 R02V de 3x1,5mm² pour l'asservissement surpression de l'électropompe du pressostat à la boîte de raccordement dans l'abri tête de forage, y compris toutes sujétions | ml | 160 | 4 250 | 680 000 |
| 3.11 | Fourniture, pose et raccordement des câbles d'électrodes de niveau à immersion permanente de 1x1,5mm² des électrodes dans le forage à la boîte de raccordement dans l'abri tête de forage, y compris toutes sujétions | ml | 330 | 1 800 | 594 000 |
| 3.12 | Fourniture et pose d'une boîte de raccordement pour le raccordement de l'électropompe du forage au câble de puissance, y compris toutes sujétions | u | 2 | 59 000 | 118 000 |
| 3.13 | Fourniture, pose et raccordement d'un coffret étanche équipée de bornes de jonction pour le raccordement des câbles dans l'abri de la tête de forage câble de 4x2,5 mm² , y compris toutes sujétions | u | 2 | 59 000 | 118 000 |
| 3.14 | Fourniture, pose et raccordement de sonde de détection de niveau dans le forage, y compris toutes sujétions | u | 2 | 72 000 | 144 000 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 3.15 | Fourniture, pose et raccordement d'une armoire électrique d'automatisme équipée conformément au descriptif pour l'alimentation, la commande et l'asservissement d'une électropompe immergée, y compris toutes sujétions | u | 2 | 1 400 000 | 2 800 000 |
| 3.16 | Fourniture, pose et raccordement d'un avertisseur sonore, y compris toutes sujétions | u | 2 | 180 000 | 360 000 |
| 3.17 | Puits de terre équipé et mise à la terre des masses des équipements électriques des locaux, y compris toutes sujétions | u | 2 | 190 000 | 380 000 |
| 3.18 | Fourniture, pose et réglage d'un robinet flotteur sur le château d'eau pour le contrôle de la surpression, y compris toutes sujétions | u | 1 | 325 000 | 325 000 |
| 3.19 | Fourniture, pose et raccordement d'un pressostat double seuil pour l'asservissement de la surpression au forage, y compris toutes sujétions | u | 2 | 287 000 | 574 000 |
| 3.20 | Fourniture et pose d'une station solaire complète de 2,4 kw (plateforme, panneaux photovoltaïques, régulateur de charge solaire, accessoires, etc ), y compris pièces de rechange et outillages spécifiques, y compris toutes sujétions. | ens. | 2 | 10 000 000 | 20 000 000 |
| 3.21 | Fourniture, pose et raccordement de câble électrique U1000 R02V de 2x16mm² enterré sous PVC et signalé par grillage avertisseur pour l'alimentation du convertisseur à partir de la boîte de raccordement des plaques solaires, y compris toute sujétion | ens | 2 | 100 000 | 200 000 |
| 3.22 | Installation électrique d'éclairage, câbles et canalisations, prises, réglettes, y compris toutes sujétions | ens. | 2 | 412 000 | 824 000 |
| 3.23 | Fourniture et pose d'un inverseur de source solaire/GE, y compris toutes sujétions. | u | 2 | 226 000 | 452 000 |
| | **SOUS TOTAL 3** | | | | **41 012 500** |
| **4** | **RESEAU D'ADDUCTION F1-N10 + F2-N10 + conduite commune** | | | | |
| 4.1 | Fourniture et installation de pièces conformes au plan pour l'équipement de la tête de forage: tuyau galva, Clapet anti retour, y compris raccordements à la pompe (foraduc) et au réseau de tuyaux PEHD,… | ens | 2 | 701 000 | 1 402 000 |
| 4.2 | Excavation et remblai pour pose de tuyau PEHD De 125 mm tout terrain confondu | ml | 3 821 | 3 000 | 11 463 000 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 4.3 | Fourniture et pose de tuyau PEHD De 125 PN 16, y compris toutes sujétions (lit de sable, grillage avertisseur...) | ml | 3 821 | 15 800 | 60 371 800 |
| 4.4 | Fourniture et pose de pièces spéciales de raccordement (coudes, …) | ens | 2 | 300 000 | 600 000 |
| 4.5 | Mise en place de bornes de repérage des conduites | u | 45 | 10 000 | 450 000 |
| 4.6 | Essais de pression | ml | 3 821 | 475 | 1 814 975 |
| 4.7 | Mise en place de butées en béton | $m^3$ | 4 | 80 000 | 320 000 |
| 4.8 | Rinçage et désinfection. | ml | 3 821 | 480 | 1 834 080 |
| | **SOUS TOTAL 4** | | | | **78 255 855** |
| **5** | **POMPE DOSEUSE ET ACCESSOIRES** | | | | |
| 5.1 | Fourniture et pose d'un bac mélangeur (Kit comprenant un bac en polyéthylène avec trappe de remplissage, bouchon de vidange et fond spécifiquement moulé pour limiter la perte de produit. Equipé d'un agitateur en inox 316 L (ou agitateur en PVC) et d'un moto-réducteur surélevé à rotation lente (48 tours/min)) d'au moins 120 litres pour préparation de solution ), tuyau de raccordement avec le bac surmonté de la pompe doseuse et autres accessoires insdipensable pour l'installation, y compris toutes sujétions. | u | 1,00 | 1 000 000 | 1 000 000 |
| 5.2 | Fourniture du Filtre doseur | ff | 1,00 | 940 000 | 940 000 |
| 5.3 | Fournitures des pièces et travaux de plombérie | ff | 1,00 | 596 000 | 596 000 |
| 5.4 | Fourniture de désinfectant alimentaire chlore en pastille (fût de 45 kg) | ff | 1,00 | 420 000 | 420 000 |
| 5.5 | Fourniture et pose de supert et hangar de protection | ff | 1,00 | 725 000 | 725 000 |
| 5.6 | Fouille et remblais pour installation | ff | 1,00 | 220 000 | 220 000 |
| 5.7 | Main d'œuvre (plomberie et mise en service) | ff | 1,00 | 950 000 | 950 000 |
| 5.8 | Formation des techniciens pour l'exploitation | ff | 1,00 | 450 000 | 450 000 |
| | **SOUS TOTAL 5** | | | | **5 301 000** |
| **6** | **CHÂTEAU D'EAU DE 60 $m^3$ , hfc=09m** | | | | |
| 6.1 | Études géotechniques | ff | 1 | 1 000 000 | 1 000 000 |
| 6.2 | Fabrication et pose de la cuve métallique + tour, toutes sujétions comprises (équipements de robinetterie intérieurs: crépines; et extérieurs : clapet anti retour, robinet vanne; échelle de lecture, peinture anti rouille et peinture alimentaire intérieure, peinture extérieure, désinfection, divers,…). | ens | 1 | 52 500 000 | 52 500 000 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 6.3 | Construction d'un regard au pied du château (by pass). | ff | 1 | 300 000 | 300 000 |
| 6.4 | Equipement complet regard By-pass Adduction/Distribution (Compteur, vanne, Clapet anti retour, pièces et raccords en fonte ductile) | ens. | 1 | 915 000 | 915 000 |
| | **SOUS TOTAL 6** | | | | **54 715 000** |
| 7 | **RESEAU DE DISTRIBUTION [Tuyauterie, robinetterie et Bornes fontaines (BF)]** | | | | |
| 7.1 | Excavation et remblai pour pose de tuyau PEHD Dext<=160 mm en terrain de toute nature | ml | 7 096 | 2 000 | 14 192 000 |
| 7.2 | Fourniture et pose de tuyau PEHD De 160 PN 10, y compris toutes sujétions (lit de sable, grillage avertisseur…) | ml | 1 596 | 15 800 | 25 216 800 |
| 7.3 | Fourniture et pose de tuyau PEHD De 125 PN 10, y compris toutes sujétions (lit de sable, grillage avertisseur…) | ml | 954 | 11 100 | 10 589 400 |
| 7.5 | Fourniture et pose de tuyau PEHD De 110 PN 10, y compris toutes sujétions (lit de sable, grillage avertisseur…) | ml | 942 | 7 350 | 6 923 700 |
| 7.7 | Fourniture et pose de tuyau PEHD De 75 PN 10, y compris toutes sujétions (lit de sable, grillage avertisseur…) | ml | 1 723 | 5 500 | 9 476 500 |
| 7.8 | Fourniture et pose de tuyau PEHD De 63 PN 10, y compris toutes sujétions (lit de sable, grillage avertisseur…) | ml | 1881 | 4 570 | 8 596 170 |
| 7.9 | Essais de pression, y compris toutes sujétion | ml | 7 096 | 475 | 3 370 600 |
| 7.10 | Rinçage et Désinfection, y compris toutes sujétions | ml | 7 096 | 480 | 3 406 080 |
| 7.11 | Compteur volumetrique DN 90 | u | 1 | 227 000 | 227 000 |
| 7.12 | Vannes de sectionnement DN 80 | u | 12 | 100 000 | 1 200 000 |
| 7.13 | Vannes de sectionnement DN 50 | u | 19 | 100 000 | 1 900 000 |
| 7.14 | Equipement complet regard By-pass | ens | 1 | 800 000 | 800 000 |
| 7.15 | Equipement complet vidange | ens | 1 | 500 000 | 500 000 |
| 7.16 | Equipement complet ventouse | ens | 1 | 600 000 | 600 000 |
| 7.17 | Fourniture et pose de pièces spéciales (coudes, té,…) | ens | 1 | 400 000 | 400 000 |
| 7.18 | Construction de chambre (vidange, ventouse…), y compris toutes sujétions | u | 2 | 550 000 | 1 100 000 |
| 7.19 | Génie Civil de BF, y compris toutes sujétions conformément au plan fourni | ens | 6 | 1 424 000 | 8 544 000 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 7.120 | Fourniture et pose de pièces de robinetterie et de raccordement de BF (collier de prise, réduction, robinet d'arrêt bouche à clé, adapteur galva/PVC, tuyauteries galva, robinet-vanne, compteur, robinets de puisage, etc…). | ens | 6 | 227 000 | 1 362 000 |
| | **SOUS TOTAL 7** | | | | **98 404 250** |
| **8** | **CONSTRUCTION DES LOCAUX DIVERS ET SYSTÈME D'ECLAIRAGE** | | | | |
| 8.1 | Construction du local groupe électrogène pouvant contenir le groupe électrogène, l'extincteur et l'armoire électrique y compris les installations électriques intérieures et toutes sujétions. | u | 2 | 1 500 000 | 3 000 000 |
| 8.2 | Construction du local Bureau/magasin, fourniture et pose des accessoires, appareillages électriques (fileries, lampes, interrupteurs, prises, etc.) pour électrification du local, y compris toutes sujétions. | u | 1 | 3 500 000 | 3 500 000 |
| 8.3 | Construction d'un ensemble Latrine VIP-douche, avec un regard et un puisard, fourniture et pose des accessoires, appareillages électriques (fileries, lampes, interrupteurs, prises, etc.) pour électrification, y compris toutes sujétions | ens | 2 | 2 000 000 | 4 000 000 |
| 8.4 | Aménagement d'une clôture (25mx25m) en maçonnerie d'agglos creux pour l'ensemble des locaux (tête de forage, local groupe électrogène, station solaire et latrine VIP et douche), avec un portail à deux battants et un portillon, y compris une longrine et toutes sujétions. | ens | 2 | 3 436 000 | 6 872 000 |
| 8.5 | Aménagement d'une station photo - voltaïque (charpente métallique composée de : portiques en tube carré (70x70x5) galva et pannes en Z (H:60; $B_d$:30; $B_g$:32; C:15; épaisseur : 3mn) galva et accessoires), avec une hauteur minimale de 2,50mètres, y compris toutes sujétions. | ens | 2 | 3 200 000 | 6 400 000 |
| 8.6 | Construction d'un local de dosage en chlore, fourniture et pose des accessoires, appareillages électriques (fileries, lampes, interrupteurs, prises, etc.) pour électrification du local, fourniture et pose de dispositif de mise en hauteur du bac mélangeur et du bac supportant la pompe doseuse (voir dossier plan), y compris toutes sujétions. | u | 1 | 3 500 000 | 3 500 000 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 8.7 | Système d'éclairage (fourniture et pose de filerie, appareillage d'éclairage, 2 panneaux solaires de 50 $W_c$, y compris deux batteries de 12 voltes et un système de convertisseur) de l'ensemble des locaux, y compris la cour et toutes sujétions | ens. | 2 | 1 750 000 | 3 500 000 |
| 8.8 | Système d'éclairage (fourniture et pose de filerie, appareillage d'éclairage, 4 panneaux solaires de 250 $W_c$ chacun, y compris un système de convertisseur) pour le local de dosage en chlore, y compris toutes sujétions | ens. | 1 | 2 000 000 | 2 000 000 |
| | **SOUS TOTAL 8** | | | | **32 772 000** |
| **TOTAL HORS TVA** | | | | | **323 843 605** |
| **TVA** | | | | | **58 291 849** |
| **TOTAL TTC** | | | | | **382 135 454** |

