



CONTRIBUTION A L'OPTIMISATION DES ETUDES DE MISE EN PLACE D'UN SYSTEME D'AEPA EN MILIEU RURAL : CAS DU VILLAGE DE SAMPELGA DANS LA PROVINCE DU SENO AU BURKINA FASO

MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU
MASTER D'INGENIERIE EN SCIENCE DE L'EAU ET DE L'ENVIRONNEMENT
OPTION : EAU ET ASSAINISSEMENT

Présenté et soutenu publiquement le 23 juin 2014 par :

Hadjara AYOUBA

Travaux dirigés par : **M. Béga Urbain OUEDRAOGO (2iE)**

M. GUIRE Noufou (CROIX ROUGE)

Jury d'évaluation du stage :

Président : Dr. Harinaivo Anderson ANDRIANISA

Membres et correcteurs : M. Béga Urbain OUEDRAOGO
M. Issa MADOUGOU
M. Moussa OUEDRAOGO

Promotion [2013/2014]

REMERCIEMENTS

Ce mémoire de fin d'étude n'aurait pu être réalisé sans l'aide et l'appui de certaines personnes que nous nous en voudrions ici de ne pas remercier.

Il s'agit de :

M.GUIRE Noufou, chef de projet Intégral WASH Croix Rouge pour avoir assuré mon tutorat avec un maximum de disponibilité ainsi qu'à M. NIKEMA Rigobert.

Mr Béga OUEDRAOGO enseignant chercheur à 2iE pour l'assistance et l'appui dans la mise au point pour la réalisation de ce projet.

Dr Yacouba KONATE, Responsable pédagogique des Masters Eau et Assainissement et de Masters spécialisé WASH et enseignant chercheur (2iE) pour sa disponibilité et sa mobilisation tout au long de notre formation.

Tout le personnel de la Croix Rouge en particulier le personnel du projet intégral WASH de la Croix Rouge.

Tous les enseignants de la fondation 2iE pour nous avoir donné tous les rudiments nécessaires pour faire de nous des ingénieurs dont l'Afrique et le monde entier a besoin.

Tous les camarades de promotion pour l'esprit de convivialité et d'assistance dont nous avons fait preuve pendant ces quelques années de vie estudiantine commune.

A mes parents et frères qui n'ont jamais cessé de me soutenir tout au long de mon cursus.

RESUME

La présente étude a porté sur l'amélioration des conditions de vie des populations du village de Sampelga par une mise à disposition de l'eau de consommation en quantité et en qualité acceptables et aussi par un assainissement de leur cadre de vie. Le projet se subdivise en trois grandes parties :

- Analyse des paramètres de dimensionnement de l'AEPS
- La conception d'un système d'AEP puis le dimensionnement des ouvrages, équipements et réseaux hydrauliques dudit système ;
- La conception d'un système d'assainissement adéquat, eaux usées et excréta puis le dimensionnement des ouvrages constitutifs dudit système ;
- Le développement de stratégies de gestion durable des deux systèmes.

L'alimentation en eau se fera par le biais d'un AEPS à partir de deux forages équipés chacun d'un groupe électropompe immergé. Ce système est constitué de principaux ouvrages qui sont dimensionnés en fonction des besoins en eau de la population. Il s'agit du réseau de refoulement qui assure le transport de l'eau des forages au château d'eau par le biais des conduites en PVC ; du château d'eau servant de stockage et de traitement de l'eau et du réseau de distribution qui assure l'acheminement de l'eau du château vers les différents points de consommation. La distribution se fera par des bornes fontaines pour les ménages et des branchements privés pour les institutions admiratives, éducatives et sanitaires. Des vannes, ventouse et vidanges seront également placés à des points nécessaires et stratégiques du réseau de distribution. Aussi, un système d'assainissement est proposé et consiste à la mise en place des ouvrages adéquats (SanPlat ; douches-puisard et lavoirs-puisard) de gestions des eaux usées et excréta issus des ménages.

Mots clés

Réseau ;

Approvisionnement en eau potable ;

Assainissement ;

Plan de gestion ;

ABSTRACT :

This study focused on improving the conditions of living for the people of Sampelga village, by providing drinking water in quantity and in acceptable quality and by doing the sanitation of their surroundings. The project is divided into three main parts:

- Dimensioning parameter analysis of system;
- The design of a water supply system and the design of structures, equipment and water systems of the said system;
- The design of adequate sanitation system, wastewater and the design of the constituent structures of the same system;
- The development of strategies for the sustainable management of both systems.

The water supply will take place through an AEPS from two wells each fit with a submerged pump unit. This system consists of the main structures with a consequent sized according to the water needs of the population. This is the pushing back network, which transports water drilling through PVC pipes castle; the water tower for storage and water treatment and distribution system that ensures the delivery of water from the castle to the points of consumption. The distribution will be through standpipes for households and private connections for admiration, educational and health institutions. Valves suction and drain will be placed at strategic points where they will be needed and distribution network. The system will consist to the establishment of adequate structures of wastewater managements and excreta from households.

Keywords:

Network;

Drinking water supply;

Sanitation;

Management plan.

LISTE DES ABREVIATIONS

CGF : Comité des Gestion des Forages

PMH : Pompe à Motricité Humaine

AEPS : Approvisionnement/Adduction en Eau Potable Simplifié

CSPS: Centre de Santé et de la Promotion Sociale

OM: Ordures Ménagères

AEP: Adduction/Approvisionnement en Eau Potable

AEPA : Approvisionnement en Eau Potable et Assainissement

PN-AEPA : Programme National en Approvisionnement en Eau Potable et Assainissement

PCD-AEPA: Plan Communal

OMD : Objectif du Millénaire pour Développement

BF : Borne Fontaine

BP : Branchement Privé de Développement sectoriel en Approvisionnement en Eau Potable et Assainissement

PN : Pression Nominal

DN : Diamètre Nominal

PVC : Polychlorure de Vinyle

AUE : Association des Usagers de l'eau

HMT : Hauteur Manométrique Totale

VIP : Ventilated Improved Pit (Toilette à fosse ventilée)

Hbt : Habitant

Table des matières

REMERCIEMENTS	i
RESUME	iii
ABSTRACT :.....	iv
LISTE DES ABREVIATIONS.....	v
LISTE DES TABLEAUX	ix
LISTE DES FIGURES	ix
LISTE DES ANNEXES	x
INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE 1 : PRESENTATION DU PROJET	2
I. Contexte et justification du projet.....	2
II. Objectifs du projet	2
2.1 L'objectif global.....	2
2.2 Les objectifs spécifiques.....	2
III. Problématique.....	3
IV. Démarche méthodologique	3
4.1 Phase préparatoire et de recherche documentaire	3
4.2 Phase de collecte de données et d'informations.....	3
4.3 Phase de traitement de données.....	3
V. Présentation de la zone d'étude	4
5.1 Cadre physique.....	4
5.2 Cadre démographique.....	6
5.3 Etat des lieux des sources d'approvisionnement en eau.....	6
5.4 Maladies liées à l'eau	6
CHAPITRE 2 : SYSTEME D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE (AEP)	7
I. Mode d'approvisionnement.....	7
II. Evaluation de la population et de la consommation d'eau.....	8
2.1 Estimation de la population	8
2.2 Consommation spécifique.....	9
2.3 Estimation des besoins en eau.....	9
III. Proposition d'un système l'AEP technique et économiquement viable	16

Thème : Contribution à l'optimisation des études de mise en place d'un système d'AEPA en milieu rural : Cas du village de Sampelga dans la province du Seno

IV.	Dimensionnement des différents ouvrages, équipements et réseau hydraulique constitutif du système	16
4.1	Dimensionnement du réseau de distribution.....	16
4.2	Dimensionnement du château d'eau.....	21
4.3	Dimensionnement du réseau de refoulement	26
4.4	Protection anti-bélier	27
4.5	Dimensionnement des pompes.....	28
4.6	La source d'énergie	30
V.	Plan de gestion.....	32
5.1	Affermage	32
5.2	Concession	32
5.3	Gérance.....	33
5.4	Régie.....	33
5.5	Gestion communautaire	33
VI.	Devis estimatif.....	35
VII.	Prix de revient de l'eau	35
	CHAPITRE 3 : SYSTEME D'ASSAINISSEMENT	37
I.	Etat des lieux de la zone d'étude en assainissement	37
II.	Les systèmes d'assainissement envisageables	38
III.	Choix et justification du système.....	39
3.1	Latrine améliorée (VIP).....	39
3.2	Toilette à chasse manuelle (TCM)	40
3.3	Fosse septique	40
3.4	Bac à laver puisard	40
3.5	Douche – puisard.....	40
IV.	Objectif à atteindre.....	41
V.	Choix et justification des Ouvrages à mettre en place	42
VI.	Dimensionnement des ouvrages d'assainissement	43
6.1	Les VIP à fosse unique	43
6.2	Douche-puisard	45
6.3	Le lavoird-puisard	46

Thème : Contribution à l'optimisation des études de mise en place d'un système d'AEPA en milieu rural : Cas du village de Sampelga dans la province du Seno

VII. Plan de gestion du système d'assainissement.....	47
VIII. Cout estimatif de l'assainissement autonome	47
Conclusion et perspectives.....	48
Bibliographie.....	49

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Critères d'équipement en infrastructures d'eau potable.....	7
Tableau 2 : Population de Sampelga	9
Tableau 3 : Besoins en eau domestiques	9
Tableau 4 : Besoins domestiques à satisfaire par l'AEPS	10
Tableau 5 : Besoins en eau de Sampelga.....	14
Tableau 6 : Caractéristiques des forages existants dans la localité de Sampelga	14
Tableau 7 : Les forages probables	15
Tableau 8 : Pressions du réseau dans les conditions hydrostatiques	20
Tableau 9 : Répartition du débit dans le temps	22
Tableau 10 : Débits entrants et sortants dans le temps	22
Tableau 11: Demande en produit de traitement (hypochlorite de calcium)	24
Tableau 12 : Calcul de la conduite de refoulement	26
Tableau 13 : Comparaison des Sources d'énergie	31
Tableau 14 : Modes de gestion d'AEP	33
Tableau 15: Prix de vente de l'eau.....	36
Tableau 16 : Le prix de revient des ouvrages d'assainissement autonome	41
Tableau 17 : taux d'accès à atteindre	42
Tableau 18 : Etat des lieux des lieux publics et institutions	42
Tableau 19 : Caractéristiques de la VIP	43

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Situation géographique de Sampelga	4
---	---

LISTE DES ANNEXES

Annexe I: Population et des besoins en eau de Sampelga avec les variations de la demande....	I
Annexe II: Population et besoins en eau de Sampelga avec les variations cycliques de la demande.....	II
Annexe III: Vue d'ensemble du réseau d'AEPS de Sampelga	III
Annexe IV : Ossature du réseau de distribution.....	IV
Annexe V : Ossature du réseau d'adduction.....	V
Annexe VI : Débits fictifs diamètres et vitesse au niveau des conduites de distribution	VI
Annexe VII : Etats des conduites et des nœuds	VIII
Annexe VIII : La longueur et répartition des conduites	X
Annexe IX : Quelques Profils en long du réseau	XI
Annexe X : Devis estimatif du projet d'AEPS et prix de revient du m ³ d'eau.....	XIV
Annexe XI : Latrine San Plat	XVII
Annexe XII : Devis estimatif de l'assainissement autonome	XVIII

INTRODUCTION

L'accès à l'eau potable et à l'assainissement constitue l'une des conditions primordiales pour une vie et un environnement sains, pour l'impulsion du développement socio-économique des nations. Cette question fait partie des préoccupations majeures du gouvernement Burkinabé. On observe une insuffisance d'accès à l'eau potable des populations. En 2005 seulement 60% de la population rurale a accès à l'eau pouvant être consommable conformément aux normes définies par l'OMS.

Cette situation conduit les populations à s'approvisionner dans les sources d'eau non potable engendrant une grande prévalence de maladies d'origine hydrique, principales causes de mortalité. Elle impose également aux femmes une grande corvée d'eau et les handicapés à développer des activités génératrices de revenus pouvant contribuer considérablement à améliorer leur niveau de vie et lutter ainsi contre la paupérisation dans son ensemble.

Le diagnostic mené montre un grand nombre de personnes qui meurent chaque année de maladies diarrhéiques dont la plupart sont des enfants de moins de cinq(5) ans. Ces maladies sont dues à un approvisionnement malsain en eau et aux conditions inadéquates d'hygiène et d'assainissement. (UNICEF, 2006).

La stratégie de l'alimentation en eau potable en milieu rural est un instrument de la politique nationale du Burkina Faso en matière de distribution d'eau potable et d'équipement de la zone rurale en infrastructures hydrauliques. Elle tient compte de la stratégie de la réduction de la pauvreté et des objectifs du Millénaire pour le développement (OMD), elle oriente également l'action du gouvernement dans le secteur par des principes directeurs en mettant en place un PN-AEPA à l'horizon 2015 permettant d'augmenter le taux d'accès à l'eau potable de 60 % en 2005 à 80 % en 2015 et le taux d'accès à l'assainissement de 10 % en 2005 à 54 % en 2015(en milieu rural).

Pour atteindre les résultats ci-dessus mentionnés, la Direction Régionale de l'Eau, de l'Assainissement et des Aménagements Hydrauliques (DREAHA) en collaboration avec la Croix Rouge Burkinabé, a commandité une étude de faisabilité pour la mise en place d'un système d'AEPA à Sampelga, un village situé dans la province de Seno. C'est dans ce cadre que s'est déroulée notre étude.

CHAPITRE 1 : PRESENTATION DU PROJET

I. Contexte et justification du projet

Au Burkina Faso, la région du Sahel a le taux d'accès à l'eau potable le plus faible (42% en 2011) et une situation d'assainissement très complexe, environ, 0,1% selon l'enquête ENA, 2010. Cette faible couverture en eau potable et en assainissement est l'une des causes importantes de la prévalence élevée de bon nombre de maladies endémo épidémiques et de la malnutrition. Les plans d'actions de santé en 2010 développés par la Direction Régionale de la Santé du Sahel dans chaque province montrent que l'accès à l'eau potable est limité. Cela est dû :

- A la non-couverture de la zone en points d'eau en termes de réalisation ;
- A des défauts de réalisation ayant conduit à des dysfonctionnements ;
- A une gestion et maintenance défailtantes ayant conduit à l'arrêt des installations ;
- A la non-fréquentation des points d'eau potable par manque d'informations sur la relation eau-assainissement et santé publique.

Ainsi, la région a besoin d'augmenter l'accès amélioré à l'eau et aux installations sanitaires, conjugué à des pratiques améliorées d'hygiène. Pour un service continu de l'eau les étapes, la conception et étude, la réalisation, la gestion, la maintenance et le recouvrement des coûts sont à conduire avec rigueur.

II. Objectifs du projet

2.1 L'objectif global

L'objectif global de ce projet est de contribuer à l'optimisation du dimensionnement des ouvrages, équipements et réseaux hydrauliques des AEPS équipant les gros villages. L'amélioration des conditions de vie en milieu rural de la population du village de Sampelga par une alimentation en eau potable et la mise en place d'un système d'assainissement.

2.2 Les objectifs spécifiques

Pour ce projet, il s'agira spécifiquement de :

- Analyser les intrants de dimensionnement jusque-là utilisés ;

- Recommander des intrants qui concilient les périodes de pointe et les moyennes/recouvrement des coûts,
- Application au village de Sampelga,
- Proposer une source d'énergie appropriée pour l'AEP,
- Proposer un système d'assainissement adapté aux réalités du village,
- Proposer un mode de gestion approprié aux ouvrages de l'AEPA.

III. Problématique

La méthode classique jusque-là utilisée pour le dimensionnement des ouvrages d'AEP à tendance à sur-dimensionner ces derniers donc a une influence sur le cout d'investissement et le prix de revient du mètre cube de l'eau.

IV. Démarche méthodologique

4.1 Phase préparatoire et de recherche documentaire

Les travaux préliminaires ont porté sur les points suivants :

- Recherche des données documentaires sur la thématique de l'étude.
- Recherche des données documentaires descriptives de la province et du village sur lequel l'étude est portée.

4.2 Phase de collecte de données et d'informations

La phase de collecte de données et d'informations, est la phase qui a servi à la recherche d'une documentation complémentaire auprès de certains responsables du domaine notamment la DREAHA et Aghi Etudes et Travaux.

4.3 Phase de traitement de données

Cette phase consiste en la conception et la mise en place de tous les différents ouvrages et équipements du système d'AEPA ainsi que l'étude économique du projet et la proposition d'un plan de gestion dudit système.

V. Présentation de la zone d'étude

5.1 Cadre physique

5.1.1 Situation géographique

Sampelga est le chef-lieu d'une commune rurale qui relève de la Province de Séno. Cette localité est située à 50 km à l'est de Dori, chef-lieu de la région du Sahel et de la province du Séno. La figure N°1 donne la localisation géographique de la zone.

