

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES 1998

Présenté par :

SOUMANA Gamatié

**Etude comparative des
systèmes thermiques et
solaires d'adduction
d'eau potable : étude de
cas du département de
Dosso**

MENTION :

E. I. E. R.	
Enregistré à l'Arrivée	
le _____	s/N° 342/98

Encadrement

A. L. MAR
A. RABE

SOMMAIRE

DEDICACE

AVANT-PROPOS

RESUME

INTRODUCTION.....	1
I - CADRE DE L' ETUDE.....	2
1.1 - STRUCTURE D'ACCEUIL.....	2
1.1.1 - <i>But</i>	2
1.1.2 - <i>Objectif de l'étude</i>	2
1.1.3 - <i>Choix des sites</i>	2
II - SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE.....	3
2.1 - SITUATION ACTUELLE DU DÉPARTEMENT.....	3
2.1.1 - <i>Description générale</i>	3
2.1.1.1 - <i>Superficie</i>	3
2.1.1.2 - <i>Relief</i>	3
2.1.1.3 - <i>Géologie</i>	3
2.1.1.4 - <i>Climat - Pluviométrie</i>	4
2.1.1.5 - <i>Sols</i>	4
2.1.1.6 - <i>Couvert végétal</i>	5
2.1.1.7 - <i>Ressources en eau</i>	5
2.1.1.8 - <i>Population</i>	6
2.1.2 - ACTIVITÉS ÉCONOMIQUES.....	6
2.1.2.1 - <i>Agriculture</i>	6
2.1.2.2 - <i>Élevage</i>	7
2.1.2.3 - <i>Artisanat</i>	7
2.1.2.4 - <i>Commerce</i>	7
2.1.2.5 - <i>Infrastructures</i>	7
2.3 - LE COMITÉ DE GESTION.....	8
III - PRÉSENTATION D'UN SYSTÈME SOLAIRE ET UN SYSTÈME THERMIQUE.....	8
3.1 - SYSTÈME DE POMPAGE SOLAIRE.....	8
3.1.1 - <i>Dimensionnement</i>	9
3.1.2 - <i>Contraintes d'exploitation</i>	10
3.1.3 - <i>Organisation de la maintenance</i>	10
3.2 - SYSTÈME DE POMPAGE THERMIQUE.....	10
3.2.1 - <i>Dimensionnement</i>	10
3.2.2 - <i>Contraintes d'exploitation</i>	11
3.2.3 - <i>Organisation de la maintenance</i>	11
IV - METHODOLOGIE DE TRAVAIL.....	11
4.1 - COÛT D'INVESTISSEMENT.....	11
4.2 - AMORTISSEMENT DES INSTALLATIONS.....	11
4.3 - COÛTS DE FONCTIONNEMENT.....	12
4.4 - COÛT DU M ³ POMPÉ.....	12
4.5 - RÉPARTITION DU COÛT DU M ³ POMPÉ.....	13
V - PARAMETRES UTILISES.....	13
5.1 - TAUX DE CROISSANCE DE LA POPULATION.....	13
5.2 - CONSOMMATION JOURNALIÈRE.....	13
5.3 - PRIX DE VENTE DE L'EAU.....	13

5.4 - CAPACITÉ FINANCIÈRE DES BÉNÉFICIAIRES	13
5.5 - RESPONSABILITÉS DE L'ÉTAT ET LES BÉNÉFICIAIRES.....	14
5.5.1 - l' Etat	14
5.5.2 - Les Bénéficiaires.....	14
VI - ANALYSE DES SITES VISITES.....	14
6.1 - MOKKO.....	14
6.1.1 - Estimation des besoins en eau	15
6.1.2 - Constats	15
6.1.3 - Analyses.....	16
6.1.4 - Détermination coût du m ³ d'eau pompé.....	17
6.1.5 - Répartition du coût du m ³ pompé	18
6.1.6 - Comité de Gestion	20
6.2 - KARGUI - BANGOU.....	20
6.2.1 - Estimation des besoins en eau	21
6.2.2 - Constats	21
6.2.3 - Analyses.....	22
6.2.4 - Coût du m ³ pompé.....	22
6.2.5 - Comité de gestion	23
6.3 - HARIKANASSOU.....	24
6.3.1 - Estimation des besoins en eau	24
6.3.2 - Constats	24
6.3.3 - Analyses.....	25
6.3.4 - Coût du m ³ pompé.....	25
6.3.5 - Comité de gestion	27
6.4 - MOUSSADEY I.....	27
6.4.1 -Estimation des besoins en eau	27
6.4.2 - Constats	28
6.4.3 - Analyses.....	28
6.4.4 - Coût du m ³ Pompé.....	29
6.4.5 - Comité de gestion	31
6.5 - KOYGOLO.....	31
6.5.1 - Estimation des besoins en eau	32
6.5.2 - Constats	32
6.5.3 - Analyses.....	32
6.5.4 - Coût du m ³ Pompé.....	33
6.5.5 - Comité de gestion	35
VII - RECAPITULATIF DES PROBLEMES	35
VIII -ANALYSES.....	36
IX -COMPARAISON DES DEUX SYSTÈMES DE POMPAGE.....	37
X -RECOMMANDATIONS.....	38
10.1 - A L'ENDROIT D'ADMINISTRATION (MINISTÈRE HYDRAULIQUE, DIRECTION HYDRAULIQUE DOSSO)	38
10.2 - A L'ENDROIT DU PHV	39
10.3 - A L'ENDROIT DES BÉNÉFICIAIRES.....	39
10.4 - A L'ENDROIT DU PRS.....	40
CONCLUSION	
BIBLIOGRAPHIE	
ANNEXES	

DEDICACE

Nous dédions ce document à :

- mon "feu" père et ma mère, éléments marquants dans ma vie, qui ont pu m'apporter un soutien moral, causes de ma réussite.

- toute la famille GAMATIE et aux personnes de nos connaissances.

- à l' Ecole Inter Etats d'Ingénieurs de l'Equipement Rural et à tous nos camarades de la 27^{eme} promotion de la formation initiale.

AVANT-PROPOS

Ce sujet de mémoire de fin d'étude proposé par le Programme Hydraulique villageoise de Dosso s'inscrit dans le cadre d'une étude comparative entre les systèmes thermiques et les systèmes solaires.

Elle présente d'énormes intérêts quant au développement économique de nos zones rurales.

L'intégration de cette étude dans notre formation, a pour but de nous sensibiliser aux aspects économiques et technologiques de ces deux modes de pompage.

La réalisation de ce mémoire a été possible grâce à la collaboration de plusieurs personnes envers qui j'exprime ma reconnaissance.

Mes vifs remerciements et reconnaissances vont:

- au personnel de la Direction Départementale de l'Hydraulique de Dosso; en particulier au directeur M^{re} Rabé Amani pour sa disponibilité sans faille à mettre à ma disposition des moyens et informations nécessaires à la réalisation de ce travail.
- à l'ensemble des professeurs de l'Ecole Inter Etats d'ingénieurs de l'Equipement Rural
- à tous ceux qui de près ou de loin ont contribué à la confection de ce document.

Je ne saurai trouver des mots exacts pour pouvoir vraiment exprimer ma profonde gratitude et reconnaissance à mon encadreur M^{re} LAMINE MAR, qui par son soutien moral, n'a ménagé le moindre effort quant à la réussite de ce travail.

Que DIEU tout puissant garde l'E.I.E.R

RESUME

L'approvisionnement en eau potable dans les zones rurales demeure une difficulté majeure des populations bénéficiaires.

Notre zone d'étude est déjà caractérisée par un niveau de revenu par habitant très faible. L'installation d'une mini-adduction d'eau potable (thermique ou solaire) entraîne sans nul doute une pression financière significative sur les revenus déjà très faibles.

Le but de étude comparative entre les systèmes solaires et thermiques a été d'analyser aussi bien sur le plan technique que sur le plan économique, chacun de ces deux modes de pompage.

A l'issue de ce travail, nous avons proposé ,selon le site considéré, le système et le mode de fonctionnement qui se prête le mieux.

Nous avons également élaboré des recommandations à tous les acteurs qui interviennent de façon directe ou indirecte dans le cadre de programme.

Ce sont entre autres:

- l'endroit de l'Administration (Ministère, Direction de l'Hydraulique):

* avant la sélection définitive d'un village, elle doit examiner les deux importants points suivants :

l'acceptation d la mini-adduction par les bénéficiaires à condition que l'eau soit payée

le positionnement de des points de desserte (bornes fontaines) doit être fait de telle sorte qu'elle puisse desservir une grande partie de la population

- l'endroit du Programme Hydraulique Villageoise(PHV) :

* elle doit procéder à une formation adéquate des membres du comité en les apprenant les rudiments de gestion

* elle doit aussi mettre en place un système de suivi régulier par les bénéficiaires d'abord puis par la direction du projet ensuite

- à l'endroit du PRS :

* elle doit envisager des propositions pour les villages n'ayant pas à terme pu se mettre en règle vis à vis de la SNTT(Société Nationale de Télévision et de Télécommunication)

* il lui appartient aussi de contrôler les travaux réellement exécutés sur le terrain par la SNTT

INTRODUCTION

L'abandon des politiques de gratuité de l'eau en milieu rural dans nos pays est principalement dû à l'impossibilité pour nos états de devoir supporter éternellement les charges de maintenance et d'exploitation des équipements d'exhaure (thermique ou solaire). Un tel contexte où tout est à la charge de l'Etat n'est pas de nature à favoriser la pérennité des équipements.

Ce constat d'abandon associé à la volonté politique de désengagement des Etats, a favorisé la mise en place des politiques de transfert progressif de responsabilité de l'administration vers les populations bénéficiaires.

Le Département de Dosso compte au total 30 mini-adductions d'eau potable à énergie thermique ou solaire installées dans des communautés rurales de 2500 habitants en moyenne. Ils se différencient des adductions d'eau urbaines par leur mode de gestion qui incombe directement aux bénéficiaires. La mise en oeuvre des projets de mini-aep continue de créer une situation complexe par :

- des coûts élevés des installations
- peu d'expériences auxquelles se référer
- choix délicats entre l'énergie solaire et l'énergie thermique
- prix de l'eau, etc.

Face à cette complexité, les différentes approches mises en oeuvre ont certes apporté leur contribution à l'amélioration des mini-aep, mais elles ont aussi montré qu'un effort de réflexion reste à faire pour limiter les disparités marquées observées dans les régions tant du point de vue des équipements, que des couvertures en eau et pour assurer la rentabilité des installations.

L'enjeu est important: le renouvellement dans 20 ans de ces 30 mini-aep existantes seront très onéreux.

En effet, la différence entre le coût réel du m³ d'eau et le prix actuellement payé aux bornes fontaines (125 F CFA, 250 F CFA) montre que si des mesures ne sont pas prises dès à présent, l'Etat devra trouver dans quelques années les moyens de combler un lourd déficit pour maintenir la survie de ces mini-réseaux d'adduction.

Ce sont à partir de ces difficultés que, le Programme Hydraulique Villageoise (PHV), pour garantir la pérennité des mini-réseau d'aep a proposé le thème " ETUDE COMPARATIVE DES SYSTEMES SOLAIRES ET THERMIQUES DANS LE DEPARTEMENT DE DOSSO" afin de retenir le type de système d'adduction le mieux adapté tant sur le plan économique que sur le plan technique.

La méthode de ce travail est basée sur une recherche documentaire et des enquêtes sur le terrain .

Après les études techniques et économiques sur les sites, nous avons élaboré des recommandations à l'endroit de tous les acteurs qui oeuvrent dans le domaine de l'eau (installateurs, usagers, etc.).

I - CADRE DE L' ETUDE

1.1 - Structure d'accueil

Pour atteindre cet objectif, l'Etat a créé un département ministériel chargé de l'hydraulique avec des Directions Centrales. Ces directions ont des représentations au niveau des Départements dont celle de Dosso où cette étude a été réalisée.

Cette direction est appuyée dans ses actions par des organismes tels le Programme Régional Solaire (P.R.S) et le Programme Hydraulique Villageoise (PHV) (voir organigramme). Cette direction collabore avec le Programme Hydraulique villageois (PHV) et le Programme Régional Solaire. Le Programme Hydraulique villageois (PHV) est chargé de la réalisation des ouvrages hydrauliques (puits, forages et mini aep-thermiques. Le Programme Régional Solaire (P.R.S) s'occupe des mini aductions d'eau solaire.

1.1.1 - But

Le but de ces programmes est de contribuer à l'amélioration durable du bien être des populations bénéficiaires à travers un approvisionnement en eau potable dans de meilleures conditions d'accès possible par la réalisation des mini-réseaux d'adduction d'eau (thermique/solaire) .

1.1.2 - Objectif

L'objectif est d'assurer la pérennité des ouvrages. A travers cette action, il s'agit de prendre en charge des coûts récurrents et des charges d'exploitation des équipements par les bénéficiaires. Il est également question, d'évaluer la viabilité économique de ces équipements d'exhaure (thermique ou solaire).

1.1.3 - Choix des sites

A la demande du Projet Hydraulique Villageoise (PHV), nous avons étudié les sites thermiques et solaires ci-dessous :

- sites solaires

- sites thermiques

Kargui bangou
Moussa - dey
Koygolo
Harikanassou

. Mokko

Ces sites ont été choisis pour les raisons suivantes :

- la diversité dans leur mode de gestion
- la conception du réseau
- l'exploitation de leur installation.

II - SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

2.1 - Situation actuelle du département

2.1.1 - Description générale

Situé dans le Sud-Ouest du Niger, le département de Dosso est compris entre les limites géographiques suivantes (Voir plan de situation Dosso) :

- parallèles 11°50' et 14°40' latitude-Nord
- méridiens 2°30' et 4°40' longitude-Est

Il est limité au Nord et à l'Ouest par le département de Tillabéri, à l'Est par celui de Tahoua, au Sud-Ouest par la République du Bénin (voir carte de situation) et au Sud-Est par l'Etat Fédéral du Nigéria.

L'ouverture du département sur ces deux pays de la côte de l'Afrique de l'Ouest et les 180 km du fleuve Niger qui le longent, confèrent à sa situation économique et sociale un aspect tout particulier.

2.1.1.1 - Superficie

Le département de Dosso couvre 31.000 km² (soit seulement 2% de la superficie du territoire national), repartí comme suit :

- Arrondissement de Boboye	4420 km ²
- Arrondissement de Douchi.....	11050 km ²
- Arrondissement de Dosso.....	8730 km ²
- Arrondissement de Gaya.....	4040 km ²
- Arrondissement de Loga.....	2760 km ²

2.1.1.2 - Relief

Dans son ensemble, le département de Dosso est situé sur un plateau légèrement incliné du Nord-Est au Sud-Ouest vers la vallée du Niger.

Ce plateau est sillonné du Nord au Sud par des vallées sèches (à l'Est, le dallol Maouri et ses affluents et à l'Ouest, le dallol Bosso).

2.1.1.3 - Géologie

Le département de Dosso s'inscrit dans le grand bassin Oullemeden (Voir annexe 2).

Ce bassin a été formé au Secondaire et au Tertiaire lors de trois phases majeures : une phase continentale (Continental Intercalaire / Hamadien), une phase marine à transgressions multiples (Crétacé Supérieur, Paléocène et Eocène) et une phase continentale (Continental Terminal du Tertiaire).

Il repose en discordance sur un socle cristallin primaire et antécambrien, igné ou métamorphofique, représenté au Nord par l'air et l'Adrar des Iforas, à l'Ouest par le Liptako et le Gourma, au Sud par les formations cristallines du Bénin et du Nigéria et à l'Est par le Damagaram et le Mounio. Ce socle a été atteint à Dosso à 375 m de profondeur .

Selon des mesures de géophysique, il formerait un seuil à la confluence des Dallols Foga et Maouri, à environ 250 m de profondeur. De là il s'enfonce rapidement vers le Sud.

Le bassin des Iullemeden est relié au Nord-Ouest par le fossé de Gao au bassin malien de l'Azaaoud, et à l'Est au bassin du Tchad par le seuil du Damergou.

L'axe synclinal Nord-Sud du bassin passe par Dogodoutchi- filingué. Les pendages des flancs sont faibles, de l'ordre de quelques degrés. Des failles d'importance mineure sont associés à ces plissements.

La bordure occidentale est marquée par une faille importante NNO -SSE . Cette faille met en contact le socle cristallin du Liptako et le Continental Intercalaire/Hamadien.

Dans le département de Dosso, le Continental Intercalaire est directement sous jacent au Continental Hamdien avec qui il forme un seul bassin hydraulique.

La vallée du Niger, qui forme la frontière avec le Bénin dans le département de Dosso, a érodé les formations sédimentaires secondaires et tertiaires et les alluvions, parfois très minces, reposent sur du socle cristallin.

Des dépôts quaternaires alluviaux se sont formés dans les principales vallées (Bosso, Foga et Maouri) ; parfois épais de plusieurs dizaines de mètres. Ils sont constitués de graviers , de sables à granulométrie variable, avec une zone argileuse en quantité très variable.

Notons que les formations importantes du point de vue des ressources en eau souterraine sont le Continental Intercalaire / Hamadien, le Continental Terminal et les sédiments quaternaires alluviaux.

2.1.1.4 - Climat - Pluviométrie

Le département est situé entre les isohyètes 400mm au Nord et 800 mm au Sud.

Les variations interannuelles sont importantes et la répartition irrégulière est plus marquée dans le Nord que dans le Sud. En moyenne, la saison des pluies s'étend de mi-mai à mi-octobre. La pluviométrie utile est répartie sur environ quatre mois (juin à septembre).

2.1.1.5 - Sols

La valeur agricole est conditionnée par la géologie, la topographie et le climat.

On distingue :

- un plateau, recouvert d'une mince couche sableuse (souvent inférieure à 2 cm) est constitué d'une couche ferrugineuse pouvant atteindre 4 m d'épaisseur par endroits.

Ces sols ont une valeur agricole médiocre, exception faite des cuvettes où les sols sont sableux ou argileux et conviennent aux cultures céréalières.

- les terrasses supportent des sols sableux légèrement argileux. Elles sont également cultivées et leur valeur agricole est liée à la pluviométrie et au réseau hydrographique.
- les falaises : les sols rencontrés sont enrichis en argile et sont d'excellentes terres sur la culture du maïs, du sorgho et du manioc.
- les plaines des dallols : comprennent deux types de sols :
 - . les sols sableux, légers et faciles à travailler. Leur valeur agricole est fonction de la pluviométrie et de leur teneur en humus.
 - . les sols des mares : ils sont plus ou moins hydromorphes, plus difficiles à travailler. Mais ils sont de valeur agricole très appréciable. Tous ces sols sont sensibles aux variations de la pluviométrie et de la nappe phréatique.

2.1.1.6 - Couvert végétal

La végétation du département est de type soudano-sahélien. Elle se subdivise en 2 grands ensembles :

- la végétation du manteau sableux: sur les dunes. On peut distinguer une steppe à combretum glutinosum avec des nombreuses graminées qui témoignent d'une certaine humidité en profondeur .
- la végétation des sols de cuirasses: elle se compose de fourrés d'acacia et de plages de graminées basses.

2.1.1.7 - Ressources en eau

2.1.1.7.1 - Hydrologie

Le fleuve Niger est le seul cours d'eau permanent. Durant la saison pluvieuse, les eaux se rassemblent en mares sur les plateaux et disparaissent principalement par évaporation.

Dans le fond des dallols, les mares résiduelles sont alimentées par la remontée de la nappe phréatique, le ruissellement local et la pluviométrie directe.

