

UNIVERSITE DE OUAGADOUGOU

INSTITUT SUPERIEUR DES SCIENCES

HUMAINES ET SOCIALES

(IN. S. HU. S.)

DEPARTEMENT DE GEOGRAPHIE

BURKINA FASO
La Patrie ou la mort, nous vaincrons

MEMOIRE DE MAITRISE

ETUDE GEOGRAPHIQUE DE
QUELQUES SITES DE FORAGE
DANS LA PROVINCE DE LA
TAPOA
BURKINA FASO

Présenté par :

Tamby BASSOLE

1990 - 91

Sous la direction de :

DA Dapola Evariste C.

	<u>Pages</u>
III/ - L'influence de l'épaisseur d'altération.....	045
A - Epaisseur d'altération et taux de succès des forages.....	045
B - Niveau statique et épaisseur d'altération...	050
<u>CHAPITRE III : Le captage des eaux souterraines.....</u>	053
I/ - <u>Les implantations.....</u>	053
A - La photogéologie.....	053
B - La géophysique.....	054
C - Le choix des sites.....	058
II/ - <u>Foration et débits admissibles.....</u>	063
A - Foration.....	063
B - Les débits admissibles.....	072
Conclusion partielle.....	075
<u>PARTIE II : Place des forages dans la résolution du problème d'eau de la Tapoa.....</u>	076
- Introduction.....	076
<u>CHAPITRE I : L'importance des forages.....</u>	078
I/ - <u>Evaluation des différents besoins.....</u>	078
A - Les aspects sociaux de la province.....	079
B - Les besoins nationaux.....	079
C - Les besoins de la Province de la Tapoa.....	080
II/ - <u>Les différentes sources d'approvisionnement en eau "potable" dans la Tapoa.....</u>	083
A - Les sources traditionnelles.....	083
1°/ Les retenues d'eau naturelles.....	083
2°/ Les puisards et les puits tradition- nels.....	084
B - Les points d'eau modernes.....	085
<u>CHAPITRE II : Rôle des villageois dans la mise en place des forages.....</u>	090

	<u>Pages</u>
I/ - <u>Phase préparatoire de la réalisation des forages.</u>	090
A - Animation et sensibilisations.....	090
B - Les objectifs des contrats de réalisation des forages.....	090
II/ - <u>La réalisation des forages et l'attitude des villageois.....</u>	093
A - Les problèmes liés à l'implantation des sites.....	093
1°/ Problèmes naturels.....	093
2°/ Les problèmes sociaux.....	094
B - Les problèmes liés aux travaux de forage	096
1°/ Le devoir des villageois.....	096
2°/ La fuite de responsabilité chez les villageois.....	097
<u>CHAPITRE III - L'utilisation des points d'eau.....</u>	100
I/ - <u>La fréquentation des points d'eau.....</u>	100
A - La fréquentation journalière.....	100
B - L'influence des saisons.....	101
II/ - <u>La consommation.....</u>	102
A - Le pompage et le puisage (l'exhaure).....	102
B - Le transport.....	104
C - La nature des besoins.....	105
<u>CHAPITRE IV - L'entretien des ouvrages.....</u>	108
I/ - <u>L'entretien des ouvrages traditionnels.....</u>	108
A - L'entretien des installations.....	108
B - Le coût de l'exhaure traditionnel.....	109
II/ - <u>L'entretien des forages.....</u>	111
A - L'un des principaux objectifs de l'auto- gestion villageoise.....	111

	<u>Pages</u>
B - L'action des comités de gestion des points d'eau.....	112
C - Bilan du fonctionnement du système de maintenance.....	113
- Conclusion partielle.....	114
- Conclusion générale.....	116
- Bibliographie.....	118
- Annexes.....	122
Annexe I - Méthodologie.....	123
Annexe II - Fiche d'enquête (participation).....	124
Annexe III - Fiche d'enquête n° 1 (Fiche individuelles)	129
Annexe IV - Fiche d'enquête n° 2.....	130
Annexe V - Fiche d'enquête n° 3.....	131
Annexe VI - Fiche de la composition du comité.....	132
Annexe VII - Fiche de réunion du comité villageois....	133
Annexe VIII - Ventilation des ouvrages par départe- ments (à l'est du Burkina Faso 87 - 88)	134
Annexe IX - Liste des ouvrages positifs.....	135
Annexe X - Liste des ouvrages négatifs.....	136

LISTE DES FIGURES

	<u>Pages</u>
Figure 1 - Province de la Tapoa : Carte de situation...	018
Figure 2 - Zone de la Tapoa : Esquisse géologique.....	020
Figure 3 - Zone de la Tapoa : Esquisse pédologique.....	020
Figure 4 - Zone de la Tapoa : Formations hydro- géologiques.....	022

	<u>Pages</u>
Figure 5 - Variabilité interannuelle de la pluviométrie et courbes de tendance.....	031
Figure 6 - Diagrammes Ombro-thermiques.....	033
Figure 7 - Courbe de Franquin (Station de Diapaga de 1975 à 89).....	036
Figure 8 - Coupe schématique des formations aquifères en région granitique.....	038
Figure 9 - Coupe schématique de la tranche d'altération superficielle en région schisteuse.....	038
Figure 10 - Zone de la Tapoa : Réseau hydrographique....	041
Figure 11 - Nappe souterraine en terrain cristallin.....	046
Figure 12 - Coupe type des terrains altérés.....	048
Figure 13 - Epaisseur d'altération et taux de succès....	049
Figure 14 - Taux des forages positifs suivant le niveau statique et l'épaisseur d'altération.....	051
Figure 15 - Linéaments de Gondyori.....	055
Figure 16 - Linéaments de Boulel.....	056
Figure 17 - Linéaments de Morideni.....	057
Figure 18 - Toposéquences des sites des zones tests.....	060
Figure 19 - Les principaux types de linéaments.....	062
Figure 20 - Schéma d'un forage.....	066
Figure 21 - Fiche de forage : Gondyori.....	067
Figure 22 - Fiche de forage : Boulel.....	068
Figure 23 - Fiche de forage : Morideni.....	069
Figure 24 - Schéma d'aménagement d'un forage.....	070
Figure 25 - Schéma d'aménagement d'un forage pour pompe India (d'après UNICEF).....	071

	<u>Pages</u>
Figure 26 - Schéma de la pompe India.....	073
Figure 27 - Schéma de la pompe ABI.....	074
Figure 28 - Evolution du nombre de points d'eau modernes de la Tapoa par tranches d'individus...	082

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I - Pluviométries moyennes mensuelles.....	029
Tableau II - Pluviométries moyennes quinquennales.....	029
Tableau III - Pluviométries maximales et minimales de la Tapoa.....	030
Tableau IV - ETP moyennes décadaires de la Tapoa de 1981 à 88.....	034
Tableau V - Précipitations décadaires de Diapaga de 1975 - 89.....	035
Tableau VI - Capacité de rétention en eau de quelques types de sols de la Tapoa.....	039
Tableau VII - Epaisseur d'altération des roches et taux de succès des forages dans la Tapoa (1987 - 88).....	047
Tableau VIII - Taux de succès des forages selon la géomorphologie.....	061
Tableau IX - Taux de succès des forages (87-88) par type de linéament.....	063
Tableau X - Données sur les sites tests.....	064
Tableau XI - Evaluation du nombre de points d'eau modernes de la Tapoa suivant l'évolution de la population.....	081
Tableau XII - Potentialités hydrauliques de la Tapoa en 1986.....	081

	<u>Pages</u>
Tableau XIII - Proportion de puits et forages dans les programmes villageois en projet à la fin de 1981 (10 pays membres du CIEH).....	086
Tableau XIV - Nombre de puits et de forages réalisé dans la Tapoa de 1986 à 89.....	087
Tableau XV - Eléments de comparaison entre puits modernes cimentés et forages.....	088
Tableau XVI - Situation des points d'eau en 1989 dans les villages enquêtés.....	091
Tableau XVII - Rythme d'utilisation des forages de Sampieri et de Sakoini.....	100
Tableau XVIII - Débit de refoulement d'une pompe selon la profondeur du niveau dynamique de l'eau.....	103
Tableau XIX - Relation temps de puisage et profondeur du niveau statique.....	104
Tableau XX - Place de l'eau de forage dans la structure de la consommation.....	105
Tableau XXI - Listes des barrages entretenus par l'ONBAH.....	110

LES ABREVIATIONS

- DIEPA : Décennie Internationale de l'Eau Potable et de l'Assainissement.
- CIEH : Comité Interafricain d'Etudes Hydrauliques
Pays membres : Bénin, Burkina Faso, Cameroun, Congo, Côte d'Ivoire, Gabon, Mali, Mauritanie, Niger, Sénégal, Tchad, Togo, R.C.A., Guinée Bissau.
- PHVEB : Projet d'Hydraulique Villageoise Est Burkina.
- INSD : Institut National de la Statistique et de la Démographie.
- C I T : Convergence Intertropicale.
- Eff : Effectif.
- P.E. : Point d'Eau.
- m³/h : Mètre Cube par heure.
- CEE/ACP : Communauté Economique Européenne/Afrique Caraïbe Pacifique.
- P M I : Protection Maternelle et Infantile.
- S M I : Santé Maternelle et Infantile.
- CSPS : Caisse de Sécurité et de Prévoyance Sociale.
- C V S : Cellule Villageoise de Santé.
- F+ : Forage Positif.
- S- : Sondage Négatif.

N. S. : Niveau Statique.

Cf : confère.

l/p/j : litre par personne et par jour.

4" $\frac{1}{2}$: 114 mm.

6" $\frac{1}{2}$: 165 mm.

9" $\frac{7}{8}$: 250 mm.

D E D I C A C E

Je dédie ce mémoire :

- à ~~feu~~ mon père, qui, malgré tous ses encouragements, n'a pas eu la chance de voir ~~aboutir mes études~~ universitaires ; que la terre lui soit légère ;
- à ma mère et à ma grand-mère grâce à l'amour desquelles, j'ai eu le courage de poursuivre mes études jusqu'à ce jour ;
- à mon oncle, Nagalo Sibiri, qui, depuis mon enfance, a toujours su me prodiguer les conseils les plus affectueux ;
- Enfin à mon tuteur HEMA Adama Badaï et à toute sa famille, qui depuis mon arrivée à l'université de Ouagadougou, m'ont offert un cadre familial et témoigné un amour fraternel.

R E M E R C I E M E N T S

Au terme de cette étude, je voudrais remercier, tous ceux, qui d'une façon ou d'une autre, ont contribué à l'aboutissement de ce mémoire. Je citerais en particulier :

- L'Office Nationale des Puits et des Forages (ONPF) et tout son personnel ;
- Monsieur DILUCA C. Chef du département hydrogéologie du CIEH ;
- Tous les enseignants du département de géographie et plus précisément :
 - . Mon Directeur de mémoire, le Camarade DA DAPOLA E.C.
 - . Le Camarade SANOU Dya C.
 - . Le Camarade BANDRE Emmanuel.
- Le Camarade YAGO R. de l'UNICEF ;
- Mon oncle NAGALO Célestin et tous ses amis ;
- Tous les membres de ma famille.

Je n'oublie pas également de remercier tous les amis qui m'ont encouragé, ainsi que toute la population de la Tapoa, qui, malgré les difficultés de la langue, a su faire preuve d'une bonne coopération et répondu à mes différentes questions.

R E S U M E

Les problèmes de l'hydraulique villageoise, occupent une place importante dans les différents programmes de développement au cours de cette dernière décennie.

Mais le nombre de points d'eau modernes, puits busés et forages, nécessaires pour satisfaire les besoins minima, les conditions hydrogéologiques parfois très difficiles, les répercussions des périodes de sécheresse actuelles et plus encore les difficultés d'entretien, de maintenance et de prise en charge des ouvrages, soulèvent de nombreux problèmes.

Faire le point de ces problèmes, en exposant les avantages et les inconvénients de certaines solutions apportées, répond à un besoin.

Pour ce faire, nous avons pris comme fil conducteur, le déroulement des différentes opérations d'un projet d'hydraulique villageoise dans la province de la Tapoa, afin que cette étude, quoique modeste, contribue à la recherche d'une amélioration des différentes solutions qui pourraient être envisagées à l'avenir.

M O T S C L E S

Burkina Faso, Tapoa, Hydraulique Villageoise, Géomorphologie, Climat, Géophysique, Fractures, niveau Statique, Autogestion.

INTRODUCTION GENERALE

"L'eau c'est la vie" ; cette phrase, qui paraît banale, prend toute son importance, quand on séjourne dans un pays sahélien et plus précisément, dans un de ses villages où le problème d'eau se pose avec acuité.

Le problème d'eau qui se généralise au niveau de plusieurs Etats Africains, a nécessité une évaluation des différents besoins et la recherche d'un moyen adéquat, pour le résoudre le plus rapidement possible.

En effet, selon les statistiques de l'OMS, établies en 1976, 80 % de la population rurale d'Afrique ne disposait pas, à cette date, d'eau, en quantité suffisante.

L'extrapolation des besoins faite à cette date également, a conduit au chiffre de 100 000 points d'eau modernes à réaliser avant 1990, pour 12 pays membres du Comité Inter-africain d'Etudes Hydrauliques (CIEH). Les diverses évaluations effectuées dans le cadre de la décennie Internationale de l'eau potable et de l'assainissement (DIEPA), 1981-1990, montrent que les besoins en eau pour ces mêmes pays étaient toujours plus importants (70 000 points d'eau restaient à réaliser en début des programmes de la DIEPA en 1980) et que leurs satisfactions étaient un impératif humanitaire.

Pour atteindre ces objectifs, le forage seul est susceptible de répondre, par sa rapidité de mise en oeuvre (quelques jours contre 2 à 3 mois pour un puit) à l'urgence et à l'ampleur des besoins.

Aussi le choix de notre thème est donc guidé par le but poursuivi par la DIEPA à savoir la fourniture d'une quantité minimale d'eau potable de 20 à 25 litres par jour à chaque villageois dans le cadre de l'hydraulique villageoise.

En effet, 1990, constitue la dernière année de la DIEPA, qui couvrait la période de 1981-90 ; ce qui suppose que l'essentiel des projets d'hydrauliques villageoises, est déjà réalisé et qu'on fera bientôt un bilan.

Mais à la veille de ce bilan, il convient de nous inquiéter, en tant que géographes, de la place qui sera accordée à la géographie en tant que science de la terre : quelle a été la contribution de la géographie dans la réalisation des forages ?

Aussi, du point de vue sociale, n'est-il de notre ressort de critiquer ou d'apprécier les différentes transformations socio-économiques dues à la mise en place de cet élément nouveau qu'est le forage ?

