



Conception d'un outil d'aide à l'évaluation des coûts de projets d'Approvisionnement en Eau Potable.

MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGENIEUR 2iE AVEC GRADE DE
MASTER
SPECIALITE EAU ET ASSAINISSEMENT...

Présenté et soutenu publiquement le [27/01/2021] par

Boubacar BOCOUM (20131423)

Directeur de mémoire : Dr. Harinaivo Anderson ANDRIANISA, Enseignant-Chercheur en Eau et Assainissement, 2iE

Encadrant 2iE : Dr. Angelbert Chabi BIAOU, Enseignant en Hydraulique, 2iE

Maître de stage : Hèba Marius SAMA Ingénieur du Génie Rural

Directeur de l'Approvisionnement en Eau Potable

Direction Générale de l'Eau Potable

Structure d'accueil du stage : Direction Générale de l'Eau Potable

Jury d'évaluation du mémoire :

Président : Harinaivo Anderson ANDRIANISA

Membres et correcteurs : Lawani Adjadi MOUNIROU
Angelbert Chabi BIAOU
Hèba Marius SAMA

Promotion

[2019/2020]

DEDICACES

*Je dédie ce travail à toute ma famille et à la famille
ZOURÉ.*

REMERCIEMENTS

Je rends Grâce à Dieu le tout miséricordieux, le très miséricordieux, de m'avoir permis de mener à bien mon cursus scolaire et en particulier ce mémoire de fin d'étude de master 2. Je voudrais ici remercier toutes les personnes formidables qui ont participé de près ou de loin à l'aboutissement de ce travail. Nous voudrions témoigner nos sincères remerciements à :

- ✚ Mon maître de stage Hèba Marius SAMA Ingénieur du Génie Rural Directeur de l'Approvisionnement en Eau Potable
- ✚ Dr. Harinaivo Anderson ANDRIANISA, Directeur de ce mémoire pour m'avoir guidé et donné cette opportunité d'utiliser l'ensemble des connaissances acquises au sein de 2iE (Hydrogéologie, Hydraulique, Assainissement) pour réaliser ce mémoire. Je vous dis merci pour les nombreux conseils d'orientations durant mon cursus, et les multiples apports qui ont permis de réussir ce mémoire ;
- ✚ Dr Angelbert Chabi BIAOU, mon Encadreur du Mémoire à 2iE pour sa disponibilité, ses apports constant et très déterminant dans l'aboutissement de ce travail. Je n'oublierai pas de sitôt les nombreux échanges constructifs tenus constamment. Trouvez dans ce rapport l'expression du sérieux et de la rigueur que vous aviez su me communiquer ;
- ✚ Tout le corps professoral de l'Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement (2iE), pour la qualité de la formation qu'il nous a donné au cours de notre formation ;
- ✚ A tous ceux qui de près ou de loin, ont œuvré pour l'aboutissement de ce travail et de ma formation et dont ils n'ont pas été mentionnés ici, veuillez bien accepter l'expression de ma profonde gratitude ;

Nous ne saurons terminer nos propos sans témoigner toute notre gratitude à l'ensemble du personnel de la DGEP, pour l'accueil et le soutien dont nous avons été l'objet.

RESUME

L'accès à l'eau potable continue d'être une préoccupation majeure des pays sahéliens. C'est le cas du Burkina Faso, où les populations de zones déficitaires s'approvisionnent à des sources d'eau non potable.

Au regard de ces situation, les mesures visant à combler les inégalités en matière d'accessibilité en eau sont prises par le Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable (PN-AEP) et d'autres programmes budgétaires comme le Programme d'Approvisionnement en Eau et d'Assainissement (PAEA) visant à doter les populations de la zone du projet de 90 systèmes d'AEP, de 1100 forages équipés de Pompes à Motricité Humaines (PMH) , d'ouvrages d'assainissement, et de mener des actions pour la gestion intégrée des ressources en Eau.

La formulation de projets de développement en vue d'utiliser de façon efficiente les ressources de l'Etat et bénéficier de l'accompagnement de partenaires techniques et financiers est d'une importance capitale. En effet, beaucoup de projets sont interrompus faute d'insuffisance des moyens financiers. La conception d'un outil dynamique d'aide à l'évaluation des coûts de projets d'Approvisionnement en Eau Potable pourrait alors apporter un plus dans la formulation des projets d'AEP. C'est cet objectif que l'outil dynamique conçu sur EXCEL pourra aider à l'évaluation des coûts de projets d'Approvisionnement en Eau Potable par l'élaboration de fiches de projets pour la recherche de financement en vue d'accompagner la mise en œuvre du PN-AEP.

Mots Clés : AEP - CONCEPTION – COUT - OUTIL D'EVALUTION - PROJET

ABSTRACT

Access to drinking water continues to be a major concern in Sahelian countries. This is the case in Burkina Faso, where populations in deficit areas obtain their supplies from non-potable water sources.

In view of these situations, measures to address inequalities in water accessibility are taken by the National Drinking Water Supply Program (PN-AEP) and other budgetary programs such as the Water Supply Program. Water and Sanitation (PAEA) aiming to provide the populations of the project area with 90 DWS systems, 1,100 boreholes equipped with Human Motricity Pumps (PMH), sanitation facilities, and to carry out actions for the integrated management of water resources.

The formulation of development projects with a view to making efficient use of state resources and benefiting from the support of technical and financial partners is of paramount importance. Indeed, many projects are interrupted for lack of financial resources. The design of a dynamic tool to aid in the evaluation of the costs of Drinking Water Supply projects could then bring a plus in the formulation of DWS projects. It is this objective that the dynamic tool designed on EXCEL will be able to help in the evaluation of the costs of Drinking Water Supply projects by the development of project sheets for the search for funding in order to support the implementation. work of PN-AEP.

Key words:

1 – AEP

2 - DESIGN

3 - COST

4 – ASSESSMENT TOOL

5 – PROJET

LISTE DES ABREVIATIONS

AEP : *Alimentation en Eau Potable*

BF : *Borne Fontaine*

BP : *Branchement Particulier*

DN : *Diamètre Nominal*

DGEP : *Direction Generale de l'Eau Potable*

ODD : *Objectif du Développement Durable*

OMS : *Organisation Mondiale de la Santé*

PANGIRE : *Plan d'Action National pour la Gestion Intégrée des Ressources en Eau*

PMH : *Pompe à Motricité Humaine*

PN : *Pression Nominale*

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

PVC : *PolyChlorure de Vinyle*

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

TN : *Terrain Naturel*

UNICEF: *United Nations of International Children's Emergency Fund*

SD: *Secrétariat de Direction*

SAF: *Service Administratif et Financier*

SAMOC: *Service Assistance à la Maitrise d'Ouvrage Communale*

CF: *Cellule Informatique*

CC: *Cellule de communication*

DPSE: *Direction de la Programmation et du Suivi Evaluation*

CPT: *CAHIERS DES PRESCRIPTIONS TECHNIQUES EP*

DAEP: *Direction de l'Approvisionnement en Eau potable*

BAD: *Banque Africaine de Développement*

BM: *Banque Mondiale*

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

Sommaire

Contenu

DEDICACES	i
REMERCIEMENTS	ii
Résumé	iii
LISTE DES ABREVIATIONS	v
Contenu	1
LISTE DES TABLEAUX	2
LISTE DES FIGURES	3
I. Introduction	4
II. PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL	7
III. Objectifs du travail et/ou Hypothèse de travail	10
IV. Matériels et Méthodes	11
<input type="checkbox"/> Collecte de données de projets	11
<input type="checkbox"/> Forage	19
V. Résultats et discussion	20
1. Acquisition et traitement des données.	20
2. Elaboration de la liste des actions élémentaires et des activités au niveau d'agrégations le plus basses.	20
3. Evaluation de coût de chaque action élémentaire et chaque activité des modèles de cadre de devis type.	21
4. Une approche méthodique est proposée pour évaluer le coût moyen de chaque action élémentaire et de chaque activité de la liste des actions et des activités et les coûts sont applicables à la formulation de projets d'AEP dont la source de financement n'est pas encore déterminée.	21

□ Dimensionnement des conduites d'adduction _____	21
□ Dimensionnement de la pompe _____	22
5. Système de pompage _____	24
6. Forage _____	25
7. Branchement Privé et Borne Fontaine _____	25
8. Elaboration de sous Excel, l'outil dynamique d'aide à l'évaluation des coûts de projets d'Approvisionnement en Eau Potable et d'Assainissement à partir des données précédentes. _____	26
9. Intermédiation sociale : _____	27
10. Travaux et fonctionnement du projet : _____	27
VI. Conclusion- recommandation _____	27
I. Bibliographie _____	28
II. Annexes _____	29

LISTE DES TABLEAUX

1. *Tableau 1 : Evolution des consommations spécifiques*
2. *Tableau 2 : Hypothèses adduction*
3. *Tableau 3 : Formule de calcul du diamètre de refoulement*
4. *Tableau 4: Hypothèses distribution*

LISTE DES FIGURES

1. Figure 1 : Choix conduite de refoulement.
2. Figure 2 : formule des conduites de refoulement
3. Figure 3 : choix et cout de la pompe
4. Figure 4 : conduite distribution
5. Figure 5 : paramètre du système de stockage.
6. Figure 6 : système de pompage
7. Figure 7 : Cout des forages
8. Figure 8 : Branchement Privé et Borne Fontaine
9. Figure 9: fiche de synthèse des différents couts.