2.1.1.7.2 - Hydrogéologie

Les ressources en eau du sous-sol sont très importantes et sont classées en deux grands ensembles d'aquifère :

- le Continental Intercalaire (CI), le Continental Hamadien (CH) : les ressources sont estimées à 2,9 milliards de m³ et sont non renouvelables.
- le Continental Terminal : il comprend 3 nappes superposées qui sont:
 - . la nappe inférieure en charge (CT1) : les réserves sont de 100 millions de m³ leur renouvellement est quasi -nul.
 - . la nappe moyenne en charge (CT2) : les réserves représentent 730 millions de m³ ; on estime que les ressources renouvelables à 39 millions de m³.
 - . la nappe phréatique (CT3) : elle représente environ 46 millions de m³ ; sa ressource renouvelable est estimée à 610 millions de m³.

Ces différents aquifères sont en contact les uns des autres et des échanges complexes ont lieu entre eux notamment dans le Sud du département où les nappes se confondent avec la nappe phréatique et interagissent avec les eaux du fleuve Niger.

L'exutoire général des systèmes hydrauliques du CI -CH et du Continental Terminal est le Sud du Dallol Maouri qui rejoint finalement le fleuve en aval de Gaya.

- dans les zones de plateaux (Loga, Nord-Doutchi) la nappe phréatique se situe entre 70 et 80 mètres de profondeur.
- dans les dallols, on observe deux nappes superposées qui se rejoignent dans la zone Sud :
 - . la nappe profonde (CT1) en charge, qui est artésienne par endroit,
 - . la nappe des alluvions, subaffleurantes en saison des pluies qui s'écoulent dans le lit des dallols vers le fleuve. Dans ces régions, la profondeur du niveau statique est de 2 à 5 mètres.

2.1.1.8 - Population

La population de Dosso compte 1.084.904 habitants (DDH/1994). Elle est constituée presque exclusivement de sédentaires. Les nomades ne représentent que 3% de la population et ont tendance à se sédentariser.

Les régions à forte concentration humaine demeurent la partie Nord du dallol Bosso (Kiota, Harikanassou) et le centre du dallol Maouri (Tibiri, Guéchémé).

2.1.2 - Activités Economiques

2.1.2.1 - Agriculture

Du fait qu'il est bien drainé, le département de Dosso recèle des potentialités importantes.

Mais on y rencontre aussi des sols de valeur agronomique médiocre. Le potentiel de fertilité a baissé à cause d'une pression démographique élevée.

Ainsi dans la zone Sud des vallées(partie centrale), on rencontre des vallées hydromorphes propices aux cultures de contre-saison.

La partie Sud du département (zone de Gaya) est dominée par des sols aptes aux cultures de sorgho, maïs, coton, riz.

Dans la partie Nord du département, les cultures sont en majorité céréalières (mil).

La fertilisation est absente dans la plupart des cas. On assiste toutefois à des contrats de fumure, mais ceux-ci sont très localisés (vers Douchi, Birni).

2.1.2.2 - Elevage

Seconde activité après l'agriculture, l'élevage se subdivise en deux types :

- un élevage de type extensif intéressant la quasi-totalité du département; elle est basée sur les mouvements de transhumance. Il intéresse surtout les bovins et dans une moindre mesure les ovins.
- un élevage sédentaire sémi-extensif caractérisé par l'embouche bovine.

2.1.2.3 - Artisanat

On rencontre plusieurs catégories d'artisanat : La cordonnerie, le tissage, la forge, la poterie, la maçonnerie.

L'aspect le plus significatif est la création d'un centre d'artisanat en vue d'améliorer les conditions d'approvisionnement et d'assurer une meilleure qualification technique et des débouchés sûrs pour les produits.

2.1.2.4 - Commerce

Le département de Dosso compte parmi l'une des régions du pays les plus actives dans le commerce des céréales et de l'arachide. Il possède par ailleurs de grands marchés à bétails.

2.1.2.5 - Infrastructures

2.1.2.5.1 - Sanitaires

Il existe au niveau de chaque chef-lieu d'arrondissement un dispensaire et un centre de maternité pour les premiers soins médicaux. On note aussi des équipes de santé villageoise jouant un rôle important dans l'amélioration de la santé des populations.

Ajouté à ceux-là, un centre hospitalier départemental à Dosso (chef-lieu du département).

2.1.2.5.2 - Scolaires

Le département possède de nombreuses écoles, collèges et lycées qui accueillent la quasi-totalité des élèves ressortissants du département.

2.1.2.5.3 - Hydrauliques

. Les puits, les forages

L'alimentation en eau de la majorité de la population du département est assurée par des puits, des forages équipés de pompes et des mini-aeps. Actuellement, il faudra environ 4334 points d'eau supplémentaires pour couvrir les besoins en eau du département.

La situation par arrondissements se présente comme suit :

mode d'alimentation	mini - adduction (aep)		hydraulique villageoise	
	solaire	thermique	forage	puits
Boboye	7	1	143	224
Doutchi	3	8	493	543
Dosso	6	1	279	240
Loga	5	-	122	147

2.3 - Le Comité de gestion

Ces mini-aep sont gérés par des comités de gestion composés en général :

- d'un président
- d'un trésorier (ou trésorière)
- des fontainiers (ou fontainières)
- d'un secrétaire
- des commissaires aux comptes.

III - Présentation d'un système solaire et un système thermique

3.1 - Système de pompage solaire

C'est un mode d'exhaure de l'eau par une électropompe dont la source d'énergie est obtenue par la conversion du rayonnement solaire en électricité.

Le principe développé pour le pompage a été celui du fonctionnement "au fil du soleil".

Le débit de la pompe est directement lié à l'intensité de l'ensoleillement.

Le système de pompage solaire est constitué de (Voir annexe 3) :

- un générateur photovoltaïque
- un onduleur
- une électropompe

- le générateur photovoltaïque

C'est l'élément qui fournit l'énergie électrique. Il est composé des modules photovoltaïques montés sur des supports, des boîtes de connexion, d'interconnexion et des diodes de protection en série.

Notons qu'un module est un ensemble de cellules photovoltaïques appelées photopiles. Ce sont ces photopiles qui convertissent le rayonnement solaire en courant continu de très basse tension.

La puissance du générateur est exprimée en watt-crête (W.C.). Elle varie en fonction de l'angle d'inclinaison des panneaux et de la qualité des cellules.

- l'onduleur

Il transforme le courant continu en courant alternatif triphasé.

- l'électropompe

C'est un ensemble moteur-pompe alimenté par le courant électrique produit par le générateur.

Ce système solaire est complété par un réseau de distribution d'eau potable comprenant en général:

- un réservoir
- des canalisations de distribution
- des points de distribution, bornes fontaines, abreuvoirs.

3.1.1 - Dimensionnement

Pour un dimensionnement technique d'un système de pompage d'un forage équipé d'une pompe solaire, nous devons avoir des données suivantes:

- la zone du pays
- les besoins journaliers
- les caractéristiques du réseau

L'énergie quotidienne à fournir par jour est donnée par la formule

$$E_j \text{ wh/j} = (2.725 \times \text{HMT} \times Q \text{ m}^3/\text{j}) / 0,7$$

0,7 : Produit des rendements de la pompe, du moteur et de l'onduleur.

La puissance-crête nécessaire s'obtient en appliquant à l'énergie quotidienne le facteur multiplicateur (0,4) propre à la zone géographique concernée.

$$P \text{ wc} = E_j \times 0,4$$

Notons qu'il est également possible de dimensionner le système solaire par abaque.

3.1.2 - Contraintes d'exploitation

La contrainte majeure d'un système solaire est l'instabilité du débit.

En effet, il est variable le long de la journée et au cours de l'année.

Le nettoyage des modules est nécessaire pour pallier à la réduction de la puissance du générateur à cause de la poussière qui s'y dépose.

3.1.3 - Organisation de la maintenance

La maintenance des équipements solaires demande une équipe spécialisée.

Au Niger, elle est assurée par la S.N.T.T (la Société Nigérienne de Télévision et de Télécommunication). Elle procède à la maintenance des équipements solaires par un contrat de garantie totale en main d'oeuvre et pièces détachées s'élevant entre 176.000 F CFA et 226.000 F CFA suivant les puissances.

Au plan contractuel, la S.N.T.T est placée sous le contrôle de la cellule du Programme Régional Solaire du Niger (PRS).

3.2 - *Système de pompage thermique*

C'est un mode d'exhaure d'eau par une pompe dont la source est alimentée par du carburant (gaz-oil en général).

Le système thermique se compose de :

- un groupe électrogène
- une électropompe

- le groupe électrogène

C'est une association moteur thermique / alternateur.

Le moteur thermique fait tourner l'alternateur qui produit de l'énergie électrique pour entraîner la pompe.

3.2.1 - Dimensionnement

Pour un dimensionnement d'un système de pompage thermique, il faut avoir les données suivantes:

- les caractéristiques du forage
- les caractéristiques du réseau.

La puissance théorique nécessaire pour le relevage de l'eau dans le château d'eau est donnée par la formule:

$P_{kw} = (9,81 * HMT * Q) / 0,7$ où 0,7 = coefficient du rendement de la pompe

La puissance du groupe est obtenue en multipliant la puissance théorique par 3.

Ce coefficient tient compte du rendement du moteur et de la puissance nécessaire au démarrage.

3.2.2 - Contraintes d'exploitation

Contrairement à la pompe solaire, elle demande trop d'entretiens.

L'entretien quotidien consiste à vérifier :

- le niveau de gaz-oil dans le réservoir
- le niveau d'huile moteur
- le filtre à air, le filtre à gaz-oil
- le niveau d'huile du moteur.

3.2.3 - Organisation de la maintenance

Pour ce programme, l'entretien de l'ensemble des groupes électrogènes est assuré par un mécanicien agréé par le P.H.V qui est d'ailleurs le maître d'oeuvre de tous les sites thermiques.

Cela handicape d'ailleurs fortement le fonctionnement des installations.

IV - METHODOLOGIE DE TRAVAIL

L'étude a porté sur la période d'activité de l'année 1997. Au cours de cette étude, nous avons analysé au niveau de chaque centre visité, les points suivants:

- 4.1- coût d'investissement
- 4.2 - amortissement des investissements
- 4.3 - coût de fonctionnement
- 4.4 - coût du m³ pompé.
- 4.5 - Répartition du coût du m³ pompé

4.1- coût d'investissement

Les calculs ont été élaborés en appliquant les prix courants des équipements dans le pays et sur le marché international. Nous avons aussi consulté certains fournisseurs locaux telles la S.N.T.T (Société Nationale de Télévision et de Télécommunication), la Manutention Africaine/Niamey.

L'investissement du forage est exclu suivant le principe qu'au Niger, la réalisation des infrastructures d'exploitation des ressources en eau, est pris en charge par l'Etat.

4.2 - Amortissement des installations

Chacun des coûts des équipements (thermique ou solaire) est caractérisé par une durée d'amortissement que nous prenons égale à la durée de vie du matériel considéré.

Les ouvrages, le génie civil et les aménagements sont couramment amortis sur 20 ans. La durée de vie des équipements suivants est estimée à :

électropompe.....	7ans
générateur.....	7 ans
onduleur.....	7 ans
groupe électrogène.....	5 ans

Taux d'actualisation

Nous avons retenu un taux d'actualisation de 3%. C'est un taux modéré qui est habituellement retenu dans ce type de calcul.

Si n est la durée d'amortissement d'un investissement I_0 donné et i le taux d'actualisation retenu; l'annuité a correspondante est donnée par la formule :

$$a = I_0 \frac{i * (1 + i)^n}{(1 + i)^n - 1}$$

La somme des annuités correspondant à chaque investissement donne l'annuité globale A .

4.3 - Coûts de fonctionnement

Ces coûts recouvrent les différentes charges suivantes :

- entretiens et réparations
(intervention du personnel qualifié, dépenses pour petites réparations)
- coûts d'exploitation
(rémunération membres du comité, gaz-oil, huiles, pièces de rechanges)
- contrat de maintenance

Nous notons F ce coût de fonctionnement.

4.4 - Coût du m^3 pompé

Il correspond au rapport de la somme T des coûts d'amortissement et de fonctionnement sur V la production annuelle d'eau pompée.

$$T = A + F$$

$$C = T / V$$

On peut décomposer C et on aura:

$$C = Ca + Cf$$

coût du m³ pompé = coût d'amortissement + coût de fonctionnement

4.5 - Répartition du coût du m³ pompé

Nous répartissons ce coût du m³ pompé sur les différentes charges de fonctionnement et celles de renouvellement et des installations.

V - PARAMETRES UTILISES

Ce sont :

5.1 - Taux de croissance de la population

Pour l'ensemble du Niger, il est de l'ordre de 3.5 %. Mais il varie suivant les régions et le degré d'activités économiques qui s'y mènent.

Pour chacun des centres étudiés, nous avons retenu un taux d'accroissement qui tient compte de sa spécificité propre.

5.2 - Consommation journalière

L'organisation mondiale de la santé et les normes nationales au Niger, considèrent un besoin en eau de 25 litres, par personne et par jour comme étant le besoin minimum pour toute consommation domestique.

Une analyse effectuée en 1991 par le projet Danois au Niger sur les mini-aep a ressorti une consommation moyenne aux bornes fontaines de 15 litres par personne et par jour.

Il s'agit là des centres avec une couverture alternative (puits, pompe à motricité humaine). Ce qui par la suite, nous permettra d'estimer les besoins de la population.

5.3 - Prix de vente de l'eau

La vente de l'eau est l'unique source de revenu pour le système d'aep.

Le Ministère de l'eau du Niger fixe le prix du m³ d'eau vendu à 250 F CFA pour le réseau d'eau thermique et 125 F CFA pour les installations solaires.

5.4 - Capacité financière des bénéficiaires

Le document du programme PNUD 1996 fait état d'un revenu annuel par habitant de 108.000 F CFA dans le département. Ce chiffre a été évalué à 95.000 F CFA en 1998 compte tenu de la baisse du PIB national. En admettant que 1/3 de la population est active, le revenu est de 85 F CFA / hb / jour.

D'après ce document, 5% du revenu est affecté à l'approvisionnement en eau.
Ce qui peut dégager : $85 \text{ F CFA} \times 5\% = 5 \text{ F CFA / hb / jour}$.

Le m³ d'eau serait payé à $(5 \text{ F CFA} * 1000)/15 = 300 \text{ F CFA}$

Partant de cette base, le prix du m³ d'eau appliqué est supportable par les bénéficiaires et peut être au besoin revu à la hausse..

5.5 - Responsabilités de l'Etat et les Bénéficiaires

5.5.1 - l' Etat

- fixe les critères d'éligibilité pour disposer d'une mini-aep
- finance les études et l'exécution des ouvrages de captage et de l'aep
- assure la formation et le contrôle des comités de gestion
- fixe le prix minimum de l'eau
- prend en charge le renouvellement des canalisations, du château, du forage
- réglemente les conditions d'octroi de financement pour la réalisation et l'extension des mini-aep.

5.5.2 - Les Bénéficiaires

- ont l'usufruit de l'ouvrage
- assurent la gestion des mini-aep, soit directement, soit par délégation à un opérateur privé
- financent les extensions des réseaux subventionnés par l'Etat (réalisation des bornes fontaines supplémentaires par exemple).

VI - ANALYSE DES SITES VISITES

6.1 - Mokko

C'est un village situé à 17 km au Nord de la ville de Dosso. Ce centre a une structure d'habitat groupé (voir plan de niveau de Mokko). Il comporte des voies rectilignes ayant permis un tracé régulier du réseau d'alimentation.

L'agriculture est la principale activité de la population.

Mokko possède un marché hebdomadaire très important de bétails et de céréales.

Ce marché est fréquenté par les nigériens.

On note en matière d'infrastructures :

- 1 dispensaire
- 2 écoles primaires,
- 1 collège et une mosquée.

La situation au plan hydraulique se présente comme suit :

- 5 puits
- 1 système thermique d'alimentation en eau potable.

D'une longueur d'environ 800 mètres, ce réseau comporte un réservoir d'une capacité de 25 m³ et 7 bornes fontaines.

La puissance du groupe électrogène est de 15 kVA. Le débit de la pompe est 10 m³/h.

Mais malgré ces équipements, la situation hydraulique n'est pas satisfaisante.

6.1.1 - Estimation des besoins en eau

Les besoins du site en eau sont estimés en 1988 à 77 m³ / jour et atteindront 106 m³/jour à l'an 2012 (Voir note de Calcul : Mokko).

6.1.2 - Constats

Notre sortie sur le terrain et l'exploitation des fiches de fonctionnement de l'année passées (1997) ont donné les renseignements suivants:

- la production d'eau annuelle est de 24 780,6 m³
- la quantité d'eau vendue est 16049,5 m³ ;
- prévue pour 10 m³ / h, la pompe débite 7 m³ / h
- le groupe a une puissance de 15 kVA et consomme en moyenne :
 - . 1,95 l / h de gaz-oil
 - . 4 litres d'huiles, toutes les 100 heures de marche.
- la main d'oeuvre est estimée en moyenne à 1900 F CFA / mois
- les salaires sont estimés à 110000 x 12 = 1.320.000 F CFA / an
- l'entretien courant et les pièces de rechanges s'élèvent à 1.102.000 F CFA / an.

L'inventaire des pièces changées au cours de la période est le suivant :

Pièces	robinet borne fontaine	vannes av compteur	compteur borne fontaine	pompe d'injection	pistons groupe électro-
nbre	37	2	1	1	4

Les pièces qui s'usent rapidement sont :

- les robinets-vannes (type 3/4) des bornes fontaines
- le compteur d'eau des bornes fontaines
- la pompe d'injection du groupe.

Pour couvrir la demande en eau, outre la production d'eau du réseau, la population exploite 4 puits du village. Lors d'une enquête que nous avons menée sur ces points d'eau nous avons estimé qu'un puits est exploité à raison de 1,4 m³ / h en moyenne.

Le temps de sollicitation est d'environ 9 heures au cours d'une journée. Ce qui donne un apport complémentaire de $50,4 \text{ m}^3/\text{j}$.

L'eau de ces puits est destinée pour la boisson.

Consommation Journalière

En ajoutant ce volume complémentaire à la production d'eau du réseau d'AEP, nous obtenons une consommation journalière $118 \text{ m}^3/\text{j}$.

6.1.3 - Analyses

Elle porte principalement sur la production, le débit de la pompe et le carburant.

- la production d'eau : elle représente 62% des besoins du village et 57% de la consommation journalière des populations. Nous ajoutons par ailleurs que les pertes totales d'eau représentent 35% de la production d'eau du forage. Ce qui représente un manque à gagner de 2.182.750 F CFA par an; soit deux fois le montant des pièces de rechanges et entretien.

- la pompe : elle devrait débiter $10 \text{ m}^3/\text{h}$; or, présentement, elle débite $7 \text{ m}^3/\text{h}$.

Ce qui représente une baisse de débit de $3 \text{ m}^3/\text{h}$. Pour satisfaire donc la couverture en eau du village ($118 \text{ m}^3/\text{j}$), la pompe doit travailler pendant 17 heures par jour.

Par contre, ce temps de pompage ne serait que de 12 h / j pour une pompe débitant $10 \text{ m}^3/\text{h}$.

- la consommation du gaz-oil en marche normale, d'après la fiche du constructeur, doit être de 1,5 l / heure. Comparée à la consommation actuelle du groupe, nous pouvons dire qu'il y a perte en carburant de 0,45 l / heure.

Compte tenu de ce qui précède nous disons que la baisse du débit de la pompe peut être due au générateur qui ne tourne pas à son régime normal. Lors de notre passage, la fréquence du moteur est de 47 hertz. Ce qui n'est pas normal.

Il peut s'agir également d'une surestimation du vrai débit de pompe.

Dans tous les cas, les caractéristiques du groupe et celles de la pompe sont à revoir.

