

**BANQUE MONDIALE
PROGRAMME POUR L'EAU ET L'ASSAINISSEMENT –
AFRIQUE (PEA-AF)**

**Etude sur l'optimisation du coût des forages
en Afrique de l'Ouest
Rapport de Synthèse**

**Juin 2007
Rapport n° 44743/B**

BANQUE MONDIALE
Programme pour l'Eau et l'Assainissement – Afrique (PEA-AP)

Etude sur l'optimisation du coût des forages
En Afrique de l'Ouest
Rapport de Synthèse

Juin 2007
Rapport n° 44743/B



3 avenue Claude Guillemin – BP 66119
45061 Orléans Cedex 2 - France
Tél. : +33 (0) 238.64.31.77 – Fax : +33 (0) 238.64.30.30

Résumé

Au cours du sommet du Millénaire, du 6 au 8 septembre 2000 à New York, les dirigeants des pays du monde ont convenu de réduire de moitié, au plus tard en 2015, la proportion de la population qui n'a pas accès, de façon durable, à un approvisionnement en eau potable.

Le 28/06/2006, la BANQUE MONDIALE, 18 H STREET D.C 2 WASHINGTON, confie à ANTEA une étude sur l'optimisation du coût des forages en Afrique de l'Ouest.

Cette étude a démarré :

- le 23.09.2006, au Sénégal,
- le 27.09.2006 au Burkina Faso,
- le 02.10.2006 au Mali
- le 09.10.2006 en Mauritanie.

Les principaux Objectifs de cette étude sont :

- ✓ Estimer les Prix Unitaires du Coût de la réalisation d'un point d'eau potable (AEP) en milieu rural ;
- ✓ Identifier et analyser des différentes composantes qui ont un impact significatif sur le coût de réalisation d'un point d'eau (dégager des structures optimales appropriées à chaque contexte) ;
- ✓ Préconiser des mesures qui permettraient de promouvoir les capacités et compétences des Entreprises locales à la lumière de l'analyse de leurs prestations ;
- ✓ Mettre à la disposition des Administrations concernées et Bailleurs un modèle d'optimisation des coûts de réalisation d'un point d'eau.

Dans un premier temps, les différentes composantes (Intrants) de chaque coût unitaire susceptibles d'avoir un impact sur le coût de réalisation d'un point d'eau ont été globalement identifiées.

Dans une seconde étape, pour évaluer les coûts unitaires de chaque composante d'un point d'eau moderne, il a été procédé à la collecte puis à l'étude et l'analyse des projets d'adduction en eau potable des cinq dernières années.

Conformément aux résultats de cette analyse, une matrice de structure du coût unitaire de la réalisation d'un PEM a été élaborée.

Malgré l'étroite collaboration de l'Administration, la phase de collecte des informations a rencontré de nombreuses difficultés (*absence de certaines données, réticence de chefs de bureaux d'études et responsables d'entreprises pour mettre à la disposition du projet des informations utiles...*). Cette difficulté a eu une incidence non négligeable sur le déroulement de la présente étude, notamment en

ce qui concerne le respect du planning, le délai d'intervention des équipes du projet (l'expert national de chaque pays et le chef de mission), la date de la remise du rapport provisoire et finalement l'organisation de l'atelier de restitution¹.

Cette étude a mis en lumière trois faits majeurs communs aux quatre pays de la zone d'étude et quelques particularités et anomalies (Mauritanie et Sénégal) qui sont :

- ✓ Chaque point d'eau moderne (Forages, Puits, AEPS....) est unique et a sa propre "Identité" (*Méthodologie de foration ; Epaisseur d'altération ; La profondeur et le diamètre de foration ; La longueur, le diamètre et la nature des équipements préconisés ; Le type de pompe à installer,....*) et par conséquent son propre coût unitaire ;
- ✓ Le coût unitaire d'un point d'eau moderne est, entre autres, étroitement lié à des facteurs "Non Technique" de tout ordre comme : La source de financement (étatique ou privée), la modalité d'attribution (gré à gré, appel d'offre national ou international,...); Le volume des travaux ; La zone géographique du projet ;
- ✓ La question d'évaluation et d'interprétation du coût unitaire n'est pas une mince affaire, au contraire c'est une opération délicate qui exige beaucoup de vigilance et prudence.

Les particularités qui, entre autres, à l'origine d'une augmentation sensible du coût unitaire du forage sont :

- ✓ Les conditions climatiques et hydrogéologiques difficiles de la Mauritanie imposent de préconiser dans les estimations préalables, pour chaque forage positif, entre 2 à 3 forages de reconnaissance ;
- ✓ La reconnaissance en petit diamètre et l'alésage systématique des forages productifs (en Mauritanie et au Sénégal).

Les anomalies (valable pour la Mauritanie) sont :

- ✓ L'écart entre la profondeur préconisée pour la foration, le métré des équipements et finalement le nombre de déplacements ;
- ✓ Incohérence entre de nombreux devis estimatifs des travaux de foration en particulier ceux d'avant 2005, et la quantité des travaux.

¹ A titre indicatif, pour la réalisation d'un projet similaire au Burkina Faso, 2 chefs de mission, 6 experts et 8 consultants pour une durée de 5, 75 mois avaient été mobilisés.

Les coûts unitaires (global et sans rentrer dans le détail) retenus des principales composantes d'un PEM sont indiqués dans le tableau ci-dessous.

Forage (MFT & Rotary)	Puits	Réhabilitation (Puits & Forage)		PMH		AEPS	Forage AEP	Château d'eau
		Coût en Fcfa		Coût en Fcfa		Coût en Fcfa	Coût en Fcfa	Coût en Fcfa
		Forage	Puits	Vergnet	India			
50 000	200 000	650 000	2 600 000	730 000	816 000	26 000 000	130 000	6 600 000
à	à	à	à	à	à	à	à	à
230 000	430 000	3 000 000	30 000 000	1 350 000	1 240 000	160 000 000	250 000	80 000 000

Dans une approche comparative, à la fin de chaque chapitre, une estimation du coût unitaire dans les pays de la sous région est présentée.

L'analyse générale des contextes géologique et hydrogéologique des quatre pays a mis en évidence la possibilité de mise en pratique, sur des configurations appropriées, d'une nouvelle technologie simplifiée de la foration, à coût très réduit : "Water Jet".

Pour l'optimisation de ces coûts unitaires, au niveau: de l'Administration et des Partenaires de Coopération et de l'Assistance Techniques, des mesures techniques et administratives ont été proposées.

Afin de promouvoir le développement des entreprises nationales de forage, leurs modes de fonctionnement et de gestion ont été étudiés. Cette analyse a montré que :

- ✓ Les équipements mis en œuvre par ces entreprises, dans la plus part des cas, sont très anciens (certains ont plus de 30 ans) et manquent sérieusement d'entretien ;
- ✓ Le fond de roulement n'est pas intégré dans la gestion de chantier.

Ces deux paramètres ont un impact significativement négatif sur le bon déroulement qualitatif et quantitatif des opérations menées par ces entreprises.

Pour promouvoir les capacités et compétences des entreprises nationales, deux types de mesures, d'ordre financier et administratif ont été proposés.

Sommaire

	Pages
1. Introduction	10
2. Contexte Naturel.....	13
2.1. Localisation	13
2.2. Lithologie	14
2.3. Précipitations / Hydrologie.....	15
2.4. Hydrogéologie	15
3. Contexte Technique.....	18
3.1. Les Bureaux d'études	18
3.2. Les Entreprises de Forage et de Puits.....	19
3.2.1. Entreprises de Forage	19
3.2.2. Entreprise de Puits	19
3.2.3. Projets, ONGs et associations intervenant dans le sous-secteur de l'Hydraulique	20
3.3. Les Entreprises de Superstructure ; Pompes à motricité Humaine (PMH) et motorisée et Génie Civil.....	20
4. Sources d'Information ; Contacts et Bibliographie	21
4.1. Les Contacts	21
4.2. Bibliographie	23
5. Résultats	25
5.1. Quelques éléments de réflexion - Clarification technique de quelques points des TDR.....	25
5.2. Méthodologie de travail.....	27
5.3. Préparation des fiches d'enquête.....	28
5.4. Prix Unitaires.....	32
5.4.1. Bureaux d'études (Etude d'Implantation, Animation et Suivi).....	32
5.4.1.1. Implantation	33
5.4.1.2. Animation.....	34
5.4.1.3. Suivi – contrôle des travaux de création de nouveaux points d'eau 35	
5.4.2. Foration.....	35
5.4.3. Puits	38
5.4.4. REHABILITATION des Puits et Forages.....	40
5.4.5. Construction de Superstructures	41
5.4.6. Système d'exhaure PMH.....	41
5.4.7. AEPS	44
5.4.7.1. Forage AEP.....	47
5.4.7.2. Point de stockage (Château d'eau).....	48
6. Optimisation du Coût des Forages.....	50
6.1. Au niveau de l'Administration	51

6.1.1.	Niveau Technique.....	51
6.1.2.	Niveau Administratif.....	53
6.2.	Au niveau des Bailleurs de fonds (partenaires de Coopération).....	54
6.2.1.	Exigences pour le choix d'origine.....	54
6.2.2.	L'avis de non - objection.....	55
6.2.3.	Intervention Technique.....	55
6.2.4.	Choix d'équipe d'évaluation à mi – parcours.....	55
6.3.	L'Assistance Technique.....	55
6.3.1.	Animation.....	55
6.3.2.	Implantation.....	56
6.3.3.	Carottage électrique ou Diagraphie.....	56
6.3.4.	Investigations Hydrogéologiques.....	56
6.3.5.	Foration.....	56
6.3.6.	Puits.....	57
7.	Proposition des mesures permettant de promouvoir les capacités et compétences des Entreprises locales.....	58

Abréviations

AEP	:	Adduction en Eau Potable ;
AEPS	:	Adduction en Eau Potable Simplifiée ;
ANEPA	:	Agence Nationale de l'Eau Potable et de l'Assainissement ;
ASUFOR	:	Association d'Usagers de Forages ;
BPF	:	Brigades de Puits et Forages ;
CDHLCPI	:	Commissariat aux droits de l'homme, à la lutte contre la pauvreté et à l'insertion ;
CNRE	:	Centre National des Ressources en Eau ;
CTE	:	Comité Technique de l'Eau ;
DAEP	:	Direction de l'approvisionnement en Eau Potable ;
DEM	:	Direction de l'Exploitation et de la Maintenance ;
DGPRE	:	Direction de la Gestion et de la Planification des Ressources en Eau ;
DHR	:	Direction de l'Hydraulique Rurale ;
DNH	:	Direction Nationale de l'Hydraulique;
DPS	:	Direction de la Prévision et de la Statistique ;
DRH	:	Divisions Régionales de l'Hydraulique ;
DSRP	:	Document de Stratégie de Réduction de la Pauvreté ;
EDM	:	Energie du Mali ;
ESAM	:	Enquête sénégalaise Auprès des Ménages ;
Fcfa	:	Franc CFA (XOF), Monnaie nationale pour le Burkina Faso, le Mali et le Sénégal (1€=655.957 Fcfa) ;
HMT	:	Hauteur Manométrique Totale ;
IMF	:	Impôt minimum forfaitaire ;
MAHRH	:	Ministère de l'Agriculture, de l'Hydraulique et des Ressources Halieutiques ;
MFT	:	Marteau Fond de Trou (Méthode de foration, utilisation de l'air comprimé comme fluide de foration et pour le fonctionnement du marteau) ;
MH	:	Ministère de l'Hydraulique ;
OMD	:	Objectif du Millénaire pour le Développement ;
ONEA	:	Office Nationale de l'Eau et de l'Assainissement ;
ONG	:	Organisation non gouvernementale ;
Ouguiya	:	Ou UM ou encore MRO, monnaie nationale de la Mauritanie (Taux de change : 1 000 UM = 2,9 euros = 1 900 Fcfa = 3,8 USD);
PAEP	:	Projet d'Appui à l'Entreprenariat Paysan ;
PAR	:	Programme d'Application de la Réforme
PELT	:	Programme Eau Long Terme
PEM	:	Point d'eau moderne ;
PEPAM	:	Programme national d'Eau Potable et d'Assainissement du Millénaire;
PEPTAC	:	Projet de l'Eau Potable pour Tous et de l'Appui aux Activités Communautaires ;

Banque Mondiale
Etude sur l'optimisation du coût des forages en Afrique de l'Ouest
Rapport de Synthèse – Rapport n° A 44743/B

PLCP	:	Projet de Lutte contre la Pauvreté ;
PME	:	Petite et Moyenne Entreprise ;
PMH	:	Pompe à Motricité Humaine ;
PNIR	:	Programme National d'Infrastructures Rurales ;
POGV	:	Projet d'Organisation et de Gestion Villageoise ;
PROGRES	:	Programme de gestion des ressources en eaux souterraines
PSE	:	Programme Sectoriel Eau ;
PVC	:	Polychlorure de Vinyle ;
QUID	:	Questionnaire Unifié des Indicateurs de Développement ;
REGEFOR	:	Réforme de la Gestion des Forages motorisés ;
RGPH	:	Recensement Général de la Population Humaine ;
Rotary	:	Méthode de foration (utilisation de boue comme fluide de foration) ;
RRESFMR	:	Réhabilitation, Réalisation et Equipement de Sites de Forages en Milieu Rural (Projet de la coopération belgo sénégalaise) ;
SAED	:	Société d'Aménagement et d'Exploitation des terres du Delta et des vallées du Fleuve Sénégal et de la Falémé ;
SDE	:	Sénégalaise des Eaux ;
SNDE	:	Société Nationale d'Eau ;
SNFP	:	Société Nationale des Forages et Puits ;
SONABEL	:	Société National d'Électricité.
SONES	:	Société Nationale des Eaux du Sénégal ;
TPE	:	Très Petite Entreprise.
WSP	:	Water and Sanitation Programme

Liste des figures

Figure 1 – Position Géographique de la zone d'étude.....	14
Figure 2 – Composition du Coût Global de Bureau d'étude.....	33
Figure 3 – Coût Global de Bureau d'étude / Incidence Financière de la présence d'un expert expatrié	33
Figure 4 - Composition "Type" du Coût Unitaire d'un Forage	36
Figure 5 – Structure du Coût Unitaire de Puits (exemple Sénégal)	39
Figure 6 – Structure et Coût global de Réhabilitation d'un Piézomètre au Sénégal.....	40
Figure 7 – Structure du Coût Unitaire d'une AEPS, cas d'un village de moins de 1000 habitants cas Sénégal.....	46
Figure 8 – Structure du Coût Unitaire d'une AEPS, cas "Multi Villages" d'environ 5000 habitants cas Sénégal.....	46
Figure 9 – Structure du Coût Unitaire d'une AEPS, cas Mali	47

Liste des tableaux

Tableau 1 : Coût Unitaire d'Implantation.....	34
Tableau 2 : Coût unitaire des travaux d'animation.....	34
Tableau 3 : Coût unitaire de Suivi – contrôle des travaux.....	35
Tableau 4 : Coût Unitaire de forage dans les pays de la zone du projet.....	37
Tableau 5 : Coût unitaire de Puits dans les pays de la zone du projet.....	39
Tableau 6 : Coût global d'une Réhabilitation dans les pays de la zone du projet	40
Tableau 7 : Coûts unitaires de pompe à motricité humaine dans les pays de la zone du projet	44
Tableau 8 : Coûts unitaires de construction d'une AEPS classique dans les pays de la zone du projet.....	45
Tableau 9 : Coûts unitaires de réalisation d'un forage, type AEP, dans les pays de la zone du projet.....	48
Tableau 10 : Coûts unitaires de réalisation des Châteaux d'eau dans les pays de la zone du projet	49

1. Introduction

Au cours du sommet du Millénaire, du 6 au 8 septembre 2000 à New York, les dirigeants des pays du monde ont convenu de réduire de moitié, au plus tard en 2015, la proportion de la population qui n'a pas accès, de façon durable, à un approvisionnement en eau potable.

