

ECOLE INTER-ETATS D'INGENIEURS DÈ

L'EQUIPEMENT RURAL

03 B.P. 7023 OUAGADOUGOU 03 BURKINA FASO

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES ANNEE 1995 – 1996

Présenté par : ADO Illa

CONTRIBUTION A L'AMELIORATION DE LA PROGRAMMATION

DES POINTS D'EAU VILLAGEOIS

NOTAMMENT LES PUITS

DANS LES PROVINCES

DU BOULGOU ET DU KOURITENGA

E. I. E. R.

MENTION:

Enregistré à l'Arrivée le 0 4 JUIL, 1996_{s/N}. 272/96

Professeurs Responsables Mme E. TRAORE A. L. MAR

SOMMAIRE

	<u>Pages</u>
RESUME	1
INTRODUCTION	3
	J
I. Généralités sur la zone d'étude	6
1.1. Situation de la zone	6
1.2. Climat	6
1.3. Hydraugraphie	9
1.4. Végétation	9
1.5. Population et économie	9
1.6. Géologie	11
II. Aperçu général sur les ressources en eau	13
2.1. Eau de surface	13
2.2. Eau souteraine	13
III. Caractéristiques des ouvrages existants	17
3.1. Forages	17
3.2. Les puits traditionnels	20
3.3. Les puits modernes	22
IV. Proposition de réhabilitation des puits	36
4.1. Puits traditionnels	36
4.2. Puits modernes	41
V. Etude d'un type de puits	47
5.1. Définition	47
5.2. Choix du procédé de construction	47
5.3. Description technique des travaux	53

VI. Approche méthodologique	57
6.1. Méthode de gestion existant	57 58
6.3. Proposition d'une méthode de programmation des puits modernes	59 61
VII. Conclusion	63
BIBLIOGRAPHIE	. 65

r

REMERCIEMENTS

Qu'ils nous soit permis d'adresser nos sincères remerciements à :

- Monsieur Lamine Amadou Mar et Madame Eva Traoré, professeurs à l'EIER, pour nous avoir assuré un encadrement rigoureux,
- Monsieur Fatié Coulibaly, Jasmin Abel Jassen et Séni Pafdanam, respectivement, Directeur du projet, Chef du projet et Chef du volet eau pour leur disponibilité sans faille pour le bon déroulement des travaux de notre mémoire,
- Messieurs Babine Prosfore et Belem au service volet eau du projet pour leurs conseils précieux,
- Tout le personnel du PIHVES à Tenkodogo pour leur franche collaboration,
- A tous ceux et toutes celles qui ont apporté leur contribution à la mise en forme de ce document.

RESUME

Cette étude se divise en cinq (5) parties : aperçu général sur les ressources en eau, caractéristiques des ouvrages existants, proposition de réhabilitation des puits, proposition d'un puits type pour la région du Boulgou et du Kouritenga et enfin une approche méthodologique de programmation et gestion des ouvrages hydrauliques.

L'aperçu général sur les ressources en eau fait sur la base des documents existants et des entretiens avec les services techniques à pour but de vérifier la disponibilité en eau de surface et souterraine ainsi que leur utilisation. Ainsi il ressort que l'eau de surface présente au niveau des mares et de quelques barrages est essentiellement destinée à l'agriculture et l'élevage et quelques usages domestiques. Quant à l'eau souterraine exploitée à partir des puits et forages, elle est destinée à la consommation humaine et animale. Le besoin annuel en eau potable des 742 730 habitants de la zone peut être couvert par moins de 1 % des ressources renouvelables annuelles.

. Les caractéristiques des ouvrages existants obtenues à partir des visites des ouvrages, des mesures effectuées et certaines fiches de réalisation vise à vérifier l'état des ouvrages existants (puits et forages), à faire un diagnostic des problèmes auxquels sont confrontés les ouvrages hydrauliques pour aboutir à une proposition de réhabilitation. Le constat est le suivant : tous les puits traditionnels nécessitent une réhabilitation, 66 % des puits modernes sont détoriorés et 33 % des pompes manuelles sont en panne.

. La proposition de réhabilitation est l'aboutissement de l'investigation sur les caractéristiques des ouvrages existants. Cette réhabilitation concerne essentiellement les puits modernes et traditionnels. Ainsi il est plus que nécessaire de penser à la réhabilitation de tous les ouvrages détériorés surtout les puits traditionnels dont le coût est inférieur à 300 000 frs par puits et les travaux seront essentiellement réalisés par la population. Pour les puits modernes le coût est d'environ 1 000 000 frs par puits à cause de quelques interventions des entreprises pour les travaux d'approfondissement.

. Après le constat des visites et études antérieures, nous avons procéder à la proposition d'un puits type moderne pour la région. La profondeur de ce puits doit être d'environ 20 mètres, et sera bicolonne avec une colonne de cuvelage sur 11 mètres pour un diamètre de 1,80 m et une colonne de captage sur 9 mètres pour un diamètre de 1,40 mètres. Le coût de réalisation de ce type de puits est d'environ 5 000 000 frs par ouvrage.

. A l'issue des enquêtes réalisées il ressort que la population pourtant propriétaire des ouvrages a été très mal associée à la gestion des ouvrages, désormais toute autre réalisation d'un ouvrage moderne doit impliquer la communauté villageoise depuis l'implantation, la conception jusqu'à l'entretien de l'ouvrage.

INTRODUCTION

L'objectif fondamental de tout programme d'hydraulique humaine villageoise consiste à améliorer la santé des communautés, d'une part en augmentant la quantité d'eau fournie à la population à des fins d'hygiène personnelle et domestique, d'autre part en améliorant la qualité de l'eau destinée à la consommation humaine. Pour atteindre cet objectif, il est nécessaire d'amener les populations rurales à mieux comprendre l'étroite relation entre l'eau et la santé. Seulement il faut signaler que cet objectif est loin d'être atteint dans les deux provinces de Boulgou et Kouritenga, où même la quantité d'eau fait défaut.

A titre illustratif le besoin en eau est seulement couvert à 60 % dans cette zone sans tenir compte de l'aspect qualité. De plus si l'on considère les ouvrages hydrauliques en fonctionnement, la couverture des besoins en eau est en dessous de 50 %. Parmi les 894 forages réalisés dans la zone près de 292 pompes sont en panne soit un taux de panne de 33 %; sur les 1143 puits modernes, 739 sont temporaires.

C'est pourquoi dans le cadre de la coopération technique pour le développement, le Burkina Faso et le Danemark ont convenu de réaliser un Projet Intégré d'Hydraulique Villageoise et d'Education pour la Santé (PIHVES) au profit des populations de deux (2) provinces du Kouritenga et du Boulgou situées dans la Direction Régionale de l'Eau du Centre. Est pour une période trois (3) ans et demi dans sa première phase dont les travaux ont démarré en 1996. Ce projet vise :

- la construction du siège de la Direction Régionale de l'Eau,
- la création des nouveaux points d'eau par la réalisation de 300 forage et leurs équipements,
- la réhabilitation d'anciens points d'eau,
- l'amélioration des puits modernes et traditionnels,
- la réalisation de deux (2) systèmes d'adduction d'eau potable solaire simplifié dans deux (2) grosses agglomérations.

Le projet est composé:

 de la Direction du projet dont un directeur et un chef du projet, de trois (3)
 volets dont : volet eau, volet animation et volet santé. Le siège du projet se trouve à Tenkodogo, chef lieu de la province du Boulgou. Pour pouvoir atteindre pleinement ces objectifs dans le meilleur delai, certaines études ont été réalisées sur les forages manuels et d'autres sont entreprises dont la notre «Contribution à l'amélioration de la programmation en matière des points d'eau villageois notamment les puits».

L'alimentation en eau en milieu rural de la zone d'étude est essentiellement assurée par captage des eaux souterraines, grâce à des forages équipés de pompes manuelles, des puits modernes et traditionnels.

Il nous revient alors dans cette étude de :

- vérifier la disponibilité en eau souterraine pour les 742.730 habitants de la zone ainsi que leur possibilité de mobilisation.
- d'analyser l'état des ouvrages existants, puits et forages.
- de proposer la réhabilitation type des puits modernes et traditionnels.
- de proposer la construction d'un puits moderne type et de dégager une méthodologie de gestion des ouvrages en collaboration avec la population depuis l'implantation jusqu'à l'entretien.

Méthodologie et matériels utilisés:

Pour mener à bien ce travail nous avons procédé de la manière suivante :

- une prise de contact avec tous les services techniques exerçant dans le domaine de l'eau, les organisations non gouvernementales, les entreprises, la mission Catholique, Caritas, qui sont basés à Ouagadougou, Garango et Tenkodogo, qui ont participé à la construction des ouvrages hydrauliques dans la région. Ceux-ci nous a permis d'obtenir toute la documentation disponible dans ces services.
- ensuite nous avons procédé à la délimitation de la zone d'étude, ainsi en collaboration avec le projet nous avons retenu quatre (4) villages dont deux (2) villages dans chaque province il s'agit de :
 - . Kiego 624 habitants disposant de quatre (4) puits modernes et un (1) puits traditionnel, province du Boulgou.
 - . Godé 2409 habitants disposant de sept (7) puits modernes, province du Boulgou.
 - . Kampoyargo 3330 habitant six (6) puits modernes, province du Kouritenga.
 - . Lilioulgou 2540 habitants, dix (10) puits modernes et quatre (4) puits traditionnels, province du Kouritenga.

La raison de ce choix est d'abord la représentativité de ces villages, l'accessibilité facile ainsi que le nombre des puits modernes, traditionnels et leur état actuel. On dispose aussi de quelques renseignements sur la date de réalisation de certains puits et leurs caractéristiques techniques. De plus ces villages font parti de ceux retenus pour la réhabilitation et la construction des puits et forages dans la phase du projet.

Après la détermination de la zone d'étude nous avons procédé aux visites techniques des ouvrages et des entretiens avec les communautés villageoises. Pour cela un guide d'observation et d'entretien a été établi avec le volet eau et le volet animation du projet (voir annexe).

Le guide nous a permis de recueillir toutes les informations sur les ouvrages : leur historique, leur état, les organisations traditionnelles existantes dans le village, les comités de gestion des points d'eau, les observations des populations et leurs propositions, ainsi que des données purement techniques.

Le matériel utilisé pour ce travail est composé de :

- un rubant de 100 mètres de long pour la mesure des caractéristiques techniques du puits,
- un pH-mètre pour la mesure de la température du pH et de la conductivité,
- deux bouteilles vides pour le prélèvement de l'eau,
- une mobylette pour le déplacement jusqu'aux villages.

Les difficultés rencontrées sont liées au manque d'informations sur tous les ouvrages existants. En effet on ne dispose d'aucune donnée technique sur certains puits modernes et forages. Certains puits ont fait l'objet de plusieurs surcreusements sans savoir l'organisme responsable des travaux, les puits et les forages manquent de fiches de suivi-évaluation.

La deuxième difficulté est liée au temps, en effet le nombre de jour effectué ne nous permet pas d'obtenir toutes les informations nécessaires.

Enfin la reticence de la population à fournir certaines informations fiables.

I. GENERALITES SUR LA ZONE D'ETUDE

1.1. Situation de la zone d'étude

La zone d'étude englobe les deux (2) provinces du Boulgou et du Kouritenga, situées dans la Direction Régionale de l'Eau du Centre-Est. La Direction Régionale de l'Eau du Centre-Est est l'une des dix (10) régions hydrauliques du Burkina dont le découpage est intervenu en 1989 dans le cadre d'une décentralisation du Ministère de l'eau. Cette zone (voir fig. 1) est située entre 11° et 12°30' latitude Nord et 1°00' longiude Est; à une distance de 150 km à vol d'avion au Sud-Est de Ouagadougou. Le Sud de la zone fait frontière avec le Ghana et le Togo sur une distance de 110 km environ.

La superficie de la province du Boulgou est estimée à 8.658 km² et celle du Kouritenga à 2 576 km² soit au total 11 274 km² ce qui représente environ 4 % du territoire national. Administrativement le Kouritenga comprend neuf (9) départements et le Boulgou treize (13) départements soient vingt deux (22) départements en totalité. Les chefs lieux de province sont : Koupéla pour la province du Kouritenga et Tenkodogo, pour celle du Boulgou.

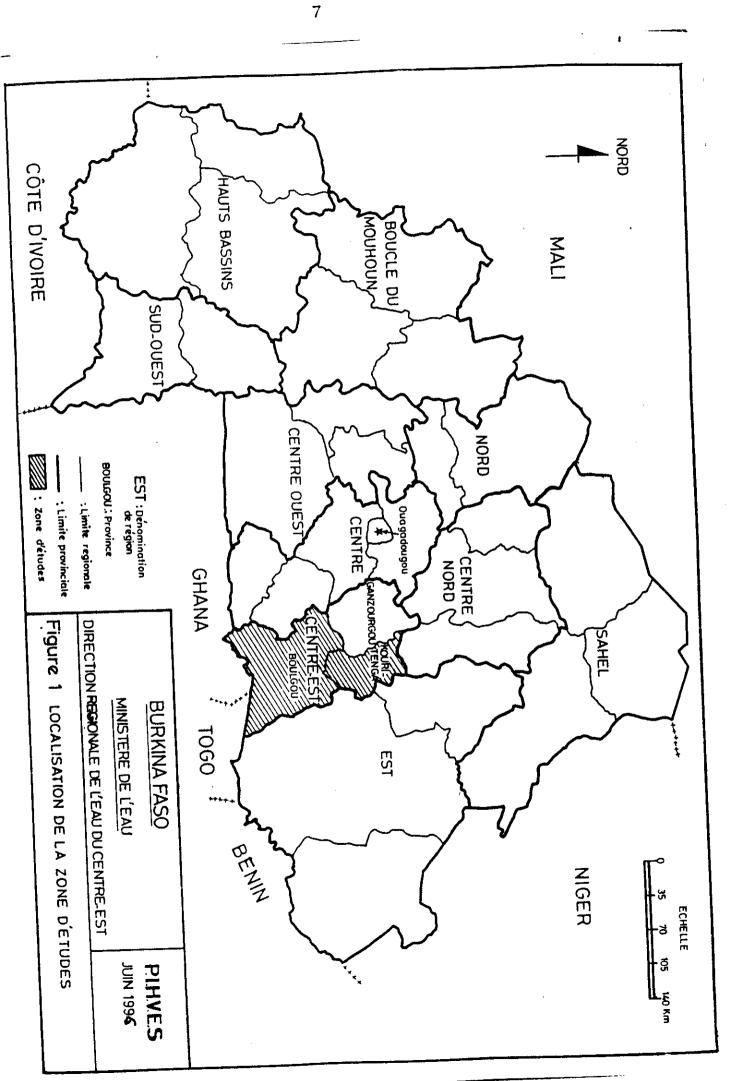
1.2. Climat

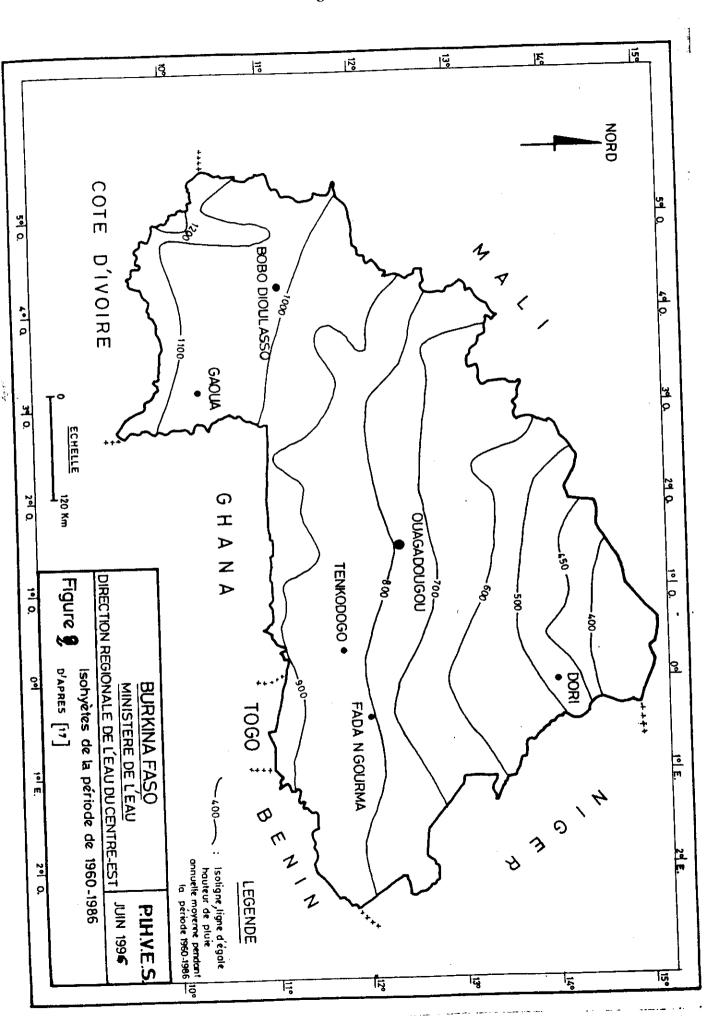
Le climat est caractérisé par l'alternance de deux (2) saisons :

- une saison sèche influencée par les vents sahariens qui soufflent du Nord-Est vers le Sud-Ouest sur 6 à 8 mois (novembre à avril),
- une saison de pluie induite par la mousson et dont les précipitations s'étalent sur 4 à 6 mois (mai à octobre).