## Annexe 7 : Matrice de détermination du niveau de risque

La matrice ci-dessous croise la probabilité d'occurrence d'un aléa avec la gravité de ses conséquences potentielles afin de déterminer le niveau de risque associé.

| Probabilité / Gravité | Mineure | Modérée | Significative | Majeure |
|---|---|---|---|---|
| **Très probable** | **Critique** | **Critique** | **Critique** | **Élevé** |
| **Probable** | **Critique** | **Élevé** | **Élevé** | **Moyen** |
| **Peu probable** | **Élevé** | **Moyen** | **Moyen** | **Faible** |
| **Rare** | **Moyen** | **Faible** | **Faible** | **Négligeable** |

**Légende :**

**Critique :** Action immédiate requise

**Élevé :** Mesures correctives prioritaires

**Moyen :** Surveillance renforcée et mesures d'atténuation

**Faible :** Mesures préventives standard

**Négligeable :** Acceptable, surveillance de routine

**Annexe 8 : Synthèse des impacts sociaux positifs et négatifs de la variante**

| N° | Type d'impact | Phase concernée | Description de l'impact | Niveau d'importance |
|---|---|---|---|---|
| **IMPACTS POSITIFS** | | | | |
| 1 | Création d'emplois | Construction | Recrutement prioritaire de la main-d'œuvre locale non qualifiée, réduisant temporairement le chômage des jeunes de Goumsin | Moyen |
| 2 | Dynamisation économique | Construction & Exploitation | Stimulation des activités commerciales locales via l'achat de matériaux et biens de consommation auprès des fournisseurs de la localité | Moyen |
| 3 | Amélioration de l'accès à l'eau | Exploitation | Disponibilité permanente d'une eau potable de qualité à proximité des habitations, réduisant les distances et les temps de corvée | Majeur |
| 4 | Réduction des inégalités de genre | Exploitation | Allègement de la charge des femmes et des filles traditionnellement responsables de l'approvisionnement en eau | Majeur |
| 5 | Amélioration de la santé publique | Exploitation | Réduction des maladies hydriques liées à la consommation d'eau de mauvaise qualité | Majeur |
| 6 | Développement des AGR | Exploitation | Possibilité accrue pour les femmes de consacrer du temps aux activités génératrices de revenus grâce au gain de temps | Moyen |

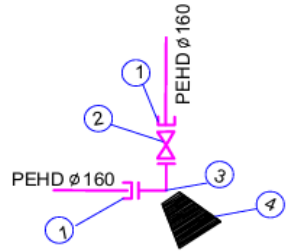
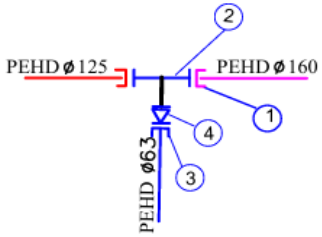
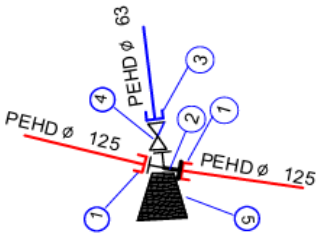
| IMPACTS NÉGATIFS | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 7 | Risques d'accidents | Construction | Accidents de travail et de circulation liés à la mobilisation des engins et à l'ouverture des fouilles | Moyen |
| 8 | Conflits de voisinage | Construction | Tensions potentielles entre riverains et personnel de chantier dues aux nuisances et à la perturbation du cadre de vie | Faible |
| 9 | Nuisances sonores | Construction | Bruits et vibrations générés par le fonctionnement des engins mécaniques durant les travaux | Faible |
| 10 | Propagation des IST/VIH | Construction | Risque de propagation de maladies sexuellement transmissibles lié à l'afflux de travailleurs extérieurs à la communauté | Moyen |
| 11 | Perturbation socio-culturelle | Construction | Disruption temporaire des us et coutumes locaux et des activités quotidiennes des populations riveraines | Faible |
| 12 | Perturbation du trafic | Construction | Gêne à la circulation des personnes et des biens due aux travaux de fouille et au passage des engins | Faible |
| 13 | Violences Basées sur le Genre | Construction & Exploitation | Risque de VBG dans le contexte de cohabitation entre travailleurs et populations locales, notamment les femmes | Moyen |

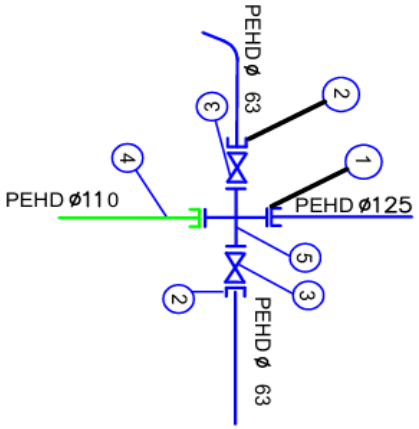
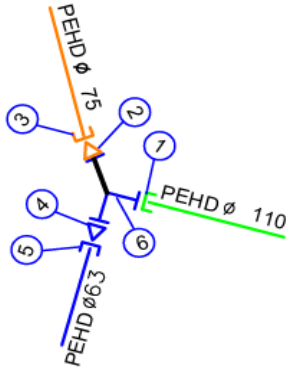
## Annexes 9 : Programme des mesures de suppression, d'atténuation, de compensation ou de bonifications des impacts

| N° | Impact concerné | Type de mesure | Phase | Mesure proposée | Responsable | Indicateur de suivi | Coût estimé |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Émissions de poussières | **Atténuation** | Construction | Arrosage régulier des zones de chantier ; bâchage des camions transportant des matériaux | Entreprise / MDC | Fréquence d'arrosage ; absence de plaintes | Inclus chantier |
| 2 | Nuisances sonores et vibrations | **Atténuation** | Construction | Utilisation d'équipements aux normes acoustiques ; limitation des travaux nocturnes | Entreprise | Niveau sonore < 55 dB en zone habitée | Inclus chantier |
| 3 | Pollution des sols | **Atténuation** | Construction | Élaboration d'un plan de gestion des déchets ; récupération systématique des hydrocarbures | Entreprise / Mairie | Absence de déversements constatés | Inclus chantier |
| 4 | Perte d'espèces végétales | **Compensation** | Construction | Abattage sélectif ; reboisement compensatoire avec essences locales, fruitières et médicinales | Entreprise / Commune | Nombre d'arbres replantés ≥ arbres coupés | Budget dédié |
| 5 | Accidents de travail | **Atténuation** | Construction | Fourniture d'EPI adaptés à tous les travailleurs ; pose de panneaux de signalisation | Entreprise | Taux d'accidents = 0 ; EPI portés sur chantier | Inclus chantier |
| 6 | Propagation IST/VIH | **Atténuation** | Construction | Sensibilisation régulière des travailleurs et des populations aux IST/VIH/SIDA | Entreprise / Mairie / ONG | Nombre de séances de sensibilisation réalisées | Faible |
| 7 | Violences Basées sur le Genre (VBG) | **Atténuation** | Construction & Exploitation | Mise en place d'un code de bonne conduite ; mécanisme de signalement des VBG | Entreprise / ONEA | Nombre de cas signalés et traités | Faible |