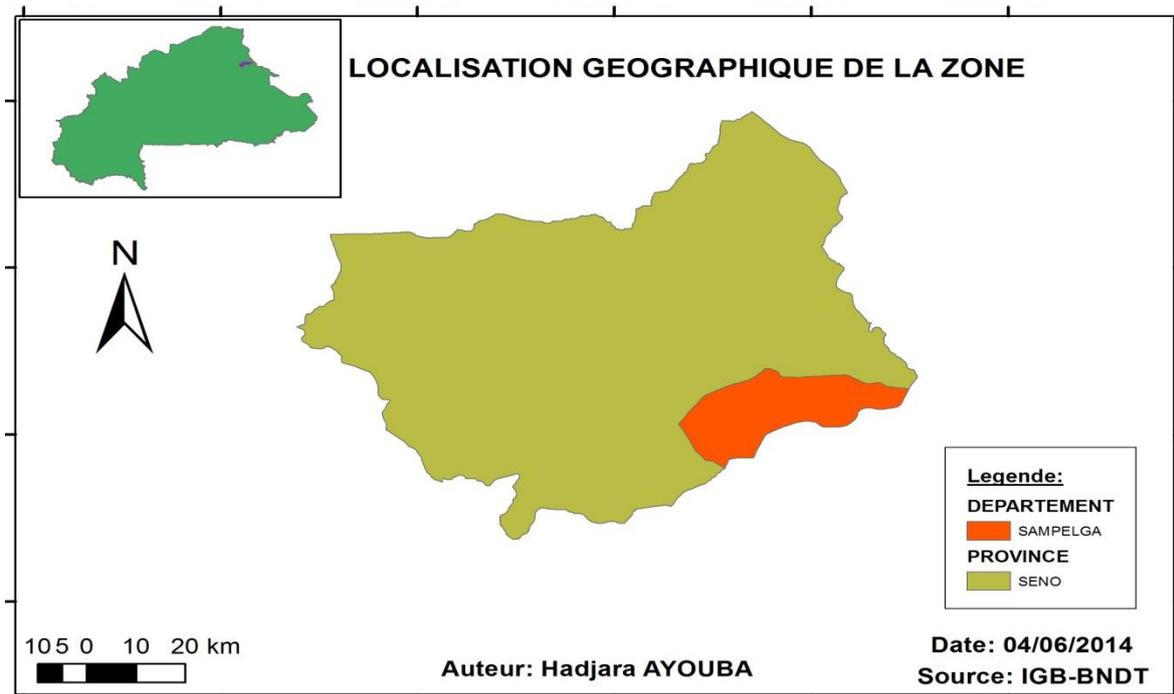


Figure 1 : Situation géographique de Sampelga

5.1.2 Le climat

Cette zone est située dans la zone agro-climatique et soudano-sahélienne comprise entre les isoètes 400 et 66 mm avec une alternance d'une courte saison de pluie (3 à 4 mois, de juin à septembre et souvent jusqu'en octobre) et d'une saison sèche rude pendant le reste de l'année. On enregistre des faibles quantités pluviométriques. La température est souvent élevée, elle varie selon les périodes de l'année ; de décembre à février, le temps est frais avec des minima quelque fois inférieurs à 10°C tandis qu'entre Mars et Juin, elle atteint des maxima supérieur à 45°C.

5.1.3 Le relief

On distingue deux(2) types de paysages principaux qui sont :

- De grandes zones de glacis constituant une vaste pénéplaine sous substratum magmatique ou granitique qui se caractérise par un ruissellement souvent en nappe sur des sites peu perméables.
- Les Talwegs et dépressions qui rassemblent les zones de concentration des écoulements d'eau de surface donnant lieu à la formation de nombreux bas-fonds présentant des caractères hydromorphes dans les zones inondables.

5.1.4 Les sols

Les principaux types de sols rencontrés sont :

- Un sol sur sable éolien (sol de glacis) : C'est une zone plate d'ensablement superficielle d'origine éolienne, colluviale ou fluviale ;
- Un sol profond alluvial (sol de bas-fonds) : C'est un sol à texture essentiellement argileuse et peu perméable.

5.1.5 La flore

Le type de climat de Sampelga ne favorise pas le développement d'une végétation abondante ; la faible pluviométrie qui entraîne la forte dégradation ne permet que le développement des espèces végétales résistantes à la sécheresse. Quatre (4) types de formations végétales sont rencontrés : strate arborée, arbustive, herbeuse et les forêts galeries.

5.1.6 La faune

Elle est essentiellement composée de petits gibiers. Les grands animaux y sont rarement rencontrés ; cela s'explique par la réduction progressive du couvert végétal ainsi que de la pression anthropique et naturelle. La dégradation du biotope et la rareté des sources d'alimentation (fourrage et eau) ne facilitent pas leur survie.

5.2 Cadre socio-économique

La population est composée d'agro-pasteurs, de pasteurs et d'agriculteurs. L'agriculture et l'élevage constituent les principales activités socio-économiques des producteurs. On note également d'autres activités comme l'artisanat et le commerce. Les services techniques présents à Sampelga sont : la préfecture, la mairie, le service de l'environnement et du

développement durable, la zone d'appui technique agricole et de l'élevage (ZATA et ZATE), la circonscription de l'enseignement de base(CEB), le lycée, le centre de santé et de la promotion sociale (CSPS). Il y a aussi la présence de : quatre écoles, un marché, un parc de vaccination, une aire d'abattage, une maison des jeunes.

5.3 Cadre démographique

Les caractéristiques démographiques du centre de Sampelga sont présentées comme suit :

La population de Sampelga est estimée à 3 692 habitants en 2006 (RGPH-2006) et à 4602 habitants en 2013. La répartition par sexe est sensiblement égalitaire car on compte 2 316 hommes (50,3%) et 2 286 femmes (49,7%). La proportion des jeunes est remarquable ; les moins de 15 ans représentent plus de 45% de la population.

5.4 Etat des lieux des sources d'approvisionnement en eau

Selon une étude (AGHI Etudes et Travaux , Janvier 2014), les forages de Sampelga sont au nombre de 16 dont 11 fonctionnels, 2 en pannes et 3 abandonnés. Il y a également huit(8) puits dont deux (2) puits modernes permanents, deux (2) puits modernes temporaires et quatre (4) puits modernes abandonnés. Ces forages étant bien équipés fournissent au total un débit de 77m³/j. on note également la présence des puits (en raison de 7m³/j chacun).

Les forages sont gérés par un Comité de Gestion de Forage (CGF). La mise en place des différents comités de gestion de forage a été assurée par la communauté villageoise sans intervention des partenaires financiers des infrastructures.

5.5 Maladies liées à l'eau

Il existe généralement deux modes de contamination de l'homme qui sont décrits classiquement :

- Les maladies liées à la consommation de l'eau souillée ;
- Les maladies causées par les eaux de surfaces non entretenues, la contamination se faisant à l'occasion des baignades ou des contacts cutanés avec l'eau incriminée.

CHAPITRE 2 : SYSTEME D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE (AEP)

L'accès à l'eau potable fait partie de l'un des enjeux majeurs du siècle. En effet la problématique de l'eau est l'une des préoccupations majeures dans les pays d'Afrique de l'ouest et plus particulièrement dans les pays sahéliens dont fait partie le Burkina Faso. Les conséquences de la consommation d'une eau non potable sont nombreuses. Elle affecte notamment le niveau de vie et la santé des populations. La mise place d'ouvrages adaptés afin de rendre l'eau potable accessible aux plus démunis et d'un mode de gestion adéquat pour assurer leur pérennité est une nécessité.

I. Mode d'approvisionnement

Dans le cadre de cette étude, il est question de mettre en place un système d'AEP adapté aux réalités de Sampelga mais aussi de dimensionner tous les ouvrages et équipements nécessaires à la mise en place de ce dernier. Pour ce faire, nous devons prendre en compte les éléments suivants : La population à desservir à l'échelle du projet, donc la quantité d'eau, les habitudes de la population vis-à-vis de l'eau et aussi le mode de vie de la population.

Le tableau N°1 nous donne le type de système d'AEP en fonction de la population.

Tableau 1: Critères d'équipement en infrastructures d'eau potable

Désignation	Zone d'application	Types d'infrastructures
Niveau service 1	Village d'au moins 3500 Hbts	Points d'eau modernes (PEM)
Niveau service 2	Chefs-lieux de commune rurale et village d'au moins 3500 Hbts	AEPS
Niveau service 3	Chefs-lieux de communes urbaines	Réseau d'AEP classique

SOURCE : MEMOIRE DE GOORE FIDELE (2IE, 2011)

Il sera donc mis en place un système d'approvisionnement en eau potable conformément aux normes en vigueur (tableau ci-dessus).

II. Evaluation de la population et de la consommation d'eau

La demande en eau correspond à la quantité d'eau que l'exploitant devra rendre disponible afin de satisfaire à la demande des usagés. Elle est déterminée en prenant en compte la consommation spécifique des consommateurs, leur comportement et le rendement des installations mis en place. Elle est influencée par quatre principaux facteurs à savoir :

- Les conditions socio-économiques (revenus, comportement culturel, niveau d'équipement sanitaire ;
- Le niveau de développement urbain ;
- Les sources d'approvisionnements existantes ;
- La tarification.

2.1 Estimation de la population

Il s'agit de mettre en place un système d'AEPS capable d'assurer l'alimentation en eau potable de la population jusqu'à l'horizon 2030. La population de Sampelga le chef-lieu de la commune rurale est estimée à 3692 habitants en 2006 et a atteint un total de 4602 en 2013 selon le Recensement Général des Populations et de l'Habitat(RGPH).

La population sera estimée à partir de la formule suivante :

$$P_N = P_0 * (1+a)^n$$

- P_0 : la population initiale à l'année 0
- P_N : la population à l'année de N
- a : le taux de croissance
- n : nombre d'année entre l'année 0 et l'année N

Nous avons : Année 0 =2013 et Année N = 2030

$$a = (P_n / P_0)^{(1/n)} - 1 = 0,032$$

On trouve **a = 3,2%**

Les résultats sont résumés dans le tableau N°2.

Thème : Contribution à l'optimisation des études de mise en place d'un système d'AEPA en milieu rural : Cas du village de Sampelga dans la province du Seno

Tableau 2 : Population de Sampelga

Années	2013	2014	2017	2022	2027	2030
Population (Hbts)	4602	4749	5220	6110	7153	7861

Ce tableau nous indique qu'il faut mettre en place un système évolutif pouvant alimenter une population de 7861 habitants à l'horizon 2030.

2.2 Consommation spécifique

Pour l'estimation des besoins globaux journaliers du projet d'AEPS, une consommation spécifique de 20l/j/hbt est adoptée, conformément au PN-AEPA en milieu rural.

2.3 Estimation des besoins en eau

L'estimation des besoins en eau de la population de Sampelga servira à la conception du système d'AEP. Cette étape s'avère indispensable pour ne pas sur-dimensionner ou sous-dimensionner le système. Nous prendrons en compte tous les besoins en eau susceptibles d'être pris en charge par l'AEPS.

2.3.1 Les besoins en eau domestiques

Ils couvrent les différents usages de l'eau dans les ménages (hors gaspillage). Ils représentent 60 à 80% des consommations en Afrique subsaharienne. Ces besoins seront desservis par des bornes fontaines dans le cadre de ce projet. Aussi, un taux d'accès de 80% à l'échéance du projet sera pris en compte. Le tableau N°3 donne les besoins domestiques en eau de la population de Sampelga à l'échéance du projet.

Tableau 3 : Besoins en eau domestiques

Années	2014	2017	2022	2027	2030
Population (Hbts)	4749	5220	6110	7153	7861
Taux d'accès (%)	60	65	72	76	80
Consommation spécifique (L/j/Hbt)	20	20	20	20	20
Besoins domestiques (m3/j)	56,99	67,85	87,9	108,71	125,78

2.3.2 Les besoins domestiques à satisfaire par le système d'AEPS

L'objectif que nous nous sommes fixé est d'atteindre un taux d'utilisation des forages de 10% à l'échéance du projet (2030). Nous prendrons en compte le taux d'utilisation des forages compte tenu des populations vivant à proximité des forages existants et qui voudrons toujours utilisé ceux-ci. Le tableau N°4 donne les besoins en eau de la population à satisfaire par le système d'approvisionnement en eau.

Tableau 4 : Besoins domestiques à satisfaire par l'AEPS

Années	2014	2017	2022	2027	2030
Besoins domestiques (m ³ /j)	56,99	67,86	87,99	108,72	125,78
Taux utilisation Forage (%)	95	79	52	26	10
Volume d'eau disponible (forage en m ³ /j)	73	61	40	20	8
Besoins domestiques à satisfaire par l'AEPS (m ³ /j)	0,00	6,86	47,99	88,72	117,78

On trouve un besoin $B_{AEPS} = 118m^3/j$ (besoins à satisfaire par l'AEPS).

2.3.3 Les besoins en eau des services publics.

Ils recouvrent les différents besoins des services publics : centre de santé, écoles, commerces, restaurants, bâtiments publics, les bureaux,... Pour cette étude, ces besoins seront desservis par des branchements privés. Tant donné le faible taux des institutions économiques, les besoins annexes (édifice publique, artisanat et commerce) seront prise égaux à 15% du besoin en eau global de la population.

On trouve $B_A = 18,87m^3/j$ à l'horizon 2030.

2.3.4 Les variations cycliques de la demande

La consommation de la population varie en fonction des saisons de l'année, des jours de la semaine ou en encore des heures de la journée. Ces variations ont donc une influence sur le volume d'eau à mobiliser donc sur les dimensions des ouvrages à mettre en place.

- Coefficient de pointe saisonnier (Cps)

Il s'agit d'un coefficient qui permet de prendre en compte le comportement des populations en fonction du climat (période de chaleur) ou encore le flux saisonnier de personnes. Il se situe généralement entre 1,10 et 1,20. (Denis ZOUNGRANA, Novembre 2003).

Pour Sampelga nous retiendrons la valeur $Cps = 1,15$.

- Coefficient de pointe journalier (Cpj) et horaire (Cph)

Le coefficient de pointe journalier exprime le retour de façon cyclique du comportement des usagés durant la semaine. Il varie en situation normal entre 1,05 et 1,15. Nous retiendrons la valeur de **1,15** pour Sampelga.

Le coefficient de pointe horaire quant à lui rend compte du comportement des usagés au cours de la journée. Selon l'expérience, sa valeur est comprise entre 1,5 et 3. Le coefficient de pointe horaire (Cph) qui sera adopté est de **2,5**.

2.3.5 Analyse des variations cycliques de la demande

Néanmoins ces variations ont tendance à surestimer les besoins en eaux donc à surdimensionner les ouvrages et équipements des AEP et aussi à élever le prix de revient du mètre cube d'eau. Ce qui nous amène à analyser attentivement ces derniers.

- **Le coefficient de pointe saisonnier :**

Les variations saisonnières ont une influence sur la demande globale et les dimensions du système. Elles permettent d'évaluer les besoins de régulation de ressources en eau (barrage, nappe, souterraine). Le coefficient de pointe saisonnière Cps , est le rapport de la consommation journalière moyenne calculée sur les 365 jours de l'année et de la consommation journalière moyenne de la période de pointe.

Il est donné par la formule :

$$Cps = \frac{\text{Cons. du mois de pointe}}{\text{Cons. moyenne du mois}} = \frac{12 \times \text{Cons. du mois de pointe}}{\text{Cons. moyenne annuel}}$$

- **Le coefficient de pointe journalier**

Le coefficient de pointe journalière exprime le retour de façon cyclique du comportement des usagers au cours de la semaine ; Les pointes de consommations se situent aux jours de grande

lessive et de repos hebdomadaires. Le coefficient de pointe journalière est indépendant de la saison. On se réfère au mois de pointe pour estimer ce coefficient.

$$C_{pj} = \frac{\text{Cons. du jour de pointe}}{\text{Cons. moyenne journalière}}$$

- **Le coefficient de pointe horaire**

Le coefficient de pointe horaire rend compte de la pointe de la consommation au cours de la journée. Il exprime donc les habitudes du consommateur au cours de la journée. Il est indépendant de la saison. Il n'a aucune influence sur les quantités d'eau à mobiliser. Il est d'autant plus atténué que la ville a des activités diversifiées. Pour l'estimer, on procède à l'étalement des activités sur toutes les 24 heures de la journée.

$$C_{ph} = \frac{\text{Cons. de l'heure de pointe}}{\text{Cons. moyenne horaire}} = \frac{24 \times \text{Cons. de l'heure de pointe}}{\text{Cons du jour de pointe}}$$

Ce qui nous amène à constater que le coefficient de pointe journalier (C_{PJ}) à lui seul, prend en compte le coefficient de pointe saisonnier et le coefficient de pointe horaire.

2.3.6 Les besoins en production et de pointe

Pour l'estimation de la demande en eau, les hypothèses suivantes sont prises en compte :

- Le rendement de l'ensemble du réseau sera pris égal à 90% soit 10% de pertes ;
- Dans le cas de ce projet nous ne tiendrons pas compte de la consommation en eau pour le bétail, nous supposons qu'elle se fera aux points d'eau alternatifs (cours d'eau ou forages existants).

Aussi, les formules suivantes ont été utilisées :

- Les besoins globaux de la population de Sampelga :

$$B_T = B_D + B_A \quad ; \quad \text{Avec :}$$

B_D : Besoins domestiques à satisfaire par l'AEPS

Thème : Contribution à l'optimisation des études de mise en place d'un système d'AEPA en milieu rural : Cas du village de Sampelga dans la province du Seno

B_A : Besoin annexes

B_T : Besoin global moyen

- Les besoins en eau du jour de pointe B_{jp} :

$$B_{jp} = B_{AEPS} \times C_{pj} \times C_{ps} ; \text{ Avec :}$$

B_{AEPS} : Besoins à satisfaire par l'AEPS

C_{pj} : coefficient de pointe journalier

C_{ps} : Coefficient de pointe saisonnier

- Les besoins en production du jour de pointe : B_{pj}

$$B_{pj} = B_{jp} \times C_p ; \text{ Avec :}$$

B_{jp} : Besoin du jour de pointe

C_p : Coefficient de perte dans le réseau = 1,1

- Les besoin moyen horaire : B_{mh}

Pour évaluer cette demande, nous partirons de l'hypothèse que les bornes fontaines fonctionnent 24h par jour.

$$B_{mh} = B_{pj} / 24 ; \text{ Avec :}$$

B_{pj} : Besoin en production du jour de pointe

- Besoin de pointe horaire : B_{ph}

$$B_{ph} = B_{mh} \times C_{ph} ; \text{ Avec :}$$

B_{mh} : Besoin moyen horaire

C_{ph} : Coefficient de pointe horaire

Le tableau N°5 donne les besoins en eau de la population en tenant compte ou pas des variations cycliques de la demande.