Pour répondre à ces différentes questions, nous avons jugé impératif de suivre la réalisation d'un certain nombre de forages et l'adoption de quelques hypothèses de travail afin de mieux cerner le problème.

Ainsi un stage réalisé à l'Office National des Puits et Forages durant la campagne 1989-90, nous a amené, à choisir la province de la Tapoa, comme zone d'étude.

Nos hypothèses de travail sont les suivantes :

- La réalisation d'un forage dans un village, rentre dans le cadre de l'hydraulique villageoise, ce qui est différent de l'hydraulique pastorale ou agricole.

- Tout forage, réalisé dans un village quel que soit son destinataire, est à usage communautaire.

- La réalisation d'un forage nécessite une enquête préalable sur la situation de l'eau dans le village : démographie, besoins par tête, état actuel de l'approvisionnement en eau.

- L'emplacement d'un forage dans un village, tient compte des facteurs physiques du milieu, du type d'habitat, de la capacité d'exploitation de ce forage par les villageois (moyens de transport ou de stockage).

- La réalisation d'un forage nécessite une contribution des villageois (financement de l'entretien).

L'élaboration de ces différentes hypothèses devrait nous permettre d'atteindre les objectifs que nous visons à travers cette étude, à savoir :

- Montrer le rôle que peut jouer certains facteurs géographiques dans la réalisation des forages.

- Apprécier en fonction de leurs priorités et de leurs besoins, les motivations des villageois à recevoir un nouveau point d'eau.

- Placer le problème d'eau dans son cadre d'amélioration des conditions de vie, de santé et de perspective de développement.

La présente étude comporte essentiellement deux parties, subdivisées respectivement en 3 et 4 chapitres. La première partie est consacrée à l'étude de la constitution des gîtes aquifères et de leur mode de captage, et ce, afin de nous permettre de mieux cerner les différents éléments géographiques qui sont pris en compte dans la mise en place d'un forage.

La seconde partie aborde les raisons qui ont prévalu à l'adoption des forages comme solution aux problèmes de l'hydraulique villageoise, le comportement des villageois face aux forages, à leurs utilisations et à leurs entretiens.

PARTIE I : ROLE DE QUELQUES FACTEURS GEOGRAPHIQUES DANS LA
CONSTITUTION DES AQUIFERES

INTRODUCTION

"La géographie étudie la physionomie du globe, c'est-à-dire, les aspects qui résultent du climat, du relief, des associations végétales, des groupements humains, ainsi que les forces physiques et humaines qui président à leur aménagement dans l'espace et dans le temps : elle essaie d'expliquer leur corrélation soit dans l'ensemble terrestre qui les conditionne tous, soit dans les cadres régionaux où ils se localisent. Elle ne se contente plus d'être un catalogue des faits localisés, elle prétend en donner une explication scientifique".

Cette définition de Clozier (R) in "Les étapes de la géographie" (éd. PUF) p. 69, traduit clairement pourquoi nous cherchons à définir le rôle de quelques facteurs géographiques dans la constitution des aquifères.

En effet, la recherche et le captage des eaux souterraines (l'hydrogéologie) ne peuvent être réalisés, sans une compréhension des conditions de gisement de ces eaux souterraines. En d'autres termes, quelles sont les données physionomiques du milieu, qui président à la mise en place et au captage de ces eaux souterraines ?

CHAPITRE I - PRESENTATION GEOGRAPHIQUE ET LES FORMATIONS GEOLOGIQUES DE LA PROVINCE

I/ - SITUATION GEOGRAPHIQUE

Comme annoncé en introduction générale, notre souci de bien atteindre les objectifs établis, nous a amené à travailler dans la province de la Tapoa.

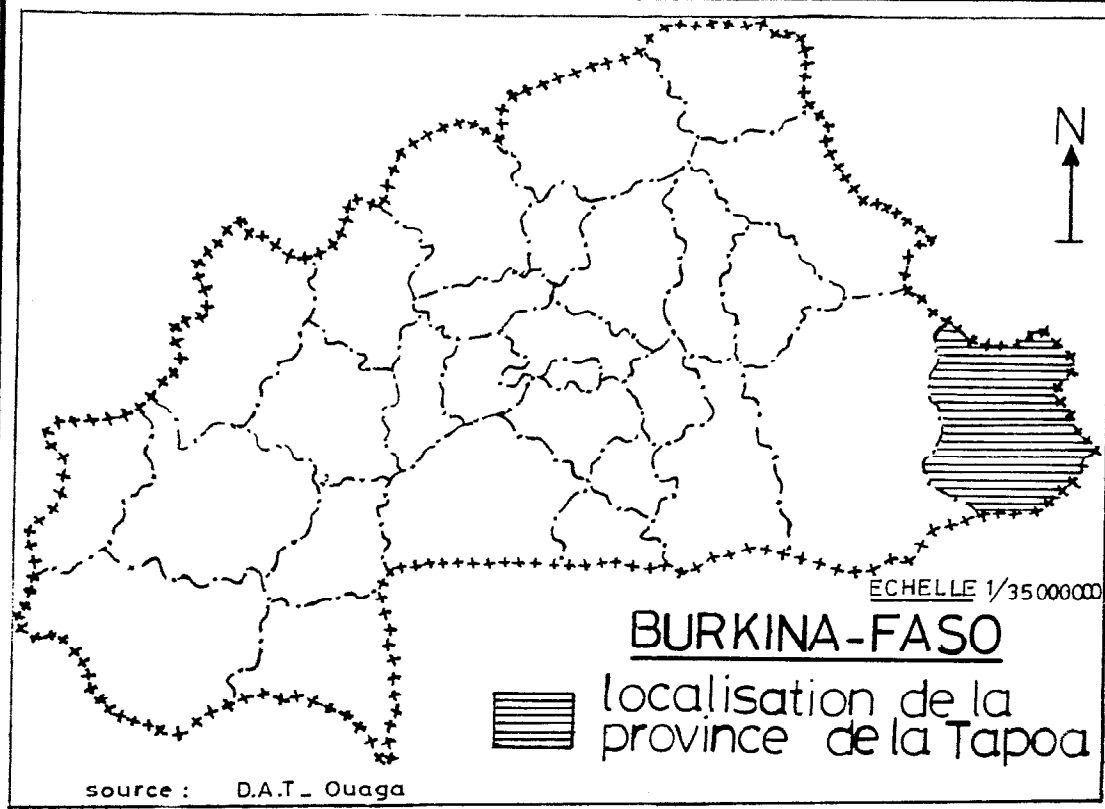
Nous avons étudié sur l'ensemble de la province, mais, pour ressortir un certain nombre de détails sur le plan physique, nous avons choisi trois zones tests. Ces zones ont été retenues à partir de la situation pluviométrique qui équivaut dans la province : décroissante du Nord vers le Sud.

Ainsi Boulel qui a été retenu au Nord a une pluviométrie moyenne de 650 mm/an, Gondyori au Centre, environ 800 mm/an et Morideni au Sud, environ 900 mm/an. Pour l'étude socio-économique de la deuxième partie de notre travail, nous avons retenu environ le quart ($\frac{1}{4}$) des villages qui existent dans la province. Ces villages, bien que inégalement répartis par département, sont tout de même disséminés dans la province (cf figure 1). Pour ce qui est de la localisation de la zone de la Tapoa, nous la situons d'abord au Burkina Faso.

Situé en Afrique de l'Ouest, le Burkina Faso est un Etat Soudano-Sahélien, qui souffre d'une insuffisance pluviométrique et des conséquences de l'extension du désert Saharien : la pluviométrie moyenne qui était de 800 mm par an, est actuellement de 600 mm.

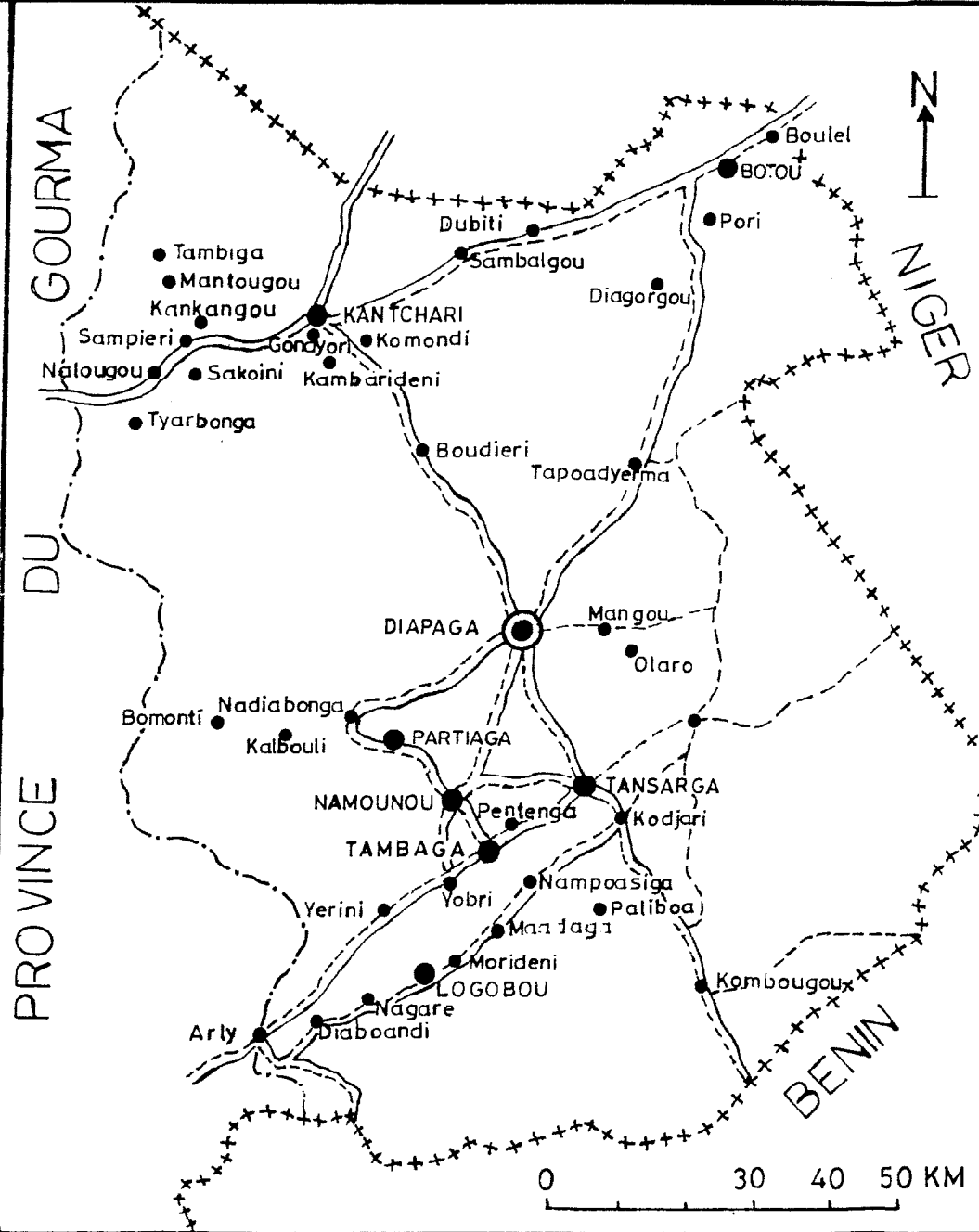
Encadré au Nord par le Mali, à l'Est par le Niger, au Sud par la Côte d'Ivoire, le Ghana, le Togo et le Bénin, le Burkina Faso a une superficie de 274 000 Km², divisée entre une trentaine de provinces dont celle de la Tapoa (figure 1).

FIG. 1: PROVINCE de la TAPOA: CARTE de SITUATION



LEGENDE

- +++++++ limite d'Etat
- limite de province
- ==== route goudronnée
- == piste automobilisable
- - - - - piste à praticabilité intermittente
- ⊙ chef-lieu de province
- chef-lieu de département
- village



source: carte touristique et routière au 1/10 000 000

Située dans l'extrême Sud-Est du pays, la province de la Tapoa est limitée au Nord par le Niger, au Sud par le Bénin et à l'Ouest par la Province du Gourma. Elle a une superficie de 14 450 Km², pour une population évaluée lors des recensement de 1985, à 158 858 habitants (source : INSD). Avec une centaine de villages, dont 67 administratifs, la Tapoa est subdivisée en 8 départements qui sont du Nord au Sud, avec des chefs-lieux du même nom : Botou, Kantchari, Diapaga, Partiaga, Namounou, Tansarga, Tambaga et Logobou. Le chef-lieu de la Province, Diapaga, comptait en 1985, 15 741 habitants.

II/ - LES FORMATIONS GEOLOGIQUES DE LA PROVINCE SELON LES CONDITIONS DE GISEMENT DES EAUX SOUTERRAINES

Les forages exécutés dans la province en 1987-88 (et suivant lesquels nous allons essentiellement travailler), ont été différenciés par la pétrographie observée dans les "cuttings"- (débris de roche rejetés lors de la réalisation du forage) et classés en 9 groupes (fig. 2, 3 et annexe IX).