I. INTRODUCTION

Les questions liées à l'accès à l'eau potable et l'assainissement continuent de mobiliser la communauté internationale. En effet, d'après un rapport commun de l'UNICEF et de l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) quelque 2,2 milliards de personnes ne disposent pas de services d'alimentation en eau potable gérés en toute sécurité, 4,2 milliards sont privés de services d'assainissement gérés en toute sécurité et 3 milliards ne possèdent même pas d'installations de base pour se laver les mains (OMS/UNICEF, 2019).

Ce rapport conjoint conclut que si d'importants progrès ont été réalisés en matière d'accès universel aux services élémentaires d'alimentation en eau, d'assainissement et d'hygiène, des écarts considérables demeurent toutefois concernant la qualité des services fournis.

Pour les personnes bénéficiant de l'accès à l'eau potable, d'importantes inégalités subsistent en matière d'accessibilité, de disponibilité et de qualité de ces services. Les données révèlent en outre que dans les zones rurales, 8 personnes sur 10 sont privées de ces services, et que dans un quart des pays disposant d'estimations pour différents groupes socioéconomiques, la couverture des services élémentaires était au moins deux fois plus élevée chez les groupes les plus riches que chez les groupes les plus pauvres (17 ODD.pdf, n.d.)

Au regard de ces situation, les mesures visant à combler les inégalités en matière d'accessibilité, de qualité et de disponibilité des services d'approvisionnement en eau, d'assainissement et d'hygiène devraient se trouver au cœur des stratégies de financement et de planification des gouvernements.

Dans cette optique que le Burkina Faso à l'instar de la Communauté internationale s'est engagé à réaliser à l'horizon 2030 entre autres objectif celui qui vise à « garantir l'accès de tous à l'eau et à l'assainissement et assurer une gestion durable des ressources en eau » (L'objectif n°6 des ODD) par l'adoption en juin 2016 le Programme national d'approvisionnement en eau potable (PN-AEP)(PN-AEP 2016-2030 VF (1).docx, n.d.).

L'objectif stratégique du PN-AEP est de satisfaire durablement les besoins en eau potable des populations en quantité et en qualité. Ses objectifs opérationnels sont : (i) Assurer un accès universel des populations aux services d'eau potable conformément à l'approche fondée sur les droits humains (AFDH), (ii) Contribuer à la gestion durable des infrastructures d'AEP dans le

respect de l'accès universel au service public de l'eau potable, (iii) Améliorer les capacités de pilotage et de gestion du sous-secteur de l'AEP.

Dans la zone d'intervention de l'ONEA, il s'agit de faire progresser le taux d'accès de 89,9% en 2015 à 100% en 2030. Dans les autres localités, il s'agira de faire progresser le taux d'accès de 65% en 2015 à 100% en 2030.

Le programme contribue à opérationnaliser la politique sectorielle de l'environnement, de l'eau et de l'assainissement dont la vision est formulée comme suit : « A l'horizon 2026, les filles et fils du Burkina Faso ont un accès équitable à l'eau, à un cadre de vie sain et à un environnement de qualité ».

Dans ce contexte, la formulation de projets de développement en vue d'utiliser de façon efficiente les ressources de l'Etat et bénéficier de l'accompagnement de partenaires techniques et financiers est d'une importance capitale. En effet, beaucoup de projets sont interrompus faute d'insuffisance des moyens financiers.

Dans les faits, les initiateurs du projet estiment généralement très approximativement le montant nécessaire, sur la base de prix de matériels, mais négligeant totalement le coût des études et de bon nombre de travaux complémentaires. En outre, alors que des études techniques assez complètes sont souvent nécessaires pour satisfaire à la demande des partenaires techniques et financiers avant tout financement, celles-ci une fois réalisées ne répondent pas aux exigences d'objectivité et d'exhaustivité requises. Ainsi, soit elle présente que le coût de réalisation très élevé ou soit minimisé au point que les ressources financières mobilisées s'avèrent insuffisantes.

Certains projets vont ainsi d'étude en études, avec chaque fois une dépense supplémentaire et un budget prévisionnel qui s'alourdit... et le financement des travaux est encore plus difficile à assurer. Ces projets ont peu de chances d'aboutir, et s'ils aboutissent quand même, ils auront coûté beaucoup plus cher en études qu'il n'est nécessaire (guide_des_projets_dnh_mali_v14.pdf, n.d.). La bonne attitude est d'essayer de savoir le plus tôt possible ce qu'il faudra financer et estimer le budget prévisionnel correspondant. Ainsi avec ces budgets prévisionnels, déterminer si le projet est financièrement faisable, en fonction du budget disponible ou des fonds qu'il pense avoir de fortes chances de pouvoir obtenir. Ce n'est qu'à ce moment-là, et en fonction des fonds prévus qu'on peut décider de financer les études techniques de conception. C'est pour cela qu'il doit sans tarder commencer à faire les

démarches nécessaires aux demandes de financement. Plutôt que d'avancer à tâtons en finançant au coup par coup des études et des réalisations partielles, il est préférable de passer du temps à réunir tous les partenaires financiers nécessaires autour de la définition du projet, et de pouvoir l'exécuter comme il a été prévu avec eux.

Cependant, l'évaluation du coût des projets lors de leur formulation n'est guère aisée, car le traitement des données des projets déjà mis en œuvre en vue d'élaborer une approche logique et méthodique de l'évaluation des ressources financières nécessaires n'est pas souvent utilisé pour la conception des fiches de projets (pseau_sedif_cahier_15_evaluation_projets.pdf, n.d.). En outre, en travaillant à estimer les coûts des actions élémentaires et des activités au niveau d'agrégation le plus bas, en fonction des sources de financement, il serait possible d'évaluer objectivement le coût financier d'un projet d'AEP quelle que soit sa structuration et sa complexité.

La conception d'un outil dynamique d'aide à l'évaluation des coûts de projets d'Approvisionnement en Eau Potable pourrait alors apporter un plus dans la formulation des projets d'AEP. C'est cet objectif qui est visé par cette présente étude à travers la conception d'un outil dynamique d'aide à l'évaluation des coûts de projets d'Approvisionnement en Eau Potable en vue d'accompagner la mise en œuvre du PN-AEP.

II. PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL

1. Présentation générale de la structure

La Direction Générale de l'Eau Potable est un service déconcentré du Ministère de l'Eau et de l'Assainissement. En application des articles 43 et 44 du décret n°2016-342/PRES/PM/MEA du 04 mai 2016 portant organisation du Ministère de l'EAU et de l'Assainissement, la DGEP a pour principale mission, d'élaborer et de suivre la mise en œuvre des politiques et stratégies nationales dans le domaine de l'eau potable, en relation avec les structures du départementales autres ministères, les collectivités territoriales, les organismes de la société civil et autres acteurs.

1. Mission et vision stratégique

A ce titre elle a pour mission :

- ◆ De contribuer à l'élaboration et à la mise en œuvre de la politique nationale en matière d'approvisionnement en eau potable ;
- ◆ De coordonner l'élaboration et le suivi des programmes d'eau potable sur la base des programmes régionaux correspondants et des schémas directeurs des collectivités territoriales
- ◆ assurer l'assistance technique aux structures déconcentrées en matière d'eau potable
- ◆ d'assurer pour le compte du ministre, la tutelle technique des projets et programmes en matière d'eau potable
- ◆ d'assurer pour le compte du département, la tutelle technique des projet et programmes de développements des services d'eau potable dans les zones rurales et semi-urbaines ;
- ◆ D'assurer le suivi et la supervision des travaux de réalisation et de réhabilitation des ouvrages d'eau potable en collaboration avec les services théoriques déconcentrés ;
- ◆ D'élaborer et mettre en œuvre le plan d'action pour le développement du service d'eau potable
- ◆ Promouvoir le partenariat public-privé dans le domaine de l'eau potable,
- ◆ D'exécuter toute autre mission assignée par la hiérarchie.