- les pertes d'eau : les deux surveillants-mécaniciens doivent être à mesure de réparer toute forme de fuite constatée sur le réseau sans faire appel à une main d'oeuvre extérieure. La maîtrise totale du réseau doit être un impératif pour ces derniers.

6.1.4 - Détermination coût du m^3 d'eau pompé

Nous calculerons d'abord les coûts d'amortissement annuel Ca , puis les charges de fonctionnement Cf et enfin le coût du m^3 d'eau pompé Cp .

6.1.4.1 - Coût d'amortissement annuel C_a

Nous appliquons à ce coût d'amortissement un taux d'actualisation de 3% pour tenir compte de l'inflation.

Caractéristiques	Investissement	Durée de vie	Amortissement	
			0%	3%
Actualisation			0%	3%
Groupe électrogène	7.000.000	5	1400.000	1.528.485
Electro-pompe	3.400.000	7	485.715	545.725
Réservoir (dist + ref)	10.000.000	20	500.000	672.160
Abri - groupe	845.000	20	42.250	56.800
Tête forage	800.000	20	40.000	53.775
Bornes fontaines	6.763.000	20	338.150	454.580
Total	48.663.000		2.806.115	3.311.525

IV.1.4.2 - Coût de fonctionnement C_f

Le coût du m^3 d'eau est fonction de la durée de fonctionnement de pompage.

Pour fixer le coût du m^3 d'eau pompé, nous allons partir de 3 hypothèses :

- hypothèse 1 : 7 heures de pompage / jour correspondant à la production actuelle
- hypothèse 2 : 12 heures de pompage correspondant à la consommation journalière
- hypothèse 3 : 16 heures de pompage pour les besoins futurs.

Les valeurs de ces charges sont résumées dans le tableau ci-dessous:

Caractéristiques	7 heures / j	12 heures / j	16 heures / j
Carburant 1,5l/h	1.034.775	1.773.900	2.365.200
Huile 4l/100 h	187.025	320.615	427.490
Entretien + pièces	1.102.000	1.889.400	2.518.860
Main - d'oeuvre	228.000	390.860	521.140
Salaires	1.320.000	2.262.860	3.017.140
Total	3.871.800	6.637.345	8.849.830

6.1.4.3 - Coût du m^3 pompé

C'est la somme de charges des amortissements et des charges de fonctionnement sur la production d'eau pompée pendant la période donnée.

Nous obtenons successivement ces 3 hypothèses, les valeurs résumés dans le tableau ci-dessous : (Voir note de calcul)

Temps	7 heures / jour	12 heures / jour	16 heures / jour
Coût m ³ pompé F CFA	280	225	210

Nous constatons une évolution très rapide du coût du m³ d'eau pompé, plus la production d'eau augmente plus le coût du m³ diminue.

6.1.5 - Répartition du coût du m³ pompé

- hypothèse 1 : 7 heures par jour

Coût du m ³ pompé	280 F CFA/ m ³	250 F CFA / m ³ *
Système thermique		
Groupe électrogène	65	65
Electro-pompe	20	20
Gaz-oil	40	40
Huiles	5	5
Entretiens + pièces	45	45
Salaires	50	50
Main d'oeuvre	10	10
annexes*	45	15

* annexes représentent le réseau (réf. + dist) + château + bornes fontaines

* Tarif actuel

Commentaires :

- l'eau coûte plus chère que ce qu'elle rapporte (280 F CFA / m³ contre 250 F CFA / m³)
- les charges de fonctionnement représentent 56% du coût du m³ d'eau (250 F CFA/ m³)
- les charges de fonctionnement se repartissent comme suit:

Charges de fonctionnement			
gaz-oil	huile	entretiens	salaires
28 %	5%	32 %	35 %

Dans l'ordre les charges les plus élevées sont : les salaires , les frais d'entretien le gaz-oil et les huiles.

- Les bénéficiaires ont la possibilité au prix de vente de 250 F CFA le m³ d'eau de renouveler le groupe électrogène et la pompe
- La marge bénéficiaire dégagée est de 15 F CFA / m³ d'eau ; ce qui pourra renouveler (15/55 = 0,33) 33% des annexes (les annexes seront renouvelés par l'Etat selon les textes; voir plus haut la responsabilité de l'Etat et celle des bénéficiaires).

- hypothèse 2 :

Coût du m ³ pompé	255 F CFA/ m ³	250 F CFA / m ³
Système thermique		
Groupe électrogène	35	35
Electropompe	15	15
Gaz-oil	40	40
Huiles	10	10
Entretien + pièces	45	45
Salaires	50	50
Main d'oeuvre	10	10
Annexes	20	45

Commentaires

- L'eau coûte moins chère que ce qu'elle rapporte (225 F CFA / m³ au lieu de 250 F CFA / m³)
- les charges de fonctionnement ne représentent que 42% du coût du m³ d'eau vendu
- les charges de fonctionnement se repartissent comme suit :

Charges de fonctionnement			
gaz-oil	huile	entretiens	salaires
38 %	9%	24 %	29 %

- dans l'ordre les charges les plus élevées sont : le gaz-oil, les salaires les frais d'entretien + pièces de rechanges
- les bénéficiaires peuvent à ce prix de vente du m³ d'eau (250 F CFA / m³), renouveler le groupe électrogène et la pompe
- la marge bénéficiaire est de 45 F CFA / m³
- les populations peuvent même prendre entièrement en charge le renouvellement des annexes.

De ces deux hypothèses c'est la seconde qui convient au site. Aussi la troisième hypothèse est meilleure que la précédente.

Cependant cela suppose certains préalables qui sont entre autres :

- la capacité de la ressource à fournir le débit sollicité
- la pompe doit fournir effectivement un débit de 10 m³ / h
- le réseau doit être maîtrisé (pas de grosses fuites et autre pertes d'eau)
- la gestion doit être transparente

6.1.6 - Comité de Gestion

Au niveau de ce village, il existe un comité chargé de gérer le système d'AEP.

Ce comité se réunit une fois par mois. Les thèmes évoqués sont relatifs à l'usage des bornes fontaines, la situation financière de la caisse.

6.1.6.1 - Problèmes Rencontrés

- Le réseau n'arrive pas à satisfaire la demande en eau de la population.
- l'eau devient une denrée de spéculation lors des pannes.
- les 20 litres d'eau achetés à 5 F CFA, sont vendus à 25 F CFA au niveau des porteurs.
- les serrures des robinets-vannes sont démontables; ce qui occasionne des vols d'eau surtout les nuits
- certaines cages des bornes fontaines commence à s'effondrer.
- il existe des problèmes de trésorerie au niveau des fontainières;
- très souvent les montants versés ne correspondent pas au volume d'eau indiquée par le compteur.
- incompréhension entre membres du comité

Le secrétaire est l'un des rares lettrés du comité; il représente le pivot central du comité et n'est contrôlé que très rarement par les commissaires aux comptes.

- les frais de réparations du groupe électrogène sont exorbitants.
- le mécanicien agréé est l'unique réparateur de l'ensemble des sites thermiques du département. Il propose sa main d'oeuvre comme bon lui semble; d'ailleurs en cas de déclaration de pannes, il n'intervient que très tardivement. Souvent il envoie son apprenti réparer la panne.
- il n'y a pas de bordereau de prix des pièces de rechanges
elles sont achetées pour la plupart chez des particuliers et même auprès du mécanicien agréé
Certaines pièces du groupe électrogène sont achetées sans reçu et sont parfois de mauvaise qualité.
- il n'y a pas de stock de pièces de rechanges.
- les points d'eau de secours ne sont pas nombreux.
- le château est nettoyé une fois par an, mais n'est pas désinfecté.

6.2 - *Kargui - bangou*

Ce village est situé à 17 km, à l'Est de Dosso. Il est séparé par un grand kori qui divise ce village en deux parties (Voir plan de situation : Kargui - Bangou).

L'activité principale du village est l'agriculture, l'élevage et le commerce. Ce village a un marché hebdomadaire très fréquenté par ceux des villages environnants et même certaines villes telles que Dosso, Doutchi.

En matière d'infrastructures , ce village comprend :

- un dispensaire
- une école primaire
- une coopérative d'agriculture
- un marché

La situation hydraulique se présente comme suit :

- 2 puits,
- 1 forage,
- 1 système solaire d'eau potable.

D'une longueur d'environ 530 m, ce réseau comporte un réservoir de 10 m³ et 3 bornes fontaines.

Le système solaire a une puissance 945 WC avec un débit journalier de 20 m³ / jour.

6.2.1 - Estimation des besoins en eau

Les besoins en eau sont estimés en 1998 à 41 m³ / jour et atteindront 60m³/jour à l'an 2012 (Voir note de calcul).

6.2.2 - Constats

A l'issue de la visite sur le site et l'exploitation des fiches de fonctionnement de l'année passée (1997), nous avons recueilli les renseignements suivants :

- la production journalière moyenne est de 20 m³ / jour. Nous avons toutefois observé des productions journalières de l'ordre 25 m³ / jour en Mars, Avril (périodes chaudes de l'année).
- la pompe démarre vers 8 heures et s'arrête vers 16 heures.
- le débit maximal de la pompe s'obtient aux environs de 10 heures à 12 heures.
- la production d'eau annuelle s'élève à : 6831,62 m³.
- la quantité d'eau vendue est de 6354 m³
- la perte d'eau représente environ 7% de la production.
- l'eau est vendue à raison de 125 F CFA le m³.
- les salaires du comité sont établis à raison de 1/3 des recettes.
- ces salaires s'élèvent à 264.750 F CFA
- le contrat de maintenance annuelle s'élève à :177.825 F CFA
- l'entretien et les pièces de rechanges s'élèvent à 28.420 F CFA.

Les pièces de rechanges concernent les robinets-vannes des bornes fontaines. Au cours de cette année, 10 robinets ont été remplacés.

Nous notons au passage l'apparition de tâches sur les modules, au niveau des points des diodes.

Outre le réseau solaire d'eau, la population s'alimente au niveau de 2 puits et 1 forage.

Après une enquête effectuée sur ces 3 points d'eau, nous avons estimé le débit moyen d'exploitation à 0.8 m³/h par point d'eau. Ils sont fréquentés en moyenne au cours de la journée pendant 9 heures.

Ce qui nous donne un apport complémentaire de :

$$0.8 \text{ m}^3 / \text{h} \times 9 \text{ h} \times 3 = 22 \text{ m}^3 / \text{jour.}$$

consommation journalière

Nous ajoutons à la production d'eau du réseau (20 m³ / j), l'apport complémentaire en eau à partir des points d'eau (22 m³ / j) et nous obtenons une consommation journalière d'eau de 42 m³ / j.

6.2.3 - Analyses

Elles portent principalement sur la production d'eau du forage.

Cette production représente 47% de la consommation journalière d'eau.

Pour satisfaire la demande en eau, nous allons redimensionner les équipements solaires; ensuite nous calculerons le coût de revient du m³ d'eau pompée en posant deux hypothèses

Ce sont :

- hypothèse 1 : nous considérons l'installation actuelle avec une production de 20 m³ / j.
- hypothèse 2 : redimensionnement des équipements solaires avec un débit journalier de 60m³ / j pour tenir compte des besoins futurs.

6.2.4 - Coût du m³ pompé

Nous obtenons à partir de ces deux hypothèses, les valeurs mentionnées dans le tableau ci-dessous (Voir note de calcul).

Débit/jour	20 m ³ /jour	60 m ³ /jour
Coût m ³ pompé FCFA	325	170

6.2. 4.1 - Répartition du coût du m³ pompé

Coût du m ³	325 F CFA	125 F CFA
Salaire	40	40
Maintenance	25	25
Entretien + pièces	5	5
Onduleur	20	20
Pompe	35	35
Panneau	50	-
Annexes*	200	-

*annexes représentent : réseau (dist + réf) + réservoir + bornes fontaines

commentaires :

- L'eau coûte plus chère que ce qu'elle rapporte.
- les charges de fonctionnement représentent 56% du coût du m³ d'eau vendu.

- les salaires représentent à eux seuls 57% des charges de fonctionnement.
- les équipements solaires ne peut être renouvelés à ce coût de 125 F CFA.
- l' Etat doit chercher 150 F CFA comme charge de renouvellement des annexes sur chaque m³ d'eau produit.

Hypothèse 2 : 60 m³ / jour

Coût du m ³	170 F CFA	125 F CFA
Salaire	40	40
Maintenance	10	10
Entretien + pièces	5	5
Onduleur	15	15
Pompe	15	15
Panneaux	40	40
Annexe*	45	-

* annexes représentent :le réseau (dist + ref) + réservoir + borne fontaines

Commentaires

- l'eau coûte plus chère que ce qu'elle rapporte (125 F CFA contre 170 F CFA)
- les charges de fonctionnement représentent 44% du coût du m³ vendu
- les salaires représentent à eux seuls 73% du coût des charges de fonctionnement
- les équipements solaires peuvent être renouvelés
- l'Etat doit chercher 45 F CFA comme coût de renouvellement des annexes sur chaque m³ d'eau pompé.

6.2.5 - Comité de gestion

Il existe au sein du village un comité chargé de gérer les installations. Ce comité se réunit une fois par mois. Les problèmes évoqués sont relatifs au fonctionnement et à situation financière.

6.2. 5.1 - Problèmes rencontrés

- Le comité n'a reçu aucune formation dans la gestion du système.
- Inadéquation entre les recettes prévisionnelles et réelles.
- la demande en eau est supérieure à l'offre du réseau.
- Difficultés dans la tenue des documents.
- Les contrats de maintenance est trop élevé.

6.3 - Harikanassou

Ce village est situé à 20 km, au Nord de Margou.

La structure d' habitat est groupée et le village dispose de voies rectilignes qui permet bon tracé du réseau (voir plan de situation de Harikanassou).

L'activité principale du village est l'agriculture.
Ce centre dispose en matière d'infrastructures :

- une école primaire
- une école coranique
- collège

La situation hydraulique se présente comme suit :

- 4 puits cimentés
- 1 puits traditionnel
- 1 forage
- 1 poste solaire d'eau.

Ce poste comporte une rampe de 5 robinets. La puissance de ce système solaire est de 720 wc, le débit journalier est de $16 \text{ m}^3 / \text{jour}$ en moyenne.

La situation hydraulique est satisfaisante.

6.3.1 - Estimation des besoins en eau

Les besoins en eau sont estimés à $55 \text{ m}^3 / \text{jour}$ en 1998. A l'an 2000, ils seront de $65 \text{ m}^3 / \text{jour}$. (Voir note de calcul).

6.3.2 - Constats

Notre sortie sur le terrain et l'exploitation des fiches de fonctionnement de l'année passée (1997) ont abouti aux renseignements suivants :

C'est un poste d'eau autonome avec une rampe à 5 robinets.

- la production journalière d'eau moyenne est de $16 \text{ m}^3 / \text{jour}$
- la production journalière maximale est de $20 \text{ m}^3 / \text{jour}$; elle est observée pendant les mois de Mars et Avril (période chaude de l'année)
- la pompe démarre vers 8 heures et s'arrête de fonctionner vers 16 heures
- le village n'a souscrit pas au contrat de maintenance
- la production d'eau annuelle est de 5469 m^3
- la quantité d'eau vendue est de 5253 m^3
- la vente d'eau est établie à raison de 125 F CFA / m^3
- les salaires sont établis à raison de 1/3 de la vente d'eau
- l'entretien et les pièces de rechanges s'élèvent à 63.120 F CFA.

Au cours cette période, 13 robinets-vannes ont été remplacés sur les 5 robinets que compte le réseau.

Nous notons au passage qu'un panneau est cassé depuis 1995 et n'est pas toujours remplacé.

Pour couvrir la consommation journalière en eau, outre la production d'eau du réseau, la population exploite les six ouvrages que compte le village. Grâce à une enquête que nous avons menée sur les lieux, nous avons estimé que chaque ouvrage est exploité à raison de $0.7 \text{ m}^3/\text{h}$. ces points d'eau sont sollicités en moyenne 7 heures par jour.

Ainsi, le cumul de la quantité d'eau prélevée sur ces points d'eau est de :

$$0,7 \text{ m}^3/\text{h} \times 7 \text{ h} \times 6 = 30 \text{ m}^3/\text{j}.$$

Cette eau est destinée pour la boisson.

Consommation journalière d'eau

A la production d'eau du réseau ($20 \text{ m}^3/\text{j}$), nous ajoutons le complément d'eau provenant des six ouvrages ($30 \text{ m}^3/\text{j}$). Nous obtenons une consommation journalière d'eau de $50 \text{ m}^3/\text{j}$.

6.3.3 - Analyses

Elles portent principalement sur la production d'eau du réseau.

En effet, la production d'eau du réseau représente 40% de la consommation journalière.

Pour que la production d'eau du réseau puisse couvrir la consommation journalière, nous allons dimensionner de nouveau les équipements solaires de l'installation.

Nous calculerons par la suite, le prix de revient du m^3 pompé en posant les deux hypothèses suivantes:

- hypothèse 1 : avec l'installation actuelle et une production journalière de $16 \text{ m}^3/\text{jour}$
- hypothèse 2 : en renforçant la puissance du générateur et un débit journalier de $60 \text{ m}^3/\text{j}$ pour tenir compte des besoins futurs.

6.3.4 - Coût du m^3 pompé

Nous obtenons à partir de ces 2 hypothèses, les valeurs contenues dans le tableau ci-dessous :

Débit/jour	$16 \text{ m}^3/\text{jour}$	$60 \text{ m}^3/\text{jour}$
Coût m^3 pompé FCFA	310	140

6.3.4.1 - Répartition du coût du m³ pompé

Coût du m ³	310 F CFA	125 F CFA
Salaire	40	40
Entretien	10	10
Onduleur	25	25
Pompe	45	45
Panneau	140	-
annexes*	50	5

* annexes = réservoir + tête de forage

Commentaires

- L'eau coûte plus chère que ce qu'elle rapporte
- les charges de fonctionnement représentent 40% du prix de vente du m³ d'eau
- les salaires représentent à eux seuls 80% des charges de fonctionnement
- les équipements solaires peuvent être renouvelés à ce prix de vente de l'eau (125 F CFA/ m³).

L'absence d'un contrat de garantie expose ce village à des risques qui peuvent compromettre le fonctionnement des installations. D'ores et déjà un module est cassé, et cela semble ne pas préoccuper les bénéficiaires. Par ailleurs, l'installation ne fait plus objet d'une visite technique. La facture à payer quand surviendra une panne sur ces équipements risque d'être fort élevée.

Hypothèse : 60 m³ / jour

Coût du m ³	140 F CFA	125 F CFA
Salaire	60	60
Entretien	-	-
onduleur	5	5
pompe	10	10
Panneau	25	25
annexes*	40	25

* annexes = réservoir + tête de forage

Commentaires :

- l'eau coûte plus chère que ce qu'elle rapporte
- les charges de fonctionnement représentent 48%; elles sont essentiellement constituées par les salaires.
- tout l'équipement solaire peut être renouvelé à ce tarif de 125 F CFA / m³.
- le réseau offre une marge bénéficiaire de 25 F CFA
- la marge bénéficiaire de 25 F CFA peut renouveler 63% des annexes.

Cette seconde hypothèse est meilleure que la précédente.

- Sur chaque m³ d'eau, l'Etat doit rechercher 40 F CFA pour le renouvellement des annexes.

6.3.5 - Comité de gestion

Il existe au sein du village un comité pour gérer le poste d'eau. Ce comité se réunit une fois par mois. Les problèmes évoqués sont relatifs au fonctionnement et la gestion financière.

6.3. 5.1 - Problèmes rencontrés

- le comité n'a pas reçu de formation dans la gestion du système.
- certains usagers achètent l'eau à crédit ; la plupart du temps ils ne remboursent pas.
- méconnaissance de la vraie valeur financière des installations solaires.