La zone d'étude est située dans une zone climatique appelée "Nordsoudanienne caractérisée par une pluviométrie annuelle moyenne de 800 à 900 mm (voir carte d'isohyètes pour la période de 1960 à 1986). La température en générale élevée varie de 20°C à 40°C pendant la saison sèche et de 16°C à 34°C pendant la saison pluvieuse. Les écarts de températures sont très marqués au Nord et moins prononcés voire faible au Sud.

La répartition de la précipitation mensuelle sur la période de 1981 à 1990 montre qu'elle atteint son maximum (200 à 220 mm) en août et décline rapidement les mois suivants et en octobre, elle est en moyenne de 20 mm.





1.3. Hydrographie

L'altitude de la région varie de 180 m dans les bas-fonds à 250-300 m sur les plateaux. Le point le plus haut est à 368 m au Sud de Youga dans le département de Zabré (Boulgou). L'ensemble de la zone est légèrement incliné vers le Sud suivant les principaux axes de drainage que sont la Nouhae à l'Est, le Nakambé à l'Ouest et le Nazinon au Sud-Ouest (voir figures). Un aspect remarquable est sa grande ramification au Sud avec un écoulement lié seulement à la saison hivernale et à l'intensité des pluies. En saison sèche les cours d'eau les plus importants se transforment en chapelet de mares. Le réseau hydrographique de la zone d'étude est dominé par les grands cours d'eau qui traverse la zone. On distingue alors deus grands Bassins suivant l'axe Ouest-Est : "Bassin des Volta" et "Bassin du Niger".

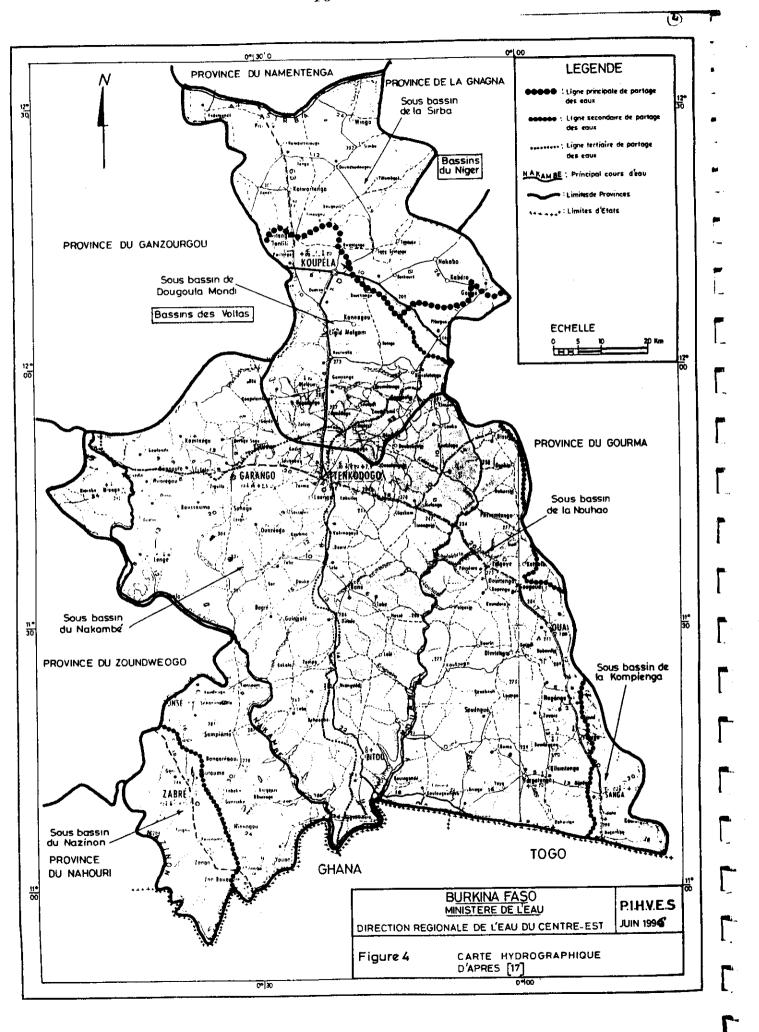
1.4. Végétation

La végétation caractéristique est du type savane arbustive avec un tapis de hautes herbes parsemé de grands arbres. La densité de la végétation croît du Nord au Sud où on peut même parler de forêt claire.

1.5. Population et économie

La réussite et l'échec de réalisation, d'entretien et d'exploitation d'un ouvrage dépendant en grande partie du facteur humain. Il importe alors de connaître son importance pour mieux estimer la quantité d'eau à servir. Ainsi la zone du PIHVES couvre 22 départements pour une population estimée à 743 000 habitants en 1996 par extrapolation sur la base des résultats des recensements de 1985 par l'INSD. La population est repartie sur 645 villages environ et sa densité moyenne est de 66 habitants au Km². On constate actuellement une élévation du taux d'accroissement lié probablement:

- à l'exode des populations venues du Nord du Burkina suite aux effets de la sécheresse.
- à l'existence des terres de cultures et surtout à la construction du barrage de Bagré.



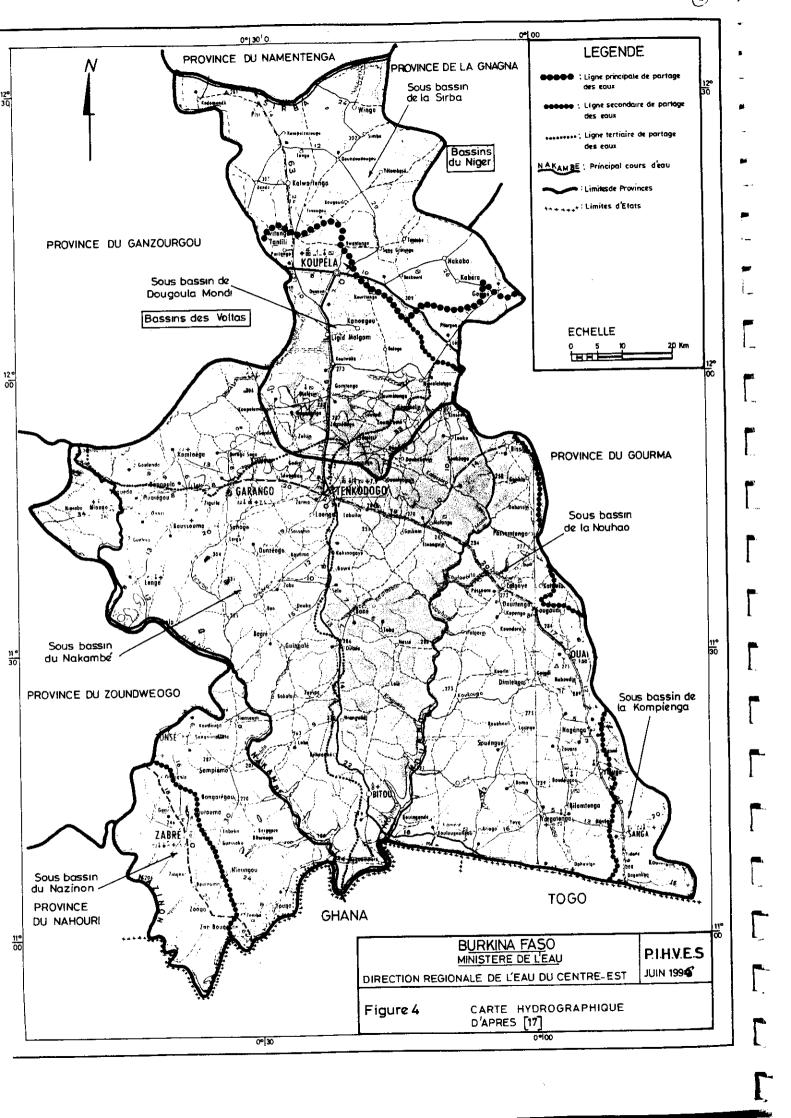


Tableau 1

Nom de	Popula	tions résidentes	(INSD 1985)
Province	1975	1985	1996 (extrapolation)
Boulgou	298 491	444 437	497 773
	106 111	230 461	244 957
Kouritenga TOTAL	404 602	674 898	742 730

Les princpales ethnies qui composent la population dans la zone sont les mossi au Nord et au Centre, les Bissa au Sud, vivant tous en habitats dispersés avec des concessions d'une dizaine de personnes en moyenne. Les principales activités économiques dans la région sont :

- l'agriculture qui occupe la majeure partie de la population en période d'hivernage. On note également le développement des cultures irriguées de contre saison autour des points d'eau et surtout au niveau du barrage de Bagré,
 - l'élevage quie vient en deuxième position.

On note également le développement du petit commerce à cause de l'existance d'un grand axe routier reliant le Togo et le Ghana aux chefs lieu de province.

1.6. Géologie

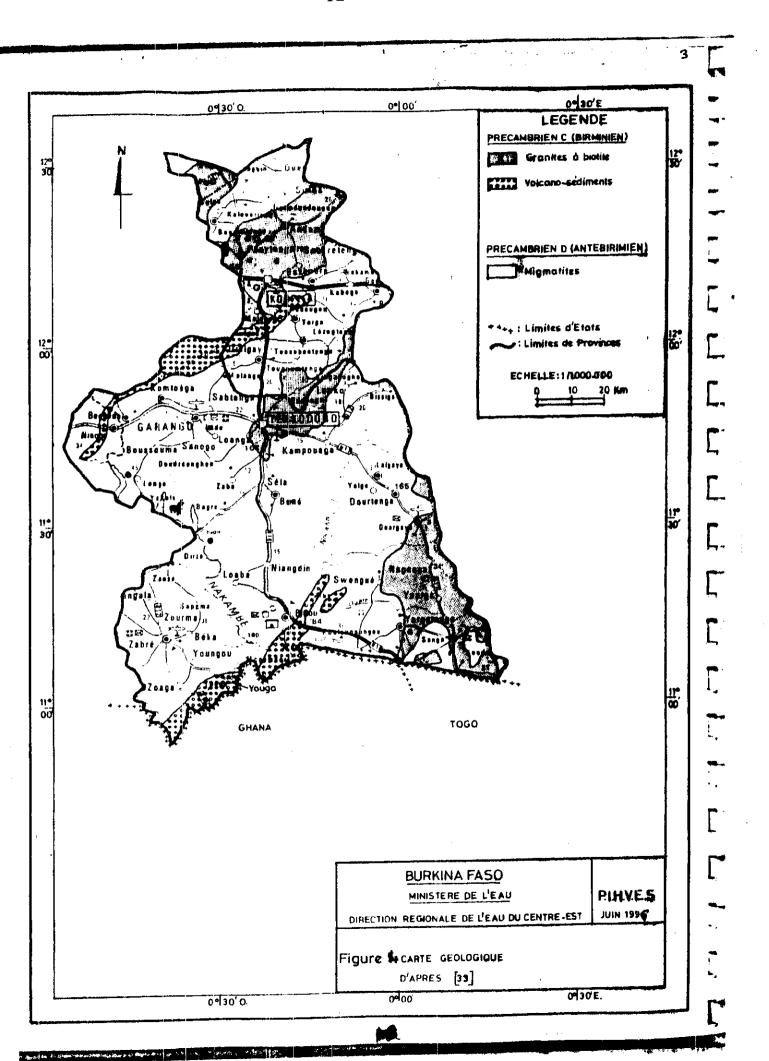
Les formations géologiques rencontrées dans la zone d'étude sont essentiellement des roches cristallines de l'âge précambrien. Ces formations peuvent être groupées en deux grands ensembles.

- Précambrien C, les formations birimiennes,
- Précambrien D, les formations antébirimiennes (voir fig. 4).

a) Précambrien C, les formations birimiennes

Elles sont représentées dans la zone d'étude par des roches plutoniques et volcano-sédimentaires:

- la roche plutonique est représentée en faible partie par des massifs granitiques intrusifs ; circonscrit et discordant. Ces roches couvrent les villes de Koupéla, Tenkodogo et environ. Les massifs granitiques sont constitués de granites à biotite, moscovite et biotite.



- les roches volcano-sedimentaires sont représentées par des métavolcanites et des volcane-sediments. On les rencontre en lambeaux discontinus le long de la rivière Dougolula et au Sud-Ouest de la ville de Bittou.

b) Précambrien D, les formations antébirimiennes

Encore connues sous le nom de Socle granito-gneissique, antébirimien, ces roches sont représentées essentiellement par :

- les migmatites et granites indifférenciés formant le substrat primitif principal et récouvrant à eux seuls plus de 50 % de la superficie de la zone.
- les roches orthométamorphiques que sont les migmatites à biotite et amphibols, disposées suivant la direction Nord 45° en larges bandes paralèlles à hauteur de Tenkodogo jusqu'à la frontière au Sud avec le Ghana et le Togo.

II. APERCU GENERAL SUR LES RESSOURCES EN EAU ET LEUR EXPLOITATION

2.1. Eau de surface

On note l'existence de quelques petits barrages et quelques mares temporaires destinés à des fins agricoles, pastoraux et même domestiques.

Quant au grand barage de Bagré, il est non seulement à but hydro-agricoles mais aussi hydro-électrique et est situé à environ 40 km de Tenkodogo, chef lieu de la province du Boulgou.

2.2. Eaux souterraines

2.2.1. <u>Hydrogéologie</u>

Une bonne connaissance hydrogéologique est nécessaire car des projets d'hydrauliques ne peuvent être menés à bien sans une bonne compréhension des gisements d'eau souterraine et de leur mouvement ainsi que la méthode permettant de déterminer les quantités d'eau exploitables. C'est pourquoi l'hydrogéologue est la personne clé dans un tel projet.

2.2.2. L'altération

Les affleurements sont très nombreux dans la zone. Dans la province du Boulgou en général il n'y a pas de différence significative entre l'épaisseur moyenne d'altération au niveau des différents départements, elle est en moyenne au Boulgou de 13m et au Kouritenga elle est de 15 m environ. L'écart maximal des épaisseurs d'altération est de 7,40 m au Kouritenga et 6 m au Boulgou.

2.2.3. Profondeur de l'eau

Le niveau statique moyen est de 13,40 m dans la province de Kouritenga et 10 m dans la province de Boulgou. Cette différence pourrait être lié à l'attitude du terrain en moyenne plus élevée au Kouritenga qu'à Boulgou. On constate deux grandes catégories de fluctuations:

* une fluctuation saisonnière de la nappe qui se caractérise par une montée d'eau dans les pièzomètres de juillet à septembre et une baisse des niveaux d'eau d'octobre à juin. Ces fluctuations varient en général de 3 à 4 m avec des exceptions allant jusqu'à 8 m et concerne la première nappe.

* une fluctuation pluriannuelle de la nappe qu'il est difficile de déterminer avec exactitude. Les quelques pièzomètres existants font ressortir une tendance à la baisse pendant la période 1975-1988 et une tendance à la remontée en 1988-1993.

2.2.4. Les systèmes aquifères

D'une manière générale on rencontre deux sortes de nappe dans la zone :

- celles des zones altérées ou nappes phréatiques (nappe secondaire)
- celle des zones fissurées ou nappes des fractures du socle (nappe primaire)

* Les nappes phréatiques

Ces nappes sont peu importantes car l'épaisseur d'altération est faible. Les altérites qui les constituent, présentent généralement une faible conductivité hydraulique mais une capacité importante par leur porosité et leur extention dans l'espace que la plupart des ouvrage peuvent exploiter. Il existe un autre type de nappe dite perchée lié à la présence des latérites. Ces latérites sont d'extention très faible dans la zone.

* Les nappes de fractures du socle

Elles se caractérisent par une conductivité hydraulique élevée et une capacité variant très faiblement suivant l'évolution du front de compression en fonction de la morphologie. Les altérites argileuses jouent le premier rôle d'emmagasinement des eaux, d'alimentation des fractures et du maintien de la frange saturée nécessaire pour la pérennité des ouvrages.