Thème : Contribution à l'optimisation des études de mise en place d'un système d'AEPA en milieu rural : Cas du village de Sampelga dans la province du Seno

Tableau 5 : Besoins en eau de Sampelga

	Besoin en Eau Potable	
	Avec variations	Sans variations
Année	2030	2030
Population (Hbts)	7861	7861
Taux d'accès (%)	80	80
POP ayant accès à l'eau(Hbts)	6289	6289
Consommation spécifique (l/j/Hbt) : C_s	20	20
Besoins domestiques (m^3/j) : B_D	125,7828558	125,7828558
Taux utilisation Forage (%)	10	10
Volume d'eau disponible (forage en m^3/j)	8	8
Besoins domestiques à satisfaire par l'AEPS (m^3/j)	117,78	117,78
Besoins annexes (m^3/j): B_A	18,87	18,87
Besoins globaux à satisfaire par l'AEPS (m^3/j)	136,65	136,65
Besoin en eau du jour de pointe (m^3/j)	157,15	180,72
Besoin en production en jour de pointe (m^3/j) : B_{jp}	172,86	198,79
Besoin moyen horaire (m^3/h) : B_{mh}	7,20	8,28
Besoin de pointe horaire (m^3/h) : B_{pj}	7,20	20,71

Les détails de calcul sont en **Annexe N°I** et **N°II**.

La prise en compte des trois (3) différents coefficients de pointe pour la détermination des besoins en eau de la population de Sampelga augmente considérablement les demandes en eau. Ce qui nous amène à opter pour l'utilisation du coefficient de pointe journalier uniquement pour le dimensionnement des ouvrages et équipements du système d'AEPS servant à l'alimentation en eau potable de la population de Sampelga.

2.3.7 Analyse des sources d'eau existantes

La recherche documentaire et l'analyse des point d'eau existants n'a pas permis de déceler un tel forage dans la localité de Sampelga. Le tableau N°6 donne les principales caractéristiques des forages existants. Le tableau N°6 donne les caractéristiques des forages disponibles.

Tableau 6 : Caractéristiques des forages existants dans la localité de Sampelga

Emplacement	Profondeur	NS	ND	Débits d'exp.
CSPS	50,05	20,85	32,56	3,00
Ecole	54,55	13,75	47,42	0,50

Thème : Contribution à l'optimisation des études de mise en place d'un système d'AEPA en milieu rural : Cas du village de Sampelga dans la province du Seno

Ouro Kollangal	81,65	17,16	45,45	3,00
Ouro Gnagal	50,10	13,06	33,20	4,50
Gahoré Gassel	59,31	24,62	34,87	1,50
Bembel	59,32	37,65	56,16	0,60

Source : (AGHI Etudes et Travaux , Janvier 2014)

Au regard des débits requis : $173 \text{ m}^3/\text{j}$, un ouvrage de production minimum de $7,20 \text{ m}^3/\text{h}$ est nécessaire pour la couverture des besoins en eau à l'horizon 2030 avec un temps de pompage 16h par jour. De l'analyse du tableau N°6 nous remarquons qu'il n'y a aucun forage qui puisse nous procurer un débit de pointe horaire de $7,20 \text{ m}^3/\text{h}$. De ce fait on peut aisément affirmer qu'il n'existe aucun forage susceptible de prendre en charge les besoins en eau de la population de Sampelga.

Cependant, des travaux de recherche et d'implantation géophysiques ont permis d'identifier deux (2) sites favorables à la réalisation des forages à débits moyens. Les principales venues d'eau se situent entre 15 et 50m. Les profondeurs des forages n'excèderaient pas 90 m.

En cas de pompage de longue durée, le niveau statique serait inférieur à 50 m et un débit de plus de $5 \text{ m}^3/\text{h}$ est attendu pour chaque forage. Les caractéristiques des deux forages sont résumées dans le tableau N°7.

Tableau 7 : Les forages probables

Forage	H altération (m)	H conseillé (m)	H désespoir (m)	Cotes venue d'eau (m)	Coordonnées GPS		Débit (m^3/h)
	F1	15	80		100	15-50	
F2	35	90	105	30-100	N13°44'49,3''	E00°13'25,9''	5,01

Source : (AGHI Etudes et Travaux , Janvier 2014)

III. Proposition d'un système l'AEP technique et économiquement viable

Ainsi en se basant sur les critères cités ci-dessus (tableau N°1), le système AEPS semble être la plus convenable. Ce système sera constitué des ouvrages suivants :

- Une source d'eau qui sera deux forages de 5m³/h chacun ;
- Du captage de l'eau qui sera assuré par deux groupes électropompes immergés alimentés par une source d'énergie (solaire, groupe électrogène ou le réseau électrique SONABEL) ;
- D'un réseau d'adduction qui assurera le transport de l'eau de la zone de captage vers le château par des conduites PVC en raison de leur coût faible et leur facilité de maniement ;
- D'un système de stockage : Avant la distribution, l'eau sera stockée au niveau d'un château d'eau qui servira de tampon entre les périodes de pompages et les périodes de soutirage de l'eau. La côte de son radier permettra d'assurer une distribution gravitaire de l'eau et des pressions convenable en bout de réseau. L'eau stocké sera soumis à un traitement au clore afin d'éviter une contamination ultérieure de l'eau ;
- Du réseau de distribution : C'est le dernier élément du système d'approvisionnement en eau potable. Son rôle est de transporter l'eau du château d'eau jusqu'au niveau du consommateur final. Il s'agira d'un réseau ramifié et constitué de conduites en PVC et aura comme point de desserte des bornes fontaines et des branchements privés.

IV. Dimensionnement des différents ouvrages, équipements et réseau hydraulique constitutif du système

4.1 Dimensionnement du réseau de distribution

4.1.1 Les hypothèses de calcul

- Il sera placé sept (7) bornes fontaines pour l'alimentation en eau de la population ;
- Le réseau de distribution sera dimensionné en fonction du débit de pointe horaire car il définit les conditions les plus défavorables. Dans le cas du village de Sampelga et en fonction des hypothèses de départ, ce débit est estimé à 2 l/s ;
- La pression minimale au niveau de la zone la plus défavorable est de 0.8 bars soit 8mCE ;

- La vitesse dans les conduites sera comprise entre 0,3 et 1 m/s ;

4.1.2 Description du tracé du réseau et mode de pose des conduites

Le réseau de distribution que nous avons conçu pour Sampelga est de type ramifié. Les conduites utilisées sont de type PVC (polychlorure de vinyle). Celles-ci seront placées le long de la voirie en évitant les domaines privés et de manière à desservir le maximum de la population. Il s'agira de conduites enterrées afin de protéger les installations contre les intempéries, le soleil et afin d'éviter l'encombrement des voies. La pente minimale des conduites sera de 0.3%. Les tranchées pour la pose des conduites auront des dimensions qui respectent les conditions suivantes :

$$H_{\min} \geq 0,5 \text{ m} + D_{\text{ext}}$$

$$L_{\min} \geq 0,4 \text{ m} + D_{\text{ext}}$$

Avec :

H_{\min} : est la profondeur minimale des tranchés

L_{\min} : est la largeur minimale des tranchés

D_{ext} : est le diamètre extérieur des conduites.

Cependant nous retiendrons une largeur maximale de 0,5m ; la profondeur pouvant varier en fonction de la pente minimale et du terrain naturel.

Le tracé du réseau est donné en **Annexe N°III**.

4.1.3 Détermination des débits

Le réseau ramifié sera dimensionné directement à partir d'un débit fictif qui sera définie par la suite. Le débit de base utilisé pour le réseau est le débit de pointe horaire qui est de 7,20 m³/h soit 2 l/s.

Ce débit peut être subdivisé en deux débits en fonction du type de branchement à savoir :

- Le débit de pointe au niveau des bornes fontaines. Ce débit équivaut à la demande de pointe au niveau des ménages (besoins domestiques). Sa valeur est de 6,22 m³/h soit 1,73 l/s (par conversion) ;
- Le débit de pointe au niveau des branchements privés (les besoins annexes) qui a la valeur de 0,98 m³/h soit 0,27 l/s. **Cf. Annexe N°II**.

N'ayant aucune information sur l'emplacement et le nombre réel de branchements privés, nous partons de l'hypothèse que la desserte est uniforme le long des conduites. Le débit desservi par chaque conduite est donc fonction de sa longueur. La somme des débits de service en route correspond au débit de l'ensemble des branchements privés.

4.1.4 Détermination du nombre et du débit des bornes fontaines

- Le nombre de borne fontaines

Nous partons de l'hypothèse que sept (7) bornes fontaines seront placées pour alimenter la population de Sampelga à l'horizon du projet conformément aux termes de références en raison d'une borne fontaine pour chaque quartier.

- Débit au niveau de chaque borne fontaine

Le débit de pointe horaire pour l'ensemble des BF est de $6,22 \text{ m}^3/\text{h} = 1,73 \text{ l/s}$. Le débit au niveau de chaque BF est donné par la formule :

$$Q_{\text{ph/BF}} = Q_{\text{BF}}/N_{\text{BF}} ; \text{ avec :}$$

$Q_{\text{ph/BF}}$: le débit par borne fontaine

Q_{BF} le débit de l'ensemble des BF

N_{BF} : le nombre de BF

On trouve $Q_{\text{ph/BF}} = 0,89 \text{ m}^3/\text{h} = 0,25 \text{ l/s}$

Le débit minimum à fournir au niveau dans chaque borne fontaine est donc de $0,25 \text{ l/s}$. Chaque borne fontaine sera équipée par deux (2) robinets débitant chacun $0,125 \text{ l/s}$.

4.1.5 Détermination du débit en route par mètre linéaire de conduite

La desserte est supposé uniforme le long des conduites.

$$Q_{\text{route/ml}} = \frac{Q_{\text{ph BP}}}{\sum L_i}$$

$Q_{\text{route/ml}}$: Le débit de service en route par ml ;

$Q_{\text{ph BP}}$: Débit de pointe horaire des branchements privés qui est de $0,98 \text{ m}^3/\text{h}$ soit $0,27 \text{ l/s}$;

$\sum L_i$: Longueur des conduites de distribution. On a $\sum L_i = 4171,4 \text{ m}$.

$$\text{Donc } Q_{\text{route}} = \frac{0,98 \text{ m}^3/\text{h}}{4171,4} = 2,35 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{h/ml} ;$$

En convertissant on trouve $Q_{\text{route}} = 6,53 \cdot 10^{-5} \text{ l/s/ml}$.

Le débit de service en route le long d'une conduite est trouvé en multipliant ce débit unitaire par la longueur de celle-ci.

4.1.6 Définition du débit fictif

Les conduites assurent à la fois la fonction de transport et de distribution. Les branchements sont donc raccordés directement sur les conduites de distributions assurant ainsi un service en route. Afin de faciliter le calcul des conduites, on définit un débit fictif de calcul qui entraîne la même perte de charge. Les conduites sont dimensionnées à partir de ce débit fictif. Sa formule est définie ci-après :

$$Q_{\text{fictif}} = Q_{\text{aval}} + 0,55 \times \frac{Q_{\text{route}}}{\text{ml}} \times Li ; \text{ Avec :}$$

Q_{aval} : Le débit nécessaire à l'aval de la conduite ;

$\frac{Q_{\text{route}}}{\text{ml}}$: Le débit de service en route par ml ;

Li Longueur de la conduite.

Les diamètres théoriques des tronçons sont obtenus par la formule $Q = V \times S$ où V est la vitesse théorique prise égale à 1 m/s et la section $S = \pi D^2/4$. Le débit réel qui arrive aux nœuds est donné par la formule suivante :

$$Q_{\text{réel}} \left(\frac{1}{s} \right) = \sum Q_{\text{aval}}$$

Les calculs des débits, diamètres et vitesses des conduites sont détaillés en **Annexe N°V**.

4.1.7 Calcul des pertes de charges et la vitesse

Les pertes de charges sur l'ensemble du réseau seront calculées par la formule de Colebrook qui est la suivante :

$$J = \frac{\gamma \times Li \times U^2}{2 \times g \times D}$$

Thème : Contribution à l'optimisation des études de mise en place d'un système d'AEPA en milieu rural : Cas du village de Sampelga dans la province du Seno

U : La vitesse dans la conduite dont la formule est $U = \frac{4 \times Q}{\pi \times D^2}$ avec Q le débit du tronçon ;

D : Le diamètre intérieur de la conduite ;

g = L'accélération de la pesanteur qui est de 9.81 m/s² ;

Li : la longueur de la conduite ;

γ : Coefficient : $\frac{1}{\sqrt{\gamma}} = -2 \log \left[\frac{K}{3,7 \times D} + \frac{2,51}{R \times \sqrt{\gamma}} \right]$ qui est obtenu par itérations successives.

NB : Le choix des diamètres des conduites est un compromis afin de minimiser les pertes de charges et à obtenir des vitesses acceptables dans les conduites.

Après les calculs faits, les vitesses observées dans le réseau sont comprises entre **0,44 et 0,94m/s**.

4.1.8 Pression statique et pression dynamique

$$H_{\text{aval}} = H_{\text{amont}} - \text{abs (jl)}$$

$$P_{\text{statique}} = H_{\text{chateau}} - H_{\text{noeud}}$$

$$P_{\text{dynamique}} = H_{\text{aval}} - H_{\text{noeud}}$$

Avec :

Jl la perte de charge le long de la conduite

$P_{\text{statique}}, P_{\text{dynamique}}$ les pressions statique et dynamique

$H_{\text{amont}}, H_{\text{aval}}, H_{\text{noeud}}$ les côtes amont, aval et au niveau du noeud des différentes conduites.

Le calcul de ces différentes pressions nous permettent de caler la côte du château en se donnant comme objectif une distribution gravitaire et une pression minimale de 0,8 bars chez le consommateur le plus défavorable. La pression maximale observée dans les conditions hydrodynamiques est de 14 m.

Le tableau N°8 donne les valeurs maximale et minimale du réseau.

Tableau 8 : Pressions du réseau dans les conditions hydrostatiques

Pressions	
Pression maximale (m)	19,17
Pression minimale (m)	14,83

Les conduites en PVC de PN4 peuvent être utilisées pour le réseau de distribution. Mais il s'avère qu'en AEP, la pression nominale recommandée des conduites de distribution est PN6. Les conduites PN4 sont utilisées en assainissement.

Ce qui nous donne un réseau de distribution de 4171,4 m de longueur constitué des conduites en PVC de PN6.

4.1.9 Equipements du réseau de distribution

Afin d'assurer une gestion efficace du réseau, celui-ci sera muni d'un certain nombre d'équipements :

- Des vannes de sectionnement qui permettent de sectionner, régler, régulariser l'écoulement dans le réseau seront placées à des points stratégiques. Ainsi ces vannes permettent l'isolation d'une partie du réseau pour d'éventuels travaux d'entretien.
- Equipement de comptage (compteur) qui est très important dans la gestion du réseau. Ils permettent l'optimisation des charges d'exploitations (rendement des unités, coût de l'énergie), d'assurer une gestion optimale du réseau (volumes exhaures, traités, distribués, facturés) et la planification du développement du système. Ici, un compteur sera placé au niveau de toutes les bornes fontaines, à l'entrée et à la sortie du château, au niveau des pompes des forages, à l'entrée de la zone de distribution.
- Des ventouses seront placées au niveau des points hauts afin de protéger les conduites contre l'accumulation d'air pouvant être source de soit de coup de bélier, soit de la succion de l'eau de la nappe phréatique.
- Des points de vidange seront également placés au niveau des points bas afin d'assurer la purge des conduites pendant l'entretien du réseau. Ces points de vidange seront constitués chacun : d'une vanne, d'une conduite de décharge, d'un regard de décharge.

4.2 Dimensionnement du château d'eau

Le château d'eau ou le réservoir a été dimensionné pour écrêter les pointes journalières, mettre en pression le réseau de distribution gravitaire et équilibrer les pressions sur le réseau. La capacité du réservoir sera estimée à partir de la consommation journalière de pointe.

- Besoin global en eau = $172,86 \approx 173 \text{ m}^3/\text{j}$;

Thème : Contribution à l'optimisation des études de mise en place d'un système d'AEPA en milieu rural : Cas du village de Sampelga dans la province du Seno

- Temps de pompage = 16 h ;
- Temps de distribution = 24h,
- Q pompé = 10,81 m³/h (Besoin global / Temps de pompage);
- Q distribué = 7,20 m³/h (Besoin global / Temps de distribution = 24h)

Les calculs sont détaillés en **Annexe N°I**.

4.2.1 Les coefficients de consommation journalière

Ces coefficients traduisent les variations cycliques de consommation au cours de la journée : les périodes de forte consommation et celles de faible consommation. Ces coefficients sont définis dans le tableau N°9.

