

ECOLE INTER-ETATS D'INGENIEURS DE

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 PUIITS
DANS LES PROVINCES
DU BOULGOU ET DU KOURITENGA

E. I. E. R.
Enregistré à l'Arrivée le 04 JUIL. 1996 s/N° 272/96

MENTION :

Professeurs Responsables

Mme E. TRAORE

A. L. MAR

Bénin - Burkina - Cameroun - Centrafrique - Congo - Côte d'Ivoire - Gabon
Guinée - Mali - Mauritanie - Niger - Sénégal - Tchad - Togo

SOMMAIRE

	<u>Pages</u>
RESUME	1
INTRODUCTION	3
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 souterraine	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
6.2. Programmation antérieur	58
6.3. Proposition d'une méthode de programmation des puits modernes	59
6.4. Méthode d'entretien des ouvrages.....	61
VII. Conclusion	63
BIBLIOGRAPHIE	65

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 détériorés 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 délai, 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 ont 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 habitants 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 ruban 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' longitude 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.

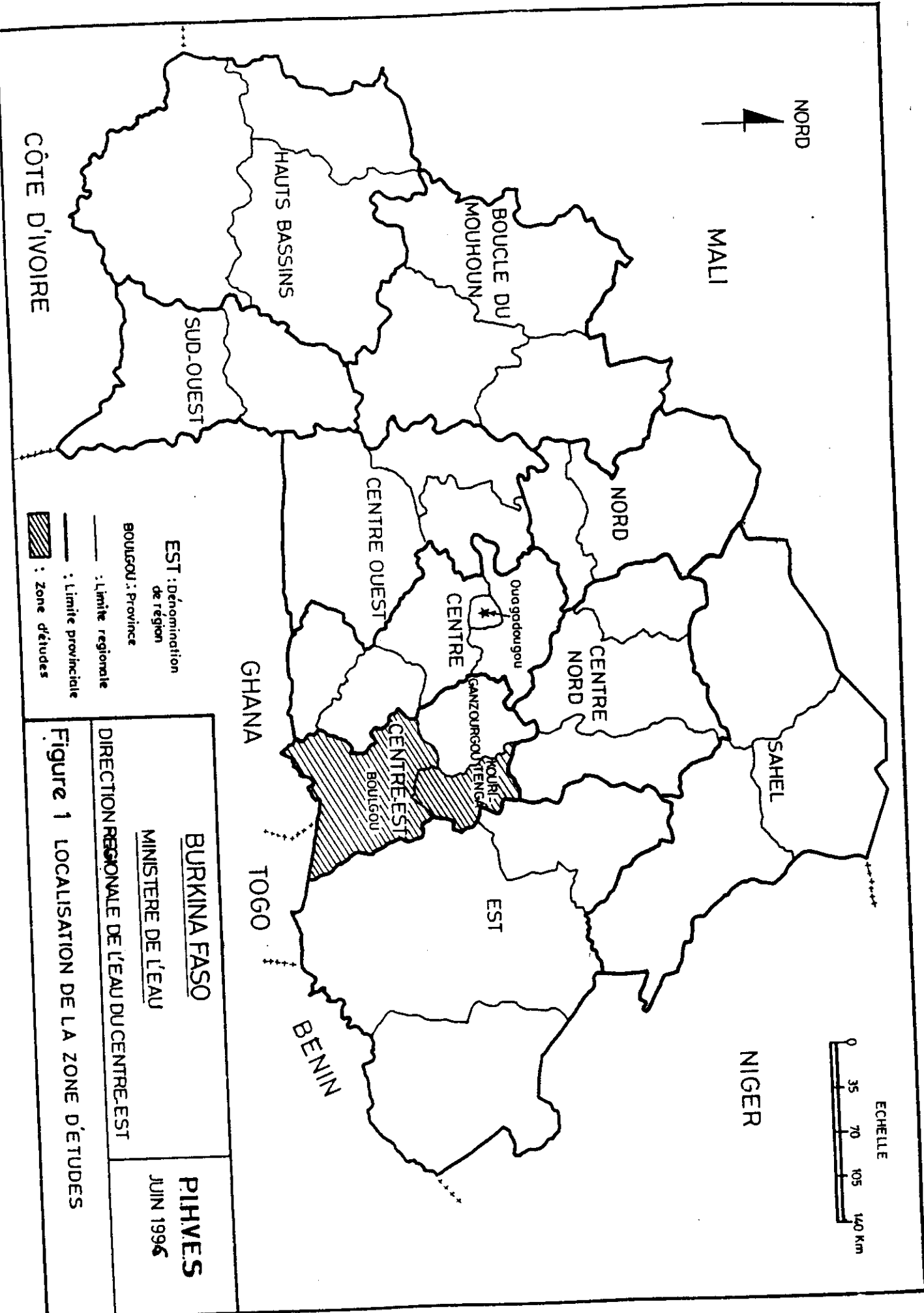
1.2. Climat

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 "Nord-soudanienne 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.