2.2.5. Caractéristiques hydrodynamiques des nappes aquifères

Dans toute la zone, très peu de mesures ont déterminé les valeurs de transmissivité T et d'emmagasinement. Des pompages de "longue durée" sur 10 forages de la zone ont donné les valeurs suivantes :

- Transmissivité est de l'ordre T=5 x 10^{-4} m²/s qui est plus élevé que celle trouvée dans le granite au Burkina qui est de 4 x 10^{-6} m²/s ,
- Le coefficient d'emmagasinement est moins fiable dans la zone, et il est de l'ordre de 10-4.

2.2.6. Ressources en eau

L'objet du présent sous-titre est de donner une idée concernant les ressources en eau souterraine au régard des quantités pompées dans les forages et puits existants et les forages et puits à implanter.

Il faut signaler qu'il existe dans la zone du projet les 3 types de mécanisme de recharge des nappes :

- alimentation directe par infiltration : les eaux de pluie s'infiltrent directement dans les sols et progressent lentement dans le sous-sol sous forme d'humidité (recharge diffuse).
- alimentation directe par voie préférentielle : les eaux de pluie s'infiltrent directement et filtrent rapidement vers la nappe par voies préférentielles : zones fracturées, filons de quartz.
- alimentation indirecte : les eaux de ruissellement se concentrent dans et autour des dépressions topographiques locales (bas-fonds, marigots) et régionales (vallées alluviales). Cette alimentation peut se faire par front d'humidité ou par voies préférentielles.

Quant à la décharge des nappes elle peut se faire par :

- évapotranspiration,
- écoulement souterains latéraux,
- exploitation par l'homme.

Dans cette zone l'alimentation des nappes se fait surtout par voie préférentielle. La recharge diffuse est peu important par rapport à la recharge totale.

La remontée de la nappe est d'environ 1 à 3 mètres avec une porosité utile de 3 %, on obtient la valeur de recharge de 30 à 90 mm/an. Cependant le mécanisme de décharge et de recharge varie à la fois dans le temps et dans l'espace. Ainsi la recharge totale est estimé entre 3 à 11 % de la pluviométrie annuelle (800 à 900 mm).

La quantité moyenne pompée dans les centres secondaires moyenne étant de $0.3 \times 10^6 \,\mathrm{m}^3$ /an et celle au niveau des puits et forages manuels est de de $1.6 \times 10^6 \,\mathrm{m}^3$ /an soit au total $1.9 \times 10^6 \,\mathrm{m}^3$ /an.

La quantité en volume de recharge de l'aquifère primaire en moyenne de 40mm/an avec une superficie de 11 274 km². Ceux-ci correspond à 4,5 x 10⁸ m³/an.

La comparaison de ces deux quantités fait ressortir que la quantité de pompage ne représente que 0,4 % des ressources renouvelables et l'augmentation de cette quantité par la réalisation des 300 forages en cours en supposant 5 m³/jour par forage ou puits en moyenne amène le volume de pompage 0,5 % des ressources renouvelables.

En supposant toujours un débit de 5 m³/jour par ouvrage (puits et forages soit 1 800 m³/an et avec 40 mm/an de récharge. Malgré la simplicité de la méthode de calcul ici utilisée, on constate que le pompage ne représente qu'une partie infime des ressources renouvelables. La plus grande partie étant mobilisée par l'évaporation et l'écoulement latéral.

2.2.7. Qualité des eaux souterraines

Dans le Boulgou comme au Kouritenga les eaux présentent les mêmes caractéristiques que dans les provinces voisines à savoir :

- le pH fluctue autour de 7,
- la conductivité moyenne est de 365 us/cm,
- la teneur en fer est de 0,3 mg/l,
- la teneur en nitrate comprise entre 25 et 50 mg/l,
- traces des dérivés azotés, phosphates, hydro-carbure.

Donc en conclusion, on peut dire que la qualité des eaux captées surtout par forages tant pour l'alimentation urbaine que villageoise est généralement bonne.

III. CARACTERISTIQUES DES OUVRAGES EXISTANTS

Nous nous limiterons dans cette partie, uniquement aux forages, aux puits traditionnels et aux puits modernes, qui sont les ouvrages les plus utilisés en matière d'alimentation en eau dans les deux provinces du Kouritenga et du Boulgou.

3.1. Les forages

3.1.1. dénombrement

D'après le dernier récensement effectué en 1995, ils existent 442 forages dans la province du Kouritenga et 452 forages dans celle de Boulgou, soit au total 894 forages. A ce nombre il faut ajouter les forages actuellement en cours d'exécution dans le cadre du projet PIHVES pour sa première phase de 300 forages. La profondeur moyenne de ces forages est de 45 m et 51 m respectivement dans la province du Kouritenga et du Boulgou. Les diamètres de ces ouvrages sont de 8" 1/2 pour l'avant trou et 6" 1/2 pour le reste du forage y compris le captage. Le diamètre des tuyaux d'équipement est de 110/120 mm. Le taux de réussite des forages dans les deux provinces tourne autour de 77% en considérant un débit minimum de 0,7 m³/h.

La qualité de l'eau dans ces forages est assez bonne dans l'ensemble, mais on note de plus en plus la présence de fer dans l'eau et cet état de fait peut être dû à la corrosion des éléments métalliques des pompes. Les forages sont en général protégés par des enclos munis d'une dalle anti-érosive et des abreuvoirs.

3.1.2. Productivité

La nappe captée par les forages est la nappe de fracture, appelée nappe profonde par opposition à la nappe phréatique, elle se caractérise par une conductivité hydraulique élévée variant très faiblement en fonction de la morphologie. Lors de la foration on constate en général trois (3) niveaux de venue d'eau qui sont 28 ; 36 et 42 m dans la province du Boulgou et 23 ; 29 et 38 m dans celle du Kouritenga. Les essais réalisés sur 10 forages ont permis de dégager une transmissité moyenne de 5 x 10⁻⁴ m²/s et un coefficient d'emmagasinement de l'orde de 10⁻⁴ avec une perméabilité de l'ordre de 4,6 x 10⁻⁷ à 1,5 x 10⁻⁵.Le débit spécifique est de l'orde de 0,023 à 0,80 m³/m/h si l'on considère le débit minimum de 0,7 m³/h pour un forage positif et 5 m³/h pour un débit moyen. Une classification a été établie en fonction des débits et qui considère qu'un forage est à grand débit lorsque celui-ci est supérieur où égale à 5 m³/h et les autres sont considérés comme des forages à débit faible. Ainsi sur cette base on dispose de 22 % des forages à grand débit pour la province du Boulgou et 18 % pour celle de Kouritenga, soit une moyenne de 20 % dans les deux provinces.

La moyenne des débits des forages considérés à grand débit est de 10 m³/h et la moyenne générale de 5 m³/h. Il n'existe pas une tendance claire sur la fluctuation de la nappe dans cette zone, mais on note une tendance à une baisse saisonnière et pluriannuelle. Le rabattement en fonction du débit moyen varie de 4 à 19 m. Et on note un rayon d'action élevé.

3.1.3. Détérioration

Le recensement de 1995 fait ressortir les résultats suivant parmi les forages équipés des pompes manuelles :

- 67 % des pompes en fonctionnement,
- 33 % des pompes en panne.

Vu le taux de couverture dans la région qui est de 65 % en fonction uniquement du nombre d'ouvrage, cet état de fait rabaisse le taux à environ 54 % si l'on considère une moyenne de 5 m³/jour par forage. Le second problème est le colmatage des forages, ce qui ne lui permet pas de donner un débit satisfaisant. Ensuite vient la détérioration des enclos, des abreuvoirs surtout du manque d'entretien. On note aussi la venue du sable lors du pompage qui doit être certainement dû à la détérioration du captage ou du cuvelage. Même avec l'entretien approprié d'une pompes à main sa longévité ne dépasse guère 10 ans tandis que celle du forage est de 30 ans.

3.1.4. Evaluation et entretien

La comparaison du nombre des pompes quelque soit leur état et leur débit conduit à une répartition de 1099 habitants par pompes à motricité humaine dans la province du Boulgou et 501 habitants par pompe à motricité humaine dans le Kouritenga. On constat que ces chiffres sont loin de celui recommandé habituellement pour les pompes manuelles qui est de 250 habitants (O.M.S.).

On constate d'après le recensement effectué sur les types des pompes à motricité humaine une certaine diversité de type de pompes dont:

- -ABI = 280 pompes,
- Bourga = 20 pompes,
- India = 131 pompes,
- Pulsa = 336 pompes,
- Volonta = 119 pompes.

Cette diversité des types de pompe n'est pas de nature à favoriser la fourniture des pièces de rechange et moins la formation des exploitants sur un type de pompe à l'avenir l'utilisation d'un ou deux types bien adapté et dont les pièces de rechange sont disponibles sera un atout pour éviter des pannes de longue durée.

Pour garantir l'installation, l'utilisation et l'entretien correctes des pompes à main, il est indispensable de surmonter les obstacles sociaux, organisationels, économiques et techniques y afférents.

Il est impérieux que les communautés bénéficiaires perçoivent la nécessité de disposer de pompes à main, qu'elles les considèrent comme leur propriété et qu'elles se sentent responsables de leur entretien. Certains membres choisis parmi les communautés villageoises devraient recevoir une formation sur le tas leur permettant d'acquérir un minimum de connaissance et disposer d'un petit équipement pour l'entretien courant (clés et autres). Des stocks des pièces de rechange doivent être constitués au niveau des grands centres et être facilement accessibles aux paysans.

Un des obstacles de taille qui s'opposent à la réparation des pompes est que l'eau est cherchée par les femmes et les enfants alors que l'entretien est assuré par les hommes qui se sentent moins concernés par le problème de ce fait, les hommes formés quittent souvent les villages pour diverses raisons alors que les femmes et les enfants restent au foyer. Il est alors préférable de voir la possibilité de confier la fonction de réparation aux femmes malgré les reticences éventuelles de la part de certaines communautés.

3.2. Les puits traditionnels

3.2.1. Dénombrement

Il sera très difficile de se prononcer avec beaucoup d'exactitude sur le nombre de ces ouvrages qui sont réalisés au gré de leurs propriétaires et qui sont dans la majeur partie du temps saisonniers à cause de leurs modes de protection et de réalisation. Néanmoins les recensements de 1990 font ressortir près de 6072 puits traditionnels dans les deux provinces. La profondeur de ces ouvrages varie de 11 à 15 m selon le niveau statique et la zone. La hauteur du captage varie de 0,5 m à 3,5 m, avec un diamètre de 0,80 à 1,20 m. Ils sont l'oeuvre des puisateurs villageois. Le soutènement est placé uniquement aux endroits de mauvaise tenue. Il est en bois, en branchage, paille mais aussi en pierre. Ces puits sont exécutés à l'aide du matériel traditionnel daba, et quelques fois barre à mine. Ils sont incapables de traverser des terrains très durs qui nécessitent l'emploi des explosifs. Compte tenu de leur mode de réalisation, de protection et surtout le matériel d'exhaure utilisé, il est impensable de disposer de l'eau potable au niveau de ces puits. De plus l'insalubrité qui réside autour du puits due aux déchets d'animaux, les outils retirés de ces puits lors des différents curages et même la couleur de cette eau due aux éléments en suspension témoignent d'une mauvaise qualité d'eau pour la consommation humaine.

Toute opération d'amélioration de ces ouvrages devra procéder par une analyse de cette eau pour une éventuelle désinfection.

3.2.2. Productivité

L'alimentation de la nappe se fait par l'eau des pluies et présente une fluctuation très importante, d'où les multiples surcreusements constatés sur les puits traditionnels pour rattraper le niveau statique. L'estimation des débits que nous avons effectuée fait ressortir un débit d'environ 1 m³/jour selon la période. Les temps d'attente sont énormes voir 3 heures. Le plus grand débit est obtenu le matin après l'effet de

capacité. On constate un tarrissement permanent des ouvrages après quelques minutes de puisage. La plupart de ces ouvrages tarrissent complètement avant le mois de mars. Et les propriétaires préfèrent creuser à côté dans un bafond que de poursuivre le surcreusement souvent très délicat. L'eau de ces puits est destinée à des utilisations diverses . La distance parcourue pour s'approvisionner dépasse souvent 500 m, puisque les ouvrages sont placés dans les lits de marigots, bas-fond souvent élognés des villages. Les puits peuvent être privés ou collectifs. On ne peut pas estimer avec beaucoup d'exactitude l'apport de ces puits à la couverture des besoins en eau de la zone, seulement il est incontestable qu'ils demeurent jusqu'aujourd'hui indispensables pour combler le déficit existant du moins sur le plan quantitatif.

3.2.3. Détérioration

Ces puits sont réalisés par des équipes de 2 à 3 personnes sous la conduite d'un puisatier villageois. Ils peuvent être financés par la collectivité ou une tierce personne. L'exploitation de ces puits est excessive à cause du manque d'autres ressources. Le besoin de quantité d'eau suffisante et la baisse continue du niveau statique, conduisent à des surcreusements courants. Après le surcreusement l'ensablement est rapide, des cavernes alors se créent et provoquent l'éboulement du puits. De même le ruissellement des eau de pluies autour de ces ouvrages constitue un grand facteur de détérioration. Les abords du puits sont soumis à une cadence élevée de fréquentation pendant le puisage et provoquant la détérioration des berges.

3.2.4. Evaluation et entretien

Compte tenu du manque d'ouvrages modernes dans certains villages ou bien l'insuffisance de ces derniers, les puits traditionnels constituent le seul recours pour avoir l'eau de consommation pendant la période sèche. Leur exploitation est souvent effectuée par tous les villageois (200 à 300 habitants). Ces puits sont incapables de capter la nappe sur une hauteur suffisante pour couvrir pendant toute l'année le besoin en eau de la population et par conséquent leur remplacement ou leur amélioration demeure une nécessité certaine pour la population qui consacre une très grande partie de son temps à leurs entretiens et leurs approfondissements.

L'entretien de ces puits est presque une oeuvre quotidienne et est généralement assuré par des puisatiers qui sont leurs constructeurs et souvent aidés par des villageois. Consiste le plus souvent au surcreusement, au désensablement et à la remise en place des protections qui disparaissent lors du puisage. On remarque cependant certaines tentatives d'améliorations par les paysans par l'utilisation des moellons

jointoyés au mortier d'argile. Certains villageois que nous avons rencontrés entrain de réaliser de nouveaux puits ont émis le souhait d'être aidés en matériaux définitifs (ciment, fert), pour renforcer leurs puits. Les puisatiers nous ont assuré de leur compentence à pouvoir eux-mêmes avec l'appui de la population, réaliser cette protection. Dans la majeur partie des cas que nous avons visités ces puits ne sont guère entretenus et les villageois préfèrent les abandonner et creuser d'autres en des endroits qu'ils jugent plus prospères. Certains nous ont confirmé que l'entretien de ces puits sans matériel adéquat est souvent plus difficile que la création de nouveaux puits.

Les villageois souhaitent la création des points d'eau moderne pour leur faciliter la tâche et à défaut la réhabilitation des puits traditionnels existants par la mise en place du cuvelage, enclos et margelles qu'ils disent eux-mêmes capables de réaliser s'ils disposent des matériaux définitifs. Ils sont en général près à participer à toutes les étapes des travaux, pourvu que ces travaux n'emputent pas sur leurs activités agricoles et n'excèdent pas 3 mois. La plupart des puisatiers villageois que nous avons rencontrés souhaitent être associés à un éventuel surcreusement et un renforcement, car cela leur permettra d'aquérir une connaissance pour bien assurer l'entretien de leur ouvrage par la suite.

3.3. Les puits modernes

Les puits modernes constituent l'objectif principal de cette étude C'est pourquoi nous y avons attaché une importance particulière. Au cours de cette étude nous avons visité 27 puits modernes repartis dans 4 villages. Nous nous sommes aussi entretenu avec des exploitants de ces puits ainsi que certains puisatiers ayant participé à leur réalisation.

3.3.1. Description d'un puits moderne:

Il est construit en beton armé en général. La différence avec un puits traditionnel est sa grande hauteur de captage et parfois son diamètre.

La réalisation d'un puits moderne fait appel à des techniques perfectionnées pour permettre le creusement sous le niveau d'eau.

Un puits moderne se compose de trois (3) parties :

- . le cuvelage : constitué par des buses pleines en beton armé ou métallique
- . le captage : constitué par des buses crépinés
- . <u>l'équipenent de surface</u> : constitué par la margelle, la dalle anti-érosive, (anti-bourbier), l'abreuvoir, le canal d'évacuation et souvent le puits perdu.