Tableau 9 : Répartition du débit dans le temps

Périodes	0h-6h	6h-8h	8h-11h	11h-14h	14h-18h	18h-22h	22h-24h
Qdistribué	0,1q	1,5q	3q	1,5q	1,05q	0,5q	0,35q

Source : (OUEDRAOGO B. U., 2005)

Les données ci-dessus nous permettent d'estimer la capacité du réservoir par les données du tableau N°10.

Tableau 10 : Débits entrants et sortants dans le temps

Périodes	0h-6h	6h-8h	8h-11h	11h-12h	12h-14h	14h-18h	18h-22h	22h-24h
Durée	6,00	2,00	3,00	1,00	2,00	4,00	4,00	2,00
Qpompé	0,00	10,81	10,81	10,81	0,00	10,81	10,81	10,81
Vpompé	0,00	21,62	32,43	10,81	0,00	43,24	43,24	21,62
Vp cumulé	0,00	21,62	54,05	64,86	64,86	108,10	151,34	172,96
Qsortant	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20
Qdistribué	0,1q	1,5q	3q	1,5q	1,5q	1,05q	0,5q	0,35q
Qdistribué	0,72	10,80	21,60	10,80	10,80	7,56	3,60	2,52
Volume distribué	4,32	21,60	64,80	10,80	21,60	30,24	14,40	5,04
Vd cumulé	4,32	25,92	90,72	101,52	123,12	153,36	167,76	172,80
Vpc - Vdc	-4,32	-4,30	-36,67	-36,66	-58,26	-45,26	-16,42	0,16

Avec : **Qpompé** : Débit pompé par heure ; **Vpompé** : Volume pompé à l'intervalle d'heures ;
Vp cumulé : Volume pompé par jour ; **Qsortant** : Débits sortant du château par heure ;
Qdistribué : Débits repartit dans le temps ; **Volume distribué** : Volume distribué par

Thème : Contribution à l'optimisation des études de mise en place d'un système d'AEPA en milieu rural : Cas du village de Sampelga dans la province du Seno

intervalle d'heures ; **Vd cumulé** : Volume distribué par jour ; **Vpc** : Volume pompé cumulé ; **Vdc** : Volume distribué cumulé.

La capacité utile du réservoir est donnée par la formule :

$$\mathbf{Cu = \max (Vpc-Vdc) + \text{abs} [\min (Vpc-Vdc)]}$$

D'après le tableau, nous déduisons la capacité utile du réservoir :

$$Cu = 0,16 + \text{abs} (-58,26) = 58,42 \text{ m}^3$$

La capacité totale du château est calculée par la formule : **Ct=CU+RI** ;

Avec : CU : Capacité Utile du réservoir et RI : Réserve Incendie.

Mais du fait que nous soyons en zone rurale, nous n'allons pas tenir compte de la réserve incendie. Donc on retiendra une capacité totale du réservoir **Ct= 60 m³** pour une meilleure optimisation tout au long du projet.

4.2.2 Prescriptions constructives du château d'eau

Le château d'eau à mettre en place aura les caractéristiques suivantes :

- Château métallique avec intérieur enduit de peinture alimentaire et d'anti rouille de 60 m³.
- La hauteur utile est de 4,3 m, la hauteur du réservoir est donc de 4,5 m.
- Le diamètre de la cuve sera d'environ D = 3,80 m
- La hauteur du radier est d'environ 10 m au-dessus du terrain nature soit à une côte radier de 300,24 m.

4.2.3 Le traitement au chlore

4.2.3.1 La pompe doseuse

La pompe doseuse est destinée à injecter le chlore dans la conduite d'alimentation du château d'eau. En effet, l'eau produite étant destinée à la consommation, elle doit être exempte de micro-organismes qui pourraient porter atteinte à la santé du consommateur. Les eaux souterraines, étant très souvent de bonne qualité physico-chimique et bactériologique, une

Thème : Contribution à l'optimisation des études de mise en place d'un système d'AEPA en milieu rural : Cas du village de Sampelga dans la province du Seno

désinfection au chlore suffirait largement. Nous optons alors pour une désinfection chimique à l'hypochlorite de calcium titré à 70%.

- Dimensionnement de la pompe doseuse

Nous supposons que nous avons une dose de traitement de $C = 2 \text{ mg/l}$ à la consommation journalière de pointe ($V_j = 199,23 \text{ m}^3$) pour avoir un chlore résiduel libre de $0,2 \text{ mg/l}$. On considèrera aussi une fréquence de préparation de 48 heures avec un fût de 200 litres (en plastique).

- Le volume d'eau à traiter en deux jours est :

$$V_{2j} = 2 \times V_j = 2 \times 173 = 346 \text{ m}^3$$

- La masse de chlore à préparer en deux jours est :

$$M = V_{2j} \times C = 346 \times 2 = 692 \text{ g.}$$

- La demande en produit de traitement correspondante est :

$$M = 692 \times \frac{1}{0,70} = 988,57 \text{ g.}$$

On prendra **M = 989 g** pour la suite des calculs.

- La concentration en chlore dans le fût est :

$$C_f = \frac{989 \times 0,70}{200} = 3,46 \text{ g/l} \text{ Car le fût a un volume de 200 litres.}$$

- Le débit de la pompe doseuse :

$$Q_{\text{pompe}} \times C_f = Q_{\text{adduction}} \times C$$

$$\text{D'où } Q_{\text{pompe}} = \frac{Q_{\text{add}} \times C}{C_f} \leftrightarrow Q_{\text{pompe}} = \frac{7,20 \times 2}{3,46} = 4,16 \text{ l/h}$$

- Demande en produit d'hypochlorite de calcium

Le tableau N°11 nous donne une estimation de la quantité de chlore qui sera utilisée.

Tableau 11: Demande en produit de traitement (hypochlorite de calcium)

Durée	2 jours	1 mois	1 an
Masse (Kg)	0,989	14,835	178,02

- **Choix de la pompe**

Avec le débit de la pompe doseuse $Q_d = 4,16$ l/h

La pompe choisie est : **Pompe doseuse à piston-membrane ALLDOS (2,2 – 3000 l/h).**

3.2.2.2 Temps minimal de contact de traitement

Le seul traitement recommandé pour maintenir la qualité de l'eau est chloration directement effectué au niveau du château d'eau.

Il faut un temps minimal de contact du chlore avec l'eau afin de s'assurer de l'efficacité du traitement. Ce temps de contact doit être supérieur à 2h. Sa formule est la suivante :

$$T_{min} = \frac{Cu}{\text{Max } Q_{distribué}}$$

Cu est la capacité utile du réservoir qui est de $58,42 \text{ m}^3$.

$\text{Max } Q_{distribué} = 21,60 \text{ m}^3/\text{h}$ cf. **Tableau N°10.**

On trouve : $T_{min} = 2,7 \text{ h} > 2\text{h} \leftrightarrow$ la condition est vérifiée

3.2.2.3 Le temps maximal de séjour

Le temps de séjour définit le temps maximum pour le renouvellement total du volume de l'eau. Il doit être inférieur à 48h (2 jours) pour éviter la dégradation totale du chlore.

$$T_{séjour} = \frac{Cu}{Q_{pj}}$$

Q_{pj} = débit de production journalier.

On trouve : $T_{séjour} = 0,34 \text{ jour} < 2 \text{ jours} \leftrightarrow$ la condition est vérifiée

4.2.4 Equipement du château

Afin d'assurer le bon fonctionnement du château, celui-ci sera doté d'équipements :

- Un robinet flotteur afin d'assurer l'arrêt de l'alimentation ;

Thème : Contribution à l'optimisation des études de mise en place d'un système d'AEPA en milieu rural : Cas du village de Sampelga dans la province du Seno

- Un compteur de distribution afin de mesurer les volumes d'eau distribués
- Une conduite de trop plein ;
- Une conduite de vidange munie d'une vanne ;
- Un by-pass entre la conduite de d'adduction et celle de distribution pour la continuité de l'adduction pendant l'entretien.

4.3 Dimensionnement du réseau de refoulement

Le débit utilisé pour le dimensionnement de la conduite de refoulement est le débit de pointe journalier. Le temps de pompage étant de 16h et le besoin de pointe journalier de 173 m³, ce débit est estimé à 3,0034.10⁻³m³/s.

Le diamètre de la conduite de refoulement est déterminé à partir des formules empiriques de Bresse ; de Bresse modifié et Munier :

- Formule de Bresse : $D(m) = 1,5 \times \sqrt{Q}_{m^3/s}$
- Formule de Bresse modifiée : $D(m) = 0,8 \times Q^{(\frac{1}{3})}_{m^3/s}$
- Formule de Munier : $(1 + 0,02n) \times \sqrt{Q}$ où **n** est le nombre d'heure de pompage

Le tableau N°12 donne les DN en fonction des formules utilisées.

Tableau 12 : Calcul de la conduite de refoulement

Formule	Dthé (mm)	Dint (mm)	Vitesse (m/s)	DN (mm)
Bresse	82,20	99,4	0,44	110
Bresse Modifiée	115,42	126,6	0,27	140
Munier	72,34	81,4	0,65	90

Nous retiendrons le diamètre trouvé par la formule de Bresse soit DN110 qui est le diamètre le plus grand (entre DN110 et DN90) et qui respecte les conditions de vitesses. Bien qu'il engendre des coûts d'investissement plus élevé, il nous permet de faire une économie sur le coût énergétique d'exploitation (un diamètre plus élevé engendre moins de perte de charge et donc des couts énergétiques plus faible).

La conduite de refoulement aura donc les caractéristiques suivantes :

- Conduite en PVC de diamètre nominal 110 mm

- Les colonnes montantes du forage et du réservoir auront un diamètre de 110 mm
- Vitesse dans la conduite : 0,44m/s
- Longueur de conduite : 1640 m (1633,33m).
- Pression nominale est : PN10

4.4 Protection anti-bélier

Un arrêt brusque de la pompe dû à une coupure ou un problème technique peut être à la base d'un coup de bélier dont les conséquences peuvent causer des dommages aux conduites de refoulement. Il est donc nécessaire de vérifier si les conduites sont capables de supporter la surpression et dépression engendrées par le coup de bélier.

- Détermination de la célérité de l'onde provoquée par un coup de bélier

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + K \times \frac{D_{int}}{e}}}$$

a: est la célérité de l'onde

D_{int}: le diamètre intérieur de la conduite =99,4 mm

e: est l'épaisseur des parois de la conduite = 6,2 mm

k = 33 pour les PVC.

Nous obtenons a = 412 m/s

- Calcul de la variation de pression engendré par un arrêt brusque de la pompe

$$\Delta h = \pm a \times \frac{V_0}{g}$$

V₀: est la vitesse dans la conduite au moment de la fermeture qui est de 0,44 m/s

a la célérité de l'onde dont la valeur est 412 m/s

g est l'accélération de la pesanteur qui est 9,81m/s²

Nous trouvons : $\Delta h = \pm 18,47mCE$

- Calcul de la pression Ho dans la conduite

$$H_o = H_{géo} + P_{dc} + P_a$$

H_o : est la pression dans la conduite

$H_{géo}$: la hauteur géométrique de refoulement (cote de refoulement dans le château-cote du TN du forage) : elle est de $305 \text{ m} - 281,8\text{m} = 23,8 \text{ m}$

P_{dc} : les pertes de charges dans la conduite. Elle est déterminée à partir de la formule des pertes de charge de Manning Strickler :

$$\sum P_{dc} = 1,1 \times \frac{10,29 \times Q^2 \times L}{K_s^2 \times D^{16/3}} \text{ Avec } K_s = 100, Q = 0,0034\text{m}^3/\text{s}, D = 110 \text{ mm} ; L = 1640\text{m}$$

Nous trouvons : $\sum P_{dc} = 1,93 \text{ m}$

P_a est la pression atmosphérique, elle sera prise égale à 1 bar soit 10 mCE

Nous obtenons ainsi **$H_o = 35,73 \text{ m}$**

- Valeur de surpression et de dépression maximale

Surpression maximale

$$S = \Delta h + H_o$$

On trouve **$S = 54,2 \text{ m} < 100\text{mCE}(10 \text{ bars})$**

La surpression maximale est inférieure à la pression nominale de la conduite, il n'est donc pas nécessaire de mettre en place un dispositif de protection contre les surpressions.

Dépression maximale

$$S = H_o - \Delta h$$

On trouve **$S = 17,26 > 10\text{mCE}$**

La dépression maximale est supérieure à 10 mCE, il n'est donc pas nécessaire de mettre en place un dispositif de protection contre les dépressions.

4.5 Dimensionnement des pompes

Nous avons les données suivantes :

- Côte radier du réservoir : 300,24 m ;
- Hauteur du réservoir : 4,5 m ;
- Niveau dynamique du forage F1 : 231,8 m.
- Niveau dynamique du forage F2 : 231,49 m.

Thème : Contribution à l'optimisation des études de mise en place d'un système d'AEPA en milieu rural : Cas du village de Sampelga dans la province du Seno

Vu que les deux niveaux dynamiques ne sont pas trop différentes, on choisira alors pour le calcul un même niveau dynamique pour les deux forages fixé à 231,80 m.

- Le débit de pompage : Il a été précédemment calculé et est égale à $10,81 \text{ m}^3/\text{h}$ soit 3 l/s

Le forage étant situé en dehors de la zone lotie, Il est donc nécessaire de mettre en place un système capable de transporter les demandes en eau jusqu'au château (1640m) pour la distribution. Le choix de la pompe est fonction du débit de pompage et de la HMT (hauteur nanométrique total).

- **La hauteur nanométrique totale :**

$$HMT = \sum Pdc + Hgéo + \frac{\Delta h}{\rho \times g}$$

Hgéó : la hauteur géométrique (Côte de refoulement de l'eau dans le château – Cote du plan d'eau dynamique du forage) : $Hgéo = (290 - 281,8) + ND + Hradier + Hcuve$

On trouve : $Hgéo = 72,7 \text{ m}$

$\sum Pdc$ Est la somme des pertes de charges linéaire et singulière à l'aspiration et au refoulement.

Nous prendrons les pertes de charge singulière égales à 10% des pertes de charges linaires. Les conduites d'aspiration et de refoulement auront le même diamètre, et nous utiliserons la formule des pertes de charges de Manning-Strickler.

Vérification des pertes de charges pour les diamètres calculés

- Perte de charge du diamètre calculé : DN110

$$\sum Pdc = 1,1 \times \frac{10,29 \times Q^2 \times L}{Ks^2 \times D^{16/3}} \text{ Avec } Ks=100, Q = 3,0034.10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}, D=0.110\text{m} ; L = 1640\text{m}$$

Il en résulte les pertes de charges suivantes : $\sum \sum Pdc = 2,10 \text{ m}$

- Perte de charge du diamètre calculé : DN90

$$\sum Pdc = 1,1 \times \frac{10,29 \times Q^2 \times L}{Ks^2 \times D^{16/3}} ; \text{ Avec } Ks=100, Q = 0.0054\text{m}^3/\text{s}, D=0,090 \text{ m} ; L = 1640 \text{ m}$$

Nous obtenons : $\sum Pdc = 5,63 \text{ m}$

Nous constatons que le diamètre DN90 engendre plus de pertes de charge; ce qui entrainerait une HMT élevée et donc un coût d'investissement plus élevé pour la pompe. Nous retiendrons donc le diamètre de DN110 pour la conduite de refoulement.

$\frac{\Delta h}{\rho \times g}$: Traduit la variation de pression. Ce ratio est égale à 0 car à l'aspiration et à la décharge sont supposés être à la pression atmosphérique. Ce qui amène à écrire :

$$HMT = 1,93 + 73,2 + 0 \rightarrow HMT = 75,13 \text{ m}$$

- **Choix de la pompe**

La pompe à choisir devra donc pouvoir élever l'eau à une hauteur d'environ 75 m à un débit de 12,45 m³/h. Après la consultation des différents catalogues, les caractéristiques de la pompe choisie sont avec un rendement de 75%.

- Calcul de la puissance de la pompe

$$Pp = \frac{g \times Q \times HMT}{\mu}$$

On trouve P = 1,36 KW

- Calcul de la puissance du moteur avec un rendement de 80%.

$$Pm = \frac{Pp}{k}, \text{ on trouve: } Pm = 1,7 \text{ KW}$$

Pompes choisies:

- 2 Pompes immergées en acier inox de la gamme Grundfos SQ
- Elles sont équipées d'un moteur MS4 000 de puissance absorbée de 2 kW chacune.

4.6 La source d'énergie

Les sources d'énergie envisageables pour l'alimentation de l'AEPS sont celles qui sont adaptées au milieu. Il s'agit :

- Les groupes électrogènes
- Le système solaire (panneau photovoltaïque)

Cependant, ces différentes sources d'énergie ont des caractéristiques qui doivent être pris en compte avant tout éventuel choix. Parmi les critères de choix on peut citer : le prix, l'impact sur l'environnement (sols, atmosphère, vie humaine,...). Chacune de ces sources d'énergie présente des avantages et des inconvénients. Le tableau N°13 donne les caractéristiques.