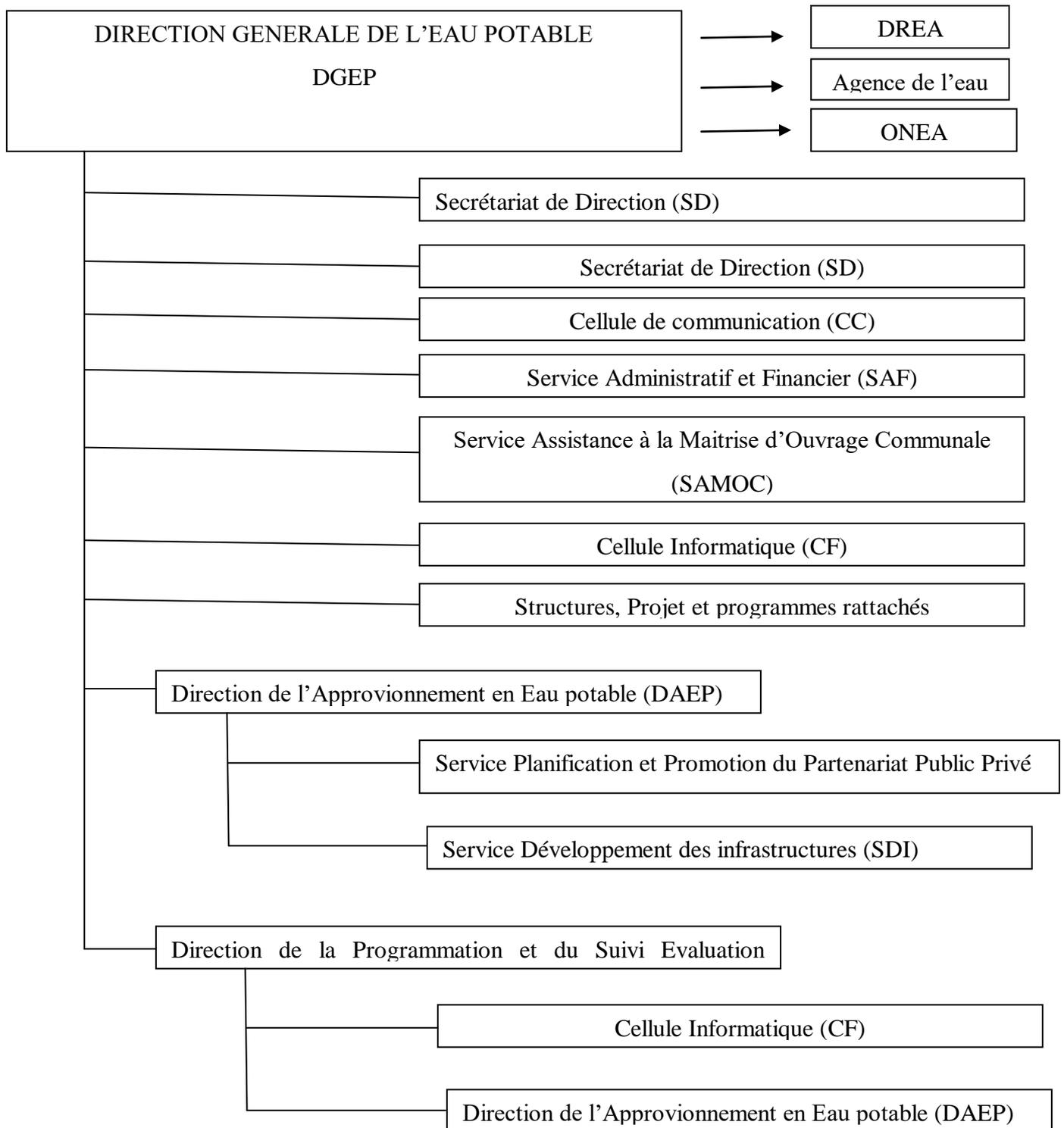
2. Organisation

La DGEP comporte des structures d'appui, des projets ou programmes spécifiques de développement rattachés et sous sa tutelle non seulement, mais elle comprend également des directions techniques.

Il s'agit notamment :

- ◆ Du Secrétariat de Direction
- ◆ Service Administratif et Financier
- ◆ Service Assistance à la Maitrise d'Ouvrage Communale (SAMOC)
- ◆ Cellule Informatique (CF)
- ◆ Cellule de communication (CC)
- ◆ Structures, Projet et programmes rattachés
- ◆ Direction de la Programmation et du Suivi Evaluation (DPSE)
- ◆ Direction de l'Approvisionnement en Eau potable (DAEP)

L'organigramme de la DGEP est indiqué ci-dessous :



III. OBJECTIFS DU TRAVAIL ET/OU HYPOTHESE DE TRAVAIL

Objectif général

La présente étude a pour but de concevoir un outil d'aide à l'évaluation des coûts de projets d'Approvisionnement en Eau Potable et d'Assainissement.

Objectifs spécifiques

Les objectifs spécifiques visent à :

- Elaborer une liste des actions élémentaires et des activités au niveau d'agrégation le plus bas dans la mise en œuvre d'un projet d'AEP à partir des données de projets déjà mise en œuvre et les formater suivant les sources de financement ;
- Proposer une approche méthodique pour évaluer le coût moyen de chaque action élémentaire et de chaque activité de la liste des actions et des activités applicables à la formulation d'un projet d'AEP dont la source de financement n'est pas encore déterminée ;
- Elaborer sous Excel, l'outil dynamique d'aide à l'évaluation des coûts de projets d'Approvisionnement en Eau Potable et d'Assainissement à partir des données précédentes.

IV. MATERIELS ET METHODES

Pour atteindre efficacement les objectifs visés par cette présente étude, notamment la conception d'un outil d'aide à l'évaluation des coûts de projet en AEP, une méthodologie a été élaborée et suivie. Elle est sommairement abordée dans les points qui suivront afin de donner aux lecteurs, un aperçu des conditions d'exécution du travail.

1. DOCUMENTATION

Cette méthodologie a consisté en la collecte d'informations techniques et de documents préexistants sur l'étude et la réglementation en vigueur au Burkina Faso en matière d'AEP.

Les documents consultés pour l'élaboration de cette étude sont pour la plupart électroniques et proviennent de documents officiels. Les données obtenues des documents officiels de programmes d'AEP du pays ont conduit à la rédaction des hypothèses de calcul et à la justification des choix effectués

2. .Implantation des Bornes Fontaines et Branchement Privés

L'implantation d'une borne fontaine est étroitement liée à la taille de la population à desservir. Suivant le PN-AEP (2016-2030), une Borne Fontaine (BF) dessert en moyenne 500 personnes et un Branchement Particulier ou Prive dessert 10 personne. Le taux de couverture à atteindre à l'horizon du projet sera respectivement de 24% et 56% pour les BF et les BP.

Collecte de données de projets

Dans un premier temps nous avons listés des données de projets déjà mise en œuvre et les traiter suivant les sources de financement. Ce traitement concerne les différentes activités réalisées dans le cadre du projet tel que les prestations intellectuelles, les réalisations physiques et le fonctionnement du projet. Nous avons ensuite élaboré une liste des actions élémentaires et des activités au niveau d'agrégation le plus bas dans la mise en œuvre d'un projet d'AEP. Cette liste est l'ensemble des briques qui serviront à la réalisation de l'évaluation du coût du projet. Chaque ligne de la liste est une brique caractérisée par son coût unitaire.

3. HYPOTHESES DE CALCUL

Un système d'Adduction en Eau Potable (AEP) est un ensemble d'ouvrages et d'équipements interconnectés et installés pour permettre la fourniture en eau potable en quantité et en qualité à des utilisateurs. Ainsi la conception d'un tel outil va juste permettre de pouvoir estimer le cout de ces différents ouvrages.

Pour la conception de l'outil nous allons utiliser les données d'un projet d'AEP dont tous les paramètres ont été déjà déterminé sur la base d'un dimensionnement d'un système d'AEP.

3.1 Paramètres et critères de conception

Le but recherché est de concevoir un outil permettant d'estimer le cout d'un projet d'AEP, pour cela il est primordial de tenir compte de certains paramètres de dimensionnement d'un système d'AEP afin de proposer un système optimal qui concilie aussi bien les exigences du maître d'ouvrage, les prescriptions légales en vigueur et les ressources budgétaires.

De ce fait, les paramètres qui suivent ont été considérés :

Les cahiers des prescriptions techniques(CPT) ;

Les normes et recommandations du Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable (PN-AEP) ;

Les recommandations des constructeurs d'équipements quant aux contraintes techniques et aux conditions d'utilisation des matériaux et matériels ;

La qualité du service.

3.2 Consommation spécifique

La consommation spécifique est l'un des principaux critères de planification. Elle correspond au besoin journalier en eau pour un usager, nécessaire à satisfaire ses activités quotidiennes.

Pour le PN-AEP à l'horizon 2030, elle a été fixée suite aux consommations habituellement observées sur la période 2002 à 2014 dans les centres de l'ONEA.

Les possibilités d'évolution de la démographie et des habitudes culturelles, les équipements sanitaires et les difficultés liées à la mobilisation de la ressource en eau notamment souterraine en zone de socle ont aussi été intégrées dans la planification de cette consommation spécifique.

Les chiffres de planification retenus en termes de consommations spécifiques sont présentés comme suit dans le Tableau ci-après :

Tableau 1 : Evolution des consommations spécifiques

HORIZON (ANNEE)	CONSOMMATION SPECIFIQUE PEM [L/JOUR/PERS.]	CONSOMMATION SPECIFIQUE BF [L/JOUR/PERS.]	CONSOMMATION SPECIFIQUE BP [L/JOUR/PERS.]
2015	8	8	10
2020	10	10	15
2025	12	12	20
2030	15	15	20
2040	20	20	30

Source : (Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable 2016-2030, 2016)

Pour la suite des calculs nous allons considérer la consommation spécifique de 50 l par habitant par jour.

3.3 Evaluation des besoins en d'une population

Pour l'échéance du projet, la formule suivante sera utilisée :

$$P_n = P_{n0} * (1 + \alpha)^{n-n0}$$

Avec :

- P_{n0} : la population initiale;
- P_n : la population à l'année n;
- α : Taux d'accroissement
- $n - n_0$: le nombre d'années entre P_{n0} et P_n

3.4 Variation de la demande – Coefficients de pointe

- **Coefficient de pointe journalier (Cpj) :**

C'est le rapport entre la demande du jour de pointe sur la demande journalière moyenne du mois de pointe. Il prend en compte les variations hebdomadaires et exprime le retour cyclique du comportement des usagers au cours de la semaine. Il a été retenu 1,1 valeur couramment adoptée pour des villes similaires en Afrique de l'Ouest (38512130.pdf, n.d.).

- **Coefficient de pointe horaire (Cph) :**

Il rend compte des habitudes des consommateurs au cours de la journée et se calcule grâce à l'expression suivante:

$$C_{ph} = 1.5 + \frac{2.5}{\sqrt{Q \left(\frac{m^3}{h} \right)}}$$

3.5 Estimation des besoins en eau

- ◆ Consommation par point de service d'eau BF / BP (C)

$$C = P * C_s * T_d$$

C : Consommation

P : Population

C_s : Consommation spécifique

T_d : Taux de desserte

- ◆ **Besoin domestique (Bdom) ou consommation totale**

$$B_{dom} = C_{BF} + C_{BP}$$

Bdom : Besoin domestique ou consommation totale

CBF : Consommation borne fontaine

CBP : Consommation branchement privé

Besoins non domestiques ou besoins annexes

$$\mathbf{Ba=10\%Bdom}$$

Cette consommation en eau est attribuée aux centres de santés, aux écoles, aux marchés, etc. Afin de la prendre en compte, cette consommation a été estimée à 10% des besoins domestiques.