3.3.2. Dénombrement

D'après le dernier inventaire des ouvrages hydrauliques effectué en 1985, la province de Boulgou compte 893 puits modernes dont 285 puits permanents et 608 puits temporaires et celle du Kouritenga compte 250 puits modernes dont 119 puits permanents et 131 temporaires.

Il faut signaler que ce récensement ne fait pas ressortir l'état actuel des puits dont plusieurs sont asséchés et abandonnés et d'autres complètement enterrés. Cependant depuis cette date, on ne note pas encore une nouvelle réalisation de puits modernes. La plupart de ces puits a été réalisée dans les années 1968 à 1980 par des ONG dont le corps de la paix "peace corps", la Mission Catholique et l'Etat.

La réparation de ces puits au niveau des villages est très mal équilibrée et ne tient pas compte du nombre de la population. Certains villages ont une forte concentration des puits (plus de dix) et d'autres ne disposent pas encore de points d'eau moderne malgré leur nombre d'habitants assez important.

<u>Tableau 2</u>: <u>Récapitulatif des puits modernes dans la province de Boulgou et Kouritenga</u> (Source : Rapport de présentation, 1995)

	NOMBRE	POURCENTAGE
Puits permanents	404	44 %
Puits temporaires	739	56 %

3.3.3. Productivité des puits modernes

La nappe captée par les puits modernes est dans la plupart des cas la nappe phréatique que captent aussi les puits traditionnels, mais avec une profondeur beaucoup plus importante 1 à 9 m. La profondeur importante ainsi que le diamètre plus élevés améliore la productivité des puits modernes par rapport à celle des puits traditionnels. L'estimation des débits effectuée lors de réalisation de ces puits modernes font ressortir

un débit d'environ 5 m³/jour. L'estimation des débits effectuée sur 9 puits réalisés en 1979 que nous avons effectuée lors de notre enquête au cours du mois d'avril 1996 fait ressortir un débit moyen d'environ 2 m³/jour soit une réduction de 3 m³/jour qui représente 60 % du débit à la réalisation il y a 17 ans.

Le débit des puits dépend beaucoup de la zone et de la hauteur du captage. Certains puits ont complètement tari et d'autres donnent un débit très élevés : exemple : d'un puits de Lioulgou Motinga réalisé en 1975 et qui donne un débit de près de 15m³/jour pour une profondeur totale de 17,69 m et un diamètre de 1,80 m.

Cependant dans le même village les puits moins profonds donnent un débit de moins de 1 m^3 /jour.

La profondeur moyenne de ces puits est d'environ 13 m. La fluctuation de niveau dans ces puits est de l'ordre de 6 m au cours d'une année, avec un niveau maximum après la saison pluvieuse (novembre) et un niveau minimum en mai et juin (fin de saison sèche).

L'ensablement des fonds contribue à la réduction des débits des puits. Le temps d'attente pour puisage est très élevé malgré la souplesse de puisage qui permet à 5 ou 12 personnes un exhaure simultané selon le diamètre. Le plus grand débit est obtenu le matin à cause de l'effet de stockage la nuit. On observe un tarrissement de certains puits aux environs de 9 h et 16 h au cours de la journée, à cause de la période de pointe d'exhaure.

Il n'existe pas un ordre rigide d'exhaure selon l'utilisation de l'eau, en général les femmes et les hommes s'en servent simultanément. Mais le nombre de femmes dépassent largement celui des hommes.

Compte tenu de la disposition des quartiers dans un village très éparpillés, la distance parcourue pour s'approvisionner dépasse souvent 1 km et constitue une grande corvée pour les femmes qui consacrent plus de 4 heures par jour en saison sèche et 2 heures par jour en saison de pluie pour l'approvisionnement en eau journalier.

Si nous considérons les 1143 puits modernes avec un débit moyen de 2m³/jour et les 404 puits permanents, on a une production journalière de 2 286 m³/jour en saison sèche soit un taux de couverture de 21 % en saison des pluies et 808 m³/jour en saison sèche soit un taux de couverture de 10 % des besoins.

Tableau 3: Estimation de débit sur 9 puits effectuée du 16 avril au 23 avril 1996 de 7 h à 18 h.

Localités (Villages) Caractéris- tiques des puits	Godé 5 km à l'ouest de Tenkodogo	Kampayarga 15 km au Nord	Lioulgou 25 km au Nord
Nombre de puits enquêtés avec $\emptyset = 1,80m$	2	3	4
Débit journalier en m ³	1,5	2,10	2,8
Débit moyen total		2 m ³ /jour	

3.3.4. Caractéristiques techniques des puits existants

La profondeur totale des puits varie entre 6 à 25 m selon la région avec des diamètres variés 1,00 m, 1,20 m, 1,40 m, 1,70 m et 1,80 m. Tous ces puits ont été réalisés avec la participation de la population.

Parmi les 27 puits que nous avons visités 22 sont monocolonnes avec un cuvelage réalisé en descendant sans dalle de fond.

Quant aux puits bicolonnes avec des buses de captage dont le diamètre est inférieur au diamètre de cuvelage, au départ ils étaient monocolonnes, mais ils ont fait l'objet de 2 à 3 surcreusements qui ont conduit à la mise en place du captage.

La hauteur du cuvelage varie en général entre 4 et 17 m. Le cuvelage est en béton armé avec une épaisseur de 0,10 m. La qualité de ce cuvelage malgré sa durée de vie 28 ans dans certains cas est assez bonne. La mise en place de ce cuvelage est assez bonne et a été réalisée par les puisatiers locaux formés à cet effet par les ONG intervenant dans la zone. En dehors des margelles avec une hauteur variant entre 0,20 à 0,90 m, les puits ne disposent pas d'éléments de superstructure (dalle, anti-érosive, abreuvoir, canal d'évacuation, etc.).

La plupart des puits a été réalisée pendant la période sèche avec une durée d'exécution allant de 30 à 90 jours.

3.3.5. Détériorations et réparations des puits visités

Les principales détériorations constatées sont :

- * au niveau du captage
 - l'ensablement sur plus de 1 m de hauteur
 - le décalage et l'inclinaison des buses
 - des cavernes sous les buses de captages
- * au niveau du cuvelage
 - décalage et inclinaison des buses de cuvelage
 - fissures du cuvelage + trous dans le cuvelage
 - rupture et cisaillement du cuvelage
- * au niveau des superstructures
 - margelle cassée ou fissurée
 - manque d'éléments de superstructure
 - abreuvoir disparu ou très proche des puits
 - abreuvoir cassé et unitilisé
 - dalle anti-érosive complètement disparu
 - insalubrité totale autour des puits
 - manque de dalle du fond
 - comblement de tout le puits.

Les différentes réparations entreprises depuis la réalisation de ces puits se limitent à quelques tentatives de curage par la population. Il n'existe en dehors de cela aucune forme de réparation, et la population se contente uniquement de l'exploitation des ces puits lorsque ceux-ci sont productifs. On note que certains puits n'ont jamais reçu une visite d'un organisme étatique quelconque, malgré le fait que certaines réparations dépassant largement la capacité de la population et nécessitent l'intervention des services spécialisés notamment les travaux sous la nappe et la mise des dalles de fond ainsi que le surcreusement.

3.3.6. Participation de la population à la gestion des puits

Certains puits ont été exécutés à la demande de la population par contre d'autres l'ont été sur une proposition des bailleurs de fonds. Dans tous les cas la population a participé à l'exécution des travaux surtout pour le fonçage où elle a servi de main d'oeuvre. La population a aussi contribué à loger les ouvriers spécialisés et leur matériel. En plus plusieurs dons ont été offerts aux équipes des fonçages en nature ou en

espèce par la population qui prend en charge aussi la nourriture des équipes. Si l'on considère la durée de fonçage d'un puits quelque soit sa nature qui s'élève à environ 2 mois, on peut estimer la contribution de la population par puits en raison de 6 personnes par jour.

Tableau 4: Estimation de la contribution de la population par puits

Désignation	Quantités	Prix unitaire	Montant
Main d'oeuvre 6 personnes/jour pendant 2 mois	6 x 60	500	180 000
Nourriture 2 personnes pendant 60 jours	2 x 60	300	36 000
Logement	Forfait	10 000	10 000
Autres dons et fêtes	Forfait	20 000	20 000
Total			246 000

D'où la contribution en terme financière de la population par puits s'élève à environ 300 000 frs CFA.

D'après les discussions avec les utilisateurs, il ressort que la population a participé très faiblement au choix du site. Les sites ont été choisis par les techniciens (hydrogéologues) et n'ont pas toujours tenu compte des facteurs sociaux. C'est ce qui fait que certains puits dans un village sont éloignés des habitations de plus de 500 m ou bien qu'on a un regroupement des puits dans un rayon de moins de 50 m.

Les quelques puits implantés en collaboration avec la population se situent aux alentours de la concession des premiers responsables du village, défavorisant certaines habitations éloignées du chef de village. Cet état de fait a aussi son avantage, car nous avons constaté que dans ce cas, les puits bénéficient d'un certain entretien. La participation à l'exécution s'était aussi faite d'une façon très mal organisée. Tout le village était obligé d'être là chaque jour alors que 5 à 6 personnes par jour suffisent largement. Si à l'avenir des travaux nécessitent l'intervention de la population, cela doit être organisé dans le temps, mais aussi sur le plan de la participation physique. Quant à l'entretien de ces puits, il n'existe pratiquement pas. Les quelques tentatives constatées ça et là sont l'oeuvre du chef de village lorsque le puits tarit et il n'y a pas d'autres solutions. Les villages ne disposent d'aucune organisation de gestion des puits modernes. On assiste alors à un état de fait ou les puits appartiennent à tout le village et à personne à la fois,

lorsqu'il s'agit de les entretenir. Lorsqu'il arrive par malheur qu'une personne tombe dans un puits et meurt le puits est souvent abandonné ou laissé pour plusieurs mois. C'est pourquoi il existe des puits avec suffisamment d'eau mais abandonnés. La profondeur élevée de certains puits, plus de 20 m, et les mystères qu'on leur attribue, entravent leur entretien par la population. C'est bien sûr le cas du puits N° IRN 14-2b TK3 à Kampoyraga.

Dès lors que cette situation se présente, la mise en place d'un nouveau ouvrage ou une réhabilitation quelconque doit passer par la mise en place d'un comité bien structuré de gestion de ces ouvrages afin de maintenir la qualité de l'eau et la perennité des ouvrages. Sa forme doit être proposée par les villageois.

La qualité de l'eau au niveau des puits n'est pas la meilleure. En effet l'insalubrité qui règne autour du puits et la nature des matériels d'exhaure sont sources de la pollution. On ne peut pas alors dans ce cas parler de l'eau potable. L'observation de l'eau puisée fait ressortir une quantité énorme de matières en suspension et donne une couleur trouble dans certains puits.

3.3.7. Entretien des ouvrages par l'Etat

La population ne peut pas à elle seule assurer tous les travaux d'entretien du fait qu'elle n'a pas les moyens et que l'eau est gratuite au niveau des puits, mais aussi parce que certains travaux d'entretien dépassent leur compétence. C'est le cas de surcreusement ou la refection des éléments de superstructure ainsi que le redressement des buses inclinées ou détériorées. Il faut qu'à l'avenir que les services techniques pensent à l'entretien de ces puits. Un entretien tous les 2 ou 3 ans suffit largement.

Pendant la saison des pluies les besoins sont couverts par l'eau souterraine et les eaux de surface. Par contre pendant la saison sèche, tous les besoins en eau sont couverts par les puits. Et cette période coïncide avec la baisse du niveau d'eau donc du débit.

<u>Tableau 5</u>: <u>Récapitulatif d'utilisation de l'eau d'un puits en saison sèche en fonction des heures de la journé</u> (résultat obtenu sur 3 puits à Godé après observation et mesure directe)

Utilisation	Construction et réfection des habitats	Consommation humaines et ménagères	Lessives	Consommation animale
Heures	5 h à 7 h du matin (l'eau est	6 h à 10 h et de	10 h - 30 à	9 h à 10h 30
	stockée)	14 h à 18 h	12 h	
Quantités	20 %	55 %	5%	20 %

3.3.8. Observations des exploitants

Mis à part les problèmes d'entretien que rencontrent certains puits modernes dans les deux provinces du Boulgou et du Kouritenga, les exploitants sont très conscients de l'intérêt que présentent ces ouvrages dans leur vie quotidienne. Ils souhaitent par conséquent dans l'avenir que :

- la communauté villageoise soit autorisée ou associée à choisir les sites d'implantation des futurs ouvrages,
- le puits doit avoir une profondeur suffisante pour éviter les multiples surcreusements,
- les artisans locaux et les membres de la communauté doivent être associés à toute l'opération de fonçage et même de mise en eau afin de leur permettre d'acquérir certains savoir-faires pour une éventuelle reparation des ouvrages,
- la mise en place des superstructures (dalles, abreuvoir, margelle, etc.) afin de protéger les puits et la qualité de l'eau,
- la réalisation aussi d'un enclos comme dans le cadre des forages,
- le surcreusement de tous les puits temporaires pour atteindre une profondeur suffisante,
- la réhabilitation des puits dans les villages qui disposent des forages pour l'abreuvement des animaux et autre besoins,
- tous les travaux nécessitant la main d'oeuvre communautaire doivent se dérouler pendant les mois de janvier à mai,
- la mise en place d'un comité de gestion des puits,
- la formation de certains membres de la communauté en matière d'entretien des puits,
- la mise en place des portiques au dessus des puits pour leur permettre de descendre en cas de curage et autres.

3.3.9. Qualités des eaux des puits modernes

Il est incontestable que les puits contribuent à la couverture des besoins en eau de la région à environ 30 %, mais la qualité de cette eau pour la consommation laisse à désirer. De telle sorte qu'il est impossible de parler de l'eau potable dans les puits, mais de l'eau seulement. La quantité des déchets et matériaux extraits lors des rares curages témoigne du degré de pollution de cette eau. Les instruments utilisés pour l'exhaure sont très insalubres et l'alentour des puits est un bourbier (des flaques d'eau et des déchets d'animaux). C'est tout cet état de fait qui donneà l'eau de puits une couleur trouble et un goût désagréable. Ainsi lors de notre enquête nous avons tenu à vérifier la qualité des eaux au niveau des puits. Pour cela nous avons retenu les caractéristiques d'une eau de consommation norme OMS. Ainsi l'eau doit être exempte:

- des germes pathogènes et de substances toxiques,
- l'eau ne doit pas avoir une teneur excessive en mineraux et matière organiques.
- être incolore, inodore, sans saveur et ne présenter aucune turbidité.

Nous avons, lors de notre vérification, retenu en collaboration avec la population, les responsables de santé et les responsables de l'eau, les caractéristiques physico-chimique suivant : conductivité, la tempéature, le pH, TH, Tca, TA, TAC, Mg, Sou, Mn, Fe, cl, No₃ et No₂. Pour cela une anlyse des eaux des puits doit être effectuée par des laboratoires agrées.

3.3.10. Analyse de la situation des puits existants

Afin de permettre de bien analyser la situation des ouvrages existants nous avons effectué un critère d'analyse suivant :

3.3.10.1. Critère d'analyse

Il est présumé qu'un puits est tout simplement un trou d'une profondeur et d'un diamètre quelconque, creusé dans le sol et que si le terrain est non consolidé, est protégé à l'aide d'un cuvelage pourvu d'ouverture afin de permettre à l'eau de rentrer dans le puits. En fait la situation se présente tout autrement.

Un bon puits doit être exploité de façon efficace et économique pendant de nombreuses années, ils doit donc repondre aux critères suivants :

- fournir un débit d'au moins 3 m³/jour pour couvrir le besoin en eau de 125 personnes,
- avoir une hauteur d'eau d'au moin 1 m en toute saison,
- fournir l'eau de qualité aux exploitants (norme OMS),
- exploiter les nappes peu profondes,
- avoir une profondeur maximum de 30 m,
- avoir une hauteur de captage de 7 m au moins pour tenir compte des fluctuations,
- avoir un diamiètre suffisamment important pour stocker le maximum d'eau,
- avoir un faible coût de réalisation,
- être facilement accessible pour l'entretien,
- disposer de l'eau pendant toute l'année,

Ces critères ne sont pas exhaustifs d'autres critères sont nécessaires pour qu'un puits puisse fournir de l'eau en quantité et en qualité aux exploitants.

Nous allons à partir des critères ci-dessus retenus analyser les puits existants pour vérifier leur taux de satisfaction vis-à-vis du service que les exploitants attendent d'eux.

3.3.10.2. Débit des puits

Le but de tout ouvrage hydraulique villageois est de fournir d'abord de l'eau en quantité aux exploitants pour satisfaire leur besoin en eau quotidien qui est fixé à 20 litres par jour par habitant pour les années 1990 par l'OMS. Pour cela un puits doit fournir à tout moment un débit de 3 m³/jour pour couvrir le besoin de 125 personnes.