Thème : Contribution à l'optimisation des études de mise en place d'un système d'AEPA en milieu rural : Cas du village de Sampelga dans la province du Seno

Tableau 13 : Comparaison des Sources d'énergie

Source d'énergie	Avantages	Inconvénients
Panneau solaire	<ul style="list-style-type: none"> • Peu de panne • Durée de vie élevée • Frais d'entretien faible • Frais de fonctionnement limité • La tendance à financer est élevée (bailleurs) 	<ul style="list-style-type: none"> • Pompage lié à l'ensoleillement • Coût de réalisation élevé • Vol possible des panneaux
Groupe électrogène	<ul style="list-style-type: none"> • Pompe à la demande • Débit de pompage important • Frais d'investissement faible 	<ul style="list-style-type: none"> • Charge d'exploitation couteuse • Risque de panne élevé • Exige un stock régulier de carburant • Dégage du CO2
SONABEL	<ul style="list-style-type: none"> • Baisse de la charge d'exploitation • La technique bien que simple, fiable, peu coûteuse, sobre en consommation de ressources (comparée à ses alternatives) 	<ul style="list-style-type: none"> • Risque élevé de panne, • Paiement des factures d'électricité • Risque de non compatibilité avec certains matériels,

Pour le choix de la source appropriée, nous ferons une étude comparative du coût d'exploitation et de l'impact sur l'environnement ainsi que la tendance à financer et la puissance des pompes.

- Si $P < 4\text{kW}$, l'énergie solaire sera utilisée
- Si $P \geq 4\text{kW}$, l'énergie sera le GE

Nous arrivons à la conclusion que le groupe électrogène est le mieux adapté pour alimenter l'AEPS vue que nous avons 3 pompes d'environ 2kW chacune.

Cependant, il existe un principe au Burkina Faso, concernant les zones desservies par le réseau électrique National (SONABEL) ou un réseau électrique privé, qui stipule que la source d'énergie normale est le réseau électrique. (PN-AEPA à l'horizon 2015, 2010)

Ce principe est justifié par :

- Le coût élevé et la vulnérabilité des panneaux solaires ;
- Les coûts de maintenance et de gestion des groupes électrogènes en milieu rural.

Compte tenu du fait que la zone d'étude est desservie, la source d'énergie qui sera utilisé dans le village de Sampelga pour l'alimentation du réseau d'AEPS est le réseau électrique SONABEL. Néanmoins, un groupe électrogène sera prévu pour alimenter les pompes en cas de délestage de la SONABEL afin de garantir une distribution continue.

V. Plan de gestion

Les différents types de modes de gestion d'AEP sont :

5.1 Affermage

L'Etat a financé les équipements. Ceux-ci sont confiés à une entreprise (le Fermier) qui les fait fonctionner avec son personnel, mais l'Etat en reste propriétaire. Les abonnés paient, d'une part, le " prix - fermier " qui est la rémunération de l'entreprise fermière pour le service qu'elle rend et d'autre part, une surtaxe destinée à l'Etat pour lui permettre de payer les annuités des emprunts contractés relatifs aux équipements. C'est l'entreprise qui restitue périodiquement à l'Etat le produit de surtaxe. La durée de contrat d'affermage est normalement de 12 ans car l'entreprise à peu d'équipements à amortir dans l'affermage, les ouvrages nécessaires ne sont pas construits par le fermier mais mis à sa disposition l'état. Le fermier ne se voit donc confier que la seule exploitation du service.

5.2 Concession

L'entreprise a financé les équipements et les fait fonctionner avec son personnel. Elle se rémunère directement auprès des abonnés. La durée de contrat de concession est supérieure à la durée de l'affermage compte tenu de la nécessité pour l'entreprise d'amortir ses investissements. Dès la réalisation des installations par l'entreprise, l'Etat en devient propriétaire.

5.3 Gérance

L'Etat a financé les équipements et les a confiés à une entreprise qui les fait fonctionner avec son personnel. Les abonnés paient leurs factures soit au gérant qui verse la totalité à l'Etat, soit directement à l'Etat. En contrepartie, l'Etat rémunère le gérant.

5.4 Régie

L'Etat a financé les équipements et les fait fonctionner avec son personnel. Il se rémunère directement auprès des usagers. La régie peut prendre plusieurs formes : Service de l'Etat ; Autonomie financière ; Etablissement public ou Société d'Etat.

5.5 Gestion communautaire

La gestion est effectuée par les usagers eux-mêmes organisés en Comité ou Association des usagers. Le tableau N°14 donne les limites des modes de gestion énumérés ci-haut :

Tableau 14 : Modes de gestion d'AEP

Mode de gestion	Avantages	Inconvénients
REGIE	<ul style="list-style-type: none">• Prix du mètre cube d'eau relativement moins chère• Possible d'accès à l'eau pour toute la commune.	Problèmes de gérance des installations du système
AFFERMAGE	<ul style="list-style-type: none">• Gestion par une entreprise compétente et autonome• Dispense la commune des frais de gestion, d'entretien et de maintenance.	Risque de surfacturation du mètre cube d'eau

Thème : Contribution à l'optimisation des études de mise en place d'un système d'AEPA en milieu rural : Cas du village de Sampelga dans la province du Seno

CONCESSION	<ul style="list-style-type: none"> • Possibilité pour une commune dépourvue de moyen d'avoir un système d'AEP ; • Assurance d'un bon service ; • Une bonne gestion des équipements pendant la période de concession ; • Facturation raisonnable compte tenu de la durée de la concession. 	<p>Problème de garantie de la durée des installations.</p>
GERANCE	Réduction du risque de mauvais recouvrement de recettes.	<p>Problème de définition des responsabilités vis-à-vis des installations</p>
GESTION COMMUNAUTAIRE	<ul style="list-style-type: none"> • Implication directe des usagers dans la gestion de l'eau ; • Fixation du prix du mètre cube d'eau par consensus 	<ul style="list-style-type: none"> • Problème d'entente et de responsabilité ; • Risque de mauvaise gestion dans la comptabilité et la maintenance ; • Exige la formation du personnel de gestion

Source : (Denis ZOUNGRANA, Novembre 2003)

Au regard de ces différents avantages et inconvénients des modes de gestion nous remarquons que le mode de gestion par la concession est la plus appropriée pour la gestion de l'AEPS. A ce niveau, le concessionnaire effectue les travaux à ses frais, et à ses risques et périls donc l'Etat est financièrement déchargé pour la phase de la construction. Pendant la durée de la concession à suffisamment le temps de former son personnel pour le relais.

La concession apparaît comme un procédé pour l'exécution de travaux exigeant d'importants capitaux et dont la rentabilité n'est pas immédiatement assurée.

Cependant dans la pratique et dans un pays comme le Burkina Faso, les entreprises ne sont pas aptes à investir dans la mise en place de ces ouvrages tant qu'elles n'ont pas l'assurance de rentabilité immédiate.

Ce qui nous conduit à proposer un contrat d'AFFERMAGE malgré ses limites que l'on peut maîtriser à travers un contrat signé entre la commune et le gestionnaire selon la réforme. De façon la commune pourra avoir un regard sur les prix de vente de l'eau. Aussi selon la réforme, l'AUE travaille également en collaboration avec le gestionnaire de l'AEPS afin d'assurer son attention au cas où il y aurait une surfacturation.

VI. Devis estimatif

Le coût du projet est estimé à **153 455 976 FCFA**, toutes taxes comprises.

Les détails de calcul sont consignés en **Annexe N°IX**.

Il serait de 174 925 170 FCFA si tous les coefficients de pointe traduisant les variations cycliques de la demande en eau ont été pris en compte.

VII. Prix de revient de l'eau

Pour assurer une gestion optimale des ouvrages mis en place, il est nécessaire que les bénéficiaires y soient impliqués. Le calcul du prix de l'eau est basé sur les paramètres suivants : le coût d'investissement, l'entretien et la réhabilitation des équipements. Le prix de revient du mètre cube d'eau peut être estimé à partir de la formule suivante :

$$Pr = \frac{A + C}{V}$$

- Pr est le prix de revient de l'eau
- A est l'amortissement des équipements à l'horizon du projet
- C : est la charge d'exploitation et d'entretien des ouvrages
- V est le volume d'eau vendu à l'échéance du projet

Le calcul se fera avec pour objectif la récupération des coûts pour la couverture de l'ensemble des charges : charge d'exploitation maintenance, et amortissement de l'ensemble des ouvrages, équipement et ouvrages hydraulique à l'horizon 2030. Les amortissements

Thème : Contribution à l'optimisation des études de mise en place d'un système d'AEPA en milieu rural : Cas du village de Sampelga dans la province du Seno

concernent uniquement les ouvrages et les équipements dont la durée de vie est inférieure ou égale à 10 ans.

Nous trouvons $Pr = 308.13 \approx 309$ FCFA

Les détails de calcul se trouvent en **Annexe N°IX**.

Il serait de $Pr = 322,45$ FCFA si on avait pris en compte tous les coefficients de pointe traduisant les variations de la demande en eau pouvant être observées.

Nous avons obtenu un prix de revient du m^3 d'eau à 309 F.CFA. Par ailleurs, notons que ce prix de revient sera réel si on observe effectivement un taux de desserte de 80% comme supposé plus haut. Si ce taux de desserte n'est pas atteint, le prix de revient sera donc plus élevé. En supposant le prix de revient ci-dessus mentionné le prix de vente à la population en fonction du récipient. Les prix de vente sont donnés par le tableau N°15.

Tableau 15: Prix de vente de l'eau

Sampelga	m^3	Seau (10L)	Fût (50L)	Barrique (200L)
Prix en F.CFA	315	5	20	70

CHAPITRE 3 : SYSTEME D'ASSAINISSEMENT

L'assainissement est un processus par lequel des personnes peuvent vivre dans un environnement sain. Il vise, d'une part à assurer l'évacuation et le traitement des eaux usées et excréta en minimisant d'une part, les risques pour la santé et d'autre part à collecter et à éliminer les déchets solides contribuant à maintenir un environnement salubre (Joseph Wethé ; cours 2009). La stratégie d'assainissement au Burkina Faso donne des indications sur les options technologiques en matière d'assainissement. Ces indications font surtout référence à la demande effective des populations, à l'élaboration et au respect des normes, à la protection de l'environnement, à la valorisation des déchets.

L'absence d'indication sur des modèles types d'ouvrages permet de proposer une palette variée de modèles aux bénéficiaires dans la mesure du respect des critères cités ci-dessus. Ainsi, les options technologiques développées en milieu rural varient selon la localité et le programme mis en œuvre avec l'appui des partenaires au développement.

L'accès aux services d'assainissement de base est devenu en soi un objectif de développement humain important, car l'absence de toilettes saines, privées et pratiques constitue une atteinte quotidienne à la dignité ainsi qu'au bien-être de millions de personnes. Il est aussi un vecteur de développement humain à une échelle bien plus importante. Sans assainissement de base, les bienfaits de l'accès à l'eau potable sont réduits, et les inégalités en matière de santé, genre ou autres associées à un déficit en assainissement sapent systématiquement les progrès dans les domaines de l'éducation et de la création de richesses et aggravent la pauvreté.

I. Etat des lieux de la zone d'étude en assainissement

Deux types de latrines sont observés à Sampelga : les latrines communautaires dans les lieux publics et les latrines familiales dans les ménages. Ces latrines préservent l'intimité des usagers et contribuent à la réduction des maladies.

La sensibilisation sur les règles d'hygiène qui a accompagné la mise en place des latrines n'a pas fondamentalement changé les comportements des populations. Une partie de la population continue de déféquer dans la nature. Au CSPS, certaines femmes se lavent derrière les latrines modernes et s'y soulagent aussi. Au niveau des écoles, les mêmes comportements sont signalés. Cela s'explique par le manque d'entretien et la pression sur les quelques latrines

réalisées. Ce qui fait que la portion d'utilisateurs augmente faiblement. Peu de ménages ont des latrines au niveau de Sampelga.

Les eaux usées ne sont pas collectées et évacuées. Elles sont déversées dans les cours et dans les rues. Le service de l'environnement reconnaît que l'utilisation des latrine reste faible. Il y a une absence totale de puisard dans le village. Le réflexe de collecter les ordures ménagères et de les acheminer vers un lieu donné n'est pas effectif. Ces OM sont déposés dans les cours et dans les rues.

Depuis octobre 2013, des séances de nettoyages des lieux publics (marchés, mairie, CSPS, préfecture et d'autres services techniques) sont organisées par des jeunes dans le cadre du programme spécial de création d'emplois pour les femmes et les jeunes. Ce qui permettra d'inculper des bonnes pratiques en matière d'hygiène au sein des populations et de réduire les risques de maladies.

Le taux d'accès à l'assainissement de base est de 3,1%. (PDC AEPA Sampelga, 2013)

II. Les systèmes d'assainissement envisageables

Les différents types de systèmes d'assainissement qui peuvent être envisageables sont divers. Ce sont:

- Un système d'assainissement non collectif: Dénommé aussi assainissement autonome ou individuel. Il est reconnu comme un système d'assainissement à part entière qui est utilisé en domaine privé dans des zones peu denses. Ce système exploite au mieux le pouvoir épurateur du sol, permet d'éliminer les eaux usées d'une habitation individuelle, sur la parcelle, sans transport des eaux usées.
- Un système d'assainissement collectif : Constitué par un réseau public de collecte et de transport des eaux usées vers un ouvrage d'épuration. Il est localisé en domaine public.

Sont classés dans ce système:

- ✓ L'évacuation des eaux pluviales;
- ✓ Les réseaux d'eaux usées;
- ✓ La gestion des déchets solides

Ainsi, on parle de l'assainissement conventionnel lorsqu'il s'agit de collecter et de traiter ensemble les eaux grises et les eaux vannes (excrément et urines) par différentes étapes permettant d'éliminer une proportion plus ou moins importante des différents polluants (WETHE, 2006) et de l'assainissement écologique lorsqu'il s'agit de gérer les différents types de rejets domestiques et de les traiter sans grand effort tout en assurant la protection de l'environnement et une valorisation optimale des eaux traitées, les nutriments et de la matière organique surtout dans l'agriculture.

III. Choix et justification du système

Le système de gestion des déchets liquides domestiques de la population de Sampelga choisi est le système d'assainissement autonome car c'est celui qui répond au mieux aux réalités des zones rurales pour la gestion des eaux usées et excréta.

Nous avons dans ce système :

- La latrine ventilée à fosse unique avec dalle SanPlat (la plus utilisée)
- La latrine VIP double fosse et à fosses multiples ;
- La latrine à chasse manuelle double fosse
- La fosse septique ;
- Douche-Lavoir puisard

Cependant, ces ouvrages présentent des caractéristiques qui restent déterminant dans le choix du type d'ouvrage de traitement :

3.1 Latrine améliorée (VIP)

La VIP dispose d'un tuyau d'aération (évent) qui facilite l'aération de la fosse par évacuation de l'air nauséabond ; l'air qui favorise la décomposition de la matière fécale. Grâce à son grillage anti moustique ce tuyau joue également le rôle de rétention des insectes prisonniers qui meurent et retombent dans la fosse. Le mode d'utilisation est simple. Il est bien adapté, en ce sens que l'urine, l'eau d'entretien, de lavage et les matériaux biodégradables et autres encombrants sont admis dans la fosse.

3.2 Toilette à chasse manuelle (TCM)

Les toilettes à chasse manuelle, à base d'eau correspond bien à une catégorie de populations moyens standings ou de pratiques musulmanes où la consommation d'eau est permanente et relativement élevée. Il faut disposer de l'eau toute l'année (au moins 2l par jour et par personne): la cuvette doit être systématiquement l'objet d'une chasse et entretenue. Elles se bouchent facilement si l'on emploie des matériaux solides pour le nettoyage anal et il y a risque de pollution de la nappe.

3.3 Fosse septique

Une fosse septique est une chambre de stockage et de prétraitement des eaux vannes et des eaux grises. Les processus de décantation et d'anaérobies au sein de la fosse, réduisent les matières solides et organiques. Il faut noter que le traitement est seulement modéré. Bien que cette technologie requière une source permanente d'eau, elle est bien adaptée au haut standing où la consommation d'eau est élevée et permanente. Il a un avantage que les utilisateurs ne sont pas en contact avec les eaux usées et que le confort est assuré quand l'ouvrage est bien conçu.

3.4 Bac à laver puisard

Cette technologie constituée d'un bac et d'un puits d'infiltration est conçue pour les ménages qui ne sont pas raccordés et qui n'ont pas les fosses septiques toutes eaux. Elle récupère dans le puits, les eaux de lessives et de vaisselles, et évitera aux résidents d'être en contact avec les eaux usées sur leur lieu d'habitation. Elle a une longue durée de vie. Adapté pour les ménages à faibles revenus.

3.5 Douche – puisard

La douche-puisard est une technologie pour récupérer les eaux issues des toilettes dans un puits d'infiltration. Elle pourra être couplée avec les VIP dans les habitations pour une gestion efficace des eaux vannes et des eaux de toilette

Ajouter à ces caractéristiques, les ouvrages varient en fonction de leur prix de revient. Le tableau N°16 donne le prix de chaque type d'ouvrage énuméré ci-haut.

Thème : Contribution à l'optimisation des études de mise en place d'un système d'AEPA en milieu rural : Cas du village de Sampelga dans la province du Seno

Tableau 16 : Le prix de revient des ouvrages d'assainissement autonome

Désignation	Fosse maçonné (FCFA)	Fosse non maçonnée(FCFA)
VIP à fosse unique	131 165	100 875
VIP à double fosse	206 805	155 905
TCM	186 690	135 640
Fosse septique	572 533	-
Douche-puisard	160 489	139 643
Lavoir-puisard	90 100	69 264

Nous concluons que selon le tableau N°15 le coût de la latrine est relativement faible par rapport aux autres options technologiques. Le choix d'un type de latrine dépend non seulement du revenu des ménages, mais aussi des contraintes (disponibilité d'un espace suffisant par exemple) qu'exige la mise en œuvre de ces infrastructures.