Au sommet mondial sur le Développement Durable de Johannesburg de septembre 2002, la Communauté Internationale a entériné les Objectifs du Millénaire sur l'eau potable et a ajouté l'engagement de réduire de moitié, au plus tard en 2015, la proportion d'individus qui n'ont pas accès à des services adéquats d'assainissement.

Le 28/06/2006, la BANQUE MONDIALE - 18 H STREET D.C 2 WASHINGTON, confie à ANTEA une étude sur l'optimisation du coût des forages au Burkina Faso, au Mali, en Mauritanie et au Sénégal.

Les principaux Objectifs de cette étude sont :

- ✓ Estimer les Prix Unitaires du Coût de la réalisation d'un point d'eau potable (AEP) en milieu rural ;
- ✓ Identifier et analyser des différentes composantes qui ont un impact significatif sur le coût de réalisation d'un point d'eau (dégager des structures optimales appropriées à chaque contexte) ;
- ✓ Préconiser des mesures qui permettraient de promouvoir les capacités et compétences des Entreprises locales à la lumière de l'analyse de leurs prestations ;
- ✓ Mettre à la disposition des Administrations concernées et Bailleurs un modèle d'optimisation des coûts de réalisation d'un point d'eau.

Pour diverses raisons (l'arrivée de la saison des pluies, la fermeture annuelle des entreprises, etc ...), la date du démarrage des travaux correspondant à la mise en place de Chef de Mission a été fixée pour le 14.09. 2006.

Les études, dans les pays concernés ont commencé, chronologiquement : le 23.09.06 au Sénégal ; le 27.09.06 au Burkina Faso ; le 02.10.06 au Mali et le 09.10.06 en Mauritanie.

Malgré l'étroite collaboration de l'administration, la phase la plus importante du projet, à savoir, la collecte des informations, sans exception dans tous les pays de la zone du projet, a rencontré de nombreuses difficultés :

- absence de certaines données,
- réticence de chef des bureaux d'études et des entreprises pour mettre à la disposition du projet des informations utiles, etc...

Banque Mondiale
Etude sur l'optimisation du coût des forages en Afrique de l'Ouest
Rapport de Synthèse – Rapport n° A 44743/B

Banque Mondiale
Etude sur l'optimisation du coût des forages en Afrique de l'Ouest
Rapport de Synthèse – Rapport n° A 44743/B

Ces difficultés ont eu une incidence non négligeable sur le bon déroulement de la présente étude, notamment en ce qui concerne le respect du planning, le délai d'intervention des équipes du projet (selon le projet, 28 hommes / jour pour les experts nationaux des pays et 65 hommes / jour pour le chef de mission), la date de la remise du rapport provisoire et finalement l'organisation de l'atelier de restitution².

Le 04.12.2006, conformément au contrat, les travaux de terrain et les interventions nationales ont été terminées. A l'issue de cette étude, 5 rapports dont 4 nationaux ont été préparés.

Pour avis et approbation, le 02.12.2006, les versions provisoires des rapports nationaux, pour le Burkina Faso, le Mali et la Mauritanie, et le 12. 12. 2006 celui du Sénégal, sous format informatique, ont été mis à la disposition du Directeur du projet et de ses collaborateurs.

Le présent rapport, le 5^{ème}, constitue la synthèse desdits 4 rapports nationaux. Comme son nom l'indique, sans rentrer dans le détail (sauf, partiellement, pour les parties 5, 6 et 7), il reflète les grandes lignes des activités menées et les principaux résultats.

² *A titre indicatif, pour la réalisation d'un projet similaire au Burkina Faso, 2 chefs de mission, 6 experts et 8 consultants pour une durée de 5, 75 mois avaient été mobilisés.*

2. Contexte Naturel

La zone du projet a une superficie de 2 742 250 km² et 34 930 000 habitants. Elle couvre 4 pays de l'Afrique de l'Ouest à savoir le Burkina Faso, le Mali, la Mauritanie et le Sénégal. Elle est limitée, au Nord par le Maroc, au Nord – Est par l'Algérie, à l'Est par le Niger, au Sud par le Bénin – le Togo – le Ghana et la Côte d'Ivoire, au Sud – Ouest par la Guinée et la Guinée Bissau et à l'Ouest par l'Océan Atlantique et l'enclave de la Gambie.

La densité de population (habitant / km²) varie, sensiblement, d'un pays à l'autre et fluctue entre 3 (la Mauritanie) et 44 (le Burkina).

2.1. Localisation

Le Burkina Faso est un pays enclavé situé entre les parallèles 9°20' et 15°20' Nord et les méridiens 5°30' Ouest et 2°30' Est. Sa superficie est de 274 120 km². Sa population est de l'ordre de 12 000 000 habitants dont 80 % vivent en milieu rural, 20 % en milieu urbain.

Le Mali est un pays enclavé situé entre les parallèles 10° et 25°10' Nord et les méridiens 12°20' Ouest et 4°20' Est. Sa superficie est de 1 240 710 km². Il couvre une superficie de 1 030 700 km² et sa population est de l'ordre de 11 400 000 habitants.

La Mauritanie s'étend entre les 15^{ème} et 17^{ème} parallèles nord et entre les 5^{ème} et 17^{ème} méridiens ouests du continent africain. Sa population avoisine 3 000 000 d'habitants et sa superficie est de 1 030 700 km².

Le Sénégal est situé entre les 12^{ème} et 17^{ème} parallèles nord et entre les 11^{ème} et 17^{ème} méridiens ouests du continent africain. Situé à l'extrémité Ouest du continent africain a une superficie totale de 196 720 km² et une population de 8 530 000 habitants. La Gambie, une enclave de 11 300 km², se trouve à l'intérieur du Sénégal.

Localisation de la zone d'étude

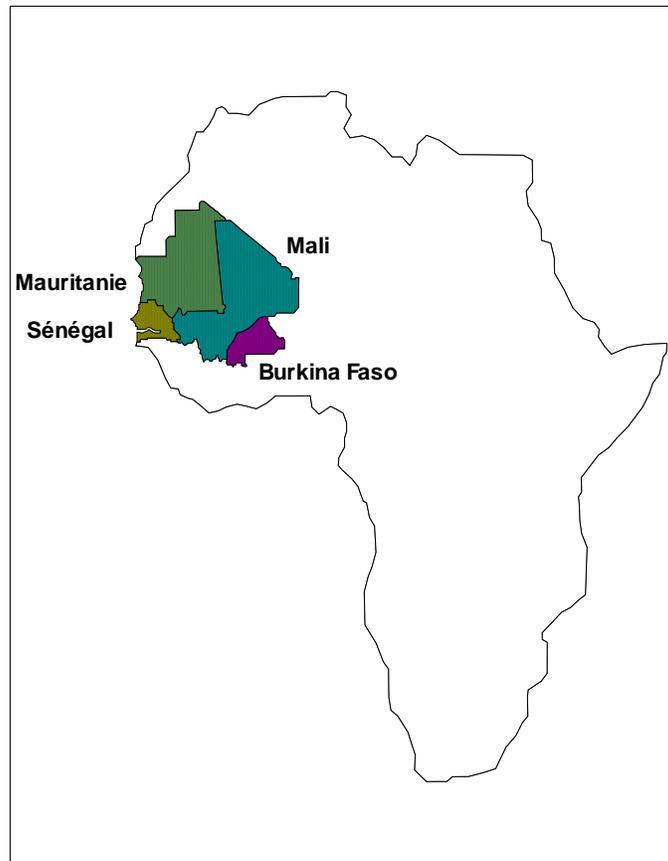


Figure 1 – Position Géographique de la zone d'étude

2.2. Lithologie

La zone du projet est caractérisée par quatre grands ensembles lithologiques :

- Les roches cristallines du socle (présent dans les quatre pays de la zone d'étude);
- Les roches vertes (séries volcano – sédimentaires présentes au Burkina Faso et au Mali) ;
- Les roches sédimentaires (séries anciennes et récentes présentes dans les quatre pays de la zone du projet) ;
- Les roches métamorphiques (présentes en particulier en Mauritanie).

2.3. Précipitations / Hydrologie

Précipitations

La pluviométrie varie, sensiblement, d'un pays à l'autre et fluctue entre 1 400 mm / an (Sud Sénégal) et moins de 50 mm / an (Nord Mauritanien). Elle varie entre : 600 et 900 mm / an au Burkina Faso ; 150 et 1300 mm / an au Mali ; 50 et 300 mm / an en Mauritanie ; 300 et 1400 au Sénégal.

Hydrologie

Les cours d'eau permanents sont : le "Niger", la "Volta" et le "Comoé" au Burkina Faso ; le "Niger" et le "Sénégal" au Mali ; le "Sénégal" en Mauritanie ; le "Sénégal", le cours moyen de la "Gambie", le "Sine Saloum" et la "Casamance" au Sénégal.

2.4. Hydrogéologie

Au Burkina Faso, deux grandes familles d'aquifères sont présentes :

- ✓ Les aquifères discontinus du domaine cristallin et assimilé (volcano - sédimentaire) qui occupent près de 80 % du territoire national. Les débits obtenus par forage varient entre 0,5 et 20 m³/h et la profondeur des niveaux statiques dans les forages varie entre 10 et 25 m ;
- ✓ Les aquifères continus des bassins sédimentaires multicouches de grande extension et généralement de haute productivité dépassant largement de 100 m³/h par forage.

Au Mali, les aquifères sont classés en trois grandes catégories :

- ✓ Les aquifères généralisés des bassins sédimentaires (Secondaire et Tertiaire) qui occupent un peu plus de la moitié de la superficie du pays ;
- ✓ Les aquifères discontinus des formations cristallines (socle) et des sédiments anciens (classés discontinus en raison de la présence de nombreuses intrusions doloritiques) ;
- ✓ Les aquifères superficiels des formations de recouvrement et d'altération du Quaternaire.

En Mauritanie, les aquifères sont classés en deux grandes familles :

- ✓ Les Aquifères généralisés des séries sédimentaires et dunaires ;
- ✓ Les Aquifères discontinus des formations gréseuses, calcaires, granitiques, métamorphiques et pélitiques.

Banque Mondiale
Etude sur l'optimisation du coût des forages en Afrique de l'Ouest
Rapport de Synthèse – Rapport n° A 44743/B

Au Sénégal, les aquifères sont classés en deux grandes familles :

- ✓ Les aquifères continus du bassin sédimentaire, des formations dunaires et alluvionnaires, étendus sur près du 80 % du territoire ;
- ✓ Les aquifères discontinus du socle ancien et des formations assimilées (roches éruptives et métamorphiques) (20 %).

3. Contexte Technique

Depuis plusieurs décennies, de nombreux bailleurs de fonds accompagnent dans le domaine de l'adduction d'eau potable, les quatre pays de la zone du projet.

Le secteur est appuyé principalement par les quatre types de sources de financement qui sont : les fonds propres, les prêts, les dons et les subventions.

De nombreuses ONGs interviennent dans le secteur de l'eau et de l'assainissement dont certaines d'envergure régionale ou internationale.

3.1. Les Bureaux d'études

Les bureaux d'études intervenant dans le domaine des travaux de forage, sont multiples et multiformes. En effet, au cours de la dernière décennie, sauf pour la Mauritanie, le nombre de bureaux d'études a été au moins multiplié par cinq.

Ces bureaux, dans une grande majorité, ne sont pas bien structurés et se résument en général à un nombre très limité de personnel : un responsable (Directeur Général) et une secrétaire. Cela est dû au fait qu'ils n'ont pas de bonnes assises financières leur permettant de faire face aux charges de fonctionnement lorsqu'ils n'ont plus de contrats en cours d'exécution. Le personnel clé est recruté au fur et à mesure, selon les besoins immédiats, ce qui a comme conséquence immédiate la dégradation de la qualité des prestations.

La multiplication du nombre de bureaux d'études nationaux est due à plusieurs facteurs dont les plus importants sont :

- ✓ La scission des appels d'offres en plusieurs volets (implantation, contrôle, foration, pose pompe, génie civil, etc....).
- ✓ L'accroissement du nombre de diplômés et des compétences en général.
- ✓ La crise de l'emploi dans la sous région qui conduit les diplômés à créer leur propre structure.

Les bureaux d'études structurés ont souvent des partenaires africains ou internationaux.

Il est à constater que les ONG spécialisées dans le domaine de l'hydraulique et de l'animation - sensibilisation sont également présentes et même très actives.