EST : Dénomination de région
 BOULGOU : Province

— : Limite provinciale
 — : Limite régionale
 ▨ : Zone d'études

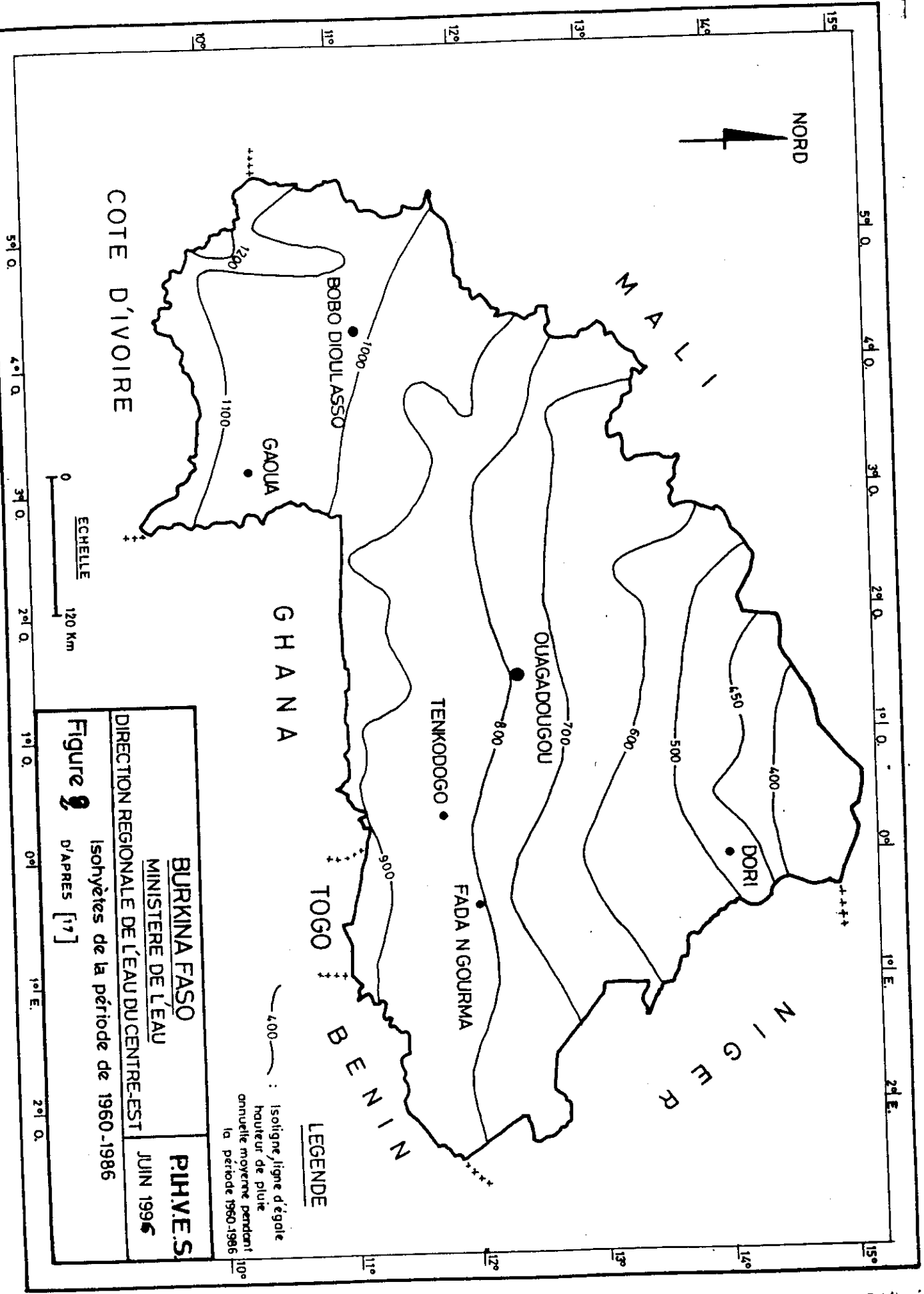
BURKINA FASO

MINISTÈRE DE L'EAU

DIRECTION RÉGIONALE DE L'EAU DU CENTRE-EST

PIHVES
 JUN 1996

Figure 1 LOCALISATION DE LA ZONE D'ÉTUDES



LEGENDE
 — : Isohyète, ligne d'égalité
 hauteur de pluie
 annuelle moyenne pendant
 la période 1960-1986

BURKINA FASO MINISTÈRE DE L'EAU DIRECTION REGIONALE DE L'EAU DU CENTRE-EST		PI.H.V.E.S. JUIN 1990
Figure 2 Isohyètes de la période de 1960-1986 D'APRES [17]		

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 deux grands Bassins suivant l'axe Ouest-Est : "Bassin des Volta" et "Bassin du Niger".

