



**Avant-Projet Détaillé pour la réalisation du système d'Adduction  
d'Eau Potable Simplifiée (AEPS) : Cas du village de Bonzon,  
commune de Solenzo, province de Banwa, région de la Boucle du  
Mouhoun (BURKINA FASO)**

**MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGENIEUR 2IE AVEC GRADE  
DE  
MASTER  
SPECIALITE : GENIE CIVIL-HYDRAULIQUE**

-----  
Présenté et soutenu publiquement le 28 janvier 2021 par

**Abdoul Aziz SAWADOGO N°20180779**

Travaux dirigés par :

**Dr. Lawani MOUNIROU**

Enseignement-chercheur en Hydraulique, 2iE

Et

**M. Nébilma Jérôme BAZONGO**

Ingénieur du Génie Rural ; Agent de la DGEP

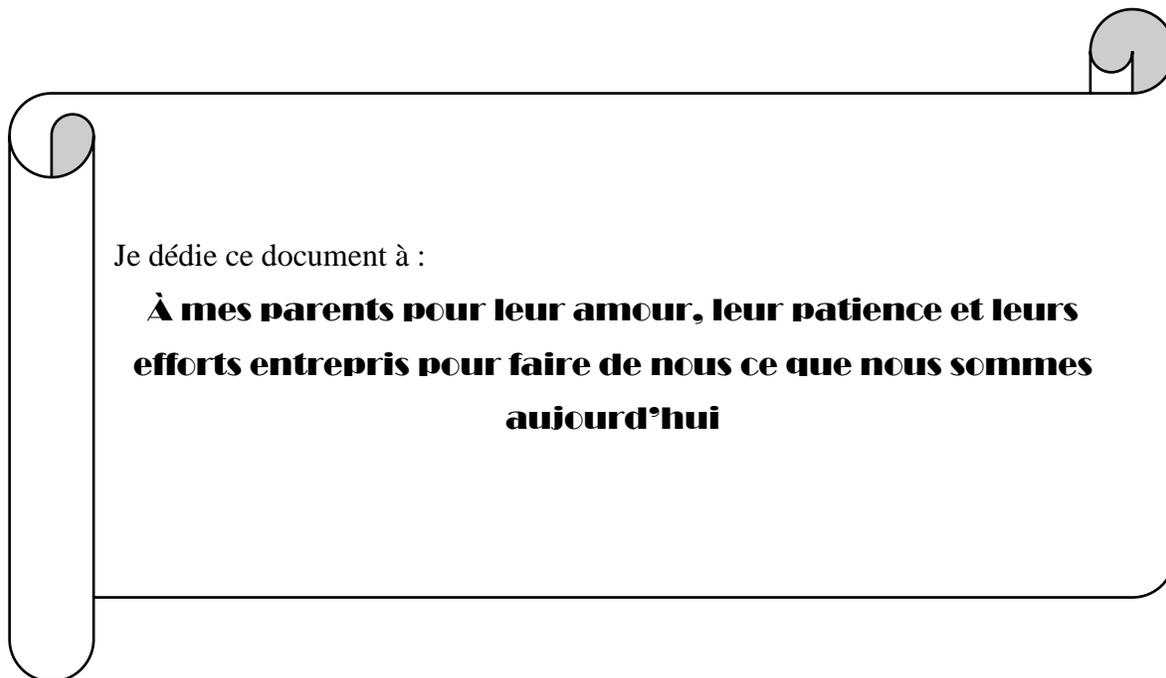
Jury d'évaluation du stage :

Président : **Pr Harinaivo Anderson ANDRIANISA**

Membres et correcteurs : **Dr Ousmane Roland YONABA**

Membres et correcteurs : **Mme. Radeconde RUSAGARA**

## DEDICACE



## REMERCIEMENTS

À l'entame de l'élaboration de ce rapport, qu'il me soit permis de témoigner ma gratitude à tous ceux qui de près ou de loin ont permis l'aboutissement de ce travail. J'adresse des sincères remerciements spécialement à :

- ✓ M. Lawani MOUNIROU, Enseignant chercheur en Hydraulique, mon encadreur interne qui m'a assisté tout au long du stage ;
- ✓ M. Dofihouyan YE, Le Directeur Général de la DGEP, qui a bien voulu me donner une opportunité de réaliser ce stage au sein de sa Direction ;
- ✓ M. Nébilma Jérôme BAZONGO, mon maître de stage, qui m'a accompagné et soutenu pour la réussite de ce stage ;
- ✓ L'équipe de la DGEP pour son accueil chaleureux ; sa disponibilité ; et son esprit de collaboration ;
- ✓ Tout le corps professoral, l'administration du 2iE pour l'enseignement reçu tout au long de ce cycle d'apprentissage ;
- ✓ Aux camarades stagiaires de la promotion S10A 2020-2021 pour la collaboration maintenue pendant cette période de stage malgré l'éloignement ;
- ✓ Mon frère Monrouré SAWADOGO, pour son soutien multiforme tout au long de mon parcours scolaire
- ✓ Mon épouse ; pour la compréhension et son soutien multiforme à mon égard au cours de ces années d'études.

## RESUME

Bonzon, village situé dans la province de Banwa et dans la commune de Solenzo, connaît des problèmes liés à un accès adéquat à l'eau potable. Le taux d'accès actuel à l'eau potable est de **12%**. Le village est actuellement alimenté par deux (02) forages équipés de pompe à motricité humaine dont un (01) institutionnel et des puits (traditionnels et modernes). La population en 2020 est estimée à **8256 habitants**. Pour contribuer à l'amélioration de l'alimentation en eau potable de cette localité, il est prévu la réalisation d'études techniques détaillées en vue de la mise en œuvre d'un système approprié d'approvisionnement en eau potable. Le présent mémoire dont le thème est : « 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 » vise la réalisation de ce projet. Le système va desservir le centre de Bonzon à l'horizon 2040. La population à desservir est estimée à **10 408 habitants** qui représente **80%** de la population projeté en **2040**. La source d'alimentation en eau est un ensemble de quatre (**04**) forages ayant chacun un débit d'exploitation de **5 m<sup>3</sup>/h** avec une HMT de **88 m**. A partir du forage le refoulement de l'eau sera assuré par une **pompe immergée Grundfos SP 8A-18** avec l'énergie photovoltaïque pour source principale d'énergie et l'énergie thermique en relais. La conduite de **refoulement** est en **PVC PN16** avec un diamètre nominal de **90mm**. La distribution se fera de façon gravitaire à partir d'un château d'eau métallique de **75 m<sup>3</sup>**. Les points de desserte seront constitués de dix (10) bornes fontaines. Les diamètres de ces tuyauteries de distribution varient de **110 mm à 50 mm** avec une longueur cumulée des canalisations d'environ **3,85 kilomètres**. La pression de service est de **5 mCE**. Le coût global des travaux est estimé à **trois cent trente-huit millions cent soixante-dix mille huit cent quatre-vingt-dix (338 170 890) F CFA TTC**.

Mots clés:

---

1. AEPS
2. Avant-Projet Détaillé
3. Bonzon
4. Eau
5. Forage

## ABSTRACT

Bonzon, a village located in the province of Banwa and in the municipality of Solenzo, is experiencing problems related to adequate access to drinking water. The actual access rate to drinking water is 12%. The village is currently supplied by two (02) boreholes equipped with human-powered pumps including one (01) institutional and wells (traditional and modern). The population in 2020 is estimated at 8,256 inhabitants. To help improve the drinking water supply in this locality, detailed technical studies are planned for the implementation of an appropriate drinking water supply system. This thesis, the theme of which is: "Detailed Pre-Project for the realization of the Simplified Drinking Water Supply System (AEPS): Case of the village of Bonzon, municipality of Solenzo, province of Banwa, region of Boucle du Mouhoun" Is aimed at the realization of this project. The system will serve the center of Bonzon by 2040. The population to be served is estimated at 10,408 inhabitants, which represents 80% of the population projected in 2040. The water supply source is a set of four (04) boreholes with an operating flow of 5m<sup>3</sup>/h with an HMT of 88m. From the borehole, the water will be delivered by a Grundfos SP 8A-18 submersible pump with photovoltaic energy as the main source of energy and thermal energy as a relay. The discharge line is made of PVC PN16 with a nominal diameter of 90mm. The distribution will be done by gravity from a 75 m<sup>3</sup> metallic water tower. The service points will consist of ten (10) standpipes. The diameters of these distribution pipes vary from 110 mm to 50 mm with a cumulative length of the pipes of approximately 3, 85 kilometers. The working pressure is 05 mWC. The overall cost of the work is estimated at three hundred and thirty-eight million one hundred and seventy thousand eight hundred and ninety (338 170 890) F CFA including tax.

### Key words

---

1. AEPS
2. Bonzon
3. Detailed Pre-Project
4. Drilling
5. Water

## LISTE DES ABREVIATIONS

2iE	:	Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement
AEP	:	Approvisionnement en Eau Potable
AEPS	:	Adduction d'Eau Potable Simplifiée
APD	:	Avant-Projet Détaillé
BF	:	Borne Fontaine
CD	:	Consommation domestique
CE	:	Château d'Eau
CVD	:	Conseil Villageois de Développement
DGEP	:	Direction Générale de l'Eau Potable
DREA-BM	:	Direction Régionale de L'Eau et de l'Assainissement de la Boucle du Mouhoun
GCH	:	Génie Civil-Hydraulique
HMT	:	Hauteur Manométrique Totale
INO	:	Inventaire National des Ouvrages hydrauliques et d'assainissement
INSD	:	Institut National de la Statistique et de la Démographie
MEA	:	Ministère de l'Eau et de l'Assainissement
ODD	:	Objectifs pour le Développement du Millénaire
OMS	:	Organisation Mondiale de la Santé
ONEA	:	Office National de l'Eau et de l'Assainissement.
PMA	:	Pression Maximal Admissible
PMH	:	Pompe à Motricité Humaine
PN	:	Pression Nominale
PN- AEP	:	Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable
PNDES	:	Plan National de Développement Economique et Social
PVC	:	Chlorure de Poly Vinyle.
RGPH	:	Recensement Général de la Population et de l'Habitat.
SONABEL	:	Société Nationale Burkinabè d'Électricité.

## SOMMAIRE

DEDICACE.....	i
REMERCIEMENTS .....	ii
RESUME.....	iii
ABSTRACT .....	iv
LISTE DES ABREVIATIONS.....	v
SOMMAIRE .....	1
LISTE DES TABLEAUX.....	3
LISTE DES FIGURES .....	4
Fiche synoPtique .....	5
Introduction generale.....	6
I. Présentation de la structure d'accueil et de la zone d'étude .....	7
I.1. Présentation de la structure d'accueil.....	7
I.2. Présentation de la zone d'étude.....	8
I.3. Cadre physique .....	10
II. PRESENTATION DU PROJET .....	14
II.1. Contexte .....	14
II.2. Justification .....	14
II.3. Objectifs de l'étude et résultats attendus .....	15
II.4. Diagnostique et état des lieux .....	16
II.5. Données de base.....	17
III. METHODOLOGIE DE CONCEPTION .....	18
III.1. Matériel utilisé.....	18
III.2. Approche Méthodologique .....	18
IV. étude Technique .....	36

IV.1. Conception du réseau de l'AEPS de BONZON .....	36
IV.2 Détermination de la demande à l'échéance du projet.....	36
IV.3 Dimensionnement du réseau de distribution .....	38
IV.4 Dimensionnement du réservoir .....	41
IV.5 Source d'eau .....	43
IV.6 Dimensionnement du réseau d'adduction .....	43
IV.7 Géométrie des tranchées de canalisation.....	47
IV.8 Construction des locaux .....	48
IV.9 L'ETUDE DU COUT ET LA FAISABILITE FINANCIERE .....	48
IV.10 Aspects environnementaux du projet .....	50
Conclusion.....	53
Recommandations et Perspectives .....	54
Bibliographie.....	55
Annexes.....	57

## LISTE DES TABLEAUX

<b>Tableau 1</b> : Localités limitrophes du village de Bonzon.....	9
<b>Tableau 2</b> : Perspectives démographiques de Bonzon.....	16
<b>Tableau 3</b> : liste des matériels .....	18
<b>Tableau 4</b> : Kph en fonction de l'intervalle de population.....	24
<b>Tableau 5</b> : Formules empiriques de dimensionnement de la conduite de refoulement.....	26
<b>Tableau 6</b> : Evaluation de la surpression maximale lors d'une perturbation rapide .....	28
<b>Tableau 7</b> : Détermination de la capacité utile du réservoir.....	30
<b>Tableau 8</b> :Tableau de Calcule de la demande.....	37
<b>Tableau 9</b> : Tableau de Calcul du débit de distribution .....	38
<b>Tableau 10</b> : Résultats du dimensionnement du réseau maillé .....	39
<b>Tableau 11</b> : résultats du réseau ramifié.....	40
<b>Tableau 12</b> : Tableau récapitulatif des linéaires des conduites .....	41
<b>Tableau 13</b> : Détermination de la capacité du château.....	41
<b>Tableau 14</b> : Dimensions réelles du château .....	42
<b>Tableau 15</b> : calcul de la conduite de refoulement .....	43
<b>Tableau 16</b> : Caractéristique requise pour la pompe .....	44
<b>Tableau 17</b> : Caractéristique de la pompe choisie.....	44
<b>Tableau 18</b> : Calcul de la puissance apparente à partir du système hydraulique .....	47
<b>Tableau 19</b> : Calcul de la puissance apparente à partir de la tension et de l'intensité du courant .	47
<b>Tableau 20</b> : Dimensions des tranchées .....	47
<b>Tableau 21</b> : Coûts du projet .....	49
<b>Tableau 22</b> : la durée de vie des équipements de l'AEPS .....	50
<b>Tableau 23</b> : Détermination du prix de l'eau .....	50

## LISTE DES FIGURES

<b>Figure 1:</b> Organigramme de la DGEP .....	8
<b>Figure 2 :</b> Situation géographique du village de Bozon dans la commune de Solenzo .....	9
<b>Figure 3:</b> Modèle conceptuel d'un profil d'altération d'un aquifère de socle (Wyns et al., 2004). .....	12
<b>Figure 4:</b> Carte du réseau d'AEPS de Bonzon.....	36
<b>Figure 5:</b> Courbe de fonctionnement de la pompe .....	45

## FICHE SYNOPTIQUE

<b>Localisation</b>	<b>Région :</b> Boucle du Mouhoun <b>Province :</b> Banwa <b>Commune :</b> Solenzo <b>Village :</b> Bonzon	
<b>Ressource en eau</b>	<b>Source d'approvisionnement en eau :</b> Trois (04) forages à réaliser (débit minimal = 5 m <sup>3</sup> /h)	
<b>Caractéristiques du réseau</b>	<b>Capacité du réservoir :</b> 75 m <sup>3</sup> <b>Nombre de borne-fontaine :</b> 10 <b>Plus basse pression dans le réseau :</b> 05,38 m <b>Plus haute pression dans le réseau :</b> 11,88 m	
<b>Station de pompage</b>	<b>Nombre de stations de pompage :</b> 04 <b>Ouvrage d'exhaure :</b> Trois (04) pompes <b>Source d'énergie :</b> hybride (panneaux solaires/groupe électrogène) <b>Caractéristique minimales de chaque pompe :</b> Q = 5 m <sup>3</sup> /h, HMT = 8 m, P = 2.61 kW <b>Conduite de refoulement :</b> conduites PVC pression PN16 DN 90, longueur totale : 5 000 ml <b>Conduites de distribution :</b> conduites PVC pression PN10, DN 50, longueur totale : 342 ml, conduites PVC pression PN10, DN 63, longueur totale : 1 446 ml, conduites PVC pression PN10, DN 75, longueur totale : 1 098 ml, conduites PVC pression PN10, DN 90, longueur totale : 1 128 ml, conduites PVC pression PN10, DN 110, longueur totale : 180 ml	
<b>Ouvrages annexes</b>	<b>Bâtiment à usage de bureau et de magasin :</b> 01 <b>Local du groupe électrogène :</b> 01 <b>Toilettes :</b> 01	
<b>Coûts estimatifs des travaux</b>	<b>Montant des travaux (FCFA TTC)</b>	338 170 890 F CFA

## INTRODUCTION GENERALE

L'eau est unanimement reconnue comme une denrée vitale (Mouiri, 1983). Mieux, l'accès à l'eau potable et l'assainissement pour tous doit être une réalité et même, un droit fondamental faisant partie des droits humains (OECD1, 2008). C'est pourquoi l'accès à l'eau potable des populations constitue un enjeu politique, économique et social majeur et est devenu une priorité pour l'État Burkinabè. Pour l'atteinte des Objectifs du Développement Durable (ODD), le Burkina Faso a élaboré un Plan National de Développement Economique et Social (PNDES). Sur son volet eau, l'objectif du Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable (PN-AEP) est de satisfaire durablement les besoins en eau potable des populations et d'atteindre l'accès universel à l'eau potable d'ici 2030 (PN-AEP, 2017).

En effet, le village de Bonzon est un village dont la population est estimée à 7 889 en 2019 habitants qui connaît des difficultés d'accès à l'eau potable liées notamment à l'absence d'équipements adéquats lui permettant de disposer d'une eau potable en quantité et en qualité. En saison sèche plus de 88% de la population s'approvisionne en eau à l'aide de puits. C'est ainsi que la Direction Générale de l'Eau Potable (DGEP), a commandité la réalisation de l'étude Avant-Projet Détaillé (APD) pour la réalisation du système d'Adduction d'Eau Potable Simplifié (AEPS) du village de Bonzon, commune de Solenzo, province de Banwa, région de la Boucle du Mouhoun. L'étude vise à évaluer les besoins en eau de la population, concevoir le système AEPS, dimensionner les équipements et réseaux hydrauliques constitutifs, élaborer les plans nécessaires à la mise en œuvre des ouvrages, évaluer le coût de réalisation des travaux et à évaluer l'impact environnemental et social du projet.

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

## **I.1. Présentation de la structure d'accueil**

Nous avons effectué notre stage au sein de la Direction générale de l'Eau Potable (DGEP) qui est une structure centrale du Ministère de l'Eau et de l'Assainissement (MEA).

Le MEA a cinq (05) directions générales parmi lesquelles nous avons :

- ❑ La Direction Générale des Etudes et des Statistiques Sectorielles (DGESS) ;
- ❑ La Direction Générale de l'Assainissement (DGA) ;
- ❑ La Direction Générale de l'Eau Potable (DGEP) ;
- ❑ La Direction Générale des Ressources en Eau (DGRE)

En application des articles 43 et 44 du décret n°2016-342/PRES/PM/MEA du 04 mai 2016 portant organisation du MEA, la DGEP a pour principale mission, d'élaborer et de suivre sa mise en œuvre des politiques et stratégies nationales dans le domaine de l'eau potable, en relation avec les structures du département, les autres ministères, les collectivités territoriales, les organismes de la société civile et les autres acteurs.

Pour mener à bien sa mission, la DGEP est subdivisée en deux directions techniques à savoir :

- ❑ La Direction de l'Approvisionnement en Eau Potable (DAEP) ;
- ❑ La Direction de la Programmation et du Suivi Evaluation (DPSE).

Les directions sont composées de services techniques et d'un secrétariat de direction. La DAEP comprend :

- ❑ Le Service Planification et Promotion et Promotion du Partenariat Public Privé ;
- ❑ Le Service Développement des Infrastructures (SDI)

C'est la SDI qui nous a accueilli au sein de la structure. L'organigramme de la structure est représenté la figure 1 ci-dessous :

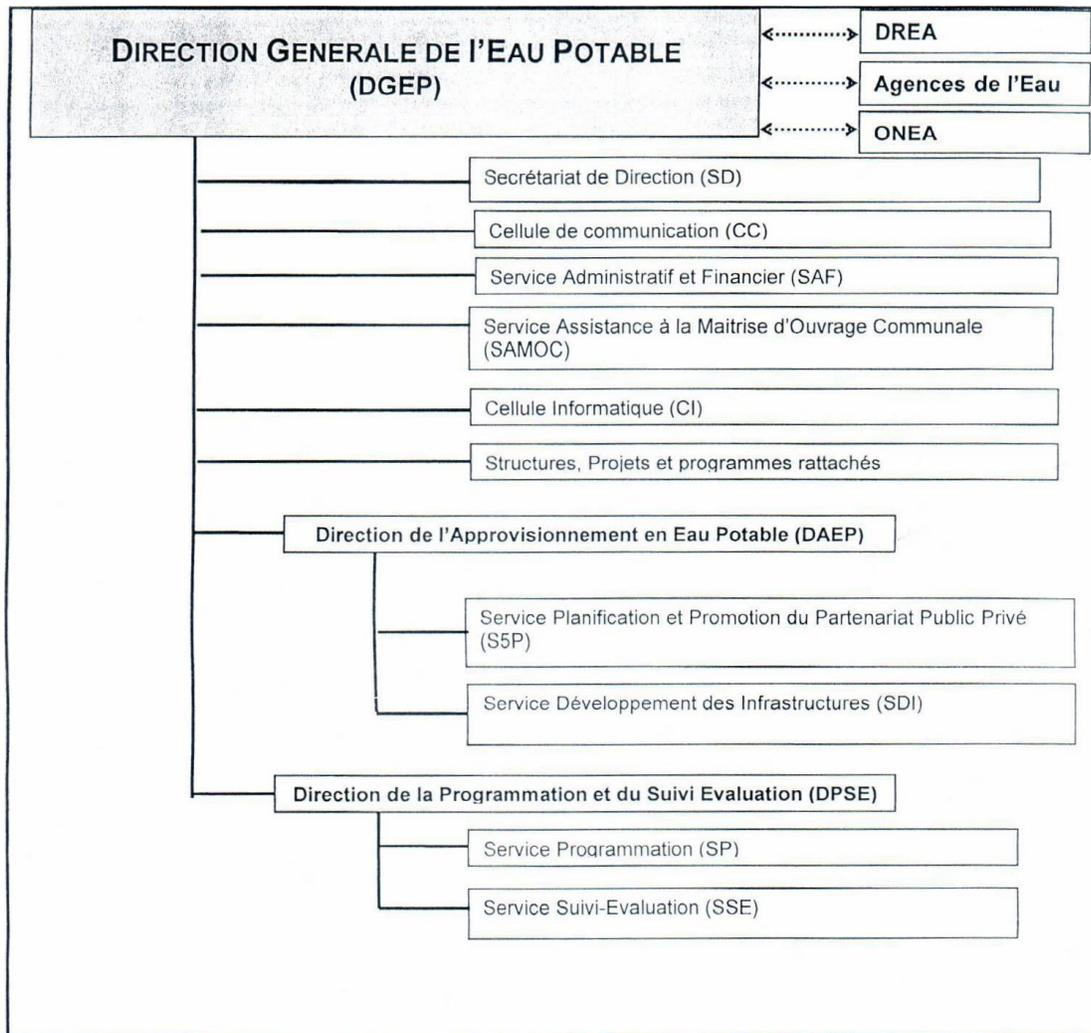


Figure 1: Organigramme de la DGE

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

Bonzon est situé à 20 km à l'Est de la commune de Solenzo, Chef-lieu de la province des Banwa, dont il relève. Il est distant de Dédougou, Chef-lieu de la région, d'environ 100 km. Ses coordonnées géographiques sont les suivantes :

Longitude E: 02°10'03, 0''

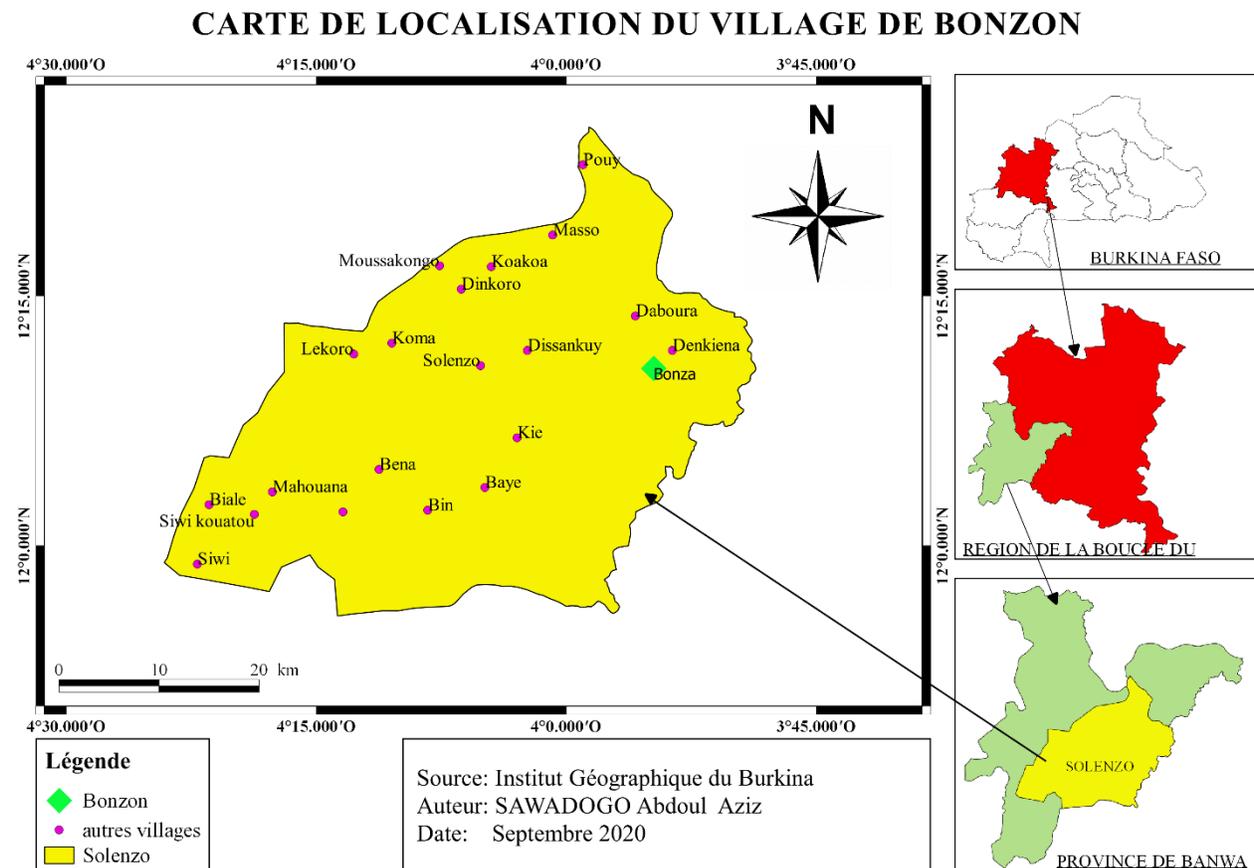
Latitude N: 14°11'43,4''

Les villages limitrophes de Bonzon sont listés dans le tableau 1 suivant :

**Tableau 1** : Localités limitrophes du village de Bonzon.

N°	Noms des villages ou hameaux
1	Moukianky et Koumama
2	Daboura
3	Denkena
4	Dissankuy
5	Kié
6	Sanraku
7	Dares-salam

Bonzon est difficilement accessible, surtout en saison des pluies. La situation géographique de Bonzon est illustrée sous forme cartographique dans la figure 2 ci-dessous.



**Figure 2** : Situation géographique du village de Bozon dans la commune de Solenzo

## **I.3. Cadre physique**

### **I.3.1. Relief et sol**

La Boucle du Mouhoun, à l'instar du Burkina Faso, est une région peu accidentée. Les collines constituent les hauts ensembles de la région avec des altitudes variant généralement entre 340 et 458 m. Le pic de Konkoliko, dans les Balé est le plus haut sommet de la région et culmine à 621m d'altitude. Les plaines couvrent plus de 70% de la superficie régionale et correspondent à la partie inférieure du glacis. Elles s'étendent au nord sur les deux rives du fleuve Sourou et au centre sur toute la haute vallée du fleuve Mouhoun.

Au niveau des sols, on distingue quatre (04) types dans la région :

- ❑ Les sols minéraux bruts associés aux sols peu évolués,
- ❑ Les vertisols et les sols bruns eutrophes
- ❑ Les sols ferrugineux tropicaux
- ❑ Les sols hydromorphes localisés dans les bas-fonds et les zones d'inondation des cours d'eau

### **I.3.2. Climatologie**

La région de la Boucle du Mouhoun est située dans la zone soudano-sahélienne (Ouédraogo,1994) avec cependant trois (3) variantes qui sont :

- ❑ Au nord, le secteur sud-sahélien avec une pluviométrie moyenne annuelle de 500 à 700 mm. Il couvre la province du Sourou et la partie nord de la province de la Kossi ;
- ❑ Au centre, le secteur soudanien : de 700 à 900 mm. Il s'étend sur la partie sud de la province de la Kossi, du Nayala.
- ❑ Au sud avec une pluviométrie annuelle de 900 à 1000 mm couvrant les provinces du Mouhoun, des Balé et des Banwa.

La région connaît deux (2) saisons :

Une saison sèche qui dure de 7 à 9 mois dans le nord de la région et de 4 à 6 mois dans le sud. Elle est marquée par l'Harmattan, vent frais et sec qui dure de décembre à fin janvier avec des températures douces autour de 27°C, chaud et sec de février à avril avec de fortes températures

dépassant souvent 40°C. Une saison pluvieuse qui s'étale sur 3 à 5 mois dans le nord et 6 à 8 mois dans le sud. Elle est annoncée par la Mousson, vent frais et humide avec des températures oscillant entre 24 et 28°C.

### **I.3.3. Géologie et hydrogéologie**

Selon Coulibaly (1990), les caractéristiques géologiques de la région, s'intègrent dans celles de l'ensemble du socle précambrien Ouest Africain. La géologie de la région s'étend sur deux grands ensembles à savoir un socle cristallin à l'Est et une séquence sédimentaire à l'Ouest.

- Socle cristallin : il est composé de roches granitoïdes acides et de roches métavolcano-sédimentaires basiques.
- Roches acides : granite et migmatitique indifférenciés
- Roches neutres à basiques : formations volcano-sédimentaires, constituées principalement de schistes
- Les formations sédimentaires : elles sont composées d'une séquence sédimentaire proprement dite et du continental terminal :
- La séquence sédimentaire : ces formations d'une épaisseur d'environ 1500m, proviennent d'une transgression marine du Nord et du Nord-Ouest entre 1300 et 1000 M.A (précambrien A).

D'après Coulibaly (1990), dans la région, on distingue deux unités hydrogéologiques principales correspondant aux deux familles lithologiques déjà citées, à savoir le socle cristallin et les formations sédimentaires composées essentiellement de grès, de schistes et de formations argilo-sableuses. Du point de vue hydrogéologique, il convient de noter tout d'abord, que la caractéristique principale des différentes formations (exception faite des sables du continental terminal) se résume au fait que ce sont des roches dures, compactes, imperméables (la porosité primaire étant négligeable (< 1%) sauf dans les grès purs comme les grès de Koutiala et les grès de Sotuba).

Ces formations sont donc stériles à l'état intact et l'eau ne peut s'y accumuler que si elles sont altérées, fissurées ou fracturées. En général, les ressources en eaux souterraines sont emmagasinées, pour l'essentiel dans la partie supérieure altérée. Mais, elles sont drainées

préférentiellement par les fissures et les fractures sous-jacentes ouvertes parfois sur de grandes profondeurs.