◆ **Besoins journaliers moyens**

$$\mathbf{Bjm=Bdom+Ba}$$

◆ **Besoins en eau du jour de pointe**

$$\mathbf{Bjp=Bjm*Cps*Cpj}$$

3. 6 Paramètre de Dimensionnement de la station de pompage

La station de pompage est caractérisée essentiellement par trois paramètres :

- Le débit à refouler ;
- La hauteur manométrique ;
- La puissance.

- **Hauteur manométrique total (HMT) :**

La hauteur manométrique totale (HMT) est régie par l'équation suivante :

$$\mathbf{HMT = Hg + \sum \Delta H}$$

Où : Hg [m] : hauteur géométrique

$\sum \Delta H$: somme des pertes de charge linéaire et singulière [5%]

- **Les pertes de charge singulières**

Ce sont des pertes de charges singulières dues aux différentes singularités du réseau (entrées et sorties d'air, vanne, coudes, réductions, etc...). Elles sont données par la formule suivante :

$$\Delta H = L * 1,05 * \frac{10,29 * Q^2}{Ks^2 * D^5}$$

Avec :

Jt : pertes de charge totales [m]

L = longueur du tronçon [m]

1,05 = coefficient de pertes de charges singulières

Q = débit transporté par le tronçon [m³/s]

Ks = coefficient de rugosité = 120 [PEHD]

D = diamètre intérieur de la conduite [m].

La perte de charge totale est la somme des pertes linéaires et singulières.

3. 7 Calcul de la puissance des pompes :

La puissance du groupe électropompe se calcule par la formule suivante

$$P = \rho \times g \times Q \times HMT$$

Avec :

- ρ : Masse volumique de l'eau = 1000 [kg/m³] ;
- g : Accélération de la pesanteur = 9,8 [m/s²] ;
- HMT : La hauteur manométrique.

3.8 Réseau de refoulement

Hypothèses adduction :

Comme hypothèse nous avons fixé les valeurs dans le tableau ci-dessous ; les mêmes paramètres seront utiliser pour dimensionner la pompe.

Tableau 2 : Hypothèses adduction

Longueur L	Altération	Socle	Hauteur SHR
1000 m	30 m	40 m	12 m

Tableau 3 : Formule de calcul du diamètre de refoulement

Auteurs	Formules	Unités des paramètres et signification
Formule de Bresse	$D_{th} = 1,5 * Q^{\frac{1}{3}}$	D : diamètre intérieur théorique en mètre Q : débit refoulé en [m ³ /s] N : 8h, nombre d'heure de pompage par jour
Bresse modifié	$D_{th} = 0,8 * Q^{\frac{1}{3}}$	
Munier	$D_{th} = (1 + 0,02n) * \sqrt{Q}$	
BEDJAOUI	$D_{th} (m) = 1,27 Q^{0,5}$	

La vitesse est donnée par la formule suivante et exprimée en m/s :

$$V = \frac{4Q}{\pi D^2}$$

Aussi ces diamètres devront vérifiés la condition de GLS énoncé comme :

$$V [m/s] \leq [D_{in} [mm]/50]^{0,25}$$

Avec V [m/s] : la vitesse d'écoulement de l'eau dans la conduite,

D[m] : le diamètre de la conduite,

Les conduites de refoulement doivent être dimensionnées pour la demande du jour de pointe et en fonction du temps de pompage par jour.

3. 9 Pompe : HMT, Puissance et choix

L'eau à prélever étant souterraine, le débit d'eau à refouler vers le réservoir est élevé au moyen d'une pompe pour vaincre les pertes de charges et la hauteur géométrique.

La puissance du groupe élévatoire est obtenue par l'expression :

$$PH = \rho g Q HMT$$

Avec :

PH : la puissance hydraulique de la pompe

ρ : la masse volumique de l'eau

Q : le débit évacué par la conduite

HMT : la Hauteur Manométrique Totale (HMT = Hgéo + pdc totales)

- **Distributions**

Pour la distribution nous allons en premier temps catégoriser la nature de l'habitat en trois catégories en regroupé, semi-dispersé et dispersé.

La longueur totale de distribution est expliquée en fonction du diamètre de la localité

Concernée, elle est donnée par la formule suivant :

$$L = D * 1.2$$

Avec D = diamètre de la localité (m).

Pour l'estimation des différentes conduites principale, secondaire et tertiaire nous les avons fixés à un certain pourcentage de la longueur totale de distribution en tenant compte de la configuration de l'habitat comme indiqué le tableau ci-dessous.

Tableau 4: Hypothèses distribution

	Regroupé	Semi-dispersé	Disperse
Conduite principale	50% * L	40%L	20%L
Conduite secondaire	40% * (L-Lcp)	60% * (L-Lcp)	80% * (L-Lcp)
Conduite tertiaire	60% * (L-Lcp)	40% * (L-Lcp)	20% * (L-Lcp)

- **Capacité du réservoir**

D'après une étude réalisée sur le pompage solaire appliqué aux systèmes d'AEP en milieu rural, à partir d'une revue documentaire et des expériences du terrain, le volume de stockage peut être pris de 20 à 25% de la consommation d'eau quotidienne lorsque les pompes fonctionnent durant les heures de pointe de consommation. (practica_foundation_unicef_le_pompage_solaire_applique_aux_adductions_d_eau_potable_e_n_milieu_rural_manuel_de_formation_2018.pdf, n.d.)

Nous retenons donc un volume de 30% du besoin de production afin d'assurer une marge, soit :

$$Cu = 30\% * Bpj$$

- ◆ **Forage**

Les forages sont généralement de 40 à 80 m de profondeur. Les eaux souterraines dans l'aquifère de la zone altérée ne sont pas généralement confinées (Hydrogéologie du Burkina Faso.pdf, n.d.)

Cependant nous avons considéré une profondeur de 70 m soit 35 m d'altération et 35 m correspondant au socle.

4. Système de pompage :

Pour la détermination de la puissance du système de pompage solaire nous allons utiliser la formule suivante :

$$Pc = \frac{Ch * Q * HMT}{Kp * Hi * Rond * Rmp}$$

: Puissance crête en Watts [Wc]

Ch : Constante hydraulique = 2,725

Q : Quantité d'eau pompée par jour en mètre cube [m³]

HMT : Hauteur manométrique totale en mètre [m]

Kp : Coefficient de productivité du système solaire

Hi : Rayonnement total journalier moyen mensuel [kWh/m².j]

Rond : Rendement de l'onduleur

Rmp : Rendement de l'électropompe

Groupe électrogène :

$$P_{app} = \frac{2 \cdot 2,725 \cdot 10^3 \cdot Q \cdot HMT}{\cos\varphi \cdot R_{ond} \cdot R_{mp}}$$

Q (m³/h) : débit de la pompe

HMT (m) : Hauteur manométrique totale

η pompe(%) : rendement de la pompe

η moteur(%) : rendement du moteur

cosφ : Facteur de puissance.

5. Estimation des couts d'un projet d'AEP

Après avoir dimensionné les ouvrages nous allons estimer le cout de chaque ouvrage, ainsi chaque action élémentaire qui entre dans le cadre de la réalisation d'un système d'adduction d'eau potable. Elle se fera sur la base des couts unitaires par sources de financements des ouvrages à réaliser. Pour les couts unitaires il s'agira de ceux de la BAD, la BM et de l'Etat Burkinabé.

V. RESULTATS ET DISCUSSION

1. Acquisition et traitement des données.

Les données ont été collectées et traitées pour les sources de financements suivantes :

Il s'agit notamment de la BAD, BM et le BUDGET DE L'ETAT. Il s'agit du traitement des offres financières d'entreprises afin de déterminer des prix unitaires pour chaque action élémentaire par source de financement. Ce traitement a porté sur le forage de type F1 (forage équipé de PMH), les forages de type F2 (forage a gros débit 5 m³/h) et les AEPS. (Voir annexe 9)

2. Elaboration de la liste des actions élémentaires et des activités au niveau d'agrégations le plus basses.

Les cadres de devis des différentes entreprises ont été analysés, comparés afin de créer des modèles de cadre de devis comprenant toutes les actions élémentaires au niveau d'agrégation le plus bas. Ainsi pour les travaux de forage de type F1, F2 et d'AEPS des modèles de cadre

de devis type ont été élaboré.

3. Evaluation de coût de chaque action élémentaire et chaque activité des modèles de cadre de devis type.

A partir des prix unitaires des actions élémentaires déterminé par sources de financement, les modèles de cadre de devis type élaboré ont été renseignés. Ainsi nous disposons les modèles de cadre de devis avec des prix unitaires par action élémentaire et par source de financement. (Voir annexe 5)

4. Une approche méthodique est proposée pour évaluer le coût moyen de chaque action élémentaire et de chaque activité de la liste des actions et des activités et les coûts sont applicables à la formulation de projets d'AEP dont la source de financement n'est pas encore déterminée.

Avant d'estimer le coût d'un projet d'AEP un certain nombre d'ouvrage hydraulique doit être dimensionné au préalable, il s'agit notamment d'éléments compositifs d'un système d'AEP tel que:

- ◆ Un système d'adduction qui consiste à dimensionner les conduites de refoulement et faire le choix de la pompe,
- ◆ Un système de distribution qui consiste à dimensionner les conduites de distribution,
- ◆ Un système de stockage
- ◆ Un système de pompage (solaire ou thermique)

4.1 Système d'adduction

• Dimensionnement des conduites d'adduction

Dans le dimensionnement des conduites d'adduction nous avons considéré la longueur de refoulement à une distance de 1000 m comme hypothèses de calcul.