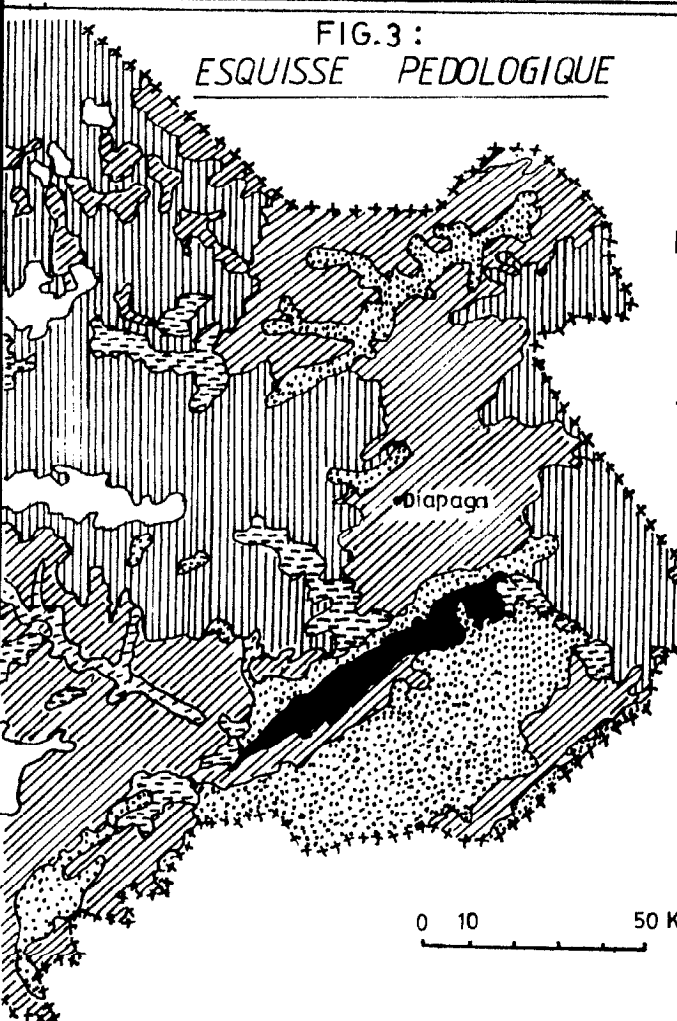
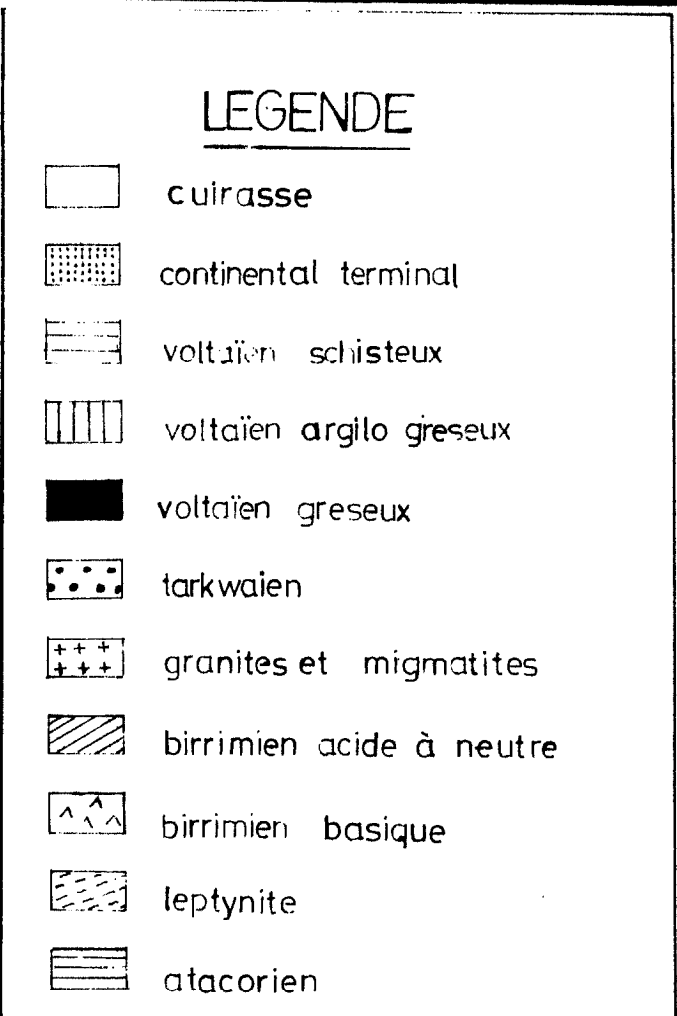
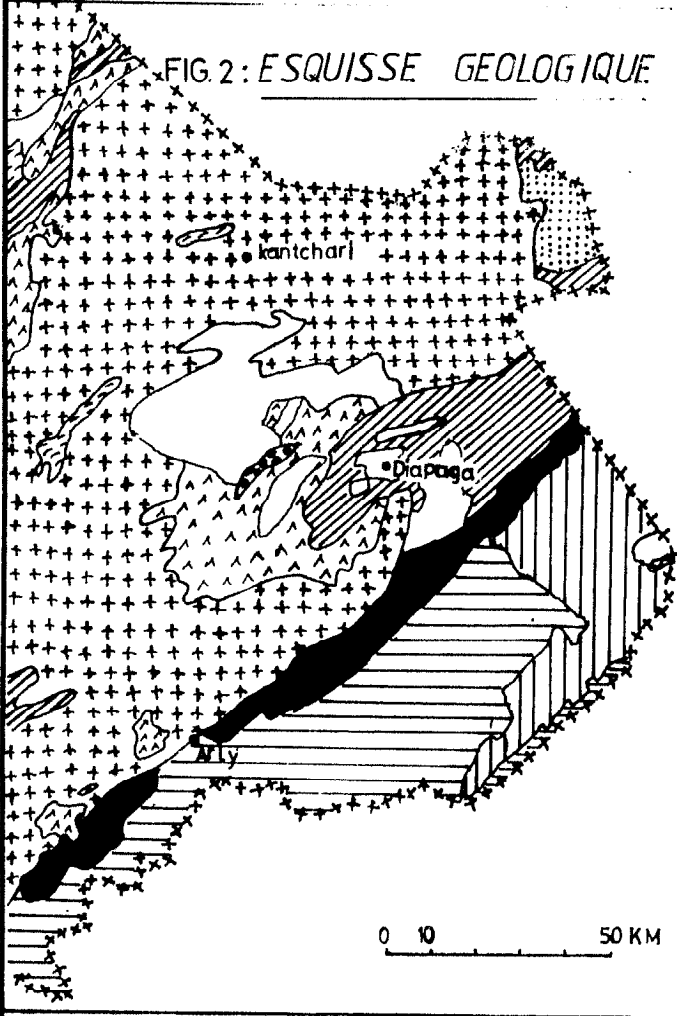
- 1 - Granites, granodiorites, diorites et pegmatites ;
- 2 - Schistes ;
- 3 - Rhyolites ;
- 4 - Méta-volcanites ;
- 5 - Grès ;
- 6 - Méta-sédiments (grès, grès argiles) ;
- 7 - Gneiss ;
- 8 - Gneiss, amphibolites ;
- 9 - Micaschistes.

Ces 9 groupes ont été reclassés pour les besoins de l'analyse statistique en 5 classes pétrographiques en prenant également en compte dans la mesure du possible, l'âge stratigraphique :

- 1 - Formations sédimentaires (5 et 6)

- 20 -

ZONE de la TAPOA: ESQUISSES GEOLOGIQUE et PEDOLOGIQUE



- 2 - Formations volcano-sédimentaires (3 et 4)
- 3 - Schistes (2 et 9)
- 4 - Granites (1)
- 5 - Gneiss (7 et 8).

En réalité, toutes ces formations constituent trois grands ensembles géologiques, selon les conditions de gisement des eaux souterraines (fig. 4).

A - LE SOCLE PRECAMBRIEN

Ce socle représente les terrains les plus anciens du "bouclier Africain". Cet ensemble plus ou moins granitisé, appelé complexe de base, comprend d'une part des granites et des gneiss, d'autre part, des formations plus ou moins métamorphiques à dominante schisteuse ou quartzitique.

Il s'agit de roches dures, dans lesquelles les gîtes aquifères sont discontinus et liés à la fracturation et à l'altération de la roche.

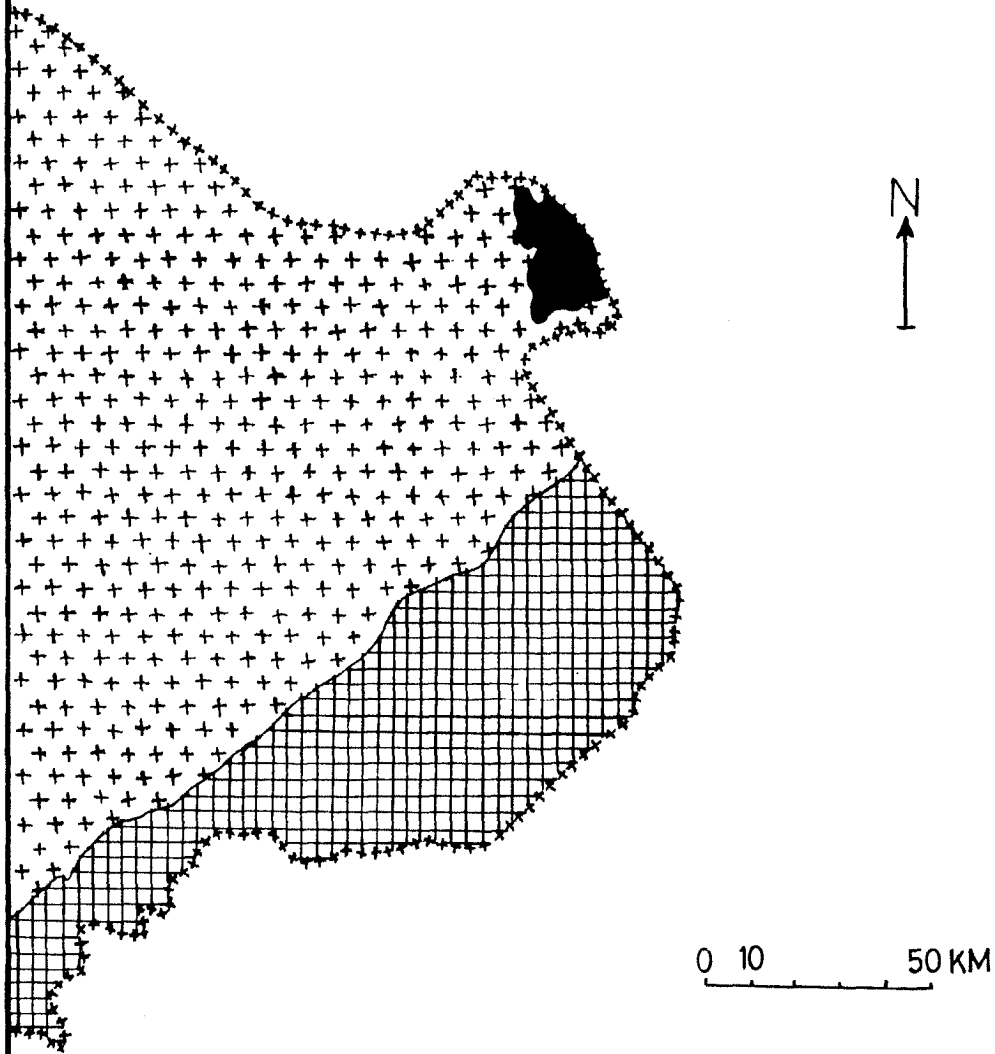
En dessous des niveaux altérés de surface, la roche dure ne peut être traversée économiquement qu'au moyen d'un système particulier de forage - forage par percussion à l'air comprimé : marteau "fond de trou".

Les débits ponctuellement exploitables y sont généralement faibles - de l'ordre du m³/h - mais conviennent pour les besoins dispersés de l'hydraulique villageoise : ces débits sont obtenus généralement dans les 50 premiers mètres du sol.

B - LES FORMATIONS INFRACAMBRIENNES ET PRIMAIRES

Ce sont également des roches dures (quartzites et schistes essentiellement), contenant une nappe dite de fissures, plus ou moins continue, en général peu profonde.

FIGURE 4 : ZONE de la TAPOA: les FORMATIONS HYDROGEOLOGIQUES



LEGENDE



socle précambrien



formations infracambriennes
et primaires



formations post-primaires
et les dépôts récents

} socle

La productivité des ouvrages y est également liée à la fracturation et à l'altération de la roche et, en dehors de quelques cas particuliers, l'équipement en point d'eau s'y pose en des termes analogues à ceux du socle précambrien. C'est pour cette raison que ces deux premières grandes formations, sont regroupées souvent sous la dénomination de "socle" au sens large ou de "terrains anciens", afin de les opposer aux terrains sédimentaires récents (post-primaires), constitués de formations tendres dont les caractéristiques d'ensemble sont très différentes.

C - LES FORMATIONS SEDIMENTAIRES POST-PRIMAIRES ET LES RECOUVREMENTS RECENTS

Hormis un infime affleurement des grès et sables du continental terminal dans le département de Botou vers la frontière Nigérienne, ces formations post-primaires ne sont représentées que par des dalles de cuirasses, qui couvrent la majorité de la région et par des alluvions sablo-argileuses dans les vallées.

Elles se différencient en tous points des précédentes :

Constituées en majeure partie de roches tendres (sables, grès tendres, argiles), elles renferment des nappes continues, souvent de grande extension, pouvant être stratifiées séparées par des horizons moins perméables.

La nappe phréatique - la première nappe libre rencontrée sous la surface du sol - s'y trouve sous le sol, à une profondeur variable parfois importante.

Les nappes captives sous-jacentes peuvent nécessiter de forer à plusieurs centaines de mètres pour être captées. On sort ici du domaine du marteau "fond de trou" pour entrer dans celui du forage au rotary ou au battage (outils de forage adaptés aux terrains tendres) ou encore du puits creusé à la main pour les nappes les moins profondes.

Le débit des forages, peut aller d'une dizaine de mètres cube/heure à 200 m³/h ou plus.

Paradoxalement, ces aquifères plus productifs que les précédents, conviennent moins bien aux besoins de l'hydraulique villageoise, en raison de la profondeur de la nappe qui dépasse souvent les limites habituelles du pompage manuel (40 m).

Il ressort de ce regroupement des différentes formations géologiques, l'existence de deux types d'aquifères :

- une nappe phréatique, qui correspond à la première nappe qu'on rencontre sous le sol (5 à 15 m selon les données de forage de la Tapoa) et qui peut être captée, sans grandes difficultés techniques.

- Une nappe captive sous-jacente, séparée de la première nappe par des couches de terrain plus ou moins perméables et qui nécessite un forage plus ou moins profond.

On pourra également retenir, à partir de ce regroupement, le fait que la productivité des ouvrages (forages) dépendrait pour une grande part, de la texture dure ou moins dure, que de la nature originelle du substratum géologique.

On retiendra enfin, que dans la province de la Tapoa, les débits des forages seront généralement faibles, compte tenu de la dominance du socle : de l'ordre du m³/h ; mais, des débits un peu plus élevés (de 5 à 10 m³/h) peuvent être obtenus localement.

Soulignons d'ores et déjà, que compte tenu de la faible proportion des formations sédimentaires post-primaires, nous n'accorderons pas beaucoup d'importance à ces formations. Notre étude sera essentiellement axée sur celle du socle : granites, schiste, gneiss.

III/ - QUELQUES ASPECTS GEOMORPHOLOGIQUES DE LA PROVINCE

En faisant le tour de la province, on a l'impression qu'on a affaire à un relief monotone dont les éléments dominants seraient essentiellement, une succession de croupes molles et de vallons évasées.