Dans le socle, on distingue du haut vers le bas, une même superposition des principaux niveaux aquifères que sont les aquifères des saprolites, les aquifères de la zone altérée et les aquifères de la zone fissuré (Wyns et al., 2004).

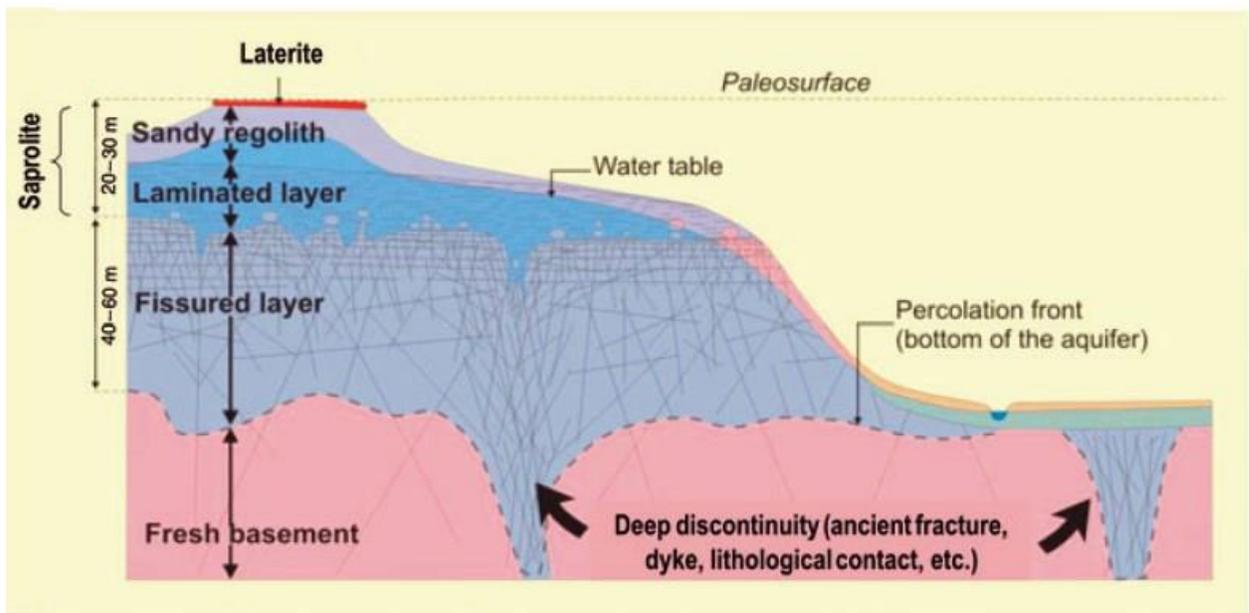


Figure 3: Modèle conceptuel d'un profil d'altération d'un aquifère de socle (Wyns et al., 2004).

#### I.3.4. Aspects sociaux, démographiques et culturels

Selon le dernier RGPH de 2006, Bonzon comptait 936 ménages avec 6005 habitants dont 2885 hommes et 3120 femmes. Ainsi, les femmes représentent 51,96% de la population contre 48,04% pour les hommes. Cette population est jeune avec 48,94% qui a moins de 15 ans. La population active (15 à 64 ans) représente 47,31% de la population totale. 02,55% de la population à 65 ans ou plus. Les groupes ethniques présents à Bonzon par ordre d'importance numérique sont : les Moossé, les Bwaba, les Dafings, les Dogons, les samos, les Peuls.

Pour ce qui concerne les migrations, du fait de l'importance relative des ressources naturelles et de la relative fertilité des terres, Bonzon a été la destination choisie par de nombreux Mossi (venus du Yatenga et du Passoré) et quelques Peulh pasteurs. L'arrivée massive des Mossis dans le village

jadis peuplé par les populations Bwaba remonterait aux années 1960. Depuis lors, les autochtones assistent à une occupation progressive de leurs localités par les Mossis. Plusieurs confessions religieuses cohabitent paisiblement à Bonzon. Il s'agit de :

- ❑ L'islam qui est pratiquée par environ 72% de la population ;
- ❑ L'animisme pratiqué par 3% de la population ;
- ❑ Le christianisme composé de catholiques et de protestants (25% de la population soit 15% pour les catholiques et 10% pour les protestants).

Le chef de Bonzon est le détenteur du pouvoir traditionnel. Il est aidé dans ses tâches par un collège de dignitaires constitué. A la tête de chaque quartier, il y a un responsable de quartier. La succession des responsables de quartier est gérontocratique, c'est-à-dire qu'en cas de décès d'un responsable de quartier, c'est le plus âgé du lignage qui lui succède.

Le foncier, les sacrifices des autels du territoire relèvent de la responsabilité du chef de terre de Denkéné, une localité située à environ 15 km au nord –Est de Bonzon.

Le pouvoir Moderne à Bonzon s'exerce de la manière suivante : il y a un Conseil Villageois de Développement (CVD) qui est une structure de développement au niveau du village et qui rend compte au préfet de Solenzo. Le Président du CVD est élu. Il est l'autorité morale du CVD, a un rôle d'exécution des décisions et représente le CVD dans les autres instances. En outre il y a des conseillers villageois élus par la population et qui sont des personnes ressources représentant l'administration communale dans le village.

Enfin des leaders religieux (imam, catéchiste et pasteur) s'occupent de la gestion de leurs communautés respectives. Ils sont responsables de la cohésion d'une part entre fidèles à l'intérieur de la confession et d'autre part entre leurs fidèles et les autres confessions religieuses.

## **II. PRESENTATION DU PROJET**

### **II.1. Contexte**

Dans la continuité du Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable et d'Assainissement (PN-AEPA) qui a pris fin en décembre 2015, le gouvernement du Burkina Faso a élaboré et adopté cinq (05) programmes dont le Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable (PN-AEP) à l'horizon 2030. Ces programmes s'inscrivent dans les Objectifs du Développement Durable (ODD) et visent l'atteinte de son objectif 6 relatif à l'eau et à l'assainissement à savoir « garantir l'accès de tous à des services d'approvisionnement en eau et d'assainissement et assurer une gestion durable des ressources en eau ».

Au plan national, ces programmes s'inscrivent en droite ligne dans le nouveau référentiel national de développement à savoir le Plan National de Développement Economique et Social (PNDES) adopté en juillet 2016 précisément en son axe stratégique 2.5. Aussi, ces programmes qui constituent les documents de référence et les cadres programmatiques des interventions au Burkina Faso du sous-secteur de l'eau potable et de l'assainissement à l'horizon 2030 se conforment à la vision globale de la politique nationale de l'eau, selon laquelle « en 2030, la ressource en eau du pays est connue et gérée efficacement pour réaliser le droit d'accès universel à l'eau et à l'assainissement, afin de contribuer au développement durable ».

La Direction Générale de l'Eau Potable (DGEP) du Ministère de l'Eau et de l'Assainissement chargée de l'opérationnalisation du PN-AEP réalise des études et des ouvrages d'Approvisionnement en Eau Potable. C'est dans ce cadre que la DGEP a commandité la réalisation de l'étude Avant-Projet Détaillé (APD) pour la réalisation du système d'Adduction d'Eau Potable Simplifié (AEPS) du village de Bonzon, commune de Solenzo, province de Banwa, dans la région de la Boucle du Mouhoun.

### **II.2. Justification**

L'inventaire des ouvrages hydrauliques de Bonzon révèle l'existence, d'une part de 04 forages dont 02 communautaires et 02 institutionnels et d'autre part un puits moderne permanent et d'environ 100 puits traditionnelles, tous temporaires. Parmi les forages communautaires un est en panne et

un est fonctionnel. Ces ouvrages censés approvisionner la population de Bonzon qui est estimé à 8256 habitants ont montré leurs limites. À la question de savoir quel est le point d'eau le plus important du ménage en saison sèche 88% des enquêtés ont désigné le puits, contre 12% pour forage. Quant à la question de savoir quel est le point d'eau le plus important du ménage en saison des pluies 53% des enquêtés ont désigné le forage 21% le puits, 16% l'eau de pluie et 10% l'eau de surface (c'est-à-dire les mares et points d'eau stagnants).

Ce projet vient soulager cette localité des maux lié à l'eau impropre et la doter d'eau potable.

## **II.3. Objectifs de l'étude et résultats attendus**

### **II.3.1. Objectif général**

L'objectif général de cette étude est de contribuer à l'amélioration des conditions d'accès à l'eau potable de la population par la réalisation d'une étude d'avant-projet détaillé d'un système d'AEPS dans le village de Bonzon, commune de Solenzo, province de Banwa, région de la Boucle du Mouhoun pour une durée de 20 ans.

### **II.3.2. Objectifs spécifiques**

Les objectifs spécifiques assignés à cette étude sont entre autres :

- ❑ Faire le diagnostic du système actuel d'alimentation en eau potable du village de Bonzon ;
- ❑ Réaliser une étude de faisabilité technique pour la réalisation du système d'adduction d'eau potable (SAEP) sur la base d'une investigation socio-économique préalable ;
- ❑ Réaliser une étude de rentabilité financière ;
- ❑ Réaliser une notice d'impact environnemental et social.

### **II.3.3. Résultats attendus de l'étude**

A l'issue de cette étude, les résultats escomptés sont :

- ❑ Les besoins en eau de consommation des populations sont évalués ;
- ❑ Un système viable d'approvisionnement en eau potable est conçu et dimensionné pour le village ;
- ❑ Les plans du réseau d'adduction et de distribution sont réalisés ;
- ❑ Les pièces sont dessinées et les caractéristiques des ouvrages à mettre en place sont disponibles ;

- ❑ Un système de gestion est retenu pour la pérennisation des équipements ;
- ❑ L'estimation du coût du projet est réalisée ;
- ❑ Les impacts environnementaux et socio-économiques du projet sont identifiés.

## II.4. Diagnostique et état des lieux

### II.4.1. Structure du centre et de l'habitat

Le centre de Bonzon compte dix-neuf (19) quartiers. L'habitat est de type semi-groupé sur le village et groupé au niveau des quartiers. On note deux types d'habitat : l'habitat traditionnel et l'habitat moderne.

### II.4.2. Démographie et perspectives démographiques

La population de Bonzon était de 6 005 habitants en 2006 selon le RGPH. Avec un taux d'accroissement provincial de 2,3 %, la population du village est estimée à 8256 habitants en 2020. L'intervalle à nos jours avec le recensement de 2006 qui est de 12 ans est assez considérable. Le nouveau recensement de 2020 viendra nous donner des chiffres plus exacts. En attendant cela, les perspectives démographiques de Bonzon sont dans le tableau 2 suivant :

**Tableau 2 :** Perspectives démographiques de Bonzon

Taux d'accroissement				2,30%		
Année	2006	2020	2025	2030	2035	2040
Population	6005	8256	9250	10364	11611	13010

### II.4.3. Approvisionnement actuel en eau

Bonzon dispose de deux (02) forages communautaires dont un (01) seul est fonctionnel. En considérant ce seul forage communautaire, on a un forage fonctionnel pour tout le village (8256 habitants en 2020). Ces résultats illustrent la difficulté d'accès à l'eau potable des populations de Bonzon. La difficulté d'accès de l'eau potable se pose avec plus d'acuité dans la quasi-totalité des quartiers. Ainsi, ceux-ci ont recours à l'eau de pluie et des marigots pendant la saison des pluies et l'eau des puits traditionnels en saison sèche. Dans ce contexte, l'eau est utilisée pour tous les usages quelle que soit sa source dans la plupart des quartiers aussi bien en saison des pluies qu'en saison sèche.

## II.5. Données de base

La conception du système d'AEPS est fondée sur le principe de complémentarité avec les sources d'eau potable existantes notamment les forages. Toutefois la mise en service de l'AEPS viendra augmenter le niveau de confort de la population et sera toujours en compétition avec les forages existants. L'expérience montre que les puits ne seront pas immédiatement abandonnés au profit de l'AEPS, car la population sollicitera le service d'eau en fonction de sa capacité à payer. Le dimensionnement prendra en compte le volume d'eau disponible dans la localité avec un taux de couverture optimiste du réseau qui devra atteindre 80% à l'horizon du projet.

Les hypothèses générales sur lesquelles va s'appuyer la conception du réseau sont les suivantes :

- ❑ Horizon du projet : 2040 (20 ans) ;
- ❑ Année de réalisation du projet : 2020 ;
- ❑ Taux d'accroissement du village de Bonzon : 2,3% (Province des BANWA) supposé constant jusqu'à l'échéance du projet 2040 ;
- ❑ Nombre d'habitants par BF : 500 (PN-AEPA 2016-2030, mai 2016) ;
- ❑ Distance maximale à parcourir pour atteindre une BF : 500 m (PN-AEPA 2016-2030, mai 2016) ;
- ❑ Temps de fonctionnement des BF par jours : 12 h/j (6h à 18h) ;
- ❑ Consommation spécifique des BF : 20 l/j/hbt à l'horizon du projet (PN-AEPA 2016-2030, mai 2016) ;
- ❑ Temps de pompage par jours : 16 h/j au maximum ;
- ❑ Pourcentage des populations desservies en AEPS à l'horizon du projet 2040 : 80% ;
- ❑ Pression minimale de service : 5 mCE, soit 0,5 bar ;
- ❑ Condition de vitesse (V) :  $0,30 \text{ m/s} \leq V \text{ (m/s)} \leq 1,2 \text{ m/s}$  ;
- ❑ Condition de pression (P) :  $5 \text{ mCE} \leq P \text{ (mCE)} \leq 30 \text{ mCE}$  pour la durabilité de l'ouvrage ;
- ❑ Pourcentage de pertes de charges singulières : 5% des pertes de charges linéaires ;
- ❑ Coefficient de pointe saisonnier (Kps) : 1,2 (supposé constant jusqu'en 2034)
- ❑ Rendement global du réseau ( $\eta_r$ ) : 90%

## III. METHODOLOGIE DE CONCEPTION

### III.1. Matériel utilisé

Pour la réussite de ce projet, nous avons eu recours à un certain nombre de matériels qui sont répertoriés dans le tableau 3 ci-dessous.

Tableau 3 : liste des matériels

MATÉRIEL	OBSERVATIONS
LOGICIEL QGIS V 2.8.1	Cet outil a servi à la réalisation de la carte de localisation de la zone du projet
LOGICIEL EPANET V.2.0	Il a servi à la modélisation hydraulique en vue de simuler le fonctionnement du réseau en régime permanent.
OFFICE (EXCEL, WORD) 2016	Traitement de textes et calcul pour les besoins du dimensionnement
AUTOCAD 2018	L'outil est utilisé pour réaliser les pièces graphiques nécessaires à la mise en œuvre du projet.
COVADIS 2007	En complément à AUTOCAD 2007, il a permis de réaliser les profils en long des conduites

### III.2. Approche Méthodologique

#### III.2.1. Collecte de données

##### III.2.1.1 Recherche documentaire

Il s'agit ici de faire une revue documentaire de l'ensemble des études de thématiques similaires à celle de notre projet au niveau de la DGEP ; de la bibliothèque de 2iE ; du Centre National de Documentation et de l'Information sur l'Eau (CNDIEau) ; de la DREA-Boucle du Mouhoun et de la commune de Solenzo. Cette recherche documentaire nous a permis d'appréhender d'une part la situation globale de la zone du projet en matière d'approvisionnement en Eau potable ; et d'autre part de comprendre les termes de références de l'étude ; le rapport d'étude socio-économique déjà produit qui précise :

- ❑ l'organisation de la population de Bonzon ;
- ❑ le mode d'alimentation actuelle en eau potable ;
- ❑ les modes de gestion des points d'eau ;
- ❑ l'adhésion des populations à la réalisation du projet en termes de contribution pour le service de l'eau ; etc.

### **III.2.1.2 État des lieux de la ressource en eau**

Il s'agit de faire l'inventaire de l'ensemble des sources d'eau dans le village de Bonzon et d'évaluer le niveau d'accès à l'eau dans le village. Pour ce faire nous avons fait recours à l'étude socio-économique et à la base de données INO 2019. En plus de cela nous avons utilisés des données mises à notre disposition par la Direction Régionale de l'Eau et de l'Assainissement de la Boucle du Mouhoun (DREA-BM).

### **III.2.1.3 Tracé du plan de masse du réseau**

D'abord il faut noter que le tracé du réseau prend en compte les points caractéristiques suivants :

- ❑ les points de desserte ;
- ❑ l'emplacement du Château d'Eau : Le Château d'Eau est implanté en prenant en compte les conditions topographiques du terrain, la situation du réseau et l'avis de la population (lieux sacrés à éviter par exemple) ;
- ❑ les pistes et routes existantes ;
- ❑ les propriétés privées et les lieux dits sacrés (cimetières ; etc.) sont évités ;
- ❑ les sources d'eau ;
- ❑ les contraintes liées aux terrains tels que les affleurements rocheux ; la topographie...

Ensuite à partir du fond topographique il s'est agi de tracer le réseau en spécifiant les conduites de refoulement et de distribution. Au niveau de la distribution une catégorisation a été faite de l'aval à l'amont :

- ❑ conduites tertiaires ; celles qui aboutissent aux points de desserte (BF) ;
- ❑ conduites secondaires qui desservent deux conduites tertiaires.
- ❑ conduite primaire celle qui dessert les secondaires et ce depuis le château d'eau.

Compte tenu de la nature de l'habitat (zone non lotie) et la disposition de l'habitat actuel (groupé par zone) ; le réseau de distribution adoptée est de type mixte qui est une combinaison de réseaux maillé et ramifié.

### III.2.2. Hypothèses clés et les formules de dimensionnement

#### III.2.2.1 Choix de l'échéance du projet.

L'échéance pour les projets d'AEPS est généralement prise de 15 à 20 ans. Pour le respect du TDR, nous considérerons une durée de projet de 20 ans. Néanmoins nous procéderons à un phasage pour adapter les investissements à l'évolution des besoins en eau.

#### III.2.2.2 Estimation de la population à l'échéance de la zone du projet.

La population considérée pour ce projet est celle du village de Bonzon à l'échéance du projet en 2040. Selon le recensement général de la population et de l'habitat (RGPH) 2006 ; le village comptait en son temps une population de 6005 habitants. Le taux d'accroissement adopté pour estimer la population résidente à l'échéance du projet est celui de la province de Banwa qui est de 2,30% (INSD, 2006).

Il existe plusieurs relations pour estimer la population à l'échéance du projet. Au titre de la présente étude nous avons utilisé la méthode de progression géométrique : elle considère que la population évolue selon une suite géométrique dont la raison est le taux d'accroissement considéré ; et de premier terme la population de départ. Ici il s'agit de la population de l'année 2006. Sa formule est illustrée dans l'équation 1 ci-dessous.

$$P_n = P_0 \times (1 + \alpha)^n$$

*Équation 1*

$P_n$  : la population projetée à l'année n.

$P_0$  : la population de l'année de référence

$\alpha$  : le taux croissance de la population

$n$  : le nombre d'années ou l'échéance du projet.

#### III.2.2.3 Hypothèses dans le cadre du dimensionnement

Pour la conception et le dimensionnement, nous faisons un certain nombre d'hypothèses dont les plus essentielles sont :

- ❑ L'AEPS va servir à une proportion de la population du village de Bonzon : les forages existants dans cette localité vont toujours concourir à l'approvisionnement en eau de consommation d'une bonne partie de la population. En effet la zone du projet dispose d'un

forage équipé d'une Pompe à Motricité Humaine (PMH). Au regard de ce parc hydraulique et des revenus de la population, nous supposons un taux de desserte évolutif de 10% tous les cinq ans avec un taux de desserte initial de 40% pour atteindre 80% en 2040.

- ❑ La desserte de l'eau se fait au niveau communautaire par les Bornes Fontaines (BF). De plus, il faut noter que selon les normes du Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable et d'Assainissement (PN-AEP-2016-2030) au niveau du Burkina Faso, une BF dessert 500 personnes dans un rayon de 500 m. Dans notre projet, l'étude socio-économique nous fait comprendre que les villageois ont besoin de 10 bornes fontaines.
- ❑ Selon les normes de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) les besoins vitaux minimum sont de 20 litres /personne/jour. Pour les projets d'AEPS en zone rurale la valeur varie de 15 à 20 litres /jour/personnes. Les études socio-économiques réalisées dans la zone révèlent une consommation spécifique de 17 Litres/personnes/jour. Dans notre projet nous allons considérer une consommation spécifique de 20 l/jour/personne.
- ❑ Le temps de distribution serait de 24 h si toutefois on voulait respecter le critère de continuité du service de l'eau ; mais il est de 12h (08h à 18h) pour les Bornes Fontaines compte tenu des contraintes d'heures de travail des fontainiers.
- ❑ Le rendement du réseau est pris égal à 90% au regard de la minimisation des pertes au niveau de la production. Elles se résumeront à celles liées au transport. Au regard de la faible taille du réseau ces pertes sont prises à un taux de 10% (MOUNIROU, 2017).

#### III.2.2.4 Besoins et demandes en eau

La notion de besoins en eau ne tient compte ni des contingences techniques propres au système de production de l'eau, ni de l'aspect financier qui lui est lié (Zounganna, 2003). Dans notre projet, le besoin spécifique encore appelé besoin unitaire dans le village de Bonzon est fixé à 20 litres/jours/habitants. Les besoins globaux s'obtiennent par la relation ci-dessous :

$$Beau = \frac{NxCs}{1000}$$

*Équation 2*

Beau [m<sup>3</sup>/j] : les besoins en eau

N : le nombre d'habitants de la zone du projet

Cs [L/j/hbt] : la consommation spécifique

La notion de demande totale en eau fait référence aux besoins, mais elle résulte de l'expression par la population de sa volonté de couvrir ses propres besoins (Zounganna, 2003). La population qui a ses priorités tant en matière de consommation, que de solvabilité (priorités budgétaires) définit forcément sa consommation selon ces paramètres. Elle est à deux composantes:

- ✓ la consommation domestique (CD) qui regroupe l'ensemble des consommations au niveau des ménages que ce soit à partir des BP ou des BF.

$$CD = \frac{NBF \times CsBF + NBP \times CsBP}{1000}$$

*Équation 3*

CD [m<sup>3</sup>/j] : la consommation domestique

NBF : la population desservie à partir des Bornes Fontaines

CsBF [L/j/hbt] : la consommation spécifique au niveau des Bornes Fontaines

NBP : la population desservie à partir des Branchements particuliers

CsBP [L/j/hbt] : la consommation spécifique au niveau des Branchements Particuliers

- ✓ La consommation non domestique qui prend en compte les besoins des services sociaux ; des lieux de cultes et les écoles ; les centres de santé ; etc. Pour les besoins de notre étude la consommation non domestique vaut 10% de celle domestique au regard des spécificités de la zone. Les besoins pastoraux sont supposés pris en charge au niveau des retenues d'eau ; des puits et des PMH.

Ainsi la consommation du jour moyen est donnée par :

$$C_{jm} = (1 + 0,10) \times CD$$

Pour les besoins de dimensionnement d'un système d'adduction en eau, c'est la notion de demande en eau qui mérite d'être considéré car elle intègre des contraintes d'ordre technique ; social, financière...

Pour tenir compte de la fluctuation des habitudes de consommations ; il convient de prendre en compte un certain nombre de coefficients de majorations en vue de dimensionner un réseau capable d'acheminer les débits des périodes de grandes consommations d'eau (période de pointe). Entre autres nous avons :

- ✓ Le coefficient de pointe saisonnier ( $K_{ps}$ )

Il considère la fluctuation de la consommation en eau selon qu'on soit en saison sèche (période chaude) et en saison humide. Il traduit le rapport de la consommation journalière moyenne de la période de pointe et de la consommation journalière moyenne calculée sur l'année. Il varie entre 1,10 et 1,30.

$$K_{ps} = \frac{B_{jmp}}{B_{jm}} = \frac{\text{Consommation journalière moyenne du mois de pointe}}{\text{Consommation journalière moyenne de l'année}}$$

*Équation 4*

En zone sahélienne, le coefficient de pointe saisonnier est pris égal à 1,2.

- ✓ Le coefficient de pointe journalier ( $K_{pj}$ )

Ce paramètre traduit le rapport entre la demande du jour de pointe et la demande du jour moyen du mois de pointe. Généralement  $K_{pj}$  est compris entre 1,05 et 1,15. Nous retenons la valeur maximale de 1,15.

De ces deux coefficients de sécurité celui de la pointe saisonnière est retenu car étant le plus contraignant. Ainsi le Besoin du jour de pointe est donné par :

$$B_{jp} = K_{ps} \times B_{jm}$$

- ✓ Le coefficient de pointe horaire

Ce paramètre renvoie à la variation des habitudes de consommation au cours de la journée. On peut le déterminer de façon empirique à l'aide de la relation ci-dessous dite du Génie Rural(France).

$$K_{ph} = 1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{(Q_{mh}(m^3/h))}}$$

*Équation 5*

Avec

$$Q_{m^3/h} = \frac{B_{jm} \times K_{ps}}{\eta_r \times T_d}$$

*Équation 6*

$K_{ph}$  : coefficient de pointe horaire

Qmh [m<sup>3</sup>/h] : la demande horaire

Td [h] : Temps de distribution

Les bornes de cet intervalle sont précisées selon la taille de la population conformément au tableau 4 ci-dessous.

**Tableau 4:** Kph en fonction de l'intervalle de population

Population (nbre d'hbts)	> 200 000
< 10 000	2,5 à 3
10 000 à 50 0000	2 à 2,5
50 000 à 200 000	1,5 à 2
> 200 000	1,5

Pour notre cas la population est compris entre 10 000 et 50 000 hbts à l'échéance du projet ; d'où  $2 \leq Kph \leq 2,5$ .

En prenant en compte ces coefficients on détermine alors les différents débits ci-dessous :

- Le débit de production

Il est donné par la relation suivante

$$Q_{prod} = \frac{D_{jp}}{\eta_T \times \eta_r \times T_p} = \frac{D_{jm} \times K_{ps}}{\eta_T \times \eta_r \times T_p}$$

Équation 7

$\eta_T$ : Le rendement du traitement; ici il vaut 1 (eau de forage);

$\eta_r$ : Le rendement du réseau: ici il est pris égal à 0,90;

$T_p$ : Le temps de pompage de la ressource. Il est considéré égal à 16 heures au maximum par jour.

- Le débit d'adduction ou de refoulement (à fournir) :

$$Q_{ref} = \frac{D_{jp}}{\eta_r \times T_p} = \frac{D_{jm} \times K_{ps}(\text{ou } K_{pj})}{\eta_r \times T_p}$$

Équation 8

Ici le débit de production équivaut au débit d'adduction et  $T_p$  le temps de pompage.

- Débit de distribution (selon la pointe horaire) :

$$Q_{dis} = \frac{D_{jp}}{\eta r \times T_d} \times K_{ph} = \frac{D_{jm} \times K_{ps}}{\eta r \times T_d} \times K_{ph}$$

Équation 9

- Le nombre de forages à réaliser pour la mobilisation de la ressource en eau.

Le nombre de forage est donné par :

$$N_f = \frac{D_{jp}}{Q_F \times T_p}$$

Équation 10

N<sub>f</sub>: Le nombre de forages pour satisfaire la demande

Q<sub>F</sub> [m<sup>3</sup>/h] : le débit par forage.

T[h] : le temps de pompage ou de refoulement.

Les forages à gros débit dans la zone sont de l'ordre de 5 à 7m<sup>3</sup>/h. Le plus gros débit trouvé est de 13 m<sup>3</sup>/h. Pour cela nous supposons un débit de dimensionnement de l'ordre de 5m<sup>3</sup>/h.

### III.2.2.5 Dimensionnement du réseau d'adduction

#### ❖ Détermination du Diamètre du conduite

L'adduction est le transfert de l'eau de la source naturelle ou de la station de traitement vers les réservoirs de stockage ou de distribution. L'adduction peut se faire par gravité ou par refoulement. Dans notre cas il s'agit d'une adduction par refoulement. Il s'agit là de déterminer le diamètre théorique de la conduite qui acheminera l'eau depuis le forage au château. Nous utiliserons les formules empirique ci-dessous présenter par le tableau 5 pour ce calcul.

**Tableau 5:** Formules empiriques de dimensionnement de la conduite de refoulement

Formule	Expression
GLS	$V(m/s) \leq \left(\frac{D[mm]}{50}\right)^{0,25}$
Flamant	$V_e < 0,6 + \left(\frac{\phi_{retenu}[mm]}{1000}\right)$
Bresse	$D(m) = 1,5 \sqrt{Q(m^3/s)}$
Bresse modifié	$D(m) = 0,8 \times Q^{\frac{1}{3}}(m^3/s)$
Munier(1961)	$D(m) = \left(1 + 0,02n_{(nb\ h\ pomp./j)}\right) \times \sqrt{Q(m^3/s)}$
Bedjaoui	$D(m) = 1,27 \times \sqrt{Q(m^3/s)}$
Bonnin	$D(m) = \sqrt{Q(m^3/s)}$

Le diamètre commercial à retenir devrait vérifier la condition de GLS et de Flamant. Il doit être un compromis entre l'investissement d'équipement  $I$  et les charges de fonctionnement  $C$ :

- Si  $D$  grand, alors  $I$  élevé, mais on économise sur  $C$  (car  $\Delta H$  est faible)
- Si  $D$  faible, alors  $I$  faible, mais  $C$  élevé (car  $\Delta H$  est élevé)

❖ Détermination de la HMT, choix de la conduite et évaluation du coup de bélier

La Hauteur Manométrique Totale (HMT) traduit la charge nécessaire reçue par l'eau de la part de la pompe depuis la colonne d'exhaure dans le forage pour son acheminement jusqu'au réservoir. Elle intègre les pertes de charges totales générées dans la conduite de refoulement et la dénivelée entre le sommet de la cuve et le niveau dynamique dans le forage. La HMT est un des paramètres clés dans le choix de la pompe.

Les pertes de charges linéaires seront déterminées à l'aide de la relation de Manning Strickler comme illustré ci-dessous. Pour prendre en compte les pertes de charges singulières liées aux singularités le long de la conduite nous considérerons qu'elles représentent 5% des pertes de charges linéaires.

$$\Delta H_L = \frac{10}{4^3} \times Q^2 \times L}{\pi^2 \times K_s^2 \times D^{\frac{16}{3}}}$$

Équation 11

Et

$$\Delta H_{Total} = 1,05 \times \Delta H_L$$

Équation 12

$\Delta H_L$  [m] : La perte de charge linéaire

Q [m<sup>3</sup>/s] : le débit qui transite dans la conduite

K<sub>s</sub> : le coefficient rugosité de Manning-Strickler pris égal à 120 pour le PVC.

L[m] : la longueur de la conduite

D[m] : le diamètre intérieur de la conduite.

La hauteur géométrique entre le forage et le sommet de la cuve (alimentation du château par le haut), en raison de la présence d'un clapet anti-retour est donnée par :

$$H_{géo} = Z_c - (Z_{TNforage} - ND_{max})$$

Équation 13

H<sub>géo</sub> = la hauteur géométrique

Z<sub>c</sub> : l'altitude à l'entrée de la cuve

Z<sub>TNforage</sub> : l'altitude du forage

ND<sub>max</sub> : Le rabattement maximal

La hauteur Manométrique Totale (HMT) est donnée par :

$$HMT = \Delta H_{Total} + H_{géo}$$

Équation 14

Les conduites seront en Poly Chlorure de Vinyle (PVC) conformément aux termes de références de l'étude. La pression nominale de la conduite se choisira après prise en compte du phénomène des coups de bélier qui pourrait survenir suite aux arrêts de la pompe, aux fermetures de vannes de façon brusque au cours de l'exploitation.