6.4 - Moussadey I

Ce village est situé à 40 km, au Nord de Dosso.

Ce village a une structure d'habitat groupée ayant permis un bon tracé du réseau (Voir plan de situation Moussadey I).

Les activités principales sont l'agriculture et l'élevage.

Ce village comprend :

- 1 école primaire
- 1 dépôt pharmaceutique
- 1 mosquée

En matière d'infrastructures, ce village est dotée de :

- 7 puits cimentés
- 1 réseau solaire d'eau.

Ce réseau a une longueur de 1300 m. Il compte 4 bornes fontaines et un réservoir de 30 m³. Le débit journalier est de 30 m³ / jour.

6.4.1 -Estimation des besoins en eau

Ces besoins en eau sont estimés en 1998 à 75 m³ / jour. A l'an 2012 ces besoins seront de 120 m³ / jour (Voir note de calcul).

6.4.2 - Constats

Notre sortie sur le terrain, ajoutée à l'exploitation des fiches de fonctionnement de l'année (1997) ont donné les renseignements suivants :

- la production journalière maximale est de $21 \text{ m}^3 / \text{jour}$. Elle est obtenue pendant les mois de Mars, Avril (période de forte chaleur de l'année).
- la pompe démarre vers 8 heures et s'arrête de fonctionner vers 16 heures.
- pendant la journée, le débit maximal de la pompe est obtenu aux environs de 11 heures
- la production d'eau annuelle est de 6124 m^3 .
- la quantité d'eau vendue est de 5820 m^3 .
- les pertes sont évaluées à 5% de la production.
- le tarif de la vente de l'eau est de $125 \text{ F CFA} / \text{m}^3$
- les salaires sont établis à raison de 1/3 des ventes d'eau
- le contrat de maintenance annuelle est de 226.425 F CFA
- l'entretien et les pièces de rechanges au cours de l'année, sont estimés à 75.400 F CFA .

l'inventaire des pièces changées est le suivant :

pièces	robinet bf	nettoyage compteur bf
nombre	6	4

Ce sont les robinets des bornes fontaines qui s'usent rapidement. Ils sont changés au moins 2 fois par an.

Les cadrans des compteurs des bornes fontaines contiennent de l'eau chargée. Ce qui rend malaisée leur lecture. Cette eau a une couleur rougeâtre, signe d'une présence de fer. Par ailleurs, nous soulignons que 5 panneaux solaires ont été volés. Elles sont actuellement achetées à crédit auprès de la société chargée d'assurer la garantie des installations solaires.

Pour satisfaire la demande en eau du site, outre la production d'eau du réseau, la population exploite 7 puits. A l'issue de notre enquête menée sur les puits, nous avons trouvé un débit d'exploitation de $0,6 \text{ m}^3 / \text{h}$ au niveau de chaque puits.

La sollicitation est en moyenne de 10 heures par jour. Ce qui nous donne de ce fait, un débit complémentaire de $42 \text{ m}^3 / \text{jour}$.

Consommation journalière d'eau

A la production journalière d'eau du réseau ($21 \text{ m}^3 / \text{j}$), nous ajoutons l'apport complémentaire ($42 \text{ m}^3 / \text{j}$); nous obtenons une consommation journalière d'eau de $62 \text{ m}^3 / \text{j}$.

6.4.3 - Analyses

Elles portent sur la production d'eau et le vol des panneaux.

- les panneaux volés : leur vol est intervenu après une année de fonctionnement.

La solution trouvée a été l'achat à crédit de ces panneaux auprès de la société même chargée de garantir ces équipements (SNTT). La question qui se pose est de trouver la procédure de renouvellement des panneaux. A travers cette question, c'est tout le contenu du contrat de garantie totale qui est remis en cause.

-la production d'eau du réseau: elle représente 36% des besoins du village et 28 % de la consommation moyenne journalière.

Ce projet a souscrit pour la fourniture de 25.2 m³ d'eau par jour. En partant de cette donnée, la production annuelle représente alors 67% (6124 m³ / (25,2 m³ / j x 365 j)).

Pour satisfaire cette demande, nous allons renforcer la puissance du générateur.

Nous procédons par la suite, au calcul du m³ d'eau pompé selon les hypothèses suivantes :

- hypothèse 1 : avec l'installation actuelle et une production de 20 m³ / jour.
- hypothèse 2 : avec le renforcement du réseau de la puissance du générateur et un débit de 70 m³ / jour.

6.4.4 - Coût du m³ Pompé

A partir de ces deux hypothèses, nous obtenons les valeurs suivants contenus dans le tableau ci-dessus :

Débit/jour	20 m ³ /jour	70 m ³ /jour
Coût m ³ pompé FCFA	685	270

6.4.4.1 - Répartition du coût du m³ pompé

Coût du m ³ pompé	685 FCFA	125 FCFA
Salaire	40	40
Maintenance	35	35
Entretiens	10	10
Onduleur	45	40
Pompe	50	
Panneau	190	
Annexes*	350	

* les annexes représentant : le réseau (dist + ref) + réservoir + borne fontaines

Commentaires :

- l'eau coûte plus chère que ce qu'elle rapporte (125 F CFA / m³; contre 685 F CFA / m³).
- les charges de fonctionnement (salaire + maintenance + entretien) représentant 68% du coût du m³ d'eau vendu (125 F CFA / m³).
- les charges de fonctionnement se répartissent comme suit :

charges de fonctionnement		
salaires	maintenance	entretiens
47 %	41 %	12 %

- dans l'ordre, les charges les plus élevées sont : les salaires, le contrat de maintenance et les entretiens + pièces de rechanges.
- les bénéficiaires ne peuvent pas renouveler les équipements solaires au coût actuel du prix du m³ d'eau
- chaque m³ d'eau pompé génère dans la rubrique du renouvellement des équipements solaires, un manque à gagner de 225 F CFA
- l'Etat qui, selon les textes, doit prendre les annexes (réseau + réservoir + bornes fontaines) aura à rechercher sur chaque m³ pompé 350 F CFA.

-hypothèse : 70 m³ / jours

Coût du m ³	270 F CFA	125 F CFA
Salaire	40	40
Maintenance	15	15
Entretien + pièces	5	5
Onduleur	15	15
Pompe	20	20
Panneau	70	30
Annexes	45	-

Commentaires :

- l'eau coûte plus chère que ce qu'elle rapporte (125 F CFA contre 270 F CFA / m³)
- les charges de fonctionnements représentent : 48% du coût du m³ vendu.
- les charges de fonctionnement se répartissent comme suit :

Charges de fonctionnement		
salaires	maintenance	entretiens
66 %	25 %	9 %

- dans l'ordre, les charges les plus élevées sont : les salaires, le contrat de maintenance et les frais d'entretien

- les bénéficiaires ne peuvent pas renouveler leurs équipements solaires
- chaque m³ d'eau pompé crée un manque à gagner de 40 F CFA pour le renouvellement des équipements solaires
- pour un m³ pompé, l'Etat doit rechercher 45 F CFA, représentant les coûts de renouvellement des annexes (réseau + réservoir + bornes fontaines)

Toutes ces deux hypothèses ne conviennent pas à ce village car elles engendrent des pertes. Néanmoins la seconde hypothèse est plus avantageuse économiquement que la précédente.

Un réseau thermique conviendra mieux probablement à ce village.

6.4.5 - Comité de gestion

Il existe un comité chargé de gérer système. Ce comité se réunit une fois par mois. Les problèmes évoqués concernent la gestion financière.

6.4. 5.1 - Problèmes rencontrés

- Le comité n'a pas reçu aucune formation
- les documents sont mal tenus
- le contrat de maintenance est élevé
- le comité ne perçoit pas son importance
- la dépense en eau dépasse l'offre.

6. 5 - Koygolo

Ce village est situé à 40 km, au Nord de Margou (Birni- gaouré).

On y accède par une voie latéritique.

La structure d'habitat est groupée (Voir plan de situation de Koygolo). Les activités principales du village sont l'agriculture et l'élevage. Il dispose des services techniques suivants :

- l'agriculture
- l'élevage
- l'environnement
- la santé

Il comprend également d'autres d'infrastructures telles que :

- 1 école primaire
- 1 collège
- 1 centre téléphonique
- 1 grande mosquée

En matière d'infrastructures hydrauliques nous pouvons noter

- 4 puits modernes
- 8 puits améliorés
- 1 forage
- 1 poste solaire d'eau autonome avec une rampe de 6 robinets et une borne fontaine
- 1 poste d'eau solaire à six robinets.

Ce poste d'eau comprend une borne fontaine et un réservoir de 30 m³.

La puissance du système solaire est de 1800 we avec un débit journalier de 6 m³/ jour.

La situation hydraulique n'est pas satisfaisante.

6.5.1 - Estimation des besoins en eau

6.5.2 - Constats

Nos observations sur le terrain et l'exploitation des fiches de fonctionnement ont donné les renseignements ci-dessous :

- la production journalière est de l'ordre 6 m³ / jour
- * - le réservoir contient constamment de l'eau au 2/3 de sa capacité qui est de 20 m³
- la production d'eau annuelle est de 2830 m³ / an
- la quantité d'eau vendue est de 2606 m³ / an
- la vente d'eau s'effectue à raison de 125 F CFA / m³
- les salaires représentent le 1/3 de la vente d'eau et s'élèvent à 108.585 F CFA / an
- il n'y a pas de contrat de maintenance
- l'entretien et les pièces de rechange s'élèvent à 20.000 F CFA.

Ces pièces de rechange concernent principalement les robinets des bornes fontaines.

La population exploite 13 points d'eau, outre le réseau solaire d'eau, pour couvrir les besoins en eau journalière. A l' issue d'une enquête que nous avons mené sur le site nous avons estimé que le débit prélevé sur chaque ouvrage est de l'ordre de 0.6 m³ / h.

Ces puits sont sollicités pendant 8 heures au cours de la journée.

Ce qui nous donne un complément en eau de : $0.6 \text{ m}^3 / \text{h} \times 8 \text{ h} \times 13 = 62 \text{ m}^3 / \text{jour}$.

Consommation journalière

En ajoutant l'apport complémentaire d'eau (62 m³ / j) à la desserte journalière du réseau, nous obtenons une consommation journalière de 68 m³ / jour.

6.5.3 - Analyses

Elles portent essentiellement sur la production.

Actuellement avec l'équipement actuel (générateur de 1575 wc) nous pouvons obtenir un débit journalier de 30 m³ / jour; soit l'équivalent de 48% de la consommation journalière.

Avec une production de 6 m³ /jour, le système ne travaille donc qu'à 20% de sa capacité.

Pour satisfaire la demande en eau, nous allons dimensionner le système pour l'adapter au besoin en eau du village. Nous calculerons par la suite le coût du m³ pompé en posant 3 hypothèses qui sont :

- hypothèse 1 : avec l'installation actuelle et une production de 6 m³ / jour
- hypothèse 2 : avec l'installation actuelle et une production de 30 m³ / jour
- hypothèse 3 : avec le renforcement de la puissance du générateur et une production de 70 m³ / jour. Il aura une extension du réseau sur 3000 ml et le rajout de 2 bornes fontaines supplémentaires

6.5.4 - Coût du m³ Pompé

A partir de ces trois hypothèses, nous trouvons les valeurs du m³ payés mentionnées dans le tableau ci-dessous :

Débit/jour	6 m ³ / jour	30 m ³ / jour	70 m ³ / jour
Coût m ³ pompé F CFA	685	205	165

6.5.4.1 - Répartition du coût du m³ pompé

Hypothèse : 6 m³ / jour

Coût du m ³ pompé	685 F CFA	125 F CFA
Salaire	40	40
Entretiens	5	5
Onduleur	45	45
Electropompe	210	35
Panneau	235	-
Annexes*	150	-

* annexes représentent le réseau (dist + ref) + réservoir + borne fontaine

Commentaires

- l'eau coûte plus chère que ce qu'elle rapporte (125 F CFA contre 685 F CFA)
- les charges d'entretien représentent 36% du coût du m³ d'eau vendu (125 F CFA)
- ces charges d'entretien se répartissent comme suit :

Charges de fonctionnement	
salaires	entretiens
89%	11%

- les populations ne peuvent pas renouveler les équipements solaires
- chaque m³ d'eau pompé fait un manque à gagner de 410 F CFA au niveau de la rubrique renouvellement des équipements solaires
- pour chaque m³ pompé, l'Etat doit rechercher 150 F CFA, représentant les coûts de renouvellement des annexes (réseau + réservoir + bornes fontaine).

- hypothèse : 30 m³ / j

Coût du m ³ pompé	205 F CFA	125 F CFA
Salaire	40	40
Entretiens	1	1
Onduleur	10	10
Electropompe	20	20
Panneau	60	55
Annexes*	75	

Commentaires

- l'eau coûte plus chère que ce qu'elle rapporte
- les frais de fonctionnement représentent 32% du coût du m³ d'eau vendu
- ces frais sont exclusivement constitués de salaires
- les bénéficiaires ne peuvent renouveler que 94% de leurs équipements solaires
- pour chaque m³ d'eau pompé, l'Etat doit rechercher 75 F CFA représentant le coût de renouvellement des annexes (canalisation + réservoir + borne fontaine).

Cependant cela suppose que le réseau est effectivement utilisé par la population.

Toute la quantité d'eau produite pendant la journée doit être entièrement vendue.

Ce qui n'est pas le cas présentement .

- hypothèse 3 : 70 m³ / jour

Coût du m ³ pompé	120 F CFA	125 F CFA
Salaire	40	40
Entretiens	-	
Onduleur	10	10
Electropompe	15	15
Module	40	40
Extensions	15	15
Annexes	45	5

Commentaires

- l'eau coûte moins chère que son prix de vente (125 F CFA / m³ au lieu de 120 F CFA / m³)
- les charges de fonctionnement constituées exclusivement des salaires représentent 32% du prix de vente du m³ d'eau
- les équipements solaires peuvent à ce prix de vente de l'eau, être renouvelés
- le réseau génère une marge bénéficiaire de 40 F CFA / m³ d'eau pompé
- pour chaque m³ d'eau pompé, l'Etat doit rechercher 45 F CFA représentant le coût de renouvellement des annexes (canalisations + réservoir + borne fontaine)
- à ce prix, les bénéficiaires peuvent même renouveler les annexes (canalisations + réservoir + bornes fontaines).

De ces 3 hypothèses, la troisième est la mieux indiquée pour ce village.

Son coût de revient du m³ pompé est le plus bas.

Le renouvellement des équipements et des annexes sont les plus souples.

6.5.5 - Comité de gestion

Il existe un comité chargé de gérer système. Ce comité n'a pas une périodicité de réunions, mais il peut se réunir en cas de besoins.

6.5. 5.1 - Problèmes rencontrés

- Le comité n'a pas de formation en matière de gestion du système.
- Les documents ne sont pas bien tenus
- Seuls 1/5 de la population est desservie par le réseau et cela pour une insuffisance de bornes fontaines.

VII - RECAPITULATIF DES PROBLEMES

A l'égard de tout ce qui précède, nous pourrions récapituler les problèmes des sites visités en ces mots :

- insuffisance dans la formation, voire manque de formation des membres du comité.

Ce qui se traduit par des difficultés dans la gestion du système (cas de tous les sites visités) :

- difficultés de trésorerie se traduisant par une inadéquation entre les recettes prévisionnelles et réelles (cas des sites de Kargui-bangou, Mokko, harikanassou)
- négligence des petites pannes qui à la longue, engendrent d'autres plus graves (cas du site de Mokko)
- réseau de distribution non maîtrisé occasionnant des fuites (cas de Mokko, Kargui-bangou)
- inexistence de réseaux de pièces de rechanges se traduisant par des difficultés dans l'acquisition de ces pièces (cas de tous les sites visités)
- dégradation du taux de couverture des besoins en eau avec des écarts de plus en plus importants entre les taux théoriques et pratiques (cas de tous les sites) .
- méconnaissance de la vraie valeur financière des investissements réalisés dans les villages (cas de tous les sites) .

VIII -ANALYSES

Nous ne pourrions terminer d'énumérer ces problèmes sans évoquer quelques indicateurs de comparaison qui sont :

- le coût de revient du m³ pompé
- les charges de fonctionnement des installations
- la prise en charge de renouvellement des équipements.

- le coût de revient du m³ pompé

Sur l'ensemble des sites étudiés, le coût de revient du m³ d'eau coûte est plus élevé que ceux de la vente et c'est à l'Etat comme par tradition, de combler la différence. Il consent à le faire dans la mesure où il veut satisfaire un objectif social.

Cette subvention de l'Etat sur le coût de l'eau, à notre avis, devait être alléger au maximum voire même nulle en procédant ainsi qui suit :

- concevoir des installations pour juste les besoins actuels mais pouvant être adapter à des besoins futurs
- ajuster le coût de l'eau à son prix coûtant

A ce sujet, d'après l'étude sur la capacité financière des bénéficiaires (voir plus haut), nous pensons qu'une augmentation du prix du m³ d'eau peut être envisagée sans grande difficulté, et cela jusqu'à hauteur de 300 F CFA.

- les charges de fonctionnement

Elles ont une incidence très préjudiciable sur le coût du m³ pompé. Elles représentent en moyenne 40% du coût du m³ d'eau et dont les salaires représentent à eux seuls, environ 70% de ces charges.

Pour une gestion plus efficace des installations, nous estimons que ces charges de fonctionnement doivent être réduites au minimum. A cet effet, les salaires doivent être limités aux fontainiers et le trésorier. Les autres membres du comité doivent exercer leurs tâches à titre honorifique.

Par ailleurs, les instances compétentes doivent rechercher des technologies peu coûteuses concernant les éléments pouvant être fabriqués localement. Ce sont entre autres : la borne fontaine, le réservoir etc.

- La prise en charge du renouvellement

Suivant la répartition des responsabilités entre l'Etat et les bénéficiaires (voir plus haut), les bénéficiaires doivent assurer outre le fonctionnement, la prise en charge du renouvellement des équipements, les annexes (réservoir, canalisations) non compris.

Dans le cas du système solaire, les équipements ont d'une manière générale, une grande fiabilité. Ce qui d'ailleurs fait oublier aux bénéficiaires la nécessité de prévoir que la pompe ou l'onduleur peut d'un jour à l'autre, tomber en panne.

C'est pourquoi toute prise en charge du renouvellement prématuré perturbe l'équilibre financier du site. Malheureusement, ce constat amer commence à prendre de l'ampleur.

C'est notamment le cas de Moussadey où 5 modules ont été subtilisés la même nuit.

Il y a donc, pour pallier à de tels cas, matière à réétudier les clauses du contrat de garantie signé entre les bénéficiaires et la SNTT.

Dans le cas du système thermique, contrairement au système solaire, les équipements sont peu fiables. Une fausse manoeuvre peut mettre hors d'usage l'ensemble du groupe et cela les bénéficiaires en sont conscients.

Il s'agit donc par conséquent d'optimiser l'exploitation des équipements afin de pouvoir disposer d'un fonds substantiel. Ce fond servira à l'achat des équipements de rechanges.

IX -Comparaison des deux systèmes de pompage

Chacun de ces deux systèmes thermique et solaire parvient, selon les cas à satisfaire la demande en eau (voir annexes 4, 5).

Néanmoins au plan technique, le système thermique a l'avantage d'avoir un débit constant indépendamment du temps; contrairement au système solaire qui se fait au fil du temps.

Cependant, le système solaire quant à lui, présente des atouts indéniables :

- il ne demande pratiquement pas d'entretien hormis le dépoussiérage des modules
- les charges de fonctionnement restent très inférieures à celles du système thermique (voir annexe 6)
- le démarrage et l'arrêt du système se fait automatiquement sans intervention manuelle en fonction de la position du soleil
- la longue durée de vie et la fiabilité des équipements (les modules en particulier) réduit considérablement le nombre d'intervention à une seule fois par an
- le stock de carburant est le soleil, il est disponible partout dans la zone; contrairement au système thermique qui pour une autonomie, exige un stockage de carburant en permanence
- il est non polluant , silencieux sans risque d'incendie.