Mais dans notre cas en ce qui concerne la région du Boulgou et du Kouritenga en déhors même du fait que plus de 64 % des puits sont temporaires, les puits permanants ne fournissent qu'un débit moyen de 2 m³/jour donc inférieure aux norme de 3 m³/jour.

3.3.10.3. Qualité de l'eau des puits

Les résultats de l'observation que nous avons effectué sur certains puits montrent que certaines normes fixées par l'OMS pour une eau potable sont loin d'être satisfaites c'est notamment : la Turbidité, l'odeur, la couleur, etc., qui rendent l'eau impropre à la consommation. La présence de certaines maladies liées à l'eau est aussi un indicateur de la pollution de l'eau des puits de la région.

3.3.10.4. Hauteur d'eau dans les puits

La hauteur d'eau dans un puits est étroitement liée au débit des puits. Ainsi pour un diamètre de 1,20 m, cette hauteur doit être supérieure ou égale à 1 m pour réduire le temps de puisage et maintenir une certaine salubrité dans un puits. Dans notre cas sur les 27 puits visités 8 puits sont secs soit environ 30 % et 14 puits ont une hauteur d'eau inférieure à 1 mètre soit 52 % à la date du 28 avril 1996. Cette tendance est confirmée par le recencement de 1995 qui donne 60 % environ des puits temporaires

3.3.10.5. Nappe captée et profondeur des puits

La profondeur des puits est dans tous les cas inférieure à 30 mètres compte tenu de l'épaisseur d'altération. La faible profondeur de certains impliquent leur rapide tarrissement à cause de la fluctuation du niveau annuelle qui est supérieure à 4 mètres et aussi pluriannuelle qui est d'environ 3 m en moins de 30 ans (observation des puits réalisés dans les années 1960).

Les puits les plus productifs dans un village donné sont les puits les plus profonds et avec une profondeur d'au moins 10 mètres.

Pour qu'un puits puisse disposer de l'eau pendant toute l'année, il doit avoir une profondeur totale d'au moins 20 mètres.

<u>Tableau 6</u>: <u>Débit en fonction de la profondeur sur 6 puits de Kiogo au 20/04/96</u>

N°	Profondeur	Débit du puits
1	8,60 m	6 m³/jour
2	5,80 m	1,5 m ³ /jour
3	6,55 m	2 m ³ /jour
4	6 m	1 m ³ /jour
5	10,80 m	7 m ³ /jour
6	4,9 m	0 m ³ /jour

Tableau 7: Village de Kampoyargo

N°	Profondeur total (mètre)	Débit (m³/jour)
1	18,40 m	0 m ³ /jour
2	20,60 m	6 m ³ /jour
3	13,60 m	0 m ³ /jour
4	10,65 m	0 m³/jour
5	17,80 m	0 m³/jour
6	19,63 m	7 m³/jour

N.B.: On constate que quelque soit le lieu de la zone d'étude considéré les puits ayant une profondeur supérieure ou égale à 20 mètres contiennent suffisament d'eau en toute saison

3.3.10.6. <u>Hauteur de captage et fluctuation saisonnière de la nappe</u>

La majorité des puits ne disposent pas des buses de captage, ils sont monocolonnes et alimentés par le fond du puits. Mais si l'on considère le niveau supérieur de la nappe en saison des pluis, on constate que la hauteur des captages dans tous les puits visités varie entre 1 et 9 mètres. La fluctuation du niveau d'eau dans les puits est d'environ 8 mètres et atteint son maximum en mai et juin.

L'analyse des résultats d'observations sur les différentes hauteurs de captage ainsi que les fluctuations annuelles et pluriannuelles démontre que pour qu'un puits de la région d'étude puisse disposer de l'eau en toute période de l'année et pendant toute sa durée de vie il doit avoir une hauteur de captage d'au moins 9 mètres.

3.3.11. Eléments des puits visités

Le diamètre le plus fréquent est 1,80 m près de 70 % des puits de la région ont un diamètre de 1,80 m. De plus ce diamètre à l'avantage de permettre :

- . un stockage important d'eau dans le puits.
- . un puisage simultané pour 12 personnes.
- . un surcreusement éventuel avec des diamètres suffisamment grands.

Ceci permet de conclure que le diamètre le plus adopté pour les puits modernes de la région est de 1,80 m.

- La superstructure : en dehors des margelles dont certaines sont détériorées, les puits de la région ne disposent pas d'autres éléments de superstructure d'où la nécessité de réalisation de cette partie d'ouvrage sur tous les puits à réhabiliter.
- Le cuvelage : il est globalement en bon état sur tous les puits visités en dehors des fissures constatées, du décalage et des buses, rupture et cisaillement, etc.
- Le captage présente le même état que le cuvelage. Mais il est souvent ensablé, colmaté et nécessite un éventuel curage lors des réhabilitations.
- L'état d'insalubrité dans lequel se trouve la plupart des puits visités oblige la mise en place d'un comité de gestion sur chaque puits.

3.3.12. Compétence villageoise dans la construction des puits

a) Choix du site

Dans la mesure ou les conditions hydrogéologiques le permettent, la communauté villageoise devrait être autorisée à choisir les sites d'implantation des puits, contrairement à ce qui s'était passé dans les villages que nous avons enquêtés et même dans toute la région d'étude.

Les hydrogéologues ont recours à des méthodes variées pour la recherche d'eau, comprenant l'étude des caractéristique topographique, géologique, l'observation des puits existants et enfin les techniques de prospections géophysiques. Dans la région du Boulgou et du Kouritenga, des méthodes empiriques permettent la localisation des sites. Ces méthodes sont développées par des villageois pour la construction des puits traditionnels et donnent des très bon résultats. En effet, dans les villages mossi se trouvent des personnes ayant la capacité de localiser les sites productifs pour l'implantation d'un ouvrage hydraulique. Ces personnes appelées «Kobawda» en Moré (sourcier en général ou maître de l'eau) ont implanté plusieurs puits positifs. Leur rémunération se limite à quelques dons en nature à l'initiative des futurs propriétaires de l'ouvrage. Ils n'ont pas une place particulière par rapport à leur rôle dans la société. Mais leur tâche leur donne droit à un respect certain. De plus le choix du site d'implantation par la population évite certains problèmes sociaux qui risqueraient de compromettre la longévité et l'entretien des puits. La population doit discuter entre elle même dès l'implantation du puits jusqu'à sa finition à fin de développer un sens de la propriété à l'égard de leurs puits.

b) Exécution des puits

La participation communautaire à la construction de puits peut revêtir diverses formes.

Les membres d'un village participent à l'opération de creusement de puits en fournissant de la main d'oeuvre. Dans les deux provinces du Boulgou et du Kouritenga la population a toujours participé physiquement à l'opération de creusement des puits. L'opération de creusement jusqu'au niveau supérieur de la nappe relève de sa compétence. Dans certains cas la population engage elle-même l'opération de creusement des puits sous l'encadrement des maçons et puisatiers villageois et demande seulement une aide en matériaux définitifs aux ONG, mission catholique, Etat.

Dans la grande période de réalisation des puits modernes comprise entre 1960 et 1980, l'ONG américain «Peace Corps» a formé plusieurs maçons villageois à la mise en place des buses dans les puits. L'entretien que nous avons eu avec certains d'entre eux nous a fait sentir leur capacité de maîtrise de ce genre de travail. Beaucoup d'entre eux affirment avoir formé plusieurs jeunes à ce genre de travail. La population a elle-même bénéficié d'une méthode d'organisation de ce genre de travaux par l'ONG et la mission catholique. Il n'existe pas apparamment des artisans plongeurs bien formés pour les travaux de mise en eau dans les puits, capables de plonger sous une profondeur très grande et pendant un long moment pour des travaux sous l'eau, comme c'est le cas au Niger. Néanmoins l'expérience que les puisatiers villageois ont accumulée leur permet de travailler sous l'eau jusqu'à une profondeur de 1,5 mètres (cas des puits traditionnels). Dans les régions du Boulgou et Kouritenga et même presque partout au Burkina Faso, les travaux de mise en eau dans les puits ont été réalisés par des puisatiers spécialisés et avec des matériels mécanisées de l'ONPF (Office National des Puits et Forages).

En définitif, les communautés villageoises disposent des atouts majeurs pour participer à tous les stades des projets de construction de puits (planification, conception et construction). Sa participation estimée en terme financier dépasse 300 000 frs par puits.

IV. PROPOSITION DE RÉHABILITATION DES PUITS

4.1. Puits traditionnels

4.1.1. Critères de réhabilitation

Pour être efficace la réhabilitation des puits traditionnels doit être effectuée suivant certaines conditions et doit obéir à certaines règles qui constituent dans notre cas les critères de réhabilitations. Ces critères peuvent être classés en deux catécogies : les critères sociaux et les critères techniques :

a) Les critères sociaux et économiques

- La réhabilitation doit être une démande bien exprimée par les exploitants et que ceux-ci perçoivent la nécessité de celle-ci.
- La réhabilitation doit être effectuée entièrement par les exploitants sous la conduite de quelques puisatiers et ne demander que la mise en place des cuvelages réalisables par la communauté villageoise.

- Que les utilisateurs des ouvrages soient disposés à fournir de la main d'oeuvre non qualifiée et le projet se limitera à la fourniture des matériaux définitifs.
- Que le puits soit effectivement utilisé par la communauté villageoise et non un puits personnel.
- Que le coût de réhabilitation ne dépasse pas celui du service que pourra rendre le puits réhabilité.
- Que les travaux ne présentent pas des risques au moment de la réhabilitation.
- Que le village ne dispose pa suffisamment des points d'eau modernes fonctionnels.
- Que la communauté soit associée autant que possible au choix de la méthode de réhabilitation.
- Que la réhabilitation se passe pendant la période sèche et au moment des plus basses eaux (mai-juin).

b) Critères techniques

Le puits doit être situé dans une zone de forte altération, et a une profondeur du niveau statique faible.

Les critères techniques se résument comme suit :

- La profondeur du puits doit être suffisante pour atteindre la nappe et son diamètre d'au moins 1,00 m pour diminuer l'ampleur des travaux et faciliter la mise en place éventuelle du cuvelage.
- Le puits ne doit pas être situé dans un bas-fond ou dans le lit du marigot.
- Que les travaux de réhabilitations soient réalisables, manuellement sans aucun matériel mécanisé.
- Que le terrain soit suffisamment stable pour recevoir le cuvelage.

N.B.: Ces critères constituent en même temps les limites de réhabilitation.

4.1.2. Proposition de réhabilitation par les exploitants

La compétence villageoise dans ce domaine est large et il existe des puisatiers traditionnels, des maçons pour la mise en place du cuvelage et des superstructures ainsi que la main d'oeuvre locale. Pourvu que la communauté villageoise soit averti à temps et que les travaux se déroulent après la période des travaux champêtres, il faut d'ailleurs signaler à ce niveau que la période indiquée pour ces genres de travaux est avril, mai, juin

et elle coïncide avec celle aussi souhaitée par la population et peut être de 6 mois d'ailleurs. La participation en main d'oeuvre des villages souhaitable est de 6 personnes par jours et cela pendant 1 à 2 mois au maximum. Une organisation doit être mise en place par la population pour sa participation en collaboration avec les puisatiers villageois et un minimum de sécurité doit être observé pour couvrir les travailleurs.

Au cours de nos travaux de terrain, nous avons eu à visiter 8 puits traditionnels dans 3 villages différents. Ces puits ont été réalisés par les puisatiers villageois en général sous la demande du chef du village, soit pour augmenter le taux de couverture des besoins en eau du village, soit pour faciliter l'accès au puits à certains quartiers éloignés du point d'eau moderne existant.

Les problèmes rencontrés sur tous les puits traditionnels sont les mêmes partout:

- la dégradation des berges et alentours du puits,
- la dégradation et l'éboulement de la partie supérieure du puits située au-dessus du niveau de la nappe phréatique,
- le manque de verticalité de l'ouvrage et un diamètre irrégulier,
- l'insalubrité au bord et dans le puits.

Ainsi la proposition de réhabilitation de la population est :

- le surcreusement de l'ouvrage jusqu'à une profondeur suffisante,
- la mise en place des superstructures et du cuvelage,
- le curage des puits,
- la mise en place d'autres ouvrages nouveaux.

Le coût de participation de la communauté villageoise est à peu près identique à celui déjà calculé par le passé, pour un puits moderne, qui est d'environ 300 000 frs par puits de plus de 10 m.

4.1.3. Technique de réhabilitation

Compte tenu du fait que les travaux de réhabilitation seront effectués entièrement par la population et que la participation des villageois et des puisatiers nous paraît raisonnable et techniquement possible, nous n'avons pas jugé utile de modifier cette proposition. Les travaux seront constitués de :

4.1.3.1. Curage des puits

Compte tenu de l'état d'insalubrité autour et à l'intérieur des puits traditionnels, cette opération consiste en la vidange totale et le nettoyage du puits en le vidant de son eau et des divers objets tombés dans les puits ou provenant de la détérioration même de l'ouvrage. Le curage se fera à l'aide des puisettes et sera effectué par la population. L'eau vidée du puits sera versée et non utilisée à d'autres fins.

4.1.3.2. Fonçage des puits

Cette opération n'est envisageable que lorsque le terrain est de bonne tenue, excluent tout risque d'éboulement ou d'effritement des parois et lorsque le puits est pérenne. Il consiste en un surcreusement du puits sur quelques mètres de profondeur suivant ses dimensions afin d'y constituer une hauteur d'eau jugée acceptable par les utilisateurs (environ 3 mètres).

4.1.3.3. Cuvelage et bétonnage

La technique maîtrisée par les maçons et les puisatiers villageois est celle du cuvelage en béton armé. De plus le cuvelage par des maçonneries en meollons demande beaucoup de main d'oeuvre et de matériel pour le concassage et le transport des pierres. C'est pourquoi nous optons pour le cuvelage en béton armé, qui est un avantage certain sur le plan de la résistance et solidité de l'ouvrage.

La mise en place du cuvelage se fera par la technique du cuvelage en remontant.

Le cuvelage doit présenter une épaisseur de 0,10 m sur hauteur de 2 à 3 m et se reposera sur un ancrage de base.

Les travaux seront effectués par les maçons avec l'aide de la population qui se chargera de la préparation du béton et aidera pour la mise en place du coffrage et du ferraillage.

La composition des bétons sera la suivante : 350 kg de ciment, 400 litres de sable et 800 litres de gravier pour 1 m³ de béton.

4.1.3.4. Margelle

La margelle, construite en beton armé dosé à 350 kg par m³ sera édifiée sur le prolongement du cuvelage et prend appui sur l'encrage de surface. La margelle aura 0,10m d'épaisseur et 0,70 m de hauteur.

4.1.4. Coût de réhabilitation

Ce coût sera uniquement celui des matériaux et de leur mise en place. La main d'oeuvre étant fournie par le village et est estimée à 300 000 Frs.

Tableau 8: Coût de réhabilitation d'un puits traditionnel type de diamètre $\emptyset = 1,40 \text{ m}$

Mise en place du cuvelage + margelle et dalle

Devis quantitatif

Désignation	Gravier (m ³)	Sable (m ³)	Ciment kg	Fer Ø8 mm	Fer Ø6 mm
Margelle	0,264	0,132	117,60	33	25
Dalle +	1,447	0,723	633	24	50
Cuvelage	0,802	0,40	244	47,6	61,20
Ancrage finale	0,405	0,202	176,75	28	23
Total	2,902 m ³	1,459 m ³	1170,75 kg	132,6 mm en 52,90 kg x 1,30 = 68,77 kg	159,20 mm 35,52 kg x 1,10 = 39 kg

<u>Devis estimatif</u>

(Prix unitaire obtenu à Ouagadougou cellule ingénerie EIER)

Désignation	Quantité	Unité	Prix unitaire FCFA	Montant
Gravier	2,920	m^3	5 000	14 600
Sable	1,459	m^3	3 125	4 560
Ciment	117	kg	76	88 996
Fer Ø 8	68,77	kg	804	55 302
Fer Ø 6	39	kg	972	37 895
Puisatier	FF	FF	FF	100 000
				301 353 FCFA
	Total CFA			

N.B.: Le coût de réhabilitation d'un puits traditionnel type s'élève a environ 300 000 frsCFA.

Lorsque la main d'oeuvre est fournie par la communauté rurale et vaut aussi environ 300 000 frs CFA.

Coût global environ 600 000 FCFA

50 % population

50 % projet

4.2. Puits modernes

4.2.1. Critères de réhabilitation

En dehors de quelques critères techniques, tous les critères sont identiques à ceux déjà cités ci-dessus pour les puits traditionnels.