Cette prise en compte du phénomène transitoire qui est à l'origine de variation considérable de la pression à l'intérieur des conduites se fera à partir des relations ci-dessous.

**Tableau 6 :** Evaluation de la surpression maximale lors d'une perturbation rapide

Nature	Formule d'ALLIEVI – JOUKOWSKI)
Perturbation Rapide	$\Delta H = \pm \frac{C \times v_0}{g}$

Avec

$$C = \sqrt{\frac{\varepsilon}{\rho}} \times \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{\varepsilon}{E} \times \frac{D}{e}}}$$

Équation 15

$\Delta H$  [m] : La variation de la pression

$C$  [m/s] : la célérité ou la vitesse de propagation de l'onde de pression

$V_0$  [m/s] : la vitesse de l'écoulement

$g$  [m/s<sup>2</sup>] : la pesanteur (9,81).

$e$  [mm] = épaisseur de la canalisation;

$D$  [mm] = diamètre intérieur;

$E$  [N/m<sup>2</sup>] = module d'élasticité du PVC ( $3.10^9$ ) ;

$\varepsilon$  = module d'élasticité de l'eau ( $2,05.10^9$ ) ;

$\rho$  [kg/m<sup>3</sup>] = masse volumique de l'eau (1000) ;

Dans la présente étude, nous étudierons le cas d'une perturbation rapide (arrêt d'une pompe ou fermeture d'une vanne par exemple) qui est la situation la plus contraignante.

Le choix de l'électropompe se fera selon la HMT ci-dessus déterminée et le débit d'exploitation tout en vérifiant que le débit et la HMT au point de fonctionnement reste en deçà de  $\pm 5\%$  des valeurs nominales de l'électropompe et de son rendement en ce point. Le choix de la pression nominale de cette conduite devra être supérieure à la hauteur géométrique.

❖ La source d'énergie

Pour le générateur thermique il s'agira pour nous de réaliser le bilan de puissance de l'ensemble des installations en tenant compte des coefficients de sécurité (de simultanéité ; de démarrage temporisé ...). La formule suivante sera utilisée :

$$P_{app} \geq \text{Max} \left( 2 \times \frac{\rho \times g \times Q \times HMT}{\eta_{pompe} * \eta_{moteur} * \cos \varphi} ; 2 \times \frac{\sqrt{3} \times U \times I_n \times \cos \varphi}{1000} \times 1.25 \right)$$

Équation 16

Avec

$P_{app}$ [kVA] : la puissance apparente du groupe électrogène.

$\rho$  [Kg/m<sup>3</sup>] : masse volumique de l'eau

$g$  : Force de pesanteur terrestre

$\eta$  : le rendement

$Q$  [m<sup>3</sup>/s] : le débit

$\cos \varphi$  : le facteur de puissance

$U$  : tension

$I$  : l'intensité du courant

Le générateur photovoltaïque sera dimensionné au fil du soleil (Hubert, & al, 2004) à partir de l'équation ci-dessous :

$$E_j = \frac{\rho * g * Q_j * HMT}{3600 * \eta_{pompe-moteur}}$$

et

$$P_c = \frac{E_j \times 0.001}{k_p * \eta_{onduleur} \times \eta_{bat} \times E_i}$$

Équation 17

$P_c$  [Wc] : la puissance du champ photovoltaïque

$Q_j$  [m<sup>3</sup>/j] : le volume d'eau à pomper au cours de la plage solaire

$E_i$  [kWh/m<sup>2</sup>/j] : l'irradiation solaire journalière

$E_j$  [kWh/j] : Energie électrique

$HMT$  [m] : la HMT définie

Le nombre de panneaux  $N$  est donné par

$$N = \frac{W_c}{\text{Puissance du module } [W_c]}$$

Équation 18

❖ La détermination de la capacité du réservoir et de son emplacement

Le réservoir d'eau est un ouvrage destiné au stockage de l'eau dans le processus de distribution. Il joue un rôle tampon entre la production et la distribution d'eau. Il permet le stockage provisoire pour satisfaire aux consommations lors des périodes sans adduction. Le rôle majeur de cet ouvrage est de fournir une charge suffisante pour dominer les points les plus hauts du réseau de distribution. Au titre de la présente étude le réservoir sera de type métallique surélevé.

La capacité du réservoir peut se déterminer soit de façon empirique comme illustré au tableau 7 ci-dessous ou par la méthode du tableau ou graphique si l'on dispose des coefficients de consommation suivant les périodes de la journée. Nous utiliserons la méthode empirique compte tenu de l'absence de coefficients de consommation dans la zone. Le tableau 7 ci-dessous illustre les coefficients de calcul.

**Tableau 7** : Détermination de la capacité utile du réservoir

Conditions d' exploitation	Capacité utile
Adduction nocturne	90% V <sub>j</sub>
Adduction avec pompage solaire (environ 8h/j)	50% V <sub>j</sub>
Adduction continue (24h/24h)	30% V <sub>j</sub>
Adduction de jour, durant les périodes de consommation	10% V <sub>j</sub> à 30% V <sub>j</sub>

Dans notre cas ; le temps maximum de pompage est de 16h. Nous sommes dans le cas où la capacité utile est comprise entre 10 à 30% de la demande journalière moyenne. Dans cette étude, il a été retenu un **taux de 25%** du volume journalier.

### III.2.2.6 Dimensionnement du réseau de distribution

Un réseau de distribution est un système complexe faisant intervenir de nombreux phénomènes physiques. Ces phénomènes sont principalement dus aux variations de la consommation et aux changements de l'écoulement provoqués par l'utilisation d'appareils hydrauliques. Le débit en tête de réseau (aux pieds du Château d'Eau vers la distribution) est calculé en intégrant les demandes réelles des populations, les pointes spécifiques tenant compte des saisons, des horaires de consommation comme illustré ci-dessus.

Le débit distribué est reparti entre les différentes BF.

Le tracé du réseau de distribution étant déjà effectué, on cherchera à déterminer :

- les diamètres des conduites (calculés sur la base d'une vitesse théorique)
- la cote piézométrique en tête (cote fond de la cuve du château d'eau) et
- la pression aux différents points de dessertes connaissant le débit, la pression de service et la cote du nœud.

Les données du problème se résument donc à :

- recenser les points de desserte (coordonnées et cotes) ;
- identifier le réseau maillé des réseaux ramifiés
- adopter le débit et la pression de service en chacun des nœuds ;
- déterminer les diamètres définitifs des conduites primaires, secondaires et tertiaires au terme d'hypothèses et d'estimations itératives aboutissant en bout de chaîne à leur validation.

Nous procéderons d'abord par le dimensionnement du réseau maillé en utilisant la méthode de Hardy Cross qui consiste à trouver une répartition de débit qui annule la perte de charge dans la maille. Après avoir estimé les débits transitant dans chaque conduite de l'aval (depuis les BF) vers l'amont (en tête du réseau) On procède comme suit :

- fixer une convention de parcours de maille
- répartir arbitrairement les débits par tronçon
- estimer le diamètre théorique sur la base de vitesse de 1m/s. La formule utilisée pour ce calcul est l'équation de continuité avec des sections de conduites circulaire donnée par

$$Q = V \times S = V \times \frac{\pi \times Dth^2}{4}$$

D'où 
$$Dth = \sqrt{\frac{4 \times Q}{V \times \pi}}$$

*Équation 19*

Dth [m] : est le diamètre intérieur théorique de la conduite exprimée

Q [m<sup>3</sup>/s] : est le débit passant dans la conduite

V [m/s] : est la vitesse de l'eau dans la conduite

- La pression nominale (PN) des conduites de distribution est a priori définie selon la valeur de la différence entre la cote du radier du château d'eau et l'altitude minimale constaté sur

- Choisir le diamètre commercial immédiatement supérieur pour la suite du dimensionnement. Nous utiliserons le catalogue Interplaste
- Procéder à la détermination des pertes de charges par tronçons à l'aide de la formule de Manning-Strickler ci-dessus définie.
- Calculer  $dq$  telle que

$$dq = - \frac{\sum_{i=1}^N \Delta H_i}{n \times \sum_{i=1}^N \frac{\Delta H_i}{Q_i}}$$

Équation 20

$\Delta H_i$  : pertes de charge dans le tronçon  $i$

$N$  : nombre de tronçons

$n=2$

- Calculer les débits corrigés  $Q'i=Q_i+dq$
- Reprendre la procédure en itération  $n+1$  avec les nouveaux débits  $Q'i$ . On continue les itérations jusqu'à tendre  $dq$  vers 0.

Ensuite on continue le dimensionnement avec les réseaux ramifiés comme suit :

- Estimer le diamètre théorique sur la base de vitesse de 1m/s et choisir le diamètre commercial sur le même principe que précédemment.
- Déterminer les pertes de charges par tronçons à l'aide de la formule de Manning-Strickler

Enfin nous terminons par le calcul des pressions aux différents nœuds.

- Premièrement nous évaluons la charge minimale imposée au réservoir par chaque nœud de desserte par la relation ci-dessous :

$$H_i^{\min;R} = P_{\text{ser},i} + Z_i + \sum_i^{\text{Reservoir}} \Delta H$$

Équation 21

$H_i^{\min;R}$  : La charge minimale imposée au réservoir par le nœud  $i$  [m]

$P_{\text{ser}} ; i$  : la pression de service au nœud  $i$  [m] ; considéré égale à 5m

$Z_i$  : l'altitude du nœud  $i$ . [m]

$\sum_i^{\text{Reservoir}} \Delta H$ : Les pertes de charges cumulées sur les tronçons allant du nœud  $i$  au réservoir[m]

La ligne de charge à considérer ici sera la valeur maximale des charges minimales imposées au réservoir par les nœuds ; et qui correspondra à la cote théorique du radier.

$$Z_{\text{radier}} = \max(H_i^{\text{min};R})$$

Équation 22

- Deuxièmement nous calculons la pression effective statique et dynamique en chaque nœud par le théorème de Bernoulli :

$$H_j = H_i - \Delta H_{i-j}(\Delta Q_{i \rightarrow j})$$

Équation 23

- Et troisièmement nous vérifions si en chacun des nœuds la pression dynamique est supérieure ou égale à la pression de service.

❖ Les conditions de pressions et de vitesse

La condition de vitesses dans les conduites est : **0,30 m/s < vitesse < 1,20 m/s** eu égard de la nature des conduites(PVC) (BIAOU, 2014). La pression minimale de service est de 5mCE au niveau des Bornes. La pression maximale sera prise égale à 60% de la pression nominale des conduites à choisir pour la distribution (10 bars au maximum) à titre indicatif.

❖ Pose des conduites

La géométrie des fouilles est régie souvent selon les caractéristiques du terrain et la nature de la conduite à l'aide des relations ci-dessous :

$$\begin{cases} l \geq D(m) + 0,50 \\ h \geq D(m) + 0,80 \end{cases}$$

Équation 24

L[m] et H [m] : largeur et profondeur des fouilles

D[m] : le Diamètre nominal de la conduite

Le fond de la tranchée est corrigé par la confection du lit de pose en terre fine damée de 0,10 m et dressée soigneusement de façon à ce que les canalisations reposent sur le sol sur toute leur longueur. Le lit de pose sera constitué de sable ou de terre fine en terrain ordinaire ou de gravette en terrain rocheux.

❖ Le traitement de l'eau

Le type de traitement à appliquer à une eau est fonction de la source d'eau. Dans la présente étude il s'agit de l'eau souterraine. Le traitement qui sied ici est la désinfection. L'agent désinfectant retenu est l'hypochlorite de sodium ou le chlore. La norme OMS en la matière est de 5mg/l. Selon ladite norme pour que la désinfection soit efficace il doit rester dans l'eau une concentration résiduelle de chlore libre supérieure ou égale à 0,5mg/l. Le temps minimum de contact au niveau du réservoir est d'au moins 2 heures et inférieur à 48heures (OUEDRAOGO, 2005).

Le temps de contact est donné par :

$$T[h] = \frac{\text{Capacité du réservoir}[m^3]}{\text{Débit moyen horaire} \left[ \frac{m^3}{h} \right]}$$

Équation 25

### III.2.3 Évaluation du coût des travaux

Dans un premier moment nous procéderons à une estimation du métré des travaux à savoir :

- ❑ La quantité des terrassements (fouilles à réaliser) sur la base du plan de masse ;
- ❑ L'inventaire des pièces hydrauliques nécessaires à la mise en œuvre du réseau ;
- ❑ La longueur totale des conduites selon les différents diamètres et pressions nominaux ;
- ❑ Les travaux complémentaires pour la mise en œuvre des ouvrages du projet ;

Ensuite nous procéderons à une évaluation des prix unitaires des différentes rubriques en nous référant à d'autres travaux similaires réalisées dans la zone du projet (la région de la Boucle du Mouhoun).

En fin nous évaluerons le coût global du projet sur la base des données réunies aux points précédents.

### IV.2.7 Analyse financière du projet

Il s'agira ici de déterminer la tarification au mètre cube d'eau distribuée au consommateur de sorte que l'exploitation de l'AEPS puisse supporter :

- ✓ les charges d'exploitation ;
- ✓ les charges d'entretien du réseau ;
- ✓ si possible le remplacement des équipements défectueux à long terme.

Les indicateurs à déterminés sont la dotation aux amortissements ; la charge d'exploitation ; le volume total d'eau distribué en projection sur la durée du projet. Ainsi le tarif du m<sup>3</sup> d'eau est estimé par :

$$P = DA + C + I * V$$

*Équation 26*

DA [FCFA] : la dotation pour le renouvellement des pièces clés (électropompes + groupe électrogène).

C [FCFA] : les charges d'exploitation à l'échéance du projet

I [F CFA] : le montant de l'investissement. Ici non pris en compte au regard du caractère social de l'eau.

V [m<sup>3</sup>] : le volume d'eau vendue durant les 20ans du projet.

## IV. ETUDE TECHNIQUE

### IV.1. Conception du réseau de l'AEPS de BONZON

Sur la base des études socio-économiques qui ont permis de positionner les points de desserte (BF) sur le terrain et ce avec la participation de la communauté, nous avons pu proposer le tracé du réseau à partir des coordonnées géographiques de ces BF et de la vue Google earth de la localité. Ce tracé a été fait tout en respectant les critères énoncés ci-dessus au point III.2.1. Le réseau tel que proposé et retenu est illustré à la figure 3 ci-contre.

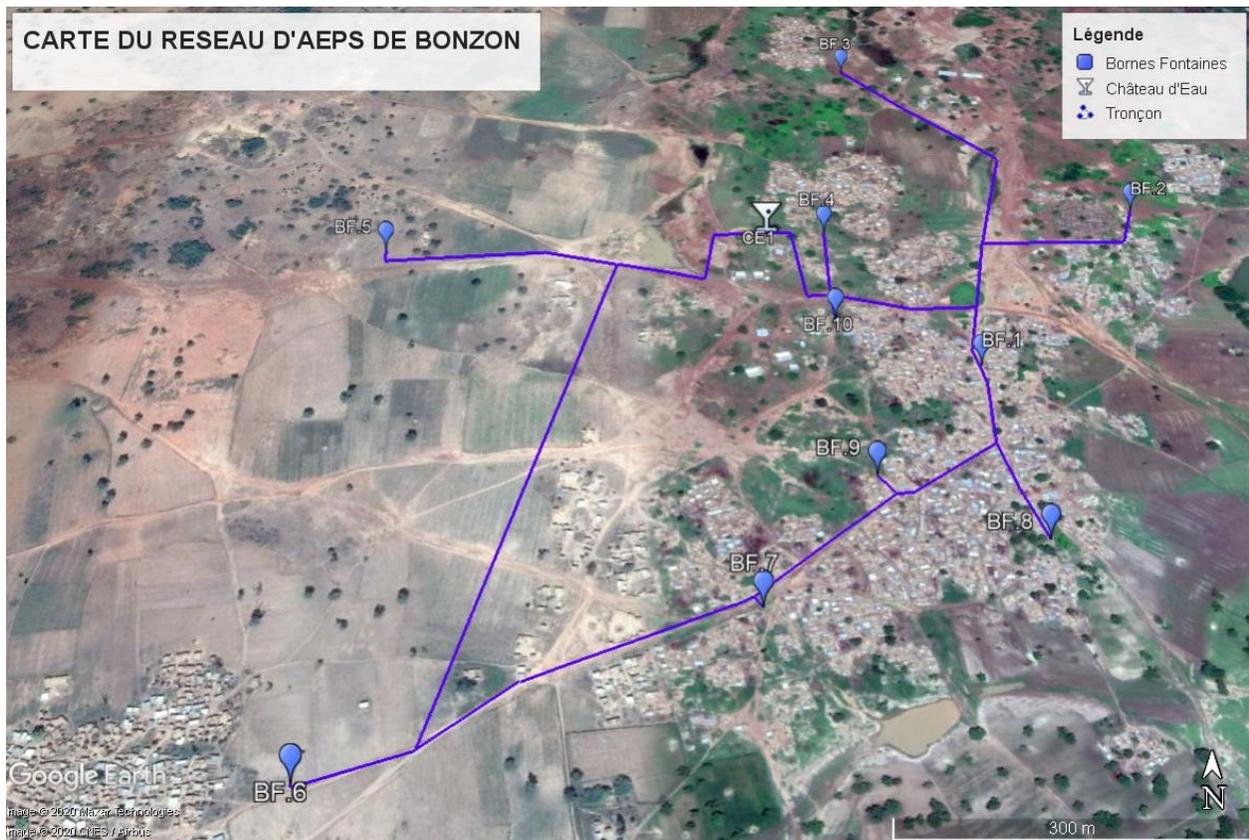


Figure 4: Carte du réseau d'AEPS de Bonzon

### IV.2 Détermination de la demande à l'échéance du projet

Tableau 8: Tableau de Calcule de la demande

	Désignation	Unité	2 020	2 025	2 030	2 035	2 040
	population totale	Hbt	8256	9250	10364	11612	13010
	Taux de desserte	%	40%	50%	60%	70%	80%
	Population Desservie	Hbt	3302	4625	6218	8128	10408
Borne fontaine	Nombre de personnes par borne fontaines selon PNEAP	Hbt	500	500	500	500	500
	Nombre théorique de bornes fontaines	U	6	9	12	16	20
	Nombre réel de bornes fontaines à installer	U	10	10	10	10	10
	Nombre réel de personnes par borne fontaine	U	330	462	621	812	1040
Besoins et demandes	Consommation spécifique moyenne	l/hbt/j	20	20	20	20	20
	Besoins journaliers domestiques	m <sup>3</sup> /j	66,0	92,5	124,4	162,6	208,2
	Taux des besoins annexes	%	10%	10%	10%	10%	10%
	Besoins non domestiques	m <sup>3</sup> /j	6,6	9,3	12,4	16,3	20,8
	Besoins moyens journaliers	m <sup>3</sup> /j	72,6	101,8	136,8	178,8	229,0
	Coefficient de pointe saisonnier Kps		1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
	Besoins du jour de pointe	m <sup>3</sup> /j	87,2	122,1	164,2	214,6	274,8
	Rendement global du réseau	%	95%	94%	93%	92%	90%
	Demande du jour de pointe	m <sup>3</sup> /j	91,8	129,9	176,5	233,2	305,3

Le tableau 8 ci-dessus nous montre qu'à l'horizon du projet en 2040 la demande du jour de pointe sera de 305,3 m<sup>3</sup>/j.

### IV.3 Dimensionnement du réseau de distribution

Le dimensionnement du réseau de distribution se fait avec le débit de pointe horaire. Le tableau suivant calcule ce débit en se basant sur la demande de jour de pointe calculer dans le tableau 9 ci-dessus. Pour plus de détaille voir **annexe 2**.

Tableau 9 : Tableau de Calcul du débit de distribution

	Désignation	Unité	2 020	2 025	2 030	2035	2040
Réseau de distribution	Temps de distribution	H	12	12	12	12	12
	Débit moyens horaire	m <sup>3</sup> /h	7,6	10,8	14,7	19,4	25,4
	Kph		2,4	2,3	2,2	2,1	2,0
	Débit de pointe horaire	m <sup>3</sup> /h	18,4	24,5	31,7	40,2	50,8
		l/s	5,1	6,8	8,8	11,2	14,1
	Débit théorique d'une borne fontaine	l/s	0,85	0,68	0,88	1,12	1,41
	Nombre de robinets par BF		3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
	Débit réel de chaque borne fontaine	l/s	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	Débit réel de pointe horaire	l/s	6,0	10,0	10,0	10,0	10,0

Ces résultats montrent que nous avons dix (10) bornes fontaine de 1l/s chacune. Ce qui nous donne un débit de pointe horaire de 10 l/s. Ce débit est inférieur au débit théorique. Ainsi, la durée de la pointe sera un peu plus longue. Pour la suite du dimensionnement nous allons commencer par le réseau maillé ensuite les réseaux ramifiés.

#### IV.3.1 Réseau maillé

Le réseau maillé est dimensionné selon la méthode de Hardy Cross. Le tableau suivant nous donne le résultat.

Tableau 10 : Résultats du dimensionnement du réseau maillé

Nom du Tronçon	D [m]	L [m]	V [m/s]	Paval [m]
T01	0,10	30,91	0,86	10,22
T02	0,10	116,97	0,86	11,36
T03	0,10	29,53	0,86	11,50
T04	0,08	98,10	0,90	11,88
T05	0,08	78,99	0,90	11,61
T06	0,07	75,03	0,74	10,98
T07	0,07	22,58	0,74	10,94
T08	0,07	27,75	0,46	10,88
T09	0,07	86,70	0,46	11,30
T12	0,05	119,91	0,42	10,40
T13	0,05	18,62	0,42	10,15
T14	0,05	103,97	-0,21	10,99
T15	0,05	95,19	-0,21	10,89
T16	0,07	21,48	-0,37	10,74
T17	0,07	560,38	-0,37	11,15
T18	0,07	177,95	-0,37	11,49
T37	0,08	686,62	-0,45	10,04
T33	0,08	111,24	-0,64	10,72
T32	0,08	82,55	-0,64	10,52
T31	0,08	68,76	-0,64	10,00

Le tableau 10 nous donne le débit qui circule dans chaque tronçon (voir **annexe 3**) et la pression aux différents nœuds.

### IV.3.2 Réseaux ramifiés

Nous avons neuf (09) réseaux ramifiés. Les tableaux suivants nous donnent les résultats de leur dimensionnement. L'**annexe 3** illustre plus de détails.

**Tableau 11:** résultats du réseau ramifié

	Nom du Tronçon	D [m]	L [m]	V [m/s]	Paval [m]
R1	T25	0,0570	113,14	0,39	9,97
	T24	0,0570	96,47	0,39	10,60
R2	T26	0,0678	120,82	0,55	10,55
	T27	0,0570	181,13	0,39	8,85
	T28	0,0570	65,7	0,39	8,49
	T29	0,0570	178,87	0,39	8,65
	T30	0,0570	280,68	0,39	5,38
R3	T23	0,0570	2,13	0,39	10,72
R4	T10	0,0570	61,30	0,39	11,35
	T11	0,0570	66,52	0,39	11,61
R5	T22	0,0570	29,24	0,39	9,83
R6	T21	0,0570	18,13	0,39	10,73
R7	T19	0,0570	34,48	0,39	10,71
	T20	0,0570	3,24	0,39	11,13
R8	T34	0,0570	92,76	0,39	9,53
	T35	0,0570	200,65	0,39	7,50
	T36	0,0570	20,59	0,39	6,78

Les diamètres commerciaux retenus ici l'ont été après plusieurs choix. Ces valeurs sont différentes des diamètres théoriques et ont été choisies dans le catalogue Interplast.

A partir des résultats des tableaux précédents nous pouvons retenir ce qui suit :

- La cote TN du château est à 284,46 m, la hauteur sous cuve est de 10 m. Ce qui donne la cote du radier de 294,46 m.
- La pression minimale au nœuds est de 5,38m au niveau de la BF1. Nous constatons donc qu'en tous les nœuds du réseau la pression de service de 0,5 bars (5,0 m) est garantie.

- La pression maximale calculée est 11,88 m. Cette valeur est largement en deçà de la pression nominale retenue qui est de 10 bar (100 m) des conduites.
- Les vitesses maximales et minimales trouvées sont respectivement de 0,90m/s et de 0,21m/s contre 0,3 m/s à 1,2 m/s comme conditions limites à vérifier. Après itérations sur le réseau malle nous avons trouvé deux tronçon dont le débit qui y circule est quasiment nul. Et dont la vitesse de 0,21 m/s ne remplit pas les conditions de vitesse.
- La synthèse des linéaires selon le diamètre des tronçons est illustrés ci-dessous au tableau 12 avec la cote sous radier 294,46 m.

**Tableau 12 :** Tableau récapitulatif des linéaires des conduites

Intitulé	Long théorique [m]	long, retenu [m]
Conduite PVC DE 110 PN 10	177,4	180,0
Conduite PVC DE 90 PN 10	1 126,3	1 128,0
Conduite PVC DE 75 PN 10	1 092,7	1 098,0
Conduite PVC DE 63 PN 10	1 445,04	1 446,00
Conduite PVC DE 50 PN 10	337,69	342,00
Total	3 841,4	4 194,0

## IV.4 Dimensionnement du réservoir

### IV.4.1 Capacité du château d'eau

La capacité du réservoir est déterminée suivant la méthode empirique défini ci-dessus. Nous avons retenu un volume utile du château de 75 m<sup>3</sup>. Le tableau 13 nous donne plus de détail.

**Tableau 13:** Détermination de la capacité du château

Capacité du Château	
Demande du jour de pointe [m3]	305,3
10% Demande du jour de pointe [m3]	30,53
30% Demande du jour de pointe [m3]	91,59
Volume retenu [m3]	75

La capacité utile retenue est de 75 m<sup>3</sup> pour bénéficier d'un bon rapport coût/volume et tenir compte des réalités socio-économiques du centre. Cela représente pour l'horizon du projet (2040) un stockage d'environ 25% des besoins de pointe journalière.

Pour plus de détails sur le calcul du volume voire **annexe 2**

#### IV.4.2 Géométrie de la cuve du château d'eau retenue.

Le réservoir adopté sera métallique. La forme adoptée sera cylindrique en sa partie principale. Son fond et son toit auront, quant à eux, une forme bombée. Il sera surélevé grâce à trois (3) poteaux cylindriques métalliques, pour obtenir des pressions convenables aux points de desserte sur le réseau. Le site d'implantation retenu pour le réservoir résulte d'un choix judicieux permettant d'avoir les pressions désirées tout en minimisant la hauteur des poteaux.

Les caractéristiques du réservoir sont adoptées en rapport avec la taille du réseau et les capacités d'extension prévues. L'ensemble de la superstructure constituant le château d'eau sera assemblé de façon à pouvoir être démonté en cas de nécessité.

Le tableau 14 suivant donne le volume réel de la cuve.

Tableau 14: Dimensions réelles du château

Capacité théorique [m <sup>3</sup> ]	Hauteur utile de la cuve [m]	Surface de base [m <sup>2</sup> ]	Dint [m]	Volume utile réelle [m <sup>3</sup> ]
75	4,72	15,9	4,5	75,07

Le plan en **annexe 7** illustre assez clairement ces détails du réservoir.

#### IV.4.3 Traitement de l'eau

À ce niveau, il faut noter que la durée d'efficacité du désinfectant est estimée à 3,5 h pour l'horizon 2020 et de 2,1h pour l'échéance du projet 2040. Ces valeurs sont au-delà du temps de contact minimum (2h) pour que le pouvoir désinfectant s'opère. Le temps de séjours est de 8,3 h en 2020 et de 4,2 h en 2040. Ces résultats sont bien inférieurs à 48h.

La désinfection se fera par chloration de l'eau au niveau du réservoir. Dans le commerce on trouve des galets de produits chlorés de 200g et 500g généralement titrés à 90% pour une quantité d'eau de 25m<sup>3</sup> sur une période de 1 à 3 semaines. Les concentrations adoptées par l'ONEA varient de 0,5 à 1,5mg/l pour les eaux souterraines. (Soubeiga, 2016).

En considérant une concentration de 1,5 mg/l avec la capacité du réservoir à 75m<sup>3</sup> la quantité de chlore est de 112,5g. Soit un besoin d'un quart (1/4) de galet de 500g.

De façon opérationnelle les galets seront introduits au-dessus du château et placés sous la venue d'eau de la conduite de refoulement qui les solubilisera au fil du temps. Le suivi de la concentration

du chlore libre va permettre de réajuster la concentration en ajoutant à nouveau la portion de galet calculé ci-dessus.

#### IV.5 Source d'eau

Les forages qui serviront pour ce projet sont à réaliser et ils doivent avoir un débit d'au moins 5 m<sup>3</sup>/h. ainsi deux (02) forages de 5 m<sup>3</sup>/h sont à réaliser pour la période de 2020 à 2030. Un (01) forage supplémentaire devra être ajouté en 2030 et un (01) autre en 2035.

#### IV.6 Dimensionnement du réseau d'adduction

Cette partie va traiter le dimensionnement du réseau d'adduction ; du choix de la pompe pour la station de pompage et de la source d'énergie.

##### IV.6.1 Réseau d'adduction

- a. Détermination du diamètre et de la pression nominale

Le tableau 15 suivant nous illustre le résultat du calcul du dimensionnement de la conduite de refoulement.

Tableau 15 : calcul de la conduite de refoulement

Calcul de la conduite de refoulement	$\phi_{th}$ [mm]	$\phi_{ret}$ [mm]	Cond Flamant	Cond GLS	HMT [m]	Condition sur HMT	Hmax	Hmin	Hmax / PN
Méthode de Bresse	55,9	76,6	OK	OK	88,0	OK	42,8	13,17	0,27
Méthode de Bresse modifié	89,3	76,6	OK	OK	88,0	OK	42,8	13,17	0,27
Méthode de Munier	48,7	53,6	OK	OK	124,9	OK	95,2	34,65	0,59
Méthode de Bonnin	37,3	42,6	NO	NO	229,2	NO	216,9	121,55	1,36
Méthode de Bedjaoui	47,3	53,6	OK	OK	124,9	OK	95,2	34,65	0,59

Notre choix se portera sur la conduite DN 90 PN16 pour vérifier le risque de coup de bélier. Cette conduite engendre une HMT estimée à 88 m qui est inférieure à la pression nominale de 160 m. le

calcul de la pression minimale nous montre qu'elle est supérieure à la pression atmosphérique et la surpression est inférieure à la pression maximal admissible. C'est la conduite la plus économique et techniquement correcte. Pour plus de détaille voir **annexe 4**.

#### IV.6.2 Station de pompage

Les électropompes sont choisies pour satisfaire la capacité de pompage estimée ci-dessus. Le choix se fait selon les caractéristiques majeures montrées au tableau 16 ci-dessous.