Ainsi après avoir calculé les diamètres avec différentes formules nous introduit un programme permettant de façon automatique le choix du diamètre de refoulement tout en respectant les conditions de vitesse. Nous avons ensuite fait une barre déroulante composé d'un certain nombre de débit de pompage, une fois le débit choisi l'outil calcule automatiquement le diamètre de la conduite de refoulement.

Figure 1 : Choix conduite de refoulement.

Debit de pompage	10,00 m ³ /h
Diametre de refoulement	0,08 m
choix conduite de refoulement	PN16 DN90
Vitesse refoulement	0,57 m/s
longueur refoulement	1 000,00 m
cout unitaire conduite de refoulement	10 000,00 FCFA/ml
cout total conduite de refoulement	10 000 000,00 FCFA

Nous pouvons voir qu'au niveau de la figure ci-dessus qu'avec un debit de 10 m³/h nous avons un diametre de 0.08 m au refoulement.

Figure 2 : formule des conduites de refoulement

Bresse	Bresse modif	Munier	Bedjaoui
0,08 m	0,12 m	0,06 m	0,07 m
0,57 m/s	0,29 m/s	0,95 m/s	0,79 m/s

- **Dimensionnement de la pompe**

Pour le choix de la pompe à faire, elle est en fonction du debit de pompage, la HMT et la puissance que doit avoir la pompe pour satisfaire au refoulement .

Figure 3 : choix et cout de la pompe

Alteration	30,00 m
socle	40,00 m
denivelé TN-HSR	10,00 m
PDC refoulement	4,37 m
HMT	84,37 m
Debit de pompage	10,00 m ³ /h
puissance de la pompe	2,30 KW
choix de la pompe	3.7 kW
cout unitaire de la pompe	5 000 000,00 w

Pour chaque debit de pompage choisi et la HMT corresponde a une puissance donnée, ainsi nous permettant de generer automatiquement le cout unitaire de la pompe en fonction de sa puissance choisi dans la barre deroulante.

4.2 Système de distribution

Pour le dimensionnement des conduites de distribution nous avons tout d'abord categorisé la configuration géogrophyque des centres en trois categories : regroupé, semi-dispersé et dispersé, par la suite il a été attribué un certain pourcentage aux lonueurs des differentes conduites en fonction de l'habitat choisi.(voir Tableau 4: Hypothèses distribution)

Nous avons élaboré une barre déroulante au niveau du choix des conduites permettant de generer automatiquement le cout des qu'on fait le choix de conduites au niveau de chaque type de conduite.

Figure 4 : conduites de distribution

Distribution	
Longeur total de distribution	4 800,00 m
longueur conduite principale	2 400,00 m
Diametre conduite principale	90 mm
longueur conduite secondaire	960,00 m
Diametre conduite secondaire	63 mm
longueur conduite tertiaire	1 440,00 m
Diametre conduite tertiaire	32 mm
cout conduite principale	19 200 000,00 FCFA
cout conduite secondaire	7 200 000,00 FCFA
cout conduite tertiaire	9 360 000,00 FCFA
cout total distribution	35 760 000,00 FCFA

4.3 Système de stockage

Pour le stockage nous avons utilisé 30% des besoins journaliers pour déterminer la capacité du réservoir de stockage. Apres avoir déterminé les paramètres du réservoir nous avons élaboré un programme permettant de générer le cout automatiquement après avoir fait renseigner les paramètres à l'aide des barres déroulantes. (Voir annexe 2)

Figure 5 : paramètre du système de stockage.

Reservoir	
Volume du château	20 m3
Population a desservir	1 000
Besoin en eau de la population	50 m3
choix reservoir	20 m3
Hauteur reservoir	12,00 m
cout reservoir	18 599 734,00 FCFA

5. Système de pompage

Nous avons élaboré un programme de telle sorte qu'après avoir choisi au niveau de la liste déroulante le « type de pompage » il sera généré de façon automatique le cout du système de pompage. Ce cout est déterminé après avoir déterminé la Puissance crête du système. (Voir annexe 1)

Figure 6 : système de pompage

Système de pompage	
type de pompage	solaire
Q : Quantité d'eau pompée par jour en mètre cube [m3]	202 m3
Puissance crête en Watts [Wc] solaire	7440,440249
Puissance apparente en Watts [Wc] thermique	29761761
Ch : Constante hydraulique = 2,725	2,725
Q : Quantité d'eau pompée par jour en mètre cube [m3] par solaire	121 m3
Q : Quantité d'eau pompée par jour en mètre cube [m3] par thermique	81 m3
HMT : Hauteur manométrique totale en mètre [m]	86,69 m
Kp : Coefficient de productivité du système solaire	2
cosφ : Facteur de puissance	2
Hi : Rayonnement total journalier moyen mensuel [kWh/m2.j]	3
Rond : Rendement de l'onduleur	0,8
Rmp : Rendement de l'électropompe	0,8
choix de la puissance de la station solaire	2000 WC
cout de la station solaire	12 500 000,00 FCFA
choix de la puissance de la station thermique	0
cout de la station thermique	
%pompage solaire	0,6
%pompage thermique	0,4
cout du système de pompage	12 500 000,60 FCFA

6. Forage

Pour la réalisation des forages nous les avons estimé à une profondeur ne dépassant pas 100 m. Ainsi sur cette base nous avons fait un programme permettant de générer le coût total dès qu'on renseigne le nombre de forage à réaliser.

Figure 7 : Coût des forages

forage	
Alteration	25,00 m
soCLE	35,00 m
Nombre de forage	
coût unitaire forage	1 000 000,00 FCFA
coût total forage	0,00 FCFA

7. Branchement Privé et Borne Fontaine

La détermination des coûts des branchements privés et bornes fontaines sont faites de sorte que après avoir renseigné les paramètres de base, il sera généré automatiquement les coûts des BP et BF. Ainsi à chaque fois pour générer les coûts il suffit de faire varier la population RGPH.

Figure 8 : Branchement Privé et Borne Fontaine

Population RGPH	1 000	habitants
taux d'accroissement	0,03	[%]
Nombre d'année entre le début et l'échéance du projet	10	Années
Population horizon du projet	1 344	habitants
Consommation domestique Branchement privé		
Consommation spécifique BP	50	[l/hab. /j]
Taux de couverture prévisionnel	0,80	[%]
Population prévisionnelle à desservir par BP	1075,13	habitants
Nombre de personnes par BP	10,00	habitants
Nombre de branchement privé théorique	108,00	
coût branchement privé	21 600 000,00	FCFA
Consommation total BP[m ³ /j]	53,76	[m ³ /j]
Consommation aux BF		
Consommation spécifique BF	50	[l/hab. /j]
Taux de couverture prévisionnel	0,20	[%]
Population prévisionnelle à desservir par BF	268,78	habitants
Nombre de personnes par BF	500	habitants
Nombre de bornes fontaines théoriques	1,00	
coût borne fontaine	1 000 000,00	FCFA
Consommation total BF [m ³ /j]	13,44	[m ³ /j]

8. Elaboration de sous Excel, l'outil dynamique d'aide à l'évaluation des coûts de projets d'Approvisionnement en Eau Potable et d'Assainissement à partir des données précédentes.

Microsoft Office Excel est l'outil utilisé pour la conception du programme permettant de générer la fiche de projet y compris son coût.

Les éléments à renseigner dans le programme sont entre autres, la population de la zone du projet à desservir et sa dispersion spatiale, les ouvrages à réaliser etc.

Des formules ont été introduites pour évaluer le montant de la Maitrise d'œuvre technique (MOT) du projet en rapport avec le montant des travaux. De même des formules ont été introduites pour évaluer le montant alloué au fonctionnement du projet (notamment de l'Unité de Gestion du Projet) en rapport avec le coût total du projet.

Ainsi après avoir estimé le cout des éléments entrant dans la formulation d'un projet d'AEP nous avons généré une fiche de synthèse dans la sera généré le budget global du projet.

Figure 9: fiche de synthèse des différents couts.

Designation	Montant FCFA
Nom projet	-
Pays	-
Region	-
Province	-
Commune	-
Village	-
Cout système d'adduction	8 000 000,00
Cout système de distribution	17 856 000,00
cout du reservoir	25 380 224,00
Cout du système de pompage	12 500 000,60
Cout des branchements privés	64 600 000,00
Cout des bornes fontaines	2 000 000,00
cout forage	87 500 000,00
Cout du fonctionnement du projet	43 567 244,92
Cout des travaux	
cout du projet	261 403 469,52

L'outil ainsi conçu doit être dynamique et permettre l'ajout de futures actions élémentaires.
(Voir annexe 6)

9. Intermédiation sociale :

Pour la réalisation de tout projet il est important de prendre en compte le volet intermédiation sociale, pour cela 5% du cout de projet sera considéré pour ce volet.

10. Travaux et fonctionnement du projet :

Pour les travaux et fonctionnement du projet, nous les avons estimés à 15% du cout du projet.

VI. CONCLUSION- RECOMMANDATION

.Le présent outil d'aide à l'évaluation des couts de projets en AEP va dorénavant permettre et faciliter l'estimation des couts de projets d'approvisionnement en eau potable (AEP) en vue de faciliter la recherche de financement dont la source n'est pas encore déterminée afin de mener à bien les plaidoyers auprès des partenaires techniques et financiers du secteur de l'eau potable.