Notons aussi que la contribution du ménage se limite à la contribution en nature (fourniture d'agrégat, la superstructure et la toiture) tandis que pour les autres options technologiques en plus de la contribution en nature ci-dessus citée, il existe une contribution financière qui varie selon le type d'option choisi.

IV. Objectif à atteindre

Dans le cadre de notre projet, l'objectif visé est d'amener ce taux de 3,1% à 58% à l'horizon 2017 avec une population visée de 2317 habitants soit un total de 232 latrines à mettre en place avec une moyenne de 10 personnes par latrine (PDC AEPA Sampelga, 2013). Cela revient à dire que chaque ménage de cette population doit disposer d'au moins d'une latrine.

Le tableau N°17 nous donne les objectifs à atteindre au niveau des ménages.

Thème : Contribution à l'optimisation des études de mise en place d'un système d'AEPA en milieu rural : Cas du village de Sampelga dans la province du Seno

Tableau 17 : taux d'accès à atteindre

Village	Taux d'accès	Taux d'accès 2017	Nouvelles latrines à réaliser	2014	2015	2016	2017
Sampelga	3,1%	58%	232	58	58	58	58

Source : (PDC AEPA Sampelga, 2013)

Quant aux lieux publics et institutions, ils disposent chacun des infrastructures d'assainissement répondant aux normes en vigueur au Burkina Faso. Le tableau N°18 nous donne la situation de ces lieux.

Tableau 18 : Etat des lieux des lieux publics et institutions

Désignation	Latrine				Lavoir-puisard		Douche puisard	
	Type	Cabines	Blocs	Etat	Nombre	Etat	Nbre	Etat
Ecole primaire	VIP	8	4	Bon	4	Bon	0	
CEG	VIP	8	3	Bon	3	Bon	0	
Mosquée	VIP	3	1	Bon	1	Bon	0	
CSPS	VIP	6	2	Bon	0		0	
Marché	VIP	8	2	Bon	2	Bon	0	
Maternité	VIP	2	1	Bon	1	Bon	0	

Source : (PDC AEPA Sampelga, 2013)

V. Choix et justification des Ouvrages à mettre en place

Dans la zone d'étude, les latrines dans les ménages sont les latrines SanPlat (V.I.P à fosse unique qui sont les plus recommandées (PDC AEPA Sampelga, 2012) compte tenu du faible revenu de la population de Sampelga. De ce fait, nous optons pour ce choix.

Néanmoins, les latrines SanPlat prennent en charge que les eaux vannes. De ce fait, dans ce projet, nous allons mettre en place une VIP à fosse unique couplée à une douche-puisard

Thème : Contribution à l'optimisation des études de mise en place d'un système d'AEPA en milieu rural : Cas du village de Sampelga dans la province du Seno

(eaux usées des bains) et un lavoir –puisard (eau usées de vaisselle et lessive) au niveau de chaque ménage.

Le nombre et le type d'ouvrages à réaliser au niveau des ménages sont :

- 232 VIP à fosse unique
- 232 douches puisard
- 232 lavoir-puisard

VI. Dimensionnement des ouvrages d'assainissement

6.1 Les VIP à fosse unique

6.1.1 Détermination des caractéristiques

Il s'agira de dimensionner des latrines VIP à fosse unique (avec fosse maçonnée), des douches-puisards et des bacs à laver-puisards. Les données suivantes ont été prises en compte pour la détermination des caractéristiques de la latrine SanPlat.

A : taux d'accumulation moyenne des boues étant prise égale 0.035 m³/an/hab. au Burkina.

Cem : Coefficient encombrement des matériaux, du fait de l'utilisation : 1

Nu : Nombre d'utilisateurs = 10

T: Temps de remplissage = 5ans

Les données ci-haut nous permettent d'obtenir le tableau N°19.

Tableau 19 : Caractéristiques de la VIP

Paramètres	Formules	Résultats
Taux d'accumulation des boues Ta (m ³ /hbt/an)	CREPA	Ta = 0.035 m ³ /hbt/an
Coefficient d'encombrement	Cem	Cem = 1
Durée de remplissage T	T	T = 5 ans
Nombre d'utilisateurs Nu	Nombre d'habitant moyen par ménage	Nu = 10 usagers

Thème : Contribution à l'optimisation des études de mise en place d'un système d'AEPA en milieu rural : Cas du village de Sampelga dans la province du Seno

	Nu	
Volume de stockage des boues Vu	$V_u = T_a \times N_u \times T \times C_{em}$	Vu = 1,75 m ³
Longueur L de la fosse		1,75 m
Largeur l de la fosse		0,9 m
Section S de la fosse	$S = L \times l$	1,575 m ²
Hauteur utile Hu de la fosse	$H_u = V_u/S$	1,11 m
Hauteur de la revanche	Hr	Hr = 0,3 m
Hauteur finale Hf	$H_f = H_u + H_r$	1,41 m

6.1.2 Les éléments constitutifs

La latrine SanPlat est constituée des éléments suivants :

- La fosse d'accumulation et de digestion des boues ;
- La dalle en béton légèrement armé avec un trou de défécation et un orifice de ventilation ;
- L'évent qui est le tuyau de ventilation servant à l'évacuation hors de la cabine des odeurs résultant de la décomposition anaérobie des boues ainsi qu'au piégeage des mouches ;
- La superstructure avec la porte et la toiture pour assurer l'intimité et la protection de l'utilisateur contre les intempéries, mais également pour réduire l'accès des mouches (du fait de l'obscurité relative par rapport à l'extérieur).

Les détails sont donnés en **Annexe N°X**.

6.1.3 Conditions de mise en place

- Zone rurale à habitat dispersé ;
- Espace disponible pour fosse de substitution quand première fosse pleine ;

- Faible utilisation d'eau pour le nettoyage anal ;
- Disponibilité de matériaux locaux pour la confection de la superstructure, de la toiture et du tuyau de ventilation et éventuellement pour les parois de la fosse si le sol est instable ;
- Éloignement de plus de 15 m des sources d'eau potable (puits, forage).

6.1.4 Entretien et maintenance

- Limiter l'introduction d'eau dans la fosse ;
- Nettoyer quotidiennement la dalle et surtout les rebords du trou de défécation ;
- Maintenir l'obscurité dans la cabine pour limiter l'accès des mouches ;
- Vérifier régulièrement le grillage à l'extrémité du tuyau de ventilation ;
- Colmater les parties érodées de la superstructure et du tuyau de ventilation ;
- S'assurer que le pourtour de la dalle ne favorise pas l'accès de l'eau de ruissellement directement dans la fosse remblais doit toujours être intact).

6.1.5 Opérations à mener lorsque la fosse est pleine

- Creuser une autre fosse au moins à 3 m de la fosse en voie de remplissage ;
- Construire une autre superstructure et tuyau de ventilation lorsque les matériaux de La latrine existante ne sont pas transférables ;
- Transférer la dalle sur la nouvelle fosse ;
- Remplir la fosse pleine avec de la paille, de la cendre et de la terre végétale ;
- Protéger l'accès à la surface de la fosse ainsi recouverte .

6.2 Douche-puisard

Dimensions de la fosse

- Volume estimé : lié à la perméabilité du sol et du volume de rejet journalier 15 l/pers/j (consommation de 20l/j avec un taux de rejet d'environ 75%) ;
- Profondeur = 2 m pour un diamètre : 1 m (dimensions recommandées).

6.2.1 Éléments constitutifs

- Une cabine ;
- Une fosse (puits) filtrante (puisard) ;

- Un tuyau en PVC muni d'un siphon au sol ou d'un dégrilleur ;

6.2.2 Conditions techniques de mise en place

- Sol de perméabilité acceptable ;
- Sol excavable sur une profondeur permettant d'avoir une surface latérale d'infiltration du flux journalier d'eau usée.

6.2.3 Entretien de routine

- Nettoyage de l'intérieur de la cabine ;
- Opérations à mener lorsque le puisard est colmaté ;
- Ouvrir la fosse ;
- Nettoyer les parois de la fosse (enlever le biofilm qui freine l'infiltration).

6.3 Le lavoir-puisard

6.3.1 Éléments constitutifs

- Une aire de lavage ;
- Une fosse filtrante (puisard) ;
- Une dalle de couverture de la fosse ;
- Un tuyau en PVC muni d'un siphon de sol ou d'un dégrilleur.

6.3.2 Conditions techniques de mise en place

- Sol de perméabilité acceptable ;
- Sol excavable sur une profondeur permettant d'avoir une surface latérale d'infiltration du flux journalier d'eau usée.

6.3.3 Possibilités d'utilisation de matériaux locaux

Pierre taillée pour la stabilisation éventuelle des parois dans les régions de la Boucle du Mouhoun et du Sud-Ouest.

6.3.4 Entretien de routine

- Nettoyage de la plateforme du lavoir ;
- Opérations à mener lorsque le puisard est colmaté ;
- Ouvrir la fosse ;

Thème : Contribution à l'optimisation des études de mise en place d'un système d'AEPA en milieu rural : Cas du village de Sampelga dans la province du Seno

- Nettoyer les parois de la fosse (enlever le biofilm qui freine l'infiltration) ;
- Éventuellement nettoyer les parois des moellons ou renouveler les moellons si disponibles.

VII. Plan de gestion du système d'assainissement

Le mode de gestion des ouvrages d'assainissement autonome se fera également par AFFERMAGE conformément aux normes en vigueur au Burkina Faso.

VIII. Cout estimatif de l'assainissement autonome

Le cout de réalisation des ouvrages d'assainissement pour la gestion des eaux usées et excréta de Sampelga est estimé à 91 318 930 FCFA.

Les détails sont donnés en **Annexe N°XI**.

Conclusion et perspectives

Au terme de notre étude, nous pouvons affirmer avec certitude qu'il existe un problème à Sampelga sur le plan sanitaire et hygiénique des populations qui est la conséquence directe de la non existence des ouvrages et dispositifs adéquats en matière d'AEP et d'assainissement. Le cahier de charges d'Adduction en Eau Potable et d'assainissement dans cette zone demeurent alors indispensable.

La réalisation de ce projet d'AEPA permettra d'atteindre l'objectif global qui est l'amélioration des conditions d'alimentation en eau potable, d'assainissement qui conduira évidemment à l'amélioration des conditions de vie des populations.

La méthode optimisée c'est-à-dire celle de l'utilisation du coefficient de pointe journalier uniquement réduira considérablement les dimensions des ouvrages et équipements. Elle entrainera la baisse des couts d'investissements donc le prix de revient de l'eau qui sera avantageux pour la population bénéficiaire.

Le prix de revient sera réel si on observe effectivement un taux = 80% comme supposé (il sera élevé dans le cas échéant);

Les résultats attendus seront observés si et seulement si les hypothèses énumérées ci-haut sont bien respectées;

La mise en application des propositions faites dépendront de l'implication active de l'équipe de projet, des bénéficiaires ainsi que des bailleurs;

Aussi, des campagnes de sensibilisation seront organisées sur la gestion du système d'AEP, l'hygiène et l'assainissement seront organisés pour assurer la pérennité des ouvrages.

Le coût global de ce projet s'élève à **244 774 90 FCFA.**

Bibliographie

AGHI Etudes et Travaux . (Janvier 2014). *Réalisation d'études d'AEPS à Sampelga*. Ouagadougou.

al., C. P. (Mars 2012). *Le coût des systèmes d'approvisionnement en eau potable u Burkina Faso : une application de l'approche du coût à long terme*. Ouagadougou.

BONVIN, J. (2013). *Cours de modélisation des réseaux en charge AEP*. Ouagadougou.

Denis ZOUNGRANA. (Novembre 2003). *Cours d'approvisionnement en eau potable*. Ouagadougou.

Fidèle, G. (2011). *Memoire de fin d'etude M2, 2iE*. Ouagadougou.

OUEDRAOGO, B. U. (2005). *Cours AEP*. Ouagadougou.

OUEDRAOGO, M. (2011). *Cours assainissement autonome* . Ouagadougou .

(2012). *PDC AEPA Sampelga*. Sampelga.

PDC AEPA Sampelga. (2013). Sampelga.

(2010). *PN-AEPA à l'horizon 2015*.

UNICEF. (2006). *indicateur indispensable et cause de la mortalité des enfants*.

WETHE, J. (2006). *Cours d'assainissement* . Ouagadougou .

Site internet :

1. www.memoireonline.com
2. www.pseau.org

Support de stage :

1. Bambara Apolline, **Alimentation en eau potable et l'assainissement de la ville de Boulsa, chef-lieu de la commune de Boulsa**, 2012

Catalogue de fournisseurs

1. Grundfoslitterature (pompe immergées, moteurs immergés)

Liste des annexes

Thème : Contribution à l'optimisation des études de mise en place d'un système d'AEPA en milieu rural : Cas du village de Sampelga dans la province du Seno

Annexe I: Population et des besoins en eau de Sampelga avec les variations de la demande

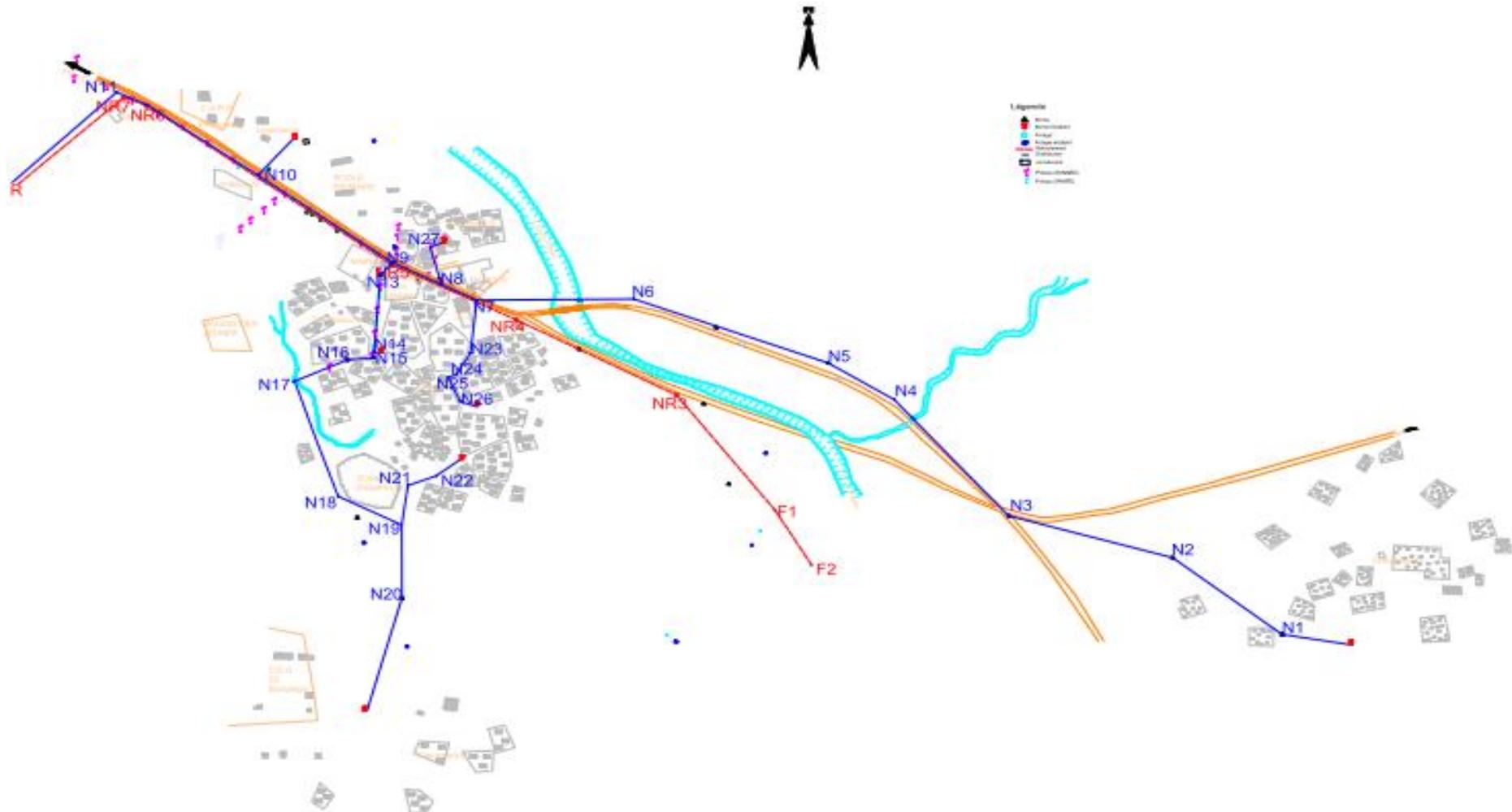
Besoins annexes	15%					
Coef de pointe saisonnier	1,15					
Coef de pointe Journalier	1,15					
Coef de pointe Horaire	2,5					
Coef de perte	1,1					
Années	2013	2014	2017	2022	2027	2030
Population (Hbts)	4602	4749	5220	6110	7153	7861
Taux d'accès (%)	60	60	65	72	76	80
POP ayant accès à l'eau(Hbts)	2761,2	2849,56	3392,9602	4399,4297	5435,9564	6289,1428
Consommation spécifique (L/j/Hbt)	20	20	20	20	20	20
Besoins domestiques (m3/j)	55,22	56,991168	67,859203	87,988595	108,71913	125,78286
Taux utilisation Forage (%)	100,00	95	79	52	26	10
Volume d'eau disponible (forage en m3/j)	77	73	61	40	20	8
Besoins domestiques à satisfaire par l'AEPS (m3/j)	0	0	6,8592032	47,988595	88,719129	117,78286
Besoins annexes (m3/j)	8,28	8,5486752	10,17888	13,198289	16,307869	18,867428
Besoins globaux à satisfaire par l'AEPS (m3/j)	8,28	8,5486752	17,038084	61,186884	105,027	136,65028
Besoin en eau du jour de pointe (m3/j)	10,96	11,305623	22,532866	80,919654	138,89821	180,72
Besoin en production en jour de pointe (m3/j)	12,05	12,436185	24,786152	89,01162	152,78803	198,792
Besoin moyen horaire (m3/h)	0,50	0,5181744	1,0327563	3,7088175	6,3661677	8,283
Besoin de pointe horaire (m3/h)	1,26	1,295436	2,5818909	9,2720437	15,915419	20,7075
Débit distribution (l/s)	0,35	0,3598433	0,7171919	2,5755677	4,4209498	5,7520834
Débit de refoulement (l/s)	0,21	0,215906	0,4303151	1,5453406	2,6525699	3,45125