**Tableau 16** : Caractéristique requise pour la pompe

Qp [m <sup>3</sup> /h]	Zref [m]	Ndy [m]	Hg [m]	φret [mm]	L ref [m]	ΔH [m]	HMT [m]
5	299,18	217,67	81,5	<b>76,6</b>	5 000	6,5	88,0

Elles seront de type Grundfos, car ce constructeur met à accès libre ces catalogues et les spécifications techniques de ces équipements avec un bon niveau d'informations et accessible en ligne (Grundfos, 2019). L'électropompe convenable est celle de type SP 7 – 17. Les caractéristiques des pompes choisies sont illustrées au tableau 17 ci-dessous.

**Tableau 17**: Caractéristique de la pompe choisie

Qp [m <sup>3</sup> /h]	HMT [m]	N [tr/min]	Type moteur	Tension nominale	Rendement	Rend pom+m ot	Pt [kW]	U [V]	In [A]	ηm	Cos Phi
5,412	89,13	2900	MS402	3 x 400	66,00%	50,35%	2,61	400	4,8	76,3 %	0,78

Le tracé de la courbe caractéristique de la conduite de refoulement et de celle de la pompe (prise sur le site de Grundfos) nous permet de déterminer le débit et la HMT au point de fonctionnement de la pompe. Les résultats sont illustrés à la figure 4 du graphique ci-dessous. Les données et les courbes de performances de la pompe sont également jointes en **annexe 5**.

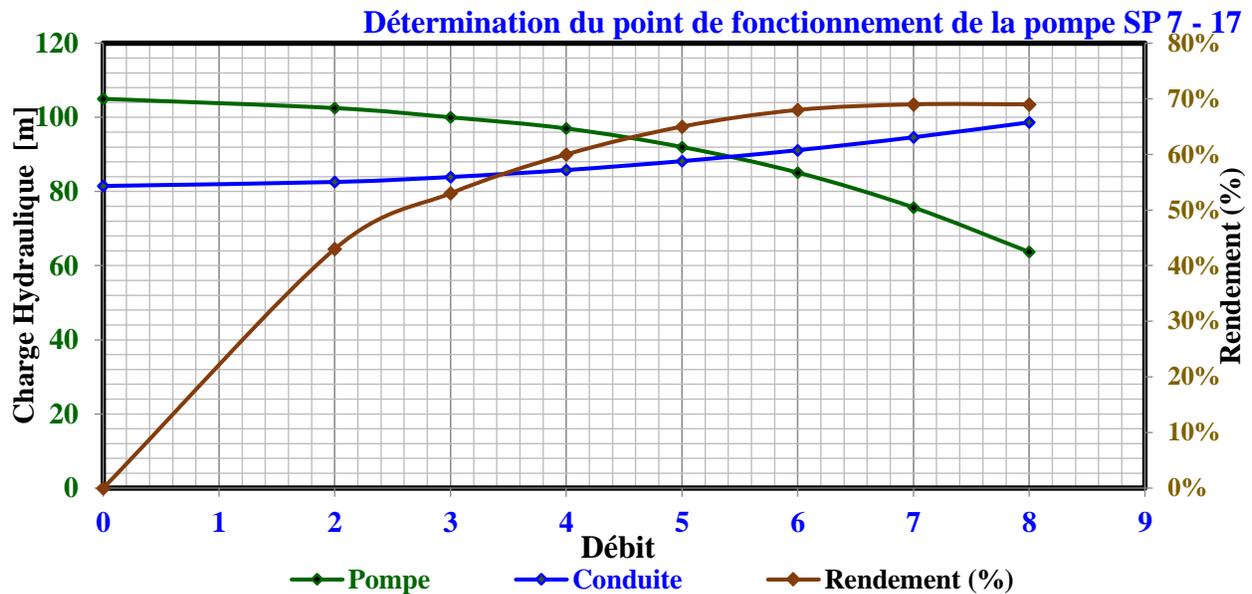


Figure 5: Courbe de fonctionnement de la pompe

Le débit au point de fonctionnement pour la pompe à installer dans le forage est de 5,4 m<sup>3</sup>/h ; avec une HMT de 89 m. La variation de débit au point de fonctionnement est de l'ordre de +8% et de +1,1% pour la HMT. Ce qui est conforme à la marge de  $\pm 5\%$ . Le temps de pompage théorique présenté en annexe 2 ci-dessous pourrait être réaménagé à la baisse.

#### IV.6.2 Source d'énergie

Le système d'alimentation en énergie proposé pour l'adduction d'eau potable de Bonzon est hybride. Il combine le groupe électrogène aux panneaux photovoltaïques. L'AEP est alimentée en énergie au fil du soleil et en cas de faible ensoleillement le groupe électrogène prend le relais. Ce système fonctionnera aussi bien avec le réseau de la SONABEL. Dans ce cas, la sortie de la pompe qui va au groupe électrogène ira sur le réseau de la SONABEL.

Le schéma de fonctionnement projeté sera le suivant :

Dans la journée, en présence d'ensoleillement suffisant ; les électropompes et autres charges électriques de la station seront alimentés par le générateur photovoltaïque et au fil du soleil. Au Burkina Faso on estime entre 6,5 et 7 heures /jour la durée d'ensoleillement et d'éclairage en période la plus défavorable au cours du mois Août (MEA/DGA, 2016).

- Dans les moments peu ou pas ensoleillés le générateur thermique (Groupe électrogène) prend le relais. Ainsi on peut retenir l'emploi du temps suivant à titre indicatif :
  - de 08 h à 15 h : Générateur photovoltaïque

○ le reste du temps ou sur contrainte : Groupe électrogène

a. le générateur photovoltaïque

Le récepteur principal étant l'électropompe qui devra :

- Pomper  $35 \text{ m}^3$  (5 m<sup>3</sup>/h pendant 7 heures) par jour a une HMT de 88 m au minimum
- Énergie Électrique quotidienne requise (Ej) vaut 20,88 KWh

Les conditions de site nécessaires pour estimer les potentialités solaires offertes sont les suivantes :

- pays : Burkina Faso
- région : Boucle du Mouhoun
- période de dimensionnement : Août (défavorable du point de vue ensoleillement)
- durée maximale d'ensoleillement : 7 h 00 mn
- ensoleillement maximal : 5,6 kWh/m<sup>2</sup> (MEA/DGA, 2016)
- latitude du site : 13 ° Nord
- La puissance du champ solaire est de 5 668 Wc au minimum.

Pour la constitution du générateur photovoltaïque nous retiendrons les caractéristiques suivantes pour les modules solaires :

- puissance maximale : 250 Wc
- intensité de court-circuit (I<sub>cc</sub>) conforme (par combinaison le cas échéant) à l'intensité nominale de la pompe (SP 7 - 17) et aux éléments courant DC de l'Onduleur ;
- tension de circuit ouvert (U<sub>co</sub>) conforme (par combinaison le cas échéant) au à la tension nominale de la pompe (SP 7 - 17) et aux éléments tension DC de l'Onduleur

On peut donc retenir un générateur photovoltaïque ayant les caractéristiques suivantes :

- 27 panneaux solaires de 250 Watts crête chacun. Donc on aura trois (03) branches monté en parallèle de neuf (09) panneau en série.
- Puissance générateur: 6 750 watt-crête
- Couplé à un onduleur à fréquence variable de 7,5 kVA

b. Le générateur thermique –groupe électrogène

Les tableaux suivants montrent le calcul de la puissance apparente du moteur.

**Tableau 18:** Calcul de la puissance apparente à partir du système hydraulique

Qp [m3/h]	HMT [m]	Rend pom+mot	Cos Phi	P1
5,412	89,13	50,35%	0,78	6,7

**Tableau 19 :** Calcul de la puissance apparente à partir de la tension et de l'intensité du courant

U [V]	In [A]	Cos Phi	P2
400	4,8	0,78	6,5

Le dimensionnement du groupe électrogène devant alimenter les charges ci-dessus est fait en tenant compte d'un coefficient de sécurité (2) pour faire face au courant d'appel lors du démarrage (Soubeiga, 2016). La Puissance apparente du moteur sera le maximum de P1 et P2 donc 6,7 KVA. Nous choisirons un moteur de 7,5 KVA.

#### IV.7 Géométrie des tranchées de canalisation

Selon les différents diamètres nominaux rencontrés lors du dimensionnement du réseau, nous calculons pour chaque diamètre la largeur et la profondeur des tranchées. Les résultats sont consignés au tableau 20 ci-dessous.

**Tableau 20:** Dimensions des tranchées

DN [mm]	Calcul		Choix	
	H [m]	L[m]	H [m]	L[m]
50	0,85	0,55	1	0,7
63	0,863	0,563	1	0,7
75	0,875	0,575	1	0,7
90	0,89	0,59	1	0,7
110	0,91	0,61	1	0,7

Le choix de la profondeur de tranché est défini d'après les valeurs guides contenues dans le cahier des clauses techniques particulières type des travaux d'AEPS neufs (MEA-DREA/BM, 2016).

## **IV.8 Construction des locaux**

Pour une meilleure gestion des équipements, des infrastructures seront réalisées pour ainsi permettre au personnel chargé de la gestion du système de remplir son devoir de gérant en toute sérénité. Pour cela, les infrastructures à réaliser sont :

a. Local technique

C'est un local spécialement aménagé pour abriter les équipements suivants :

- l'armoire électrique de commande et d'asservissement du forage ;
- les accessoires ;
- un bureau pour la gestion du forage.

b. Local gardien

Un local gardien sera construit pour abriter le gardien chargé d'assurer la sécurité des équipements. Il sera collé au local technique. Les infrastructures de l'AEPS (bâtiments, champs PV) seront clôturées par du grillage et par un portail double battant muni de cadenas. Le local gardien sera éclairé par deux (02) réglettes fluorescentes. Une réglette sera installée à l'intérieur du local technique et une autre parfaitement étanche sera installée sur la façade du local technique. Les luminaires seront alors commandés par un interrupteur double allumage.

c. Latrines VIP

L'infrastructure d'assainissement sera une latrine VIP à double fosse ventilée.

## **IV.9 L'ETUDE DU COUT ET LA FAISABILITE FINANCIERE**

Pour ce chapitre nous déterminerons au préalable le quantitatif des travaux avant de déterminer le coût global des travaux. Ensuite nous procéderons à une détermination de la tarification de l'eau au m<sup>3</sup> qui permettra de supporter à la fois les charges d'exploitation de l'AEPS et les charges de renouvellement d'équipements.

### **IV.9.1 L'évaluation du coût du projet**

Les coûts selon les grandes rubriques du projet sont illustrés au tableau 21 ci-dessous. Les détails du cadre de devis estimatifs des travaux est joint en **annexe 6**.

Tableau 21: Coûts du projet

Intitulé	Coût
Amenée, installation et repli	5 700 000 CFA
Ouvrage de captage et équipements d'exhaure	50 600 000 CFA
Source d'énergie	60 268 500 CFA
RESERVOIR: Fourniture et pose du château métallique y compris l'ensemble des canalisations d'alimentation, de distribution, de vidange, trop plein etc., l'ensemble des pièces de raccordement selon le plan joint (té, coude et toutes sujétions); béton armé dosé à 350 kg/m <sup>3</sup> pour semelle; clôture grillagée fermant à clé et toutes les investigations géotechniques et notes de calculs de ferrailage	40 300 000 CFA
CONDUITES: Fourniture et pose de la conduite y compris fouille pour tout type de terrain, fourniture et pose de lit de sable, grillage avertisseur bleu, remblai, pièces spéciales (pièces de raccordement et de changement de direction), mise en place de bornes de repérage (tous les 25m) de la conduite, butée et toutes sujétions	85 648 000 CFA
Robinetterie	1 319 000 CFA
BOUCHONS: Fourniture et pose de bouchons y compris toutes les pièces de raccordement	250 000 CFA
Points de desserte	11 500 000 CFA
ESSAIS ET AUTRES	31 000 000 CFA
<b>Total TTC</b>	<b>338 170 890 CFA</b>

Le montant global pour la réalisation de ce projet est de trois cent trente-huit millions cent soixante-dix mille huit cent quatre-vingt-dix (338 170 890) FCFA TTC.

#### IV.9.1 La détermination du prix de l'eau

La tarification à appliquer pour la vente de l'eau au niveau de la future AEPS de Bonzon doit permettre d'assurer d'une part le renouvellement des équipements à amortir par la constitution de dotation aux amortissements ; et d'autre part de supporter les charges d'exploitations (charges salariales ; de production) La durée de vie des équipements à mettre en œuvre dans le cadre du projet de réalisation de l'AEPS de Bonzon est illustrée ci-dessous au tableau 22.

Tableau 22 : la durée de vie des équipements de l'AEPS

Équipement ou matériel à amortir -renouveler	Nombre d'années
Électropompe	7
Groupe électrogène	15
modules solaires	25
canalisation en PVC	30
conduite en PEHD	50
Pièces hydrauliques en fonte	50
château d'eau +accessoires	20
compteurs	50

Source : (Zougranna, 2003)

En faisant l'hypothèse d'une gestion par affermage de la future AEPS de DIOUNGODIO et en considérant une rémunération mensuelle (selon les taux pratiqués sur des sites similaires) du personnel clé de la gestion du système nous obtenons les charges illustrées au tableau 23.

Tableau 23: Détermination du prix de l'eau

Intitulés	Valeur /an	Total 20 ans
Charges du personnel	3 420 000 CFA	68 400 000 CFA
Charges de production	11 220 656 CFA	224 413 130 CFA
Renouvellement d'électropompes+ Groupe électrogène	1 524 000 CFA	30 480 000 CFA
Investissement initial		338 170 890 CFA
Total y compris l'investissement initial		661 464 020 CFA
Total hors investissement initial		323 293 130 CFA
Volume d'eaux consommées vendu à l'échéance	52 713 m <sup>3</sup>	1 054 251 m <sup>3</sup>
Tarif théorique au m <sup>3</sup> d'eau		627 CFA
Tarif social au m <sup>3</sup> d'eau		307 CFA

Le tarif au m<sup>3</sup> d'eau est estimé à 627FCFA si l'on incluait le cout d'investissement initial du projet. Étant donné le caractère social que revêt l'eau la valeur de l'investissement de départ n'est pas associée dans le calcul du tarif au m<sup>3</sup> d'eau. Ce qui nous ramène à une valeur de 307FCFA/ m<sup>3</sup>. Les détails de calculs sont joints en **annexe 7**.

Dans la réalité le fermier appliquera le tarif de 500FCFA/ m<sup>3</sup> déjà pratiqué dans la région

#### IV.10 Aspects environnementaux du projet

Les impacts environnementaux et sociaux sont largement importants dans la mesure où ils contribuent à l'amélioration des conditions de vie des populations. A ce stade, il est nécessaire

d'identifier les effets négatifs potentiels afin de préciser comment prendre en compte leur atténuation.

#### ❑ **Impacts positifs**

Il s'agira de :

- l'accroissement très significatif de l'accès à l'eau potable ;
- la diminution de la prévalence des maladies d'origine hydriques et une baisse des dépenses de santé ;
- la création d'emplois pendant les travaux et l'augmentation de l'activité économique dans le cadre du développement des activités de gestion et de maintenance des infrastructures par le secteur privé ;
- des activités génératrices de revenus qu'entreprendront les femmes suite au gain de temps pour la corvée de l'eau, permettant une plus grande autonomie de ces dernières ;
- l'amélioration du cadre de vie dans les écoles et autres lieux publics (gares, marchés, CSPPS, etc.) par un accès permanent à l'eau potable.

#### ❑ **VI.2 Impacts négatifs et mesures d'atténuation**

Une attention particulière doit être apportée au contrôle des effets négatifs potentiels que constituent :

- la surexploitation des ressources en eau ;
- le risque de qualité de l'eau insuffisante ou d'une eau contenant des éléments toxiques (fluor, etc.) ;
- le risque de pollution par les entreprises lors de la construction des ouvrages ;
- l'augmentation des volumes d'eaux usées ;
- les mauvaises pratiques en matière de construction d'ouvrages d'assainissement et d'élimination des matières de vidanges pouvant être des causes de contamination des eaux de surface et souterraines.
- Le risque de propagation de la Covid-19

Pour limiter ces impacts négatifs, des mesures d'atténuation seront développées selon les axes suivants :

- le suivi régulier des ressources en eau ;

- la construction des infrastructures dans le respect des normes de gestion environnementale en vigueur, les exploitants et usagers seront formés et sensibilisés à leur usage, leur entretien et leur gestion corrects ;
- la gestion rationnelle des ressources en eau selon les principes de la GIRE ;
- le volet animation/sensibilisation du projet.
- Le port obligatoire des masques

## CONCLUSION

Les études d'avant-projet détaillé de l'alimentation en eau potable dans le village de Bonzon à l'horizon 2040 permettront la mise en place à partir 2021 d'un système d'adduction d'eau potable simplifiée dans cette localité. Nous avons pu produire un dimensionnement complet du réseau, les pièces graphiques et écrites nécessaire à sa réalisation sont élaborées. Nous avons pu faire ressortir qu'il faut réaliser 3841,4 m de réseau de distribution et 20 000 m de réseau de refoulement. Le château sera de 75 m<sup>3</sup> et va couvrir le débit de 10 l/s qui va desservir les 10 bornes fontaines. La satisfaction de la demande à l'échéance du projet requiert la mobilisation d'un débit horaire de 20 m<sup>3</sup>/h à partir de l'eau souterraine pour un temps de pompage journalier maximum de 16 h. Le coût global des travaux est estimé à 338 170 890 de FCFA TTC. Il serait pertinent de procéder par affermage pour une gestion durable de l'AEPS.

## RECOMMANDATIONS ET PERSPECTIVES

Pour mener à bien les travaux de réalisation de l'AEPS de Bonzon :

- Avant le démarrage des travaux le maître d'ouvrage devra ;
- Résoudre définitivement la question de mobilisation de l'eau souterraine à travers la conduite d'études hydrogéologiques approfondies pour améliorer les chances de réussites de l'obtention de forages.
  - Au cours de la phase de mise en œuvre du projet ;
- les acteurs (Entreprise ; bureau de contrôle et maître d'ouvrage) devront veiller à ce que les travaux soient exécutés dans les règles de l'art et dans le respect de l'environnement.
  - Après la mise en œuvre des travaux ;
- la DREA-BM devra de concert avec la commune de Solenzo et les usagers de l'AEPS de Bonzon travailler à la mise en œuvre d'un système de gestion (affermage) à même d'assurer la continuité et la durabilité du service de cette infrastructure.
- Il faudra également sensibiliser les populations par rapport à l'utilisation des ouvrages sur les aspects de l'hygiène et l'entretien des ouvrages.

## BIBLIOGRAPHIE

- Donissongou, D. S. (2017). Caractérisation et modélisation hydrogéologique d'un aquifère en milieu de socle fracturé: cas du site expérimental de Sanon (région du plateau central au Burkina Faso)
- Biaou, A. (2014). Cours d'Hydraulique en Charge; 2iE 2014.
- Cafi-B (2018). Études socio-économiques de la réalisation de l'AEPS de Bonzon.
- Grundfos (2019). WebCAPS Product selection catalog (Grundfos).
- Hubert, & al (2004). Technologies européennes du pompage solaire photovoltaïque.
- Insd (2006). RGPH : Analyse des résultats définitifs thème2, état et structures de la population (Ouagadougou; BF: Institut National de la Statistique et de la Démographie).
- Interplast (2019). WebCAPS
- Marhasa (2015). Révision des Normes, Critères et Indicateurs en matière d'Approvisionnement en Eau Potable et d'assainissement des Eaux Usées et Excrétas (Ouagadougou; BF).
- MEA/DGEP (2016). Programme National de l'Approvisionnement en Eau Potable 2016 à 2030.
- MEA-DGEP (2019). Inventaire National des Ouvrages 2018 au 31/12/2018;
- MEA-DGEP (2016). Cahier des Clauses Techniques Particulières pour l'exécution des travaux de réalisation d'AEPS neuves.
- Mounirou, L. (2019). Essentiel d'Alimentation en Eau Potable.CE
- Ouedraogo, B. (2005). Cours d'Approvisionnement en Eau Potable ; 2iE 2005.
- Tiendrebeogo, G. (2019). Etude d'avant-projet détaillé pour la réalisation d'une adduction d'eau potable simplifiée dans la commune de Titabé région du Sahel-Burkina faso. Mémoire pour l'obtention du master en ingénierie de l'eau et de l'environnement. Option : infrastructures et réseaux hydrauliques (Ouagadougou;2iE).
- Yonaba, R. (2015). Cours d'Approvisionnement en Eau Potable ; 2iE.
- Wyns R, Baltassat JM, Lachassagne P, Legchenko A, Vairon J, Mathieu F. 2004.

Application of proton magnetic resonance soundings to groundwater reserve mapping in weathered basement rocks (Brittany, France). Bulletin de la Société Géologique de France 175 (1): 21–34.

- Zoungranna, D. (2003). Cours d'Approvisionnement en Eau Potable ; 2iE 2003.

## ANNEXES

Annexe 1 : Liste des ouvrages hydrauliques du village de Bonzon

Annexe 2 : Tableau de calcul des besoins

Annexe 3 : Les détails du dimensionnement du réseau de distribution

Annexe 4 : Calcul de la conduite de refoulement

Annexe 5 : Données de détermination du débit au point de fonctionnement

Annexe 6 : Cadre de devis quantitatif et descriptif des travaux

Annexe 7 : Détermination du prix de l'eau

Annexe 8 : Les pièces graphiques de la réalisation de l'AEPS de Bonzon

Annexe 1 : Liste des ouvrages hydrauliques du village de Bonzon

Type	Année de réalisation	Etat	Propriétaire
Forage n°1	1990	En Panne depuis plus de 04ans	Institutionnel
Forage n°2	1998	Fonctionnel	Communautaire
Forage n°3	2008	Fonctionnel	Institutionnel
Forage n°4	2018	Forage non équipé	Communautaire
Puits Moderne	?	Permanent	Communautaire

Source : étude socio-économique

Annexe 2 : Tableau de calcul des besoins

	Désignation	Unité	2 020	2 025	2 030	2 035	2 040
	population totale	Hbt	8256	9250	10364	11612	13010
	Taux de desserte	%	40%	50%	60%	70%	80%
	Population Desservie	Hbt	3302	4625	6218	8128	10408
Borne fontaine	Nombre de personnes par borne fontaines selon PN-AEPA	Hbt	500	500	500	500	500
	Nombre théorique de bornes fontaines	U	6	9	12	16	20
	Nombre réel de bornes fontaines à installer	U	6	10	10	10	10
	Nombre réel de personnes par borne fontaine	U	550	462	621	812	1040
Besoins et demandes	Consommation spécifique moyenne	l/hbt/j	20	20	20	20	20
	Besoins journaliers domestiques	m <sup>3</sup> /j	66,0	92,5	124,4	162,6	208,2
	Taux des besoins annexes	%	10%	10%	10%	10%	10%
	Besoins non domestiques	m <sup>3</sup> /j	6,6	9,3	12,4	16,3	20,8
	Besoins moyens journaliers	m <sup>3</sup> /j	72,6	101,8	136,8	178,8	229,0
	Coefficient de pointe saisonnier Kps		1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
	Besoins du jour de pointe	m <sup>3</sup> /j	87,2	122,1	164,2	214,6	274,8
	Rendement global du réseau	%	95%	94%	93%	92%	90%
	Demande du jour de pointe	m <sup>3</sup> /j	91,8	129,9	176,5	233,2	305,3
Réseau d'adduction	Temps théorique de pompage	H	12,0	12,0	16,0	16,0	16,0
	Débit théorique de pompage	m <sup>3</sup> /h	7,6	10,8	11,0	14,6	19,1
	Débit théorique de forage	m <sup>3</sup> /h	5	5	5	5	5
	Nombre de forage de 5 [m <sup>3</sup> /h]	U	2	2	2	3	4
	Débit réel de pompage	m <sup>3</sup> /h	10	10	10	15	20
	Temps réel de pompage	H	9,2	13,0	17,7	15,5	15,3
Réseau de distribution	Temps de distribution	H	12	12	12	12	12
	Débit moyens horaire	m <sup>3</sup> /h	7,6	10,8	14,7	19,4	25,4
	Kph		2,4	2,3	2,2	2,1	2,0
	Débit de pointe horaire	l/s	5,1	6,8	8,8	11,2	14,1
	Débit théorique d'une borne fontaine	l/s	0,85	0,68	0,88	1,12	1,41
	Nombre de robinets par BF		3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
	Débit réel de chaque borne fontaine	l/s	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	Débit réel de pointe horaire	l/s	6,0	10,0	10,0	10,0	10,0
	Capacité retenue	m <sup>3</sup>	75	75	75	75	75
	Temps de séjour	H	8,3	4,7	4,5	4,3	4,2
	Durée d'efficacité du désinfectant	H	3,5	2,1	2,1	2,1	2,1

Annexe 3 : Les détails du dimensionnement du réseau de distribution

Nom du Tronçon	D [m]	L [m]	Q [m³/s]	V [m/s]	$a l / D^m$	$\Delta Hi$	$\Delta Hi/Q_i$	dq [m³/s]	Q + dq	H <sub>amont</sub>	H <sub>aval</sub>	Zaval [m]	Paval [m]
T01	0,099	30,9	0,007	0,86	4 915,6	0,23	34,43	0,00E+00	0,007	294,46	294,23	284,01	10,22
T02	0,099	117,0	0,007	0,86	18 601,7	0,87	130,27	0,00E+00	0,007	294,23	293,36	282,00	11,36
T03	0,099	29,5	0,007	0,86	4 696,1	0,22	32,89	0,00E+00	0,007	293,36	293,14	281,64	11,50
T04	0,081	98,1	0,005	0,90	45 276,9	1,04	222,01	0,00E+00	0,005	293,14	292,11	280,23	11,88
T05	0,081	79,0	0,005	0,90	36 456,9	0,83	178,76	0,00E+00	0,005	292,11	291,27	279,66	11,61
T06	0,068	75,0	0,003	0,74	91 808,1	0,69	257,37	0,00E+00	0,003	291,27	290,58	279,60	10,98
T07	0,068	22,6	0,003	0,74	27 629,3	0,21	77,45	0,00E+00	0,003	290,58	290,38	279,44	10,94
T08	0,068	27,8	0,002	0,46	33 955,4	0,10	59,53	0,00E+00	0,002	290,38	290,28	279,40	10,88
T09	0,068	86,7	0,002	0,46	106 087,7	0,31	186,01	0,00E+00	0,002	290,28	289,97	278,67	11,30
T12	0,045	119,9	0,001	0,42	1 424,7 <sup>275</sup>	0,60	897,03	0,00E+00	0,001	289,97	289,37	278,97	10,40
T13	0,045	18,6	0,001	0,42	198 051,9	0,09	139,29	0,00E+00	0,001	289,37	289,27	279,12	10,15
T14	0,045	104,0	0,000	-0,21	1 878,6 <sup>105</sup>	-0,13	383,38	0,00E+00	0,000	289,27	289,40	278,41	10,99
T15	0,045	95,2	0,000	-0,21	1 490,0 <sup>012</sup>	-0,12	351,01	0,00E+00	0,000	289,40	289,51	278,62	10,89
T16	0,068	21,5	-0,001	-0,37	26 283,3	-0,05	36,71	0,00E+00	-0,001	289,51	289,56	278,82	10,74
T17	0,068	560,4	-0,001	-0,37	685 691,3	-1,27	957,69	0,00E+00	-0,001	289,56	290,84	279,69	11,15
T18	0,068	178,0	-0,001	-0,37	217 742,9	-0,40	304,12	0,00E+00	-0,001	290,84	291,24	279,75	11,49
T37	0,081	686,6	-0,002	-0,45	316 901,3	-1,81	775,36	0,00E+00	-0,002	291,24	293,05	283,01	10,04
T33	0,081	111,2	-0,003	-0,64	51 341,5	-0,60	179,52	0,00E+00	-0,003	293,05	293,65	282,93	10,72
T32	0,081	82,6	-0,003	-0,64	38 100,0	-0,44	133,22	0,00E+00	-0,003	293,65	294,09	283,57	10,52
T31	0,081	68,8	-0,003	-0,64	31 735,4	-0,37	110,97	0,00E+00	-0,003	294,09	294,46	284,46	10,00

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

R1								
Tronçon	Q	L	D	DH	Hav	Zav	Pav	U [m/s]
T25	0,001	113,14	0,0570	0,37	292,78	282,81	9,97	0,39
T24	0,001	96,47	0,0570	0,31	292,83	282,23	10,60	0,39

R2								
Tronçon	Q	L	D	DH	Hav	Zav	Pav	U [m/s]
T26	0,002	120,82	0,0678	0,62	290,65	280,1	10,55	0,55
T27	0,001	181,13	0,0570	0,59	290,06	281,21	8,85	0,39
T28	0,001	65,7	0,0570	0,21	289,85	281,36	8,49	0,39
T29	0,001	178,87	0,0570	0,58	290,07	281,42	8,65	0,39
T30	0,001	280,68	0,0570	0,91	289,16	283,78	5,38	0,39

R3								
Tronçon	Q	L	D	DH	Hav	Zav	Pav	U [m/s]
T23	0,001	2,13	0,0570	0,01	290,37	279,65	10,72	0,39

R4								
Tronçon	Q	L	D	DH	Hav	Zav	Pav	U [m/s]
T10	0,001	61,30	0,0570	0,20	289,77	278,42	11,35	0,39
T11	0,001	66,52	0,0570	0,22	289,55	277,94	11,61	0,39

R5								
Tronçon	Q	L	D	DH	Hav	Zav	Pav	U [m/s]
T22	0,001	29,24	0,0570	0,09	289,18	279,35	9,83	0,39

R6								
Tronçon	Q	L	D	DH	Hav	Zav	Pav	U [m/s]
T21	0,001	18,13	0,0570	0,06	289,46	278,73	10,73	0,39

R7								
Tronçon	Q	L	D	DH	Hav	Zav	Pav	U [m/s]
T19	0,001	34,48	0,0570	0,11	291,13	280,42	10,71	0,39
T20	0,001	3,24	0,0570	0,01	291,12	279,99	11,13	0,39

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

R8								
Tronçon	Q	L	D	DH	Hav	Zav	Pav	U [m/s]
T34	0,001	92,76	0,0570	0,30	292,75	283,22	9,53	0,39
T35	0,001	200,65	0,0570	0,65	292,10	284,60	7,50	0,39
T36	0,001	20,59	0,0570	0,07	292,03	285,25	6,78	0,39