Au plan économique, **nous préconisons, l'utilisation du système solaire, pour des cas où la HMT ne dépasse pas 25 mètres et le débit de 50 m³ / jour.**

Le coût des investissements restent assez faibles. Le prix du m³ d'eau pompé (le réseau et le château non compris) avoisine 70 à 80 F CFA ; très inférieur au prix de vente de l'eau.

Au delà, il faudra envisager un système thermique. En effet pour une HMT de 54 mètres (cas du village de Moussadey I), le système solaire de 3600 wc (limite disponible dans le commerce pour l'instant), ne peut d'ailleurs donner qu'un débit maximal de 47 m³ / jour, pour un coût de revient très élevé de 120 F CFA / m³ (voir annexe 6).

Or, un système thermique pourrait fournir toute la demande en eau nécessaire à un coût de revient du m³ d'eau identique

Il faudra pour cela, procéder simplement à un pompage plus long.

Par ailleurs, derrière cette analyse comparative des deux modes de pompage et de leurs coûts, apparaît la réalité de n'importe quelle technique de pompage.

On ne choisit pas une technique en fonction des seuls critères économiques; le besoin prime tout. Certes, Le système thermique coûte cher en investissement et en entretien, .mais reste l'une des meilleures solutions pour satisfaire le besoin en eau d'une entité donnée.

Ajoutons aussi qu'en ce qui concerne le système solaire, sa survie nécessite une autonomie à terme des services gérant l'entretien. Il faudrait pour cela que l'eau soit payée au prix coûtant, pour permettre la prise en charge de la maintenance et du renouvellement des équipements .

Ce qui n'est pas le cas de nos centres étudiés où le prix de revient du m³ d'eau pompé est de l'ordre de 300 F CFA, contre 125 F CFA fixé par l'Etat dans le cadre d'une péréquation de prix du m³ d'eau.

Nous retenons tout de même que le système solaire reste une des solutions d'avenir, mais pour le moment, ce mode de pompage a du mal à sortir de la phase d'essais dans la mesure où les prix sont encore mal fixés. En effet, nous ne saurions comprendre comment par exemple, un onduleur de 945 watt-crête (wc) peut-il coûter autant que celui de 1575 wc.

A l'égard de tout ce qui précède, nous dirons qu'en matière de choix d'un mode de pompage, les critères suivants devront faire l'objet d'attention particulière; ce sont :

- la motivation des bénéficiaires
- la possibilité financière (présent et avenir en fonction de la valorisation de l'eau)
- les besoins en eau des bénéficiaires
- la connaissance du système et de ses contraintes.

X -RECOMMANDATIONS

Pour remédier à toutes ces difficultés, d'importants efforts doivent être déployés tant par l'Administration (Ministère, DDH), que par les programmes (PHV , PRS) et les bénéficiaires.

10.1 - A l'endroit d'Administration (Ministère Hydraulique, Direction Hydraulique Dosso)

En matière de mini-adduction d'eau (solaire ou thermique), les deux importantes décisions à prendre sont :

- l'acceptation de la mini-adduction moyennant son coût
- la position des points de distribution (l'exemple du village de Koygolo est édifiant; le réseau est sous exploité)

Aussi il lui appartient de :

- définir un ensemble de critères de choix des membres du comité
- instaurer au sein du comité, un règlement intérieur pour la bonne marche du comité
- mettre en place, au dessus du comité, un organe de suivi
- mettre en place de réseaux fiables de pièces de rechanges
- solliciter auprès des instances compétentes l'exonération des taxes douaniers ou des taxes plus bas (cas des équipements solaires)
- disposer des normes et des procédures garantissant la fiabilité des matériels
- agréer des structures pouvant intervenir dans le domaine solaire ou thermique
- réajuster le prix de vente de l'eau à sa valeur réelle couvrant les charges de fonctionnement et une partie du renouvellement
- élaborer les tarifs de réparations sur des barèmes mutuellement acceptés par tous (mécaniciens réparateurs, bénéficiaires, administration)
- voir à long terme la gestion de ces centres par des structures privées.

10.2 - A l'endroit du PHV

Le programme Hydraulique Villageoise doit procéder à :

- la formation adéquate en gestion des membres du comité en leur apprenant les rudiments de la comptabilité

- la formation des surveillants-mécaniciens sur l'entretien du groupe en précisant la périodicité de chaque intervention .Ils doivent être capables de se substituer aux cadres techniques dans le transfert de technologie, pour répondre efficacement aux différents besoins
- la mise en place d'un système de suivi régulier de gestion par les bénéficiaires d'abord puis le projet ensuite
- faire une campagne sur la nécessité d'utiliser l'eau du réseau en mettant l'accent sur la santé. Il faut faire en sorte que la courbe de consommation soit uniforme sur toute l'année de manière à pouvoir faire des recettes prévisionnelles.

10.3 - A l'endroit des bénéficiaires

Les bénéficiaires à travers le comité de gestion doivent :

- prendre des sanctions à l'encontre des fautifs
- connaître les termes de contrat de maintenance
- connaître les coûts des amortissements des équipements

10.4 - A l'endroit du PRS

- Les clauses du contrat de garantie mises en place entre la SNTT et les populations bénéficiaires ne sont qu'administratives. Elles ne sont pas appliquées sur le terrain (cas de la tournée de garantie dans les villages de Kargui-bangou, Moussadey I en 1997).

Il appartient par conséquent de mettre en place des mesures pour contrôler le travail effectué par la SNTT au niveau des villages.

- Par ailleurs, le PRS doit envisager des propositions pour les villages n'ayant pas pu à terme se mettre en règle vis à vis de la SNTT. Ces villages vont-ils être suspendus ?
- Le PRS doit mener des réflexions sur deux types de contrat:
 - . un contrat de maintenance simple
 - . un contrat de maintenance-assurance

. le contrat de maintenance simple : il garde le même libellé que l'ancien, mais d'une durée de un an renouvelable.

Le montant du contrat sera étudié tout en tenant compte du fait que les prix du matériel solaire sont en baisse d'une année à une autre.

. le contrat de maintenance-assurance : il concerne principalement l'assurance des modules qui sont chers, fragiles et commencent à faire objet de vols.

Ce type de contrat permet de pallier à ces cas de vandalisme et autres. Par ce contrat les bénéficiaires arrivent à obtenir une certaine couverture plus sécurisante.

- pour les sites futurs, le PRS doit mandater la SNTT à présenter elle même au monde rural les avantages du service rendu. Cela permettra d'établir un contact direct entre la population concernée et la SNTT.

Nous pensons que ce travail dépasse le seul cadre des animateurs de l'Hydraulique.

A travers cette liste exhaustive de recommandations nous tenons simplement apporter notre modeste contribution à la bonne marche des activités de tous les acteurs qui oeuvrent pour l'approvisionnement en eau du monde rural.

Nous pensons que nos avis mentionnés ci-haut seront pris en compte.

CONCLUSION

L'eau est une denrée rare au sahel et il est très indispensable de mobiliser tous les moyens pour la préserver.

Les études qui ont été menées, nous ont permis de cerner les problèmes du monde rural liés à la gestion de points d'eau. Après l'étude comparative des deux systèmes que nous avons menées, nous pouvons dire qu'il n'existe pas de meilleur système à priori entre le pompage thermique et le pompage thermique. Au delà des simples critères économiques interviennent d'autres facteurs sociaux (degré d'organisation des gens), environnementaux (accès aux sites) et souvent politiques.

Tous ces facteurs difficiles à déterminer, rendent l'étude extrêmement importante.

ANNEXES

ANNEXES
NOTES DE CALCULS

6.1 - Mokko

6.1.1 - Estimation des besoins en eau

D'après la direction de l'Hydraulique de Dosso, la situation au plan humain et animal se présente comme suit:

année 1998

Espèce	Pop	Boeufs	Mouton	Ane
Nbre	3437	482	657	17

Pour les calculs des besoins, nous retenons comme taux d'accroissement (a) et consommation spécifique (c), les valeurs mentionnées dans le tableau ci-dessous :

Espèce	Pop	Boeuf	Mouton	Ane
a %	3.5	1.5	3	2.5
c l / j / hb	25*	30	5	15

* Nous retenons c = 25 l / j / ht pour Mokko, en raison des denses activités économiques du village liées au marché et aux trafics inter-régionaux.

Nous calculerons par la suite , les estimations de la population et du bétail à l'échéance du projet (2012). par la formule : $P_n = P_o (1 + a)^n$

P_o : population à l'année o

P_n : population à l'année n

n : nombre d'année entre l'année o et l'année n

besoins en eau en 1998

Espèce	Pop	Boeuf	Ane	Mouton
Esoin (l / j)	58925	14460	255	3285
Total (m ³ / jour)	77 m ³ / jour			

besoins en eau à l'an 2012

Espèce	Pop	Boeuf	Ane	Mouton
Nbre	5565	593	21	993
Besoin (l / j)	83.475	17.790	315	4.965
Total (m ³ / j)	106 m ³ / jour			

6.2.2 - Coût du m³ pompé Cp

- hypothèse 1 : 7 heures de pompage par jour

la production annuelle d'eau s'élève à :

$$7 \text{ h} \times 10 \text{ m}^3 / \text{h} \times 365 \text{ jours} = 25.550 \text{ m}^3 / \text{an}$$

Coût du m³ pompé:

$$(3.311.525 \text{ F CFA} + 3.871.000 \text{ F CFA}) / 25.550 \text{ m}^3 = 280 \text{ F CFA} / \text{m}^3$$

- hypothèse 2 :

La production annuelle d'eau s'élève à:

$$12 \text{ h} \times 10 \text{ m}^3 / \text{h} \times 365 \text{ jours} = 43.800 \text{ m}^3 / \text{an}$$

Coût du m³ pompé:

$$(3.311.525 \text{ F CFA} + 6.637.345 \text{ F CFA}) / 43.800 \text{ m}^3 = 225 \text{ F CFA} / \text{m}^3$$

- hypothèse 3 :

La production annuelle d'eau s'élève à :

$$16 \text{ h} \times 10 \text{ m}^3 / \text{h} \times 365 \text{ jours} = 58.400 \text{ m}^3 / \text{an}$$

coût du m³ pompé

$$(3.311.525 \text{ F CFA} + 8.849.830 \text{ F CFA}) / 58.400 \text{ m}^3 = 210 \text{ F CFA} / \text{m}^3$$

6.3 - Kargui - bangou

6.3.1 - Estimation des besoins en eau

D'après la DDH/Dosso, la situation aux plans humain et animal, se présente comme suit :

année 1998

Espèce	Pop	Cheval	Ane	Boeuf	Mouton
nbre	1375	6	10	500	600

Nous prendrons les valeurs des coefficients suivants pour estimer les besoins en eau du village.

Espèce	Pop	Cheval	Ane	Boeuf	Mouton
taux a %	3.5	1.5	2.5	1.5	3
cons C l/j/hb	15	30	15	30	5

En appliquant la formule : $P_n = P_o (1 + a)^n$, nous pouvons évaluer la population et le bétail à l'échéance du projet (2012), puis nous calculerons leurs besoins en eau respectifs.

année 2012

Espèce	Pop	Cheval	Ane	Boeuf	Mouton
Nbre	2225	9	14	620	908

- besoins en eau estimatifs

année 1998

Espèce	Pop	Cheval	Ane	Boeuf	Mouton
Besoins	20625	180	150	15000	4540
Total	41 m ³ /j				

année 2012

Espèce	Pop	Cheval	Ane	Boeuf	Mouton
Besoin	33375	270	350	18600	6852
Total	60 m ³ /j				

6.3.2 - Coût du m³ pompé Cp

hypothèse 1 : avec l'installation actuelle et une production de 20 m³/j

Coût d'amortissement annuel Ca

Nous appliquons à ce coût un taux d'actualisation de 3% pour tenir compte de l'inflation

Caractéristiques	Investissement	Durée de vie	Investissement	
			0%	3%
actualisation				
Panneaux	5.250.000	20	262.500	352.885
Onduleur	800.000	7	114.285	128.405
Pompe	1.500.000	7	214.285	240.760
Réseau (dist + ref)	5.886.450	20	294.320	473.870
Réservoir + pose	7.050.000	20	352.500	395.665
Borne fontaine	1.800.000	20	90.000	120.985
Tête forage	800.000	20	40.000	53.775
Total	26.983.050		1.367.890	1.766.345

Coût de fonctionnement Cf

Il se compose de :

- contrat de maintenance : 177.850 F CFA
 - salaire : 125 F CFA x 6354 m³ x 1 / 3 = 264.750 F CFA
 - entretien + pièces de rechanges : 28.420 F CFA
- soit un total de : 471.020 F CFA

Coût du m³ pompé Cp

$$C_p = (C_a + C_f) / \text{production}$$

$$(1.766.345 \text{ f} + 471.020 \text{ f}) / 6831,62 \text{ m}^3 = 325 \text{ f} / \text{m}^3$$

hypothèse 2 : Avec un renforcement de la puissance du générateur et un débit de 60 m³/jour.

Nous allons dimensionner le système solaire par le calcul, avec comme données :

HMT= 25 m; Q = 60 m³/j (pour tenir compte de la demande future d'eau). Ensuite, nous calculerons le coût du m³ pompé.

Après calcul, nous obtenons une pompe solaire TSP avec une puissance de générateur de 2102 wc. Nous retenons un générateur solaire de 2520 wc disponible dans le commerce.

Coût d'amortissement annuel **Ca.**

Caractéristiques	Investissement	Durée de vie	Amortissement	
			0%	3%
Actualisation				
Panneau	14.000.000	20	700.000	941.020
Onduleur	1.800.000	7	257.140	288.910
Pompe	2.200.000	7	314.285	353.110
Réseau (dist + ref)	5.886.450	20	294.325	395.660
Réservoir	7.050.000	20	352.500	473.870
Borne fontaine	1.800.000	20	90.000	120.990
Tête forage	800.0000	20	40.000	53.775
Total	28.631.250		2.048.250	2.627.335

Coût de fonctionnement **Cf**

- contrat de maintenance annuel : 198.345 F CFA
- salaire : représente le 1/3 de la vente d'eau :
 $60 \text{ m}^3/\text{j} \times 365 \text{ j} \times 125 \times 0.93 \times 1/3 = 848.625 \text{ F CFA.}$
- entretien + pièces de rechanges = 28.420 F CFA

Total fonctionnement : Cf = 1.075.390 F CFA

Coût m³ pompé **Cp**

$$C_p = (C_a + C_f) / \text{production}$$

$$C_p = (2.627.335 \text{ F CFA} + 1.075.390 \text{ F CFA}) / (60 \text{ m}^3/\text{j} \times 365 \text{ jours})$$

$$C_p = 170 \text{ F CFA} / \text{m}^3$$

6.4 - Harikanassou

6.4.1 - Estimation des besoins en eau

D'après la DDH/Dosso, la situation aux plans humain et animal se présente comme suit :

Année 1998

Espèce	Pop	Cheval	Ane	Boeuf	Mouton
Nbre	2425	10	8	270	2100

Pour les calculs, nous prendrons comme taux d'accroissement et consommation spécifique les valeurs mentionnées dans le tableau ci-dessous.

Espèce	Pop	Cheval	Ane	Boeuf	Mouton
c l/j/hb	15	30	15	5	30
a %	3.5	1.5	2.5	3	1.5

Nous calculons les estimations de la population et du bétail par la formule $P_n = P_o (1 + a)^n$, puis nous évaluons les besoins en eau de 1998 et 2012.

Pour les calculs, nous prendrons comme taux d'accroissement et consommation spécifique, les valeurs mentionnées dans le tableau ci-dessous.

Espèce	Pop	Cheva l	Ane	Boeuf	Mouton
a %	3.5	1.5	1.5	2.5	3
c l / j / hb	15	30	30	15	5

Nous calculons les estimations de la population et du bétail par la formule $P_n = P_o (1 + a)^n$. Puis nous évaluons leurs besoins en eau de 1998 et à l'échéance du projet (an 2012)

Besoin en eau

Année 1998

Espèce	Pop	Cheval	Ane	Boeuf	Mouton
Nbre	2425	10	270	8	2100
Besoin (l / j)	36375	300	8100	120	10500
Total	55 m ³ / jour				

Année 2012

Espèce	Pop	Cheval	Boeuf	Ane	Mouton
Nbre	3925	13	333	12	3177
Vol (l/j)	38875	390	9960	180	15885
Total	65.m ³ / jour				

6.4.2 - Coût du m³ pompé Cp

- hypothèse 1: avec l'installation actuelle et une production de 20 m³ / j.

Coût d'amortissement annuel Ca

A ces coûts d'amortissements annuels, nous appliquons un taux d'actualisation d 3% pour tenir compte de l' inflation.

Caractéristique	Investissement	Durée de vie	Investissement	
			0%	3%
Actualisation				
Panneau	4.000.000	20	200.000	268.860
Onduleur	800.000	7	114.285	128.405
Pompe	1.500.000	7	214.285	240.760
Réservoir	10.700.000	20	535.000	719.210
Tête forage	800.000	20	40.000	53.775
Total	17.800.000		1.103.570	1.411.010

Coût de fonctionnement Cf

Il se compose de :

- salaires : 5253 m³ x 125 f/ m³ x 1/3 = 218.875 F CFA
- entretien + pièces de rechanges : = 63.120 F CFA
- pas de contrat de maintenance

Total : 281.995 F CFA

Coût du m³ pompé

C'est le rapport du de la somme des coûts d'amortissement annuel et des coûts de fonctionnement sur la production d'eau.

$$C_p = (C_a + C_f) / \text{production} = (1.411.010 \text{ F CFA} + 281.995 \text{ F CFA}) / 5469 \text{ m}^3$$

$$C_p = 310 \text{ F CFA} / \text{m}^3$$

- hypothèse 2 : avec le renforcement de la puissance du générateur et un débit de 60 m³ / j.

Avec une HMT = 20.5 m et un débit = 60 m³ / jour, nous obtenons par le calcul, un générateur de 1725 wc. Nous prendrons un générateur de 1750 wc disponible dans le commerce.

Coût d'amortissement annuel Ca

A ces coûts d'amortissements annuels, nous appliquons un taux d'actualisation de 3% pour tenir compte de l'inflation

Caractéristique	Investissement	Durée de vie	Investissement	
			0%	3%
Actualisation				
Module (35)	8.750.000	20	437.500	588.135
Onduleur	800.000	7	114.285	128.405
Pompe	1.500.000	7	214.285	240.760
Réservoir	10.700.000	20	535.000	719.210
Tête forage	800.000	20	40.000	53.775
Total	22.550.000		1.341.070	1.730.285

Coût de fonctionnement Cf

Il se compose de :

- salaires : 60 m³ / jour x 365 j x 125 F CFA / m³ x 0.95 x 1/3 = 1.300.310 F CFA
- entretien et pièces de rechanges = 63.120 F CFA

soit un total de = 1.363.430 F CFA

Coût du m³ pompé Cp

$$C_p = (C_a + C_f) / \text{production}$$

$$C_p = (1.730.285 \text{ f} + 1.363.430 \text{ f}) / (60 \text{ m}^3 / \text{j} \times 365 \text{ j})$$

$$C_p = 140 \text{ F CFA}$$

6.5 - Moussadey I

6.5.1 - Estimation des besoins en eau

Selon la DDH/Dosso, la situation au plan humain et animal se présente comme suit :

Année 1998

Espèce	Pop	Cheval	Boeuf	Ane	Mouton
Nbre	4535	9	100	100	600

Nous prendrons pour les calculs des besoins, les valeurs des coefficients suivants :

Espèce	Pop	Cheval	Boeuf	Ane	Mouton
Taux a%	3.5	1.5	1.5	2.5	3
Cons C l/j/hb	15	30	30	15	5

Nous allons d'abord calculer les estimations de la population et du bétail à l'échéance du projet (2012), grâce à la formule : $P_n = P_o (1 + a)^n$

Année 2012

Espèce	Pop	Cheval	Boeuf	Ane	Mouton
Nbre	7340	11	123	141	908

Estimation des besoins en eau

Année 1998

Espèce	Pop	Cheval	Boeuf	Ane	Mouton
Vol (litres)	68025	270	3000	1500	3000
Total	75 m ³ / jour				

Année 2012

Espèce	Pop	Cheval	Boeuf	Ane	Mouton
Vol (litres)	110	0,3	3,7	2,1	4,5
Total	120 m ³ / jour				

6.5.2 - Coût du m³ pompé Cp

-hypothèse 1 : avec l'installation actuelle et une production de 20 m³/jour.