. Critères techniques

Pour être réhabilité le puits moderne ne doit pas :

- avoir plus de 20 ans d'existance, car le plus souvent les puits ayant une durée de vie élevée sont amortis et sont dans un état où il est impossible de les récupérer,

4.2.2. Proposition de réhabilitation par les exploitants

Comme dans les puits traditionnels la communauté villageoise est prête à participer aussi bien aux travaux de construction que d'entretien après la réhabilitation. Et elle dispose des compétences pour certains travaux.

Aussi bien pour les puits traditionnels que pour les puits modernes la proposition de la population pour la réhabilitation est la même et concerne :

- la réparation des fissures sur le cuvelage et le captage,
- le redressement des buses inclinées,
- le désensablement des puits,
- le surcreusment et le curage,
- la réalisation des éléments de superstructure,
- remblaiement des cavernes,
- extraction et remplacement des buses cassées,
- la mise en place d'un comité de gestion des puits.

4.2.3. <u>Technique de réhabilitation</u>

Compte tenu de l'ampleur des travaux et de leur spécificité, la grande partie des travaux surtout dans le puits seront réalisée à l'entreprise. La population contribuera à la réalisation des superstructures et la confection du béton pour la réalisation des buses.

La mise en place des buses en cas de surcreusement doit se faire par télescopage et avec un diamètre plus petit.

Tableau 9: Récapitulatif des détérioration et réparation

Détérioration	Réparation
A. Ca	ptage
. ensablement	. curage
. buses cassées	. colomatage des fissures
. buses fissurées	. mise en place des buses
. décallage et inclinaison des buses	. remblaiement des cavernes
. cavernes	. surcreusement (fonçage)
. puits taris	
B. Cu	velage
. fissuration sans décrochement	. colmatage des fissures et démolissement
. décrochement	. doublage du cuvelage ou extraction
. rupture	. doublage du cuvelage
. caverne	. remblaisement
C. Equipeme	ent de surface
. absence des abreuvoirs, dalle, anti-	. Réfection d'éléments de superstructure
bourbier, canal d'évacuation, etc.	sur tous les puits.

4.2.4. Description des travaux

4.2.4.1. Curage

Si la hauteur d'eau dans le puits n'est pas très important, inférieure ou égale à 2 m la vidange peut se faire par les villageois. Dans le cas contraire il faut utilisé une grue-derrick qui facilitera les travaux.

4.2.4.2. Fonçage

Cette opération qui succède au curage consiste en un surcreusement du puits sur quelques mètres de profondeur suivant ses dimensions afin d'y constituer une hauteur d'eau moins de 3 m à la date du fonçage (mai à juin).

Les travaux de fonçage se feront à l'entreprise compte tenu de leur complexité.

Le havage sera réalisé exclusivement à l'aide de la benne preneuse ou tout autre matériel équivalent.

4.2.4.3. Cuvelage et betonnage et éléments de structure

Après la démolition ou le surcreusement d'un puits moderne, il sera mis en place un nouveau cuvelage et un nouveau captage dont les caractéristiques sont identiques à ceux d'un nouveau puits (voir partie puits 5.4.2.). Il en ait de même pour les margelles, puits perdus, dalle-anti érosive abreuvoir, etc., (voir 5.22.).

4.2.4.4. Réparation des détériorations

Les travaux de refection doivent commencer par une démolition des parties de superstructures.

Dans certains cas il suffira d'effectuer quelques modifications sur la superstructure pour l'améliorer et l'amener à un état satisfaisant. Ce travail peut consister par exemple à hérisser la surface du trottoir et à y déposer une couche de béton convenable, à rattraper la margelle et poursuivre les travaux.

Du moment où la restauration d'une superstructure sera trop laborieuse pour le ramener à un état satisfaisant un changement total de la superstructure sera envisagé.

Les travaux de terrassement pouraient comprendre :

- le terrassement général y compris le déblaiement éventuel du terrain ;
- le remblai en latérite sélectionné ou en sable ;
- l'exécution des fouilles. Ce travail sera fait par les villageois, mais sous la supervision, direction et responsabilité de l'entrepreneur;

4.2.4.5. Coût de réhabilitation Ø = 1,80 avec surcreusement et mise en place du captage.

Tableau 10: Devis quantitatif

Désignation	Gravier	Sable	Ciment	Fer	Fer
	(m^3)	(m^3)	kg	Ø8 mm	Ø6 mm
Margelle	0,436	0,218	194,40	30,92	45,46
Dalle + abreuvoir	1,447	0,723	633	31,20	55
Captage sur 3 ml	0,576	0,288	576	85,80	92,4
Total	2,458	1,230	1403,4 x 1,20 =	187,92 mm	192,846
			1684,00		

N.B. Le ciment est majoré de 20 % pour tenir compte de réparation fissurée.

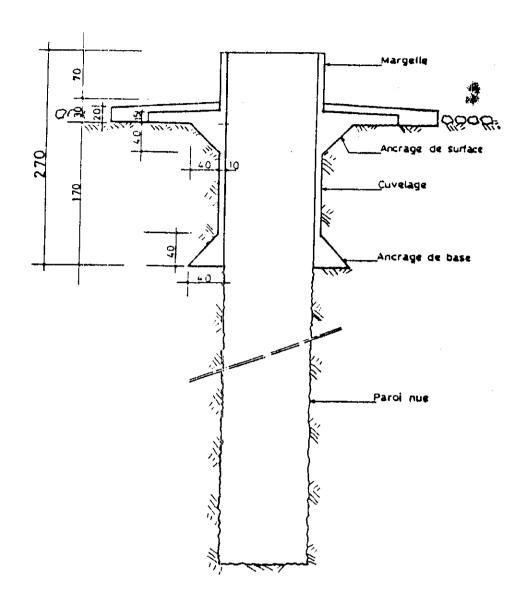
Devis estimatif réhabilitation puits moderne

Désignation	Quantité	Unité	Prix unitaire FCFA	Montant
Gravier	2,5	m ³	5 000	12 500
Sable	1,30	m ³	3 125	4062,5
Ciment	1 684	kg _	76	127 984
Fer Ø 8	187,92	kg	321	60 322,32
Fer Ø 6	192,846	kg	217	41 847,582
Puisatiers	FF	FF	FF	100 000
Mise en eau sur 3 ml de captage	3	ml	384 500	1 153 500
саріаде	Total CFA			1 500 216,405

N.B: La participation de la population est estimé à 300 000 francs par puits soit un total: 1 800 000 environ.

La participation de la population représente environ 17 % de la contribution du bailleur de fonds.

Coupe d'un pints traditionals fig 2



TOUTES LES DIMENSIONS NON SPECIFIEES SONT EN CENTIMETRES

V. ETUDE D'UN OUVRAGE TYPE

5.1. Définition

Un puits est un trou vertical cylindrique permettant d'atteindre à partir du sol, la nappe d'eau souterraine la moins profonde, ou «nappe phréatique». Les caractéristiques essentielles d'un puits sont sa profondeur et la débit qu'il est capable de fournir.

Un puits se compose de trois (3) parties :

- le cuvelage,
- le captage
- l'équipement de surface.

5.2. Choix des procédés de construction

Ce choix sera essentiellement fonction des deux facteurs qui sont :

- socio-économiques,
- techniques.

5.2.1. Facteurs socio-économiques

5.2.1.1. Compétences régionales

En matière de construction des puits la région dispose de beaucoup d'atouts et une longue expérience. Car depuis les années 1960 plusieurs types de puits ont été réalisés dans la région. Pour cela plusieurs personnes au niveau des villages ont été formées par les ONG, la mission catholique et même l'Etat. Ainsi parmi les personnes formées on trouve :

- des maçons qui ont contribué à la mise en place des cuvelages et des margelles au niveau de tous les puits en collaboration avec la population,
- des puisatiers ayant participé au fonçage des puits et leur mise en eau,
- des sourciers ayant implanté plusieurs puits positifs sans étude géophysique,
- des populations ayant une grande expérience en matière d'organisation dans les travaux de construction des puits traditionnels dont près de 6072 sont réalisés avec elles.

En revanche il n'existe pas dans la zone des entreprises de construction des puits. L'entreprise qui a réalisé les travaux de mise en eau dans la région est l'O.N.P.F. (Office National des Puits et Forages) basée à Ouagadugou. Le manque d'entreprise locale en matière de réalisations des puits et forages peut être justifié par le fait que depuis plus de 15 ans il n'existe pas de projets de réalisation des puits dans le région.

En dehors de l'ONPF se trouve toujours à Ouagadougou : - O.N.A.T.

Ces entreprises ont la capacité de se déplacer rapidement et aisément dans toutes les régions de pays.

5.2.1.2. Proposition des exploitants

Le choix des popultions à la suite des enquêtes que nous avons menées se résument comme suit :

- disposer d'un ouvrage qu'ils peuvent eux-mêmes entretenir et même apporter des modifications sans trop attendre l'appui extérieur,
 - être associées aux choix de site d'implantation et aux travaux de réalisation,
 - disposer de l'eau en quantité et de façon continue,
 - que les travaux de construction se déroulent en période morte,
 - que les travaux ne présentent pas beaucoup de risque,
 - que le puits soit le plus profond possible pour éviter son tarissement,
 - ils souhaitent aussi que le puits ait un grand diamètre pour permettre à deux ou trois personne de rentrer et travailler en même temps, cela leur permettra de gagner beaucoup de temps
 - ils souhaitent aussi un appui en petit matériel après la construction du puits pour l'entretien des puits (corde, poulie, pioche, etc.).

5.2.1.3. <u>Limites villageoises</u>

Quelle que soit leur volonté, les villageois ont une limite en matière des travaux de construction des puits. Les travaux de captage lorsqu'ils dépassent 2 mètres en-dessous de la nappe ne peuvent être réalisés que par une entreprise spécialisée de même que les travaux en terrain très dur ou très instable qui nécessitent l'emploi des explosifs ou dynamite.

Lorsque les travaux dépassent de 3 mois, on constate souvent une démobilisation des villageois. Il arrive souvent que des programmes de puits en régie ou à l'entreprise soient réalisés aux alentours sans aucune participation des habitants. Les villageois font la comparaison et refusent d'apporter leur concours.

Compte tenu de leur moyen souvent limité, la population présente une certaine reticence à des contributions financières.

5.2.2. Facteurs technologiques

5.2.2.1. La nature du terrain

La nature du terrain est l'un des éléments essentiels de détermination des procédés de construction d'un puits. Elle est généralement classée en quatre catégories qui sont :

- les terrains instables (sables boulant, argile kaolinite),
- les terrains tendres : (sable argileux, grés tendre, calcaire, etc.),
- les terrains durs : (grés, marne, granite pas altéré, etc.),
- les terrains très durs : (grés compact, calcaire dur, quartz, granite , etc.).

A chaque catégorie de terrain rencontré correspond un moyen de fonçage, un cuvelage et un captage bien déterminé (voir tableau ci-dessus).

Dans les deux provinces du Boulgou et Kouritenga, le terrain est constitué en général de granite altéré qui constitue la partie renfermant la nappe phréatique, le granite fissurée ainsi que la roche saine.

Coupe type sur terrain

- cuirasse latéritique ferrugineuse,
- argile kaolinique latéritique,
- argiles kaolinique milieu acide,
- argile illitique: milieu alcalin,
- masse des débrits et particules,
- roche mère alterée,
- roche intacte.

Si l'on se refère à la composition de chaque catégorie de terrain on constate que la nature du terrain dans la zone du PIHVES est le terrain tendre.

5.2.2.2. Fongage du puits

Si on se refaire au même tableau, on constate que compte tenu de la nature du terrain, le fonçage peut se faire à l'aide de la main d'oeuvre non qualifiée comme la population, avec du matériel rudimentaire comme : la pioche, le pic, la barre à mine. Cette opération de fonçage consiste à réaliser la fouille de la surface du terrain au niveau supérieur de la nappe.

Dans le cas général dans la zone du Boulgou et Kouritenga la profondeur du fonçage (fouille) sera de 11 mètres. Cette fouille sera circulaire pour offrir une résistance à la pression du terrain.

5.2.2.3. La profondeur et diamètre souhaité

Au cours de l'enquête et des entretiens que nous avons eu avec la population et les services techniques et même toutes les coupes techniques des puits, il ressort que pour qu'un puits puisse disposer de l'eau à tout moment, il doit pouvoir capter la nappe sur une hauteur d'environ 9 mètres. D'où en tenant compte du fonçage sur 11 mètres, la profondeur totale conseillée dans les deux provinces est de 20 mètres.

Lorsque la profondeur d'altération est inférieure à 20 mètres, il sera nécessaire de continuer le fonçage jusqu'au niveau de la roche facturée pour pouvoir constituer un stockage (réservoir) qui pourra améliorer le débit journalier pendant la nuit. Cependant le creusement dans les roches fracturées nécessite l'emploi des marteaux piqueurs et la présence d'un personnel spécialisé. Cette partie du travail ne pourra être exécuté que par une entreprise spécialisée.

Le diamètre conditionne les possibilités de puisage. Ainsi pour tenir compte de l'affluance sur les puits pendant la période des pointes plus de 10 personnes doivent pouvoir puiser à la fois. Il sera nécessaire de donner au puits un diamètre suffisamment grand. En plus le grand diamètre améliore la capacité du stockage du puits et son débit. Il existe des moules normalisées (\emptyset 1,80, \emptyset 1,40, \emptyset 1,20).

Pour toutes ces raisons nous optons pour un diamètre du cuvelage de \emptyset 1,80 mètres qui permet un puisage simultané pour 6 à 12 personnes et peut fournir un débit très élevé avec un stockage de 3,14 m³ par mètre et donc un débit journalier de 9 m³/jour sur 3 mètres (hauteur minimum d'eau dans le puits).

5.2.2.4. Cuvelage

La nature du terrain donne la possibilité de réaliser trois types de cuvelage qui sont :

- le havage qui est un soutènement immédiat en plaçant une colonne de buse avant même d'avoir procédé à l'enlèvement des déblais. La colonne s'enfonce alors dans le terrain sous son propre poids au fur et à mesure de l'extraction des deblais. Cette technique nécessite du matériel de transport et de mise en place ainsi que l'utilisation de la main d'oeuvre qualifiée. Elle est surtout utilisée pour les terrains boulants.
- cuvelage métallique très rarement utilisé et presque inexistant dans les marchés locaux et même national. Il est surtout utilisé dans les zones où les eaux sont agressives.
- le cuvelage en béton armé avec encrage intermédiaire en descendant par passe de 1 mètre avec des tranches de 10 mètres. Compte tenu de la nature du terrain et de nombre de puits réalisés dans la zone du projet qui sont cuvelés en remontant et donc de l'expérience régionale cette méthode est la mieux adaptée et bien souhaitée par les puisatiers et les maçons villageois.

5.2.2.5. Le captage

Compte tenu des expériences sur tous les types de captage réalisés dans la zone et des problèmes que ceux-ci rencontrent, la seule méthode préconisable dans la zone est la mise en place du captage par téléscopage (havage). La colonne de buses de captage avec un diamètre de 1,40 mètres munie des trousses coupantes, sera mise en place manuellement, avec 9 mètres de profondeur. La partie du captage située dans la roche fracturée ou la roche saine sera nu sans captage et sans dalle de fond. Les buses de captage doivent être munies des barbacanes qui auront un diamètre de 5 à 10 mm et inclinés à 45 ° vers l'extérieur. Les trous seront espacés de 0,10 mètres les uns des autres.

5.2.2.6. Dalle de fonds

Son rôle est d'éviter la remontée des terrains instables et de granulométrie fine.

Elle domine considérablement l'ensablement ainsi que l'inclinaison des buses de captage.

d'infiltration des eaux de surface. Pour empêcher une contamination de l'eau de puits, il sera nécessaire de sceller le puits avec une dalle de couverture et d'installer une pompe manuelle.

Dans notre étude, nous préconisons cette solution pour tous les puits à but essentiellement villageois (eau de consommation + ménage) et dont le débit minimum est supérieur ou égal à 5 m³/jour.

L'importance de cette solution en dehors de l'aspect sanitaire par rapport aux forages est qu'en cas de panne de la pompe on peut dégager la dalle de couverture et la pompe et puiser avec des puisettes ou seau avec corde.

Seulement cette dalle doit être suffisamment lourde et armée pour éviter de la soulever à tout moment, car tout soulèvement sans au préalable enlever la pompe risquerait de causer des dommages à cette dernière.