Thème : Contribution à l'optimisation des études de mise en place d'un système d'AEPA en milieu rural : Cas du village de Sampelga dans la province du Seno

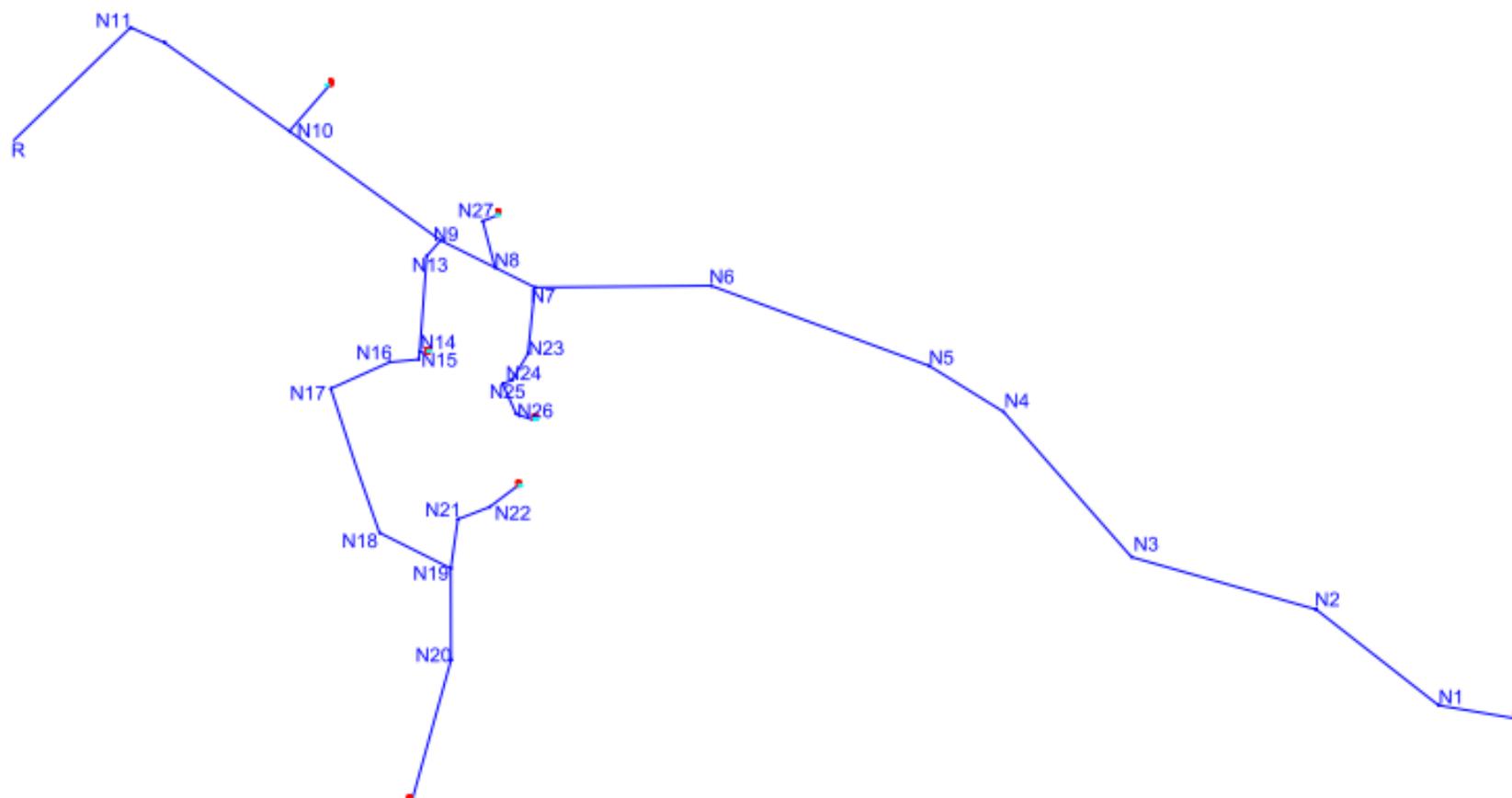
Annexe II: Population et besoins en eau de Sampelga avec les variations cycliques de la demande

Besoins annexes	15%					
Coef de pointe saisonnier	1,00					
Coef de pointe Journalier	1,15					
Coef de pointe Horaire	1,00					
Coef de perte	1,10					
Années	2013	2014	2017	2022	2027	2030
Population (Hbts)	4602	4749	5220	6110	7153	7861
Taux d'accès (%)	60	60	65	72	76	80
POP ayant accès à l'eau(Hbts)	2761	2850	3393	4399	5436	6289
Consommation spécifique (L/j/Hbt)	20	20	20	20	20	20
Besoins domestiques (m3/j)	55,22	56,99	67,86	87,99	108,72	125,78
Taux utilisation Forage (%)	100	95	79	52	26	10
Volume d'eau disponible (forage en m3/j)	77	73	61	40	20	8
Besoins domestiques à satisfaire par l'AEPS (m3/j)	0,00	0,00	6,86	47,99	88,72	117,78
Besoins annexes (m3/j)	8,28	8,55	10,18	13,20	16,31	18,87
Besoins globaux à satisfaire par l'AEPS (m3/j)	8,28	8,55	17,04	61,19	105,03	136,65
Besoin en eau du jour de pointe (m3/j)	9,53	9,83	19,59	70,36	120,78	157,15
Besoin en production en jour de pointe (m3/j)	10,48	10,81	21,55	77,40	132,86	172,86
Besoin moyen horaire (m3/h)	0,44	0,45	0,90	3,23	5,54	7,20
Besoin de pointe horaire (m3/h)	0,44	0,45	0,90	3,23	5,54	7,20
Débit distribution (l/s)	0,12	0,13	0,25	0,90	1,54	2,00
Débit de refoulement (l/s)	0,18	0,19	0,37	1,34	2,31	3,00

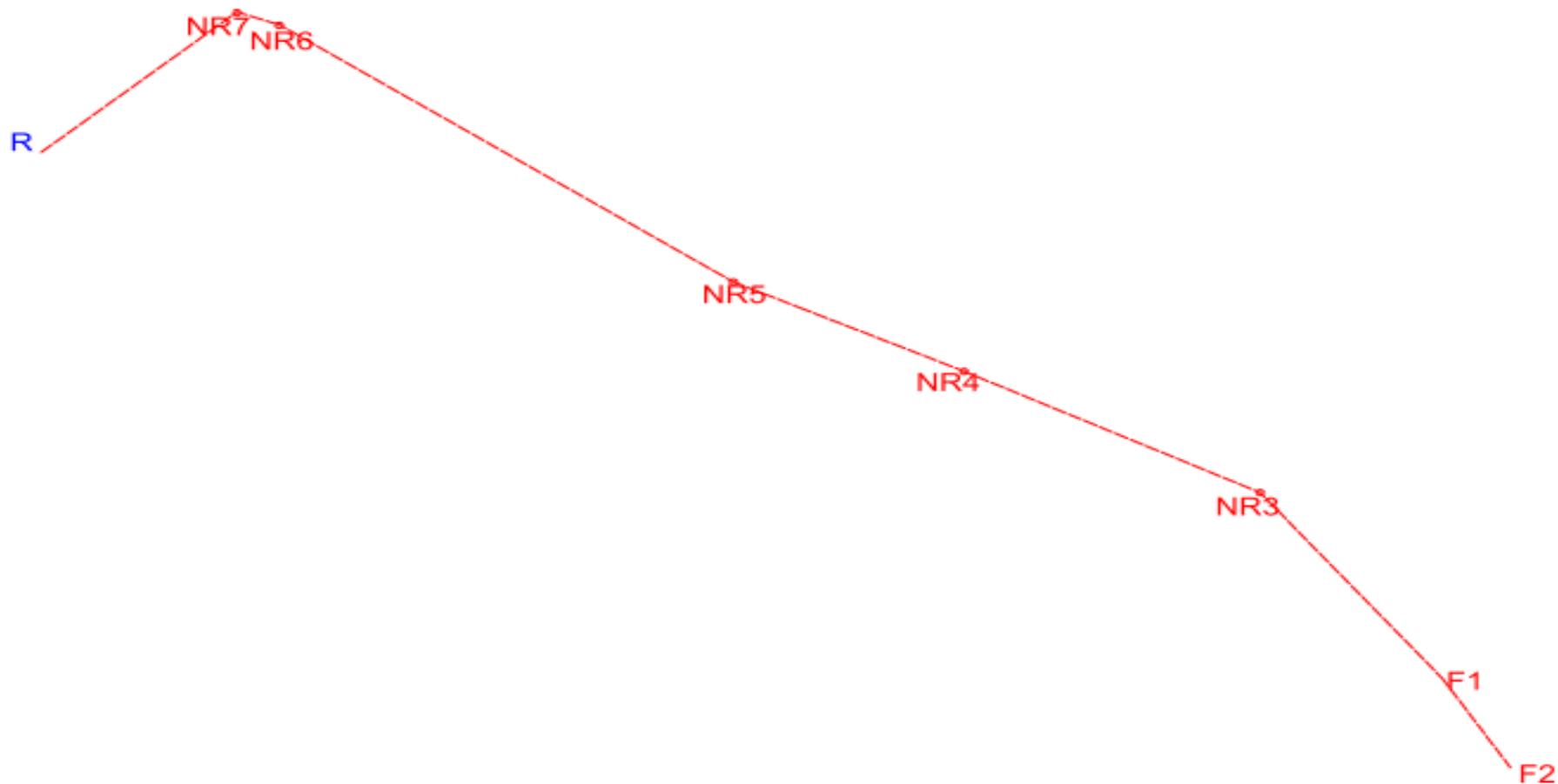
Annexe III: Vue d'ensemble du réseau d'AEPS de Sampelga



Annexe IV : Ossature du réseau de distribution



Annexe V : Ossature du réseau d'adduction



Thème : Contribution à l'optimisation des études de mise en place d'un système d'AEPA en milieu rural : Cas du village de Sampelga dans la province du Seno

Annexe VI : Débits fictifs diamètres et vitesse au niveau des conduites de distribution

Tronçons	Longueur (m)	Qfictif (m3/s)	Dthéo (mm)	Dint (mm)	DN (mm)	Vitesse (m/s)
R-N11	231,25	0,005398	82,90	99,40	110	0,70
N11-N10	268,93	0,005374	82,72	99,40	110	0,69
N10-N9	264,44	0,004626	76,74	81,40	90	0,89
N9-N8	86,53	0,002351	54,71	57,00	63	0,45
N8-N7	28,34	0,001624	45,47	57,00	63	0,64
N7-N6	249,02	0,000890	33,66	45,20	50	0,35
N6-N5	329,09	0,000864	33,17	45,20	50	0,34
N5-N4	274,98	0,000829	32,50	45,20	50	0,33
N4-N3	279,66	0,000801	31,93	45,20	50	0,31
N3-N2	271,13	0,000771	31,34	45,20	50	0,30
N2-N1	220,98	0,000743	30,76	45,20	50	0,46
N1-BF7	108,84	0,000720	30,27	45,20	50	0,45
N10-BF1	85,96	0,000717	30,22	45,20	50	0,45
N9-N13	29,90	0,002247	53,49	57,00	63	0,88
N13-N14	136,88	0,002244	53,45	57,00	63	0,88
N14-N15	10,91	0,001520	44,00	45,20	50	0,60
N15-N16	42,75	0,001519	43,98	45,20	50	0,60
N16-N17	91,41	0,001515	43,92	45,20	50	0,59
N17-N18	216,88	0,001505	43,78	45,20	50	0,59
N18-N19	112,83	0,001483	43,45	45,20	50	0,58
N19-N21	70,90	0,000726	30,40	45,20	50	0,45

Thème : Contribution à l'optimisation des études de mise en place d'un système d'AEPA en milieu rural : Cas du village de Sampelga dans la province du Seno

N21-N22	48,21	0,000718	30,24	45,20	50	0,45
N22-BF5	48,10	0,000713	30,14	45,20	50	0,44
N19-N20	209,43	0,000745	30,80	45,20	50	0,33
N20-BF6	139,20	0,000723	30,34	45,20	50	0,35
N8-N27	68,26	0,000718	30,23	45,20	50	0,45
N27-BF2	20,72	0,000711	30,08	45,20	50	0,44
N7-N23	91,82	0,000731	30,51	45,20	50	0,46
N23-N24	42,49	0,000721	30,31	45,20	50	0,45
N24-N25	13,84	0,000717	30,21	45,20	50	0,45
N25-N26	47,33	0,000716	30,18	45,20	50	0,45
N26-BF4	21,21	0,000711	30,08	45,20	50	0,44
N14-BF3	9,17	0,000709	30,05	45,20	50	0,44

Thème : Contribution à l'optimisation des études de mise en place d'un système d'AEPA en milieu rural : Cas du village de Sampelga dans la province du Seno

Annexe VII : Etats des conduites et des nœuds

Tronçon	Côtes amont	Pertes de charge (m)	Côtes aval	Côtes terrain	Pdyn	Pstat
R	290,240		300,240			
R-N11	300,240	1,131	299,109	285,25	14,009	15,09
N11-N10	299,109	1,305	297,804	285,10	12,704	15,14
N10-N9	297,804	2,563	296,241	284,51	11,731	15,73
N9-N8	296,241	0,250	295,991	285,41	10,581	14,83
N8-N7	295,991	0,234	295,757	283,65	12,107	16,59
N7-N6	295,757	0,708	295,049	283,81	11,239	16,43
N6-N5	295,049	0,888	294,160	281,99	12,170	18,25
N5-N4	294,160	0,691	293,470	281,07	12,400	19,17
N4-N3	293,470	0,660	292,809	281,39	11,419	18,85
N3-N2	292,809	0,600	292,210	281,47	10,740	18,77
N2-N1	292,210	1,383	290,827	282,08	8,747	18,16
N1-BF7	290,827	0,644	290,182	281,81	8,372	18,43
N10-BF1	297,804	0,506	297,298	284,51	12,788	15,73
N9-N13	296,241	0,441	295,800	283,98	11,820	16,26
N13-N14	295,800	2,012	293,788	283,75	10,038	16,49
N14-N15	293,788	0,080	293,708	283,75	9,958	16,49

Thème : Contribution à l'optimisation des études de mise en place d'un système d'AEPA en milieu rural : Cas du village de Sampelga dans la province du Seno

N15-N16	293,708	0,313	293,395	283,57	9,825	16,67
N16-N17	293,395	0,666	292,729	282,76	9,969	17,48
N17-N18	292,729	1,563	291,166	281,96	9,206	18,28
N18-N19	291,166	0,792	290,374	281,73	8,644	18,51
N19-N21	290,374	0,426	289,948	282,18	7,768	18,06
N21-N22	289,948	0,284	289,664	280,47	9,194	19,77
N22-BF5	289,664	0,280	289,293	281,26	8,033	18,98
N19-N20	289,948	0,584	289,364	281,26	8,104	18,98
N20-BF6	289,364	0,450	288,914	281,09	7,824	19,15
N8-N27	295,991	0,402	295,589	284,22	11,369	16,02
N27-BF2	295,589	0,120	295,469	284,16	11,309	16,08
N7-N23	295,757	0,559	295,199	284,15	11,049	16,09
N23-N24	295,199	0,253	294,946	283,65	11,296	16,59
N24-N25	294,946	0,081	294,865	283,50	11,365	16,74
N25-N26	294,865	0,277	294,587	282,40	12,187	17,84
N26-BF4	294,587	0,123	294,465	282,15	12,315	18,09
N14-BF3	293,788	0,053	293,736	283,72	10,016	16,52

Thème : Contribution à l'optimisation des études de mise en place d'un système d'AEPA en milieu rural : Cas du village de Sampelga dans la province du Seno