Coût d'amortissement annuel Ca

Nous appliquons à ce coût un taux d'actualisation de 3% pour tenir compte de l'inflation

Caractéristique	Investissement	Durée de vie	Amortissement	
			0%	3%
Actualisation			0%	3%
Panneau	17.500.000	20	875.000	1.176.275
Onduleur	1.800.000	7	257.145	288.910
Pompe	2.200.000	7	314.285	353.115
Réseau (dist + ref)	12.933.400	20	646.670	869.330
Réservoir + pose	11.461.000	20	573.050	770.360
Borne fontaine	2.400.000	20	120.000	161.320
Tête forage	800.000	20	40.000	53.775
Total	49.094.400		2.826.150	3.673.085

Coût de fonctionnement Cf

Il se compose de :

- contrat de maintenance annuelle	=	226.425 F CFA
- salaire : 5820 m ³ x 125 F CFA / m ³ x 1/3	=	242.500 F CFA
- entretien + pièces rechanges	=	75.400 F CFA
soit un total de	:	544.325 F CFA

Coût du m³ pompé Cp

C'est le rapport de la somme des coûts d'amortissement annuel et les coûts de fonctionnement sur la production :

$$C_p = (C_a + C_f) / \text{production annuelle}$$

$$C_p = (3.673.085 \text{ F CFA} + 544.325 \text{ F CFA}) / 6124 \text{ m}^3 = 685 \text{ F CFA}$$

-hypothèse 2 : avec le renforcement de la puissance du générateur

Nous allons dimensionner le système ,ensuite nous calculerons son coût d'amortissement annuel puis le coût du m3 pompé.

Pour une HMT = 54 m ; Q = 70 m³/jour, nous obtenons un générateur de puissance de 5300 wc. Présentement la puissance maximale disponible dans le commerce est 3600 wc. Pour une HMT de 54 mètres, le débit obtenu ne sera que de 47 m³/jour.

Coût d'amortissement annuel Ca

Il sera identique que celui de l' hypothèse 1 : soit 3.673.085 F CFA

Coût de fonctionnement Cf

Il se compose de :

- contrat de maintenance : 226.425 F CFA
 - salaire : $47 \text{ m}^3/\text{j} \times 365 \text{ j} \times 125 \text{ F CFA}/\text{m}^3 \times 0.95 \times 1/3 = 679.050 \text{ F CFA}$
 - entretien + pièces de rechanges : 75.400 F CFA
- soit un total de 980.875 F CFA

Coût du m³ pompé Cp

$$C_p = (3.673.085 \text{ F CFA} + 980.875 \text{ F CFA}) / (47 \text{ m}^3/\text{j} \times 365 \text{ j}) = 270 \text{ F CFA}$$

6.6 - Koygolo

6.6.1 - Estimation des besoins en eau

D'après la DDH / Dosso, la situation au plan humain et animal se présente comme suit:

Année 1998

Espèce	Pop	Cheval	Boeuf	Chameau	Ane	Mouton
Nbre	3513	20	200	5	100	600

Pour estimer les besoins en eau, nous prendrons comme consommation et taux d'accroissement les valeurs ci-dessous mentionnées.

Espèce	Pop	Cheval	Boeuf	Chameau	Ane	Mouton
a %	3.5	1.5	1.5	1.5	2.5	3
c l/j / hb	15	30	30	30	15	5

Nous allons déterminer les estimations du bétail et de la population à l'échéance du projet (2012) grâce à la formule $P_n = P_o (1 + a)^n$

Année 2012

Espèce	Pop	Cheval	Boeuf	Chameau	Ane	Mouton
Nbre	5700	25	245	7	142	908

Nous allons déterminer par la suite les besoins en eau de l'année 1998 et à l'échéance du projet (2012).

Année 1998

Espèce	Pop	Cheval	Boeuf	Chameau	Ane	Mouton
Besoin (l/j)	52695	600	6000	150	1500	3000
Total	64 m ³ / jour					

Année 2012

Espèce	Pop	Cheval	Boeuf	Chameau	Ane	Mouton
Besoin (l/j)	85500	750	7350	210	2130	4540
Total	100 m ³ / jour					

6.6.2 - Coût du m³ pompé Cp

- hypothèse 1 : avec l'installation actuelle et une production de 6 m³ / jour

Coût d'amortissement Ca

Nous appliquons un taux d'actualisation de 3% pour tenir compte de l'inflation.

Caractéristique	Investissement	Durée de vie	Amortissement
Actualisation			3%
Panneau	10.000.000	20	672.155
Onduleur	800.000	7	128.405
Electropompe	1.500.000	7	240.760
Réservoir	8.810.150	20	592.180
Réseau	2.055.900	20	138.190
Borne fontaine	600.000	20	40.330
Total	23.766.050		1.812.020

Coût de fonctionnement Cf

Il se compose de :

- salaires : 108.585 F CFA
- entretien + pièces de rechanges : 20.000 F CFA
- il n'a pas de contrat de maintenance

Total : 128.585 F CFA

Coût du m³ pompé Cp

$$C_p = (C_a + C_f) / \text{production}$$

$$C_p = (1.812.020 + 128.585) / 2830 \text{ m}^3 = 685 \text{ F CFA} / \text{m}^3$$

hypothèse 2 : avec l'installation actuelle et un débit de 30 m³ / j

Coût d'amortissement annuel Ca

Il reste égale à 1.812.020 fcfa

Coût de fonctionnement Cf

-les salaires :

nous considérons la perte égale à 5% de la production

$$30 \text{ m}^3 / \text{jour} \times 365 \times 125 \text{ f} / \text{m}^3 \times .95 \times 1/3 = 433.440 \text{ fcfa}$$

-entretiens + pièces de rechanges : 20.000 fcfa

soit un total de 453.440 fcfa

Coût du m³ pompé Cp

$$C_p = (C_a + C_f) / \text{production}$$

$$C_p = (1.812.020 f + 453.440 f) / (30 \text{ m}^3 / \text{j} \times 365 \text{ j})$$

$$C_p = 205 \text{ fcfa} / \text{m}^3$$

- hypothèse 3 : renforcement de la puissance du générateur, production de 70 m³ / jour extension du réseau sur 3000 ml et rajout de 2 bornes fontaines

Avec une HMT = 24 m et un débit Q = 70 m³ / jour nous obtenons d'après le calcul, un générateur de 2354 wc. Nous choisissons un générateur commerciable de 2520 wc.

Coût d'amortissement annuel Ca

Nous appliquons un taux d'actualisation de 3% pour tenir compte de l'inflation

Caractéristique	Investissement	Durée de vie	Amortissement	
			0%	3%
Actualisation				
Panneau	1.400.000	20	70.000	94.100
Onduleur	1.800.000	7	257.140	288.910
Pompe	2.200.000	7	314.285	353.115
Réservoir	8.810.150	20	440.505	592.180
Réseau (dist ref)	2.055.900	20	102.795	138.190
Borne fontaine	600.000	20	30.000	40.330
Extensions*	6.600.000	20	330.000	443625
Total	41.066.050		1.362.725	1.950.450

* extensions : concernent 3000ml de canalisations et 2 bornes fontaines supplémentaires pour desservir les zones éloignées.

Coût de fonctionnement Cf

Il se compose de :

- les salaires

Nous considérons la perte égale à 5% de la production

$$70 \text{ m}^3 / \text{jour} \times 365 \times 125 \text{ F CFA} / \text{m}^3 \times 0.95 \times 1/3 = 1.011.355 \text{ F CFA}$$

- les entretien et pièces de rechanges :

$$\text{Nous les considérons équivalents à } 20.000 \text{ F CFA} \times 3 = 60.000 \text{ F CFA}$$

$$\text{soit un total de : } 1.071.355 \text{ F CFA}$$

Coût du m³ pompé Cp

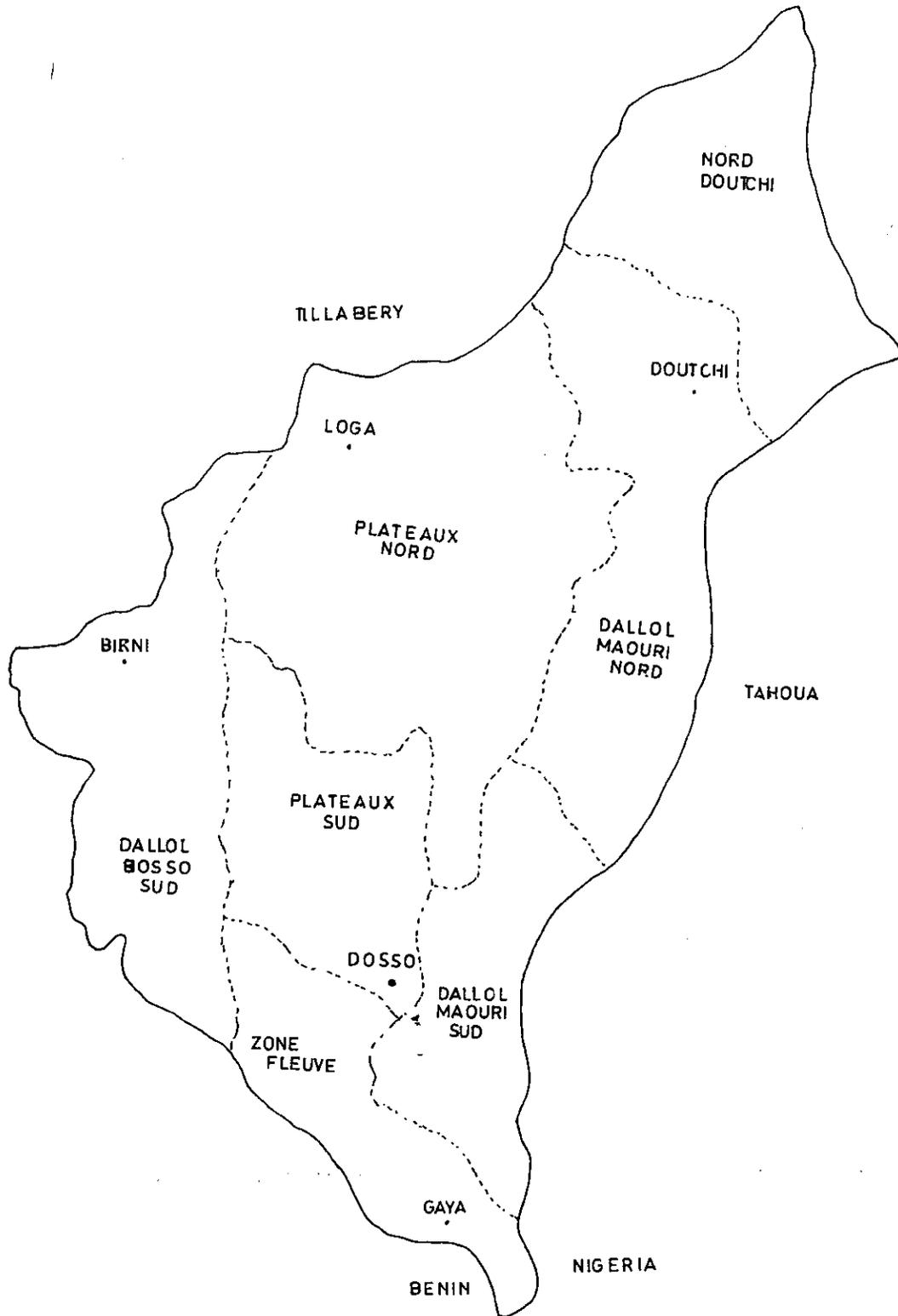
$$C_p = (C_a + C_f) / \text{production}$$

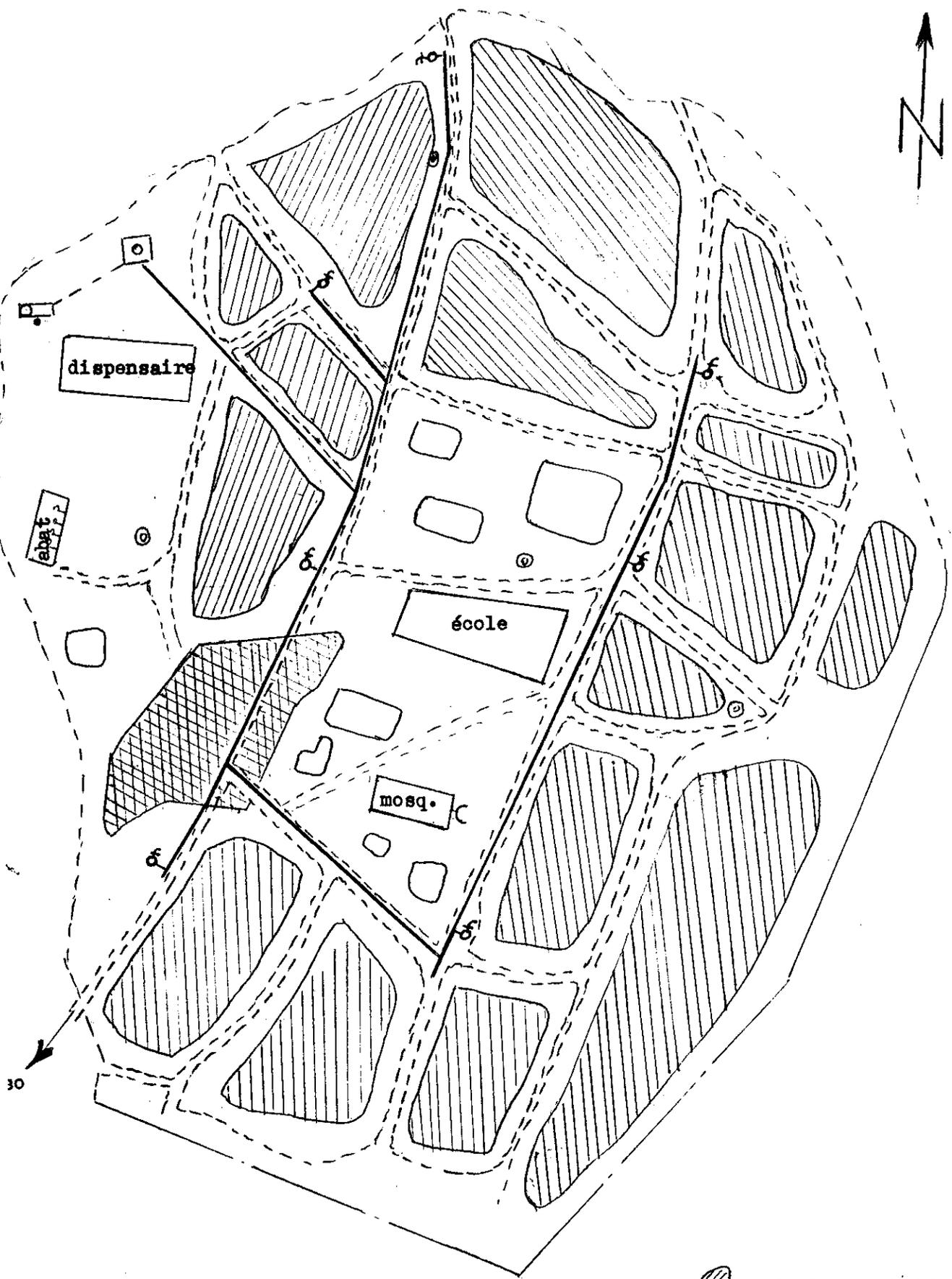
$$C_p = (1.950.450 \text{ F CFA} + 1.071.355 \text{ F CFA}) / (70 \text{ m}^3 / \text{j} \times 365 \text{ j})$$