3.2. Les Entreprises de Forage et de Puits

3.2.1. Entreprises de Forage

Le nombre des entreprises de forage (nationales et étrangères) varie, très sensiblement, d'un pays à l'autre de la zone du projet. Par exemples, 49 entreprises, dont 47 nationales, sont présentes au Burkina Faso et ce nombre est réduit à seulement 7 en Mauritanie (Voir Annexes des rapports nationaux).

En ce qui concerne les équipements, seulement 4 entreprises de forage au Burkina Faso, comptent plus de 20 ateliers de foration avec une capacité annuelle de plus de 1000 forages par an tandis qu'au Sénégal, le nombre total des ateliers opérationnels varie, seulement, entre 4 et 5 et en ce qui concerne la performance globale, l'objectif de 50 forages par an fixé dans les programmes d'hydraulique n'a jusqu'à présent jamais pu être atteint (il s'agit d'ouvrages techniquement très différents des forages au MFT dominants au Burkina).

Il faut signaler également la non-professionnalisation du métier d'entrepreneur de forages, car sans exception dans les quatre pays, des investisseurs locaux, sans aucune expérience professionnelle, la considèrent comme source de revenu annexe et non un métier à part entière. En effet, beaucoup d'entreprises sont créées par des sociétés existantes et ne sont malheureusement pas structurées comme des entreprises de forage.

En règle générale, les équipements (atelier de forage, compresseur, les tiges et les outils de foration) des entreprises, en particulier les nationales, sont des équipements anciens, "amortis", peu fiables et demandant beaucoup de réparations et maintenance. Ces entreprises ne disposent en général que d'un stock stratégique minimum de crépines, tubage, pièces détachées et les autres équipements de première nécessité.

3.2.2. Entreprise de Puits

Les travaux de puits en grand diamètre se font dans des zones où les altérites renferment une nappe ou dans les zones où le niveau statique de l'eau est trop profond pour permettre l'installation d'une pompe à motricité humaine ; l'exhaure manuelle est alors privilégiée.

Les travaux de fonçage et équipement sont réalisés par les puisatiers ou de petites entreprises nationales.

3.2.3. Projets, ONGs et associations intervenant dans le sous-secteur de l'Hydraulique

Dans les pays de la zone du projet, de nombreuses ONG (plus de 40 au Burkina Faso) interviennent dans le secteur de l'eau et de l'assainissement dont certaines d'envergure régionale ou internationale.

Le bilan de leur réalisation est très positif, à titre exemple, l'une de ces ONG, le "Plan Burkina", entre 2002 et 2005, a réalisé 308 forages et 8 alimentations en eau potable sommaire (AEPS) au Burkina. Au Sénégal, aussi, elles sont très actives ; environ 10

à 15 % des réseaux AEP ruraux motorisés actuellement en service ont été financés à travers des ONG.

3.3. Les Entreprises de Superstructure ; Pompes à motricité Humaine (PMH) et motorisée et Génie Civil

Les travaux de génie civil (la construction de margelles, superstructures et autres) sont confiés aux entreprises locales.

En général, les entreprises de margelles et superstructures réalisent d'autres travaux de génie civil (bâtiment, route...). Cette activité, associée à d'autres (installation de pompes), tend à devenir une activité à part entière et connaît, au cours des récentes années, une expansion non négligeable. Le nombre actuel de ces entreprises pour le Burkina Faso s'élève à 38 et, pour le Sénégal, à plus de 20. En ce qui concerne les pompes à motricité humaine, les marques Volanta et Diafa sont fabriquées localement (au Burkina Faso) et les autres sont importées.

A signaler également la présence au Sénégal d'une entreprise de fabrication de conduite PVC PN10 / DE300 avec une capacité de production de 800 km / an.

4. Sources d'Information ; Contacts et Bibliographie

Au démarrage du projet, le Directeur du projet (WSP de la Banque Mondiale) a introduit l'équipe de projet aux différents Directeurs Généraux nationaux des directions de l'hydraulique des pays concernés. Lors de différentes séances de travail avec les responsables nationaux, les objectifs du projet et la méthodologie adoptée ont été présentés, analysés et approuvés.

La collecte d'information au niveau des entreprises et bureaux d'études a été facilitée par des lettres d'accréditation et de recommandation délivrées par les Directeurs Généraux nationaux.

Les informations recueillies couvrent la période 2001 – 2006 ; en d'autres termes, elles concernent les marchés des travaux de PEM réalisés au cours de ces cinq dernières années.

Des interviews auprès de responsables de l'administration, des bureaux d'études et des entreprises ont été effectués et les listes des personnes rencontrées, les contacts et les bibliographies sont fournies dans les rapports nationaux.

Sans exception, la tâche de collecte d'informations pour une analyse approfondie des intrants du coût unitaire et puis son optimisation a été confrontée à un certain nombre de difficultés à savoir :

- ✓ Absence de données détaillées permettant leur meilleure interprétation ;
- ✓ Non-disponibilité de nombreux rapports finaux achevés durant les années 2001 à 2005 ;
- ✓ Réticence, voir refus, de certains organismes pour nous communiquer des informations ;
- ✓ Durée limitée du projet et son incompatibilité avec le volume des travaux.

4.1. Les Contacts

A Dakar au Sénégal :

Mr Madio FALL Directeur du projet ; Mr T. FUGELSNES, spécialiste financier de WSP ; Mme Meera Mehta Senior Financial Specialist de WSP (basée à Nairobi

Kenya) ; Mr Luc Hoang GIA Expert en Suivi Evaluation de PEPAM ; Mr Moustapha SANE de la Direction Générale de l'Hydraulique; Mr Babou SARR Directeur de l'exploitation et de la maintenance ; L'équipe de la DGPRE.

A Ouagadougou au Burkina Faso :

Mr Francis D. BOUGAIRE, Directeur Général des Ressources en Eau (DGRE);
 Mr Daouda MAIGA, Directeur de l'Approvisionnement en Eau Potable (DAEP) ;
 Mr Seydou TRAORE de WSP ;
 Mr Baguiwan AKIALA, Chef de Service Planification et Appui Technique en AEP (SPAT-AEP) ;
 Mr Edouard SANOU, Chef du service de coordination des projets et programmes ;
 MM Ido BATIAN et SANOU, respectivement Directeur Général et Directeur Adjoint du bureau d'études Sahel Consult ;
 Mr Jean-Mathieu BINGBOURE, Chef du Programme d'Application de la Réforme du Système de Gestion des Infrastructures Hydraulique d'AEP en Milieu Rural et Semi – Urbain ;
 Les directeurs des bureaux d'études et les Chefs des entreprises.

A Bamako au Mali :

Mr Malick ALHOUSSEINI, Directeur National de l'Hydraulique ;
 Mme LY Fatoumata KANE, Directeur Adjoint de l'Hydraulique ;
 Direction National de Géologie et des Mines ;
 Mr D. ALLELY, Conseiller technique du Directeur National de l'hydraulique ;
 Mr Th. HELSENS, Chef de projet ;
 Mr D. A. Ongoiba, Gérant du bureau d'étude BREESS ;
 Mr Tiètlé FOMBA, Chef du Centre de Documentation et d'Informatique ;
 Mr Djiri DOUCOURE, Ingénieur statisticien au Centre de Documentation et d'Informatique ;
 Mr Daouda Koniba, Chef de service à l'ONG World Wision.

A Nouakchott En Mauritanie :

Mr Moussa HAMEDNAH, Directeur Adjoint de la Direction Générale de l'Hydraulique ;
 Mr M. AIGLE, Conseiller Technique de la DAEP ;
 Mme A. SAVINA, Conseillère du Ministre de l'hydraulique ;
 Mme A. BARTOLI, conseillère du Directeur et Mr Mohamed Abdallahi Chef Service eau potable au CDHCCPD ;
 Mr M. ELMOCTAR, Directeur Général Adjoint de la SNDE ;
 Mr Saadou ebih Ould / Md El Hacem, Directeur Général et MM Barry Sidi Hamet et Samba Thieye respectivement Chef service Etudes et Evaluation et Chef de Service Suivi Inventaire et Gestion du CNRE ;
 El Houssein Ould JIDDOU, Directeur général de GTH ;
 Mr Sidi el Moctar Ould Abdellahi, Directeur général et Mr Camara Souleymane Djadjé Maître foreur de la SNFP ;

Mr M. Abdellahi Ould OUDAA, Directeur Général et Mr Sidi Mohamed Ould Cheibetta Chef de projet forage de la société GDEE ;
 Mr Mohamed Moktar, Directeur Général et Mr Mohameden O/ Yatma Ingénieur Géophysicien du bureau d'étude Hydroconseil ;
 Mr Aly Ould Abbas, Directeur Général de la société ELMA Forage.

A Niamey au Niger (contacts téléphoniques et e mail) :

Mr Karim Tahirou, Directeur Général de la société BERIA ; Mr Adamou ANZA Hydrogéologue.

4.2. Bibliographie

- World Water and Environmental Engineering March / April 2006 ;
- Etude comparative des systèmes de délégation, gestion et de maintenance au Ghana, Niger et Burkina Faso, TDR, H. Conan TEN/RAI 21042005, Avril 2005 ;
- Etude comparative des systèmes de délégation, gestion et de maintenance au Sénégal, Mali, Mauritanie et Bénin, TDR, Juin 2006 ;
- Assessing unit costs for water supply and sanitation services in Kenya, FRAME Consultants Ltd – PEM Consult December 2005 ;
- Elaboration du programme national d'approvisionnement en eau potable et assainissement à l'horizon 2015, Mission 1 état des lieux, ede – SAWES Juin 2006 ;
- Elaboration du programme national d'approvisionnement en eau potable et assainissement à l'horizon 2015, Mission 2 Objectifs & Stratégies, ede – SAWES Juillet 2006 ;
- Etude pour l'établissement d'un aperçu des projets, programmes et appui divers dans le domaine de l'AEP et pour l'étude des coûts unitaires des travaux, services et fournitures hydraulique au Burkina Faso, Sahel Consult – Groupe EIER-ETSHER Août 2006 ;
- Drilling costs survey in Ghana, Niger & Mali ARD, Inc.- USAID contract N° LAG-I-00-99-00018-00;
- Renforcement des mécanismes de suivi - évaluation dans le secteur de l'eau potable et de l'assainissement dans la perspective de l'atteinte des objectifs du millénaire, Rapport provisoire, Hydroconseil- AFD Juillet 2006.
- Actualisation du plan d'investissement en hydraulique en hydraulique rurale et semi-urbaine (2005-2015) – Hydroconseil /Tenmiya ;
- Etude sur la problématique du service de l'eau et de la maintenance des pompes à motricité humaine en Mauritanie (WSP - Septembre 2004) ;
- Elaboration du plan de développement à moyen terme de l'ANEPA (Rapport final – Hydroconseil / Tenmiya – Décembre 2005) ;
- Géologie de la Mauritanie (R. Caruba & R. Dars.
- Carte de l'eau Mali, DNH Octobre 2003 ;
- Plan national d'accès à l'eau potable 2004-2015, DNH septembre 2004.

Banque Mondiale
Etude sur l'optimisation du coût des forages en Afrique de l'Ouest
Rapport de Synthèse – Rapport n° A 44743/B

- Les rapports de la « Commission Forages » sur le Prix de Référence, Dakar 1997.

5. Résultats

5.1. Quelques éléments de réflexion - Clarification technique de quelques points des TDR

La Géologie (pays développés et en voie de développement).

La géologie est universelle et elle n'a pas de frontière définie comme les états et, pour une même formation géologique, il y a une homogénéité quel que soit le pays où l'on se trouve. Donc le contexte géologique ne saurait expliquer l'hétérogénéité des prix de forage selon les pays (pauvres ou riches).

Particularités Hydrogéologiques

Les particularités hydrogéologiques sont à 100 % liées au contexte géologique ; donc, il est impossible de classer l'hydrogéologie en deux catégories : pauvre et riche.

Méthodologie / Technologie de forage

Plus de 99 % des forages d'eau dans le monde, aussi bien dans les pays en voie de développement que dans les pays développés, sont réalisés :

❖ **soit par la méthode Rotary**

méthode classique de foration utilisée pour les terrains non consolidés et tendres. Les équipements spécifiques sont : Table de rotation ; Les tricônes ou trépan ; Pompe à boue ; Bac à boue et un fluide de foration (bentonite, eau,selon la nécessité) pour assurer le refroidissement des outils, la remontée des déblais de foration et la tenue des parois du trou. Dans le domaine de la recherche d'eau, ses inconvénients sont : La mise en place difficile ; Colmatage partiel ou total des horizons productifs ; Impossibilité des études qualitative et quantitative, in situ, des venues d'eau ...),

❖ **soit par la méthode VPRH (vibration, percussion, rotation, hydraulique ou bien MFT)**

Cette méthode est utilisée dans les formations consolidées, roches dures ; L'outil de foration est un marteau perforateur ; Le refroidissement d'outil ou taillant ainsi que la remontée des déblais sont assurés par un compresseur. La mise en place rapide et la foration rapide figurent parmi ses avantages).

Les caractéristiques de terrain commandent seules le choix de la méthode de foration.

Coût élevé de certain forage / Relation avec la méthode de foration

Il est exact que le coût d'un forage exécuté en Rotary, par rapport à celui réalisé par MFT, est plus élevé. Les raisons sont : équipements plus sophistiqués ; préparation complexe du chantier ; faible vitesse d'avancement ; remplacement de l'air par la boue, plus grande profondeur des forages, etc... La nature de terrain

rencontré (consolidé ou meuble) est la seule contrainte pour le choix de la méthode de foration.

Écart important de coût unitaire de forage dans différents pays

En général, ce constat est justifié et en même temps sans relation directe avec les pays concernés. Les raisons ci-dessous expliquent l'écart du coût :

- ✓ Profondeur de forage, par exemple 70 m en moyenne pour le Burkina et 200 m pour le Sénégal ;
- ✓ Diamètre final de foration, 8 pouces pour Burkina et plus de 12 pouces pour le Sénégal ;
- ✓ Méthodologie de foration, MFT pour Burkina et Rotary pour le Sénégal ;
- ✓ Délais d'exécution, 2 jours en moyenne pour Burkina et 45 à 60 jours pour le Sénégal (à titre indicatif le nombre de forages recensé au Burkina est actuellement supérieur à 30 000 forages et celui du Sénégal est autour de 4 000).