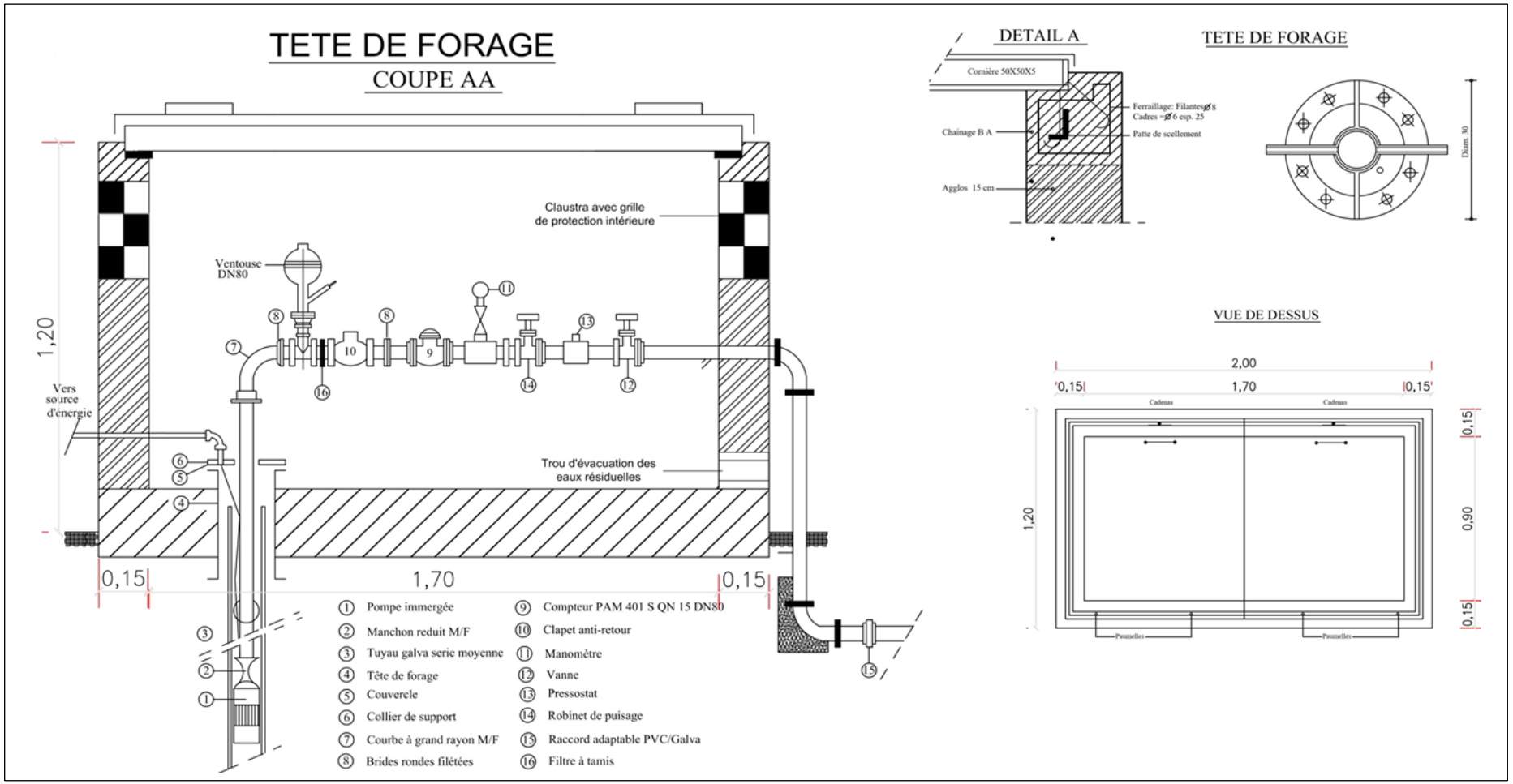
| N° | Impact concerné | Type de mesure | Phase | Mesure proposée | Responsable | Indicateur de suivi | Coût estimé |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8 | Perturbation du trafic | **Atténuation** | Construction | Remblaiement rapide des fouilles ; organisation des horaires de circulation des engins | Entreprise | Durée d'obstruction des voies < 48h | Inclus chantier |
| 9 | Emploi et revenus | **Bonification** | Construction | Priorisation de la main-d'œuvre locale ; recours aux fournisseurs locaux pour les approvisionnements courants | Entreprise | % main-d'œuvre locale recrutée | Sans coût additionnel |
| 10 | Accès à l'eau pour les vulnérables | **Bonification** | Exploitation | Priorité systématique accordée aux femmes, personnes âgées et personnes à mobilité réduite aux bornes fontaines | ONEA / Comité local | Règlement intérieur formalisé et affiché | Sans coût additionnel |

## Annexe 10 : Carnet des nœuds

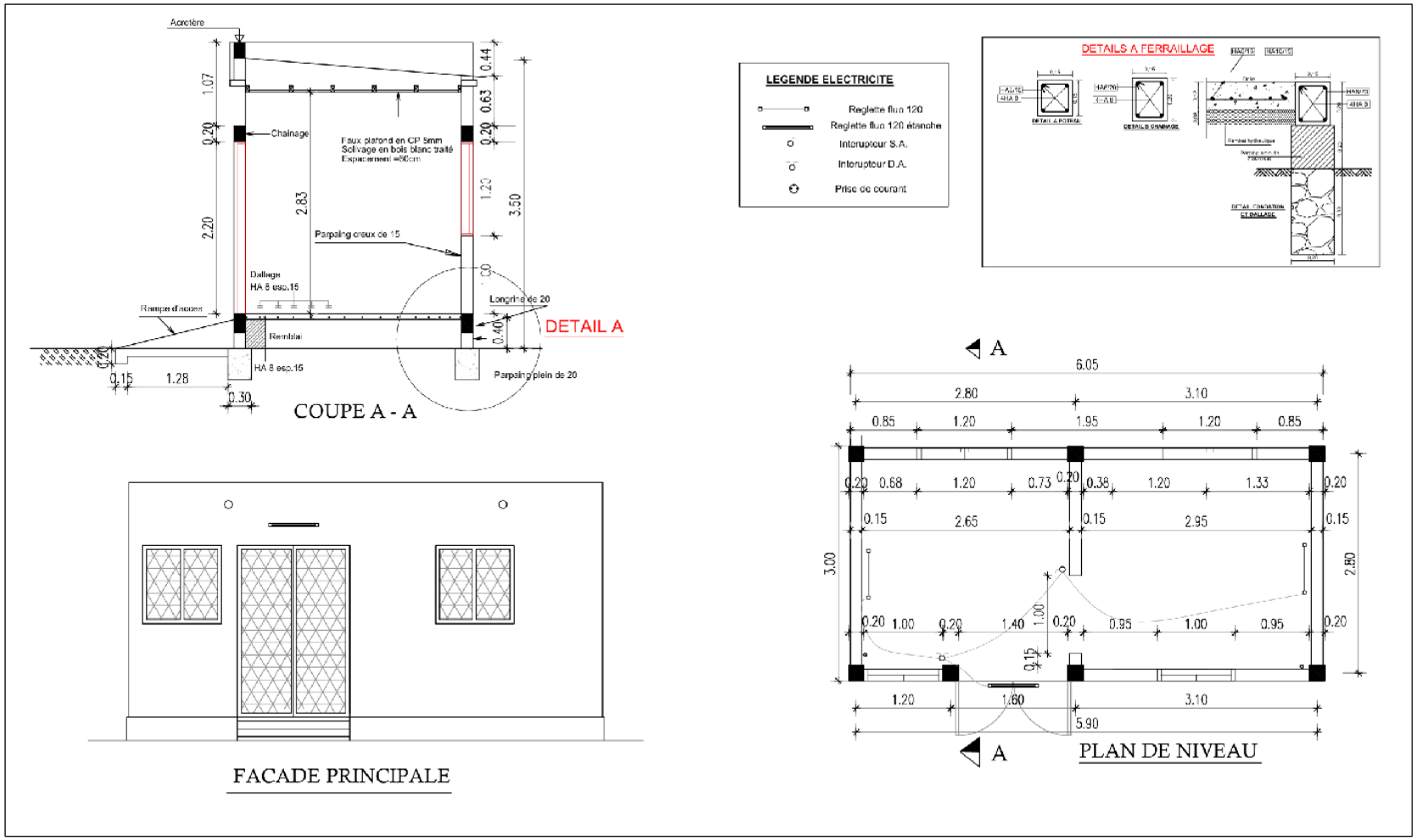
| N° noeuds | SCHEMA | N° | NOMENCLATURE DES PIECES | Nombre |
|---|---|---|---|---|
| 1 |  | 1 | Adaptateur à bride DN 160 | 02 |
| | | 2 | Robinet Vanne à Brides DN 160 | 01 |
| | | 3 | Coude 90° | 01 |
| | | 4 | Bloc de butée | 01 |
| | | | Boulons 20/90 | 24 |
| | | | | |
| | | | | |
| 2 |  | 1 | Adaptateur à bride DN 160 | 01 |
| | | 2 | Té fte réduit à 3 brides DN150/65 | 01 |
| | | 3 | Adaptateur à bride DN 63 | 01 |
| | | 4 | Cône fte réduit 2B DN 65/60 | 01 |
| | | | Bloc de butée | 01 |
| | | | Boulons 20/90 | 08 |
| | | | Boulons 16/80 | 16 |
| | | | Boulons 20/60 | 08 |
| 3 |  | 1 | adaptateur à bride DN 125 | 02 |
| | | 2 | Té fonte à 3 Brides DN 125/60 | 01 |
| | | 3 | Adaptateur à bride DN 63 | 01 |
| | | 4 | robinet vanne à 2 brides DN 60 | 01 |
| | | 5 | bloc de butée | 01 |
| | | | Boulons 16/80 | 16 |
| | | | Boulons 20/60 | 08 |
| | | | | |