Il est nécessaire d'avoir des outils de négociation qui mettent en exergue une cohérence dans nos actions et une viabilité des projets que l'on voudrait réaliser. Des fiches de projets bien structurés, dont l'impact et le coût ressortent clairement ont toutes les chances d'être financés. Ainsi il est nécessaire de garder une méthode logique et rationnelle d'évaluation du coût du projet, une combinaison des prix unitaires des actions élémentaires et de chaque activité de la liste des actions peut être effectuée en prenant des prix unitaires qui sont la moyenne des prix unitaires des sources de financement disponible.

L'outil dynamique réaliser pour l'évaluation des coûts de projet d'approvisionnement en eau potable, n'est qu'un premier essai qui peut être grandement amélioré et perfectionné. La conception de l'outil et les réflexions menées sur le choix des approches ont nécessité un temps considérable. A cela il faut ajouter les contraintes de la structure d'accueil. Cet outil devra être perfectionné dans le cadre d'un futur travail notamment en testant ses limites et en améliorant la programmation par des nouveaux paramètres.

I. BIBLIOGRAPHIE

- Hydrogéologie du Burkina Faso.pdf. n.d.
- guide_des_projets_dnh_mali_v14.pdf. n.d.
- OMS/UNICEF. Le dernier rapport sur les inégalités en matière d'accès à l'eau, à l'assainissement et à l'hygiène révèle également que plus de la moitié de la population mondiale ne dispose pas de services d'assainissement sûrs. 2019.
- PN-AEP 2016-2030 VF (1).docx. n.d.
- practica_foundation_unicef_le_pompage_solaire_appliqu
- e_aux_adductions_d_eau_potable_en_milieu_rural_manuel_de_formation_2018.pdf. n.d.
- pseau_sedif_cahier_15_evaluation_projets.pdf. n.d.
- 38512130.pdf. n.d.
- Projet d'AEP et Assainissement en milieu rural dans les régions des cascades, du centre ouest, du centre sud et du sahel.2011.

II. ANNEXES

1. Annexe 1 devis des types de pompage
2. 2 devis des types de réservoirs
3. Annexe 3 : devis des conduites
4. devis système de pompage
5. Annexe 5 : liste des actions élémentaires déterminées par sources de financement, les modèles de cadre de devis type
6. Annexe 6 : fiche technique de projet.
7. Annexe 7 : cout forage et branchement
8. Annexe 8 : moyenne des différentes sources de financement.

Annexe 1 devis des types de pompage

	Puissance	FCFA HT	Durée de vie (heures)
Pompe AEP électrique ou thermique (16h/j)	0.75 kW	2 800 000	18000
	1.5 kW	3 100 000	
	2.2 kW	3 900 000	
	3.7 kW	5 000 000	
	5.5 kW	6 500 000	
	15 kW	9 000 000	
Pompe AEP solaire (8h/j)	0.75 kW	2 800 000	18000
	1.5 kW	3 100 000	
	2.2 kW	3 900 000	
	3.7 kW	5 000 000	
	5.5 kW	6 500 000	
	15 kW	9 000 000	
Groupe électrogène	5 kVA	6 500 000	14000
	8 kVA	8 000 000	
	10 kVA	9 000 000	
	12 kVA	10 500 000	
	17 kVA	12 000 000	

Annexe 2 devis des types de réservoirs

Volume	Hauteur sous radier	Réservoir Acier	Réservoir béton	Durée de vie (ans)
		FCFA	FCFA	
20	6	16 199 734	22 000 000	30
20	9	17 399 734	23 500 000	
20	12	18 599 734	25 000 000	
30	6	19 589 979	24 000 000	
30	9	20 789 979	25 500 000	
30	12	21 989 979	27 000 000	
40	6	22 980 224	26 000 000	
40	9	24 180 224	27 500 000	
40	12	25 380 224	29 000 000	
60	6	29 760 714	30 000 000	
60	9	30 960 714	31 500 000	
60	12	32 160 714	33 000 000	

Annexe 3 : devis des conduites

Conduites de refoulement PN 16	FCFA / ml	Durée de vie (ans)
DN > 63 mm	10 000	30
DN = 63 mm	8 000	
Conduite de distribution PN 10	FCFA / ml	Durée de vie (ans)
63 mm	7 000	30
75 mm	7 500	
90 mm	8 000	
110 mm	8 500	
125 mm	9 000	
140 mm	10 000	
160 mm	12 000	

Annexe 4 : divis système de pompage

Station solaire	FCFA	Durée de vie (ans)	FCFA	
2000 WC	12 500 000	30	Raccordement à la Sonabel et abonnement double comptage	35 180 000
3000 WC	17 490 471			
4000 WC	22 361 379		Raccordement à la Sonabel et abonnement double comptage	35 180 000
5000 WC	25 000 000			
6500 WC	30 000 000			

Annexe 5 : liste des actions élémentaires déterminées par sources de financement,
les modèles de cadre de devis type

N°		Unité
	Composante A : Investissement	
	Maitrise d'œuvre technique	
	Implantation des forages à gros débits	U
	suivi-contrôle des travaux réhabilitation	U
	Intermédiation sociale pour la réalisation de forages	FF
	Intermédiation sociale pour la réalisation d'AEPS	FF
	Etudes techniques, socio-économiques pour la réalisation d'AEPS neuves	U
	Etudes techniques, socio-économiques pour la réhabilitation d'AEPS	U
	Analyse physico-chimique et bactériologique de l'eau	U
	suivi-contrôle des travaux d'AEP	U
	suivi-contrôle des travaux de forages	U
	Travaux	
	Travaux de Forages à gros débits(type F2)	U
	Travaux de Forages équipés de PMH (type F1)	U
	Travaux de réhabilitation d'AEPS	U
	Travaux de réalisation d'AEPS	U
	Composante B: Appui institutionnel et renforcement de capacité	
	Equipements informatiques	Lot
	Consommables informatiques	Lot
	Acquisition de véhicule	U
	Acquisition de moto	U
	Equipement de bureau	Lot
	Rémunération des jeunes stagiaires	H/4mois
	Renforcement des capacités des services déconcentrés et centraux	Forfait
	Renforcement des capacités des communes à l'exercice de MOC	Forfait
	Mission de terrain (supervision et réceptions)	U
	Composante C: Gestion de projet	
	lancement et clôture du Projet	FF
	Comités de pilotage	FF
	Audits et évaluations	FF

Annexe 6 : fiche technique de projet.

1) Localisation	
· Village	
· Commune	
· Province	
· Région	
2) Château d'eau	
· Type	
· Volume	
· Hauteur sous radier	
3) Réseau de refoulement	
· Type	
· Conduite	
3) Réseau de distribution	
· Type	
· Conduite	
4) Pompe	
· Débit	
· Hauteur manométrique totale (HMT)	
· Type	
5) Bornes-fontaines et Branchement Privé	
Nombre de BF	
Nombre de BP	
6) Energie	
Type	
· GE	
· Panneaux Solaires de puissance	
7) Coût estimé du projet (FCFA) TTC	

Annexe 7 : cout forage et branchement

	FCFA	Durée de vie
Forage 100m	17 500 000	30
Système de distribution	FCFA	Durée de vie (ans)
BF	1 000 000	30
BP	100 000	30

Annexe 8 : Moyenne des différentes sources de financement.

TRAVAUX D'AEPS						
N°	Désignation	Unité	Prix unitaire BAD	Prix unitaire BM	Prix unitaire ETAT	Prix unitaire Moyen
I	FORFAIT GENERAUX					
1.1	Installation et repli de chantier	ff	5 500 000,00	5 000 000,00	2 000 000,00	4 166 666,67
1.2	Etude techniques et plans d'exécution	ff	600 000,00	1 500 000,00	800 000,00	966 666,67
1.3	Réalisation du plan de récollement (en fichiers et 5 exemplaires formats papier)	ff	250 000,00	300 000,00	400 000,00	316 666,67
II	EXHAURE / REFOULEMENT					
2.1	Développement du forage	ff	200 000,00	250 000,00	200 000,00	216 666,67
2.2	Pompage par palier ((4 paliers de 1h pompage et 1 h remontée)	ff	200 000,00	250 000,00	200 000,00	216 666,67
2.3	Pompage longue durée 72h descente et 24 h remontée)	ff	1 500 000,00	500 000,00	200 000,00	733 333,33

2.4	Analyses de l'eau (physico-chimique et bactériologique) et toutes sujétions	ff	75 000,00	100 000,00	150 000,00	108 333,33
2.5	Génie civil de la tête de forage suivant plan y compris couvercle et toutes sujétions	ff	250 000,00	350 000,00	450 000,00	350 000,00
2.6	Fourniture et pose d'une colonne d'exhaure en matériau flexible de type foraduc	ml	500 000,00	500 000,00	500 000,00	500 000,00
2.7	Fourniture et pose de manifold complet DN80 PN16 comprenant:		10 000,00	10 000,00	10 000,00	10 000,00
	une Tête de forage en acier galvanisé D250	ens.	100 000,00	100 000,00	100 000,00	100 000,00
III.	SYSTÈME DE POMPAGE					

3.1	Fourniture, pose, raccordement et mise en service d'un groupe électrogène diésel triphasé à service continu, insonorisé, puissance en kVA, 3PH+N 230/400V 50HZ à démarrage électrique avec possibilité de démarrage par manivelle, y compris pièces de rechange et outillages spécifiques et toute sujétion	u				
3.2	Fourniture, pose et raccordement d'une cuve journalière de 250 litres remplie de gas-oil équipée de pompe manuelle type JAPPY sous abri, y compris toute sujétion	u	375 000,00	375 000,00	375 000,00	375 000,00
3.3	Fourniture et pose d'un bac à sable de 50 litres avec une pelle, y compris et toute sujétion	u	50 000,00	50 000,00	50 000,00	50 000,00
3.4	Fourniture et pose d'un extincteur + support de fixation.	u	200 000,00	200 000,00	200 000,00	200 000,00
3.5	Rallonge du tuyau d'échappement hors du local technique et calorifugeage	ens.				