Gestion des Bureaux d'Etudes et des Entreprises

La quasi-totalité des bureaux d'études et des entreprises rencontrés est de type national et géré de manière autonome. Pour des raisons techniques (appui scientifique), certains ont préservé un lien avec un bureau d'étude ou une entreprise étrangère.

Optimisation du coût des forages

Il faut reconnaître qu'il est difficile d'optimiser un coût qui est l'aboutissement de tous les paramètres variés qui ont permis de le fixer. Il faudra, nous le pensons, optimiser les différents paramètres constitutifs du coût. En effet le coût est situé à l'extrême aval et les éléments de fixation du coût se trouvent en amont.

5.2. Méthodologie de travail

La question des coûts unitaires peut être approchée sous plusieurs angles en fonction des objectifs et de la destination de l'utilisation des résultats. Elle peut être approchée sous le point de vue du bailleur de fonds, celui du financier, du maître d'ouvrage ou du maître d'œuvre qui a besoin d'estimations plus fines en vue de rechercher un financement ou mettre les réalisations à la concurrence des entreprises.

Toutefois, pour estimer le coût unitaire, nous faisons appel à deux approches : une approche dite globale et une autre dite analytique.

L'approche globale consiste à additionner tous les flux financiers tels qu'ils figurent sur les documents budgétaires, les marchés et à déterminer la part relative à cette activité qui sera ensuite rapportée au nombre des points d'eau réalisés pour une période donnée. Mais l'utilisation de ces données pose des problèmes, surtout que les documents budgétaires présentent les dépenses d'une façon agrégée. Ainsi, les dépenses relatives à la réalisation ne peuvent être calculées qu'en passant par plusieurs hypothèses du fait de la différence dans leur typologie, les

différentes technologies, les différents niveaux de service, les paramètres clés de conception, et le type de gestion. Cette procédure de calcul du coût unitaire risque d'aboutir à des résultats qui ne seront pas très proches de la réalité.

L'approche dite analytique, derrière laquelle il y a l'idée que les coûts unitaires représentent une combinaison des coûts des différentes composantes et intrants d'une réalisation (animation, implantation, matériel, profondeur, typologie des sols, salaires des personnels - expatriés et nationaux, les dépenses de formation, les dépenses de transfert) suppose l'existence de toutes les données financières désagrégées. C'est pour ces raisons que nous procédons, dans le cadre de ce travail, à la combinaison des deux approches, ce qui demeure la solution la plus appropriée pour élaborer des clés de répartition plus proches de la réalité.

L'étude des coûts unitaires couvre donc l'ensemble des différentes modalités technologiques utilisées dans les quatre pays ciblés par ce projet ainsi que toutes les activités en amont et en aval qui concourent toutes à la réalisation.

L'analyse des données des pays de la zone d'étude montre que les unités de base d'une adduction d'eau potable, en milieu rural et semi-rural est dans 90 % des cas un forage et dans 10 % un puits en grand diamètre. Néanmoins aucun forage (ni sur le plan technique ni sur le plan financier) ne ressemble à un autre et aucun puits ne ressemble à un autre, nous devons être conscients que chaque forage et chaque puits ont chacun leurs propres spécificités.

La variation du coût unitaire, malheureusement, ne se limite pas au forage ou puits. En effet, l'analyse du coût unitaire des autres éléments constitutifs d'un point d'eau montre aussi, d'un projet à l'autre et au cours d'une même année, des fluctuations apparemment inexplicables.

Ainsi « toute chose étant égales par ailleurs » le prix d'un intrant varie de manière significative, non seulement d'un pays à l'autre, mais aussi d'un projet à l'autre. Ce qui nous conduirait à nous interroger sur la ou les raisons non techniques de cette variation.

Par conséquent, la question d'évaluation et d'interprétation du coût unitaire est une opération délicate qui exige beaucoup de rigueur et de prudence.

5.3. Préparation des fiches d'enquête

De nombreux facteurs influencent, de manière significative, le coût unitaire d'une réalisation (Pour plus détails, voir les chapitres 6 et 7 et annexes des rapports nationaux).

Le coût unitaire d'un point d'eau moderne est étroitement lié à :

- ✓ **L'Administration**, c'est à dire les demandes exprimées par le dossier d'appel d'offres et le cahier des prescriptions techniques ; les taxes douanières ; les textes régissant l'analyse des offres (la part de note technique et financière,

favorisant la « Moins disance » ou la « pondération ») ; les modalités de gestion du projet (mise à la disposition des effectifs, locaux, eau, électricité et autre logistique) et le délai de paiement pénalisant parfois les entreprises et plus particulièrement locales (en 2006, le démarrage de 3 projets a échoué en Mauritanie pour cette seule raison).

- ✓ **Le Bailleur**, pour l'exigence sur le choix d'origine des effectifs, de l'entreprise, des matériels et autres (aide liée ou non liée) ; le pourcentage de la part en devises et de la part en monnaie locale ; le délai d'approbation pour le choix des entreprises (objection ou non-objection) et le délai de paiement.
- ✓ **La maîtrise d'œuvre** / Bureau d'études : degré d'acceptation d'une maîtrise d'œuvre 100 % nationale ; étrangère ou une combinaison des deux.
- ✓ **L'accompagnement / animation** : la réalisation par une équipe nationale avec la présence ou non d'experts internationaux.
- ✓ **L'implantation / Sélection de site** : la présence ou non d'un aquifère discontinu demandant l'utilisation de techniques spécifiques (photo fracturation, utilisation des appareillages de géophysique classiques, appel aux méthodes géophysiques sophistiquées comme panneau de résistivité, RMT...); ou aquifère continu demandant peu ou pas d'études de terrain préalables.
- ✓ **La foration** : l'origine de l'entreprise ; le nombre d'ouvrage ; le type d'attribution (appel d'offres restreint, national ou international ou de gré à gré) ; la localisation géographique des travaux (distance par rapport au centre d'approvisionnement) ; la nature du terrain (roche consolidée, roche meuble, l'épaisseur d'altération, perte de fluide de foration, épaisseur des couches argileuses ...) ; le diamètre de foration ; la méthodologie de foration (Rotary, MFT, alésage...); la nature et le diamètre des équipements (en ce qui concerne le tube plein : PVC simple, PVC « Heavy duty », acier simple, galvanisé ou inox. Et en ce qui concerne les crépines : nature, diamètre des ouvertures, taux de vide, débit de passage, etc...) ; la profondeur moyenne des ouvrages.
- ✓ **Le type de superstructure (margelle) pour les points d'eau équipés de PMH**. En effet, 4 types de superstructures figurent dans les dossiers d'appels d'offres : type 1 une plate forme bétonnée pour recevoir la pompe ; type 2 composé de plate forme + la canalisation des eaux usées ; type 3 composé de plate forme, canalisation et le muret de clôture ; type 4 composé des prestations de type 3 plus un puisard de collecte d'eau évacuée et un abreuvoir ou lavoir.
- ✓ **Pompe à motricité humaine (PMH)**, à savoir : la marque, la nature de la colonne d'aspiration, la profondeur moyenne du niveau de l'eau (HMT).

Banque Mondiale
Etude sur l'optimisation du coût des forages en Afrique de l'Ouest
Rapport de Synthèse – Rapport n° A 44743/B

- ✓ En ce qui concerne la réalisation des **puits modernes**, les intrants sont quasi identiques à ceux des forages sauf pour la partie fonçage qui peut être mécanisée, coûteuse et rapide « Grue Derrick » ou manuelle, peu coûteuse et lente.

- ✓ Les intrants particuliers d'une **adduction d'eau potable simplifiée** sont : la longueur du réseau ; le type d'habitat (groupé ou non groupé) ; le nombre de bornes-fontaines ; la présence ou l'absence de branchement privé ; le volume, la hauteur et la nature de château d'eau ; les caractéristiques des pompes (Nombre, Débit et HMT) ; la source d'énergie (solaire, thermique ou réseau national d'électricité) ; les dispositifs de mise en marche – arrêt (automatique, programmable ou manuel) ; l'avertisseur de niveau (sonore ou lumineux) et finalement la présence ou l'absence des travaux de génie civil (abri de pompe, local technique...).

En tenant compte de ces intrants (voir annexe), des outils d'investigation ont été élaborés dans un esprit qui permettrait simultanément d'atteindre les principales cibles (organismes, acteur privés, bureaux d'études, entreprises...) et d'optimiser le temps imparti à cette opération.

Les fiches d'enquêtes avaient les objectifs suivants :

- ✓ L'identification des composantes qui ont un impact significatif sur le coût unitaire (au total 10 feuilles) ;
- ✓ L'évaluation du prix unitaire (Analyse et optimisation en 10 feuilles) ;
- ✓ L'analyse du fonctionnement des entreprises locales (pour promouvoir leur développement) ;
- ✓ La préparation d'un Modèle d'optimisation des prix unitaires (Guide local & Guide régional).

Au cours des séances de travail, les experts nationaux de chaque pays ont été formés. Sur la base des fiches d'enquêtes et de l'Administration (lettres de recommandation aux bureaux d'études et entreprises), la collecte des informations a démarré, respectivement, le 23.09 au Sénégal, le 27.09 au Burkina Faso, le 02.10 au Mali et le 09.10 en Mauritanie.

La collecte des informations pour l'étude des coûts unitaires a rencontré d'énormes difficultés. La réticence, voire le refus de communiquer les données des coûts unitaires avec les détails permettant leur meilleure interprétation est fréquent au niveau des entreprises. Les rapports finaux de certains grands projets et programmes achevés n'étaient pas disponibles ou incompatibles avec la durée du projet.

Dans beaucoup de cas de projets et programmes exécutés par divers partenaires, l'information se résume seulement au prix global sans aucun détail sur la structure de ces prix. Ces aspects compliquent la tâche du consultant qui avait pour mission, non seulement la définition du prix unitaire mais aussi la définition de critères d'optimisation du coût de forage.

5.4. Prix Unitaires

Malgré les difficultés rencontrées (incompatibilité de délai imparti avec les tâches, multitudes des facteurs influençant les coûts unitaires, absence de données financières détaillées...) sur la base de synthèse des données collectées et la bibliographie, les coûts unitaires des éléments constitutifs des points d'eau ont été définis. Encore une fois, ces valeurs dépendent de nombreux facteurs non techniques et il faut les prendre en compte avec beaucoup de prudence.

La monnaie nationale pour 3 pays de la zone d'étude, le Burkina Faso, le Mali et le Sénégal est le Fcfa (XOF), lié à l'Euro, avec un taux de change fixe (1€=655.957 Fcfa). Pour la Mauritanie, la monnaie nationale est l'Ouguiya (UM ou MRO) avec un taux de change variable (1 000 UM = 2,9 euros = 1 900 Fcfa = 3,8 USD).

5.4.1. Bureaux d'études (Etude d'Implantation, Animation et Suivi)

Les projets, sous l'angle d'intervention des bureaux d'étude, peuvent être classés en trois catégories :

- Type I, caractérisé par la non nécessité d'une gestion technique lourde ;
- Type II, programme classique dans lequel la présence d'une assistance technique expatriée est facultative (si nécessaire allant d'un simple chef de mission jusqu'au plusieurs experts) ;
- Type III dans lequel la présence des experts de niveau international est fortement appliquée (gestion, protection et préservation durable des ressources).

Les projets des Objectifs du Millénaire pour le Développement peuvent être classés, généralement, en type I voire II pour lesquels un bureau d'étude national peut maîtriser la situation.

Le coût global pour l'intervention d'un bureau d'études est difficilement quantifiable. Un taux allant de 2 à 27 % (en moyenne 15 à 20 % pour le Burkina Faso et le Sénégal) est retenu. A signaler que ce prix englobe l'ensemble des travaux de gestion technique et financière du projet, l'implantation, l'animation, la synthèse et le rapport final du projet (figure 2).

Ce prix présente une forte fluctuation qui a comme origines :

- le nombre important de bureau d'étude ;
- l'adoption du critère de moins disance dans les procédures de sélection.

A signaler que la présence des experts internationaux modifie ce coût. A titre indicatif un expert international coûte, selon ses expériences, 4 à 8 fois plus cher que son homologue national (figure 3).

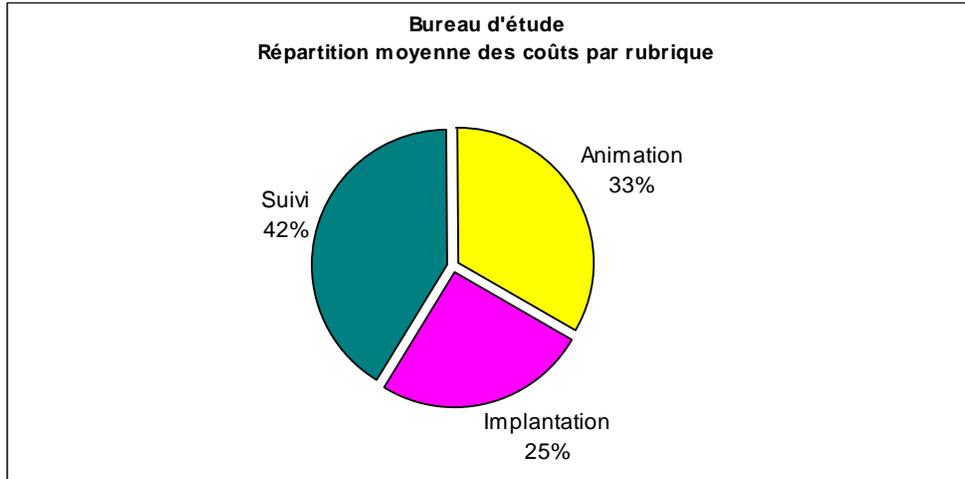


Figure 2 – Composition du Coût Global de Bureau d'étude

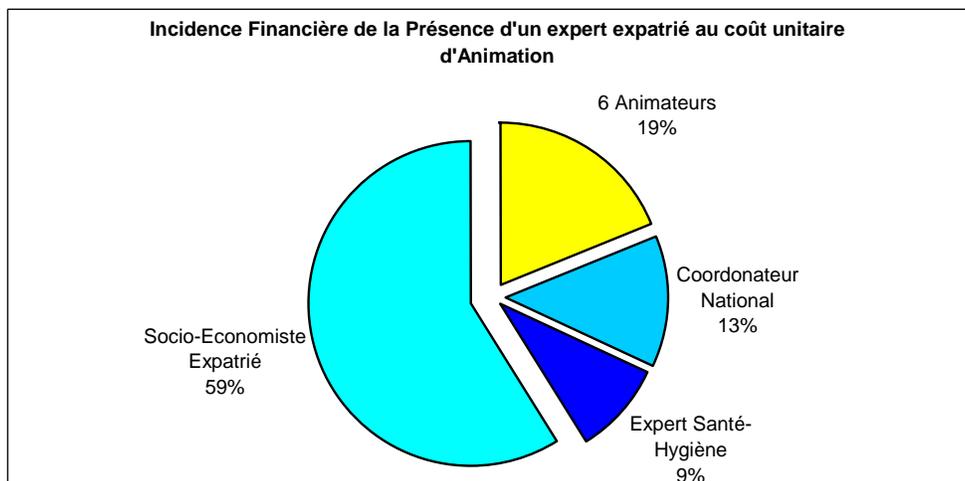


Figure 3 – Coût Global de Bureau d'étude / Incidence Financière de la présence d'un expert expatrié

5.4.1.1. Implantation

Actuellement, l'ensemble des travaux d'implantation est réalisé par les experts nationaux. Tout terrain confondu, ce coût unitaire, selon les pays, varie entre 330 000 et 700 000 Fcfa.