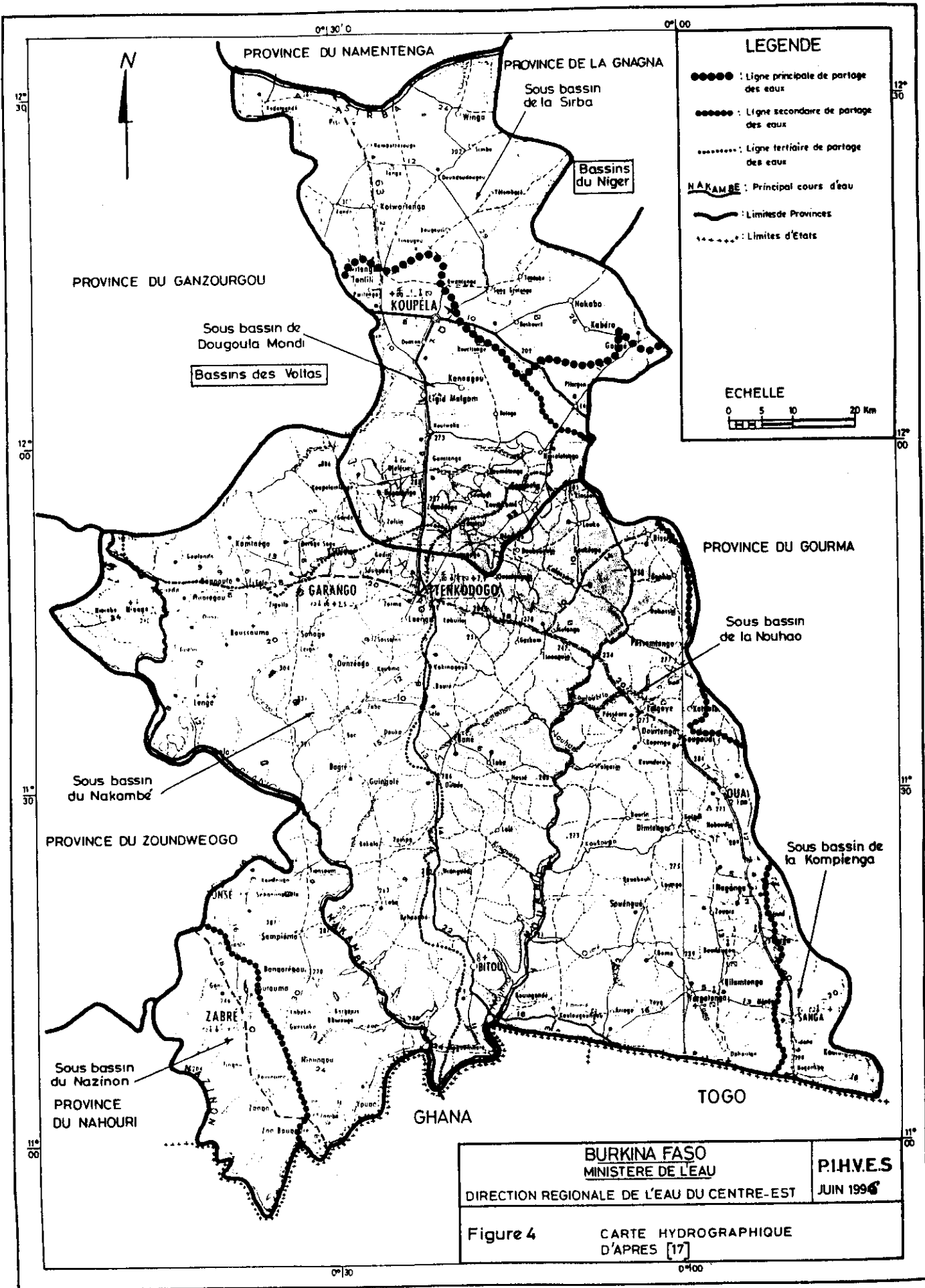
1.4. Végétation

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 répartie 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.