3.6	Convertisseur C/A triphasé 380V avec recherche de MPPT (puissance en KW) serie RSI de Grundfos.	u				
3.7	Fourniture et installation : champs photovoltaïque, puissance en KWc, kit de raccordement, cadre en alu des PV, câbles de liaison et supports métalliques, plateforme en béton et toutes sujétions ;	ens				
3.8	Fourniture, pose et raccordement de câble électrique 2 x 10 mm ² enterré entre la boîte de dérivation des PV et le convertisseur, signalé par grillage avertisseur	m				
3.9	Fourniture, pose et raccordement d'électropompes immergées debit d'au moins 5 m ³ /h HMT de 90 m y compris câble de sécurité en acier inoxydable et toute sujétion	u				

3.10	Fourniture, pose et raccordement de câble électrique 5 x 6 mm ² entre l'inverseur et le coffret (armoire) de protection de l'électropompe	m				
3.11	Fourniture, pose et raccordement d'un câble électrique U1000 R02V de 5x6mm ² enterré sous PVC et signalé par grillage avertisseur pour l'alimentation de la boîte de raccordement dans l'abri tête de forage à partir de l'armoire électrique, y compris toute sujétion	m				
3.12	Fourniture, pose et raccordement de câble électrique 4x2,5 mm ² entre le coffret de protection et le puit de forage	m				
3.13	Fourniture, pose et raccordement d'un câble électrique à immersion permanente de 4x2,5 mm ² pour l'alimentation de l'électropompe à partir de la boîte de raccordement dans l'abri tête de forage, y compris toute sujétion	m				

3.14	Fourniture, pose et raccordement d'un câble électrique U1000 R02V de 3x1,5mm ² pour l'asservissement suppression de l'électropompe du pressostat à la boîte de raccordement dans l'abri tête de forage, y compris toute sujétion	m				
3.15	Fourniture, pose et raccordement des câbles d'électrodes de niveau à immersion permanente de 1x1,5mm ² des électrodes dans le forage à la boîte de raccordement dans l'abri tête de forage, y compris toute sujétion	m				
3.16	Fourniture, pose et raccordement d'un coffret étanche équipé de bornes de jonction pour le raccordement des câbles dans l'abri de la tête de forage y compris toute sujétion	u				
3.17	Fourniture et pose d'un avertisseur sonore, y compris toute sujétion (blocage, marche à sec, plein château)	u				
3.18	Fourniture, pose et raccordement de sonde de détection de niveau	u				

3.19	Fourniture, pose et raccordement d'un pressostat double seuil pour l'asservissement de la surpression, y compris toute sujétion	u				
3.20	Installation d'éclairage du site (PV, câbles, interrupteurs, luminaires, régulateur/chargeur, batterie, crosse pour projecteur et accessoires) ;	ens.				
3.21	Construction de la plateforme en béton armé pour PV	m3				
3.22	Fourniture et pose du champ solaire (1 PV de 400W), 2 batteries étanches 12V, 150 AH chacun, 1 chargeur de batterie, 1 limiteur de décharge, 1 inter crépusculaire, un luminaire 11 w, un convertisseur CA/CC de 500 W victron et raccords électriques des locaux y compris outillage et toute sujétion,	ens.				
IV.	CANALISATION					
4.1	Refoulement -Tuyauteries et accessoires					

	Fourniture et pose de tuyau PVC DN 63 PN 16, y compris toutes sujétions (lit de sable, grillage avertisseur et pose de pièces spéciales (...))	ml	4 000,00	4 000,00	3 000,00	3 666,67
4.1.1	Fourniture et pose de tuyau PVC DN 90 PN 16, y compris toutes sujétions (lit de sable, grillage avertisseur et pose de pièces spéciales (...))	ml	10 000,00	8 000,00	7 000,00	8 333,33
	Fourniture et pose de tuyau PVC DN 110 PN 16, y compris toutes sujétions (lit de sable, grillage avertisseur et pose de pièces spéciales (...))	ml	10 000,00	9 000,00	8 000,00	9 000,00
4.1.2	Plus-value fouille en terrains indurés tous diamètres confondus.	ml	5 000,00	5 000,00	2 500,00	4 166,67
4.1.3	Plus-value pour traversée de routes	ml	5 000,00	5 000,00	5 000,00	5 000,00
4.1.4	Essais de pression	ml	500,00	500,00	500,00	500,00
4.1.5	Rinçage et désinfection	ml	300,00	300,00	300,00	300,00
4.2	Distribution-Tuyauteries et accessoires					
	Fourniture et pose de tuyau PVC DE 32 PN 10, y compris toutes sujétions (lit de sable, grillage avertisseur...)	ml	3 000,00	4 000,00	3 000,00	3 333,33

4.2.1	Fourniture et pose de tuyau PVC DE 63 PN 10, y compris toutes sujétions (lit de sable, grillage avertisseur...)	ml	3 500,00	3 500,00	3 000,00	3 333,33
4.2.2	Fourniture et pose de tuyau PVC DE 90 PN 10, y compris toutes sujétions (lit de sable, grillage avertisseur...)	ml	4 000,00	4 000,00	4 500,00	4 166,67
4.2.3	Fourniture et pose de tuyau PVC DE110 PN 10, y compris toutes sujétions (lit de sable, grillage avertisseur...)	ml	5 000,00	5 000,00	5 500,00	5 166,67
	Plus-value fouille en terrains indurés tous diamètres confondus	ml	5 000,00	5 000,00	5 000,00	5 000,00
4.3	Fourniture et pose de pièces spéciales (coudes, té, pièces de raccordement...) pour canalisation	Ens	200 000,00	500 000,00	300 000,00	333 333,33
4.4	Fourniture et pose de fourreaux PVC pour traversée de routes, y compris dispositif en béton pour de scellement des fourreaux et toutes sujétions	ml				

4.5	Fourniture et pose de fourreaux PVC pour traversée de basfonds, y compris dispositif en béton pour de scellement des fourreaux et toutes sujétions	ml				
4.6	Mise en place de butées en béton pour (coudes, té, vannes, etc.)	ff	300 000,00	300 000,00	300 000,00	300 000,00
4.7	Essais de pression	ml	500,00	500,00	500,00	500,00
4.8	Rinçage et Désinfection	ml	300,00	300,00	300,00	300,00
V	FOURNITURES ET POSE DE PIECES					
5.1	<i>Fourniture d'équipements de robinetterie</i>					
5.1.1	Robinet-vanne à brides sur PVC DE 63	u	75 000,00	75 000,00	75 000,00	75 000,00
5.1.2	Robinet-vanne à brides sur PVC DE 90	u	4 000,00	4 000,00	4 000,00	4 000,00
5.1.3	Robinet-vanne à brides sur PVC DE 110	u	5 000,00	5 000,00	5 000,00	5 000,00
5.1.4	Fourniture et pose de Bouche à clé complète pour commande des vannes	u	4 000,00	4 000,00	4 000,00	4 000,00
5.1.5	Fourniture de clé à béquille pour vannes enterrées	u	1 000,00	1 000,00	1 000,00	1 000,00
5.1.6	Fourniture et pose de compteur DN65 PN10 dans regard de pièces spéciales au pied du château	u	10 000,00	10 000,00	10 000,00	10 000,00

5.1.7	Fourniture et pose de robinet vanne DN80 PN 10 dans regard de pièces spéciales au pied du château	u	4 000,00		4 000,00	4 000,00	4 000,00
5.1.8	Dispositif pour robinet vanne (tube rallonge - tabernacle, couvercle)	ff					
VI	CONSTRUCTION DE REGARDS ET POSE DE PIECES						
6.1	<i>Dispositifs Pour Vidange</i>						
6.1.1	Fourniture, pose d'Equipement de vidange et construction du regard pour vidange sur conduite DN 63 y compris toute sujétion	u					
6.1.2	Fourniture, pose d'Equipement de vidange et construction du regard pour vidange sur conduite DN 90 y compris toute sujétion	u					
6.2	<i>Dispositifs de Ventouses</i>						
6.2.1	Fourniture, pose d'Equipement de ventouse et construction du regard pour ventouse sur conduite DE 90 y compris toute sujétion	u					

6.2.2	Fourniture, pose d'Équipement de ventouse et construction du regard pour ventouse sur conduite DE 110 y compris toute sujétion	u				
6.3	Fourniture et pose de bornes de repérage pour canalisation	u				
VII	CHÂTEAU D'EAU volume en m³, HSR = 10 m					
7.1	Études géotechniques	ff	1 200 000,00	500 000,00	500 000,00	733 333,33
7.2	Château d'eau métallique volume en m ³ de capacité de hauteur sous radier de 10m y compris	ens.				
7.3	Construction d'une clôture grillagée (15x15m) équipée d'un portail muni d'un cadenas pour la protection du château d'eau	ens.				
7.4	Construction d'un regard au pied du château (bypass) et pose d'équipement complet y compris toute sujétion	u				
VIII.	Borne fontaine et Branchements Privés					
8.1	Réalisation de borne fontaine à 3 robinets y compris l'ensemble des canalisations et pièces de robinetterie :	ens.	1 000 000,00	1 000 000,00	1 000 000,00	1 000 000,00
8.2	Confection et pose de plate d'immatriculation pour bornes fontaines de format A3	u	30 000,00	30 000,00	20 000,00	26 666,67

8.3	Branchement d'une borne fontaine quelque soit le diamètre du tuyau y compris tous les accessoires de branchement suivant le plan joint	ens.	500 000,00	500 000,00	500 000,00	500 000,00
8.4	Branchement Privé: Fouille, réducteur, PEHD 32 de 50 m, collier vanne d'arrêt, compteur homologué, tuyau galva col de cygne, robinet quart de tour, regard avec couvercle type ONEA pour compteur, y compris toute sujétion(1 BP pour 1 école au moins selon la possibilité)	u	200 000,00	200 000,00	200 000,00	200 000,00
IX.	EQUIPEMENTS ANNEXES					
9.2	Aménagement de terrain sur une plate-forme de (30x30m) remblai de hauteur 40cm pour implantation des locaux et mur de clôture	ens.				
9.3	Construction du local de services Bureau (équipés d'un bureau et de 2 chaises) /Magasin à double compartiment, y compris les installations électriques intérieures (canalisations électriques, 2 luminaires, interrupteurs et accessoires - 3 prises et divers (télé, radio, chargeur)),fenêtres, portes, plafond, électricité, crépissage, peinture, tyrolienne conformément aux plans et toutes sujétions comprises et toute sujétion	ens.				