Pourtant la province de la Tapoa présente des caractères géomorphologiques originaux. En effet, si les témoins cuirassés éocènes et quaternaires existent encore au Nord-Est et à l'Est de la province (Diapaga et surtout Botou où ils affectent le continental terminal), ils ne subsistent plus, ou, très peu au centre et au sud où, une ligne de relief accidenté le paysage : ce sont les collines de Namounou. Ces collines constituent en fait une ligne de séparation entre deux bassins de drainage : au nord et au nord-est, les eaux s'écoulent vers la Tapoa puis le Niger ; au sud et au sud-est, elles rejoignent l'arly puis la pendjari, affluent de la Volta.

Une cuirasse partiellement conservée, donne à certaines collines, un aspect tabulaire et se manifeste également par des corniches rocheuses. A son extrémité orientale, la ligne de collines obliques vers le Sud-Est en direction d'un relief autrement imposant : Le massif de grès cambro-ordovicien, qui délimite du côté du Bénin, une pénéplaine.

Il s'agit d'un fragment de la couverture primaire, conservé en position synclinale. Dans la zone, les grès affleurent sur plusieurs centaines de kilomètres de longueur et quelques dizaines de largeur.

Ils constituent à l'Est de la coupure de l'arly, le Gobnougou, un plateau allongé, encadré par deux lignes de falaises.

Le plateau, long d'une cinquantaine de km et d'une dizaine de large, à une altitude moyenne de 340 m. C'est un bloc de grès du voltaïen supérieur, aux dalles épaisses, inclinées vers le sud.

Quant aux lignes de falaises, elles présentent des caractères différents : En effet celle qui délimite le plateau du côté Nord, se présente comme une barre rocheuse, particulièrement haute, compacte et quasi-continue de Tambaga à Arly. Avec des dénivellations de 100 à 120 m par endroit, cette ligne comporte aussi des versants très raides, enfouis quelquefois sous des éboulis.

Sur l'autre face du Gobnangou, la ligne de falaise est nettement moins continue, la dénivellation est moins importante et les pentes abruptes, manquent le plus souvent.

En somme, dans la Tapoa, on n'a pas une unité physique homogène : à une partie cristalline, plate, uniforme, s'oppose une partie sédimentaire dont le Gobnangou constitue l'armature.

L'opposition de ces deux grands ensembles, permet également de souligner l'existence de deux formes de modelés. En effet, on y note un modelé de glacis cuirassé fortement marqué par une pseudo-Cuesta de 20 à 30 m de dénivelé, quasi-continue de Ougarou (province du Gourma) jusqu'aux chutes de Koudou (cf. carte du réseau hydrographique), dans la partie Nord de la Province.

Au-delà de cette pseudo-Cuesta, constituée au dépend de la cuirasse du haut glacis et moins fréquemment du moyen glacis, apparaissent de nouveaux modelés de versants, caractérisés par des interfluves plus accentués, plus courts à sommets convexes.

L'apparition de ces modelés est due en grande partie au déblaiement des niveaux cuirassés et de leur altérites par le réseau hydrographique dense et incisif des tributaires de la pendjari.

La compétence de ces différents affluents, est renforcée par l'augmentation pluviométrique méridionale dont le Gobnangou en porte des marques vigoureuses.

En effet, au niveau de la falaise septentrionale, on note des phénomènes de décrochements. Les encoches, parfois profondes, creusées par les torrents et d'où naissent en hivernage quelques cascades, séparent de larges saillants plus ou moins superficiellement incisés.

En avant de certains saillants, subsistent parfois de petites buttes réduites quelquefois à un amoncellement de pierres.

La limite des deux formes de modelés soulignée par la pseudo-Cuesta, correspond, à la limite de partage des deux bassins hydrographiques précédemment annoncés.

Ainsi donc, la géomorphologie dynamique est animée dans la totalité de la province par ces deux grandes formes de modelés - glacis cuirassés ou non et interfluves convexes et son efficacité est liée aux données pluviométriques, dont les divers processus (ruissellement, infiltration, évaporation), ont une influence sur l'existence des aquifères.

CHAPITRE II - LA CONSTITUTION DES AQUIFERES

I/ - L'ALIMENTATION DES NAPPES PHREATIQUES

La réalisation des forages consiste à capter les nappes d'eau souterraines et si possible, les nappes les plus productives.

Aussi, nous avons pu retenir à partir du premier chapitre, qu'il existe essentiellement deux types de nappes : une nappe phréatique et une nappe captive, la première étant à une profondeur plus ou moins importante de la surface du sol et surmontant la seconde. De par cette disposition, il serait intéressant de connaître quelles sont les relations qui existent entre ces deux nappes, mais auparavant voyons comment est alimentée la première et quels sont les facteurs qui conditionnent sa mise en place.

A - L'INFLUENCE DE LA PLUVIOMETRIE

De par les hauteurs pluviométriques annuelles moyennes enregistrées dans les différents postes de la province de la Tapoa (Botou, Kantchari, Namounou, Diapaga), on peut dire que la Tapoa est soumise à un climat nord-soudanien, c'est-à-dire que les données pluviométriques sont comprises entre les isohyètes 1 000 mm et 650 mm.

Le climat soudanien dans son ensemble, est caractérisé par l'alternance d'une saison sèche et d'une saison humide ; alternance due à la fluctuation annuelle de la convergence intertropicale ou C.I.T.

La période de mi-octobre à mi-juin correspond à la saison sèche (c'est-à-dire que le C.I.T. occupe une position méridionale) et les précipitations sont quasiment nulles.

De mi-juin à mi-octobre, intervient la saison humide d'été (c'est-à-dire que le C.I.T. remonte vers le Nord).

TABEAU I : PLUVIOMETRIES MOYENNES MENSUELLES

Stations	Mois												T (mm/an)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
DIAPAGA	0,28	1,33	5,60	24,83	76,78	114,01	175,90	242,11	157,63	29,59	3,48	0,43	831,97
BOTOU	0,00	1,48	3,24	5,79	44,06	103,1	194,80	200,81	111,77	15,42	2,00	0,00	682,47
KANTCHARI	0,00	0,66	4,86	16,09	60,01	111,31	175,47	219,25	129,57	25,22	1,10	0,05	743,59
NAMOUNOU	0,10	2,26	4,29	31,67	89,34	119,13	171,50	208,76	176,53	33,98	2,94	0,03	840,53
T (mm/mois)	0,38	5,73	17,99	78,38	270,19	447,55	717,67	870,93	575,50	104,21	9,52	0,51	3098,56

Périodes

Diapaga : 1930 - 88

Botou : 1973 - 88

Kantchari : 1943-88

Namounou : 1961-86 (moins 1981)

Source des données :

Direction de la Météo Ouac

TABEAU II : PLUVIOMETRIES MOYENNES QUINQUENALES

Stations	Années												
	1930-34	35-39	40-44	45-49	50-54	55-59	60-64	65-69	70-74	75-79	80-84	85-88	
DIAPAGA	890	930,72	855,96	855,34	926,12	882,44	909,12	822,68	733,82	803,46	700,54	710,77	
BOTOU	-	-	-	-	-	-	-	-	703,2	765,18	615,48	680,75	
KANTCHARI	-	-	-	630,00	841,86	831,10	977,46	815,64	707,10	732,46	571,52	644,6	
NAMOUNOU	-	-	-	-	-	-	892,05	890,82	791,28	856,42	544,35	860,5	

N.B : La période (85-88) donne une moyenne sur 4 ans pour les 3 premières stations et 2 ans pour Namounou (85-86)

Botou (70-74) donne aussi une moyenne sur 2 ans (73-74). Namounou (60-64) donne une moyenne sur 4 ans (61-64) ainsi que (80-84).

Les tableaux n° I et n° II nous donnent sous forme de moyennes mensuelles et quinquennales un résumé des valeurs pluviométriques de chaque station de la province, depuis sa création. Ces données soulignent une importante variation des précipitations saisonnières et également une tendance à la baisse des hauteurs pluviométriques annuelles.

En 1989, les pluviométries moyennes annuelles se présentaient comme suit :

Diapaga : 688 mm
 Botou : 466,5 mm
 Kantchari : 847,1 mm
 Namounou : 820,8 mm.

Cette tendance à la baisse des précipitations annuelles s'est surtout accentuée depuis la sécheresse des années 70. (fig. 5).

Les pluviométries maximales et minimales de chaque station depuis sa création, sont les suivantes (tabl. III).

TABLEAU III : PLUVIOMETRIES MAXIMALES ET MINIMALES DE LA TAPOA

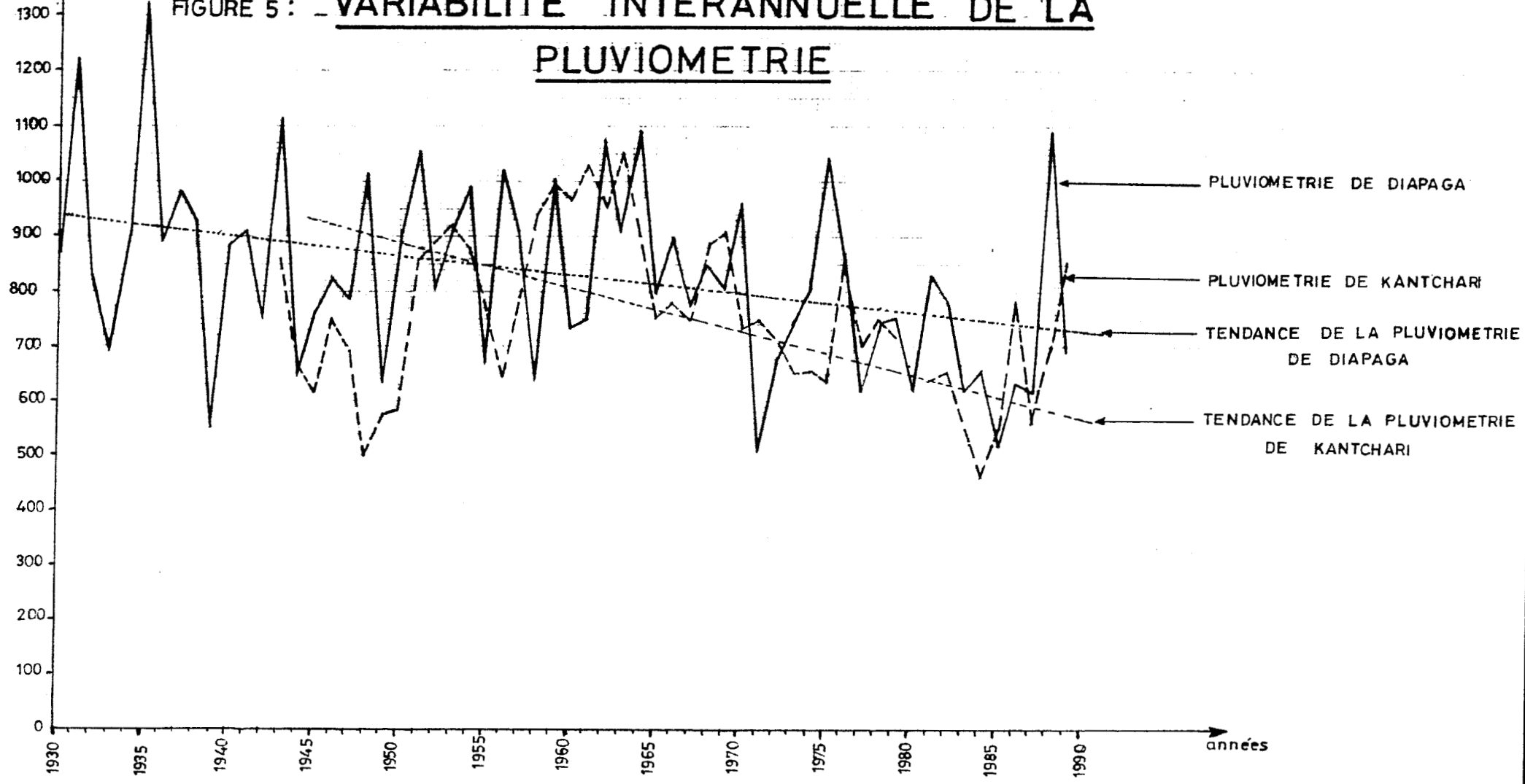
Pluviométries Stations	Maximales	Années	Minimales	Années	Moyennes Annuelles
DIAPAGA	1 315	1935	497,3	1971	831,97
BOTOU	866,2	1988	446,2	1984	682,47
KANTCHARI	1 050,7	1963	455,9	1984	743,59
NAMOUNOU	1 021,2	1964	536,3	1984	840,53

Source : Direction de la météo (Ouaga).

Un constat s'impose au vu de ce tableau : Toutes les pluviométries minimales sont enregistrées au cours de la période située au-delà des années 70. Ce qui confirme bien l'affirmation antérieure.

P(mm)

FIGURE 5 : VARIABILITE INTERANNUELLE DE LA PLUVIOMETRIE



PLUVIOMETRIE DE DIAPAGA

PLUVIOMETRIE DE KANTCHARI

TENDANCE DE LA PLUVIOMETRIE DE DIAPAGA

TENDANCE DE LA PLUVIOMETRIE DE KANTCHARI

années

L. ARCHAMBAULT (1960) admet que le seuil d'alimentation directe des nappes, serait de 400 mm dans la zone sahélienne, de 600 mm dans les savanes puis atteindrait 1 000 mm dans les zones forestières.

M. ENGALENC (1978), considère également que cette alimentation reste précaire, tant que les pluies ne dépassent pas 800 mm par an en zone de steppe et de savane ou 1 200 mm en zones forestières.

A la suite de ces deux auteurs, et en admettant comme seuil moyen, 700 mm/an pour la zone des savanes, nous pouvons dire que l'alimentation des nappes est avant tout, fonction des variations pluviométriques.

Aussi, la province de la Tapoa étant située dans un territoire phytogéographique soudanien ou plus précisément dans le secteur soudanien septentrional et dans le district de la pendjari, selon le découpage phytogéographique du Burkina Faso ; nous pouvons également affirmer que cette alimentation reste précaire pour la province de la Tapoa voire même critique pendant les années de sécheresses.