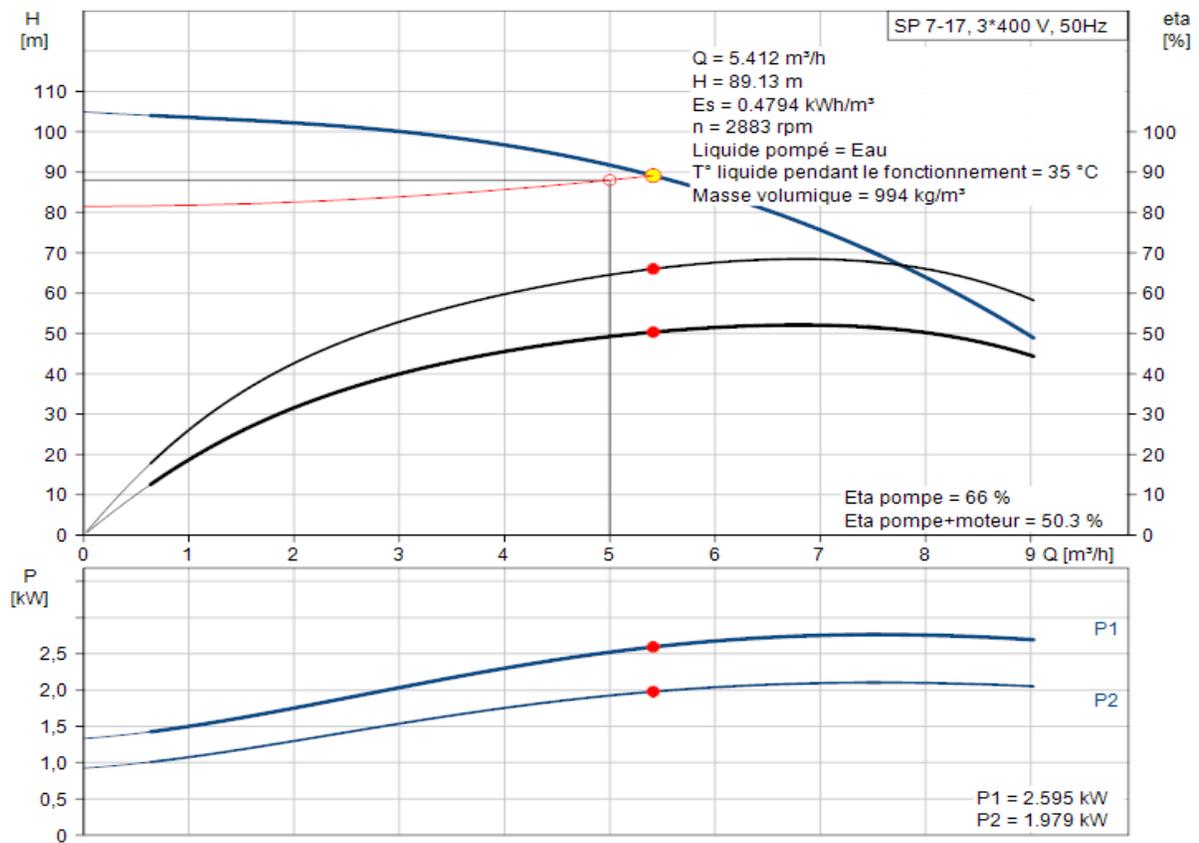
Annexe 4 : Calcul de la conduite de refoulement

Calcul d'une conduite de refoulement	Qp [m <sup>3</sup> /h]	Temps_pompage [h]	Hg [m]	φ <sub>th</sub> [mm]	φ <sub>ret</sub> [mm]	V [m/s]	Cond Flaman t	Cond GLS	L ref [m]	ΔH [m]	HM T [m]	Condition sur HMT	ep [mm]	c [m/s]	ΔP [m]	Hmax	Hmin	Hmax / PN
Méthode de Bresse	5,0	15,3	81,5	55,9	76,6	0,30	OK	OK	5 000	6,5	88,0	OK	6,70	481,6	14,80	42,8	13,17	0,27
Méthode de Bresse modifié				89,3	76,6	0,30	OK	OK		6,5	88,0	OK	6,70	481,6	14,80	42,8	13,17	0,27
Méthode de Munier				48,7	53,6	0,62	OK	OK		43,4	124,9	OK	4,70	482,2	30,25	95,2	34,65	0,59
Méthode de Bonnin				37,3	42,6	0,97	KO	KO		147,7	229,2	KO	3,70	480,1	47,69	216,9	121,55	1,36
Méthode de Bedjaoui				47,3	53,6	0,62	OK	OK		43,4	124,9	OK	4,70	482,2	30,25	95,2	34,65	0,59

Annexe 5 : données de détermination du débit au point de fonctionnement

Q [m <sup>3</sup> /h]	0	2	3	4	5	6	7	8
HMT [m]	105	102,5	100	97	92	85,1	75,7	63,7
Hrés [m]	81,50	82,57	83,91	85,79	88,20	91,14	94,63	98,65
Rendement (%)	0	43%	53%	60%	65%	68%	69%	69%

Les courbes de performances de la pompe SP7-17 sont illustrées ci-dessous



Annexe 6 : cadre de devis quantitatif et descriptif des travaux

N°	Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire	Prix total
<b>1</b>	<b>AMENEE, INSTALLATION ET REPLI</b>				
1.1	Amenée, installation du chantier y compris aménagement des endroits pour stockage des matériaux et du matériel, baraquements servant de bureau, repli du matériel et tous les frais généraux de l'entreprise.	FF	1	4 500 000 CFA	4 500 000 CFA
1.2	Elaboration des dossiers d'exécution et de recollement	FF	1	1 200 000 CFA	1 200 000 CFA
<b>Sous total 1</b>					<b>5 700 000 CFA</b>
<b>2</b>	<b>OUVRAGE DE CAPTAGE ET EQUIPEMENTS D'EXHAURE</b>				
2.1	Exécution de forage diamètre minimal 6", de débit 5 m <sup>3</sup> /h minimum y compris développement de forage, pompage d'essai (par palier, longue durée), analyse de l'eau (chimique et bactériologique) et toutes sujétions	u	4	7 000 000 CFA	28 000 000 CFA
2.2	Fourniture et pose d'un groupe électropompe de débit minimum 5 m <sup>3</sup> /h, HMT 87,97 m et puissance 3 kW y compris essais de marche et câble de sécurité en acier inoxydable et toutes sujétions. (GROUDFOS SP 8A-18)	u	4	4 500 000 CFA	18 000 000 CFA
2.3	Fourniture, pose et raccordement d'une colonne montante de type Foraduc (flexible) DN 50 (inoxydable).	ml	240	2 500 CFA	600 000 CFA
2.4	Regard de la tête de forage en cage selon plan joint.	ens	4	600 000 CFA	2 400 000 CFA
2.5	Fourniture, pose et raccordement d'équipements hydromécaniques (ventouse, coudes M/F, bride ronde fileté, compteur, clapet anti-retour, manomètre, pressostat, vanne, robinet de prise d'échantillon ...) dans la tête de forage y compris butée et support.	ens	4	400 000 CFA	1 600 000 CFA
<b>Sous total 2</b>					<b>50 600 000 CFA</b>
<b>3</b>	<b>SOURCE D'ENERGIE</b>				
3.1	ENERGIE SOLAIRE				

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

3.1.1	Fourniture, pose et essai des panneaux solaires mono cristallin de 250Wc 24 V y compris toutes suggestions de pose et de raccordements	u	108	31 100 CFA	3 360 000 CFA
3.1.2	Structure support triangulée en aluminium inclinée à 15°	u	96	1 000 CFA	96 000 CFA
3.1.3	Fourniture, pose, raccordement et essai d'un onduleur pour pompe Grundfos RSI 4000, Tension MPP mini recommandé 530 VDC , Tension MPP maxi recommandé 750 VCD, y compris toutes sujétions	u	4	100 000 CFA	400 000 CFA
3.1.4	Fourniture, pose et raccordement de Câble H07RN-F 3X6mm <sup>2</sup> pour le raccordement des panneaux solaires photovoltaïque	ml	200	1 500 CFA	300 000 CFA
3.1.5	Fourniture, pose et raccordement de Câble H07RN-F 3X10mm <sup>2</sup> pour le raccordement entre les panneaux solaires photovoltaïque et l'onduleur	ml	100	1 500 CFA	150 000 CFA
3.1.6	Fourniture, pose et raccordement d'un parafoudre DC 800V, y compris toute sujétion	u	4	75 000 CFA	300 000 CFA
3.1.7	Fourniture, pose et raccordement d'un coupe circuit CC pour la partie continu compris toute sujétion	u	4	30 000 CFA	120 000 CFA
3.1.8	Fourniture, pose et raccordement d'un coupe circuit CA pour la partie alternatif, y compris toute sujétion	ml	4	30 000 CFA	120 000 CFA
3.1.9	Fourniture, pose et raccordement d'une protection contre les surcharges Côté Continu (Disjoncteur DC), y compris toute sujétion	ml	4	30 000 CFA	120 000 CFA
3.1.10	Fourniture, pose et raccordement d'un coffret pouvant contenir l'onduleur et les équipements de protection électrique y compris toutes sujétions	u	4	100 000 CFA	400 000 CFA
<b>Sous total 3.1</b>					<b>5 366 000 CFA</b>
3.2	ENERGIE THERMIQUE				
3.2.1	Fourniture, pose et mise en service d'un groupe électrogène diesel insonorisé de puissance 7,5 KVA, 3 PH+N 230/400V 50HZ à démarrage électrique (avec possibilité de démarrage manuel - manivelle) y compris pièces de rechange et outillages spécifiques.	u	4	6 240 000 CFA	24 960 000 CFA

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

3.2.2	Fourniture, pose, raccordement d'une cuve journalière de 1000 litres équipée de pompe manuelle type JAPPY, y compris toutes sujétions	u	4	1 200 000 CFA	4 800 000 CFA
3.2.3	Fourniture et pose d'un bac à sable de 50 litres avec une pelle, y compris toutes sujétions	u	4	300 000 CFA	1 200 000 CFA
3.2.4	Fourniture, pose et raccordement d'un câble électrique U1000 R02V de 4x6 mm <sup>2</sup> sur chemin de câble pour l'alimentation de l'armoire électrique à partir du groupe électrogène, y compris toutes sujétions	ml	90	3 000 CFA	270 000 CFA
3.2.5	Fourniture, pose et raccordement d'un câble électrique U1000 R02V de 4x16 mm <sup>2</sup> 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	ml	600	4 000 CFA	2 400 000 CFA
3.2.6	Fourniture, pose et raccordement d'un câble électrique à immersion permanente de 5x2,5 mm <sup>2</sup> pour l'alimentation de l'électropompe à partir de la boîte de raccordement dans l'abri tête de forage, y compris toutes sujétions	ml	375	6 500 CFA	2 437 500 CFA
3.2.7	Fourniture, pose et raccordement d'un câble électrique U1000 R02V de 3x1,5 mm <sup>2</sup> 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	375	3 000 CFA	1 125 000 CFA
3.2.8	Fourniture, pose et raccordement des câbles d'électrodes de niveau à immersion permanente de 2x6 mm <sup>2</sup> des électrodes dans le forage à la boîte de raccordement dans l'abri tête de forage, y compris toutes sujétions	ml	375	6 000 CFA	2 250 000 CFA
3.2.9	Fourniture et pose de boîte de raccordement étanche d'indice de protection minimale 55 équipée de bornier de raccordement.	u	4	150 000 CFA	600 000 CFA

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

3.2.1 0	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 mm <sup>2</sup> , y compris toutes sujétions	u	4	65 000 CFA	260 000 CFA
3.2.1 1	Fourniture, pose et raccordement de sonde de détection de niveau	u	4	400 000 CFA	1 600 000 CFA
3.2.1 2	Fourniture, pose et mise en service d'une armoire électrique d'automatisme, de protection et de contrôle conformément au descriptif.	u	4	1 850 000 CFA	7 400 000 CFA
3.2.1 3	Puits de terre équipé et mise à la terre des équipements électromécanique du forage, des masses métalliques et du neutre du groupe électrogène, y compris toutes sujétions.	u	4	400 000 CFA	1 600 000 CFA
3.2.1 4	Fourniture, pose et raccordement d'un pressostat double seuil pour l'asservissement de la surpression, y compris toutes sujétions	u	4	100 000 CFA	400 000 CFA
3.2.1 5	Génie civil du local du groupe électrogène y compris tous les équipements (électriques, etc.).	ens	4	900 000 CFA	3 600 000 CFA
<b>Sous total 3.2</b>					<b>54 902 500 CFA</b>
<b>Sous total 3</b>					<b>60 268 500 CFA</b>
4	RESERVOIR: Fourniture et pose du château métallique y compris l'ensemble des canalisations d'alimentation, de distribution, de vidange, trop plein etc., l'ensemble des pièces de raccordement selon le plan joint (té, coude et toutes sujétions); béton armé dosé à 350 kg/m <sup>3</sup> pour semelle; clôture grillagée fermant à clé et toutes les investigations géotechniques et notes de calculs de ferrailage				
4.1	Château d'eau métallique de 75 m <sup>3</sup> de hauteur sous cuve de 10 m.	u	1	40 000 000 CFA	40 000 000 CFA
4.2	Fourniture, pose et réglage d'un contrôleur de niveau, type robinet flotteur au droit du château d'eau.	u	1	100 000 CFA	100 000 CFA
4.3	Clôture grillagée de 2 m de haut, de 10 m x 10 m avec une porte grillagée fermant à clé, selon plan joint.	ml	40	5 000 CFA	200 000 CFA
<b>Sous total 4</b>					<b>40 300 000 CFA</b>

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

5	CONDUITES: Fourniture et pose de la conduite y compris fouille pour tout type de terrain, fourniture et pose de lit de sable, grillage avertisseur bleu, remblai, pièces spéciales (pièces de raccordement et de changement de direction), mise en place de bornes de repérage (tous les 25m) de la conduite, butée et toutes sujétions				
5.1	conduite PVC DE 90 PN 16 (refoulement)	ml	525 0	10 000 CFA	52 500 000 CFA
5.2	conduite PVC DE 110 PN 10 (distribution)	ml	180	9 500 CFA	1 710 000 CFA
5.3	conduite PVC DE 90 PN 10 (distribution)	ml	112 8	8 000 CFA	9 024 000 CFA
5.4	conduite PVC DE 75 PN 10 (distribution)	ml	109 8	7 000 CFA	7 686 000 CFA
5.5	conduite PVC DE 63 PN 10 (distribution)	ml	144 6	6 000 CFA	8 676 000 CFA
5.6	conduite PVC DE 50 PN 10 (distribution)	ml	342	6 000 CFA	2 052 000 CFA
5.7	conduite Galva DN 90, 100 ou 120 servant de fourreau, traversée de route, de buse, de dalot, de ravinement et remise en état y compris toutes sujétions.	ml	20	200 000 CFA	4 000 000 CFA
<b>Sous total 5</b>					<b>85 648 000 CFA</b>
6	ROBINETTERIE				
	Sectionnement				
6.1	Fourniture et pose de robinets vannes y compris bouche à clé, exécution du tabernacle avec tube allonge, clé à béquille et tous les raccords nécessaires				
6.1.1	Robinet vanne DN 100	u	2	85 000 CFA	170 000 CFA
6.1.2	Robinet vanne DN 80	u	1	80 000 CFA	80 000 CFA
6.1.3	Robinet vanne DN 50	u	2	84 500 CFA	169 000 CFA
<b>Sous total 6.1</b>					<b>419 000 CFA</b>
6.2	Protection				
	Fourniture et pose de ventouses et vidanges y compris accessoires (raccords,...) et exécution des regards				
6.2.1	Ventouse	u	1	400 000 CFA	400 000 CFA
6.2.2	Vidange	u	10	50 000 CFA	500 000 CFA
<b>Sous total 6.2</b>					<b>900 000 CFA</b>
<b>Sous total 6</b>					<b>1 319 000 CFA</b>
7	BOUCHONS: Fourniture et pose de bouchons y compris toutes les pièces de raccordement				
7.1	Bouchon PVC DE 50	u	10	25 000 CFA	250 000 CFA
<b>Sous total 7</b>					<b>250 000 CFA</b>
8	POINTS DE DESSERTE				

**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**

8.1	Borne fontaine à 3 robinets y compris l'ensemble de la tuyauterie, pièces de raccordements, compteur, vanne et robinetterie, massif en béton, puits perdu (cf. plan), prise en charge sur la conduite de distribution et toutes sujétions.	u	10	1 150 000 CFA	11 500 000 CFA
<b>Sous total 8</b>					<b>11 500 000 CFA</b>
9	ESSAIS ET AUTRES				
9.1	Epreuves de débit de conduites et essai général du réseau.	FF	1	8 000 000 CFA	8 000 000 CFA
9.2	Rinçage et désinfection du réseau.	FF	1	3 000 000 CFA	3 000 000 CFA
9.3	Génie civil du local bureau et magasin y compris latrine-douche et mur de clôture, tous les équipements et toutes sujétions conformément aux plans.	ens	1	20 000 000 CFA	20 000 000 CFA
<b>Sous total 9</b>					<b>31 000 000 CFA</b>
<b>Total HTVA</b>					<b>286 585 500 CFA</b>
<b>TVA</b>					<b>51 585 390 CFA</b>
<b>Total TTC</b>					<b>338 170 890 CFA</b>

Annexe 7 : Détermination du prix de l'eau

Année	Volume d'eau [m3/an]	Dépense annuelle de Gasoil [*103FCFA/An]	Dépense annuelle en chlore [*103FCFA/An]	salaire - rémunération/an [*103FCFA/An]	Maintenance	renouvellement / amortissement	Autres charges	Total
2020	26 515	7 010,10	580,20	2 160,00	200,00		50,00	10 000,30
2021	27 125	7 220,40	597,61	2 160,00	200,00		50,00	10 228,01
2022	27 752	7 437,02	615,53	2 160,00	200,00		50,00	10 462,55
2023	31 935	7 660,13	634,00	2 160,00	200,00		50,00	10 704,13
2024	32 666	7 889,93	653,02	2 160,00	200,00		50,00	10 952,95
2025	37 139	8 126,63	672,61	3 600,00	200,00		50,00	12 649,24
2026	37 990	8 370,43	692,79	3 600,00	200,00		50,00	12 913,22
2027	38 865	8 621,54	713,57	3 600,00	200,00	9 000,00	50,00	22 185,11
2028	43 731	8 880,18	734,98	3 600,00	200,00		50,00	13 465,16
2029	44 743	9 146,59	757,03	3 600,00	200,00		50,00	13 753,62
2030	49 931	9 420,99	779,74	3 600,00	200,00		50,00	14 050,73
2031	51 079	9 703,62	803,13	3 600,00	200,00		100,00	14 406,75
2032	52 251	9 994,73	827,23	3 600,00	200,00		100,00	14 721,95
2033	57 912	10 294,57	852,04	3 600,00	200,00		100,00	15 046,61
2034	59 245	10 603,41	877,60	3 600,00	200,00	9 000,00	100,00	24 381,01
2035	65 268	10 921,51	903,93	3 600,00	200,00	12 480,00	100,00	28 205,44
2036	66 769	11 249,15	931,05	3 600,00	400,00		100,00	16 280,20
2037	68 303	11 586,63	958,98	3 600,00	400,00		100,00	16 645,61
2038	74 864	11 934,23	987,75	3 600,00	400,00		100,00	17 021,98
2039	76 590	12 292,25	1 017,38	3 600,00	400,00		100,00	17 409,64
2040	83 576	12 661,02	1 047,91	3 600,00	400,00		100,00	17 808,93
<b>Total</b>	<b>1 054 251</b>	<b>201 025,03</b>	<b>16 638,10</b>	<b>68 400,00</b>	<b>5 200,00</b>	<b>30 480,00</b>	<b>1 550,00</b>	<b>323 293,13</b>

Annexe 8 : Les pièces graphiques de la réalisation de l'AEPS de Bonzon

N°	Nom du Plan
1	Plan de masse du réseau
2	Carnet des Nœuds
3	Profils en long
4	Château d'eau métallique de 75 m <sup>3</sup>
5	Tête de forage
6	Bâtiment d'exploitation (Bureau et magasin)
7	Local groupe électrogène
8	Latrine douche
9	Regard de vanne, de ventouse et de vidange
10	Détails clôtures
11	Borne Fontaine

Illustration 1: Plan de masse du réseau

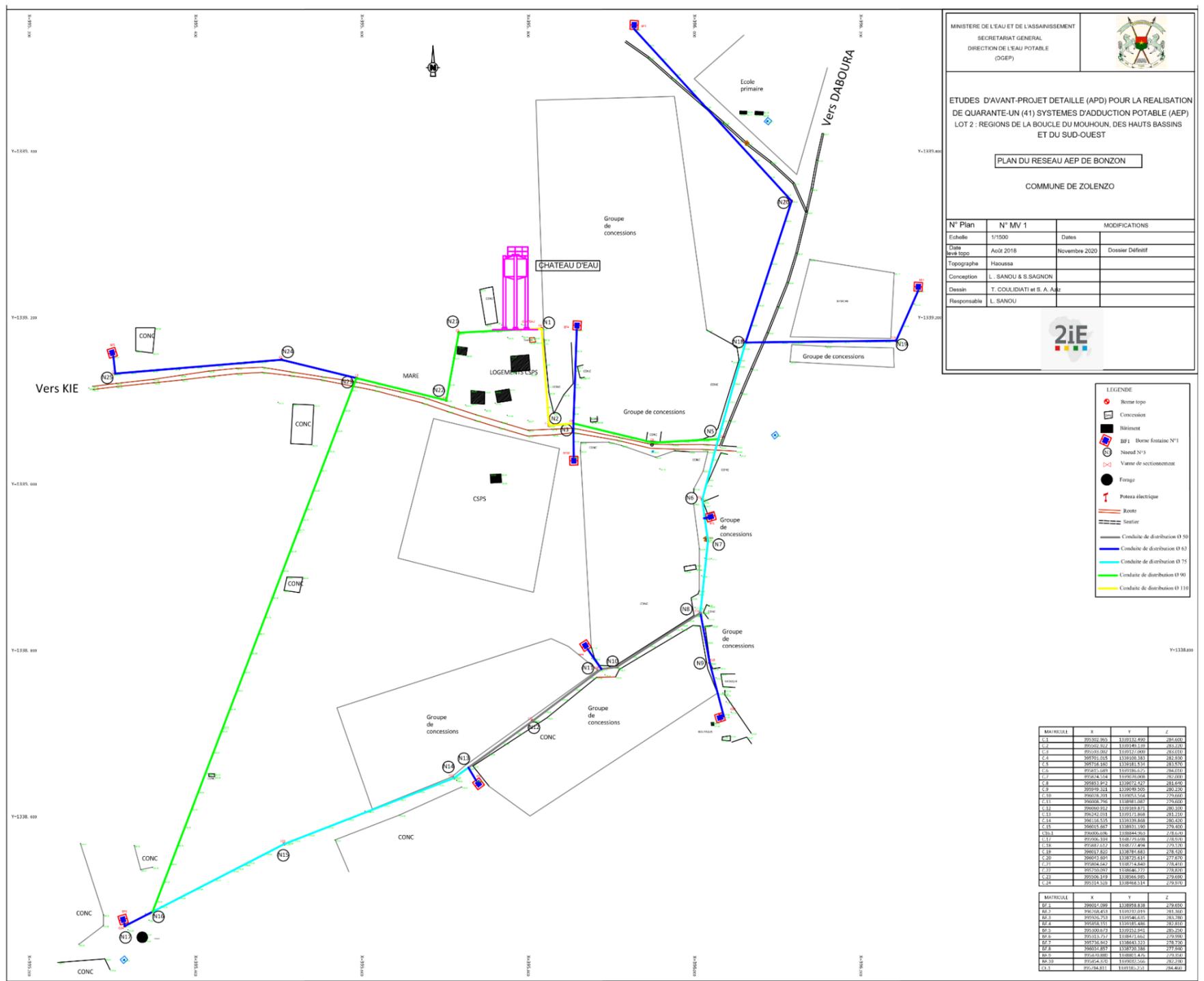


Illustration 2: Carnet des Noeuds

BURKINA FASO	DIRECTION GENERALE DE L'EAU POTABLE		Etudes d'Avant-Projet Détaillé (APD) pour la réalisation de quarante-et-un (41) systèmes d'adduction d'eau potable (AEP) dans la Région de Hauts-Bassins et de Sud-Ouest Basins et de Sud-Ouest	Date : Novembre 2020	BURKINA FASO	DIRECTION GENERALE DE L'EAU POTABLE		Etudes d'Avant-Projet Détaillé (APD) pour la réalisation de quarante-et-un (41) systèmes d'adduction d'eau potable (AEP) dans la Région de Hauts-Bassins et de Sud-Ouest	Date : Novembre 2020	BURKINA FASO	DIRECTION GENERALE DE L'EAU POTABLE		Etudes d'Avant-Projet Détaillé (APD) pour la réalisation de quarante-et-un (41) systèmes d'adduction d'eau potable (AEP) dans la Région de Hauts-Bassins et de Sud-Ouest	Date : Novembre 2020	
MINISTERE DE L'EAU ET DE L'ASSAINISSEMENT	(DGEP)			AVANT PROJET DETAILLE	VERSION DEFINITIVE	Plan N°B12-1			MINISTERE DE L'EAU ET DE L'ASSAINISSEMENT	(DGEP)	AVANT PROJET DETAILLE			VERSION DEFINITIVE	Plan N°B12-1
SECRETARIAT GENERAL		AEP BONZON		SECRETARIAT GENERAL		AEP BONZON		SECRETARIAT GENERAL		AEP BONZON		SECRETARIAT GENERAL		AEP BONZON	
BURKINA FASO	DIRECTION GENERALE DE L'EAU POTABLE		Etudes d'Avant-Projet Détaillé (APD) pour la réalisation de quarante-et-un (41) systèmes d'adduction d'eau potable (AEP) dans la Région de Hauts-Bassins et de Sud-Ouest	Date : Novembre 2020	BURKINA FASO	DIRECTION GENERALE DE L'EAU POTABLE		Etudes d'Avant-Projet Détaillé (APD) pour la réalisation de quarante-et-un (41) systèmes d'adduction d'eau potable (AEP) dans la Région de Hauts-Bassins et de Sud-Ouest	Date : Novembre 2020						
MINISTERE DE L'EAU ET DE L'ASSAINISSEMENT	(DGEP)			AVANT PROJET DETAILLE	VERSION DEFINITIVE	Plan N°B12-1			MINISTERE DE L'EAU ET DE L'ASSAINISSEMENT	(DGEP)	AVANT PROJET DETAILLE	VERSION DEFINITIVE	Plan N°B12-1		
SECRETARIAT GENERAL		AEP BONZON		SECRETARIAT GENERAL		AEP BONZON		SECRETARIAT GENERAL		AEP BONZON					