| N°noeuds | SCHEMA | N° | NOMENCLATURE DES PIECES | Nombre |
|---|---|---|---|---|
| 5 |  | 1 | Adaptateur à bride DN 125 | 01 |
| | | 2 | Adaptateur à bride DN 63 | 02 |
| | | 3 | Robinet vanne à 2 brides DN 60 | 02 |
| | | 4 | Adaptateur à brides DN 110 | 01 |
| | | 5 | Croix réduite DN 125/100/50/50 | 01 |
| | | | Boulons | 01 |
| | | | Bloc de butée | 01 |
| | | | Boulons 16/80 | 16 |
| | | | Boulons 20/60 | 16 |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| 10 |  | 1 | Adaptateur à bride DN 110 | 01 |
| | | 2 | Cône Fte reduit 2B DN 100/65 | 01 |
| | | 3 | Adaptateur à bride DN 75 | 01 |
| | | 4 | Cône Fte reduit 2B DN 65/50 | 01 |
| | | 5 | adaptateur à bride DN 63 | 01 |
| | | 6 | Té fte réduit à 3 brides 100/65 | 01 |
| | | | Bloc de butée | 01 |
| | | | Boulons 16/80 | 16 |
| | | | Boulons 20/60 | 08 |

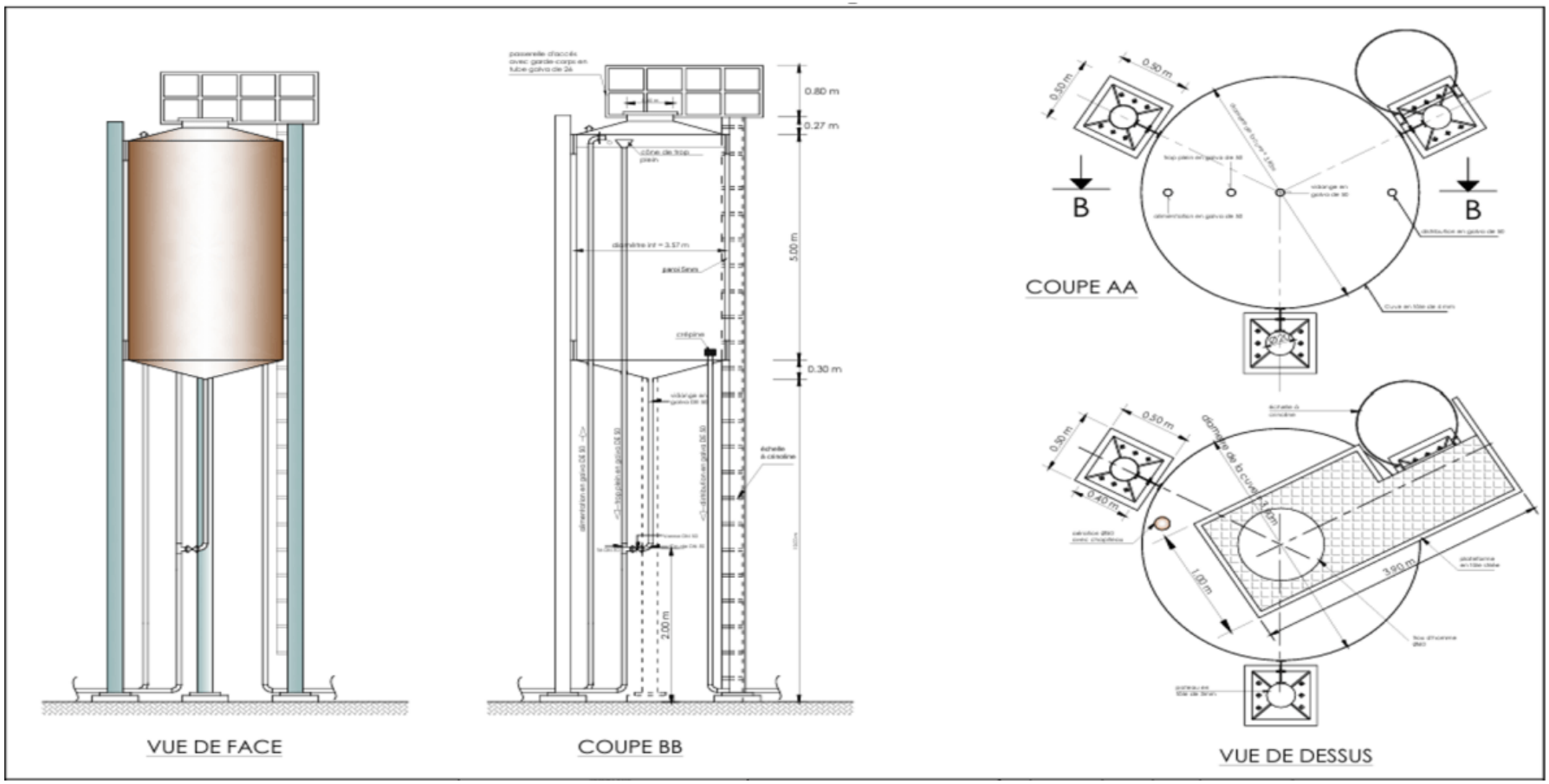
## 8.3.Annexe 11 : Pièces graphiques



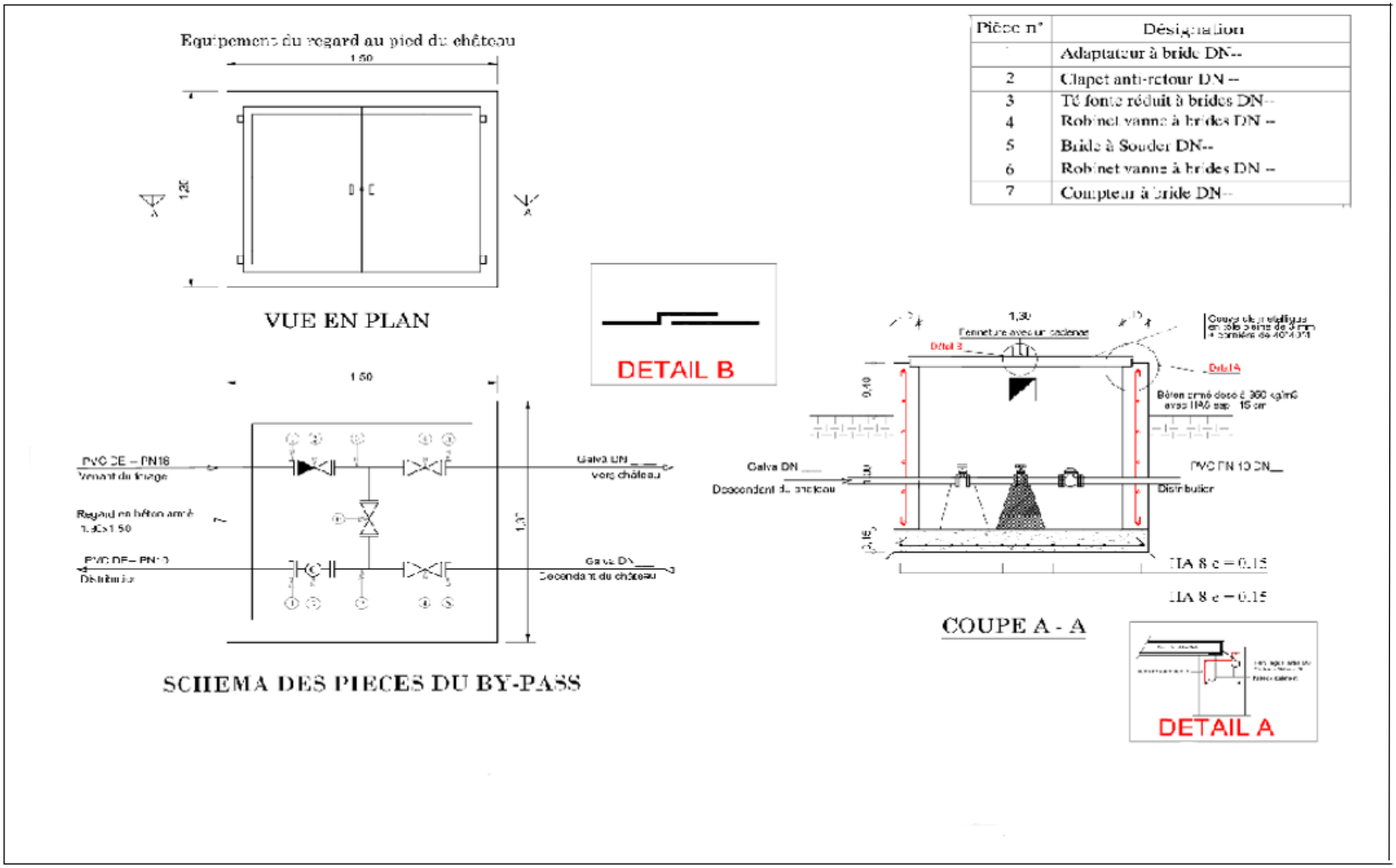

**Graphique 1 : Regard de tête de forage**




**Graphique 2 : Local énergie**

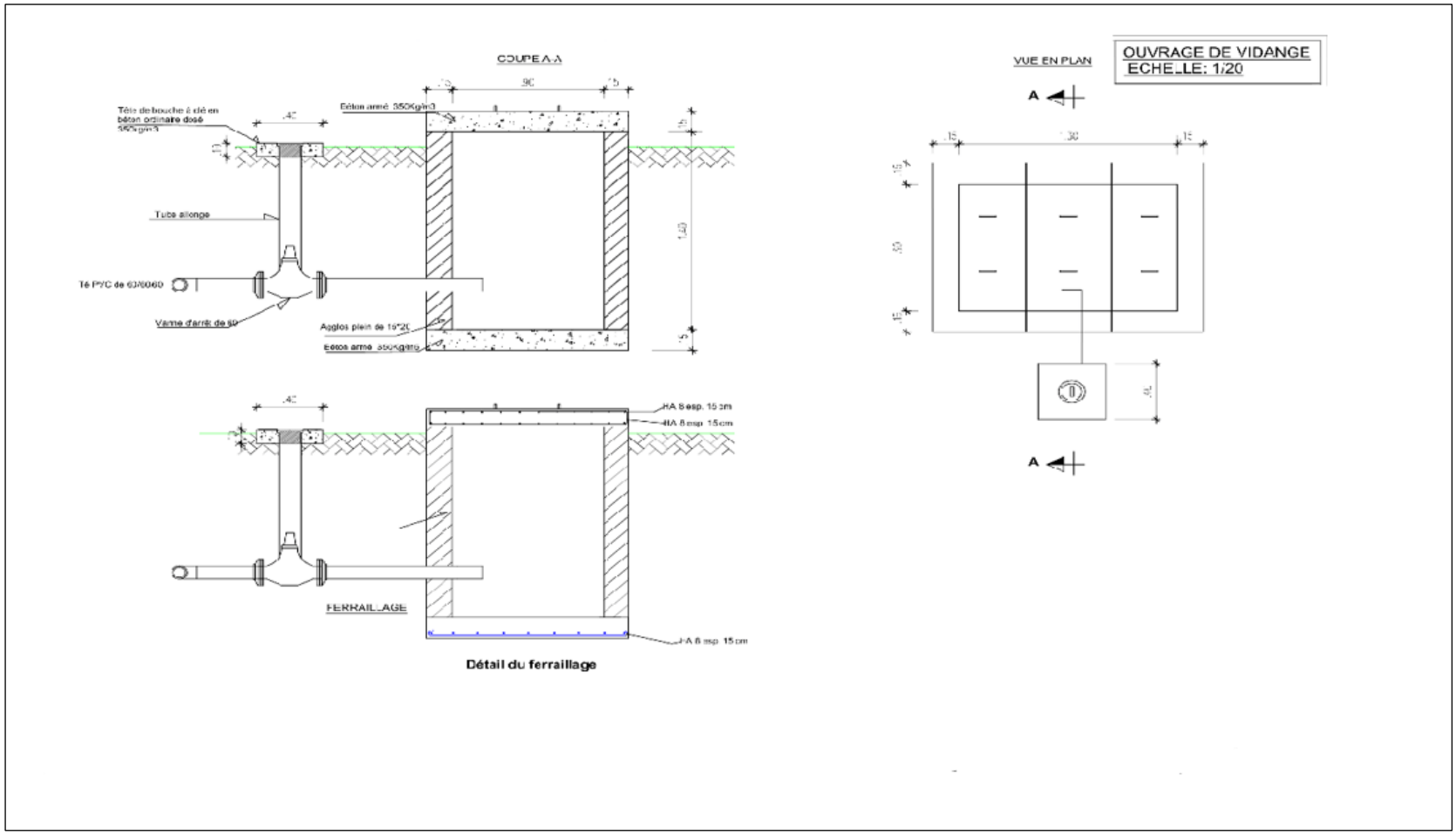



**Graphique 3 : Château d'eau**



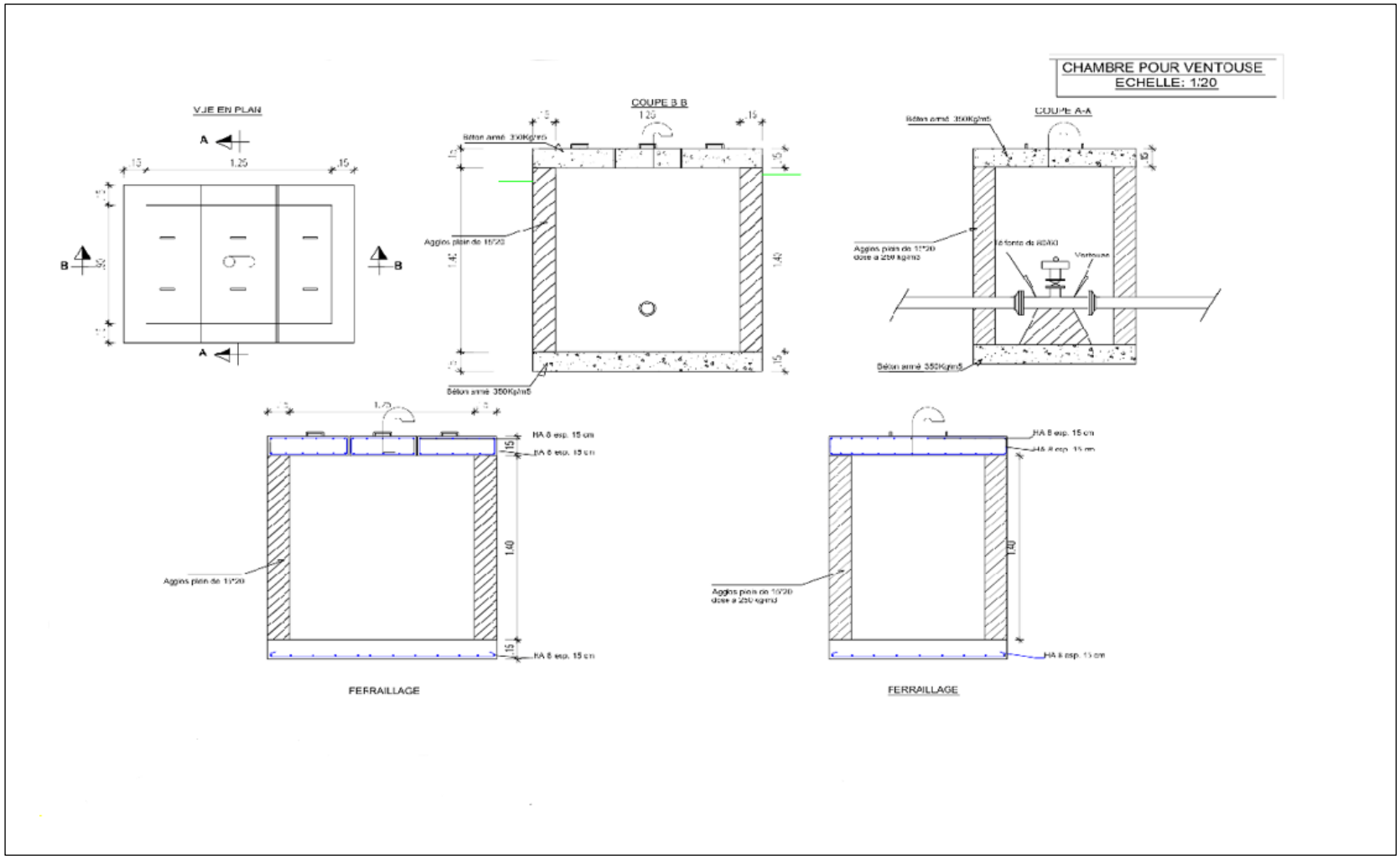

| Pièce n° | Désignation |
|---|---|
| | Adaptateur à bride DN-- |
| 2 | Clapet anti-retour DN -- |
| 3 | Té fonte réduit à brides DN-- |
| 4 | Robinet vanne à brides DN -- |
| 5 | Bride à Souder DN-- |
| 6 | Robinet vanne à brides DN -- |
| 7 | Compteur à bride DN-- |