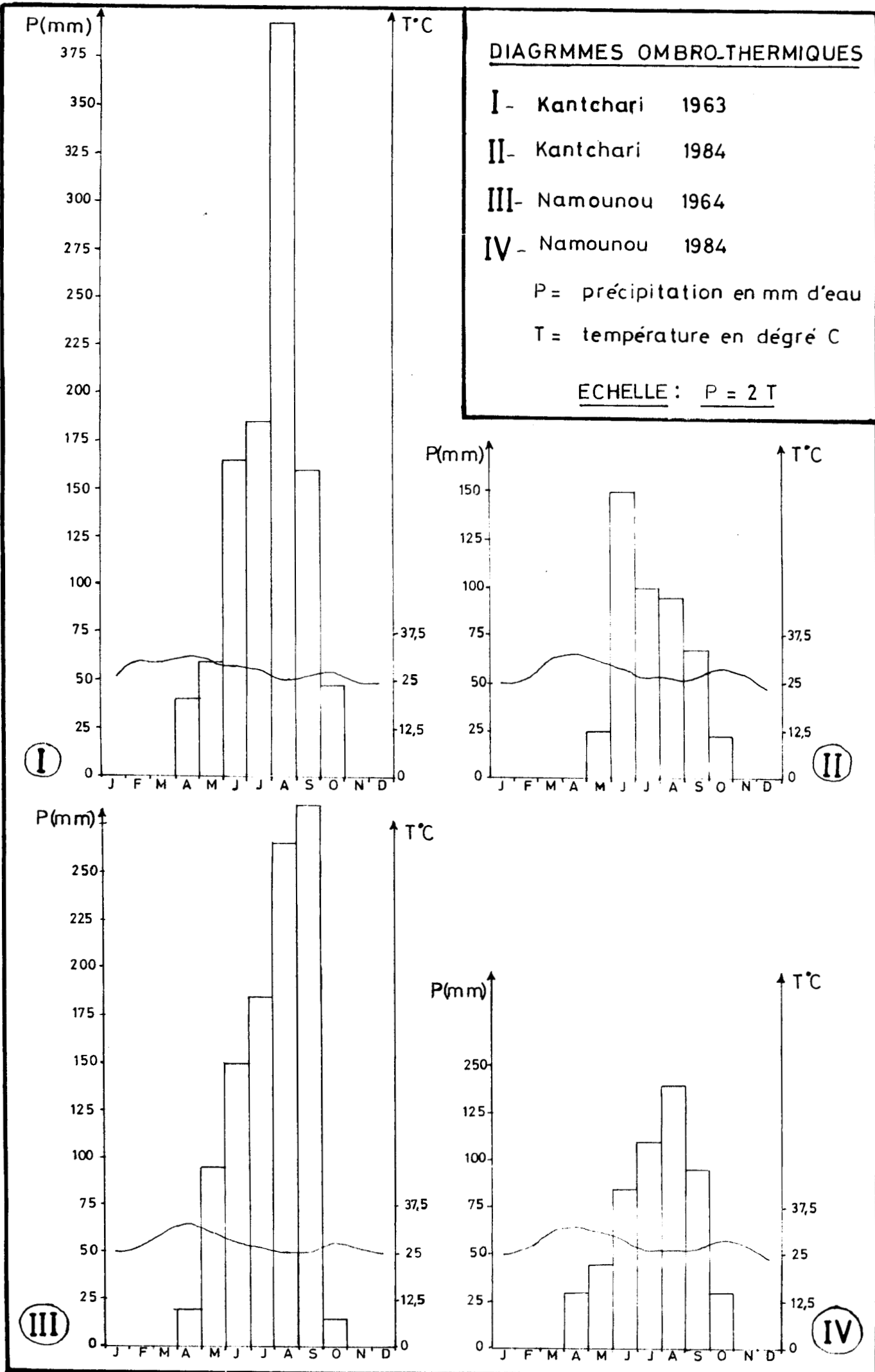
B - LE ROLE DE LA TEMPERATURE, DU SOL ET DE LA VEGETATION

Les variations de températures sont également importantes et sont généralement opposées aux variations pluviométriques.

En effet les courbes Ombro-thermiques (années de pluviométrie maxima et minima de la station de Kantchari 1963-1984 et de Namounou 1964-1984), permettent de noter que les températures sont faibles pendant la période pluvieuse et vis-versa. (fig. 6).

Ces variations thermiques, combinées aux variations pluviométriques, ont une influence importante sur le bilan hydrique des sols à travers une évaporation directe ou indirecte.

FIG.6



En effet, de même que l'évaporation se produit directement sur les étendues d'eau et la surface du sol, elle peut se produire de façon indirecte, à travers les plantes : c'est l'évapotranspiration.

Il existe trois types d'évapotranspiration :

- l'évapotranspiration potentielle (ETP) ;
- l'évapotranspiration réelle (ETR) ;
- l'évapotranspiration maximale (ETM).

Les ETP de la province de la Tapoa établies à partir de la station synoptique de Fada-N'Gourma, se présentent en moyenne décadaire de la façon suivante : (tabl. IV)

TABLEAU IV : ETP MOYENNES DECADAIRES DE LA TAPOA DE 1981 à 88

Mois		Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.
ETP	1	66,4	63,1	55,5	48,1	42,1	40,3	46,7
	2	56,9	62,3	52,4	43,5	42,3	42,9	46,9
	3	59,5	67,1	48,2	49,5	47,0	44,3	52,9

Source : Direction de la météo (Ouaga)

La fraction des précipitations qui échappe à l'évapotranspiration réelle, pour ruisseller directement vers les rivières ou indirectement après avoir transité dans le terrain, est appelée "précipitation efficace". Celle qui échappe à l'évapotranspiration potentielle pour s'infiltrer beaucoup plus en profondeur pour la constitution des nappes, est appelée "infiltration efficace".

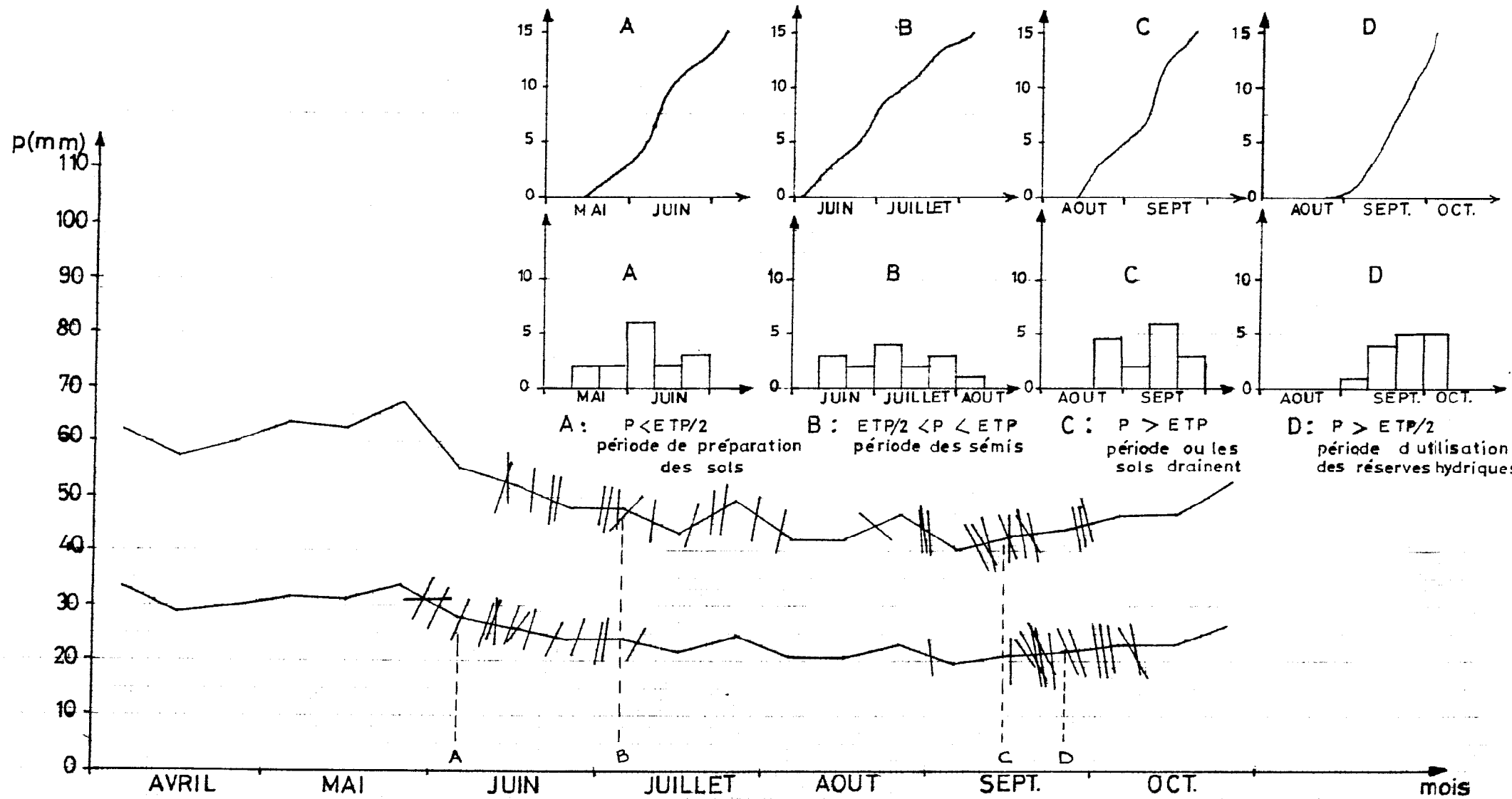
J. COCHEME et P. FRANQUIN, proposent une méthode graphique (cf. figure 7), faisant intervenir évapotranspiration potentielle et pluviométrie, permettant de définir, la durée moyenne de la période végétative ainsi que sa position dans

TABLEAU V : PRECIPITATIONS DECAIDAIRES DE DIAPAGA DE 1975 A 89

Mois		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
années													
1975	1	-	-	-	-	40,6	17,3	62,6	71,5	52,3	-	-	-
	2	-	-	-	80,3	23,9	53,5	18,7	44,8	106,1	-	-	-
	3	-	-	-	33,6	37,9	20,5	164,3	163,2	49,5	-	-	-
1976	1	-	-	-	-	29,3	31,4	0	149,4	53,1	5,1	11,8	-
	2	-	-	-	-	0	46,2	71	160	47,9	36,4	-	-
	3	-	-	-	12,4	31,5	19,6	28,7	51,1	28,9	55,6	-	-
1977	1	-	-	-	-	27,1	21,1	47,2	58,6	75,0	0	-	-
	2	-	-	-	2,0	3,0	14,0	53,8	111,6	42,0	20,5	-	-
	3	-	-	-	-	10,7	32,5	44,1	40,6	3,7	0	-	-
1978	1	-	-	24,2	32,6	57,9	36,6	6,8	38,6	110,9	-	-	-
	2	-	-	-	0	0	27,2	38,2	57,6	59,9	-	-	-
	3	-	-	-	61,1	16,8	9,5	102,3	46,9	6,5	-	-	-
1979	1	-	-	-	-	30,5	16,4	47,2	47,1	27,3	33,4	-	-
	2	-	-	-	-	8,0	27,7	88,5	75,4	29,7	0	-	-
	3	-	-	3,0	-	37,4	92,2	32,3	75,5	46,2	30,5	-	-
1980	1	-	-	-	-	-	16,0	20,6	60,3	94,6	4,3	-	-
	2	-	-	-	-	-	26,5	52,0	126,6	16,8	7,4	-	-
	3	-	-	-	3,1	-	11,9	8,6	120,8	8,5	41,0	-	-
1981	1	-	-	-	-	53,0	0	49,5	37,5	42,5	36,0	-	-
	2	-	-	-	4,0	46,5	55,6	106,7	54,3	49,1	8,0	-	-
	3	-	-	-	11,7	13,3	65,7	100,1	76,8	0	18,0	-	-
1982	1	-	-	21,0	0	17,2	126,8	23,1	48,1	18,7	26,6	-	-
	2	-	10,6	0	0	12,5	21,8	22,7	25,3	60,5	7,3	-	-
	3	-	-	0	15	49,5	82,4	87,4	68,6	23,6	26,4	-	-
1983	1	-	-	-	-	7,6	16,2	23,3	85,5	46,8	-	-	-
	2	-	6,6	-	-	54,1	42,9	85,2	25,5	24,2	-	-	-
	3	-	-	-	-	32,3	29,8	49,8	76,3	15,9	-	-	-
1984	1	-	-	15,6	-	0	75,7	52,5	58,3	57,9	4,5	-	-
	2	-	-	-	-	54,8	33,3	14,3	66,3	50,8	4,1	-	-
	3	-	-	-	-	25,1	10,6	81	59,9	50,0	0	-	-
1985	1	-	-	-	-	0	25,5	35,1	59,5	32,8	-	-	-
	2	-	-	-	-	13,0	25,4	66,2	48,8	40,6	-	-	-
	3	-	-	-	6,8	9,1	68,2	15,5	40,8	23,0	-	-	-
1986	1	-	-	-	11,7	9,1	14,0	87,5	100,0	49,8	0	-	4,0
	2	-	-	-	10,0	12,5	15,6	34,0	39,3	32,7	0	-	-
	3	-	-	-	6,2	9,6	20,8	76,3	63,4	11,2	4,9	-	-
1987	1	-	-	-	-	0	63,2	52,8	98,5	-	17,3	-	-
	2	-	-	2,0	-	8,9	22,8	81,1	13,9	-	8,6	-	-
	3	-	-	-	-	21,6	1,6	162,7	63,2	-	0	-	-
1988	1	-	-	-	2,2	0	3,2	90	31,6	185,2	6,9	-	-
	2	-	-	-	0	2,7	61,1	141,7	84,3	86,9	0	-	-
	3	-	-	-	12,6	18,1	71,3	109,9	131,0	53,6	0	-	-
1989	1	-	-	-	-	0	52,6	43,6	105,7	55,4	43,3	-	-
	2	-	-	-	-	27,6	32,9	9,2	97,5	30,8	0	-	-
	3	-	-	-	-	23,1	75,2	28,7	41,7	10,1	0	-	-

Source : Direction de la météo (Ouaga).

FIGURE 7 : COURBE DE FRANQUIN : station de Diapaga (1975 à 89)



l'année.

Ce graphique nous permet donc de noter que les réserves hydriques au niveau de la Tapoa sont utilisées par les plantes à partir du mois d'Août, avec une consommation accrue à partir de la 3e décade de septembre.

Pour évaluer les réserves hydriques des sols, on en revient généralement à une estimation de la réserve d'eau utilisable par les plantes : cela nécessite la prise en compte de la profondeur d'enracinement des végétaux et les caractéristiques générales des sols à étudier.

Les travaux de Boulet R. et Leprun J.C. (1968), nous permettent d'avoir au tableau n° VI des valeurs concernant quelques types de sols de la province.