$$C_p = 165 / \text{m}^3$$

**ANNEXES
PLANS DE SITUATION**

PLAN DE SITUATION: DOSSO



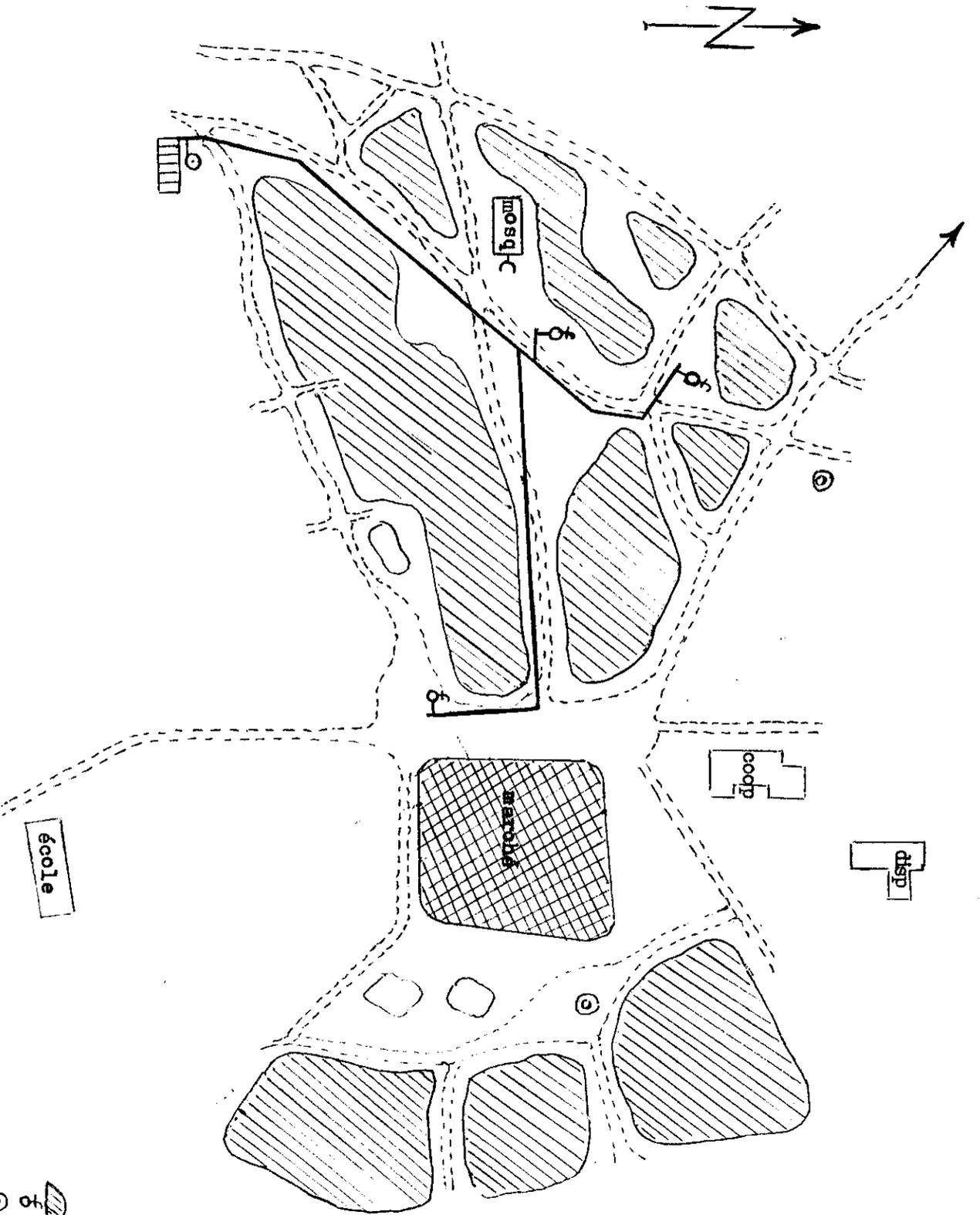


an de Situation : Mokko

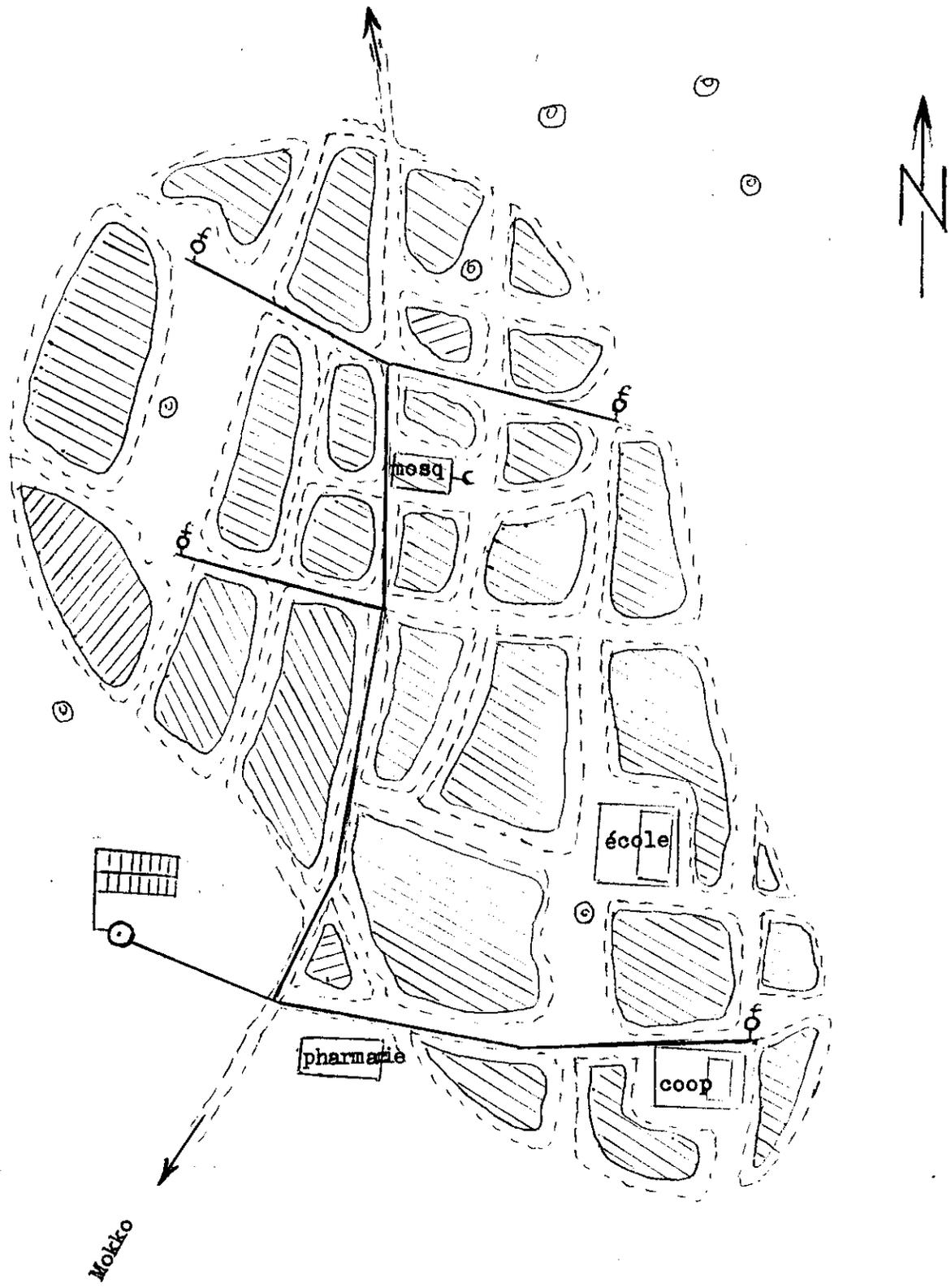
-  - Secteur habité
-  - Borne fontaine
-  - Château d'eau
-  - Groupe électrogène
-  - Puits

dessiné par Soumana

Plan de Situation : Kargoubangou



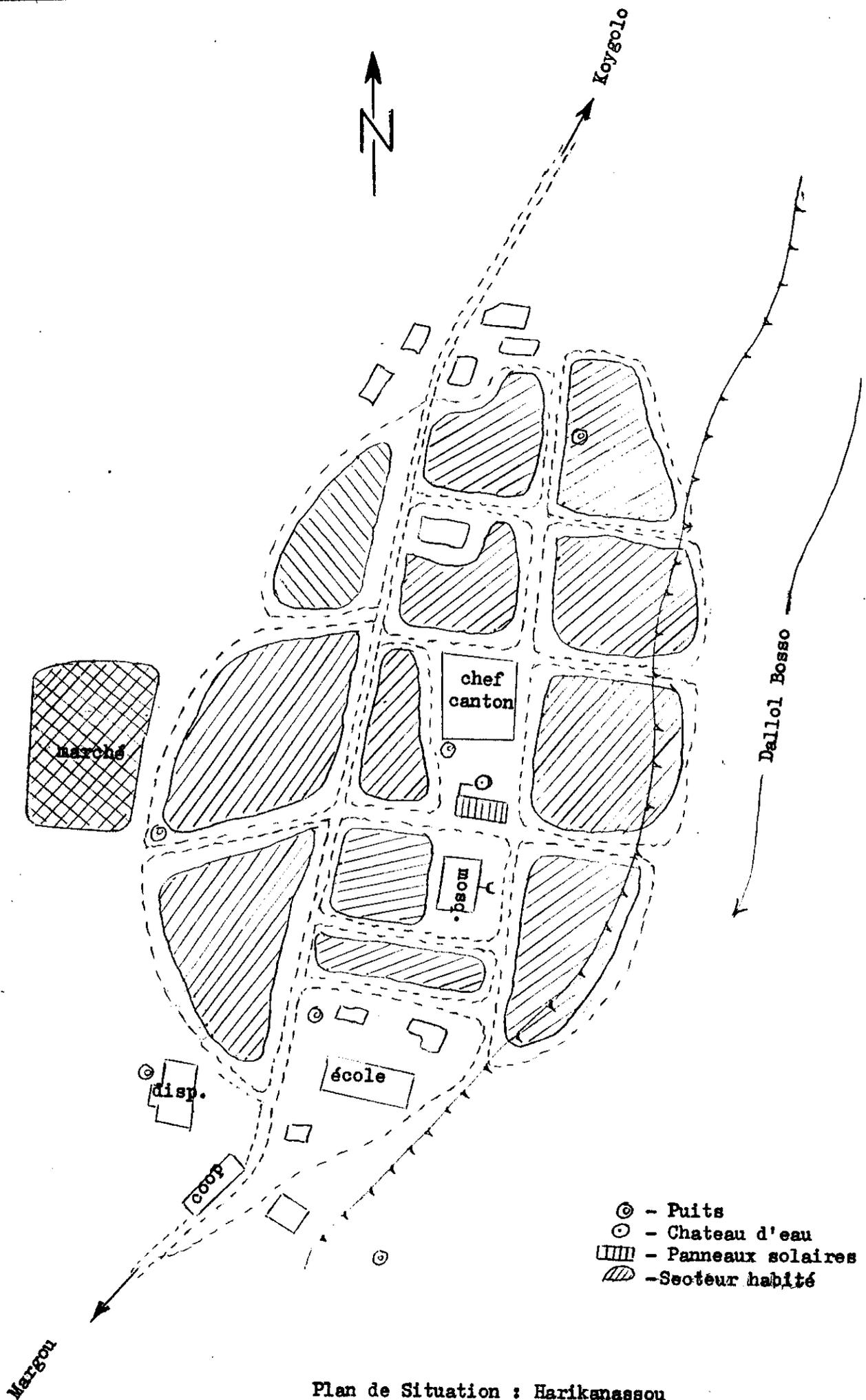
-  - Secteur habité
-  - Bona fontaine
-  - Puits
-  - Chateau d'eau
-  - Panneaux solaire



- Puits
- Borne fontaine
- Chateau d'eau
- Pannaux solaires
- Secteur habité

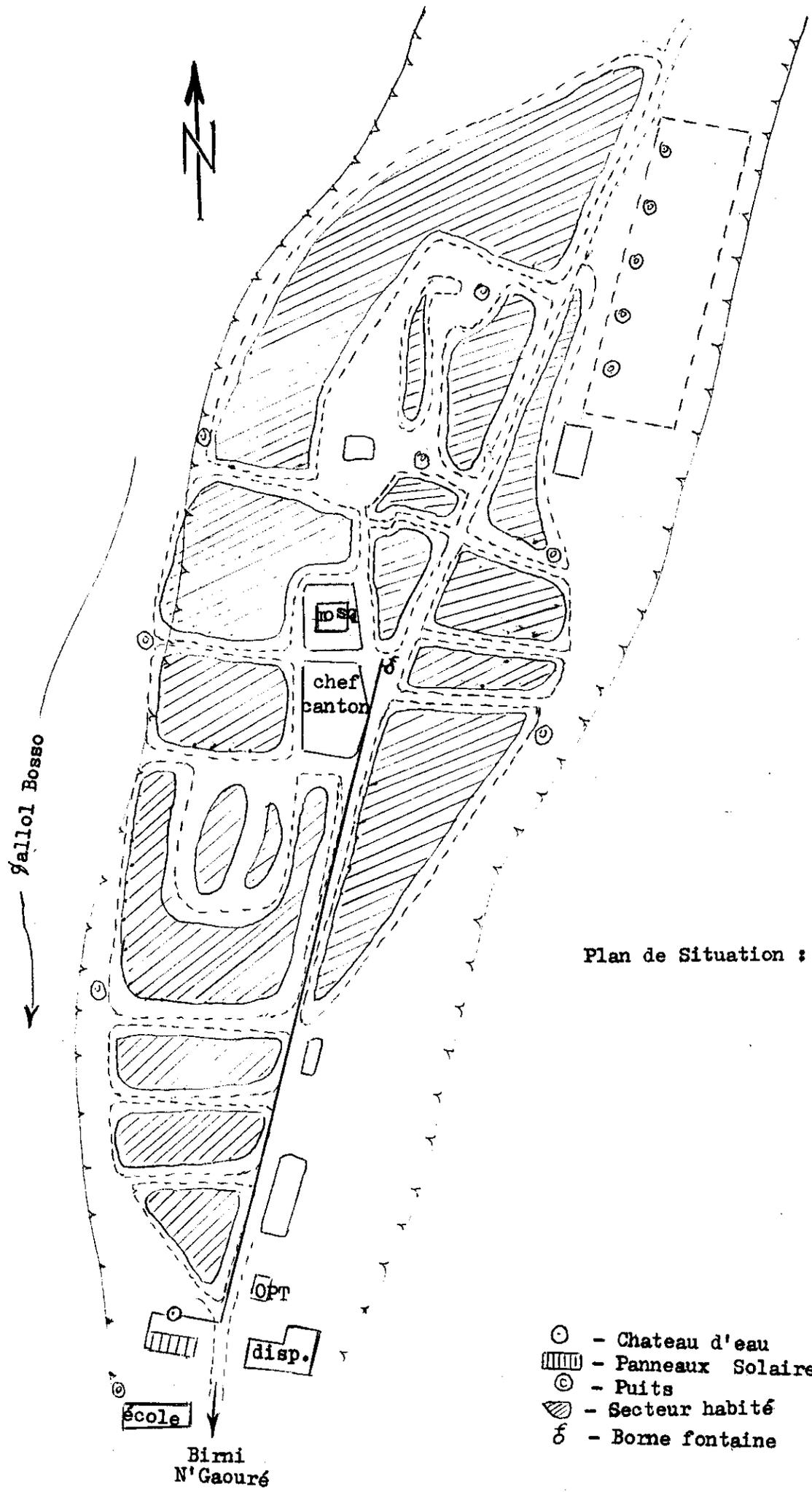
Plan de Situation : Moussadey I

éssiné par G. Soumana



- ⊙ - Puits
- - Chateau d'eau
- ▤ - Panneaux solaires
- ▨ - Secteur habité

Plan de Situation : Harikanassou



Plan de Situation : Koygolo

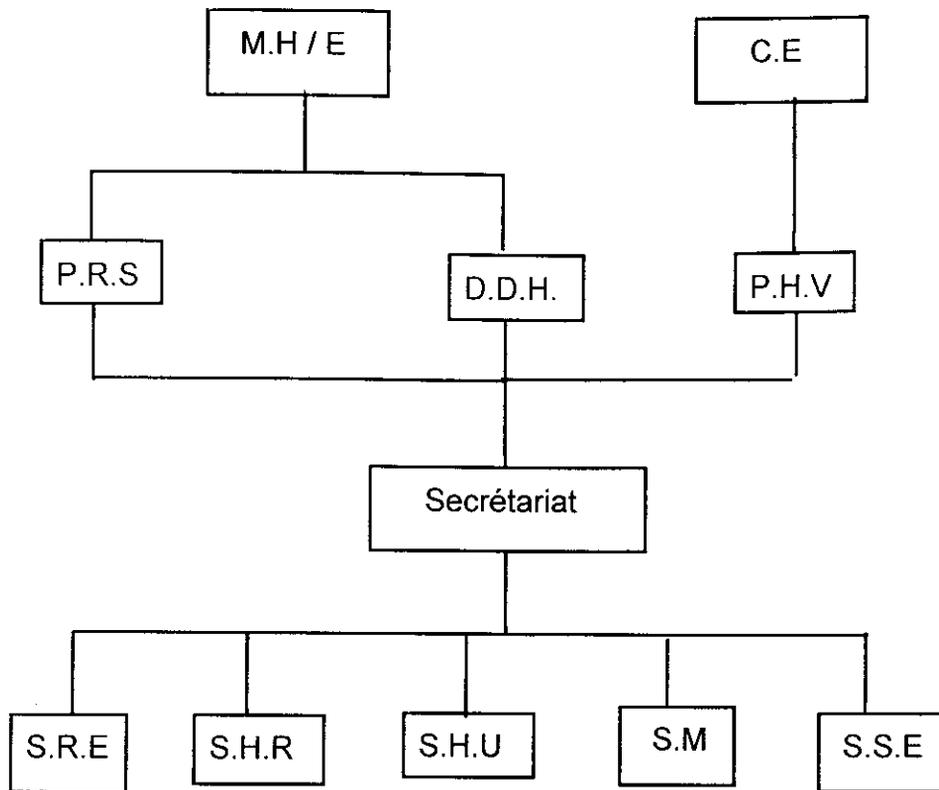
- ⊙ - Château d'eau
- ▨ - Panneaux Solaires
- ⊙ - Puits
- ▨ - Secteur habité
- ⊕ - Borne fontaine

Birmi
N'Gaouré

ANNEXES

- annexe 1 **Organigramme DDH/ PRS / PHV**
- annexe 2 **Bassin des Ouillemeden**
- annexe 3 **Schéma d'un système solaire**
- annexe 4 **Schéma d'un système thermique**
- annexe 5 **Schéma d'un système solaire**
- annexe 6 **Tableau comparatif du coût du m³**
- annexe 7 **Fiche type de fonctionnement d'un système solaire**
- annexe 8 **Fiche d'un questionnaire**
- annexe 9 **fiche type de fonctionnement d'un système thermique**

ANNEXE 1

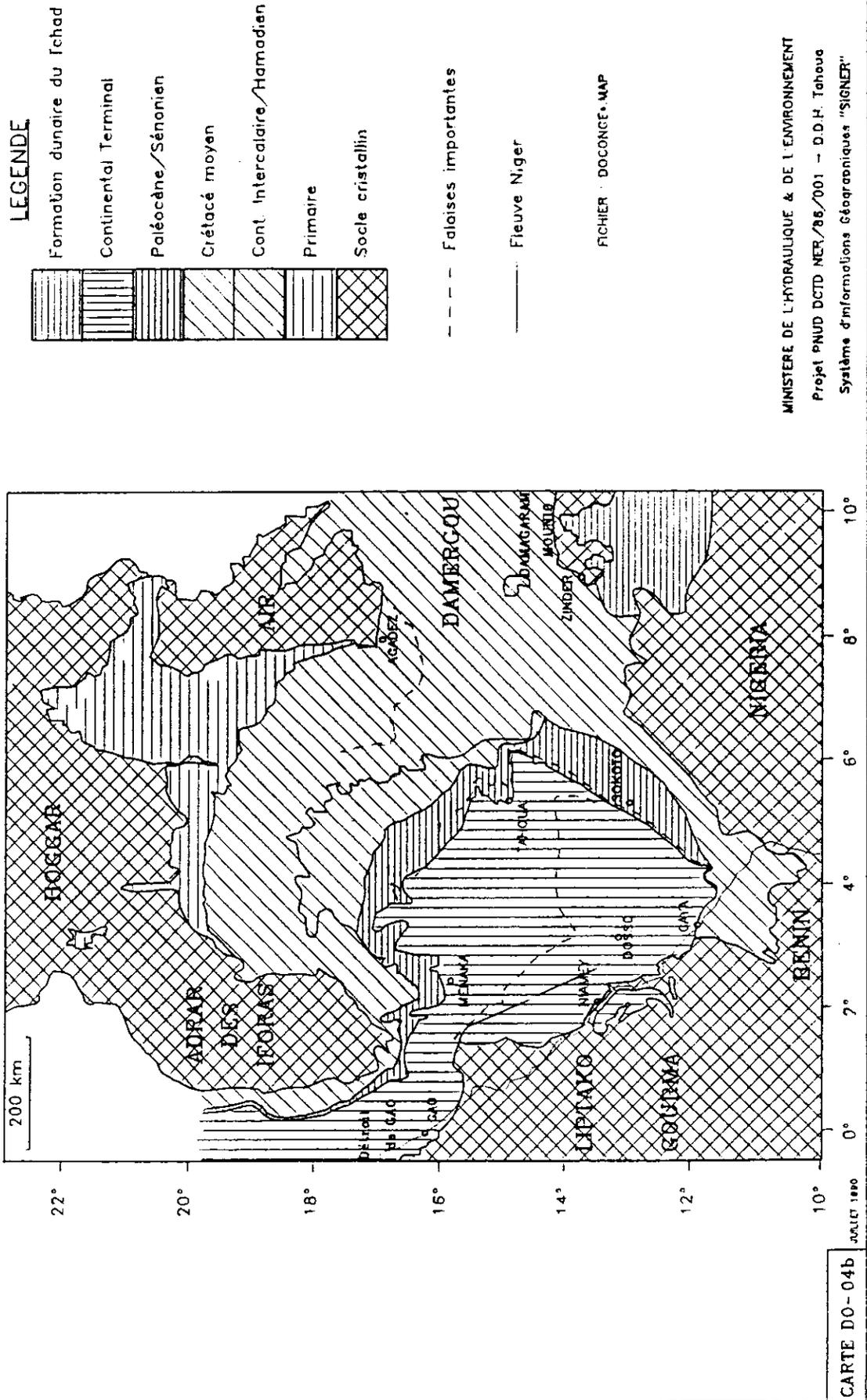


M.H/E	Ministère de l'Hydraulique et l'Environnement
C.E	Conseil de l'Entente
P.R.S	Programme Régional Solaire
D.D.H	Direction Départementale de l'Hydraulique
P.H.V	Programme Hydraulique Villageoise
S.R.E	Service Hydraulique Rurale
S.H.U	Service Hydraulique Urbaine
S.M	Service Maintenance
S.S.E	Service Socio-Economie