9.4	Construction de local gardien y compris porte, fenêtres, plafond, électricité, crépissage, tyrolène conformément au descriptifs et aux plans et toutes sujétions comprises.	Ens				
9.5	Construction d'un local Technique conformément au descriptif pouvant contenir le GE, l'armoire électrique de commande, le convertisseur (onduleur).	ens.				
9.6	Construction de Latrine-Douche VIP pour le personnel et les visiteurs éventuels y compris porte, fenêtres, plafond, électricité, crépissage, tyrolienne, et toutes sujétions comprises.	ens.				
9.7	Construction d'un mur de clôture (25x25m) de hauteur 2m avec une longrine de 40 cm*30cm reliant les poteaux distant de 3m, le tout couronné par un raidisseur de 30 cm x10 cm avec portail et portion(eclairés) muni d'un cadenas pour la protection des infrastructures et champ PV, y compris électrifié, crépissage, tyrolienne conformément au descriptifs et aux plans et toutes sujétions	ens.				
9.8	Fourniture et pose d'un système de chloration	ens.				
X	PIECES DE RECHANGES ET PRESTATIONS DIVERSES					
10.1	Compteur DN25 pour Bornes fontaines	U	75 000,00	75 000,00	75 000,00	75 000,00

10.2	Vanne d'arrêt 26/4 pour Bornes Fontaines	U	7 000,00	7 000,00	7 000,00	7 000,00
10.3	robine de puisage pour Bornes Fontaines	U	250 000,00	250 000,00	250 000,00	250 000,00
10.4	Rémunération d'un technicien désigné de la localité	mois				
TRAVAUX DE FORAGES A GROS DEBIT						
3	EQUIPEMENT					
3.1	Fourniture et pose de tubes pleins en PVC Øint. 6"1/2 y compris les centreurs	Unité				
3.2	Fourniture et pose de crépines en PVC Øint.6"1/2 y compris les centreurs	MI				
3.3	Fourniture et pose de tubes pleins en PVC Øint 4" 1/2 y compris les centreurs	MI				
3.4	Fourniture et pose de crépines en PVC Øint 4" 1/2 y compris les centreurs	MI				

3.5	Fourniture et pose d'un massif filtrant de gravier calibré	Unité				
3.6	Fourniture et pose d'un barrage d'argile expansive	Unité				
3.7	Fourniture et pose d'un bouchon de pieds	Unité				
3.8	Cimentation des 6 m supérieurs de l'espace annulaire	Unité				
3.9	Fourniture et pose d'une fermeture de forage avec un capot métallique cadenassé	Unité				
4	DEVELOPPEMENT DU FORAGE					
4.1	Déplacement d'un village à l'autre	Unite				
4.2	Développement du forage	Unité	200 000,00	250 000,00	200 000,00	216 666,67
4.3	Développement par pompage du forage (2h maximum)	Unité	200 000,00	250 000,00	200 000,00	216 666,67
4.4	Développement au-delà de 6 heures	Unité				
5	ESSAI DE POMPAGE					

5.1	Pompage de 4 paliers (1h par palier) et observation remontée	Unité	200 000,00	200 000,00	200 000,00	200 000,00
5.2	Pompage par paliers (4 h) et observation remontée (1 h) pour les débits de moins de 5 m ³ /h (Méthode CIEH)	Unité	200 000,00	250 000,00	200 000,00	216 666,67
5.3	pompage de longue durée (72 h) et observation remontée (24h)	Unité	1 500 000,00	1 500 000,00	1 500 000,00	1 500 000,00
6	ANALYSE D'EAU					
6.1	Analyse physico-chimique, Bactériologique et de métaux lourds de l'eau au laboratoire	Unité	75 000,00	100 000,00	150 000,00	108 333,33
TRAVAUX DE FORAGES						
1	DEPLACEMENTS					
1.1	Préparation, Amenée sur le 1er site	FF				
1.2	Repli du matériel à la fin des travaux sur le dernier site	FF				
1.3	Déplacement entre sites (d'un village à l'autre)	Unité				
2	FORAGE					

2.1	Forage dans les formations d'altération Ø9" 7/8	MI	550 000,00	1 000 000,00	1 000 000,00	850 000,00
2.2	Forage dans les formations d'altération Ø9" 7/8 au-delà de 50 m	MI	1 000 000,00	1 000 000,00	1 000 000,00	1 000 000,00
2.3	Forage dans les formations de socle au marteau fond-de-trou au Ø6" 1/2	MI	22 000,00	1 000 000,00	1 000 000,00	674 000,00
2.4	Forage dans les formations de socle au marteau fond-de-trou au Ø6" ½ au-delà de 50m	MI	1 000 000,00	1 000 000,00	1 000 000,00	1 000 000,00
3	ÉQUIPEMENT	MI				
3.1	Fourniture et pose de tubes pleins en PVC Øint 4" 1/2 y compris les centreurs	MI				
3.2	Fourniture et pose de crépines en PVC Øint 4" 1/2 y compris les centreurs	MI				
3.3	Fourniture et pose d'un massif filtrant de gravier calibré	Unité	200 000,00	200 000,00	200 000,00	200 000,00
3.4	Fourniture et pose d'un barrage d'argile expansive	Unité				
3.5	Fourniture et pose d'un bouchon de pied	Unité				
3.6	Cimentation des 6 m supérieurs de l'espace annulaire	Unité	75 000,00	75 000,00	75 000,00	75 000,00
3.7	Fourniture et pose d'une fermeture de forage en PVC vissée avec capot métallique boulonné	Unité				
4	DÉVELOPPEMENT DU FORAGE					
4.1	Déplacement entre sites	Unité				

4.2	Développement du forage	Unité	200 000,00	200 000,00	200 000,00	200 000,00
4.3	Développement par pompage du forage (2h maximum)	Unité	20 000,00	20 000,00	200 000,00	80 000,00
4.4	Développement au-delà de 6 heures	Unité	1 500 000,00	1 500 000,00	1 500 000,00	1 500 000,00
5	ESSAI DE POMPAGE					
5.1	Pompage de 4 paliers (1h par palier) et observation de la remontée	Unité	200 000,00	200 000,00	200 000,00	200 000,00
5.2	Pompage par paliers longue durée (72h) y compris observation de la remontée (24 h) pour les débits d'au moins 5 m ³ /h	Unité	20 000,00	200 000,00	200 000,00	140 000,00
5.3	Pompage par paliers (4 h) et observation remontée (1 h) pour les débits de moins de 5 m ³ /h (Méthode CIEH)	Unité	3 000 000,00	3 000 000,00	3 000 000,00	3 000 000,00
5.4	Analyse physico-chimique, Bactériologique et de métaux lourds de l'eau au laboratoire	Unité			150 000,00	150 000,00
1	CONSTRUCTION DES MARGELLES ET DE POSE DES POMPES A MOTRICITE HUMAINE					
1.1	Construction de margelle	Unité	200 000,00	200 000,00	200 000,00	200 000,00
1.2	Fourniture et pose de pompes neuves complète à zéro mètre	Unité	202 000,00	200 000,00	200 000,00	200 666,67
1.3	Fourniture des éléments de colonnes de refoulement	Unité	392 250,00	392 250,00	392 250,00	392 250,00
1.4	Désinfection du forage	Unité	1 000,00	1 000,00	1 000,00	1 000,00
1.5	Fourniture de trousseau de clé	Unité	7 000,00	7 000,00	7 000,00	7 000,00

1.6	Fourniture de caisses à outil (pour le nombre d'AR)	Unité	165 500,00	200 000,00	200 000,00	188 500,00
1.7	Formation/recyclage des artisans réparateurs	Ens	787 000,00	800 000,00	800 000,00	795 666,67
1.8	Fourniture et pose de plaque d'identification du forage	Unité	14 000,00	15 000,00	15 000,00	14 666,67
2	CONSTRUCTION DE L'AMENAGEMENT					
2.1	Trottoir anti-bourbier, canal d'évacuation, bassin de décantation, puits perdu, y compris raccords.	Unité	344 000,00	300 000,00	300 000,00	314 666,67
2.2	Mur de clôture	Unité	139 000,00	150 000,00	150 000,00	146 333,33
2.3	Abreuvoir	Unité	102 500,00	100 000,00	100 000,00	100 833,33