Les différentes périodes (A. B. C. D) définies par la courbe de FRANQUIN, traduisent une instabilité du niveau supérieur des nappes phréatiques. Des observations menées sur des puits, plus d'une vingtaine de puits traditionnels et puits busés ont permis de noter une très grande fluctuation du niveau de la nappe : au cours de la période d'observation - Janvier et Mars 1990 - le niveau variait entre 4 et 10 mètres de profondeur. Les traces observées sur les buses et les témoignages recueillis, nous permettent d'affirmer que pendant les périodes de drainage (Août-Septembre), le niveau de l'eau remonte jusqu'à environ 1 à 2 m de la surface du sol. Les données de forages de la région, la situe entre 5 et 15 m suivant les zones. (fig. 8 et 9).

C - LES INFLUENCES HYDROLOGIQUES

A l'instar de tous les autres cours d'eau du Burkina, ceux de la province de la Tapoa, ont un régime hydrologique qui reflète assez fidèlement le rythme des précipitations, avec des débits faibles à nuls de Décembre ou Janvier à la mi-Juillet.

Fig. 8

COUPE SCHEMATIQUE DES FORMATIONS AQUIFERES EN REGION GRANITIQUE

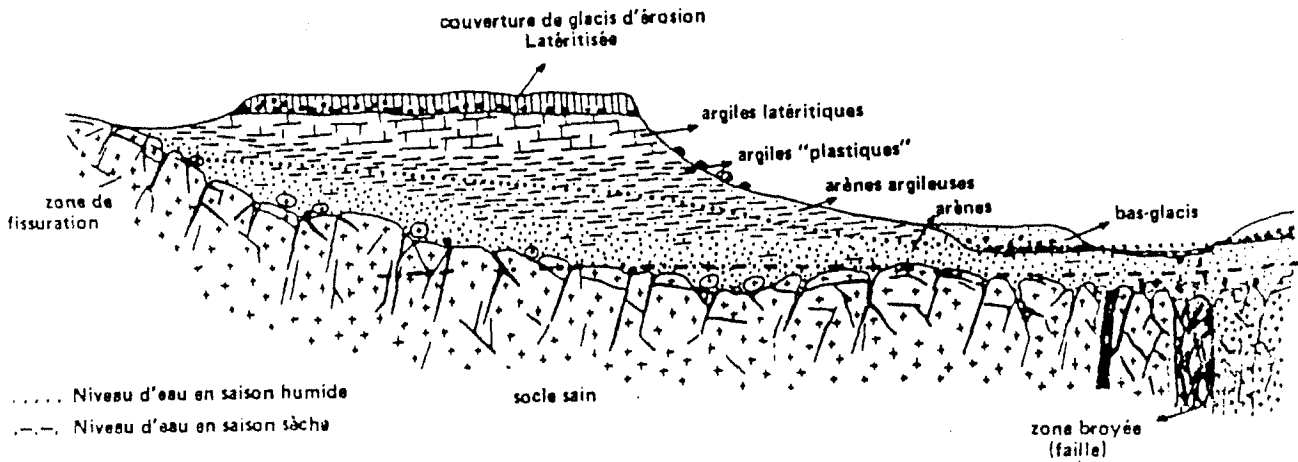
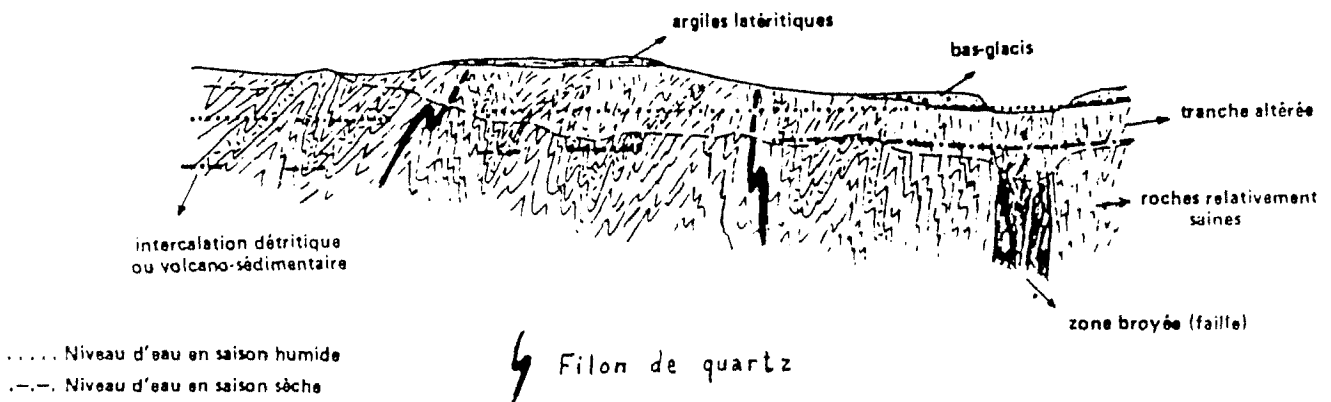


Fig. 9

COUPE SCHEMATIQUE DE LA TRANCHE D'ALTERATION SUPERFICIELLE EN REGION SCHISTEUSE



D'après R. GUIRAUD (1975)

TABLEAU VI : CAPACITE DE RETENTION EN EAU DE QUELQUES TYPES DE SOLS DE LA TAPOA

Types de sols et station d'observation	Capacité de rétention	Enracinement des végétaux	Types de végétations
Sols ferrugineux tropicaux à taches et concrétions sur mélange de sables eoliens et matériaux issu du grès du continental terminal (Botou 12° 37' 30" N 2° 01' 40" E)	250 mm pour les premiers mètres dont 80 d'utilisables	Fin, peu développé jusqu'à 80 cm	Savane parc à <u>Butyropermum parkii</u> Culture de petit mil repousse de <u>combretum</u> .
Sols hydromorphes à pseudogley structuré sur matériau issu du schiste sédimentaire (Kondio 11° 41' 30" N 1° 39' 203 E)	235 mm pour les premiers mètres dont 110 d'utilisables	Fin, très dense en surface, moyen ensuite et bien réparti jusqu'à 1 m maximum des racines moyens à 30 cm.	Savane arborée, dégradée à <u>Daniellia oliveri</u> , <u>acacia gourmensis</u> , <u>Gardenia erubescens</u> , et rares <u>Tamarindus indica</u> . Andrapogonées divers en touffes.
Vertisols lithomorphes modaux sur matériau argileux (piste forestière Kaabougou - Meydyaga 12° 02' 40" N 2° 15' 40" E)	La porosité du sol sec est élevée, la hauteur d'eau utilisable est de 180 mm/m	-	Savane arborée basse à arbustive : <u>Acacia seyal</u> et <u>Acacia gourmensis</u> <u>Andansonia digitata</u> <u>Lannea microcarpa</u> , <u>Balanites aegyptiaca</u> tapis discontinu à <u>Andropogon gayanus</u>
Sols ferrugineux tropicaux peu lessivés à faciès modal sur sable argileux de remblai (Botou 12° 41' 30" N 2° 05' 0" E)	150 mm dans les premiers mètres dont 60 d'utilisables	Fin, dense en surface puis à 1 m faible en dessous	Galerie forestière lâche et dégradée à <u>Diospyros mespiliformis</u> , <u>Combretum nigricans</u> , <u>Khaya senegalensis</u> <u>Bauhinia thonningii</u> et <u>cassia sp.</u>

Source : Boulet R., Leprun J. C. (1968).

Encore appelés cours d'eau à régime tropical pur, les cours d'eau de la Tapoa appartiennent aux bassins des trois Voltas et à celui du Niger. (fig. 10).

La saison des hautes eaux dure 3 mois (mi-juillet à mi-octobre). En saison sèche, l'écoulement cesse totalement. Le cours d'eau se trouve alors fractionné en une succession de petites mares, dont certaines se dessèchent totalement entre Mars et Mai.

Les plus grands cours d'eau de la province sont ceux de la Tapoa et de Dyamongou (affluents du fleuve Niger) au Nord, l'Arly et la Pendjari (affluents de la Volta) au Sud.

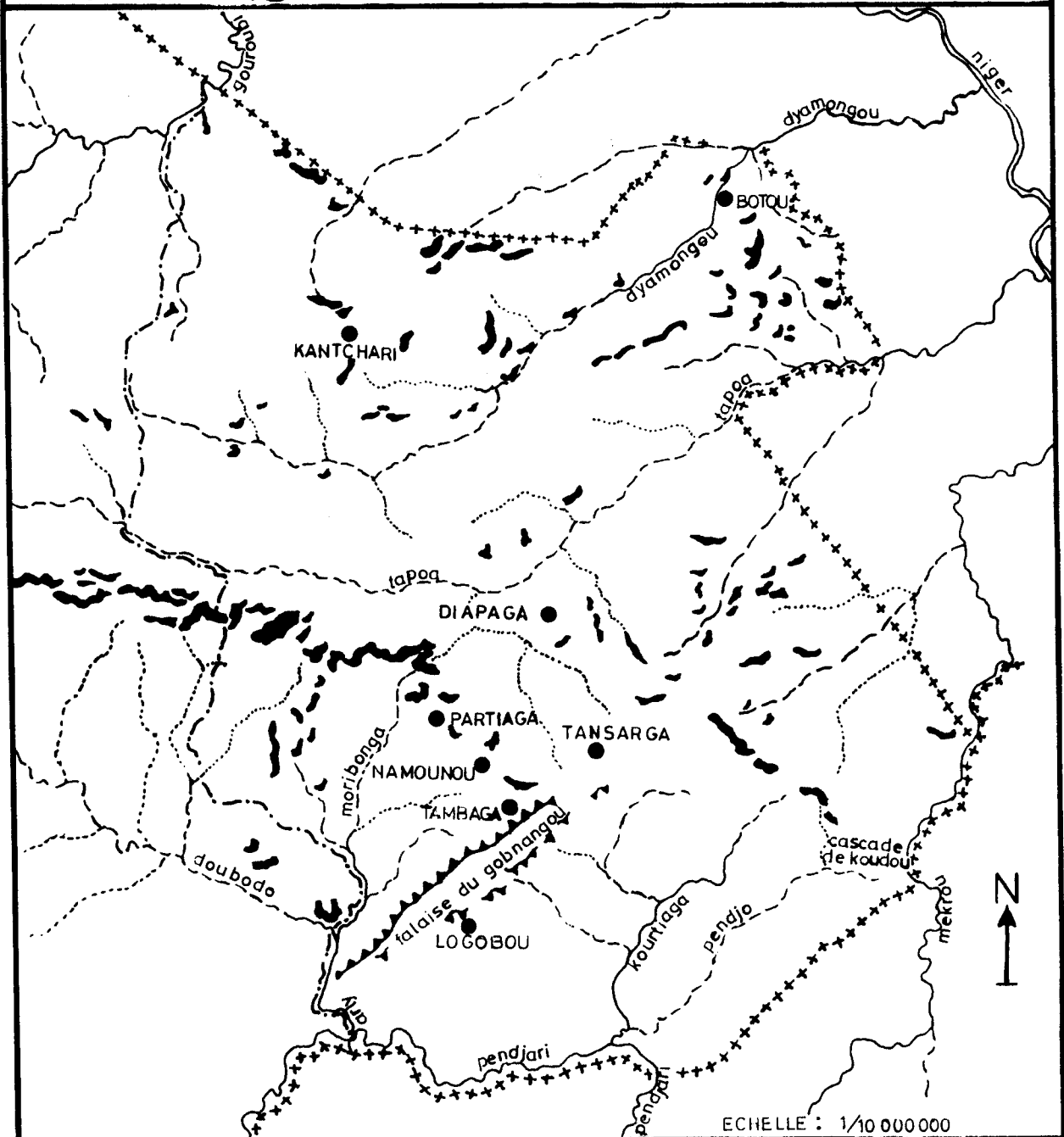
L'influence des cours d'eau sur la constitution des aquifères, mériterait que l'on procède à une étude des bassins-versants hydrologiques et hydrogéologiques, afin de mieux cerner les différents rapports. Mais, les différents paramètres dont nous disposons, nous permettent de noter que ces rapports ont une variation temporelle et spatiale.

En effet, nous venons de montrer que seule l'infiltration efficace a une influence sur les aquifères. Une étude de ce phénomène demande de très longues années d'observations ponctuelles.


Egalement, nous démontrerons dans les chapitres suivants, que les eaux souterraines sont essentiellement logées dans des fractures en zone de socle. Ces fractures peuvent être multikilométriques, donc influencées par des régimes extérieurs à la zone d'étude.

Mais disons qu'en général, seuls les vallées de fractures (ou typhoniques) qui sont des cours d'eau à l'allure exceptionnelle, dont l'orientation contraste souvent avec celle des autres branches du réseau, ont une influence sur les aquifères.

FIGURE 10: *ZONE de la TAPOA:*
RESEAU HYDROGRAPHIQUE



LEGENDE

- +++++++ limite d'Etat
- limite de province
- ▲▲▲▲▲ escarpements
- cuirasses affleurantes
-  reseau hydrographique selon le chevelu hydrographique de SCHUM

sources: carte touristique et routiere au 1/10 000 000
carte topographique au 1/200 000

Ces types de vallées n'apparaissent pas sur le réseau hydrographique de la Tapoa en général (cf figure 10), ni sur ceux des zones tests que nous avons retenues (cf figures 15 - 16 - 17) en particulier.

Nous ne pouvons donc pas affirmer que les gîtes souterrains sont directement influencés par le régime hydrologique de la province ; mais nous n'excluons pas le contraire, car les aquifères peuvent être d'origine récente ou correspondre à des eaux souterraines anciennes.

Toujours est-il que le chevelu hydrographique est un élément important dans les différentes phases de recherche d'eau souterraine, qui ont pour but de détecter les nappes captives.

II/ - LES NAPPES CAPTIVES : L'IMPORTANCE DE LA TECTONIQUE CAS-SANTE ET DE L'ALTERATION

Depuis un certain nombre d'années déjà, l'on développe les méthodes de recherche des nappes captives. Les techniques utilisées actuellement au Burkina Faso, sont celles de la géophysique et l'utilisation des photographies aériennes. Le but de ces techniques consiste à déterminer les zones les plus fracturées et les plus altérées et ce, pour des raisons qui méritent d'être expliquées.

A - DEFINITION DES FAILLES ET CASSURES (FRACTURES)

Une fracture ne peut se produire que dans une roche cohérente (granite, grès siliceux fortement cimenté, etc). Elle a lieu, lorsque la roche est soumise à des efforts qui dépassent sa résistance, la rompent et offrent de nombreuses cassures ou failles.

En réalité, il existe une grande différence entre cassures et failles : une roche rompue n'est pas forcément une roche faillée.

En effet "Les cassures ne présentant pas habituellement des traces de frottement sur leurs lèvres, ne sont pas des failles. Pour qu'il y ait faille, il faut qu'il y ait un déplacement des lèvres, même si ces cassures sont d'origines tectoniques et résultent de ruptures" - TRICART J. (1968).