La dalle doit être pourvu d'un trou pour recevoir la pompe, elle doit être circulaire avec un diamètre de 2,00 m et une épaisseur de 0,10 m elle sera en béton armé dosé à 400 kg/m³. Son coût sera d'environ 50 000 francs et son volume 0,254 m³.

5.3. Description technique des travaux

5.3.1. Le fonçage

Cette opération consiste au creusement d'un puits à partir du sol jusqu'au niveau supérieur de la nappe, sur environ 11 mètres. Le fonçage sera réalisé essentiellement par la population sous l'encadrement des puisatiers villageois. Le creusement se fera avec un diamètre de 2 mètres avec du matériel rudimentaire dont la pioche, la barre à mine, le pic, etc. L'évacuation communautaire sera de l'ordre de 6 personnes par jour. Le fonçage durera environ 1 mois. Lorsque le terrain est très dur le fonçage se fera à l'aide de compresseur, de marteau piqueur et accessoirs.

5.3.2. Cuvelage et bétonnage

Afin de protéger le terrain contre un effondrement éventuel, il sera réalisé un cuvelage en béton armé dosé à 350 kg/m³ avec un diamètre de 1,80 mètres et une épaisseur de 0,10 mètre. Il sera réalisé par les moyens villageois sous l'encadrement d'un puisatier spécialisé. Il sera fait en descendant. Les exploitants des puits se chargeront de la préparation du béton. Et lorsque la zone d'emprunt de gravier et du sable ne sont pas

éloignés, ils se chargeront aussi de leur transport. Concernant les autres conditions voir partie cuvelage bétonnage réhabilitation des puits modernes (.2.4.3.) deux ancrages seront prévus dont un ancrage de surface et un ancrage en fin du cuvelage. Il peut êtresprévu un ancrage intermédiaire pour mieux assurer la stabilité de l'ouvrage.

5.3.3. Le captage

La mise en place du captage se fera entièrement à l'entreprise sur 9 mètres. Les buses de captage confectionnées par l'entreprise auront 1 mètre de hauteur chacune et seront placées par télescopage à l'aide de la benne preneuse, grue. Autres conditions sont identiques au captage de réhabilitation des puits modernes.

5.3.4. Dalle de fond

Elle est confectionnée par la population et sa mise en place se fera à l'entreprise. La dalle doit avoir une épaisseur de 0,10 m et un diamètre de 1,30 m à sa partie supérieure.

5.3.5. Essai de débit en règle

Après la réalisation du puits celui-ci sera vidé complètement et à l'aide de la pompe submersible à membrane. On procèdera à la mesure des débits ainsi que la remontée. Les résultats seront interprétés par la méthode du Porchet.

5.3.6. Analyse physico-chimique

Deux échantillons de un litre chacun seront prélevés dans chaque puits dès que le niveau sera stabilisé. Les échantillons seront analyser par un laboratoire agréé et ont procèdera à la détermination des éléments suivants :

<u>Catrons</u>	<u>Anions</u>	<u>Autres paramètres</u>
Na+, Fe++ Mg++,	Cl^- , $SO_4^{}$, CO_3	pH, conductivité, température
Ca ⁺⁺ , K ⁺ ,	$PO_4^{}$, NO_3^{-} ,	odeur, goût, couleur.
NH ₄	NO_2^- , HCO_3^-	

Devis quantitatif de réalisation d'un puits type de 20 mètres de profondeur (9 m de captage,11 m de cuvelage) Ø 1,80 m

Désignation	Gravier (m ³)	Sable (m ³)	Ciment kg	Fer Ø8 mm	Fer Ø6 mm
Cuvelage	5,192	2,596	2310	308,130	396,110
Ancrage de surface	0,96	0,48	420	28	53
Ancrage intermédiaire	0,485	0,244	213,5	30	36
Buse de captage	3,456	1,725	1512	198	252
Trousse coupante	0,154	0,077	80	31	25
Margelle	1,08	0,53	405	56	30
Abreuvoir	0,120	0,060	60		20
Total	11,45	5,725	5000,5	734,40	851,60

Coût estimatif d'un puis de 20 m dans la région du Boulgou et du Kouritenga

Tableau 11: Ø 1,80 m

Désignation	Quantité	Unité	Prix unitaire FCFA	Montant
Gravier	11,45	m ³	5 000	57 250
Sable	5,725	m ³	3 125	17 890,625
Ciment	5000	kg	76	380 000
Fer Ø 8	734,40	kg	321	235 742,40
Fer Ø 6	851,60	kg	217	184 797,20
4 Puisatiers	FF	FF	FF	200 000
Mise en eau sur 9 ml	9	ml	384 500	3 460 500
172500 011 0110	Total CFA			4 536 180,225

La contribution de la population est environ de 300 000 frs soit environ une <u>N.B.</u>: total = 4836 180 frs par ouvrage.

Fig.1: COUPE VERTICALE DE PUITS 'C Margelle Cuvelage @ 180-200 1180 Ancrage intermediaire Buses crépinées à 140-160 EN CENTIMETRE Massif de gravier

VI. APPROCHE METHODOLOGIQUE DE PROGRAMMATION ET GESTION D'UN PUITS

6.1. Méthode de gestion existant

En dehors des forages réalisés dans la zone, il n'existe pas à proprement parlé de système de gestion des ouvrages hydrauliques. Et ce problème de manque de gestion est plus aigu sur les puits modernes que sur les puits traditionnels.

Au niveau des puits traditionnels qui sont généralement exécutés entièrement par les exploitants ou des propriétaires privés, on constate un système d'entretien et de gestion qui va de l'organisation de la participation communautaire à l'accès à l'eau jusqu'à l'entretien. En effet les puits traditionnels sont construits soit sur la propre initiative du chef du village, des puisatiers villageois ou même d'un particulier qui finance entièrement les travaux d'exécution. Selon l'un ou l'autre cas, la méthode de gestion diffère. Ainsi pour :

- sur les puits traditionnels exécutés à la demande du chef de village ou des puisatiers villageois, on constate une organisation pour d'abord le creusement du puits où toute la communauté villageoise participe physiquement au fonçage. Après exécution du puits, l'accès à l'eau est ouvert à toute la communauté villageoise et l'entretien est assuré par la communauté villageoise à la demande du chef du village sous la conduite des puisatiers villageois. L'opération d'entretien est souvent très difficile et demande beaucoup de temps. Elle consiste souvent au curage du puits, au surcreusement et la remise en place du soutènement. L'entretien d'un puits traditionnel peut se repéter 2 à 4 fois au cours d'une année.

- les puits traditionnels financés par un particulier le sont en général lorsqu'un villageois dispose des moyens et une grande famille ou autres activités nécessitant beaucoup d'eau (élevage, petites irrigations). Celui-ci fait appel aux puisatiers locaux qu'il finance pour lui réaliser un puits en général dans une propriété privée. Le coût de réalisation de ces puits est d'environ 50 000 frs à 75 000 frs selon la profondeur (15 à 18m). Il assure en même temps l'entretien de son ouvrage. L'accès à l'eau lui est réservé exclusivement et souvent à ses plus proches. Le fait de disposer d'un puits à son compte lui confère un certain respect vis à vis des villageois qui utilisent son puits.

- au niveau des puits modernes, la situation est toute autre et cela est du même à la méthode d'implantation et d'exécution de ces puits. En effet, dans la plupart des cas la réalisation d'un puits moderne est proposée au villageois par les bailleurs de fonds à qui ont demande une participation physique dans plus de 80 %. Cette proposition est généralement acceptée soit parce que le village souffre du manque d'eau ou parce que les

villageois en font une question de privilège de disposer d'un puits moderne. Compte tenu de la nature du puits et de la technologie utilisée pour sa réalisation, les villageois s'attendent généralement à un service continu. A leurs yeux le puits ne nécessite aucun entretien et même si le cas arrive, il appartient aux bailleurs de fonds ou à l'Etat de s'en charger. Dans certains villages les tarissements complets ont conduit les chefs de village et les puisatiers à réaliser quelques opérations de curage.

6.2. Programmation des ouvrages existants

Il n'existe pas de programmation en matière des puits traditionnels. Chaque fois que le problème d'alimentation en eau se pose (tarrissement des puits), les villageois s'organisent afin de construire un puits traditionnel à des endroits qu'ils jugent productifs sous le guide d'un sourcier, des puisatiers et du chef de village. Plusieurs puits traditionnels peuvent être réalisés dans une même année et dans le même village selon les besoins. Pour les puits modernes, la programmation se fait selon la présence des projets dans la zone, ou bien par l'Etat et surtout en fonction de la population dans le village. En effet selon le programme, chaque village de plus de 500 habitants doit être équipé d'un puits moderne. Quelques fois les puits modernes sont réalisés par la mission catholique à la demande de la communauté villageoise. Donc en conclusion on peut retenir qu'en dehors du fait qu'il faut de l'eau potable pour la communauté villageoise à raison de 20litres/jour/habitant, il n'existe pas une programmation bien établi pour la réalisation des points d'eau. La réalisation n'a jamais tenu compte du nombre d'habitants, ni de la disposition des quartiers dans un village. Certains quartiers sont situés à plus de 500 mètres du puits tandis que d'autres renferment 2 à 3 puits au niveau d'un même village. Si nous considérons l'exemple des 4 villages visités lors de nos travaux d'enquête, on a la situation suivante:

Tableau 12: Répartition de la population par puits et par village

Villages	Population 1995	Nombre de puis modernes	Nombre de population par puits
Kiogo	624 habitants	4 puits	156 hab./puits
Kampayargo	3330 habitants	6 puits	555 hab./puits
Godé	2409 habitants	7 puits	344 hab./puits
Liloulga	2540 habitants	10 puits	254 hab./puits

6.3. <u>Proposition d'une méthode de programmation des puits</u> <u>modernes</u>

6.3.1. Participation communautaire

Le succès d'une approche intégrée dans le domaine de l'hydraulique rurale, dépend dans une large mesure du dégré auquel la communauté a été associée à toutes les activités du projet, depuis le choix des sites de construction des points d'eau villageois jusqu'au fonctionnement et à l'entretien des puits. La clé du succès consiste à permettre autant que possible aux utilisateurs de prendre eux-mêmes les décisions les concernant et à les amener à se sentir propriétaires de leurs points d'eau et à assumer l'entretien des ouvrages à long terme. Ainsi la communauté doit participer sur les opérations suivantes :

- choix des sites d'implantation du nouveau point d'eau,
- creusement du puits jusqu'au niveau supérieur de la nappe,
- fourniture du sable, du gravier, des pierres et de l'eau,
- nettoyage de la zone environnant l'ouvrage,
- logement des puisatiers,
- entretien du futur ouvrage,
- veiller à l'utilisation correcte de l'ouvrage,

6.3.2. Méthode de programmation

Différentes conditions doivent être remplies avant d'engager la communauté dans la construction d'un point d'eau. La communauté doit ressentir le besoin d'eau propre et comprendre les avantages qu'elle peut retirer d'un service amélioré d'approvisionnement en eau pour la santé ou pour d'autres besoins. Les membres de la communauté doivent également témoigner d'un esprit de propriété à l'égard de leur ouvrage. Il est nécessaire de disposer d'un savoir-faire local qui pourrait être mobilisé pour la construction et l'entretien du point d'eau.

L'approche à adopter dans le projet d'hydraulique doit tendre vers :

- un recours minimum ou nul à des prospections géophysiques pour la reconnaissance des sites des points d'eau sauf cas de nécessité absolu,
 - exploitation, partout où cela est possible des nappes peu profondes.

En plus les critères suivants fixés par l'OMS doivent être retenus :

- . 20 litres d'eau par jour et par habitant,
- . distance à parcourir jusqu'au prochain point d'eau 500 mètres maximum,
- . coexistance au niveau d'un village des puits traditionnels, puits modernes et forages équipés de pompes manuelles,
- . mettre d'abord l'accent sur la réhabilitation des points d'eau existants puits traditionnels, modernes ou forages,
- . construction des puits où le niveau statique est située à 20 mètres au maximum.
- . construction des forage où le niveau statique est au-delà de 30 mètres.

Une phase de planification bien conduite est indispensable pour assurer le succès de la programmation. Cette phase comportera les étapes suivantes :

- détermination de la faisabilité de l'ouvrage au regard des conditions hydrogéologiques,
 - recueil des données démographiques,
- recueil des points d'eau existants dans le village, de leur état ainsi que de leur productivité et entretien,
- détermination du nombre de nouveaux puits et forages nécessaires sur la base de 125 personnes par puits et 250 personnes par forages,
- estimation des coûts des ouvrages (réalisation des nouveaux ouvrages ainsi que la réhabilitation des ouvrages existants),
- privilégier la réhabilitation et les ouvrages nécessitant une grande participation de la communauté,
- estimation des coût annuels d'entretien eu égard à la possibilité financière et aux techniques du village,
- décider d'un choix définitif des ouvrages à réaliser avec la communauté villageoise.

6.3.3. Programmation de réhabilitation des puits

Dans la zone du projet près de 300 villages manquent jusqu'à présent d'un point d'eau moderne. L'alimentation en eau de ces villages se fait par les mares, les marigots et surtout les puits traditionnels. Dans de nombreux villages disposant de points d'eau modernes, ceux-ci sont insuffisants et le complément d'eau est généralement apporté par les puits traditionnels. Tout cela explique la nécessité de réhabilitation des puits traditionnels dans les deux cas de figure.

Le puits traditionnel, une fois réhabilité, concurrence énormément les puits modernes et même certains forages en matière de débit et du coût au mètre cube. Par exemple le coût de réhabilitation du puits du chef du village de Kiégo est estimé à 500 000 fras pour un débit d'environ 2,5 m³/jour et une profondeur de 14 mètres. En définitive la programmation de réhabilitation des puits traditionnels doit concerner tous les villages qui ne disposent pas de points d'eau moderne. A condition que le débit du puits dépasse 1 m³/jour et que le coût de réhabilitation ne dépasse 2 000 000 de francs CFA.

Pour les puits modernes, la réhabilitation doit s'opérer sur tous ceux qui recensés, dans les villages où les besoins de 20 litres par jour et par habitant ne sont pas satisfaits. De plus la réhabilitation doit concerner les puits ayant au moins 10 mètres de profondeur pour éviter que le coût de réhabilitation ne dépasse le coût de construction d'un nouveau. Tous les puits dont la durée de vie est supérieure à 25 ans doivent être exclus du programme de réhabilitation car ils sont en général amortis et ne répondent pas aux normes. De plus tous les puits ayant un diamètre inférieur à 1,20 mètres doivent être exclus. La réhabilitation doit se faire sur la demande de la communauté et avec sa participation. Dans la zone d'étude presque tous les puits modernes productifs doivent faire l'objet d'une réhabilitation de la superstructure pour garantir la qualité de l'eau. La réhabilitation des puits modernes doit concerner ceux capables de fournir au moins 3 m³/jour à condition que le coût de réhabilitation ne dépasse pas 3 000 000 de francs CFA.

6.4. Méthode d'entretien des ouvrages

6.4.1. Entretien par les exploitants

L'un des obstacles fréquents à l'entretien et à la réparation des points d'eau en temps voulu est que l'eau est habituellement cherchée et puisée par les femmes et les enfants alors que l'entretien des ouvrages et des pompes manuelles sur forage est généralement du ressort des hommes. Ainsi les hommes formés à ces travaux s'absentent plus fréquemment de leurs villages, alors que les femmes et les enfants restent généralement dans leur foyer. Pour ces divers raisons, ils est souvent préférables de confier cette fonction aux femmes. Cet élargissement des compétences des femmes peut susciter des résistances, mais il vaut la peine de chercher à combattre et à vaincre de telles résistances. Des comités villageois composés des hommes et des femmes doivent être créés pour l'entretien des ouvrages. Des contributions financières doivent être fixées pour l'entretien des ouvrages.

Toute l'organisation doit tourner autour du chef de village à cause surtout de son influence sur l'implantation et l'entretien des puits. Ainsi le comité peut demander une cotisation de 100 frs par personne et par an pour un puits. Si l'on considère les 125 personnes par puits cela fera environ 12 500 frs. Un puits moderne peut être entretenus tous les 3 ans à ce moment le montant de la cotisation est de l'ordre de 37 500 frs. Cette somme permettra de payer éventuel le ciment pour la réparation des fissures et aussi le gravier. Cette somme permettra aussi de récompenser les maçons ainsi que les puisatiers villageois qui ont la grande responsabilité des travaux.

Les femmes, les maçons et les puisatiers jugerons de la nécessité des travaux d'entretien ou pas. Pour éviter les détournements des fonds d'entretien, le trésorier sera une femme (exemple du projet PIHVES qui donne de bons résultats).