Organigramme de la structure

CONTEXTE GEOLOGIQUE DU CONTINENTAL TERMINAL

Structure générale du Bassin des lullemeden



Annexe : 3

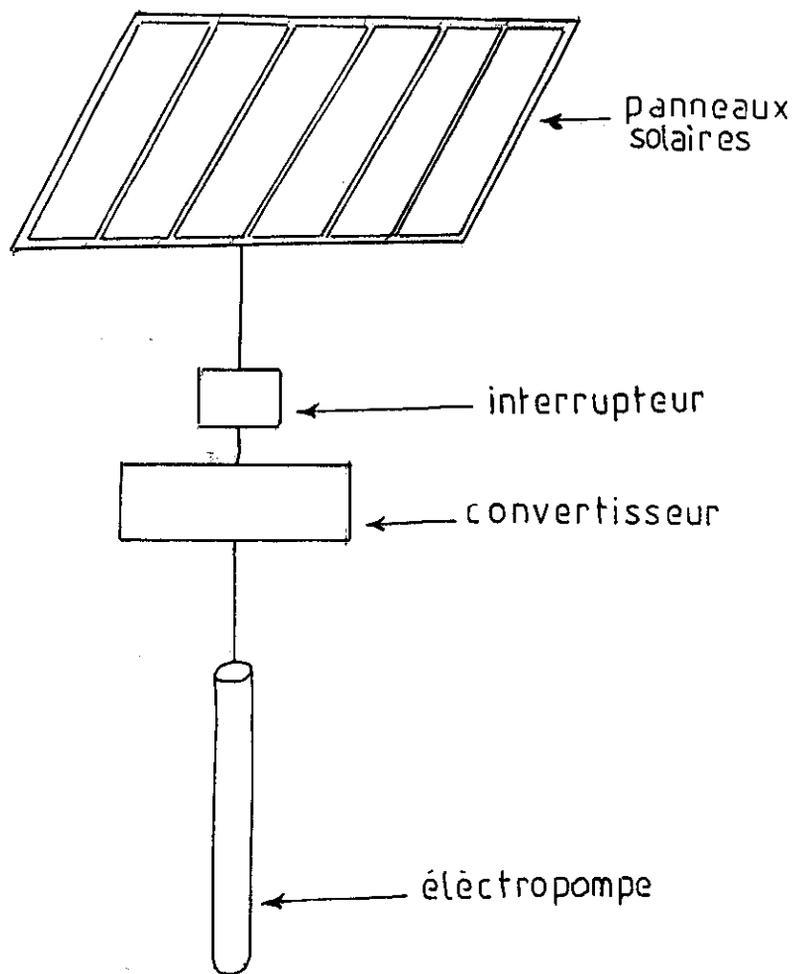


Schéma Type d'un Système Solaire

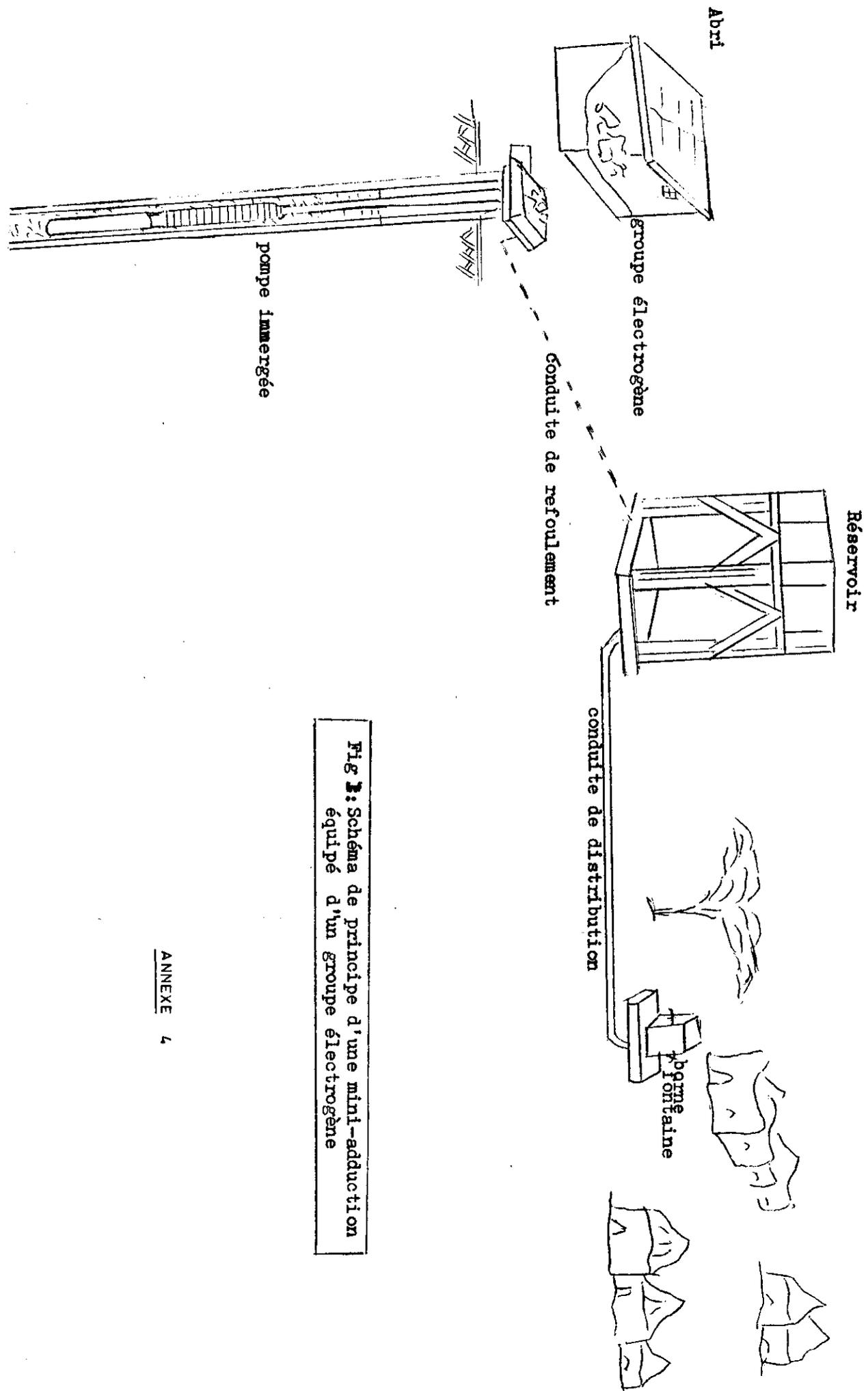


Fig 1: Schéma de principe d'une mini-adduction équipé d'un groupe électrogène

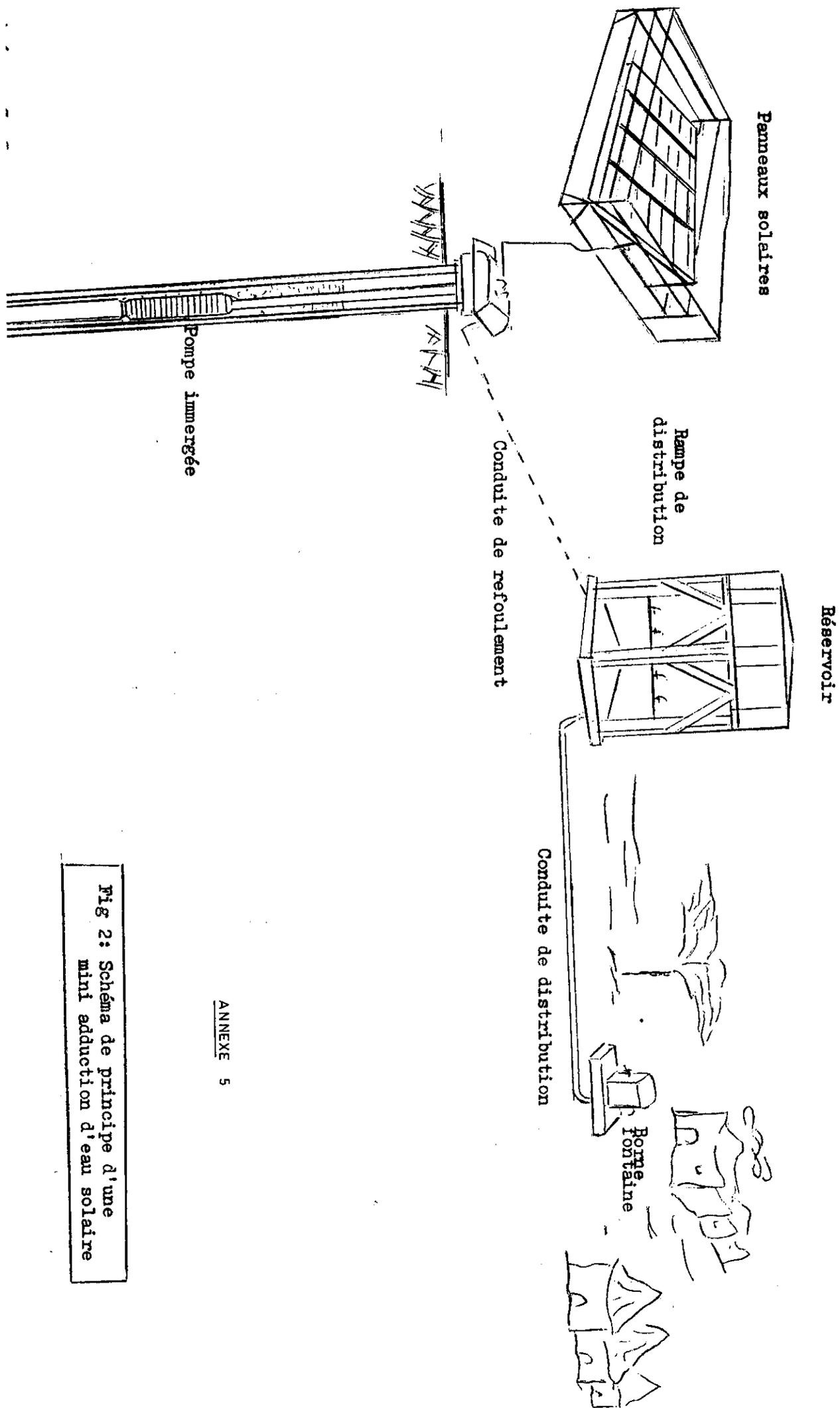


Fig 2: Schéma de principe d'une mini aduction d'eau solaire

annexe 6

Tableau comparatif

coût du m³ d'eau .

Systèmes Solaires

Puissance - crête	945	1575	3600
panneaux solaires (fcfa)	52.885	672.155	1.176.275
onduleur (fcfa)	128.405	128.405	288.910
pompe (fcfa)	240.760	240.760	353.115
total amortis annuel	422.050	925.760	1.818.300
débit - jour	20	30	47
haut manométrique totale	25	24	54
maintenance	177.850	189.705	226.500
total charges	599.900	1.115.465	2.044.800
production annuelle	7300	16.425	17.155
coût du m ³	80	70	120

Système thermique

(cas du village de Mokko)

Puissance du groupe	15 kva
groupe électrogène	1.528.485
électropompe	545.725
total amortissement annuel	2.074.210
carburant (fcfa)	1034775
huile	187.025
entretien + pièces *	602.000 *
total des charges	3.296612
débit de pompage (m ³ / heure)	10
temps de pompage (heures / jour)	7
production d'eau annuelle (m ³)	25550
coût du m ³ pompé (fcfa)	120

nous avons considéré les réparations effectuées uniquement sur le groupe électrogène pour une comparaison plus réaliste, nous n'avons pas tenu compte des annexes (canalisations, réservoir, bornes fontaines)

FICHE MENSUELLE DE FONCTIONNEMENT MINI-AEP SOLAIRE
CFD

VILLAGE DE KOYGOLO

1. MOIS DE199.

2. PRODUCTION ET CONSOMMATION D'EAU

Points de distribution	Relevé des compteurs(m3)		Consommation (m3)
	Fin du mois	Début du moi	
BF1			
BF2			
BF3			
Branc.Dispens			
Consommation mensuelle			
Production Tête forage			

Observations: Explication des éventuelles différences

2 - ENTRETIEN REALISE (Equipement solaire, réservoir
BF etc...)

N° ORDRE	DATE	TRAVAUX EFFECTUES	INTERVENANT	FRAIS
1				
2				
3				
4				
5				
6				

3 - PANNE/DEPANNAGE

N°	DATE PANNE	DATE REPARAT	NATURE PANNE	TRAVAU EFFECT	PIECES CHANGE	INTER VENANT	FRAIS
1							
2							
3							
4							

4 - RECETTES

Points de distribut°	Volume d'eau (m3)	Recettes fcfa		différence fcfa
		Théorique fcfa	Réelles fcfa	
BF1				
BF2				
BF3				
Bran.Dispen				
TOTAL RECETTES MENSUELLES				

OBSERVATIONS: Explication des éventuelles différences importantes au niveau des BF

5 - ACHAT PIECES ET ACCESSOIRES (y compris les frais de transport pour achat des pièces)

DATE	DESCRIPTION DE LA PIECE OU ACCESSOIRE	PRIX UNITAIRE FCFA	QTE	FRAIS TRANSPORT	TOTAL FCFA

TOTAL DEPENSE POUR PIECES : fcfa

6 - DEPENSES

SALAIRES :.....FCFA
TRANSPORT POUR VERSEMENTS :.....FCFA
MAIN D'OEUVRE :.....FCFA
CONTRAT DE MAINTENANCE :.....FCFA
AUTRES DEPENSES :.....FCFA
TOTAL DEPENSES :.....FCFA

7 - TOTAL RECETTES :.....FCFA

8 - TOTAL DEPENSES :.....FCFA

9 - SOLDE D'EXPLOITATION DU MOIS :.....FCFA

10 - SITUATION COMPTES CCP

SOLDE DEBUT DU MOIS :.....FCFA

VERSEMENTS:

DATES:FCFA
.....FCFA
.....FCFA
.....FCFA

TOTAL VERSEMENTS:.....FCFA

RETRAITS:

Dates:.....FCFA
.....FCFA
.....FCFA

TOTAL RETRAITS:.....FCFA

SOLDE FIN DU MOIS:.....FCFA

OBSERVATIONS: Explication de l'éventuelle différence entre le
solde calculé et le réel

REUNIONS VILLAGEOISES TENUES

Date:	objet:
Lieu:	
Présents: O Président O Trésorier O Secrétaire ...Membres de prise de décisionFontainiers ...SurveillantsCommissaires aux comptes ...Femmes Hommes Autres.....	
Décisions prises:	

Date:	objet:
Lieu:	
Présents: O Président O Trésorier O Secrétaire ...Membres de prise de décisionFontainiers ...SurveillantsCommissaires aux comptes ...Femmes Hommes Autres.....	
Décisions prises:	

14 - OBSERVATIONS:

15 - SIGNATURES:

Fait à Koygolo le...../...../.....

.....
Le Président

.....
Le Secrétaire

.....
Le Trésorier

.....
Le Surveillant des panneaux

Fiche Questionnaire

I . Identification du village

- village de :
- Canton de :
- Structure d'habitat
- Population

II . Ressources en Eau

- Puits traditionnels
- Puits modernes
- forages
- Cours d'eau

III . Organisation et Gestion des points d'eau

1.1 Organisation

- existence de comité de gestion des points d'eau
- formations reçues
- nombre de réunions ; périodicité
- sujets abordés
- Réglementation sur l'usage de l'eau
- Que faites vous en cas de panne?
- Connaissez les termes de contrat de maintenance des installations
- Etes - vous satisfaits de la S.N.T.T

- Connaissez - vous son rôle ?

3. 2 Gestion financière

- Comment obtenez - vous de l'eau à la borne fontaine ?

- Combien coûte le seau d'eau ?

- Comment collectez - vous l'argent auprès des fontainières ?

- Que faites - vous de l'argent collecté ?

- Connaissez - vous la durée de vie de vos équipements

- onduleur - électropompe - panneau

- réservoir - canalisation - borne fontaine

IV . Coûts des Equipements

- Quels équipements avez - vous à renouveler ?

- Epargnez - vous l'argent ? O / N

- Autres activités menées par le comité

- pouvez - vous confier la gestion à un privé ? O / N

A qu'elle condition ?

ANNEXE 9

REPUBLIQUE DU NIGER
 DEPARTEMENT DE DOSSO
 DIRECTION DEPARTEMENTALE DE
 L'HYDRAULIQUE

FICHE MENSUELLE DE FONCTIONNEMENT MINI-AEP
PHV/CE/PB

VILLAGE DE TOGONE

1. MOIS DE199.

2. PRODUCTION ET CONSOMMATION

Points de distribution	Relevés des compteurs (m3)		Consommation (m3)
	Fin du mois	Début du mois	
BF1			
BF2			
BF3			
BF4			
BF5			
Consommation mensuelle			
Compteur de distribution			
Compteur Tête forage			

Observations: Explication des éventuelles différences

3. COMPTEUR HORAIRE FIN DU MOIS :.....h
 COMPTEUR HORAIRE DEBUT DU MOIS:.....h
 HEURES DE FONCTIONNEMENT :.....h

4. STOCK DE GASOIL DEBUT DU MOIS :Litres

Achats de gasoil :

Date :Litres

.....Litres

.....Litres

-----+

Total achats :Litres

-----+

Stock début + Achats :Litres

Stock fin du mois :Litres

Consommation de gasoil :Litres

Total prélèvement effectif pour le groupe:.....Litres

Explication de l'éventuelle différence :.....

.....

.....

.....

5. Consommation de gasoil (voir 4) :.....Litres

Heures de fonctionnement (voir 3) :.....Heures

Consommation moyenne de gasoil par heure:.....Lit/Heure

Production d'eau (voir 2) :M3

Consommation moyenne de gasoil
par m3 d'eau produit :Lit/m3

Explication concernant les éventuelles différences par rapport
au mois précédent :

6 - ENTRETIEN REALISE (Groupe électrogène, réservoir, BF, etc...)

N°	Date	Travaux effectués	Intervenant	Frais
1				
2				
3				
4				
5				
6				

7 - PANNE/DEPANNAGE

N°	Date de la panne	Date réparation	Nature de la panne	Travaux effectués	Pièce Changée	Intervenant	Frais
1							
2							
3							
4							

8 - RECETTES

Points de distribut°	Volume d'eau (m3)	Recettes		Différence fcfa
		Théorique fcfa	Réelles fcfa	
BF1				
BF2				
BF3				
BF4				
BF5				
TOTAL				

OBSERVATIONS: Explication des éventuelles différences importantes au niveau des BF

9 - ACHAT PIÈCES, HUILE ET ACCESSOIRES (y compris les frais de transport pour achat des pièces)

Date	Désignation pièces ou accessoires	Prix Unitaire	Quant	Frais transpo	Total
Total dépenses pour huile, pièces et accessoires					

17 - OBSERVATIONS :.....

.....
.....
.....

18 - SIGNATURES

.....
Le Président

.....
Le Secrétaire

.....
La Trésorière

.....
Le Surveillant de station

Fait à Togone le...../...../.....

19- Observations de la DDM.....

.....
.....
.....
.....