Durant les années récentes, il a connu une baisse importante, dont les principales causes sont :

- ✓ Nationalisation des travaux par accroissement des compétences locales;
- ✓ Forte augmentation du nombre de bureaux d'études ;
- ✓ Performance des instruments de mesures ;
- ✓ Augmentation (qualité / prix) de firmes de construction de ce type d'appareillage ;
- ✓ Développement des critères de moins disance ;
- ✓ Dans certains cas, emploi de compétences inférieures à celles demandées.

Burkina Faso		Mali		Mauritanie		Sénégal	
Type d'aquifère		Type d'aquifère		Type d'aquifère		Type d'aquifère	
Continu	Discontinu	Continu	Discontinu	Continu	Discontinu	Continu	Discontinu
Inférieur à 330 000 Fcfa	330 000 Fcfa	300 000 à 700 000 Fcfa	300 000 à 700 000 Fcfa	Inférieur à 570 000 Fcfa	570 000 Fcfa	700 000 à 1 000 000 Fcfa	500 000 à 600 000 Fcfa

Tableau 1 : Coût Unitaire d'Implantation

5.4.1.2. Animation

Le coût unitaire mensuel d'une équipe de base d'animation (chargée de plusieurs tâches, à savoir : La sensibilisation de population au projet ; L'utilité d'utilisation d'un point d'eau moderne ; De commun accord avec les habitants, l'identification et reconnaissance de zone d'implantation de futur ouvrage ; Création et mise en place de Comité de Point d'Eau pour gestion et l'exploitation de point d'eau ; L'identification ou la formation d'Artisan Réparateur ;) varie selon les pays, entre 7 000 à 330 000 Fcfa avec uniquement du personnel local et environ 20 000 000 Fcfa par mois avec une expertise expatriée. Sur cette base, le coût unitaire par ouvrage, varie entre 600 000 et 850 000 Fcfa. En pratique, ce coût unitaire, est largement inférieur et varie entre 430 000 Fcfa (pour le Burkina) et 450 000 Fcfa (pour Mali).

En Mauritanie, l'Administration est en charge des travaux de l'animation. Au Sénégal, les tâches d'animation sont souvent plus complexes que dans les autres pays et englobent de nombreuses activités comme la mise en place des ASUFOR ou l'achat des véhicules.

Burkina Faso	Mali	Mauritanie	Sénégal
Coût en Fcfa	Coût en Fcfa	Prise en charge par l'Administration	Forfait mensuel / Equipe
430 000	450 000		7 300 000

Tableau 2 : Coût unitaire des travaux d'animation

5.4.1.3. Suivi – contrôle des travaux de création de nouveaux points d'eau

Les coûts unitaires, d'un pays à l'autre, varient entre 540 000 Fcfa (pour le Burkina Faso) et 660 000 Fcfa (pour la Mauritanie).

Ce coût, durant les récentes années, a connu une baisse importante. A titre d'exemple, au Mali en moyenne, il a chuté de 918 000 Fcfa à 281 000 Fcfa. Les principales causes sont :

- ✓ Forte augmentation de nombre de bureaux d'études ;
- ✓ Développement des critères de moins disance ;
- ✓ Dans certains cas, emploi de compétences inférieures à celles demandées.

Au Sénégal les devis estimatifs sont très variables et les honoraires des prestataires dépendent de l'expérience et du niveau de qualification du personnel souhaité (simple suivi des travaux de forage à la confection des DAO pour l'administration).

Burkina Faso	Mali	Mauritanie	Sénégal
Coût en Fcfa	Coût en Fcfa	Coût en Fcfa	Forfait mensuel / Equipe
540 000	600 000	660 000	8 500 000 (personnel local)

Tableau 3 : Coût unitaire de Suivi – contrôle des travaux

5.4.2. Foration

Le prix unitaire, exprimé en ml, d'un forage est calculé de manière suivante :

$$P_u = AR/nb_f/P_m + S_p + S_{agd} /P_m$$

P_u : Prix unitaire par mètre linéaire ;

AR : Prix amené repli ;

Nb_f : Nombre total de forage ;

P_m : Profondeur moyenne ;

S_p : Somme moyenne raisonnée des prix unitaires en mètre linéaire (foration terrain tendre et dur, tubage plein et crépiné..) ;

S_{agd} : Somme des prix unitaires exprimés en unité ou autres (heure, m³...) comme tête de forage, analyse d'eau, gravier, remblai, cimentation, développement, pompage...

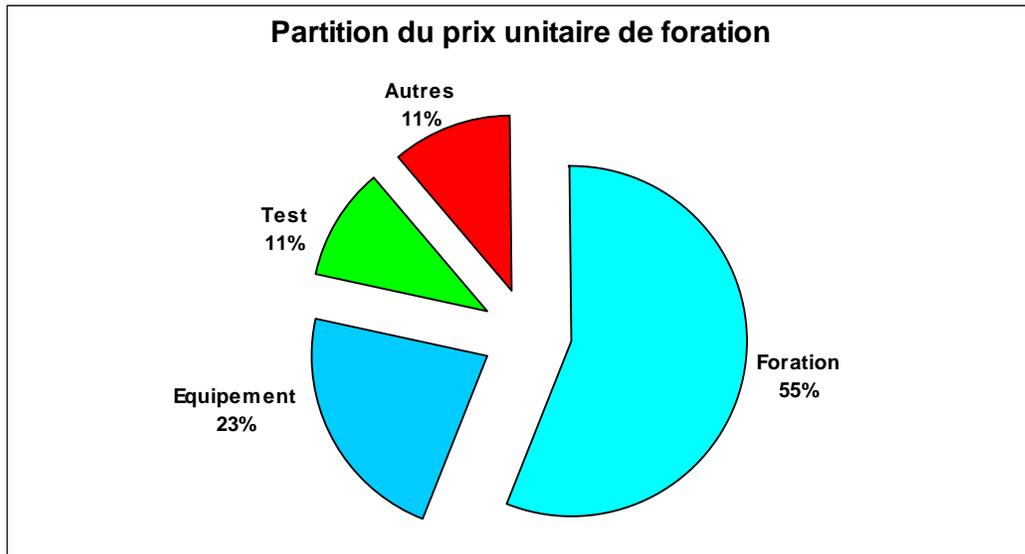


Figure 4 - Composition "Type" du Coût Unitaire d'un Forage

Au cours de cette étude, il a été constaté que, d'un pays à l'autre, et au sein d'un même pays, d'une région à l'autre et même d'un projet à l'autre, le coût unitaire de forage, varie sensiblement. Les constats ci-dessous justifient partiellement cette variation :

- ✓ La méthodologie de foration, en étroite relation avec le contexte géologique, varie d'un pays à l'autre. Au Burkina Faso, la méthode MFT est pratiquement appliquée en tous types de terrain et la méthode Rotary est uniquement utilisée pour la traversée des formations de recouvrement (terrain non consolidé de surface) ;
- ✓ Au Sénégal, par contre, dans plus de 80 % des cas, la méthode Rotary répond aux exigences du terrain ;
- ✓ La profondeur moyenne de forage, d'un pays à l'autre, varie significativement. Elle est de l'ordre de 75 m au Burkina Faso, atteint environ 120 m au Mali et dépasse 200 m au Sénégal (aquifère captif du Maastrichtien en particulier) ;
- ✓ L'alésage d'un forage est extrêmement rare au Burkina Faso, alors qu'il constitue une composante intégrée de la foration au Sénégal et en Mauritanie ;

- ✓ En Mauritanie, généralement, pour la réalisation d'un forage productif, il faut préconiser la réalisation de 2 à 3 ouvrages de reconnaissance (équivalent d'un taux de succès de 30 à 50 %), alors qu'au Burkina Faso et au Sénégal, le taux de succès dépasse significativement 85 % ;
- ✓ La durée de réalisation d'un forage classique au Burkina Faso est en moyenne de 2 à 3 jours tandis qu'au Sénégal, elle est de l'ordre de 45 jours.
- ✓ La quasi-totalité des forages, au Burkina Faso, sont équipés avec des tubes (plein et lanternés) en PVC (12 000 à 13 000 Fcfa le ml en 4"), mais au Sénégal, ils sont équipés avec des tubes en acier, voire très souvent en acier inox (50 000 à 125 000 Fcfa le ml en 4") ;
- ✓ Le débit moyen des forages **classiques** au Burkina Faso est seulement de l'ordre de quelques m³ / h alors qu'il atteint plusieurs dizaines de m³ / h au Sénégal, une partie de la Mauritanie et le Mali.

Burkina Faso	Mali	Mauritanie		Sénégal	
Coût Unitaire moyen en Fcfa	Coût Unitaire moyen en Fcfa	Coût Unitaire moyen en Fcfa		Coût Unitaire moyen en Fcfa	
		MFT	Rotary	Equip. PVC	Equip. Acier
70 000	50 000	127 000	173 000	200 000	230 000

Tableau 4 : Coût Unitaire de forage dans les pays de la zone du projet

L'évolution du coût unitaire de forage, entre 2001 et 2006 et en particulier pour la Mauritanie et le Sénégal, présente d'importantes irrégularités (forte hausse, suivi d'une baisse et finalement une stabilisation).

A titre indicatif ce coût unitaire est :

- ✓ **Au Niger :**
 - Selon la bibliographie (Sahel Consult), il varie de 100 à 150 000 Fcfa / ml pour les forages implantés dans la zone sédimentaire et 130 à 180 000 Fcfa / ml dans le socle ;
 - Selon le rapport *Drilling costs survey in Ghana, Niger & Mali*, ce prix s'élève à 78 700 Fcfa (sans aucune information sur la nature de la roche réservoir) ;
 - L'analyse des prix unitaires de 29 forages de type Rotary avec une profondeur moyenne de 150 m (Projet PHV Loga 2004 à 2005), indique un coût unitaire de l'ordre de 72 000 Fcfa par mètre linéaire.

✓ **Au Mali :**

- Selon le rapport « *Renforcement des mécanismes de suivi - évaluation dans le secteur de l'eau potable et de l'assainissement dans la perspective de l'atteinte des objectifs du millénaire, Rapport provisoire Juillet 2006* » le coût unitaire (ml) des ouvrages (nature de roche réservoir inconnue) varie entre 139 888 à 214 563 Fcfa et le coût moyen est de 163 750 Fcfa ;
- L'étude de *Drilling costs survey in Ghana, Niger & Mali* évalue le coût du mètre linéaire des forages à 68 200 Fcfa.

✓ **Au Ghana :**

Selon les études de *Drilling costs survey in Ghana, Niger & Mali* le coût unitaire des forages (sans indication sur la nature de ou des roches réservoirs) s'élève à 52 500 Fcfa/ml.

✓ **Au Bangladesh :**

Le contexte géologique du Bangladesh (alternance de couches argileuses et sablo-gréseuses non consolidées) a permis aux entreprises locales de développer une nouvelle méthodologie de foration dite « Water Jet ».

L'atelier de forage est composé d'un derrick en bambou, une pompe à boue manuelle, un trilame, tiges et tête de foration et une clé à chaîne.

Le diamètre de foration est constant et d'environ 15 cm (#5 pouces) permettant l'équipement de l'ouvrage avec des tubes PVC (plein et crépiné) de # 10 cm (3 pouces).

La profondeur moyenne de forage, dans la région de Khulna, est de l'ordre de 350 m. La durée moyenne de foration et d'équipement de l'ouvrage est d'environ 5 jours. La foration et l'équipement sont réalisés dans les règles de l'art.

Dans ce contexte particulier, le coût unitaire de foration et d'équipement est de l'ordre de 3 500 Fcfa/ml soit moins du vingtième (1/20) du prix le plus raisonnable de la sous région.

5.4.3. Puits

Le puits moderne ouvert en grand diamètre, permanent est considéré comme l'ouvrage hydraulique de base en milieu rural. Ses caractéristiques, particulièrement la facilité de puisage, le temps court d'attente pour l'approvisionnement et les faibles frais d'entretien sont très appréciés par les villageois.

Pour ces raisons et à condition qu'il soit protégé, l'OMD le considère comme une technologie améliorée d'approvisionnement en eau potable du milieu rural.

Au Sénégal, le coût unitaire, pour un puits classique, est dépendant de trois facteurs : la nature de terrain, la profondeur de l'ouvrage et le mode d'exécution (en régie, au tâcheronnat ou à l'entreprise).

Le contexte hydrogéologique définit la méthode, et la méthodologie à son tour, le prix.