**Graphique 4 : Regard by-pass**

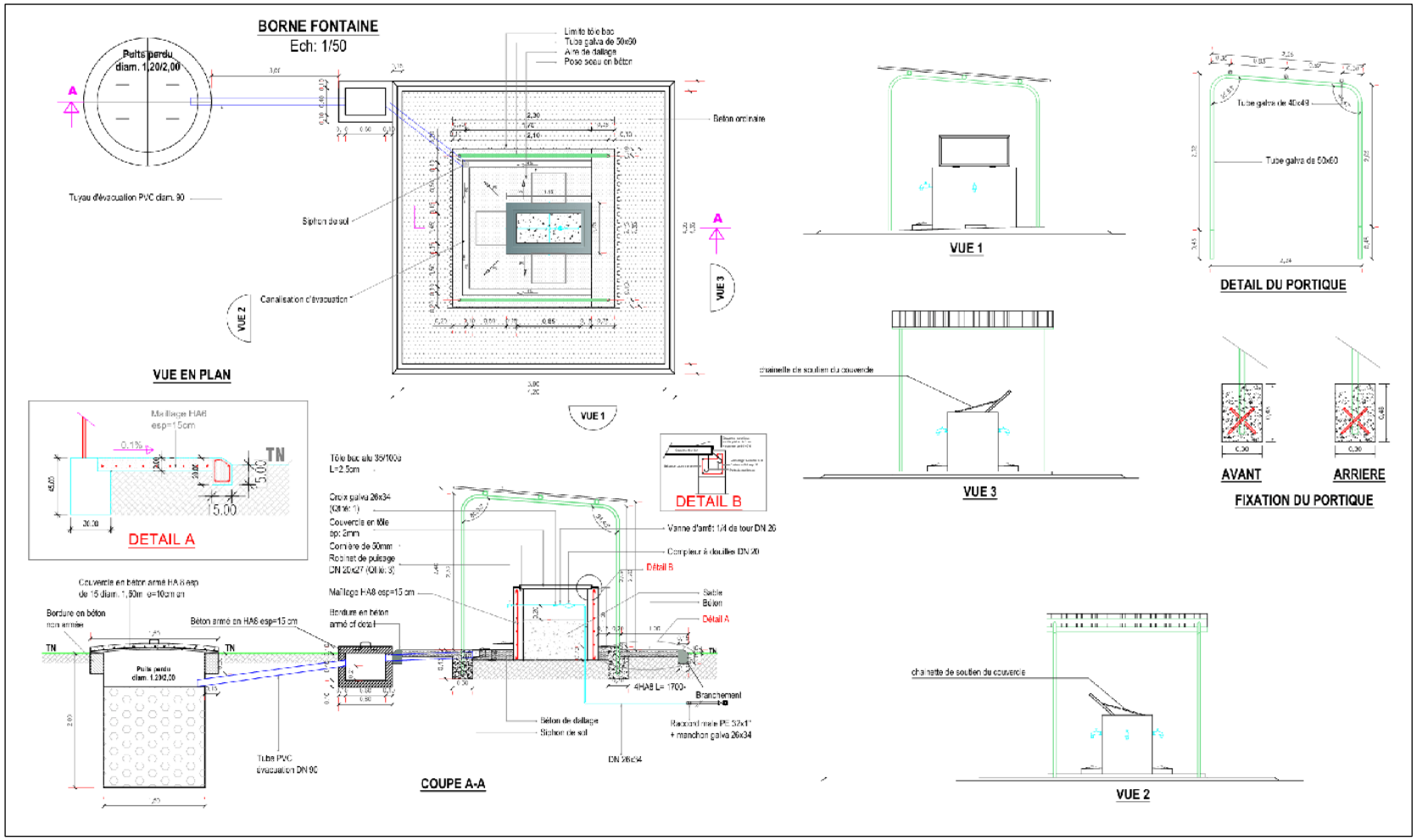



Détail du ferraillage

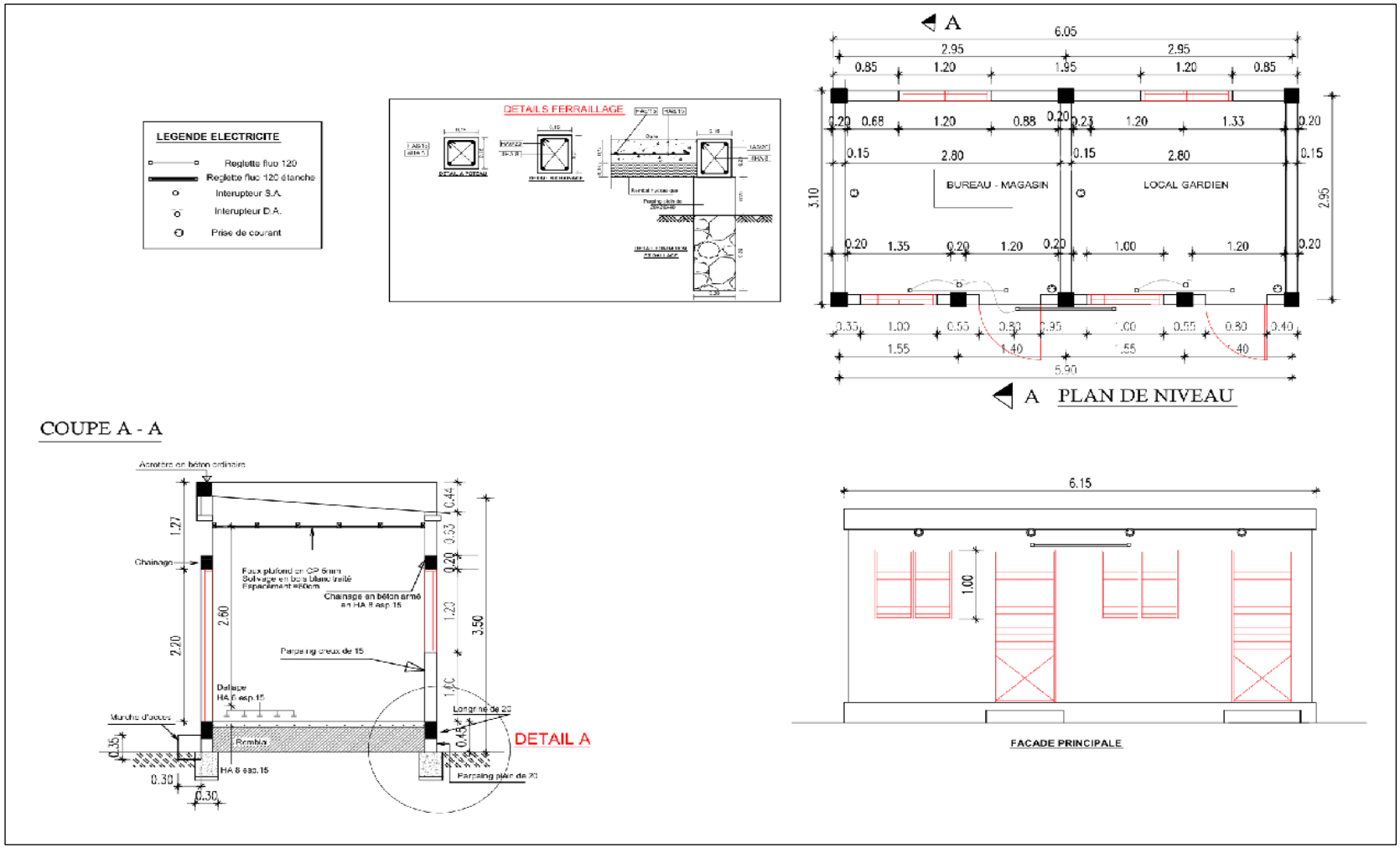
**Graphique 5 : Vidange**



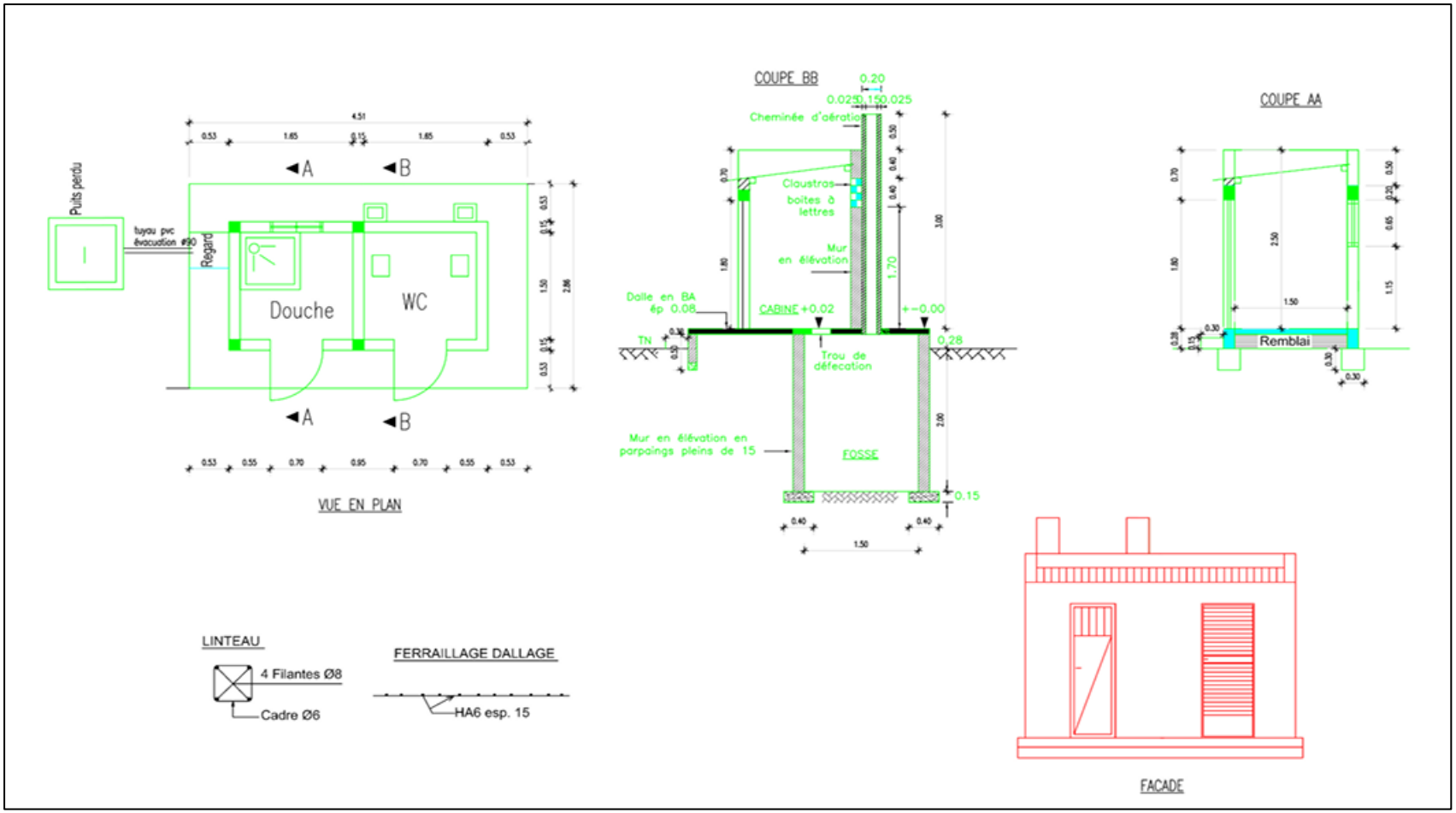

**Graphique 6 : Ventouse et regard**




**Graphique 7 : Borne Fontaine**

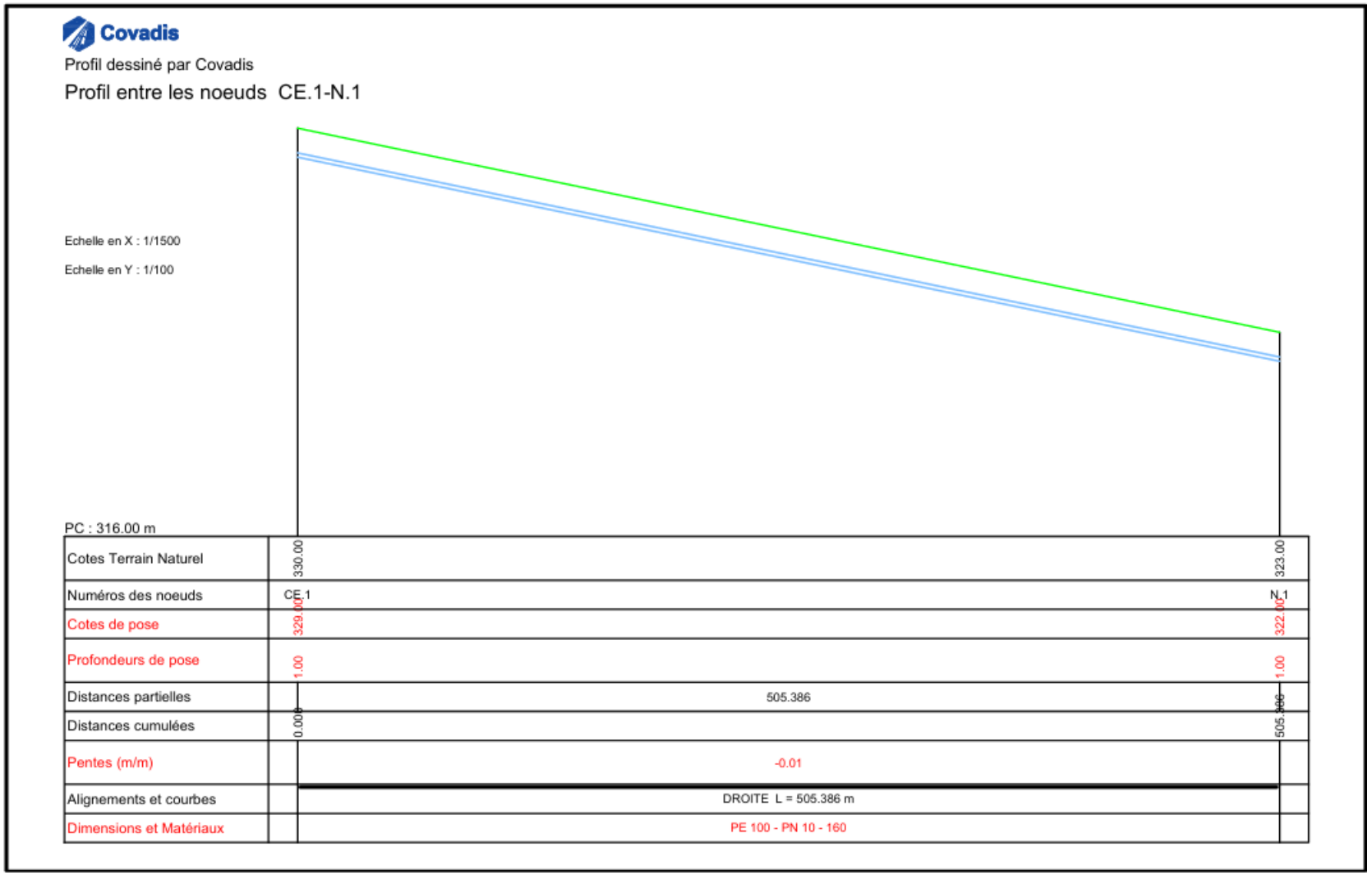


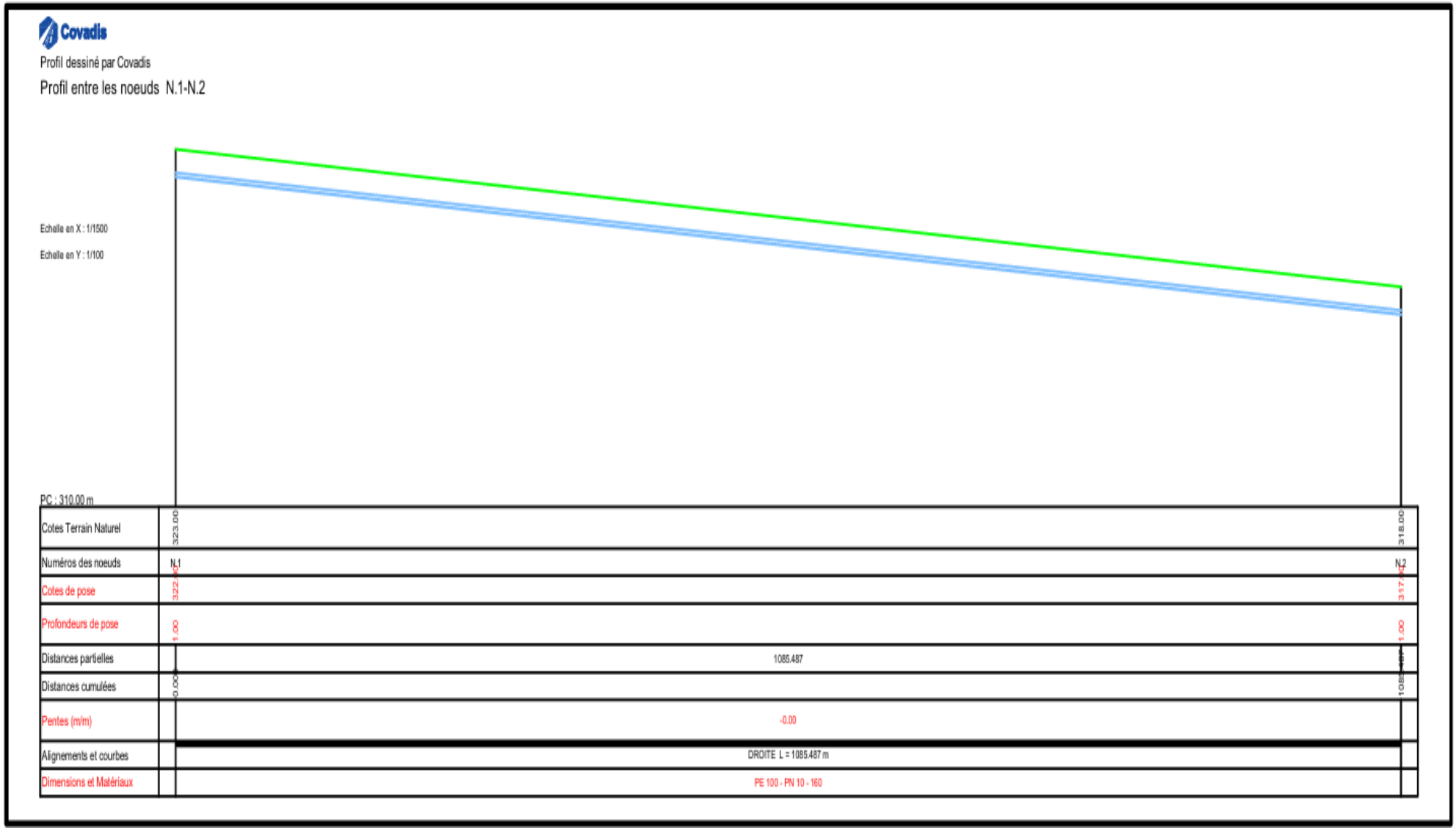

**Graphique 8 : Bureau magasin**

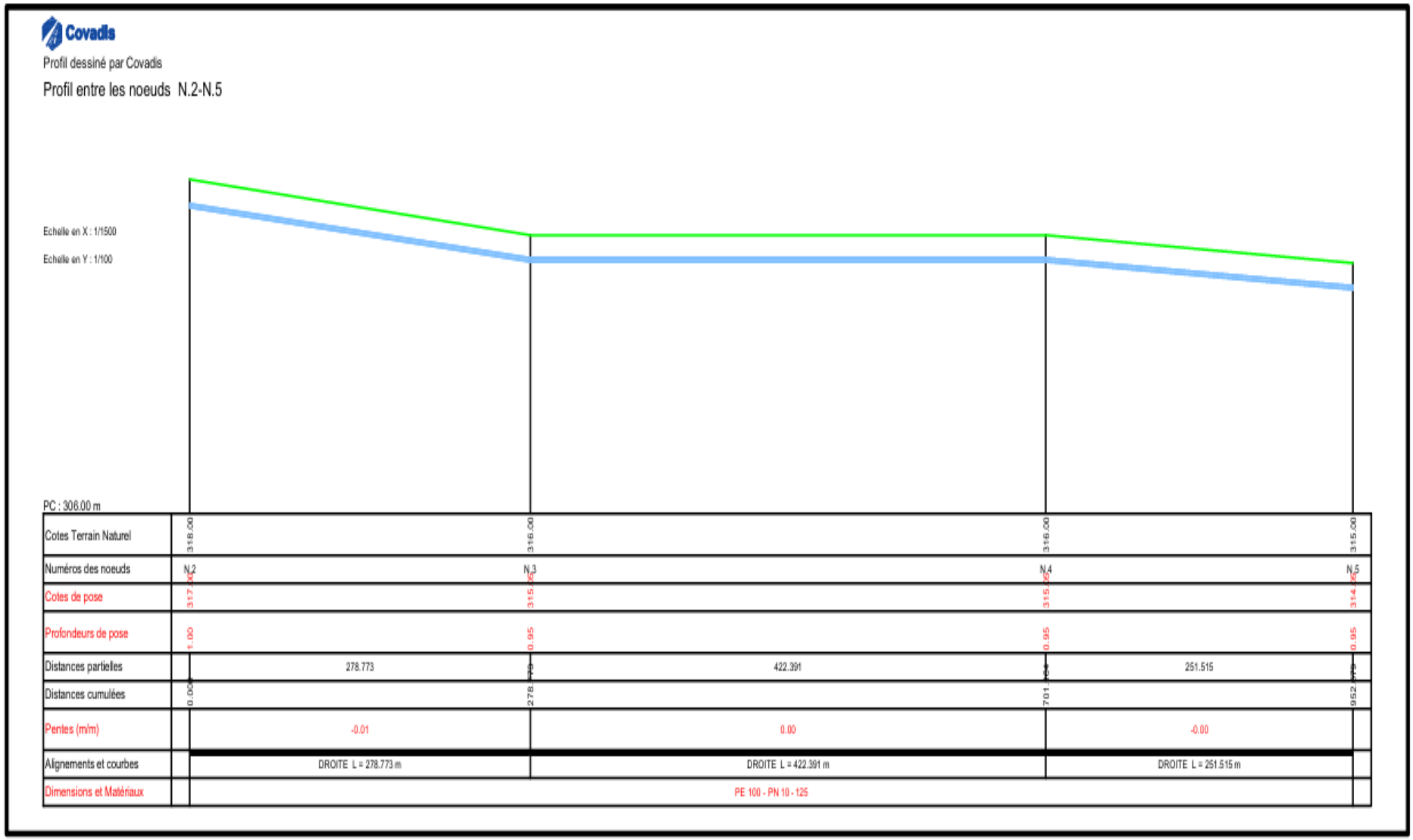



**Graphique 9 : Latrine VIP**

## Annexes 12 : Profils en Long



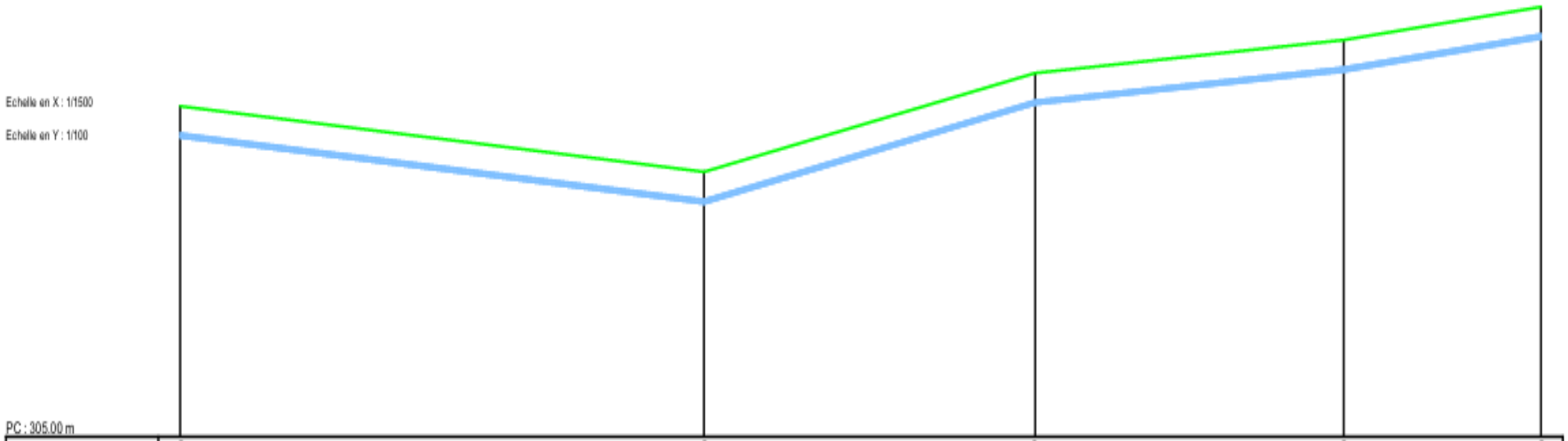

Covadis
Profil dessiné par Covadis
Profil entre les noeuds N.1-N.2
Echelle en X : 1/1500
Echelle en Y : 1/100
PC : 310.00 m
Cotes Terrain Naturel
323.00
318.00
Numéros des noeuds
N.1
N.2
Cotes de pose
322.00
317.00
Profondeurs de pose
1.00
1.00
Distances partielles
1085.487
Distances cumulées
0.000
1085.487
Pentes (m/m)
-0.00
Alignements et courbes
DROITE L = 1085.487 m
Dimensions et Matériaux