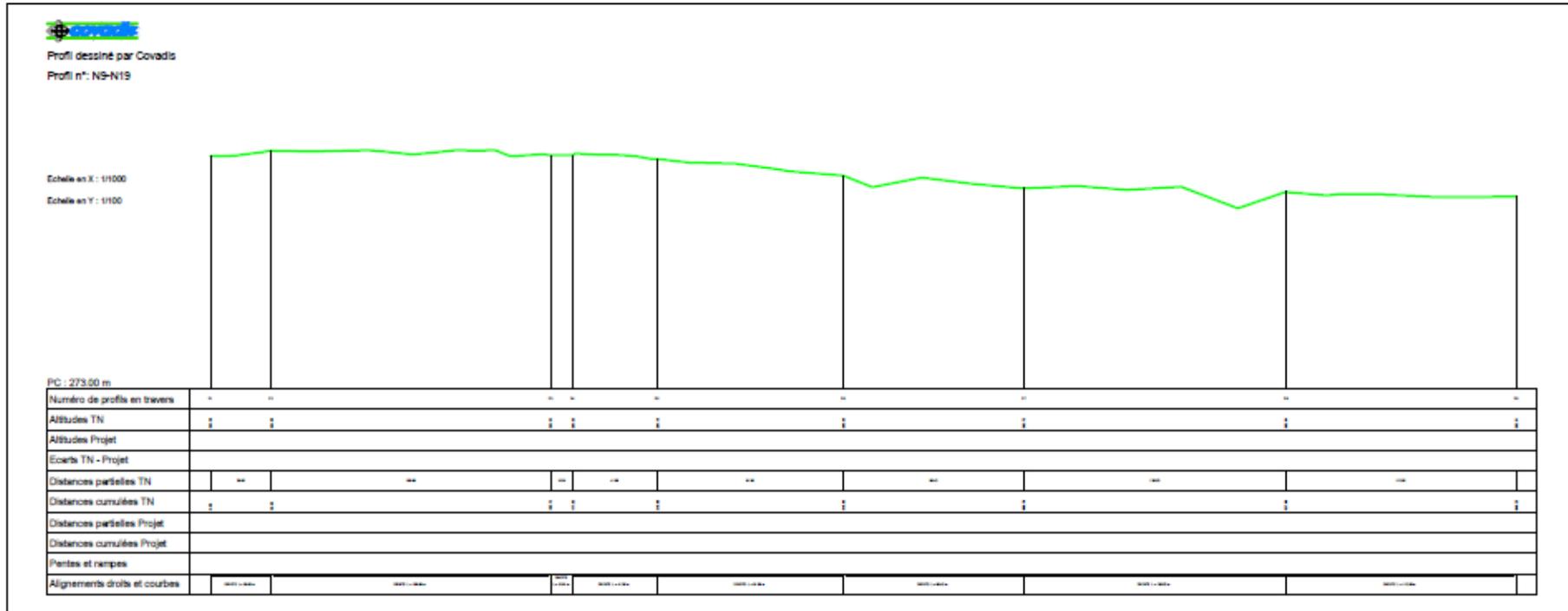
Annexe VIII : La longueur et répartition des conduites

Diamètres (mm)	DN32 PN6	DN40 PN6	DN80 PN6	DN110 PN10	Total
Refoulement(m)				1640	1640
Distribution(m)	1766,30	1475,05	658,91		4171,39

Thème : Contribution à l'optimisation des études de mise en place d'un système d'AEPA en milieu rural : Cas du village de Sampelga dans la province du Seno

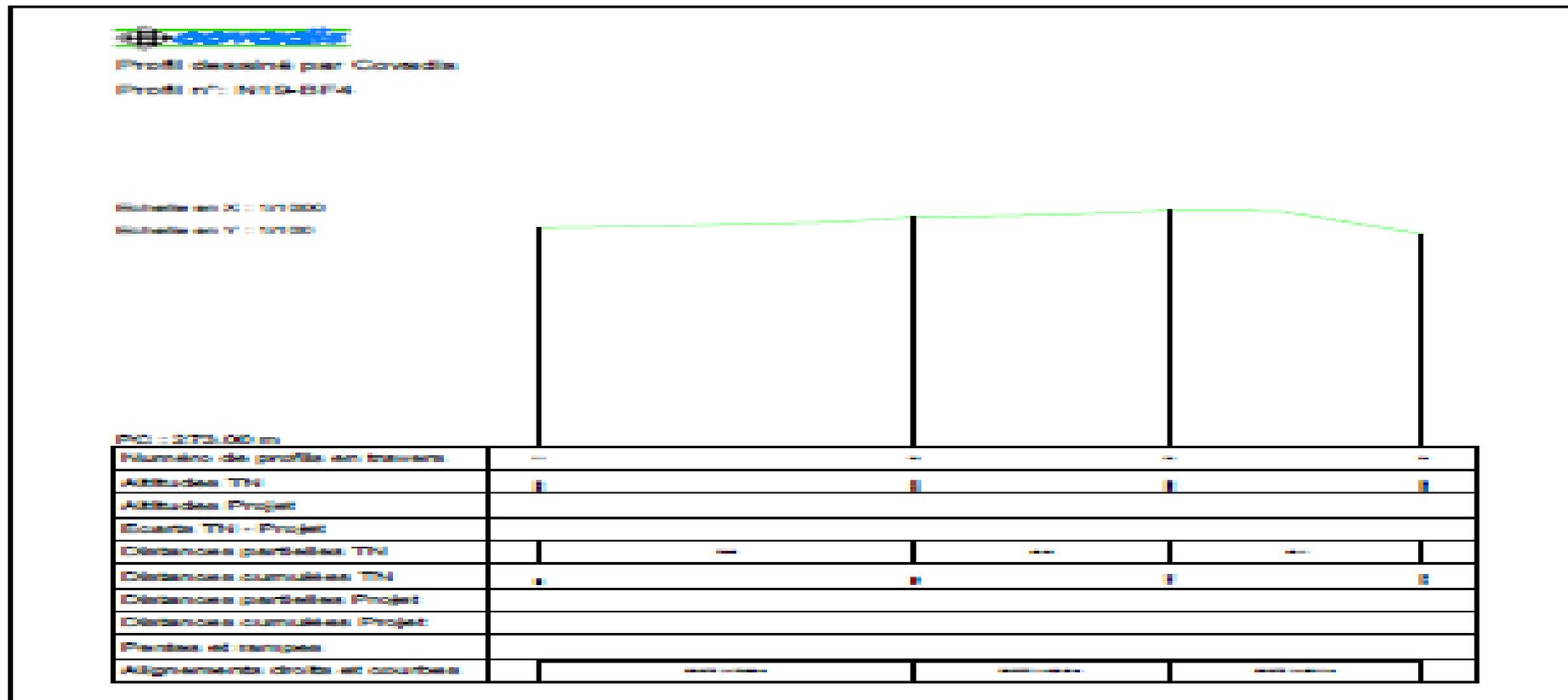
Annexe IX : Quelques Profils en long du réseau

Profil en long de la conduite N9-N19



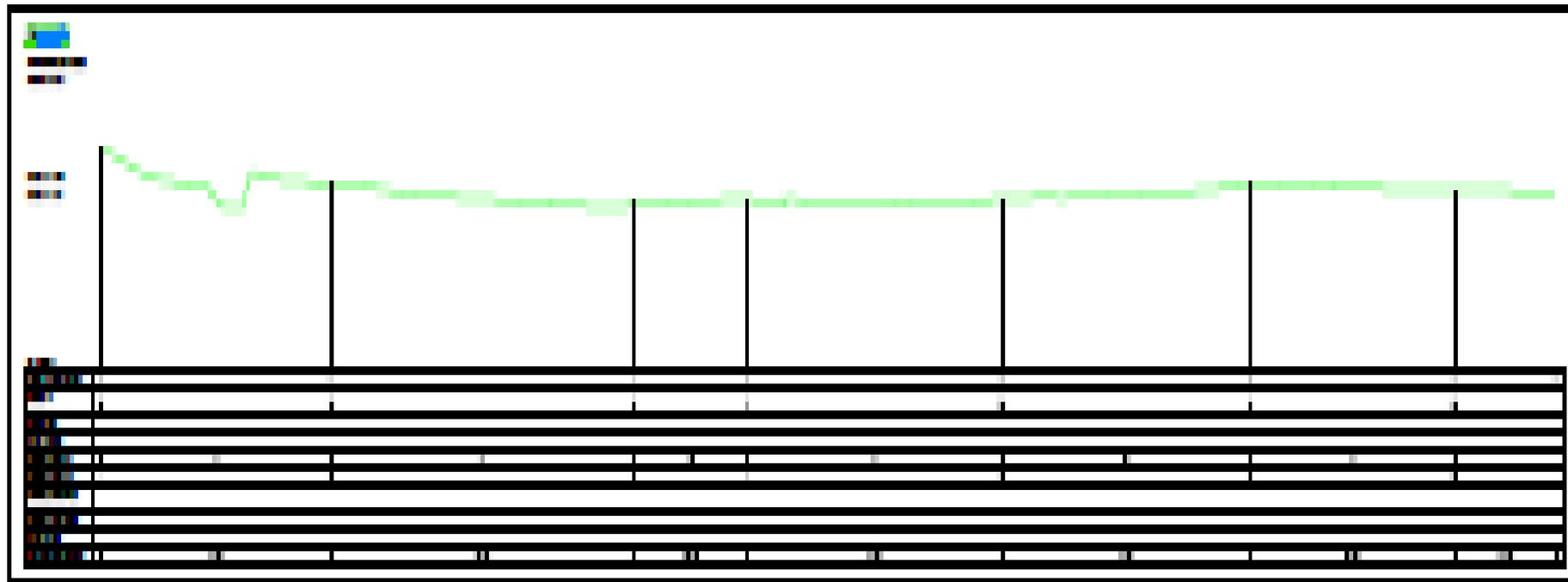
Thème : Contribution à l'optimisation des études de mise en place d'un système d'AEPA en milieu rural : Cas du village de Sampelga dans la province du Seno

Profil en long de la conduite N19-BF4 :



Thème : Contribution à l'optimisation des études de mise en place d'un système d'AEPA en milieu rural : Cas du village de Sampelga dans la province du Seno

Profil en long de la conduite N7-BF7



Thème : Contribution à l'optimisation des études de mise en place d'un système d'AEPA en milieu rural : Cas du village de Sampelga dans la province du Seno

Annexe X : Devis estimatif du projet d'AEPS et prix de revient du m³ d'eau

	Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire	Prix total
I	INSTALLATION DE CHANTIER			2 000 000	2 000 000
	Sous total Chantier			2 000 000	
II	EXHAURE				
II.1	Forages équipés	U	2	15 000 000	30 000 000
II.2	Pompes immergées	U	2	2 500 000	5 000 000
II.3	Aménagement tête forage	U	2	1 000 000	2 000 000
	Sous total Exhaure			37 000 000	
III	ADDUCTION				
III.1	Fourniture et pose de Conduite en PVC PN 10-DN110	ml	1640	8 000,00	13 120 000
III.2	Tranchées pour pose de canalisation : l= 0,5m, h= 0,8mm	m3	656	2 500,00	1 640 000
III.4	Lit de pose de 10 cm d'épaisseur dans le fond des tranchées	m3	82	2 000,00	164 000
III.5	Clapet anti-retour	U	1	275 000	275 000
	Sous total Adduction			15 199 000	
IV	STOCKAGE				
IV.1	Fourniture et pose du château métallique de 60 m3 +Accessoires	U	1	10 000 000	10000000
	Sous total Stockage			10000000	
V	DISTRIBUTION				
V.1	Fourniture et pose PVC PN 10- DN 32	ml	1766,3	2 000	3 532 600
V.2	Fourniture et pose PVC PN 10- DN 40	ml	1475,05	2 750	4 056 388
V.3	Fourniture et pose PVC PN 10- DN 80	ml	658,91	3 400	2 240 294
V.4	Fourniture et pose PVC PN 10- DN 110	ml	0,00	0	0
V.5	Tranchées pour pose de canalisation de h=0,8m et de l= 0,5m	m3	1668,8	2500	4 172 000

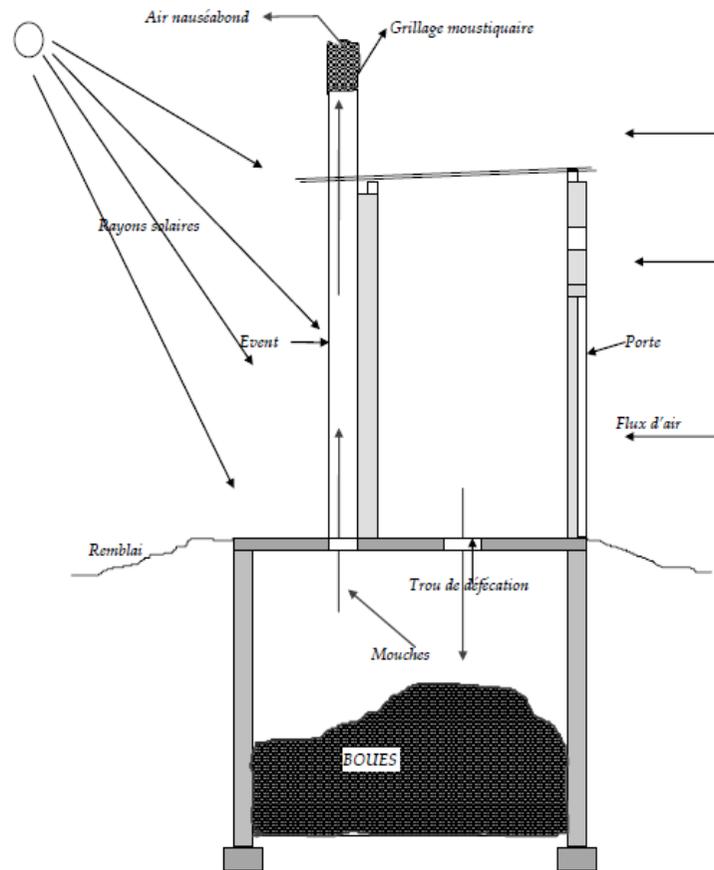
Thème : Contribution à l'optimisation des études de mise en place d'un système d'AEPA en milieu rural : Cas du village de Sampelga dans la province du Seno

V.6	Lit de pose de 10cm d'épaisseur dans le fond des tranchées	m3	208,6	2000	417 200
V.7	Borne fontaine complète avec accessoires	U	7	1 000 000	7 000 000
	Sous Total Réseau de distribution				21 418 482
VI	EQUIPEMENTS HYDRAULIQUES				
VI.1	Robinets- vannes : fourniture et pose robinet y compris regards	U	15	250 000	3 750 000
VI.2	Pose et Compteurs volumétriques	U	13	200 000	2 600 000
VI.3	Ventouses : fourniture et pose ventouse, accessoires y compris	U	1	200 000	200 000
VI.4	Vidanges : exécution vidanges, accessoires y compris	U	1	200 000	200 000
	Sous Total Équipements Hydrauliques				6 750 000
VII	ENERGIE				
VII.1	Transformateur et accessoires électrique				2 000 000
VII.2	Groupe Electrogène	U	1	15 000 000	15 000 000
	Sous Total Energie				17 000 000
VIII	SYSTÈME DE CHLORATION				
VIII.1	Pompe doseuse	U	1	500 000	500 000
VIII.2	Bac de 200l	U	1	20 000	20 000
	Sous Total Système de Chloration				520 000
IX	Suivi et contrôle des Travaux				10 000 000
	Sous total				10 000 000
	TOTAL INVESTISSEMENT				119 887 482
	Imprévus (10%) du prix total				11 988 748
	TVA (18%)				21 579 747
	TOTAL GENERAL INVESTISSEMENT				153 455 976
X	CHARGES D'EXPLOITATION SUR LES 10 ANNEES				

Thème : Contribution à l'optimisation des études de mise en place d'un système d'AEPA en milieu rural : Cas du village de Sampelga dans la province du Seno

X.1	Salaire fontainier	U/mois	7	20 000	25 200 000
X.2	Salaire technicien	U/mois	2	20 000	7 200 000
X.3	Gardien	U/mois		15 000	2 700 000
X.4	Carburant	U/mois		50 000	9 000 000
X.5	Electricité	kW/15 ans	123,52	86	58 159 392
X.6	Traitement chlore	Kg/15 ans	2673	600	1 603 800
X.7	Entretien réseau			100 000	18 000 000
TOTAL CHARGE D'EXPLOITATION				121 863 192	
	Global (investissement + exploitation)				275 319 168
XI	Production d'eau	m3/j	178	974550	
XII	Amortissement				25 000 000
XIII	Amortissement + Investissement + Exploitation				300 319 168
XIV	PRIX DE REVIENT DU M³ D'EAU				308,1618884

Annexe XI : Latrine San Plat



Thème : Contribution à l'optimisation des études de mise en place d'un système d'AEPA en milieu rural : Cas du village de Sampelga dans la province du Seno

Annexe XII : Devis estimatif de l'assainissement autonome

Ouvrages	Composantes	Quantité	Prix unitaire	Prix
SanPlat	Fosse	1	42 050	42 050
	Dalle	1	3 930	3 930
	Superstructure	1	69 385	69 385
	Cheminée	1	2 300	2 300
	Main d'œuvre	1	13 500	13 500
	Sous-total 1		235	131 865
Lavoir-puisard	Puisard		46 950	46 950
	Regard	1	9 497	9 497
	Lavoir	1	26 904	26 904
	Main d'œuvre	1	6 750	6 750
	Sous-total 2		235	90 101
Douche-puisard	Puisard	1	46 950	46 950
	Regard	1	9 497	9 497
	Fondation-soubassement	1	22 947	22 947
	Cabine	1	61 403	61 403
	Seuil bétonné	1	3 942	3 942
	Main d'œuvre	1	15 750	15 750
	Sous-total 3		235	160 489
	Coût total			89 318 930

Thème : Contribution à l'optimisation des études de mise en place d'un système d'AEPA en milieu rural : Cas du village de Sempelga dans la province du Seno