Dans des milieux lithologiques hétérogènes, les différences mécaniques d'une roche à une autre interviennent : le tracé des failles est souvent ondulé, parfois brisé, à cause de cela.

La cassure peut butter contre une roche particulièrement massive, résistant **au cisaillement** : elle dessine alors une courbure, ou un angle brusque. Il arrive souvent que la faille se subdivise en plusieurs cassures anastomosées dans les roches se cisillant relativement bien, puis, que ces diverses cassures se réunissent en une rupture unique, plus marquée, en arrivant dans une roche plus rigide et moins apte au cisaillement. C'est pourquoi une faille se réduit rarement à une rupture unique, contrairement à la configuration schématique.

En hydrogéologie, ces cassures sont regroupées sous le terme de fractures, de linéaments ou encore de fissures.

B - CLASSIFICATION DES FRACTURES

Dans la pratique hydrogéologique on classe les fractures en 4 catégories :

- 1°/ - Joints horizontaux : ils ne sont pas visibles depuis la surface, mais ils sont localement très nombreux. Leur rôle est primordial, car ils servent de liaison entre les différents joints verticaux.
- 2°/ - Joints secondaires : ce sont les plus nombreux ; leur taille est réduite et leur longueur est inférieure à un kilomètre.

3°/ - Joints principaux : ces fractures sont multikilométriques et ont une longueur moyenne comprise entre 2 et 4 kilomètres.

4°/ - Fractures majeures : ce sont soit des fractures d'une dizaine de kilomètres qui peuvent se relayer sur des dizaines de kilomètres, soit des zones multifissurées qui induisent un grand volume de roche (zone broyée, convergence de joints...).

L'ouverture de ces différentes fractures est liée au phénomène de décompression superficielle des roches portées à l'affleurement.

Les joints horizontaux sont sensibles à l'augmentation de la charge lithostatique avec la profondeur et se referment les premiers vers 30 m.

Le front de décompression (ou d'altération) selon Engalenc M., se situe vers 70 m dans les roches granitiques. A cette profondeur, la totalité des joints horizontaux et des joints secondaires sont fermés, ainsi que de nombreux joints principaux et accidents majeurs, en particulier, les joints obliques.

Certains joints principaux ont encore des venues d'eau jusqu'à 60 m et des accidents majeurs sont productifs jusqu'à 120 m de profondeur. Au-delà, la recherche devient aléatoire et la probabilité de trouver de l'eau est très faible.

Les profondeurs moyennes des forages sont de 45 m (forages de 1987-88) dans la Tapoa. Mais selon les débits recherchés, les sondages ont atteint 50 à 60 m dans certaines zones.

C - ROLE DES FRACTURES

Nous avons déjà vu que les failles se divisaient, se ramifiaient, se rassemblaient à nouveau pour former, en fait un faisceau.

Dans la plupart des cas, la roche est débitée par des cassures, à orientation diverses.

Ces cassures guident l'action des processus externes, elles facilitent la pénétration de l'eau qui conditionne l'altération. (fig. 11).

Les zones broyées sont souvent occupées par des tronçons de vallées à l'allure exceptionnellement rectiligne, rigide dont l'orientation contraste souvent avec celle des autres branches du réseau ; ce sont les vallées de fractures ou vallées typhoniques.

En roche massive et peu perméable comme les granites et les grès siliceux, la zone de broyage permet une certaine circulation diaclassique des eaux souterraines qui donnent des sources à leurs débouchées.

L'altération y est rendue facile (surtout à cause du climat) et les gisements souterrains dans la Tapoa en dépendent.

III/ - L'INFLUENCE DE L'ÉPAISSEUR D'ALTERATION

A - ÉPAISSEUR D'ALTERATION ET TAUX DE SUCCÈS DES FORAGES

Le profil type d'un terrain altéré, permet de noter la stratification suivante (hormis le sol et les colluvions) : (fig. 12).

- La cuirasse ;
- Les altérites ;
- Les arènes grénues ;
- La zone fissurée ;
- et la roche saine à fractures ouvertes.

L'épaisseur d'altération apparaît comme un facteur déterminant dans la constitution des aquifères.

Le tableau n° VII ci-dessous, nous montre en effet, que le taux de succès des forages (débit > 0,5 M³/h) croît avec l'épaisseur d'altération. (voir aussi fig. 13).

FIGURE 11.

NAPPE SOUTERRAINE EN TERRAIN CRISTALLIN

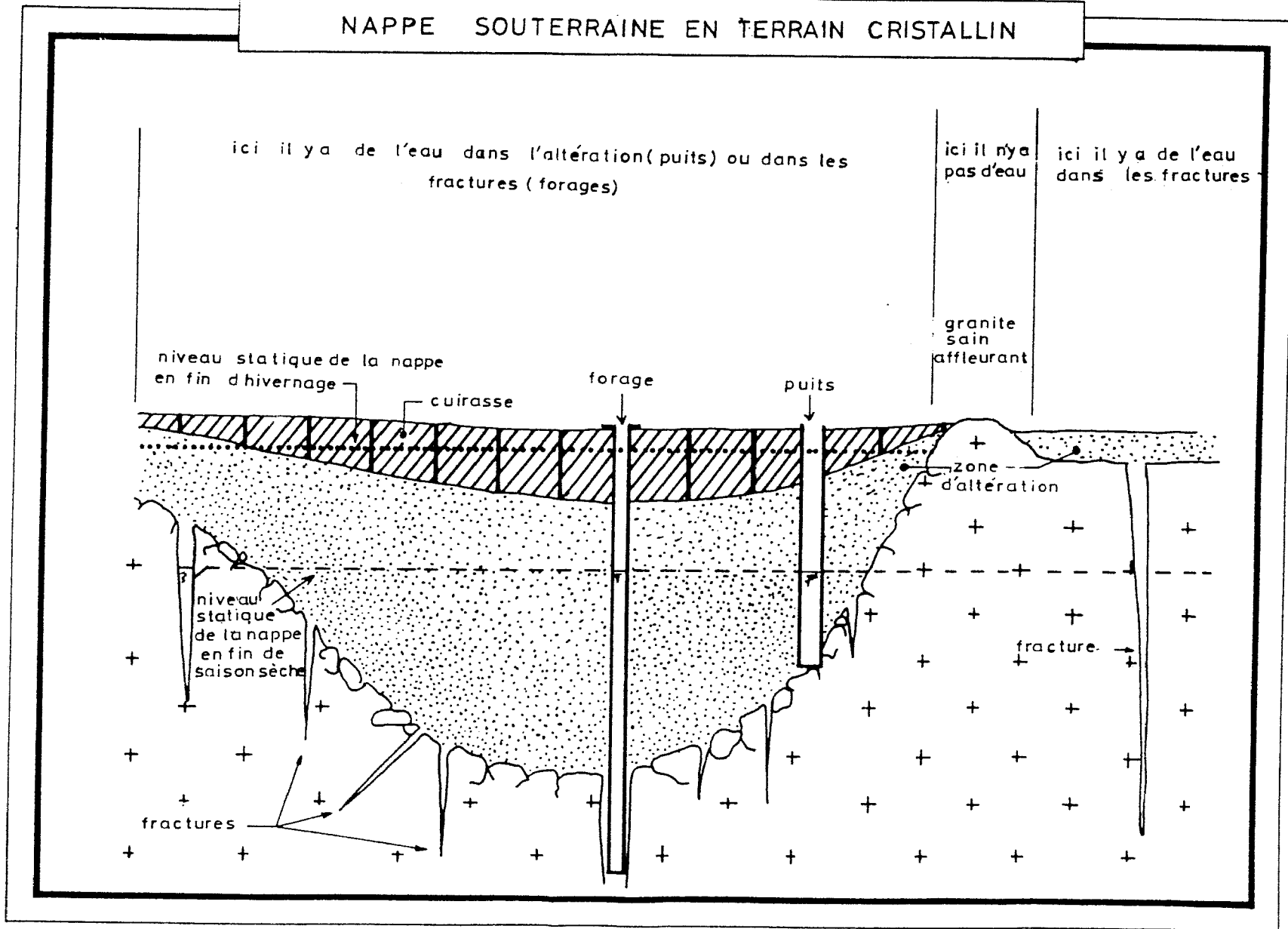


TABLEAU VII : EPAISSEUR D'ALTERATION DES ROCHES ET TAUX DE SUCCES DES FORAGES DANS LA TAPOA (1987-88)

Géologie	Succès	Epaisseur d'altération				Total
		- 5 m	5 à 10 m	10 à 25 m	+ 25 m	
GRES	Nombre de F+	0	0	7	1	8
	Nombre de S-	0	1	4	0	5
	Succès en %	0	0	63,6	100	61,5
Volcano-Sédimentaire	Nombre de F+	0	5	0	2	7
	Nombre de S-	1	3	3	0	7
	Succès en %	0	62,5	0	100	50
Schistes	Nombre F+	1	0	8	1	10
	Nombre de S-	0	1	2	0	3
	Succès en %	100	0	80	100	77
Granites	Nombre de F+	0	1	7	12	20
	Nombre de S-	0	0	0	2	2
	Succès en %	0	100	100	85,7	90,9
Gneiss	Nombre de F+	2	0	16	6	24
	Nombre de S-	0	0	2	3	5
	Succès en %	100	0	88,9	66,6	82,7
TOTAL	Nombre de F+	3	6	38	22	69
	Nombre de S-	1	5	11	5	22
	Succès en %	75	54,5	77,5	81,5	75,8

(F+ = Forage positif
S- = Sondage négatif)

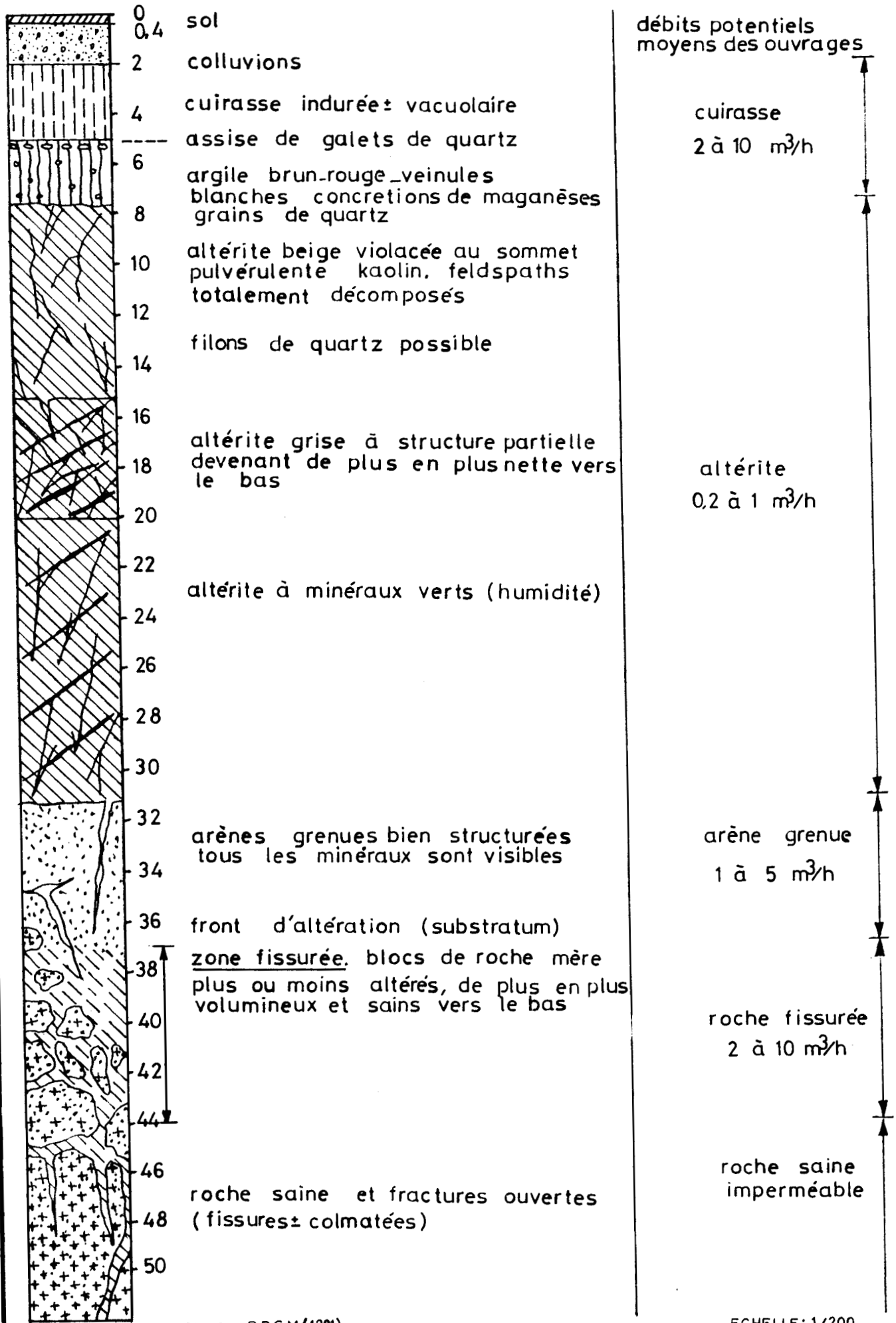
Sources des données : DEP Ministère de l'Eau 1988.

Toutes formations confondues, on note que le maximum de forages positifs a une épaisseur d'altération située au-delà de 25 m et le taux de succès approche en effet, 80 %.

On notera également que les granites et les gneiss, apparaissent comme extrêmement sensibles à l'influence de l'épaisseur d'altération : nombre de forages positifs très élevé.