La responsable de salubrité vérifie la salubrité autour des puits et convoque les femmes aux travaux de balayage et remblayage autour des puits. Elle vérifiera aussi la qualité des puisettes. Lorsque le puits est muni d'une pompe manuelle, des hommes et des femmes seront formés aux travaux de réparations et disposeront d'un petit matériel d'entretien et le montant de cotisation pourra doubler.

6.4.2. Entretien par l'Etat

Certains travaux d'entretien dépassent, financièrement et techniquement la capacité de la communauté villageoise. Il est alors impérieux de créer une section spéciale au sein du ministère de l'environnement et de l'eau ou des directions régionales qui se chargera des travaux d'entretien particulier.

Cette section comprendra:

- 1 puisatier spécialisé
- 1 aide puisatier
- 2 manoeuvres
- 1 équipement en matériel type qui se compose de grue-derrick, camion, coffrages, treuil, etc.

Cette équipe effectuera des visites tous les deux ans sur chaque puits et procédera aux réparations dépassant la capacité des exploitants. Elle peut aussi procéder à la formation des puisatiers villageois.

VII. CONCLUSION

Les résultats issus de l'analyse de la situation des ouvrages existants (puits et forages) font ressortir qu'en dehors de leur insuffisance à couvrir les besoins en eau de la région moins de 50 %, ils se trouvent dans un état de détérioration total en général dû au manque d'entretien de la part des exploitants mais aussi de la part de l'Etat. Les comités de gestion des points d'eau de la région rencontrent de sérieux problèmes qui occasionnent leur disparution. En effet la population a été très peu associée à la réalisation, à la planification et même à la programmation des points d'eau modernes et se sent par conséquent moins concernée par le problème de leur entretien. Les responsables de comité ont été choisis sans formation ni le minimum de matériel d'entretien. Certains membres du comité ont usé de leur influence pour détourner les fonds collectés et destinés à l'entretien des pompes manuelles, engendrant l'abandon des forages depuis plusieurs années. Cependant la situation n'est pas complètement désespérante puisque les villages disposent de compétences capables de relever le défit. C'est notamment, les maçons, les puisatiers et les sourciers qui ont une expérience énorme dans la construction des puits traditionnels. L'eau souterraine existe en quantité et en qualité dans la zone, la seule difficulté est la maîtrise de la méthode de leur exploitation. Ainsi avec la communauté villageois, il est possible de réhabiliter la majorité des puits traditionnels et modernes et à moindre coût. Les travaux se feront en grande partie par la population sous l'encadrement des maçons, des puisatiers. Le coût de réhabilitation d'un puits traditionnel est d'environ 600 000 frs CFA donc 50 % constitue la participation physique des villageois et celui d'un puits moderne est d'environ 1 800 000 frs avec près de 17 % de participation villageoise. Les débits pouvant être obtenus sont de 2 m³/jour environ pour un puits traditionnel et plus de 3 m³/jour pour les puits modernes. L'avantage de la réhabilitation est de permettre à la population de se sentir maître de leur ouvrage. La réhabilitation de tout ouvrage ne devait se faire que sur la demande de la communauté villageoise avec sa participation.

Pour éviter le tarrissement fréquent et la détérioration, tout nouveau puits moderne doit avoir une profondeur minimale d'environ 20 mètres avec un diamètre de 1,80 mètres. Son captage doit être au minimum de 9 mètres. Le coût de réalisation de ce puits est d'environ 4 800 000 frs. Il doit au maximum intégrer la communauté villageoise qui doit se sentir maître de l'ouvrage. Des comités villageois d'entretien d'ouvrage doivent être élus et formés et ils doivent comprendre des hommes et des femmes ainsi que les puisatiers villageois. Il est aussi possible d'équiper certains puits de pompes manuelles pour améliorer la qualité de l'eau. La forme la plus adéquate des comités sera mise en place par les villageois, ensuite on procédera à l'élection des membres.

Dans l'avenir toute programmation des points d'eau moderne doit tenir compte des ouvrages existants, puits modernes, forages et surtout puits traditionnels dont la réhabilitation ne nécessite que des moyens légers, maîtrisables par les professionnels autochtones assistés d'un bon maçon et dont le prix de l'eau au mètre cube dépasse toute concurrence. L'Etat doit penser après les projets à la mise en place d'un service d'entretien des ouvrages points d'eau.

ANNEXES

Annexe 1 : Caractéristiques techniques des 9 puits visités

Annexe 2 : Vue en plan d'éléments de superstructure

Annexe 3 : Buse de captage

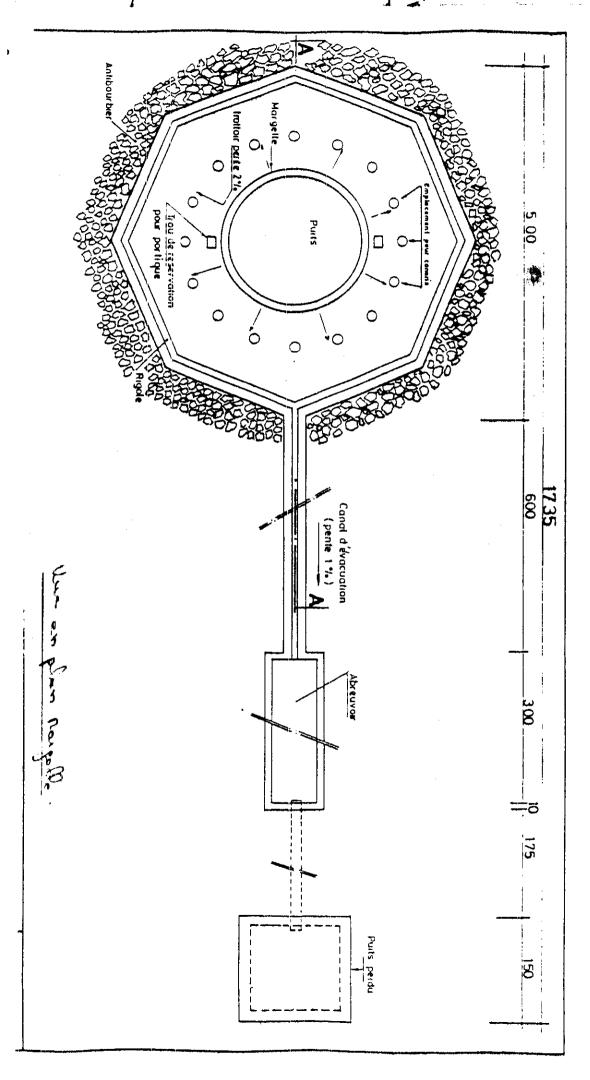
Annexe 4 : Plan de margelle et troittoir

Annexe 5 : Ferraillage de l'ancrage

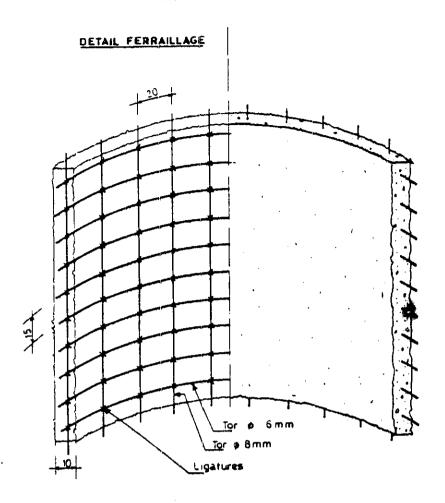
Annexe 6 : Guide d'observation des puits

Annexe 1: Les caractéristiques techniques de quelques points visités

N° IRN	Type de puits	Diamètre	Hauteur	Hauteur	Hauteur	Observations
			cuvelage	captage	margalle	
9-1TK ₃	Monocolonne	8,60 m	8,60 m	Pas de captage	0,90 m	- réalisé en mai 1965 «peace corps»
9-2TK ₃	Bicolonne	1,40 m	4,80 m	1 mètre	0,70 m	- réalisé en mai 1965 «peace corps»
9-3TK ₃	Monocolonne	1,80 m	6,55 m	Pas de captage	0,70 m	- «peace corps» 1969
9-4TK ₃	Monocolonne	1,40 m	6,00 m	Pas de captage	0,65 m	- «peace corps» 1969
Pas recensé	Monocolonne	1,80 m	10,80 m	Pas de captage	0,75 m	- réaliseur : l'Etat
Pas recensé	Monocolonne	1,20 m	2,90 m	Pas de captage	disparu	- Puits abandonné
14-2bTK ₃	Bicolonne	1,40 m	18,40 m	2,65 m	0,90 m	- «peace corps» 1961
19 19 19 19 19						- et approfondissement en 1985 : Etat
TK ₃₋₁₄₋₀₄	Bicolonne '	1,40 m	13,60 m	6 m	1,00 m	- Mission évangélique 1969
	Monocolonne	1,40 m	20,68 m	Pas de captage	0,30 m	

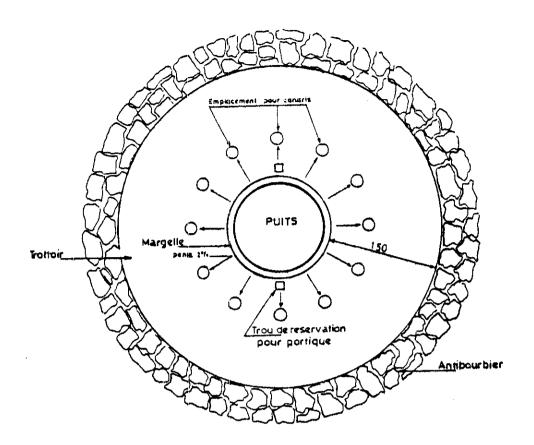


BUSE DE CUVELAGE



TOUTES LES DIMENSIONS NON SPECIFIESS SONT EN CENTIMETRES

PLAN DE MARGELLE ET TROTTOIR

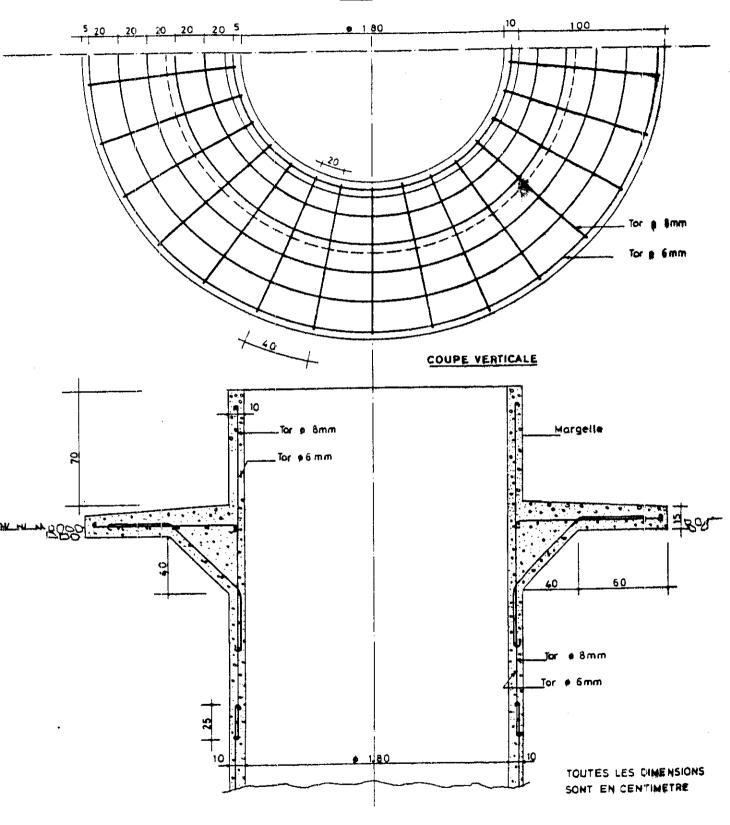


DIAMETRE VARIABLE DU PUITS

100 120 140

TOUTES LES DIMENSIONS NON SPECIFIEES SONT EN CENTIMETRES

Fig. 2c: FERRAILLAGE DE L'ANCRAGE DE SURFACE



GUIDE D'OBSERVATION DES PUITS MODERNES A LA REALISATION (fiche des renseignement)

	Nom du village :	
	Quartier:	
Situation géographique :	Populations :	
	Province :	
	Département :	
	A la demande du village :	
Historique du puits :	ou Programmé par l'Etat :	
	ou Programmé par une ONG :	
	Constructeur:	
	Conflits crée par le puits :	
Nombre d'exploitants ou fa	amilles:	
. Année d'exécution :		
. Période de réalisation dans	s l'année :	
Durée d'exécution :		
Durée de construction :		
. Hauteur cuvelage :		
. Hauteur captage :		
. Hauteur margelle :	C. day	
Diamètre du puits :	- Cuvelage - Captage	
. Aménagement de surface :	- Trottoir	
	- Canal d'évacuation	
	- Abreuvoir	
	- Puits perdu	

ate	Enquêteur	Signature	
emarques particulières + schém	a du puits		
Mode de payement de l'eau :	a du muita		
Nombre des points d'eau existants dans le village :	•		
Existe t-il un comité de gestion du puits	Oui Non		
Organisations traditionnelles existantes dans le village :	- - -		
Participation de la population :	- A l'implantation - A l'exécution - A l'entretien etc		
Organisation pendant l'exhaure :			
Débit moyen approximatif à la r	éalisation :		
luctuation du niveau d'eau dans	s l'année de réalisation (moyenne) :		
Itilisation de l'eau :			
réquence de puisage :		. ·	
alle de fond :			
paisseur d'altération dans la zon	ne:		
ualité de l'eau :			

OBSERVATIONS ACTUELLES SUR LES PUITS : . Profondeur cuvelage : . Profondeur captage : . Hauteur d'eau dans le puits : . Fréquence de puisage : . Utilisation de l'eau : . Variation du niveau d'eau au cours de l'année : - Par observation : - Par analyse : . Qualité d'eau . Pérennité du puits : - Comment: . Entretien du puits : - Quand : - Par qui : . Nombre d'ouvrages existants - Puits: - Forages: dans le village . Nombre d'exploitants ou famille : Etat des différentes parties du puits - Trottoir: - Canal: - Aménagement de surface : - Abreuvoir : - Puits perdu: - etc...

- Hauteur :

- Nature du sable :

- Origine du sable :

Margelie :Encios:Cuvelage :Dalle de fonds :

- Salubrité :

. Ensablement du puits :

•					
Débit approximatif	du puits :				
Temps d'attente par	exploitant:		÷		
Heures de pointe					
Organisation autour	du puits :		*	•	
Mode de contribution	on au payement de l'e	au		•	
Av	<u>is général sur l'ouvr</u>	age par les exploit	ants ou puisați	uers on	
- Souhaits :					
- Proposition :					
- Proposition de réha	bilitation:				
Distance par exergi	ue pour puiser :				,
- Organisation à met	tre en oeuvre pour l'e	ntretien		·	
	Proposition to	echnique de réhabi	litation		
- Organisation :					
- Période :					
- Surcreusement :					
- Reprise parois	- Cuvelage :				
	- Captage :	-	·		
- Aménagement de s	urface:				
		·			
Liste d'observation		Enquêteur		Signature	
			;		

ABREVIATION

. D.R. eau : Direction Régionale de l'eau

. E.I.E.R. : Ecole d'Ingénieur de l'Equipement Rural

. O.N.A.T.: Office National de l'Aménagement du Terroir

. O.N.P.F.: Office National des Puits et Forages

. PIHVES : Projet Intégré d'Hydraulique Villageois et d'Education pour la Santé.

BIBLIOGRAPHIE

- Rapport de présentation, Etudes préliminaires hydrogéologiques provinces du Boulgou et Kouritenga (Burkina Faso), réalisé par volet eau février 1995.
- II. VAN WIJK, Christine, 1989 "L'eau à quel prix" la Haye Pays-Bas.36 pages.
- III. Les puits en Afrique tropicale 2e édition 1980, Ministère de la Coopération et du développement. 190 pages.
- IV. Manuel de terrain pour l'exhaure et la gestion de l'eau. INRAN 1992.60 pages.
- V. KALBERMATHAN, J.M., 1992, "Puits et pompes manuelles", (publication Banque Mondiale). 70 pages.
- VI. BENAMOU, A. 1972 "Hydrogéologie de la région du Liptako-Gourma". CIEH. 73 pages.
- VII. Manuel d'information sur le projet (PIHVES). 1995. 16 pages.
- VIII. Inventaire des puits cimentés. L'ORD du Centre-Est. Juillet 1980 (DRH).
- IX. NGUYEN, 1981, "Hydraulique routière" (Ministère de la Coopération et Développement). 214 pages.
- X. Rédiger et défendre une étude, un projet 1992. Jean Pierre Ane
- XI. RENAUD, H & LAMIROUET J., 1989 "Précis du calcul BAEC".287 pages.