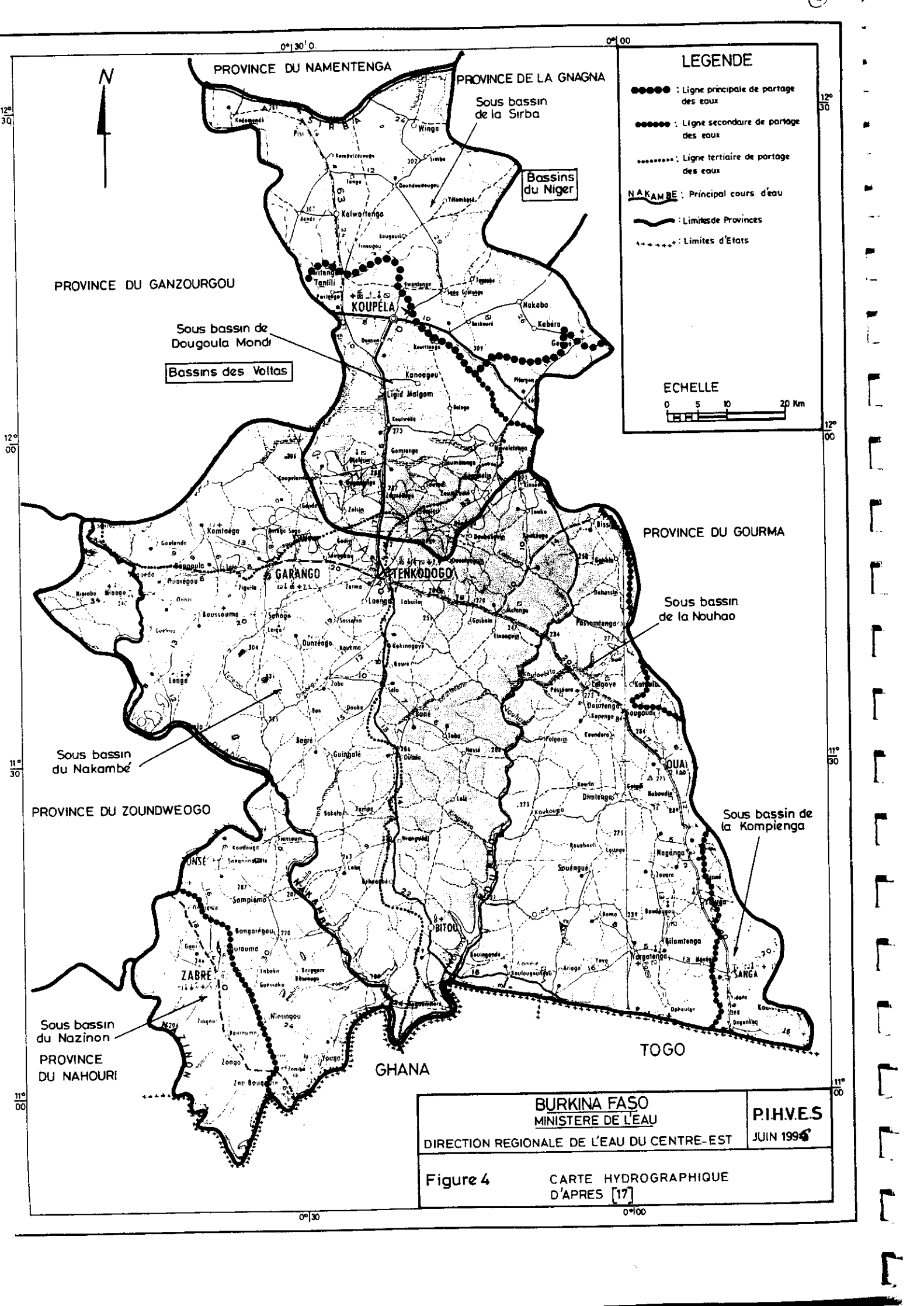


Tableau 1

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

Les principales 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 qui vient en deuxième position.

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