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

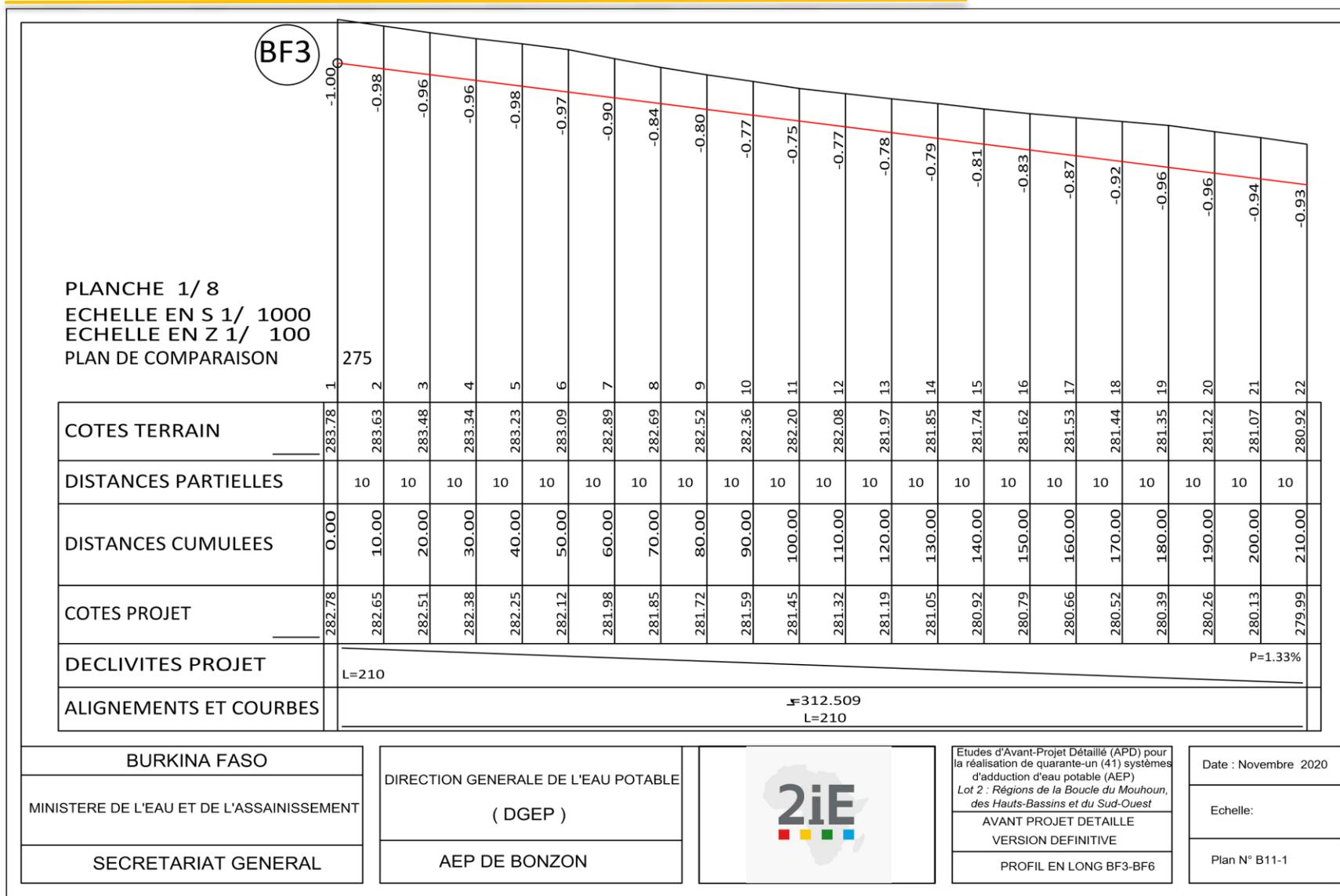


Illustration 3: Profil en long 1

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

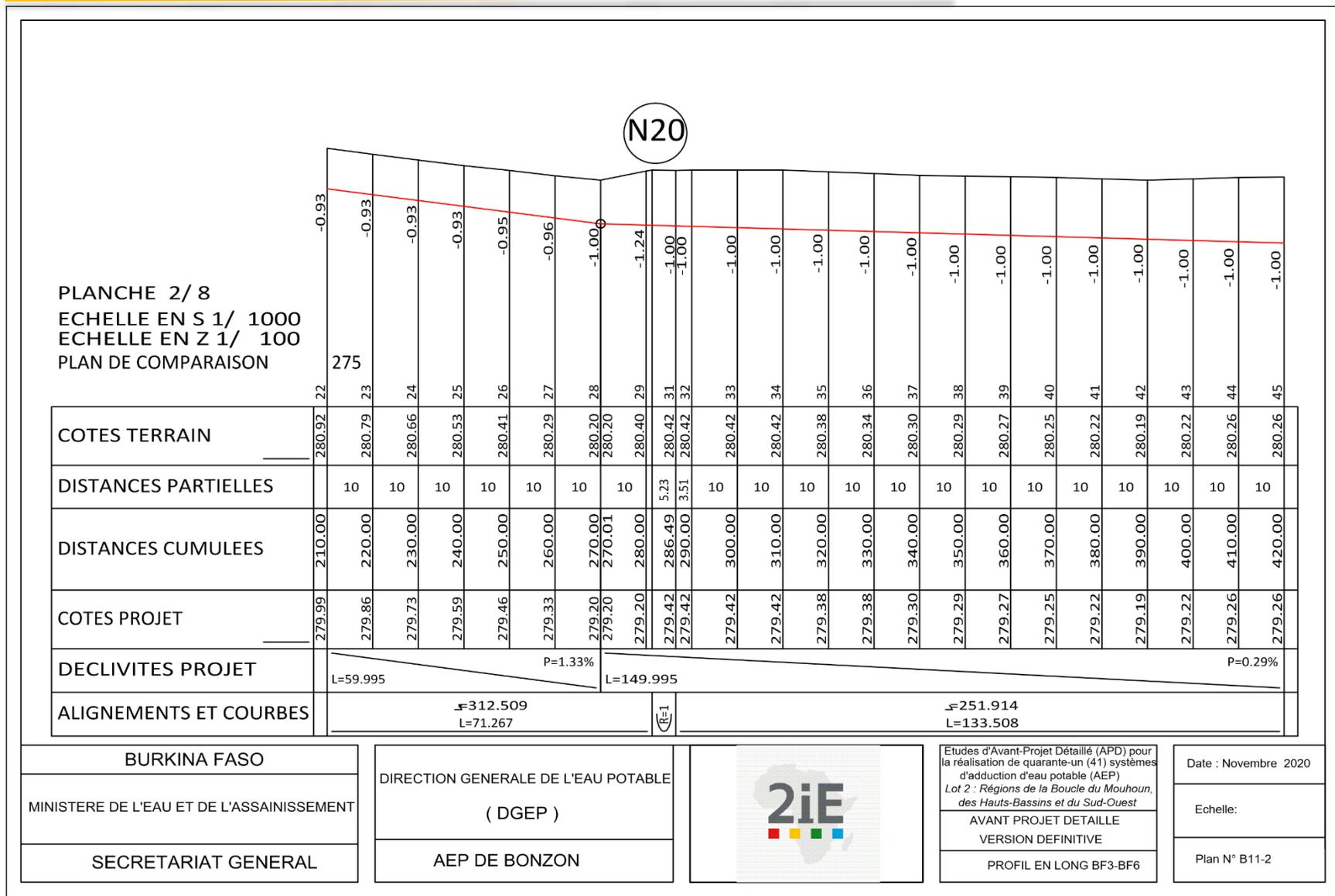


Figure 6 : Profil en long 2

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

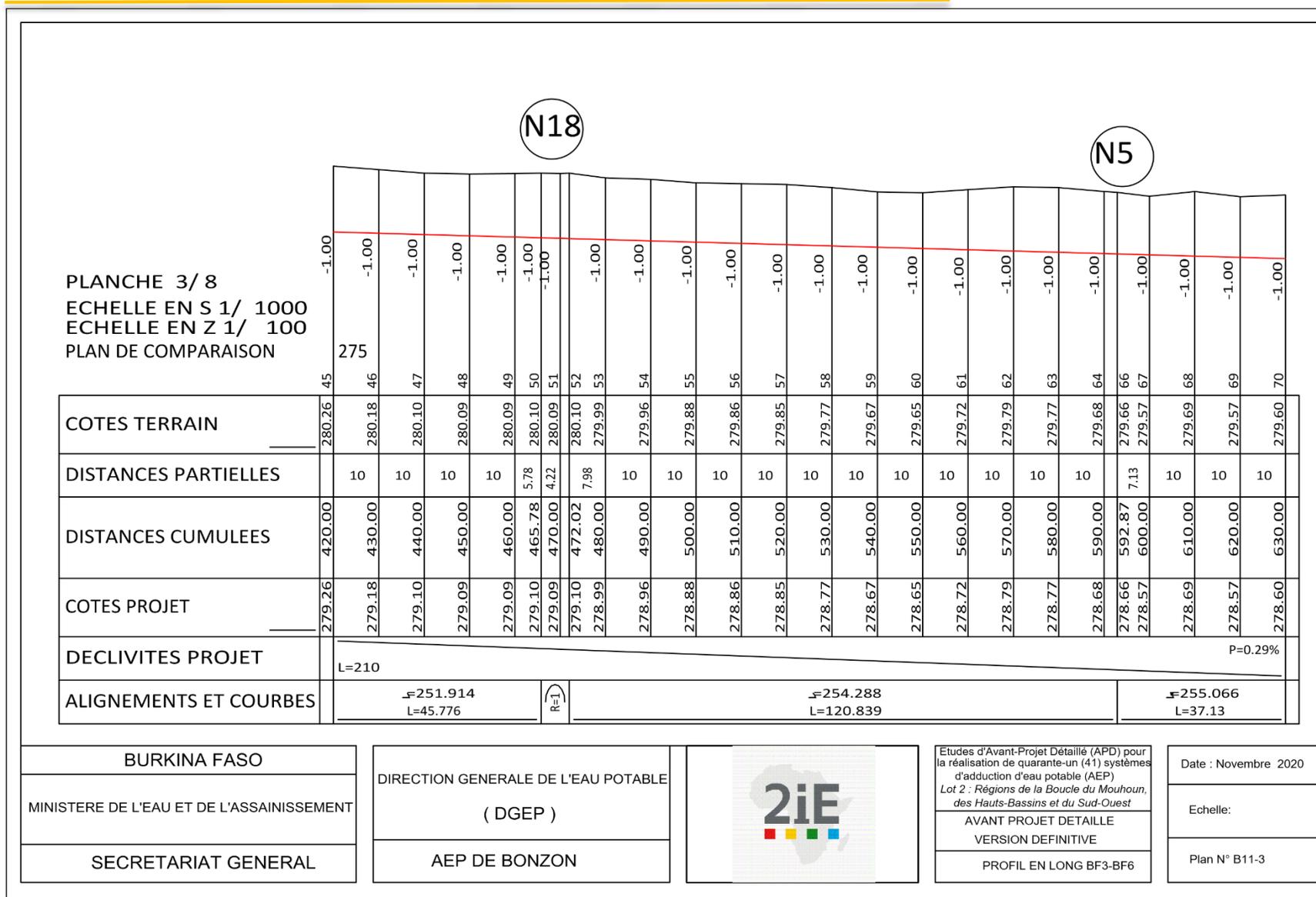


Figure 7 : Profil en long 3

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

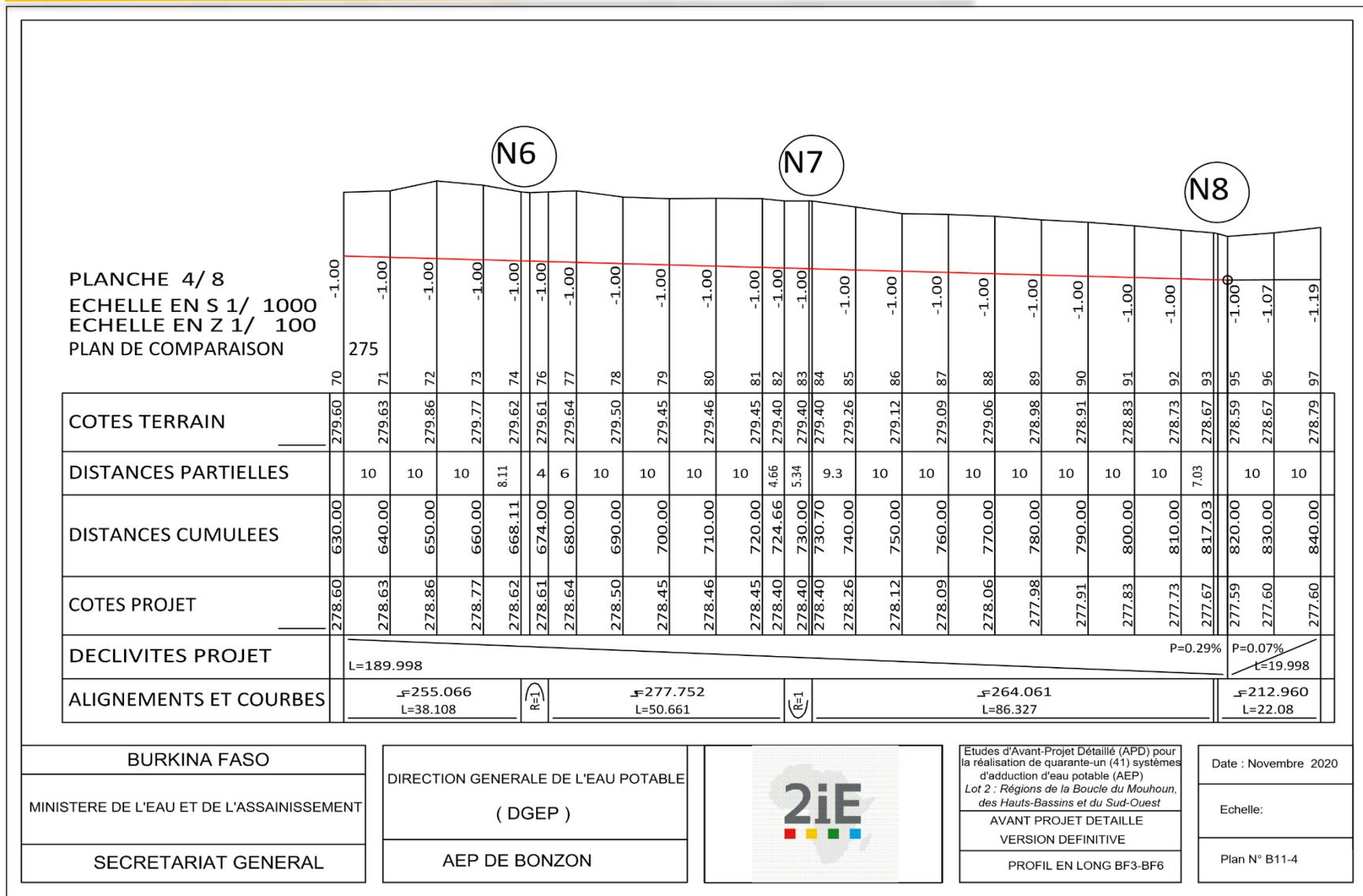


Figure 8 : Profil en long 4

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

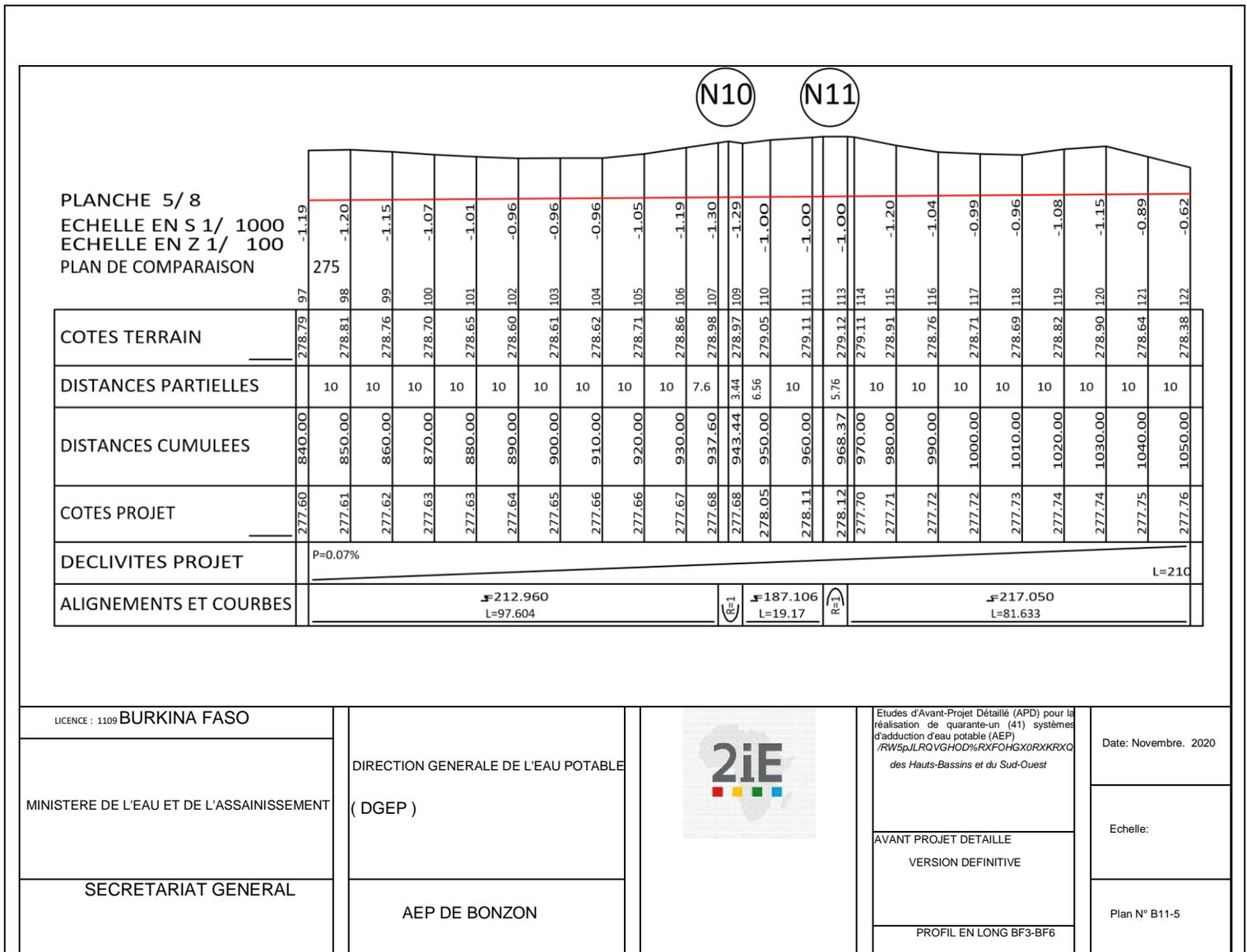


Figure 9 : Profil en long 5

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

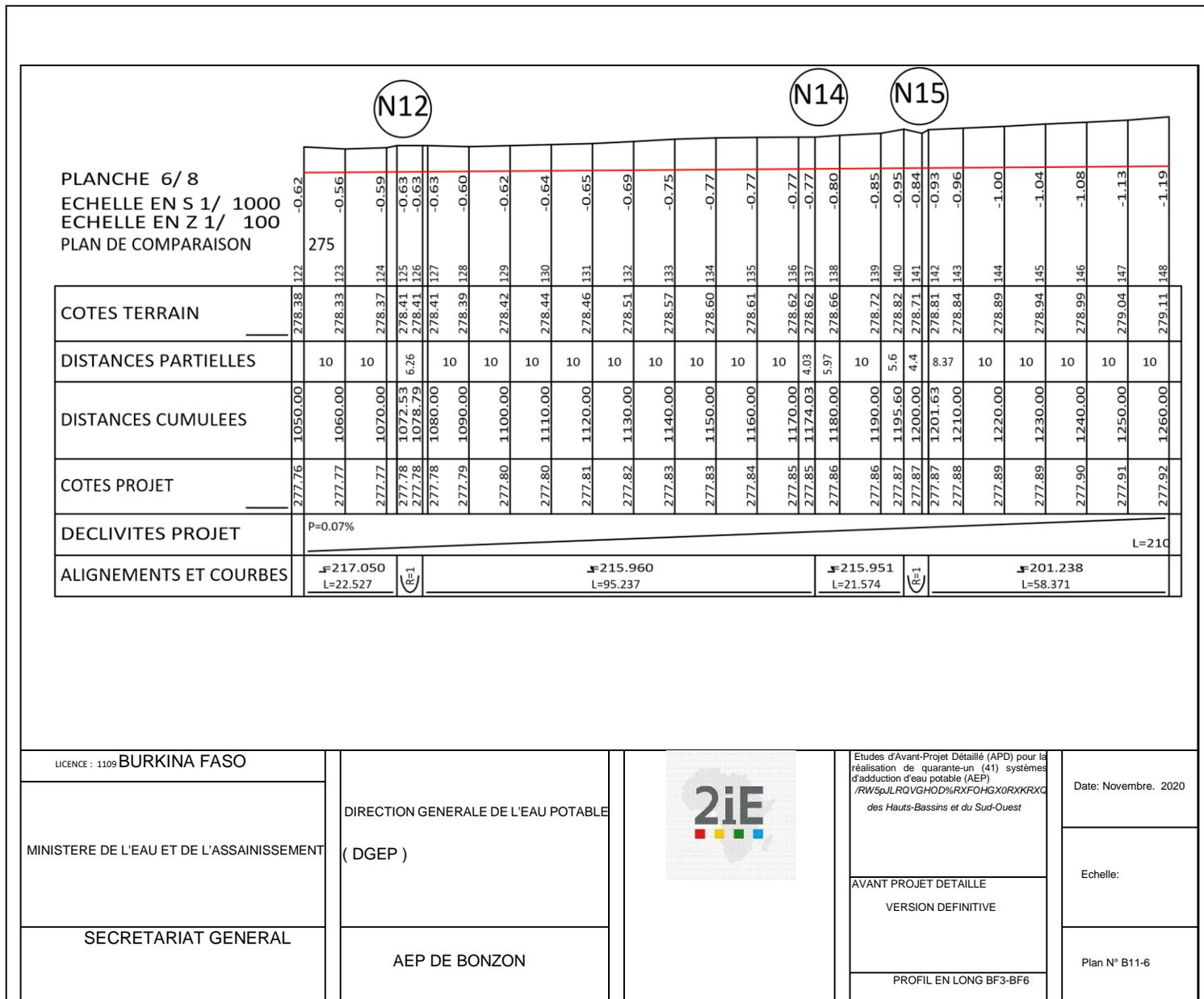


Figure 10 : Profil en long 6

LICENCE : 1109 BURKINA FASO

MINISTERE DE L'EAU ET DE L'ASSAINISSEMENT

SECRETARIAT GENERAL

DIRECTION GENERALE DE L'EAU POTABLE  
( DGEP )

AEP DE BONZON



Etudes d'Avant-Projet Détaillé (APD) pour la réalisation de quarante-un (41) systèmes d'adduction d'eau potable (AEP)  
/RWSpILRQVGHOD%RXFOHGXRKXKC  
des Hauts-Bassins et du Sud-Ouest

AVANT PROJET DETAILLE  
VERSION DEFINITIVE

PROFIL EN LONG BF3-BF6

Date: Novembre. 2020

Echelle:

Plan N° B11-6

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

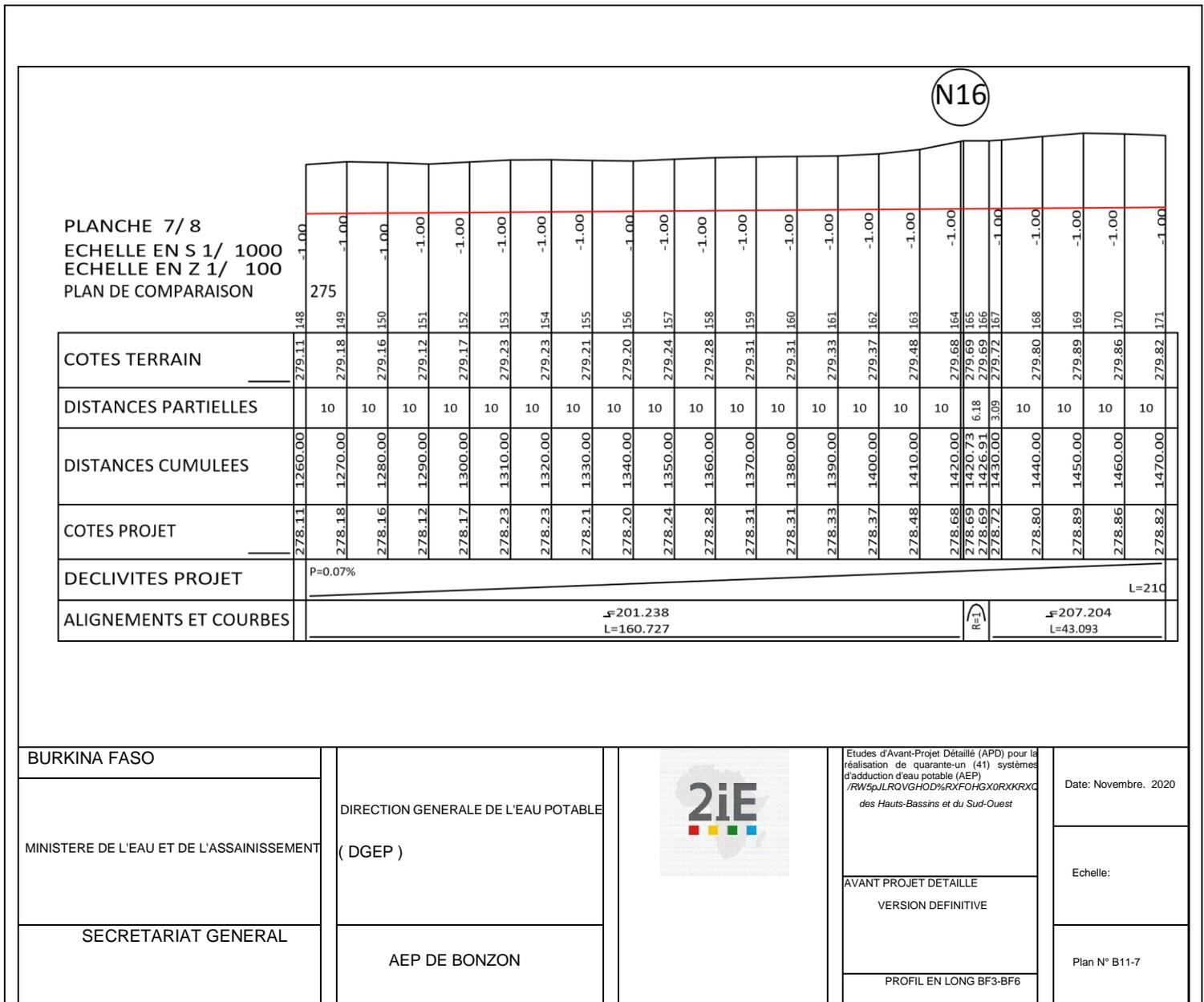
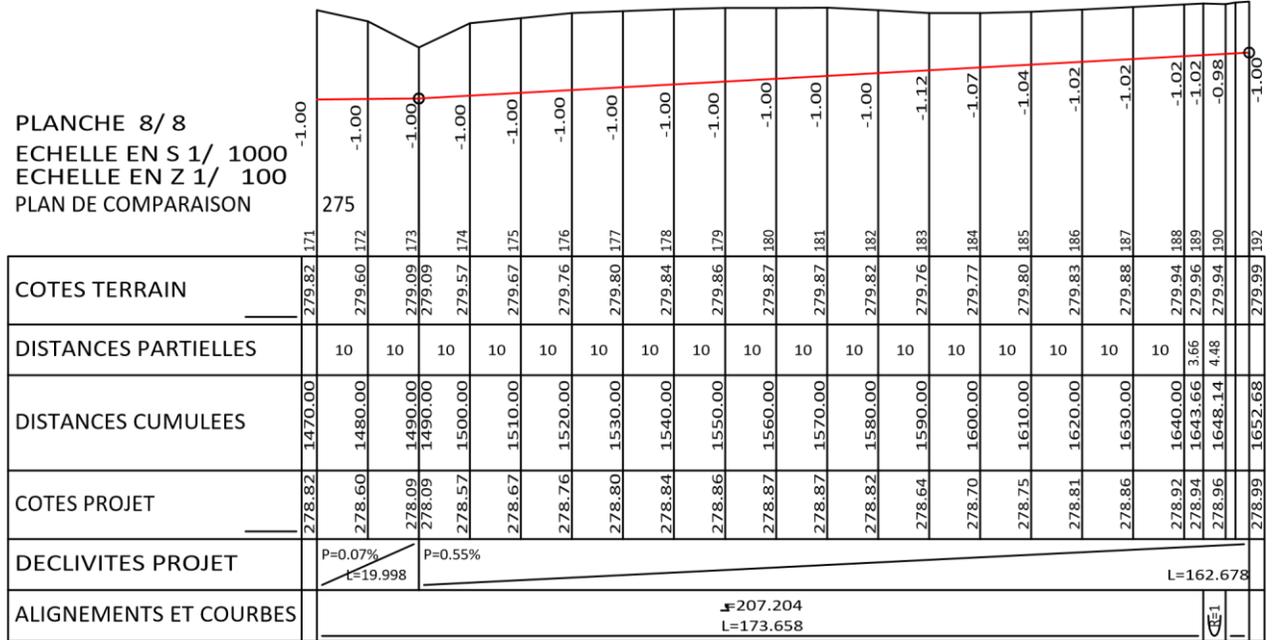


Figure 11: Profil en long 7

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

N17 BF6

PLANCHE 8/ 8  
 ECHELLE EN S 1/ 1000  
 ECHELLE EN Z 1/ 100  
 PLAN DE COMPARAISON



BURKINA FASO

MINISTERE DE L'EAU ET DE L'ASSAINISSEMENT

SECRETARIAT GENERAL

DIRECTION GENERALE DE L'EAU POTABLE  
 ( DGEP )

AEP DE BONZON



Etudes d'Avant-Projet Détaillé (APD) pour la réalisation de quarante-un (41) systèmes d'adduction d'eau potable (AEP) /RW5pJLROVGHOD%RXFOHGXRKRXC des Hauts-Bassins et du Sud-Ouest

AVANT PROJET DETAILLE  
 VERSION DEFINITIVE

PROFIL EN LONG BF3-BF6

Date: Novembre. 2020

Echelle:

Plan N° B11-8

Figure 12 : Profil en long 8

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

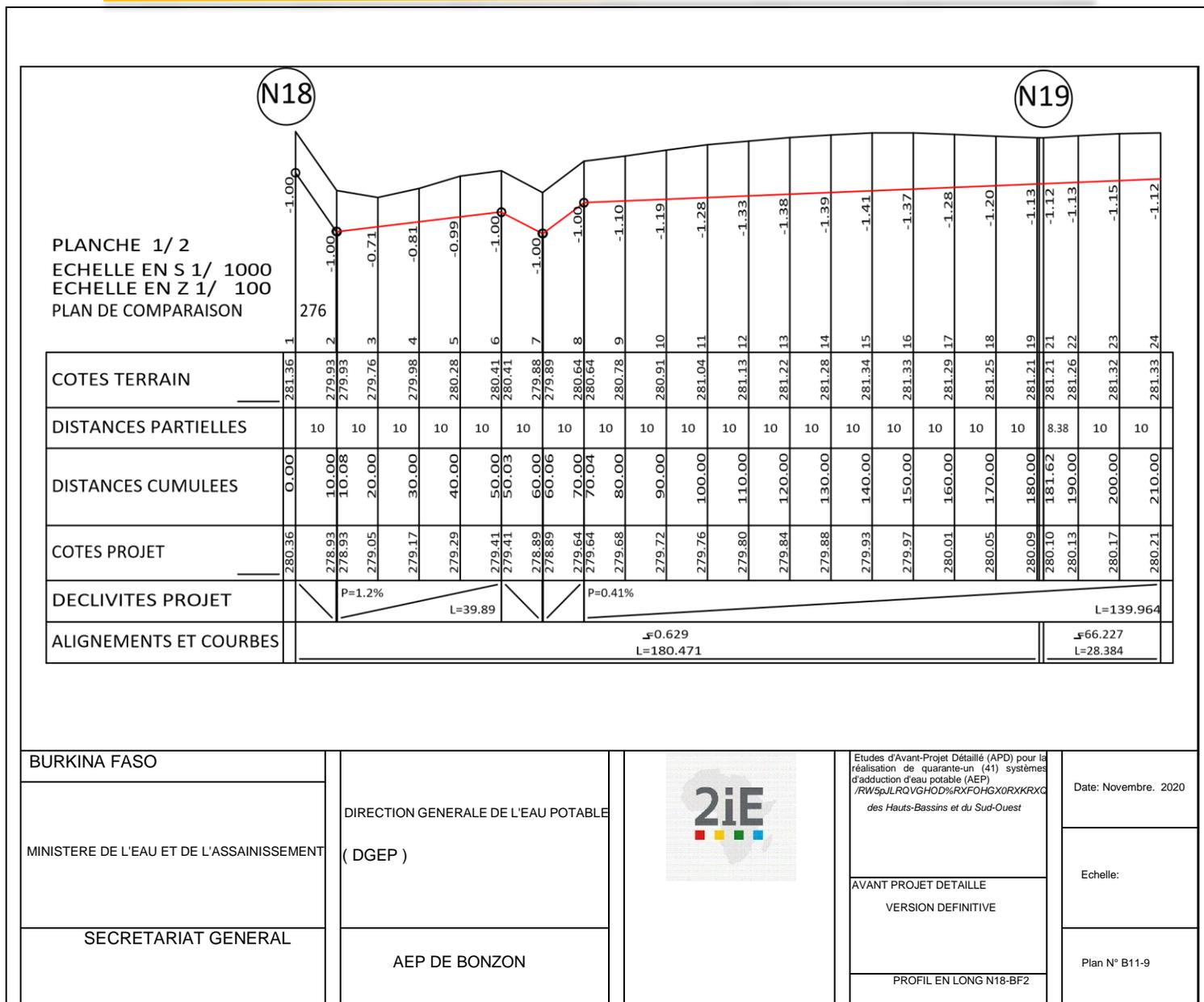


Figure 13 : Profil en long 9

BURKINA FASO	DIRECTION GENERALE DE L'EAU POTABLE ( DGEP )		Etudes d'Avant-Projet Détaillé (APD) pour la réalisation de quarante-un (41) systèmes d'adduction d'eau potable (AEP) /RWSpULRQVGHOD%RXFOHGXRORXKRXC des Hauts-Bassins et du Sud-Ouest	Date: Novembre. 2020
MINISTERE DE L'EAU ET DE L'ASSAINISSEMENT				Echelle:
SECRETARIAT GENERAL				Plan N° B11-9
		AVANT PROJET DETAILLE VERSION DEFINITIVE		
		PROFIL EN LONG N18-BF2		