PE 100 - PN 10 - 160


Covadis
Profil dessiné par Covadis
Profil entre les noeuds N.2-N.5
Echelle en X : 1/1500
Echelle en Y : 1/100
PC : 306.00 m
Cotes Terrain Naturel
Numéros des noeuds
Cotes de pose
Profondeurs de pose
Distances partielles
Distances cumulées
Pentes (m/m)
Alignements et courbes
Dimensions et Matériaux
N.2
N.3
N.4
N.5
318.00
316.00
316.00
315.00
317.00
315.00
315.00
314.05
1.00
0.95
0.95
0.95
278.773
422.391
251.515
0.00
278.77
701.16
952.679
-0.01
0.00
-0.00
DROITE L = 278.773 m
DROITE L = 422.391 m
DROITE L = 251.515 m
PE 100 - PN 10 - 125

Covadis

Profil dessiné par Covadis

Profil entre les noeuds N.5-N.10




| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Cotes Terrain Naturel | 315.00 | 313.00 | 316.00 | 317.00 | 318.00 |
| Numéros des noeuds | N.5 | N.7 | N.8 | N.9 | N.10 |
| Cotes de pose | 314.05 | 312.05 | 315.05 | 316.05 | 317.05 |
| Profondeurs de pose | 0.95 | 0.95 | 0.95 | 0.95 | 0.95 |