Burkina Faso	Mali	Mauritanie	Sénégal
Coût Unitaire Fcfa / ml	Coût Unitaire Fcfa / ml	Coût Unitaire Fcfa / ml	Coût Unitaire Fcfa / ml
200 000 à 280 000	(500 000 à 700 000) en moyenne 430 000	235 000 ³	400 000 ⁴

Tableau 5 : Coût unitaire de Puits dans les pays de la zone du projet

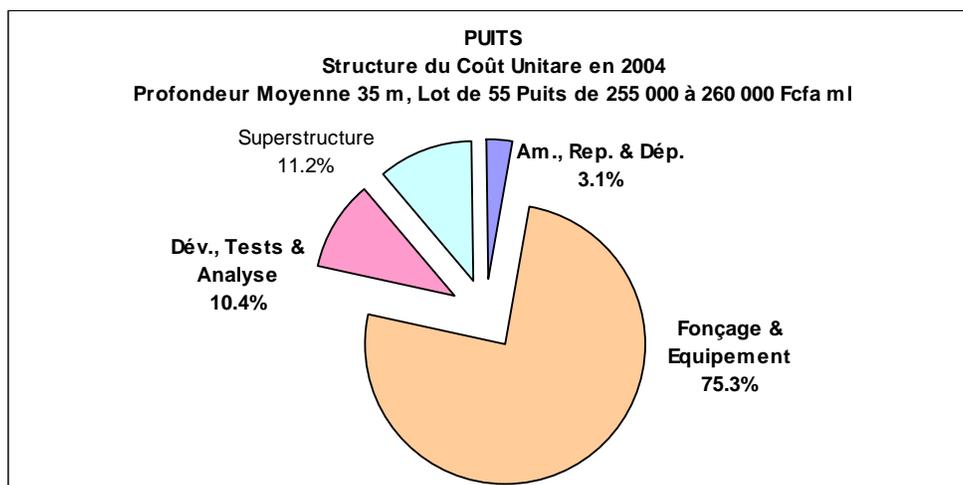


Figure 5 – Structure du Coût Unitaire de Puits (exemple Sénégal)

A titre d'indicatif et d'information, ci-dessous quelques prix unitaires (d'après la bibliographie ou informations recueillies) pour les pays de la sous région sont fournis :

- ✓ **Au Niger**, ANTEA, en 2004 dans la région de Dosso (PHV Loga), a réalisé 52 puits d'une profondeur moyenne de 60 m. Les coûts unitaires pour ces ouvrages ont varié, selon le contexte, entre 185 400 et 251 700 Fcfa.

³ Coût calculé sur la base de Amenée et repli 1 000 000 UM, Fonçage terrain tendre 70 000 UM / ml, Fonçage terrain dur 150 000 UM / ml, mise en eau 160 000 UM / ml et 350 000 UM pour la superstructure.

⁴ A estimer à moins de 30 à 50 % dans le privé.

- ✓ **Au Mali**, Selon le rapport « *Renforcement des mécanismes de suivi - évaluation dans le secteur de l'eau potable et de l'assainissement dans la perspective de l'atteinte des objectifs du millénaire, Rapport provisoire Juillet 2006* » ce coût unitaire, selon la région varie entre 450 000 à 700 000 Fcfa.

5.4.4. REHABILITATION des Puits et Forages

Le mot « Réhabilitation » couvre une gamme très variée d'activités allant de la simple réparation d'une pompe (PMH) au remplacement du forage ; la réfection de superstructures (Forage et Puits) et le soufflage "airlift" pour un décolmatage de l'ouvrage (développement de Puits ou Forage) ; la réfection des joints (Puits) ; l'approfondissement (Puits) d'un point d'eau et même la restauration du château d'eau ou les bâtiments d'une AEPS.

Ainsi, le coût de réhabilitation varie très sensiblement en fonction des travaux préconisés, des projets et des zones géographiques au sein d'un même projet.

Burkina Faso		Mali		Sénégal	
Coût global en Fcfa / Unité		Coût global en Fcfa / Unité		Coût global en Fcfa / Unité	
Forage	Puits	Forage	Puits	Forage	Château d'eau
650 000	2 600 000	2 000 000	1 620 000	2 000 000	6 000 000
à	à		à	à	à
2 300 000	5 200 000		26 000 000	3 000 000	30 000 000

Tableau 6 : Coût global d'une Réhabilitation dans les pays de la zone du projet

En Mauritanie, souvent les travaux de réhabilitation sont réalisés en régie et les informations sont rares et peu fiables.

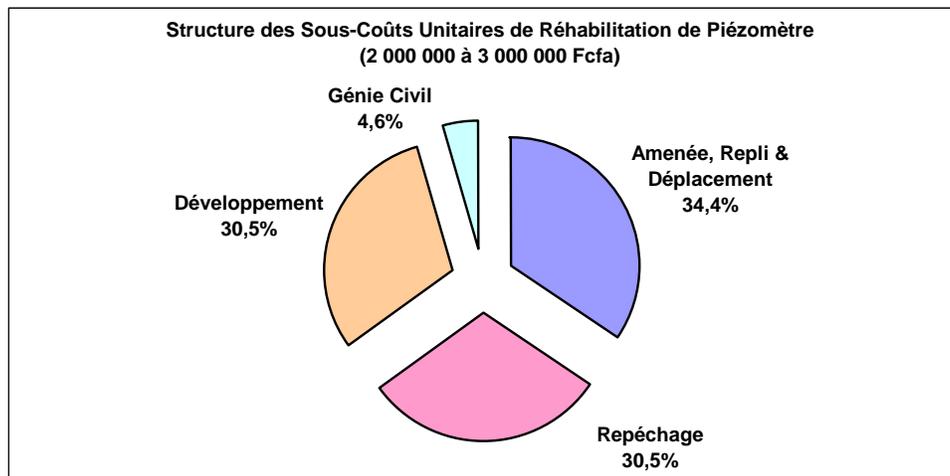


Figure 6 – Structure et Coût global de Réhabilitation d'un Piézomètre au Sénégal

Au Niger, au cours de la réalisation du programme PHV Loga, 31 puits cimentés ont été réhabilités. Les travaux de réhabilitation consistaient en la réfection des superstructures, la réparation de joints et pour certains, l'approfondissement du puits. Le coût unitaire (exprimé en Fcfa / unité) a varié entre 5 100 000 et 6 200 000. Le coût moyen était estimé à 5 700 000 Fcfa par réhabilitation.

5.4.5. Construction de Superstructures

Le prix unitaire de la construction d'une superstructure est étroitement lié à deux paramètres : la marque de la pompe à installer et le type de superstructure à construire (Type I à IV).

Au Burkina Faso, ce coût est : environ 200 000 Fcfa pour le Type I avec un battement de l'ordre de 25 000 Fcfa dépendant de la marque de la pompe ; 300 000 à 450 000 Fcfa pour le type III et 850 000 (\pm 150 000) Fcfa pour le type IV.

Au Mali, les superstructures sont en général, de type III avec un coût unitaire allant de 520 000 à 880 000 Fcfa.

Selon le rapport « *Renforcement des mécanismes de suivi - évaluation dans le secteur de l'eau potable et de l'assainissement dans la perspective de l'atteinte des objectifs du millénaire, Rapport provisoire Juillet 2006* », le prix unitaire (sans définition de type de construction et la marque de pompe à installer) retenu est 740 000 Fcfa.

En Mauritanie et au Sénégal, ce coût est inclus dans les marchés de forages et souvent associé à d'autres prix tels que "Cimentation de la partie externe du forage ou puits", "Tête et fermeture de l'ouvrage", etc. A titre indicatif les prix pratiqués sont de l'ordre de :

- Au Sénégal : 300 000 Fcfa pour la margelle simple ; 700 000 Fcfa pour la dalle anti-bourbier ; 250 000 Fcfa pour puits perdu et environ ; 3 000 000 Fcfa pour un abreuvoir classique.
- En Mauritanie : Selon le type, 160 000 à 300 000 UM pour la margelle de forage (350 000 UM pour la superstructure de puits); 400 000 à 450 000 pour l'abreuvoir.

Ce prix est très peu influencé par d'autres facteurs (technique et non-technique) et les travaux sont réalisés par les entreprises locales.

5.4.6. Système d'exhaure PMH

Le prix unitaire des pompes, toutes marques confondues, présente chronologiquement, et même au cours d'une même année, des fluctuations justifiées et non justifiées. Il est évident que le prix unitaire d'une marque de pompe est lié au nombre de pompes à livrer mais on constate, toutes choses étant

égales par ailleurs, que le prix de la pompe varie de manière significative d'un projet à l'autre :

Au Burkina Faso, selon l'inventaire national des points d'eau du Ministère de l'Agriculture, de l'Hydraulique et des Ressources Halieutiques, en 2005, plus de 30 000 points d'eau équipés de pompe à motricité humaine ont été recensés.

Seulement 6 grandes marques occupent 97 % de l'effectif total. Ces marques sont : India (33.7 %) ; Vergnet (20.1 %) ; Diacfa (13.3 %) ; ABI (13.1 %) ; Volanta (10.6 %) et Kardia (5.7 %). Deux marques de pompes, Volanta et Diacfa sont fabriquées localement.

L'analyse de l'évolution chronologique des prix unitaires de 6 types de pompes, entre les années 1998 et 2005⁵, montre, sauf pour un cas (Pompe Diacfa), une quasi-stabilité, voire une baisse, des prix unitaires. Selon cette analyse, les prix (Fourniture et Pose) pour la période 1998 à 2005 étaient (minimum moyen et maximum moyen) :

- ✓ Pour la marque Vergnet HPV 60 : 730 000 à 930 000 Fcfa ;
- ✓ Pour la marque Vergnet HPV 100 : 1 200 000 à 1 350 000 Fcfa ;
- ✓ Pour la Marque India Mark II (selon la nature) : 1 040 000 et 1 240 000 (Prix PAR = 270 000 à 1 165 000) Fcfa ;
- ✓ Pour la marque Volanta : 1 130 000 et 1 380 000 (Prix PAR = 955 000) Fcfa ;
- ✓ Pour la marque Diacfa : 930 000 et 1 350 000 (Prix PAR = 1 075 000 à 1 243 600) Fcfa ;
- ✓ Pour la marque Kardia : 2 230 000 et 2 500 000 Fcfa.

Au Mali, seulement 2 grandes marques occupent environ près de 90 % de l'effectif total du pays. Ces marques sont : Vergnet type I et II (50 %) et India, une fabrication locale (40 %). Parmi les autres marques et au sein des 10 % restant, la marque Kardia est la mieux représentée.

Il est à noter que jusqu'en 2001, la marque India avait le quasi-monopole du marché et son prix de vente moyen était de l'ordre de 2 800 000 Fcfa.

Le coût unitaire pour les deux marques est quasi identique et varie pour : Vergnet entre 830 000 et 1 070 000 Fcfa et pour India entre 816 000 et 1 110 000 Fcfa.

Les coûts unitaires des pompes à motricité humaine, selon la récente étude « *Renforcement des mécanismes de suivi - évaluation dans le secteur de l'eau potable et de l'assainissement dans la perspective de l'atteinte des objectifs du millénaire, Rapport provisoire Juillet 2006* », sont évalués à 930 000 et 1 640 000 Fcfa

En Mauritanie, durant les années 2000 à 2001, l'installation des pompes à motricité humaine (PMH) a connu un grand développement et une grande variété de marques de pompes peu représentées dans les autres pays (Pulsa, SEE, Duba, ...). A la suite des pannes prolongées et répétitives, manque de pièces détachées

⁵ Etude menée par le Programme d'Application de la Réforme du Système de Gestion des Infrastructures Hydrauliques d'AEP en Milieu Rural et Semi-urbain (PAR)

Banque Mondiale
Etude sur l'optimisation du coût des forages en Afrique de l'Ouest
Rapport de Synthèse – Rapport n° A 44743/B

et absence d'artisan réparateur pour la maintenance, les communautés villageoises ont graduellement abandonné cette alternative d'adduction d'eau potable. Actuellement, l'administration ne reçoit pratiquement aucune demande d'installation.

Le coût unitaire est de l'ordre de 2 000 000 Fcfa.

Au Sénégal, la totalité du parc de pompe à motricité humaine a été remplacé par des pompes de marque India I et II dont les coûts sont compris entre 900 000 et 1 200 000 Fcfa.

Marque	Coût en Fcfa au Burkina Faso	Coût en Fcfa au Mali	Coût en Fcfa en Mauritanie	Coût en Fcfa au Sénégal
Vergnet	730 000 à 930 000 ⁶ 1 200 000 à 1 350 000 ⁷	830 000 à 1 070 000	2 000 000 ⁸	900 000 à 1 200 000 ⁹
India	1 040 000 à 1 240 000 ¹⁰	816 000 à 1 110 000		

Tableau 7 : Coûts unitaires de pompe à motricité humaine dans les pays de la zone du projet

5.4.7. AEPS

Les éléments constitutifs d'une AEPS (Adduction en Eau Potable Simplifiée) sont :

- Forage type AEP ;
- Pompe immergée ;
- Source d'énergie ;
- Accessoires de commandes ;
- Point de stockage (Château d'eau) ;
- Réseau de distribution (Canalisation) ;
- Point de distribution (Borne-fontaine) ;
- Aménagement de la tête de forage et les travaux de génie civil.

Au Burkina Faso, la population desservie par l'AEPS est de l'ordre de 776 000 habitants. Le nombre de villages alimentés par ce système s'élève à 276 et, en outre,

6 secteurs de centre semi-urbains, avec une population d'environ 31 000 habitants, bénéficient de ce type d'adduction.

Le coût global de construction d'une AEPS standard (Château d'eau métallique de 30 m³ surélevé de 7m, 2 km de canalisation et 3 BF) pour le pays, varie selon le type d'habitat (dense ou dispersé), entre 80 000 000 et 100 000 000 Fcfa.

Au Mali, 516 localités (sur 696 centres ruraux et semi-urbains) dont le nombre d'habitants varie entre 2 000 et 10 000 sont équipées d'une AEPS.

Le coût unitaire d'une AEPS standard (Château d'eau métallique de 25 m³ surélevé de 6m, 2 km de canalisation et 3 BF) pour le pays, selon le type d'habitat (dense ou dispersé), varie entre 60 000 000 et 80 000 000 Fcfa.