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

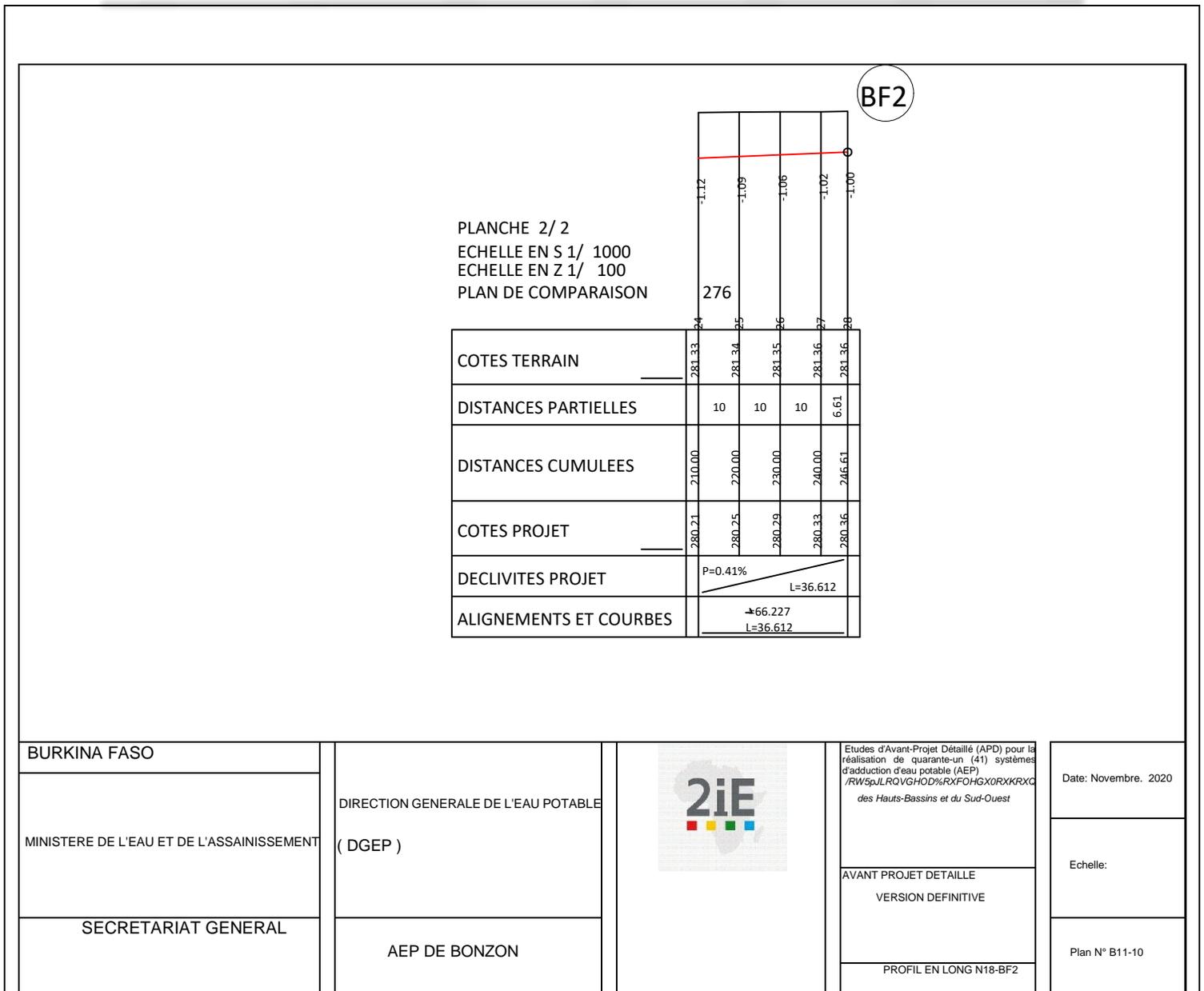


Figure 14: Profil en long 10

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

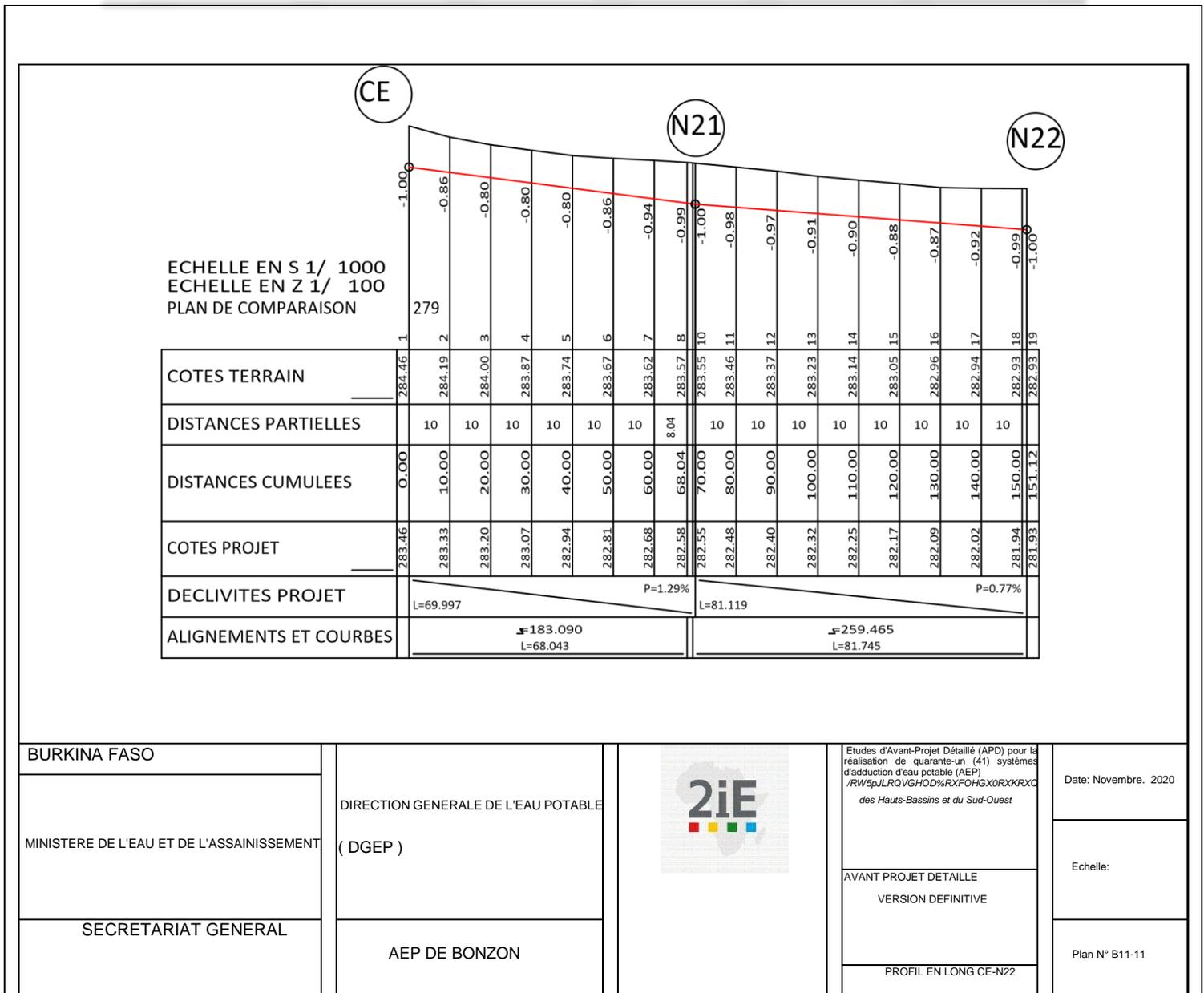


Figure 15 : Profil en long 11

BURKINA FASO

MINISTERE DE L'EAU ET DE L'ASSAINISSEMENT

SECRETARIAT GENERAL

DIRECTION GENERALE DE L'EAU POTABLE  
( DGEP )

AEP DE BONZON



Etudes d'Avant-Projet Détaillé (APD) pour la réalisation de quarante-un (41) systèmes d'adduction d'eau potable (AEP)  
/RWSpULRQVGHOD%RXFOHGXRORXKRXC  
des Hauts-Bassins et du Sud-Ouest

Date: Novembre. 2020

AVANT PROJET DETAILLE  
VERSION DEFINITIVE

Echelle:

PROFIL EN LONG CE-N22

Plan N° B11-11

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

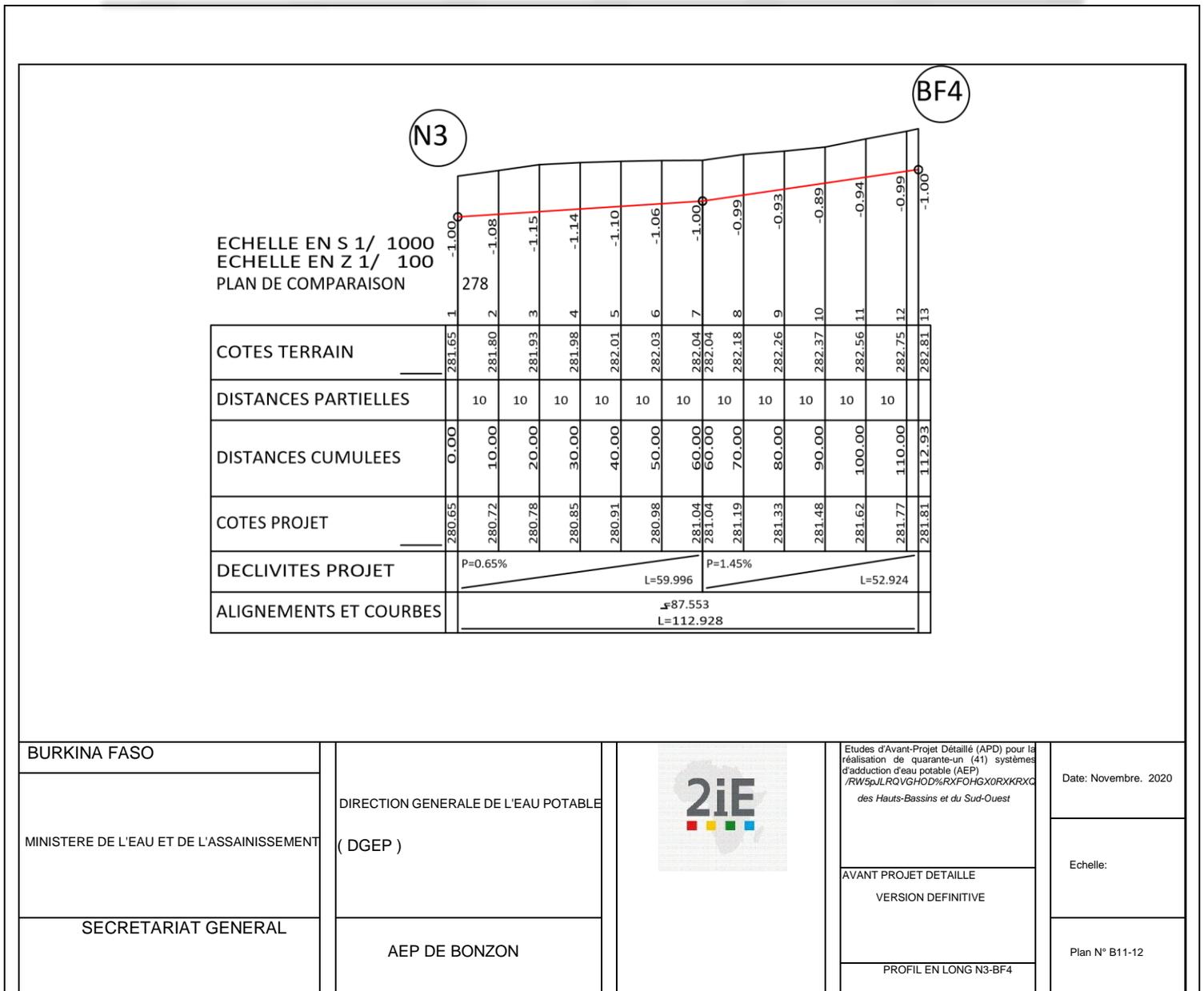


Figure 16 : Profil en long 12

BURKINA FASO

MINISTERE DE L'EAU ET DE L'ASSAINISSEMENT

SECRETARIAT GENERAL

DIRECTION GENERALE DE L'EAU POTABLE  
( DGEP )

AEP DE BONZON



Etudes d'Avant-Projet Détaillé (APD) pour la réalisation de quarante-un (41) systèmes d'adduction d'eau potable (AEP) /RWSpULRQVGHOD%RXFOHGX0RXKRXG des Hauts-Bassins et du Sud-Ouest

Date: Novembre. 2020

Echelle:

AVANT PROJET DETAILLE  
VERSION DEFINITIVE

Plan N° B11-12

PROFIL EN LONG N3-BF4

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

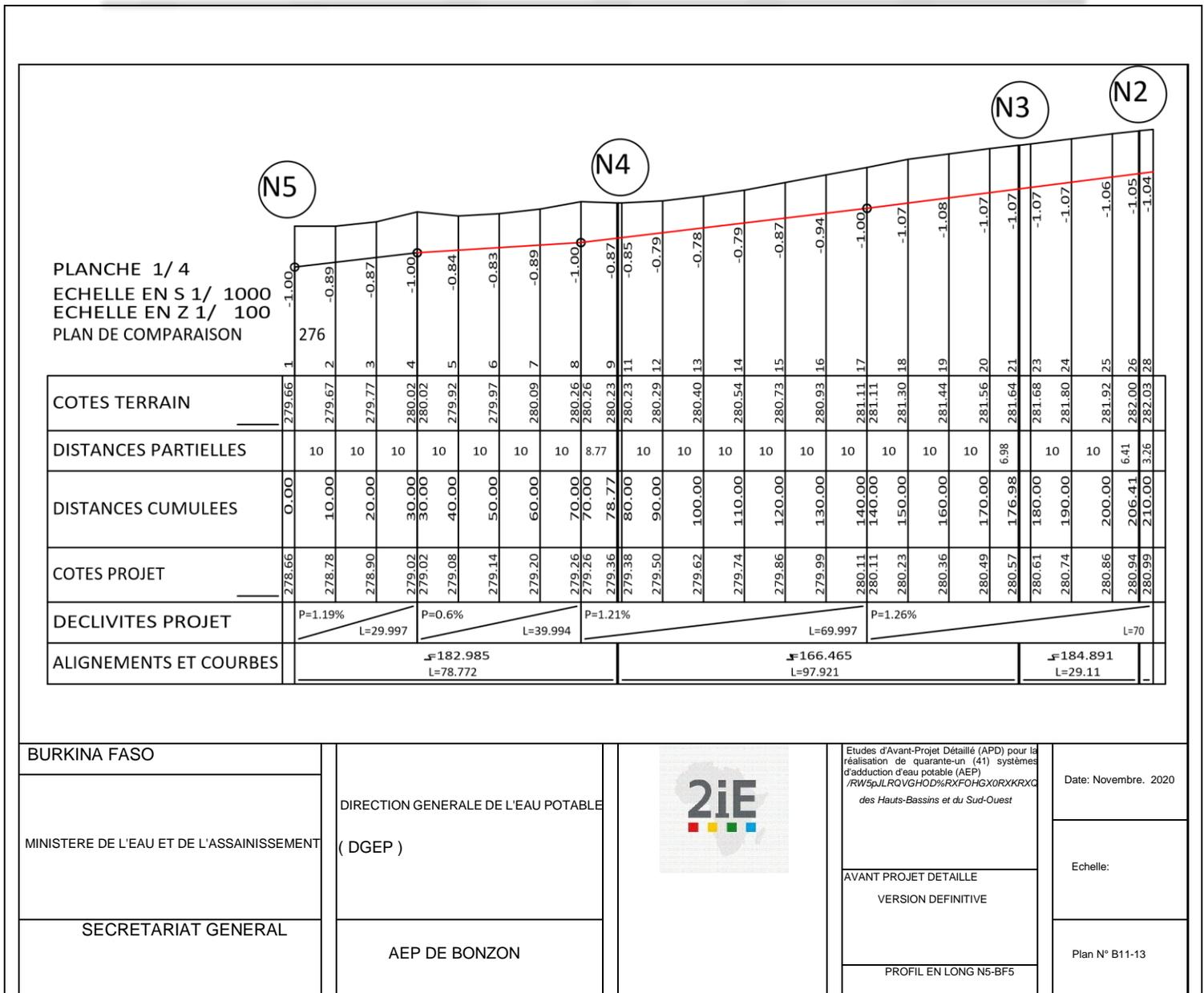


Figure 17 : 1

BURKINA FASO	DIRECTION GENERALE DE L'EAU POTABLE ( DGEP )		Etudes d'Avant-Projet Détaillé (APD) pour la réalisation de quarante-un (41) systèmes d'adduction d'eau potable (AEP) /RWSpULRQVGHOD%RXFOHGXRKRCX des Hauts-Bassins et du Sud-Ouest	Date: Novembre. 2020
MINISTERE DE L'EAU ET DE L'ASSAINISSEMENT				Echelle:
SECRETARIAT GENERAL				Plan N° B11-13
AEP DE BONZON		AVANT PROJET DETAILLE VERSION DEFINITIVE		
		PROFIL EN LONG N5-BF5		

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

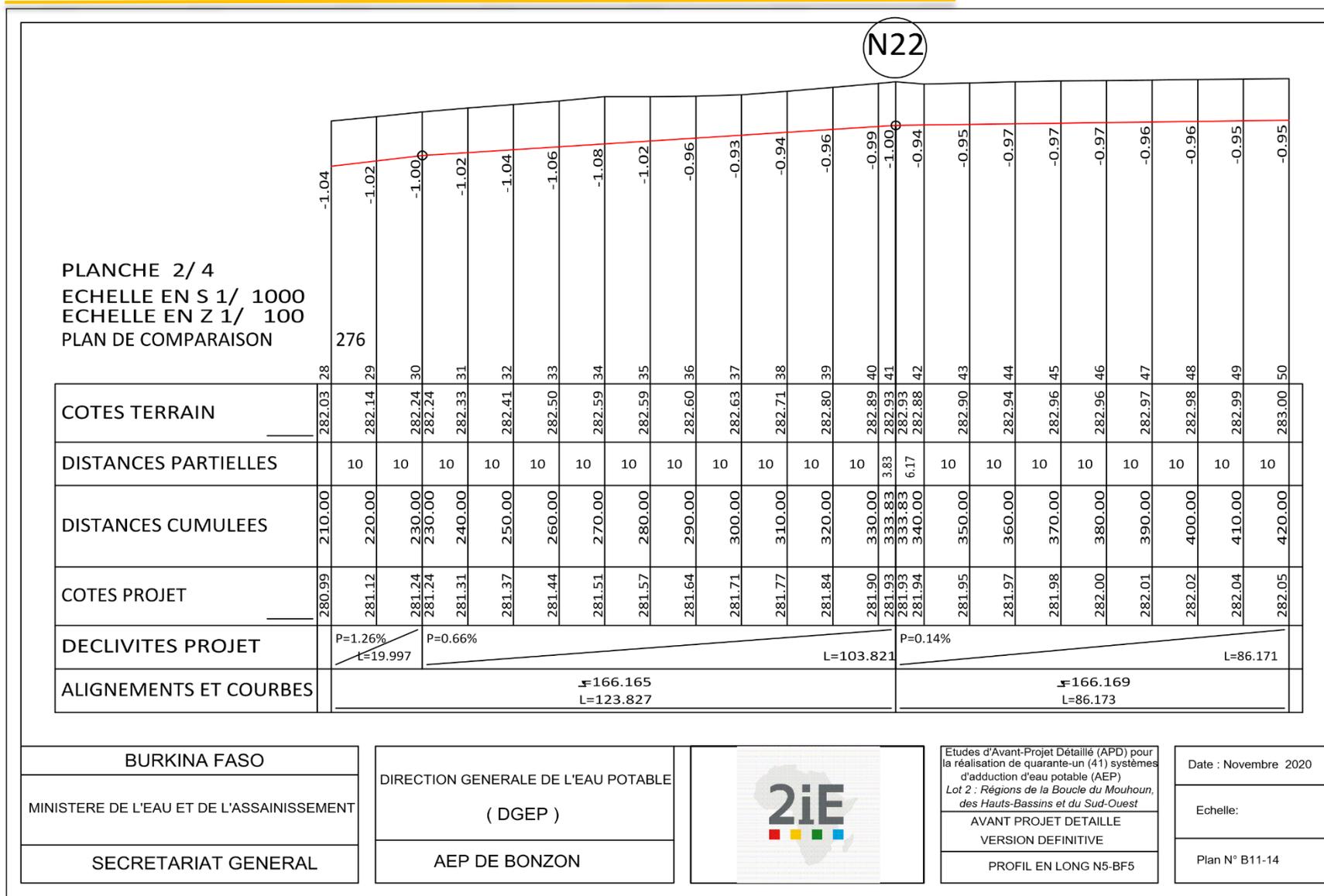


Figure 18 : Profil en long 14

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

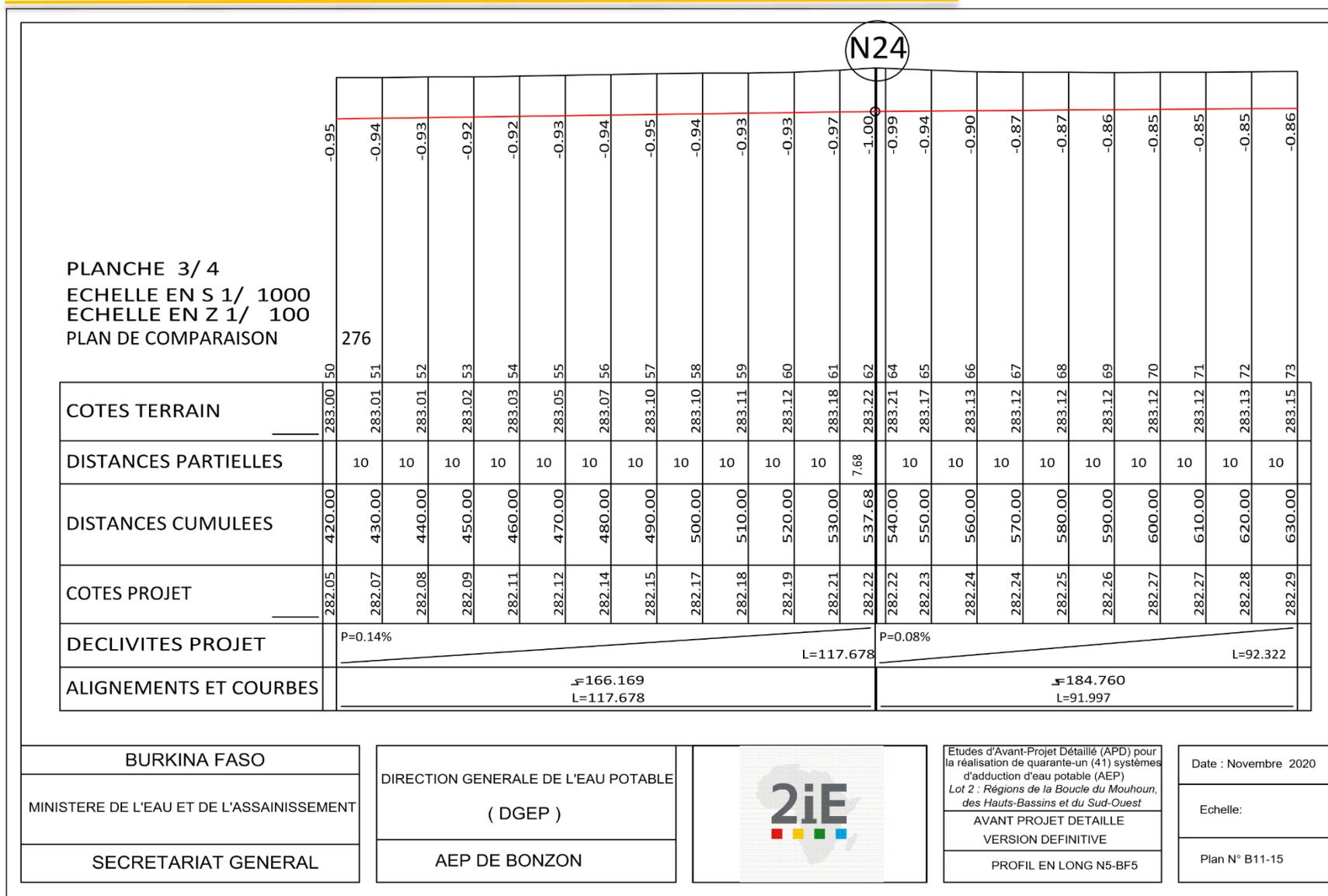


Figure 19 : Profil en long 15

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

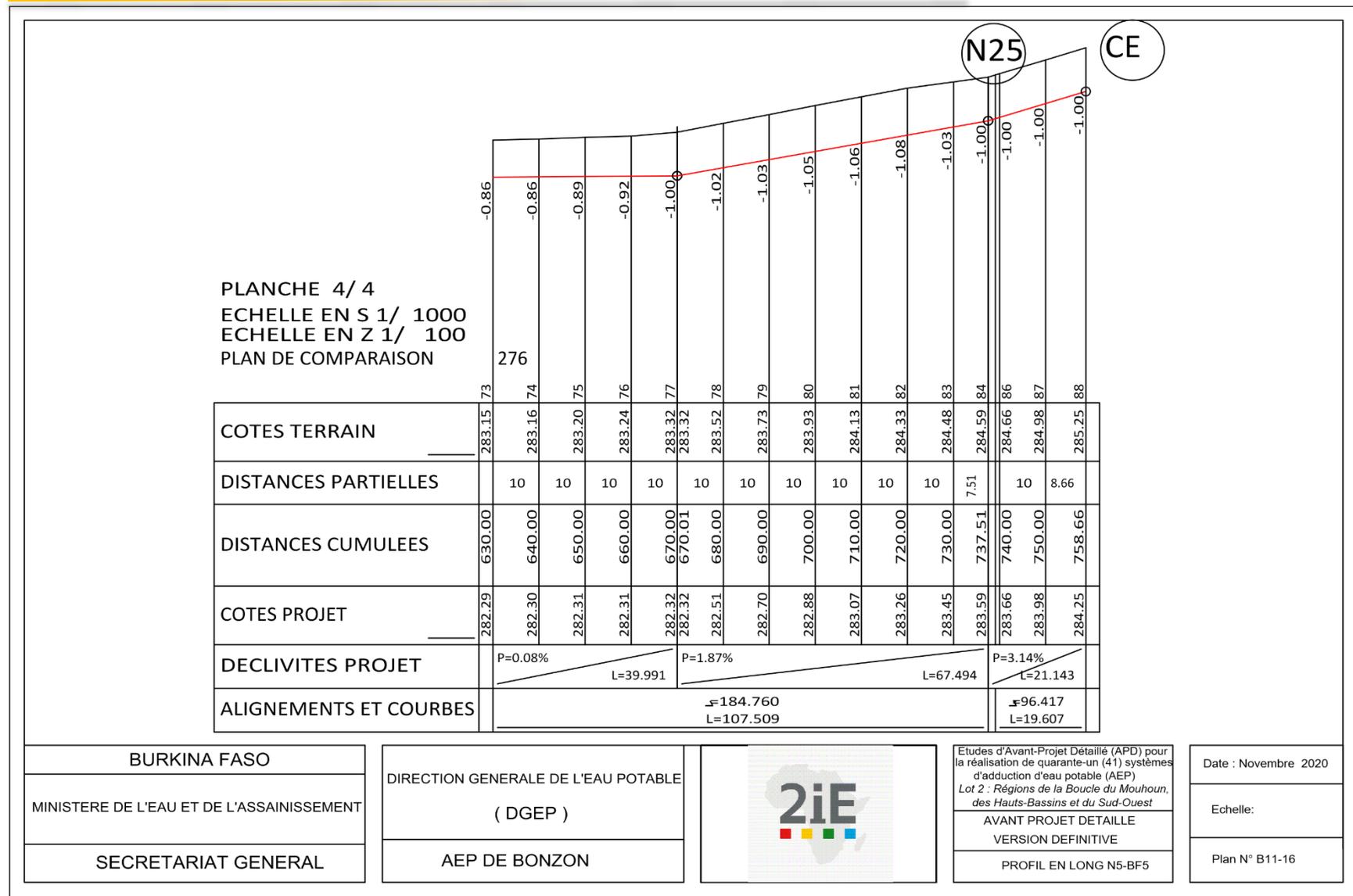


Figure 20 : Profil en long 16

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

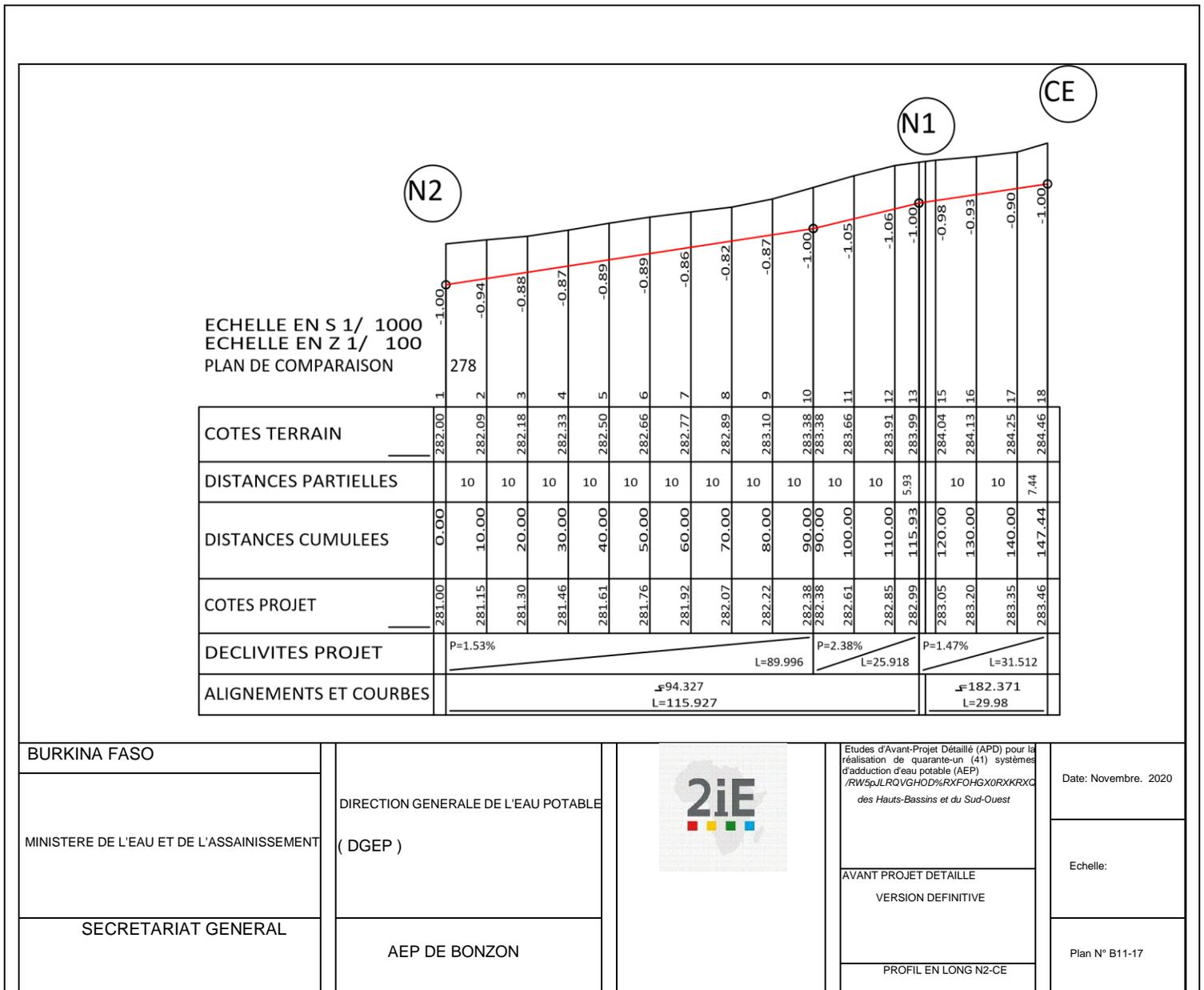


Figure 21 : Profil en long 17

BURKINA FASO

MINISTERE DE L'EAU ET DE L'ASSAINISSEMENT

SECRETARIAT GENERAL

DIRECTION GENERALE DE L'EAU POTABLE  
( DGEP )

AEP DE BONZON



Etudes d'Avant-Projet Détaillé (APD) pour la réalisation de quarante-un (41) systèmes d'adduction d'eau potable (AEP)  
/RWSpULROVGHOD%RXFOHGx0RXKRXG  
des Hauts-Bassins et du Sud-Ouest

Date: Novembre. 2020

Echelle:

AVANT PROJET DETAILLE  
VERSION DEFINITIVE

Plan N° B11-17

PROFIL EN LONG N2-CE

**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**

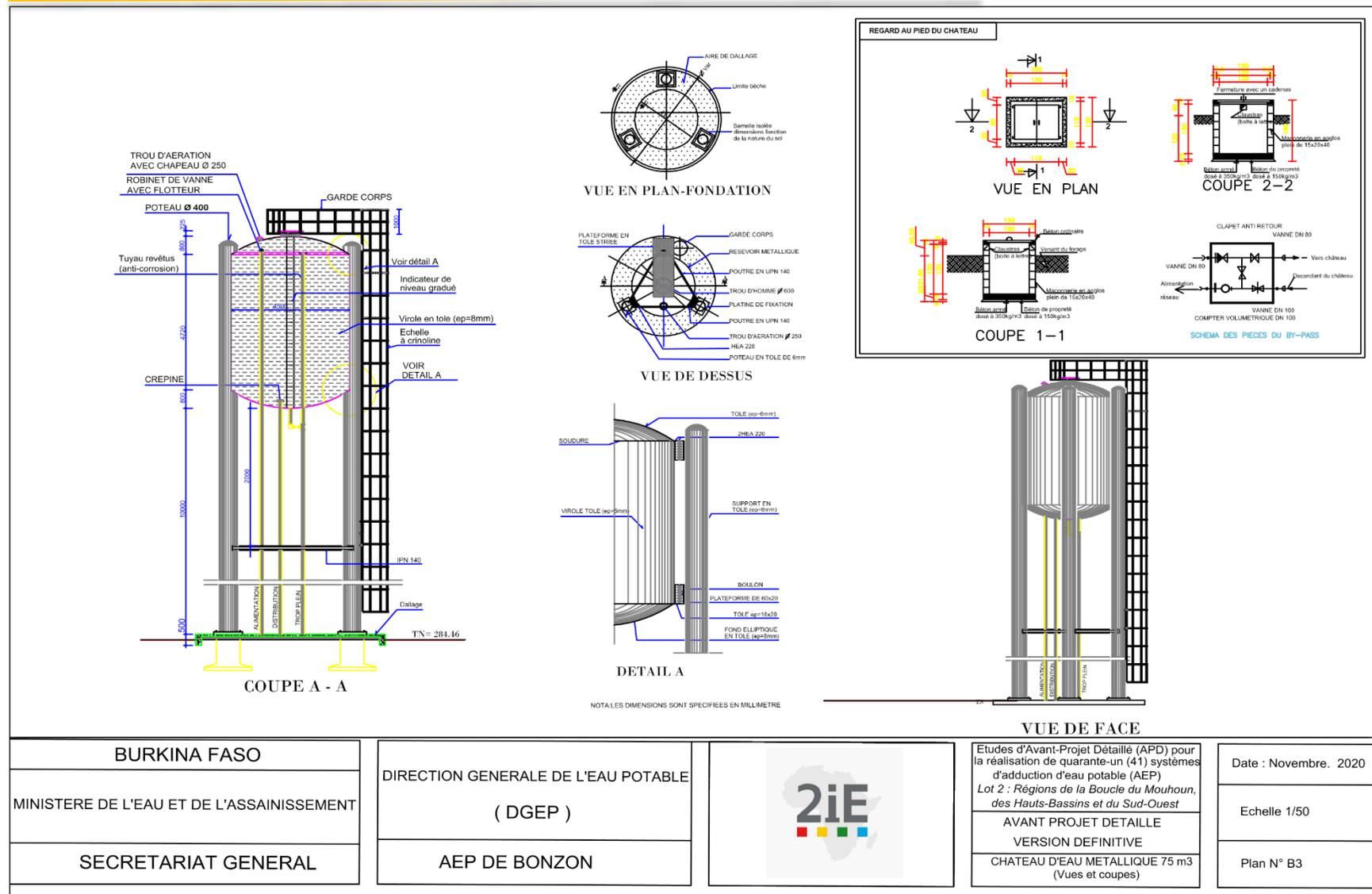


Figure 22 : Chateau d'eau métallique

**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**

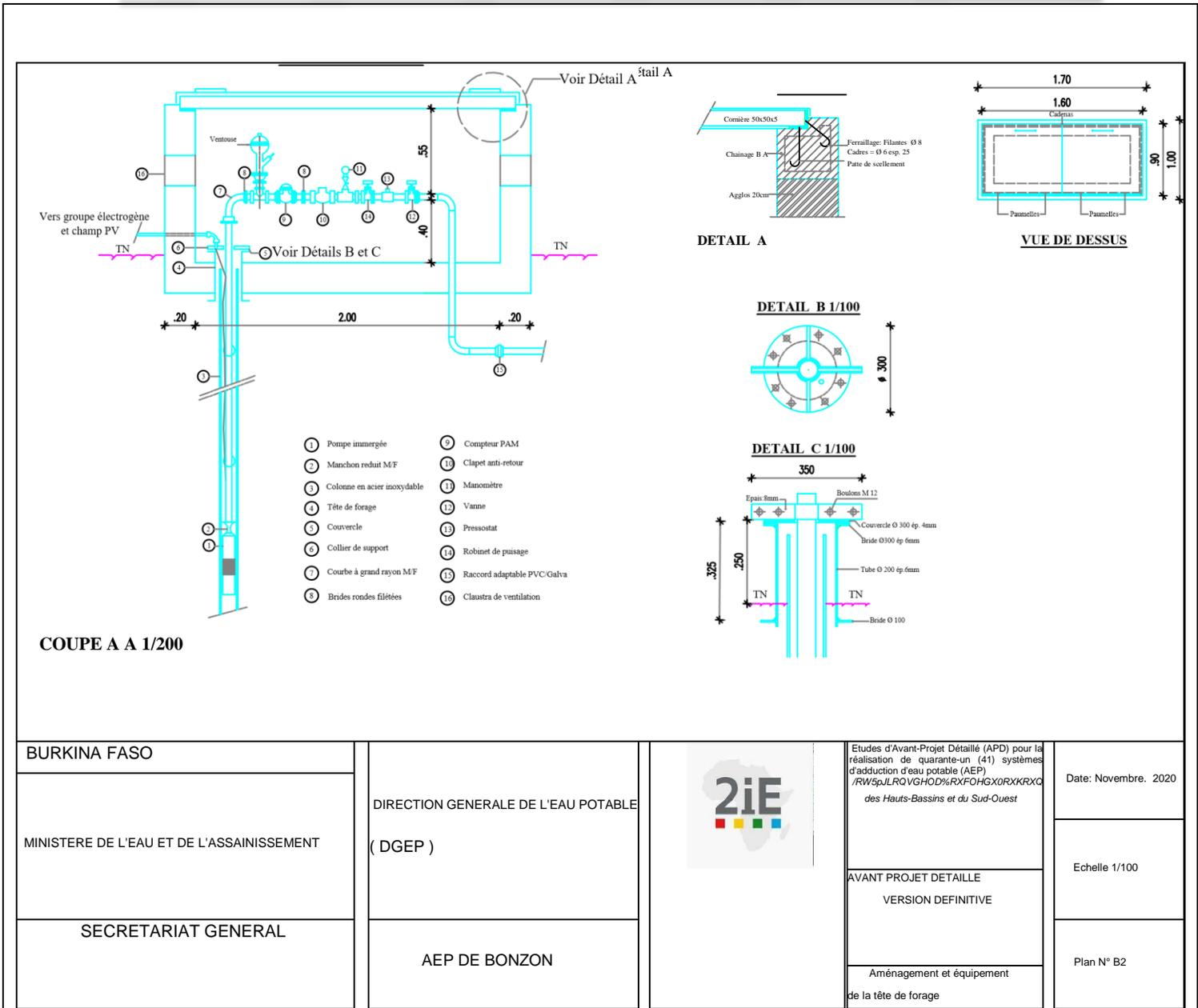


Figure 23 : Tête de forage

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

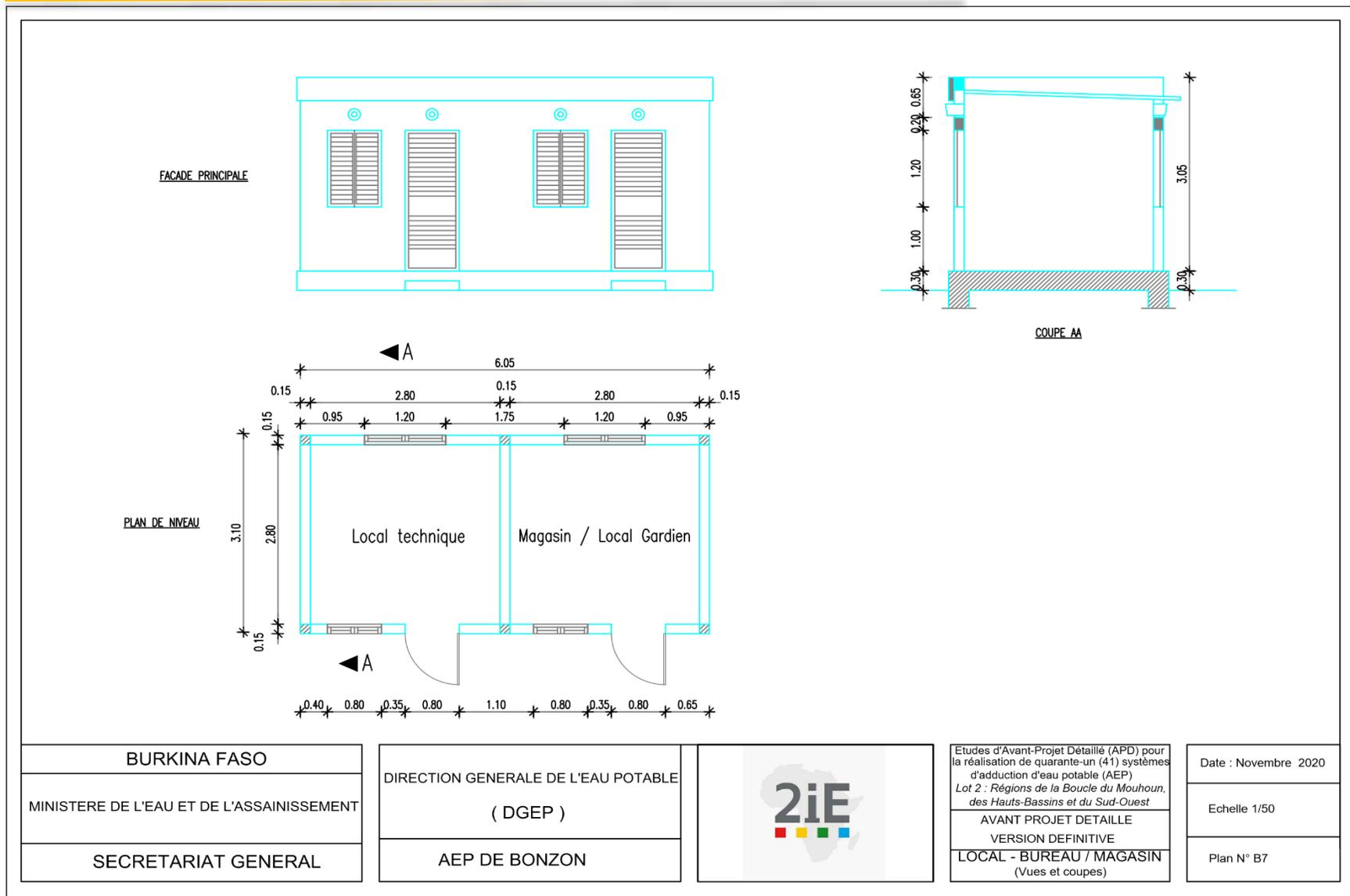


Figure 24: Bâtiment d'exploitation

**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**

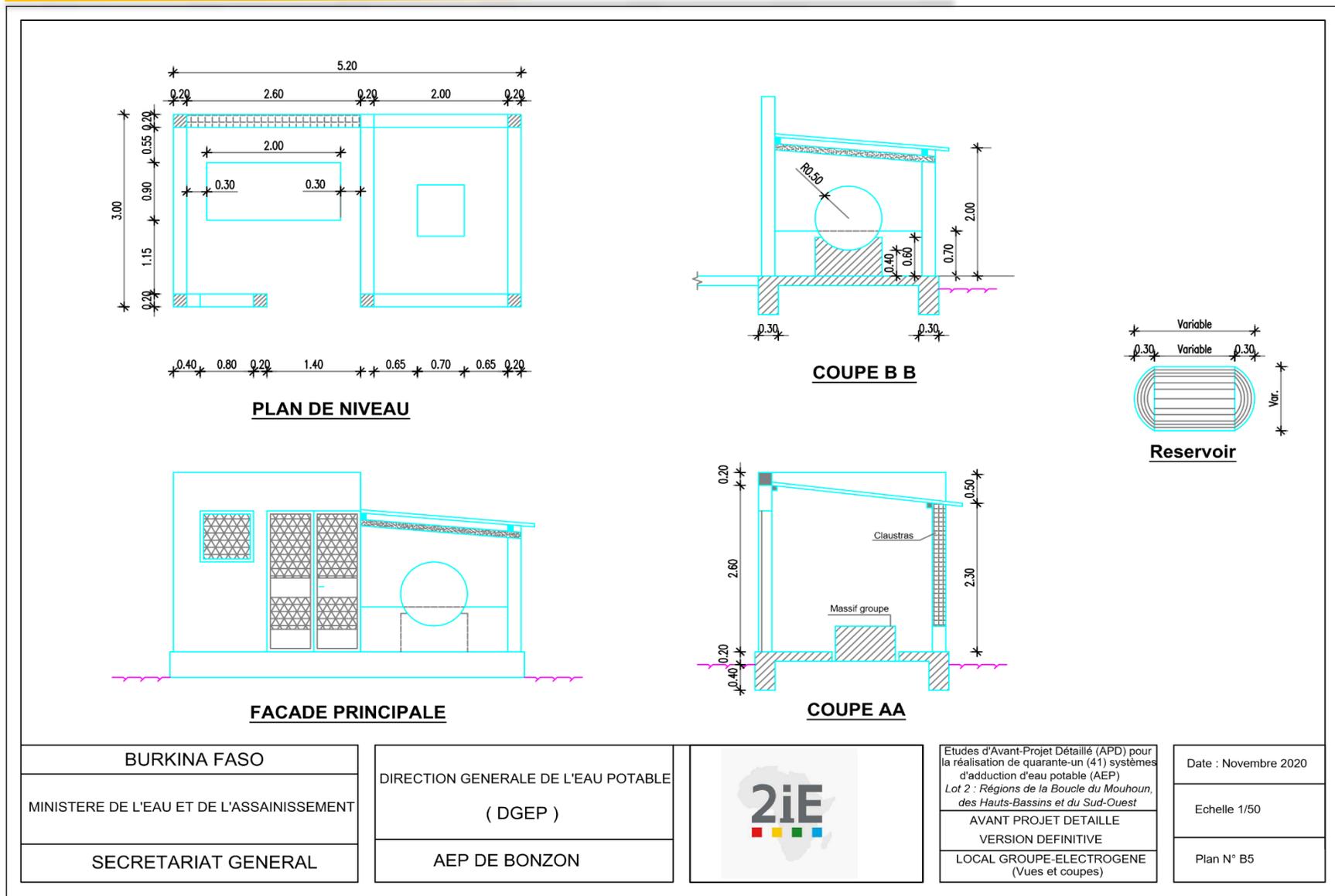


Figure 25 : Local groupe

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

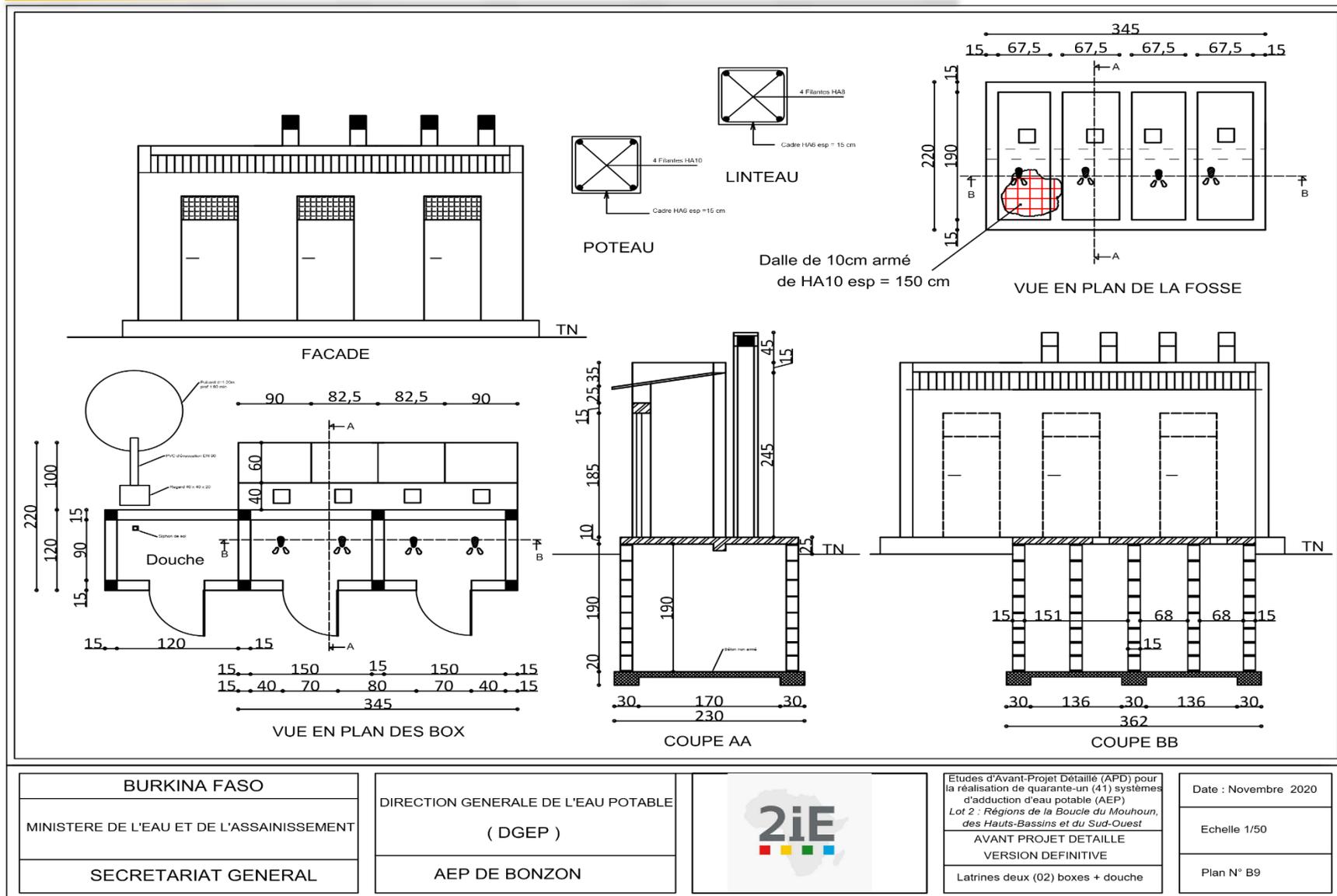


Figure 26 : Latrine - douche

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

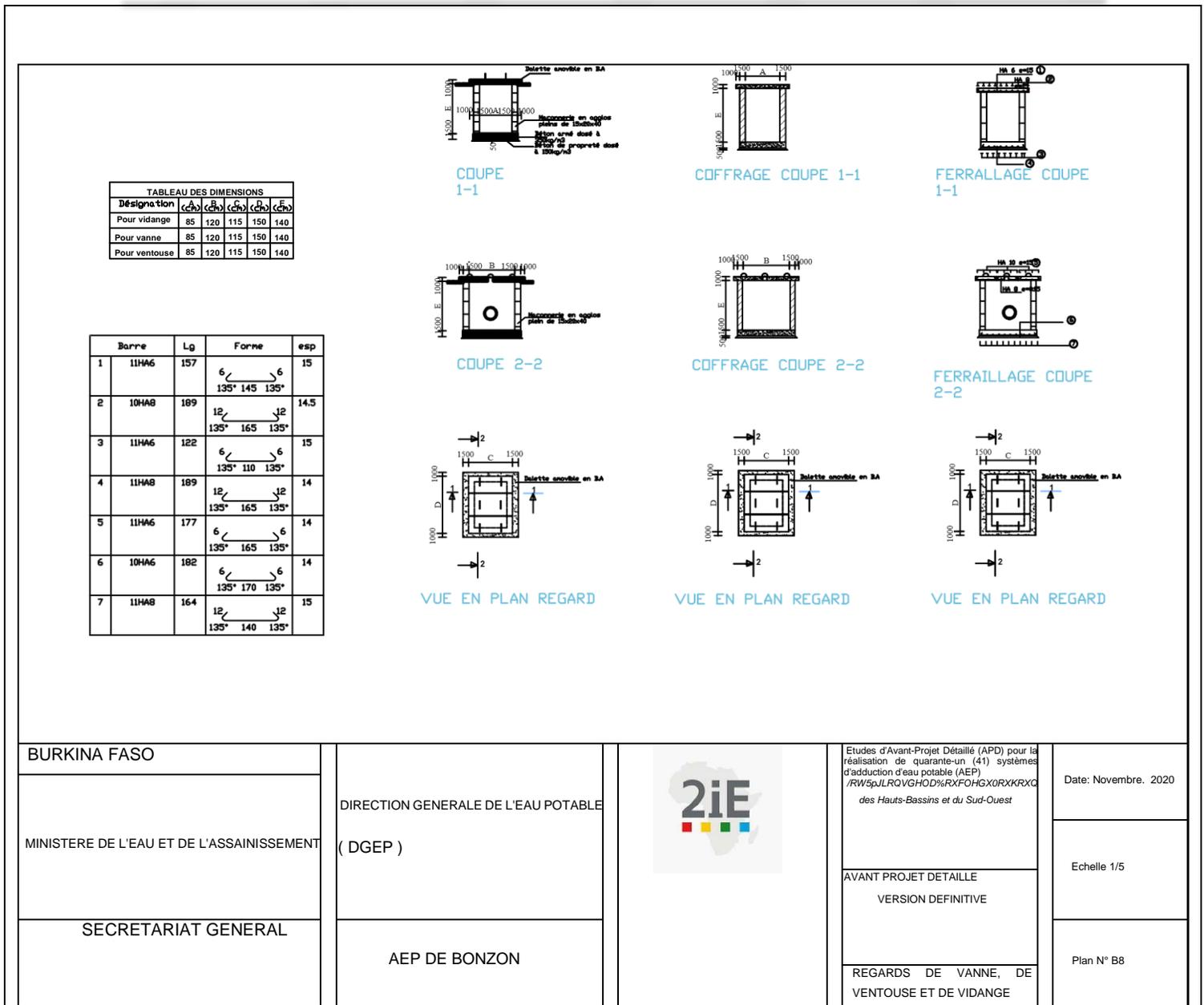


Figure 27 : Regards de vanne, ventouse et de vidange

BURKINA FASO	DIRECTION GENERALE DE L'EAU POTABLE		Etudes d'Avant-Projet Détaillé (APD) pour la réalisation de quarante-un (41) systèmes d'adduction d'eau potable (AEP) /RW5pJLROVGHOD%RXFOHGXRKRXQ des Hauts-Bassins et du Sud-Ouest	Date: Novembre. 2020
MINISTERE DE L'EAU ET DE L'ASSAINISSEMENT	( DGEP )		AVANT PROJET DETAILLE VERSION DEFINITIVE	Echelle 1/5
SECRETARIAT GENERAL	AEP DE BONZON		REGARDS DE VANNE, DE VENTOUSE ET DE VIDANGE	Plan N° B8

**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**

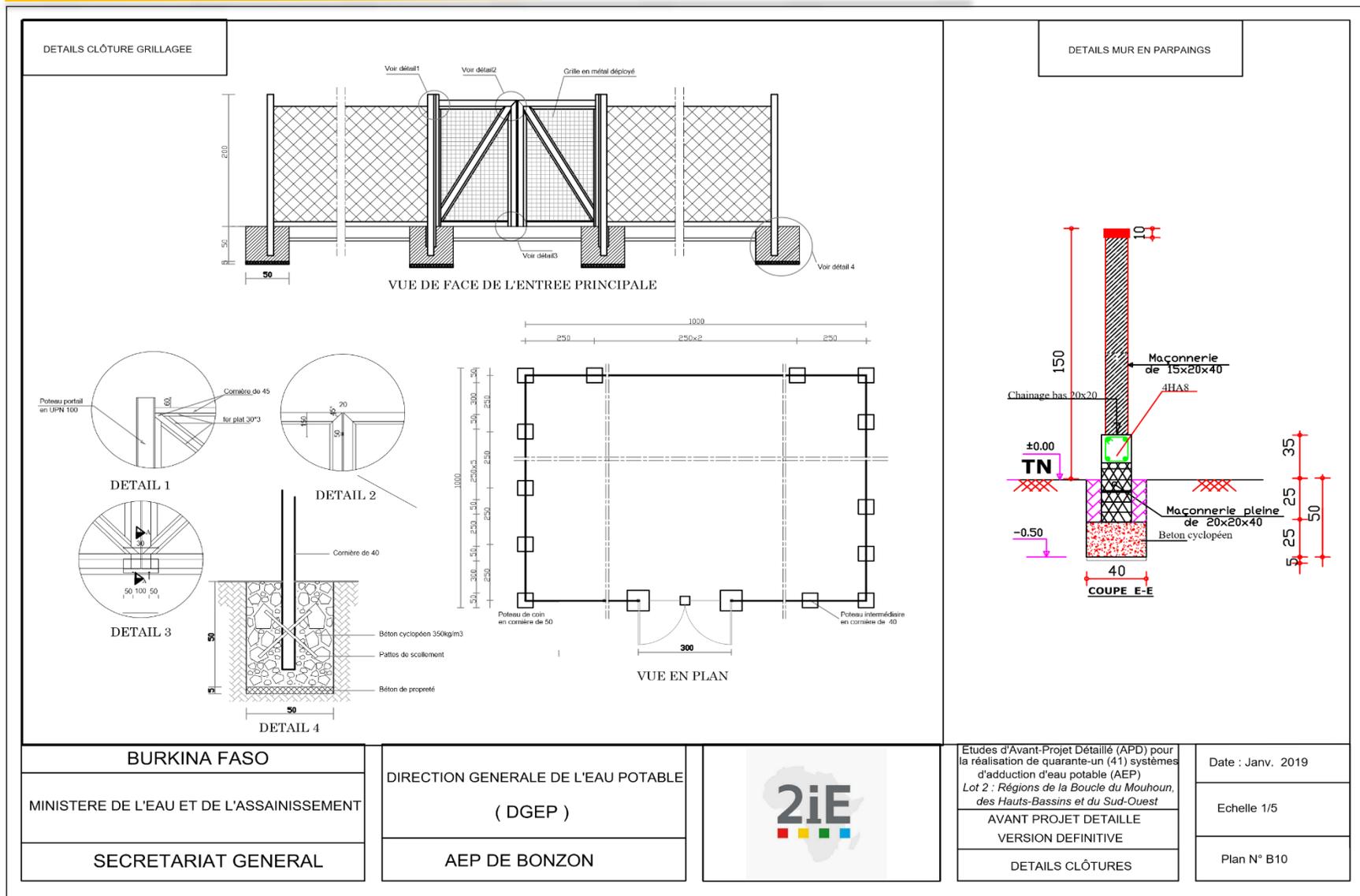


Figure 28 : Clôtures

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

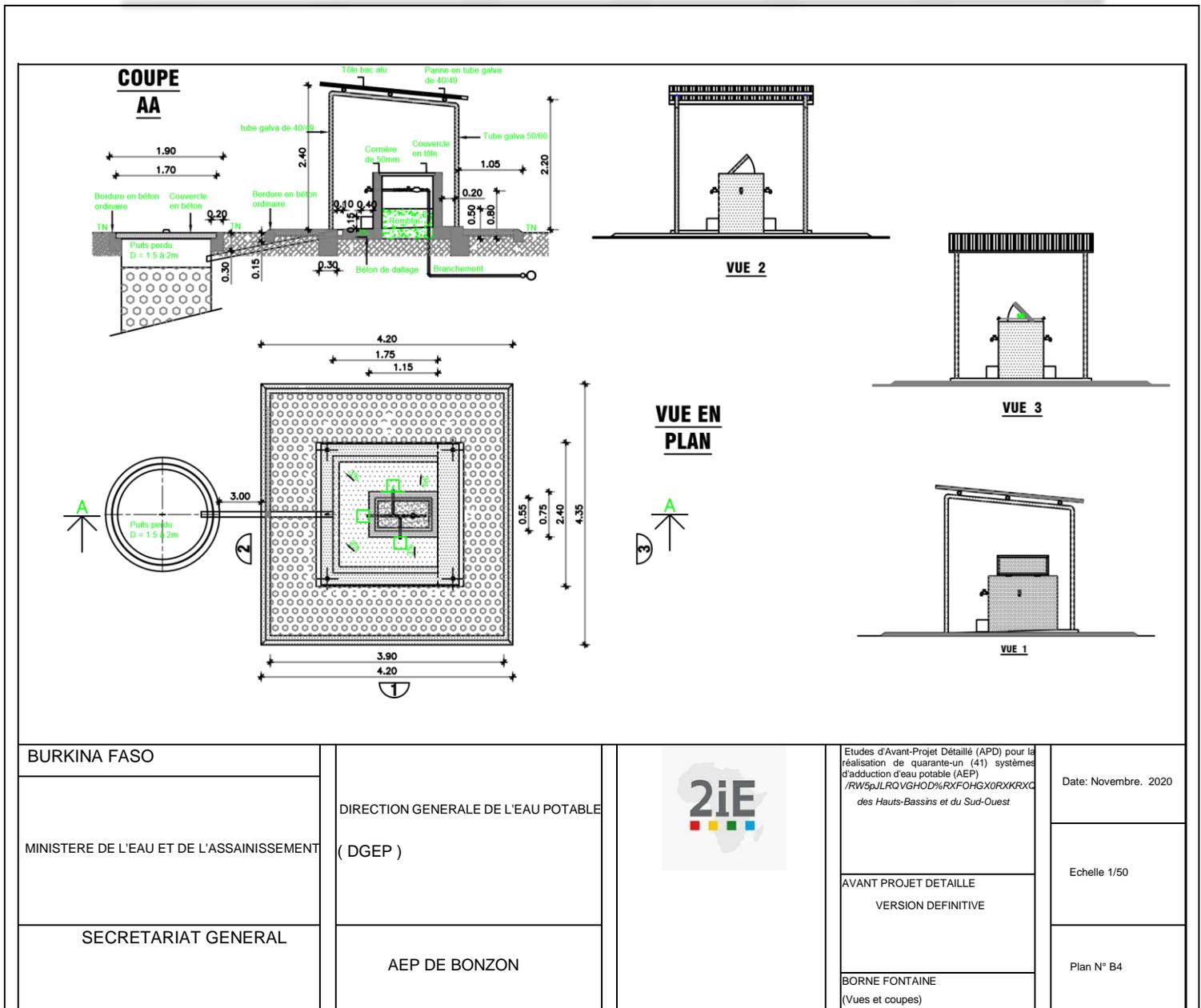


Figure 29 : Borne fontaine