1.6. Géologie

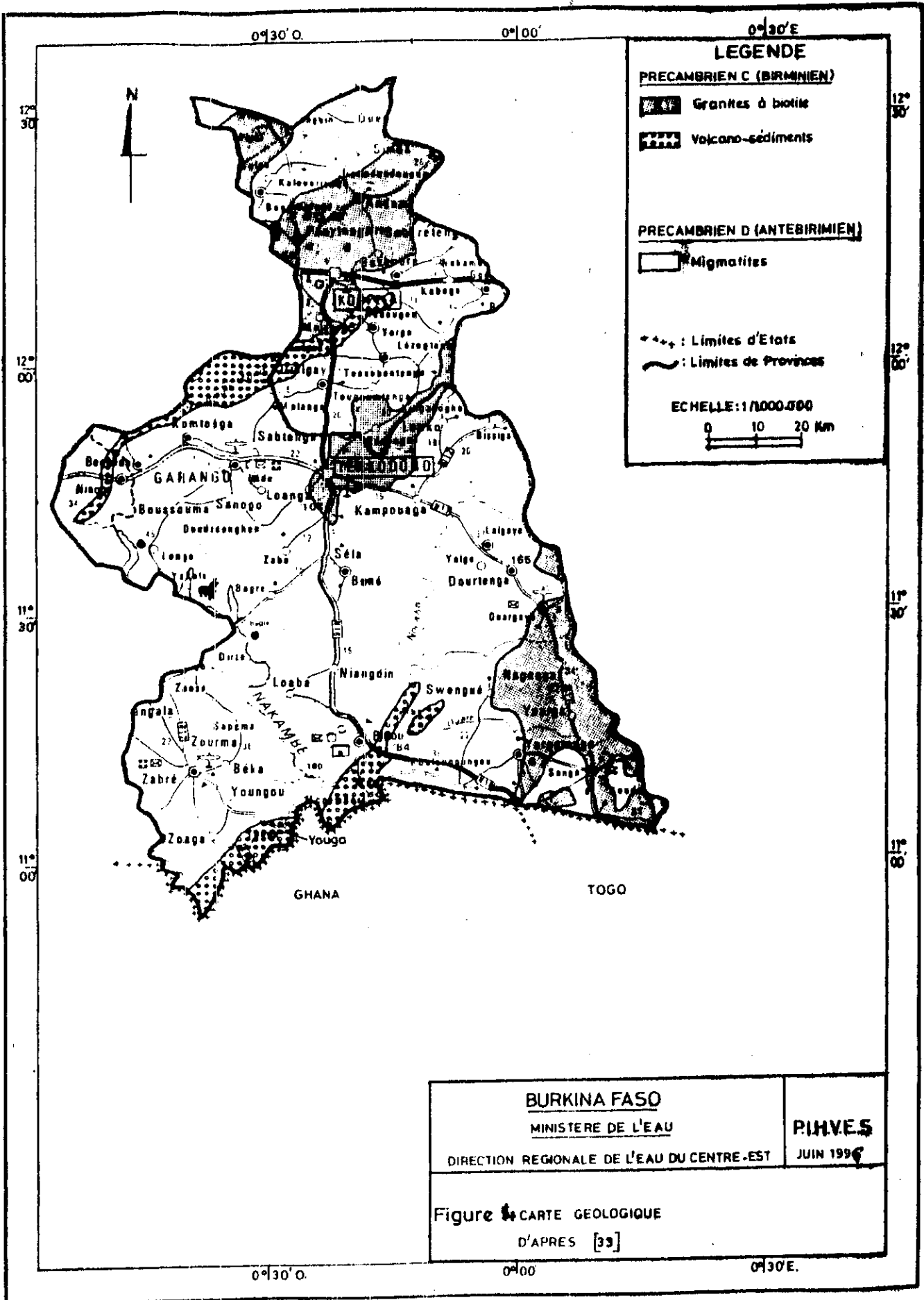
Les formations géologiques rencontrées dans la zone d'étude sont essentiellement des roches cristallines de l'âge précambrien. Ces formations peuvent être groupées en deux grands ensembles.