En Mauritanie, au cours des récentes années, ce système d'adduction en eau potable, connaît un développement important et est de plus en plus sollicité par les

⁶ Vergnet HPV 60,

⁷ Vergnet HPV 100

⁸ Toute marque confondue

⁹ India I & II

¹⁰ India Mark II

communes. Au cours de l'année 2006, CDHLCPI a subventionné la construction de 22 AEPS.

Le coût unitaire moyen de construction d'une AEPS standard (Château d'eau en béton de 15 m³ surélevé de 5m, 0.7 km de canalisation, un abreuvoir et 2 BF) pour le pays, sans forage, est de l'ordre de 26 000 000 Fcfa.

Au Sénégal, l'AEPS constitue une option technique stratégique pour le développement futur de l'hydraulique rurale.

Le coût unitaire global de construction d'une AEPS, selon sa capacité de production et son étendue, varie entre 75 000 000 Fcfa (Château d'eau de 50 m³ surélevé de 15m, 2 km de canalisation et 3 BF pour 1000 habitants) et 160 000 000 Fcfa (Château d'eau de 150 m³ surélevé de 15m, 10 km de canalisation et 15 BF pour 5000 habitants).

Burkina Faso	Mali	Mauritanie	Sénégal
Coût (voir 10) en Fcfa	Coût (voir 11) en Fcfa	Coût (voir 12) en Fcfa Sans Forage AEP	Coût (voir 13 & 14) en Fcfa
80 000 000	60 000 000	26 000 000	75 000 000
à	à		à
100 000 000	80 000 000		160 000 000

Tableau 8 : Coûts unitaires de construction d'une AEPS classique dans les pays de la zone du projet

Pour tous les pays concernés, dans le cas de l'utilisation de l'énergie solaire, ces coûts seront majorés de 10 % et en cas de connexion au réseau national d'électricité, ces coûts seront diminués de 5 %.

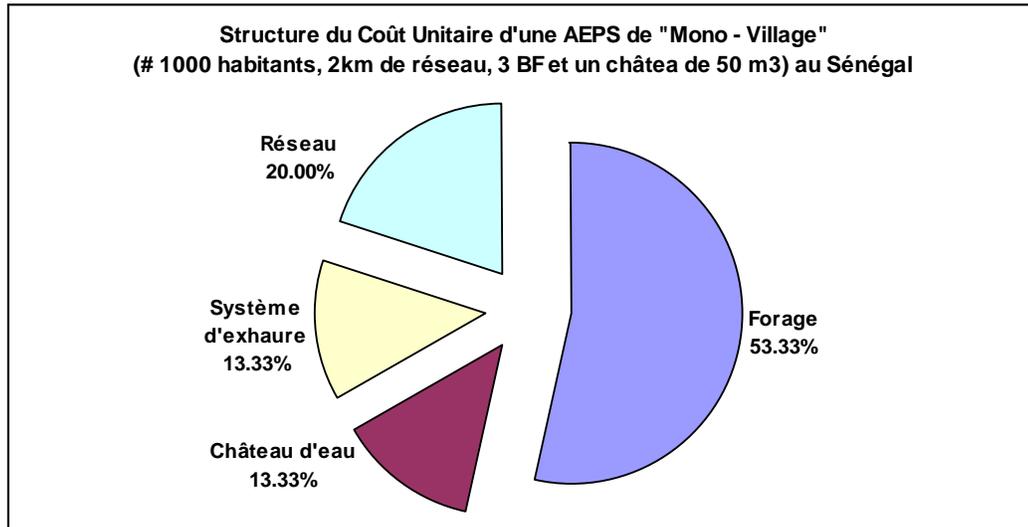


Figure 7 – Structure du Coût Unitaire d’une AEPS, cas d’un village de moins de

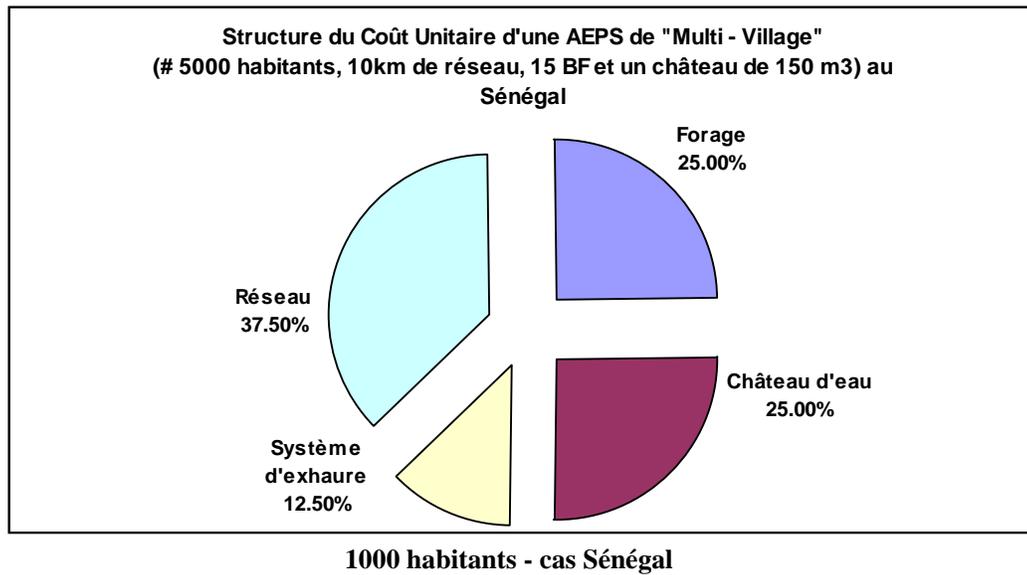


Figure 8 – Structure du Coût Unitaire d’une AEPS, cas "Multi Villages" d’environ 5000 habitants - cas Sénégal

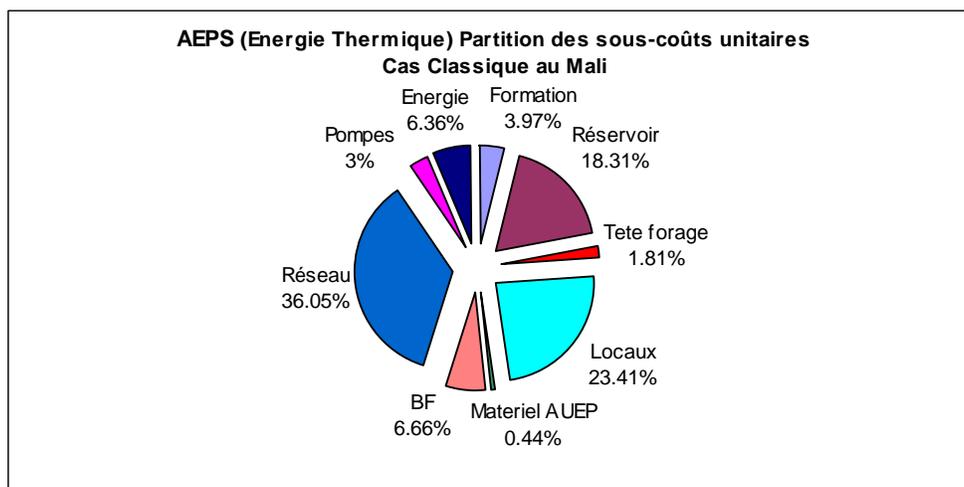


Figure 9 – Structure du Coût Unitaire d’une AEPS - cas Mali

5.4.7.1. Forage AEP

Au Burkina Faso, normalement, le point d’eau est de type hydraulique villageoise « alésé » et équipé en 6 pouces.

Le coût unitaire en mètre linéaire de ce type ouvrage, en 2005, était de l’ordre de 210 000 Fcfa.

Au Mali, selon la population à desservir, le diamètre des équipements varie entre 6 et 12 pouces (source Energie Du Mali). Pour le suivi de l’aquifère, EDM prévoit un piézomètre d’accompagnement (forage équipé à petit diamètre).

Le coût unitaire en mètre linéaire de ce type d’ouvrage, atteint ainsi 230 000 Fcfa.

La récente étude « *Renforcement des mécanismes de suivi - évaluation dans le secteur de l’eau potable et de l’assainissement dans la perspective de l’atteinte des objectifs du millénaire, Rapport provisoire Juillet 2006* », préconise la somme de 9 000 000 Fcfa pour un forage type AEP.

En Mauritanie, le coût unitaire au ml, selon les contextes géologiques (Socle ou Sédimentaire), varie entre 130 000 et 175 000 Fcfa.

Au Sénégal selon la méthodologie de foration (nature lithologique de terrain) et la profondeur moyenne de forage, la DRH préconise pour la réalisation d’un forage AEP, des sommes allant de 200 000 à 250 000 Fcfa / ml.

Burkina Faso	Mali	Mauritanie	Sénégal
Coût Unitaire (ml) en Fcfa			
210 000	230 000	130 000 à 175 000	200 000 à 250 000

Tableau 9 : Coûts unitaires de réalisation d'un forage, type AEP, dans les pays de la zone du projet

5.4.7.2. Point de stockage (Château d'eau)

Le coût unitaire d'un château d'eau dépend de trois facteurs : la nature de matériaux (métallique ou béton) ; le volume de réservoir (3 à plus de 150 m³) et la hauteur (selon la topographie, mais généralement 3 à 25 m).

Au Burkina Faso et au Mali, les châteaux d'eau les plus fréquents sont de type métallique alors qu'en Mauritanie ainsi qu'au Sénégal, le type en béton est le plus apprécié.

Au Burkina Faso, à titre indicatif, le tableau 10, donne quelques informations sur les coûts de construction des châteaux d'eau métalliques les plus adoptés.

Pays	Volume en m ³	Hauteur sous la cuve en m.	Coût de construction en Fcfa
Burkina Faso	20	6	9 000 000
	20	9	10 500 000
	20	12	12 000 000
	30	6	12 000 000
	30	9	13 500 000
	50	6	18 000 000
	50	9	19 500 000
	50	12	21 000 000
Mali	50	6	15 000 000
	50	12	27 000 000
Mauritanie	15	5	6 600 000 à 8 000 000
Sénégal	50	15	10 000 000
	50	20	40 000 000 ¹¹
	150	15	40 000 000
	150	20	80 000 000 ¹²

Tableau 10 : Coûts unitaires de réalisation des Châteaux d'eau dans les pays de la zone du projet

Au Niger, en 2004 (PHV Loga), les coûts unitaires de construction des châteaux d'eau en béton armé avec une hauteur sous réservoir de 5 m étaient de : 14 000 000 Fcfa pour 25 m³ de volume ; 17 000 000 Fcfa pour 35 m³ de volume et 22 000 000 Fcfa pour 40 m³ de volume.

¹¹ Coût observé dans quelques marchés non représentatifs

¹² Coût observé dans quelques marchés non représentatifs

6. Optimisation du Coût des Forages

Le principal objectif de la présente étude est l'optimisation du coût unitaire d'un point d'eau moderne. Pour atteindre cet objectif, les étapes suivantes ont été franchies :

- ✓ L'identification des intrants ;
- ✓ L'analyse technique et financière des marchés ;
- ✓ L'interprétation et synthèse des données.

Au cours de cette étude et dans un premier temps, il a été constaté que dans tous les pays de la zone du projet, aussi bien les coûts unitaires que ses sous-coûts unitaires, ne suivent apparemment aucune logique technique et financière.

Pour comprendre mieux, nous avons essayé de les classer en deux grandes familles :

- ✓ Famille n° 1 dite "constante" (soumise uniquement aux taux d'inflation et d'autres facteurs connus) comme la foration, les pompes (motricité humaine ou immergée) ;
- ✓ Famille n° 2 dite "variable" dépendant des facteurs de variation divers comme la quantité des travaux, la zone du projet (éloignement par rapport aux centres d'approvisionnement, conditions de vie...), contextes géologiques et hydrogéologiques, type et profondeur de foration, etc.

Malheureusement, encore une fois, le résultat n'était pas satisfaisant et les coûts calculés n'étaient pas cohérents.

Ces exemples et constats ont orienté la réalisation de l'étude vers un point critique, à savoir le choix de la méthode de travail :

- Technique poussée, à savoir l'analyse détaillée de chaque composante des marchés, suivi de ses évolutions et comparer des choses comparables pour proposer le coût unitaire ;
- Financière simple, consistant à prendre pour acquis les prix des marchés des cinq dernières années et de proposer un coût.

Pour la réalisation de cette étude, en particulier pour répondre, de manière pertinente, à la question d'optimisation de coûts, la méthodologie « Technique Poussée » a été adoptée.

Par le terme d'"optimisation du coût" nous entendons, lors de la préparation et l'exécution d'un marché d'adduction en eau potable, la mise en pratique d'un ensemble de dispositifs, pour le rendre efficace au même coût et harmonieux.

6.1. Au niveau de l'Administration

Les mesures d'optimisation peuvent être appliquées à deux niveaux : technique et administratif.