| Distances partielles | | 360.593 | 227.961 | 212.424 | 135.838 |
| Distances cumulées | 0.000 | 360.593 | 588.554 | 800.978 | 936.816 |
| Pentes (m/m) | | -0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.01 |
| Alignements et courbes | | DROITE L = 360.593 m | DROITE L = 227.961 m | DROITE L = 212.424 m | DROITE L = 135.838 m |
| Dimensions et Matériaux | | PE 100 - PN 10 - 110 | | | |

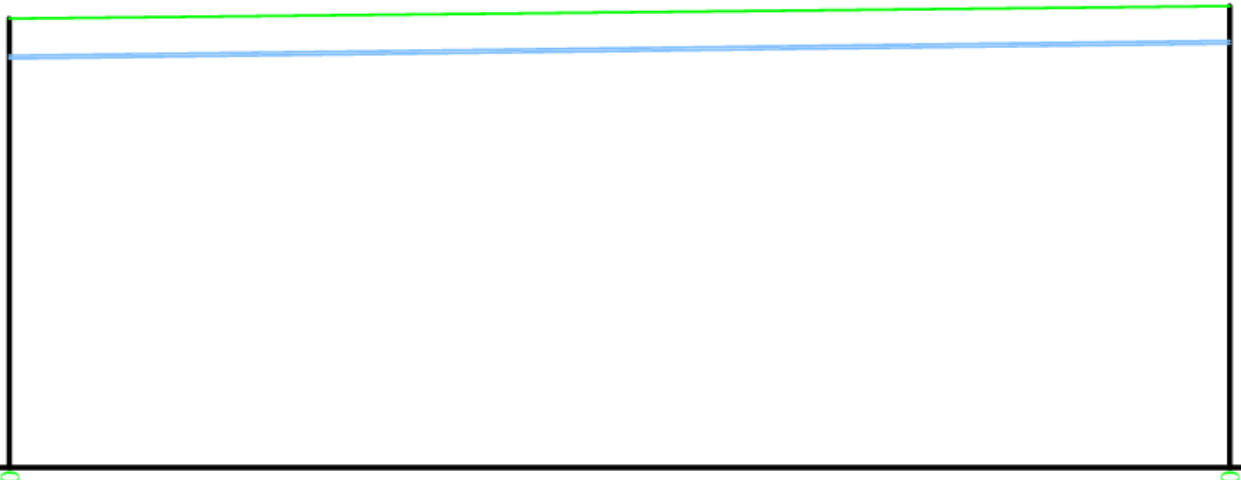
COVADIS

Profil dessiné par Covadis

Profil entre les noeuds N.10-N.11

Echelle en X : 1/1000

Echelle en Y : 1/100



PC : 299.00 m

| | | |
|---|---|---|
| Cotes Terrain Naturel | 309.70 | 310.00 |
| Numéros des noeuds | N.10 | N.11 |
| Cotes de pose | 308.75 | 309.10 |
| Profondeurs de pose | 0.95 | 0.90 |
| Distances partielles | 290.710 | |
| Distances cumulées | 0.000 | 290.710 |
| Pentes (m/m) | 0.001 | |
| Alignements et courbes | DROITE L = 290.710 m | |
| Dimensions et Matériaux | PE 100 - PN 10 - 75 | |