- 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-sédimentaires sont représentées par des métavolcanites et des volcano-sédiments. 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 recouvrant 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 parallèles à hauteur de Tenkodogo jusqu'à la frontière au Sud avec le Ghana et le Togo.

II. APERÇU 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, pastorales et même domestiques.

Quant au grand barrage 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. Hydrogéologie

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 piézomètres 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 piézomètres 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 extension dans l'espace que la plupart des ouvrages peuvent exploiter. Il existe un autre type de nappe dite perchée lié à la présence des latérites. Ces latérites sont d'extension 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'emménagement 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'emménagement. Des pompages de "longue durée" sur 10 forages de la zone ont donné les valeurs suivantes :

- Transmissivité est de l'ordre $T = 5 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ qui est plus élevé que celle trouvée dans le granite au Burkina qui est de $4 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$,
- Le coefficient d'emménagement 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 regard 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 souterrains 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 $0,3 \times 10^6$ m³/an et celle au niveau des puits et forages manuels est de de $1,6 \times 10^6$ m³/an soit au total $1,9 \times 10^6$ m³/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 $4,5 \times 10^8$ 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 recharge. 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 recensement 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 élevée 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 $5 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ et un coefficient d'emmagasinement de l'ordre de 10^{-4} avec une perméabilité de l'ordre de $4,6 \times 10^{-7}$ à $1,5 \times 10^{-5}$. Le débit spécifique est de l'ordre de 0,023 à 0,80 $\text{m}^3/\text{m}/\text{h}$ si l'on considère le débit minimum de 0,7 m^3/h pour un forage positif et 5 m^3/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 ou égale à 5 m^3/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 m^3/h et la moyenne générale de 5 m^3/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 m^3/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, organisationnels, 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 majeure 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 éloignés 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 compétence à pouvoir eux-mêmes avec l'appui de la population, réaliser cette protection. Dans la majeure 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 prêts 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'acquérir 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 béton 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 béton armé ou métallique
- . le captage : constitué par des buses crépinés
- . l'équipement de surface : 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 recensement 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.

Tableau 2 : Récapitulatif des puits modernes dans la province de Boulgou et Kouritenga (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 m³/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 simultanément 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 $\varnothing =$ 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 monocolumnes avec un cuvelage réalisé en descendant sans dalle de fond.

Quant aux puits bicolumnes avec des buses de captage dont le diamètre est inférieur au diamètre de cuvelage, au départ ils étaient monocolumnes, 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 inutilisé
- 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 où les puits appartiennent à tout le village et à personne à la fois,