6.1.1. Niveau Technique

- ✓ Favoriser les études géologiques. En effet le contexte hydrogéologique d'une zone est à 100 % dépendant de la géologie et une connaissance géologique approfondie optimise très sensiblement le taux de réussite des ouvrages (A titre d'exemple, une identification correcte du type d'aquifère précédée par une reconnaissance lithologique des roches réservoirs et une analyse structurale de l'environnement intégrant une bonne compréhension de la chronologie et de la distribution spatiale des différentes matérialisations de l'histoire tectonique régionale et locale, minimisera ou éliminera les frais d'implantation et contribuera de façon sensible à l'augmentation du taux de succès en forage).
- ✓ Compatibilité entre la méthodologie d'investigation préconisée, telle que la géophysique, et la réalité de terrain. Le choix des outils d'investigations hydrogéologiques est étroitement lié aux contextes hydrogéologiques (aquifère continu ou discontinu) et ne doit pas être généralisé ;
- ✓ Optimisation ou plutôt rationalisation de certaines opérations telles que l'analyse physico-chimique de l'eau et les tests hydrodynamiques (essais de l'aquifère et de l'ouvrage) qui représentent 5 à 10 % du coût global du marché de forage.
En ce qui concerne les tests hydrodynamiques, des milliers d'essais, sans en tirer aucune leçon compréhensive et pratique, ont été réalisés. Dans 99,9 % (pour ne pas dire 100 %) des cas, ces essais aboutissent, tout simplement, à l'évaluation d'un quelconque débit dit « critique » de l'ouvrage (sans signification réelle, car il suffit de changer l'échelle pour le multiplier ou le diviser par deux) ou l'un des paramètres hydrodynamiques de l'aquifère (la transmissivité) exprimé en mètre carré par seconde (m^2/s) dont sa transformation en m^3/h ou m^3/s est complètement oubliée. Idem pour les analyses chimiques ;
- ✓ Pour la Mauritanie et le Sénégal (bassin sédimentaire), perfectionnement des travaux de carottage électrique par la mesure de nouveaux paramètres, tels que "Flow meter" - Conductivimètre, paramètres indispensables pour la reconnaissance qualitative (concentration en sels minéraux) et quantitative

(puissance et productivité de chaque horizon aquifère). Ces informations permettront de mieux définir la coupe technique de l'ouvrage ;

- ✓ Pour la Mauritanie et le Sénégal, nouvelle analyse et interprétation des données de certaines études de base (en particulier celles qui concernent l'évolution du front salé, la réserve de la nappe, l'alimentation et la gestion durable des principaux aquifères du pays) ;
- ✓ Pour la Mauritanie et le Sénégal, une révision des coupes techniques (méthodologie de foration, nature des équipements PVC – Acier - Inox, ouverture des tubes lanternés ...) conventionnelles des ouvrages et les rendre compatibles avec la réalité de terrain. En effet, le remplacement de l'acier (ordinaire ou inox pour les tubes pleins et lanternés) par PVC, à condition que les contraintes techniques le permettent, aura des incidences financières très positives sur le coût unitaire de l'ouvrage ;
- ✓ La mise en place d'une équipe permanente, équitable, impartiale, compétente et spécialisée pour la définition de la « Grille d'analyse » et l'analyse des offres ;
- ✓ La mise en place d'une équipe compétente, équitable, impartiale et spécialisée, pour autoriser, tous intervenants confondus (Ingénieur conseil, les bureaux d'études, les entreprises...), le démarrage des travaux. Elle devra veiller à la compatibilité des offres et les moyens (effectifs, matériels et matériaux) mis en œuvre ;
- ✓ Harmonisation des DAO et CPT par contexte hydrogéologique ;
- ✓ Harmonisation quantitative et qualitative des équipements (forages, canalisation...). En effet, le critère de moins « disance » et l'environnement économique actuel (favorisant les importations d'origine diverses) sont des conditions propices à la détérioration de qualité de ces matériels ;
- ✓ Encadrer, en particulier pour les études de base (gestion des aquifères, l'évolution du front salé,), le critère de moins disance pour le transformer en critère « qualité prix » pour mettre en compétition équitable les intervenants ;
- ✓ Standardisation qualitative et quantitative des travaux de foration (hydraulique rurale, semi-urbaine et urbaine) ;
- ✓ En particulier, pour le Burkina Faso, la mise en place d'une équipe spécialisée pour les études de fonctionnalité et de rentabilité de systèmes d'AEPS. En effet, dans ce pays, seulement, 66 % des AEPS sont opérationnelles ;

- ✓ Sans exception mais en particulier pour la Mauritanie et le Sénégal, encourager les entreprises de forage à tester la méthode « Water Jet ». En effet les conditions géologiques y sont, parfois, très favorables.

6.1.2. Niveau Administratif

- ✓ Planning adéquat de préparation, lancement, attribution et démarrage d'un projet. Ce planning devra réserver la saison de pluie pour le dépouillement des offres et l'attribution de marché et préconiser le démarrage des travaux en tout début de saison sèche (mi-septembre) ;

- ✓ Pour éviter toute éventuelle modification des effectifs (baisse de qualité de prestation) et la hausse des prix, minimiser au maximum le délai entre le lancement de DAO et l'attribution de marché. En effet, sans exception, tous les intervenants, en connaissant ce "point faible" de l'Administration (qui s'explique souvent par la lourdeur des procédures des partenaires de coopération, souvent inévitable), dans leurs offres présentent des effectifs qualifiés en sachant qu'ils risquent de ne jamais intervenir ;
- ✓ Organisation / Allotissement rationalisé et rentabilisé des quantités de travaux d'un projet. En effet, chaque marché a un prix fixe réservé à « l'amenée et repli de matériel » qui a une incidence directe sur le coût unitaire ;
- ✓ Eviter de prévoir des **prix pour mémoire** si ce n'est pas justifié car ces prix ne sont pas pris en compte lors de l'analyse financière des offres mais peuvent faire l'objet d'utilisations abusives ou mal interprétées.
- ✓ Au sein même d'un projet, il faut que l'allotissement soit : techniquement justifié (attribution de marché d'implantation à un bureau d'étude et confier le suivi des travaux de foration à un autre) et chronologiquement, à 100 %, harmonieux (implantation avant animation ou l'équipe de forage en « mise à disposition sans force motrice » en attente d'équipe d'implantation) ;
- ✓ Vérification et paiement rapide des factures des intervenants. Souvent le délai est non négligeable et crée de sérieux problèmes pour les « jeunes entreprises » ;
- ✓ Si possible, revoir à la baisse, le montant de la caution bancaire ;
- ✓ Si possible, une nouvelle analyse de la durée de validité des documents administratifs ;
- ✓ Concernant l'importation des pièces de rechanges de l'atelier de foration et d'autres accessoires, alléger d'avantage les procédures douanières.

6.2. Au niveau des Bailleurs de fonds (partenaires de Coopération)

6.2.1. Exigences pour le choix d'origine

Souvent les bailleurs de fonds imposent des règles très strictes pour le choix de bureau d'études, l'origine des entreprises et matériaux. Ainsi, la modalité d'attribution des marchés est perturbée et certains sont favorisés par rapport aux autres. A titre d'exemple, au Burkina Faso, les offres de certains appels d'offres sont à 50 ou 100 % analysés à l'extérieur, ignorant parfois les règles élémentaires en matière de réglementation générale des marchés publics du pays.

6.2.2. L'avis de non - objection

Pour valider l'attribution de marché, géré et traité par l'administration, l'obtention de l'avis de Non – Objection du bailleur est indispensable. Souvent ce délai est exagérément long et crée de sérieux problèmes au niveau du planning des activités. Raccourcir ce délai est synonyme d'optimisation du prix de revient.

6.2.3. Intervention Technique

Malgré la mise en place d'équipes d'ingénieurs conseil et d'autres bureaux d'études, certains bailleurs jouent le rôle de techniciens spécialisés et interviennent au niveau de la gestion technique du projet, ce qui produit parfois une déstabilisation de l'équipe de terrain.

6.2.4. Choix d'équipe d'évaluation à mi – parcours

L'évaluation à mi-parcours d'un projet est considérée comme un outil indispensable pour la bonne gestion d'un projet. Elle permettra, en cas de dérapage (technique et chronologique), de proposer des mesures adéquates pour remédier la situation et d'atteindre, sans incidence financière, (prolongation de délai et signature du ou des avenants) les objectifs de projet. La tâche d'équipe d'évaluation est lourde et impose d'excellentes connaissances du domaine.

Le critère de « Moins disance » appliqué pour le choix de l'équipe d'évaluation à mi-parcours, permet de confier cette importante tâche à des équipes parfois qualitativement médiocres.

Aussi, dans certains cas, cette tâche est confiée à des bureaux d'études concurrents du réalisateur. Ce choix transforme le projet en un « champ de règlement de compte » avec ses conséquences indésirables pour son bon déroulement.

6.3. L'Assistance Technique

Le transfert de technologie entre les équipes expatriées et nationales est le plus souvent une réussite.

Les experts nationaux, dans la quasi-totalité des domaines classiques d'investigations et de recherches sont autonomes et on observe une augmentation constante des capacités des équipes locales.

6.3.1. Animation

Les experts et les techniciens sociologues et socio-économistes gèrent, de manière autonome, les projets. La mise à niveau (interrégionale, voire internationale) et continue de leur savoir-faire est recommandée.

6.3.2. Implantation

Les ingénieurs et techniciens géophysiciens nationaux sont très qualifiés et avec une bonne performance. Ils répondent aux besoins nationaux et sous-régionaux.

La technologie utilisée date de plusieurs décennies et pour améliorer la performance (en particulier dans les zones « dites difficiles »), elle mérite d'être mise à jour.

L'intervention, de temps à autre, d'un expert international et l'équipement des bureaux d'études par les nouveaux appareillages sont vivement recommandés.

6.3.3. Diagraphies différées

Le recours aux diagraphies différées pour identifier et qualifier les horizons aquifères d'un forage, la productivité partielle des couches / fractures ou pour vérifier l'état d'équipement d'un ouvrage de captage (rupture de tube et colmatage des crépines) est de plus en plus apprécié.

Le choix judicieux du paramètre de mesure est délicat et l'interprétation des données difficile. Ces études devront être confiées à des bureaux d'études ou experts expérimentés à notre connaissance rares (pour ne pas dire absents) dans les sous-régions.

Il est souhaitable que cette technologie, se développe de plus en plus dans la sous-région.

6.3.4. Investigations Hydrogéologiques

Les hydrogéologues nationaux ont toute la capacité technique nécessaire pour la conduite et la gestion de projets d'investigation classique.

La gestion durable et la préservation de la ressource sont de plus en plus la préoccupation majeure des dirigeants et bailleurs et ainsi les études, projets et programmes sont orientés dans ce sens.

L'intervention des experts expatriés spécialisés dans ces domaines est recommandée.

6.3.5. Foration

L'analyse des données recueillies a montré que, mis à part de rares exceptions, les équipements (ateliers de forage, des compresseurs, des pompes à boue, tiges de foration, tricônes, marteaux et taillant) mis en œuvre par les entreprises de forage, nationales et même internationales, sont très anciens (souvent plus de 30 ans) et manquent sérieusement d'entretien. A cela s'ajoute le manque de fonds de roulement, pour de nombreuses entreprises nationales, ce qui a un impact négatif sur la gestion du chantier.

Cette situation a un impact significativement négatif sur le bon déroulement qualitatif et quantitatif du marché.

En effet, le mauvais état des vieux équipements non entretenus se traduit par des arrêts fréquents de chantiers et, par conséquent, par la baisse du rendement.

Cette chute de production entraîne une augmentation de la durée de réalisation et du coût unitaire.

Ainsi, les mesures d'optimisation du coût de forage, au niveau des entreprises, devraient consister à améliorer, simultanément, la technologie de foration et la performance des ateliers.

Pour atteindre ces objectifs, le meilleur moyen est la modernisation (technique et administrative) de ces entreprises.

Dans ce cadre, nous proposons deux séries de mesures :

- ✓ La création et l'organisation des séances de formation administrative et de gestion, sur place ou à l'étranger, pour les dirigeants des entreprises nationales de forage ;
- ✓ Les mesures préconisées dans les chapitres 6.1.1 et 6.1.2.

6.3.6. Puits

L'évolution du coût unitaire semble être logique et sans anomalies particulières.

7. Proposition des mesures permettant de promouvoir les capacités et compétences des Entreprises locales

Au chapitre 6.3.5, un bref aperçu du système de fonctionnement des entreprises nationales de forage a été présenté.

En effet, l'enchaînement de 3 faits majeurs :

- ✓ La vétusté des équipements non entretenus (l'atelier de foration, compresseur, tiges de foration, tricônes, pompe à boue, taillants, marteau...);
- ✓ La mauvaise gestion technique et administrative de chantier et de l'entreprise ;
- ✓ Le manque de trésorerie.

se traduit par une forte augmentation, aussi bien au niveau de l'entreprise qu'au niveau du prix de vente, du coût unitaire des forages.

Pour promouvoir les capacités et compétences des entreprises nationales, des mesures doivent être prises sur plusieurs plans :

- ✓ Sur le plan financier, contribuer au renouvellement du parc d'équipement, exonération temporaire des charges et les mesures préconisées dans le paragraphe 6.1.2 ;
- ✓ Sur le plan administratif, offrir des formations régulières, essentiellement dans les domaines de la gestion technique et financière durable de l'entreprise (tenue des stocks, la maintenance, la trésorerie.....).

Observations sur l'utilisation du rapport

Ce rapport, ainsi que les cartes ou documents, et toutes autres pièces annexées constituent un ensemble indissociable ; en conséquence, l'utilisation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle de ce rapport et annexes ainsi que toute interprétation au-delà des indications et énonciations d'ANTEA ne saurait engager la responsabilité de celle-ci.

Annexes

Annexe 1 : Liste des objectifs ayant servi à structurer les fiches d'enquête

Annexe 2 : Fiche de saisie : liste des champs renseignés pour l'objectif n° 1

Annexe 3 : Liste des intrants du coût unitaire

Annexe 4 : Méthodologie - Water Jet au Bangladesh - *Photos*

Annexe 1

Liste des objectifs ayant servi à structurer les fiches d'enquête

Annexe 2

Fiche de saisie : liste des champs renseignés pour l'objectif n° 1

Annexe 3

Liste des intrants du coût unitaire

Annexe 4

Méthodologie **Water Jet au Bangladesh** *Photos*

Fiche signalétique

Rapport

Titre : Etude sur l'optimisation du coût des forages en Afrique de l'Ouest – Rapport de synthèse

Numéro et indice de version : 44743

Date d'envoi :

Nombre d'annexes dans le texte :

Nombre de pages :

Nombre d'annexes en volume séparé :

Diffusion (nombre et destinataires) :

X ex. client

1 ex. service de documentation

1 ex. (unité)

Client

Coordonnées complètes : BANQUE MONDIALE 18 H STREET D.C 2 WASHINGTON

Téléphone :

Télécopie :

Nom et fonction des interlocuteurs :

ANTEA

Unité réalisatrice : FINT

Nom des intervenants et fonction remplie dans le projet :

Serge PUYOO , interlocuteur commercial

Christophe LEGER , responsable du projet

JAMBAC Fariborz, auteur

Secrétariat : Claudine THIBAUT

(signature)

Qualité

Contrôlé par : (signature)

Date : - *Version A*

27/06/2007 - Version B

N° du projet : FINTP05094

Références et date de la commande : 28/06/2006

Mots-clés : EAU POTABLE ; EAU SOUTERRAINE ; CAPTAGE ; ANALYSE FINANCIERE ; AFRIQUE DE L'OUEST