FIG.12

COUPE TYPE des TERRAINS ALTERES



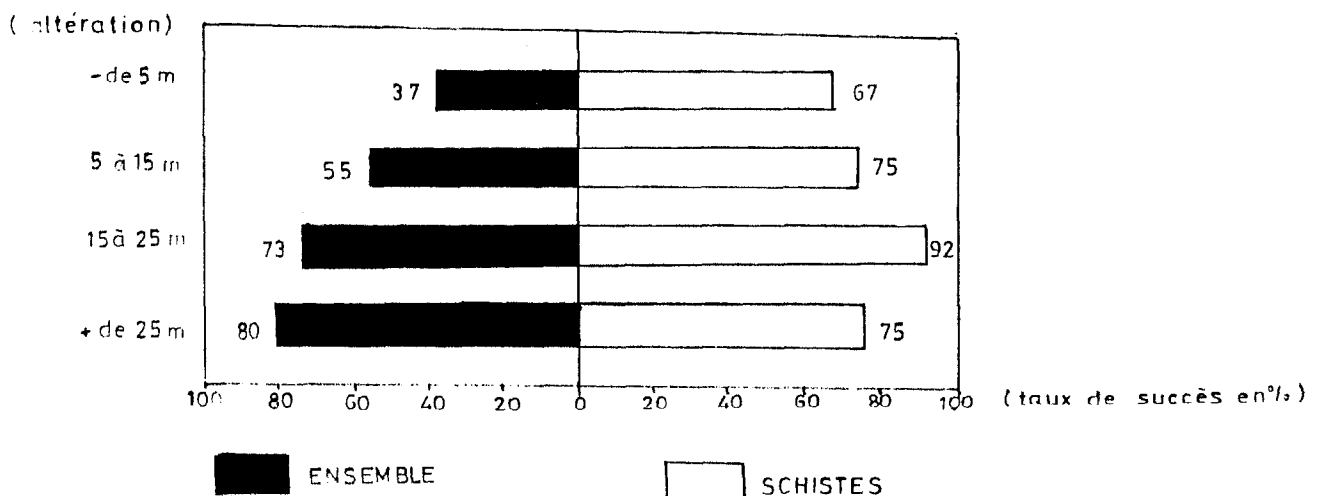
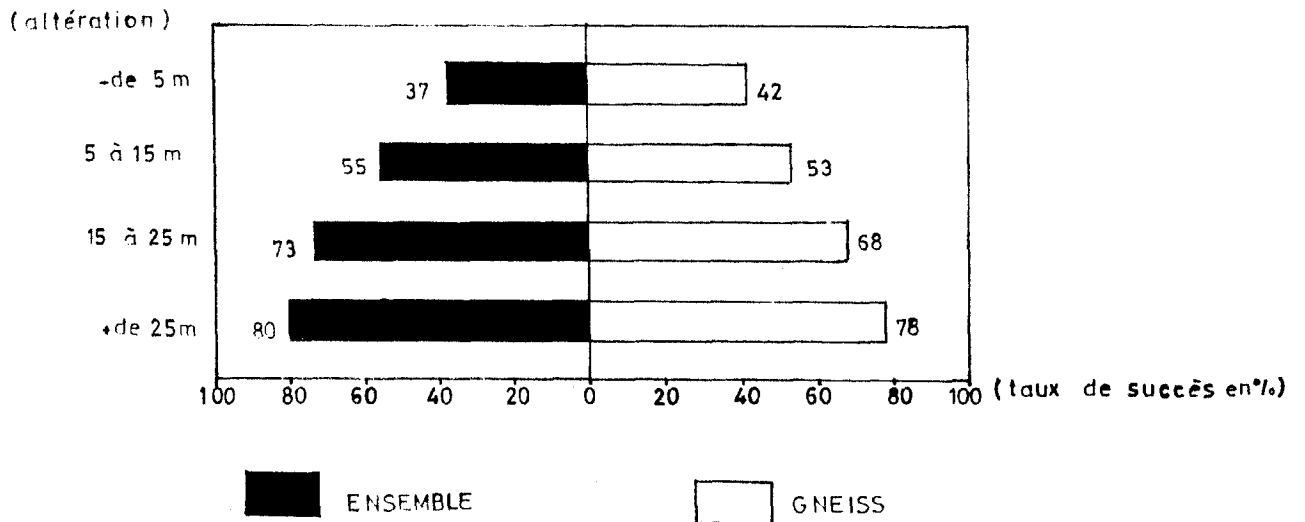
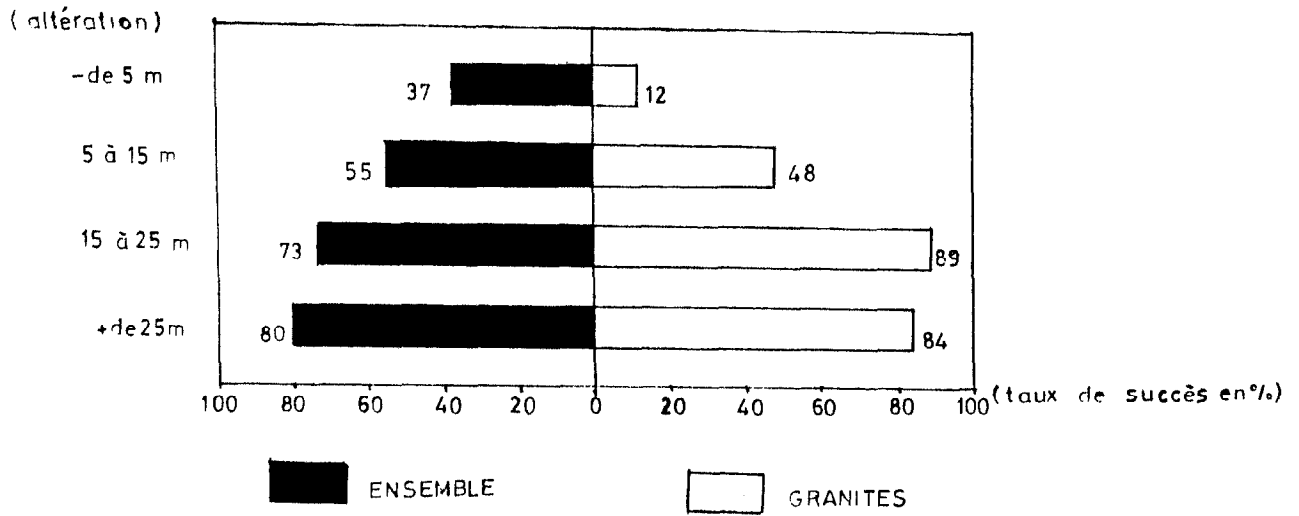
source B.R.G.M (1981)

ECHELLE: 1/200

FIGURE 13 — EPAISSEUR D ALTERATION ET TAUX DE SUCCES

(forages de tout l'Est : Gnagna, Gourma et Tapoa

1987-88)



Nous ne pourrons pas tirer de conclusion pour ce qui est des formations de grès, de volcano-sédimentaires et des schistes, à cause de la faiblesse des ouvrages situés entre 25 mètres et plus.

Mais la conclusion concernant les granites et à un degré moindre les gneiss, traduit un résultat classique. En effet, dans ces types de formations, l'épaisseur d'altération traduit à un degré près, l'intensité de la fracturation du substratum.

Le taux de succès des forages croît donc avec l'épaisseur d'altération. Mais jusqu'à quel niveau ces altérites peuvent-elles être aquifères ? en d'autres termes, quelle est l'influence du niveau statique de l'eau sur le taux de succès des forages ?

B - NIVEAU STATIQUE ET EPAISSEUR D'ALTERATION

Là, nous travaillons avec les données de l'ensemble de la région de l'Est. (voir annexe VIII). Durant la campagne 1987-1988, les pourcentages des forages positifs pour lesquels les altérites sont noyées, s'établissent comme suit, pour les différentes formations géologiques.

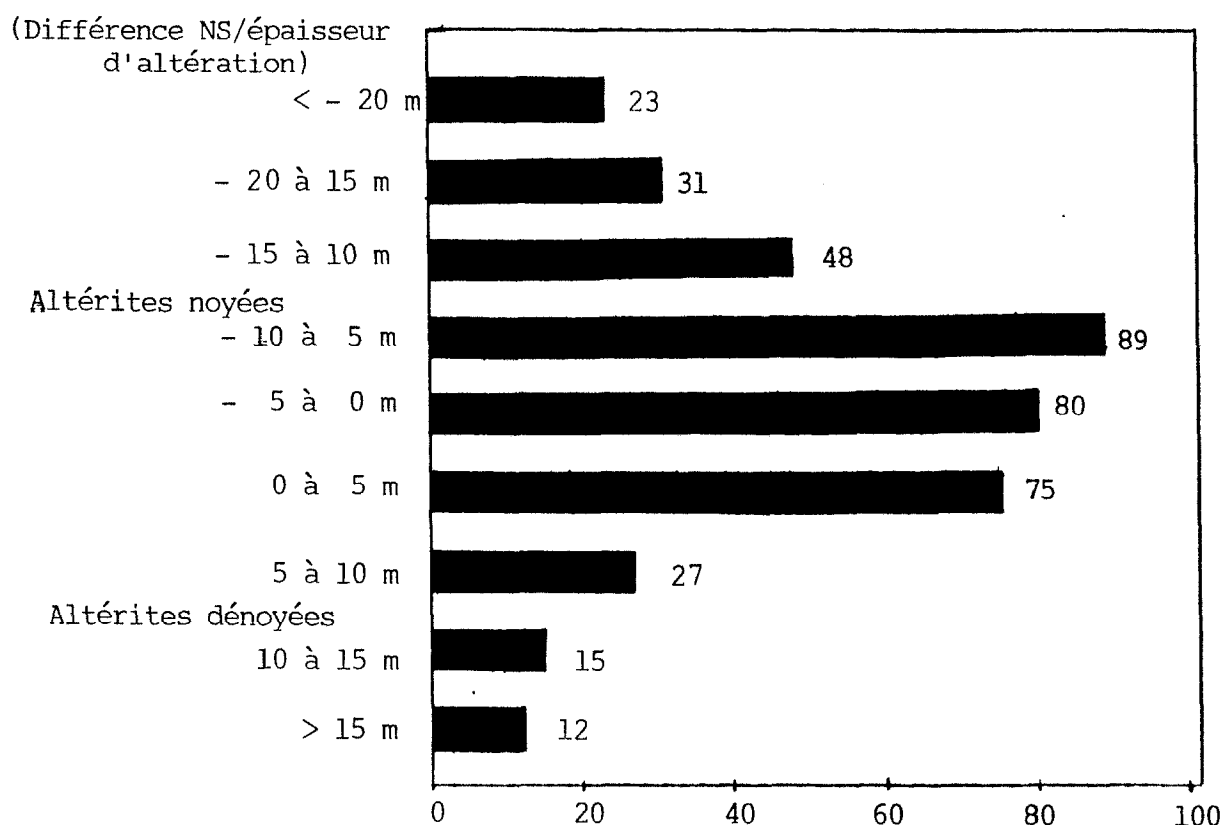
- . Gneiss 66 %
- . Granites 74 %
- . Schistes 64 %
- . Formations volcano-sédimentaires 64 %
- . Grès 92 %
- . Ensemble 68 %.

Les forages pour lesquels l'épaisseur d'altérites noyées est supérieure à 5 m s'établissent comme suit (en pourcentage) :

- . Gneiss 39 %
- . Granites 39 %
- . Schistes 33 %
- . Formations volcano-sédimentaires 48 %
- . Grès 63 %
- . Ensemble 39 %.

L'histogramme de la figure 14, présente la répartition de la variable "position du niveau statique par rapport au toit du socle", toutes formations confondues.

FIGURE 14 - TAUX DES FORAGES POSITIFS SUIVANT LE NIVEAU STATIQUE ET L'ÉPAISSEUR D'ALTERATION



Source : PHVEB 1988.

On remarquera que les altérites sont beaucoup noyées au niveau des grès et des granites et les épaisseurs noyées y sont très importantes (supérieur à 5 m).

On notera également qu'il existe un rapport étroit entre le niveau statique, l'épaisseur d'altération et le taux de succès des forages.

En effet, plus l'épaisseur d'altérites dénoyées augmente, plus le taux de forages positifs baisse. Il faut dire aussi que lorsque la tranche altérée est très importante (supérieur à 15 m), cela apparaît également un facteur négatif : la tranche altérée noyée doit être comprise entre 0 et 15 m.

Mais quelque soit le niveau statique de l'eau, il existe une relation entre les niveaux d'altérites et les réservoirs inférieurs. En effet, actuellement de nombreuses observations hydrogéologiques tendent à montrer que la nappe d'eau des altérites, des fissures et des failles, ne constituent en fait qu'un même système aquifère contenu dans des réservoirs ayant des caractéristiques physiques distinctes.

Ainsi en milieu de socle, on a la structure d'un aquifère bicouche ou même multicouche, des aquifères monocouches pouvant exister de façon isolée.

Les niveaux d'altérites les plus productifs sont en général, ceux qui sont situés le plus près de la roche saine et la zone fissurée du socle, située sous la tranche altérée, est surtout aquifère dans les 20 à 30 premiers mètres de la roche saine.

CHAPITRE III : LE CAPTAGE DES EAUX SOUTERRAINES

Dans les régions de socle, les meilleurs aquifères, correspondent :

- Aux zones dans lesquelles, la tranche d'altération a une épaisseur assez grande, tout en étant formée de matériaux aussi grossiers que possible ;

- Aux zones de fractures et autres discontinuités drainantes ou favorisant une certaine accumulation des eaux souterraines.

La recherche d'eau dans ces types de formations, consiste par conséquent à mettre en évidence, ces facteurs favorables, en vue d'implanter les ouvrages. Souvent, toute la recherche est axée sur les fractures ou le couple altération-fracture afin d'obtenir le débit le plus élevé possible.

Pour atteindre son objectif, l'hydrogéologue fait appel à une méthode indirecte d'investigation et de reconnaissance, à savoir la photo-interprétation, suivie d'observations géologiques et géomorphologiques sur le terrain et en cas de besoin, à la géophysique.

I/ - LES IMPLANTATIONS

A - LA PHOTOGEOLOGIE

La photo-interprétation a pris de l'importance en hydrogéologie du socle, depuis que l'on oriente systématiquement la prospection des eaux souterraines vers la recherche des fractures, pour implanter des forages.

La photographie aérienne constitue le document le plus précieux. Elle complète efficacement les cartes existantes (topographiques, géologiques, pédologiques, etc) ou les remplace carrément lorsque celles-ci sont inexistantes ou bien à des échelles trop petites.

La photo-interprétation est une méthode rapide et peu coûteuse pour réaliser une esquisse structurale, voire géologique, mais surtout pour repérer les fractures.

On relève à priori tous les alignements morphostructuraux, ou linéaments, soulignés par le réseau hydrographique, ou se détachant simplement en clair ou sombre sur la photo. On obtient ainsi une vision régionale de la fracturation et l'on peut en faire une étude statistique. (fig. 15 - 16 - 17).

Cette technique permet également un levé rapide et précis du chevelu hydrographique et peut donner une idée de l'épaisseur moyenne probable des altérites. Mais lorsque les taux d'échec sont souvent élevés ou lorsque les débits recherchés sont relativement insuffisantes, l'étude des photographies aériennes ne suffit pas et il convient de rechercher des compléments d'information à l'aide des méthodes géophysiques.

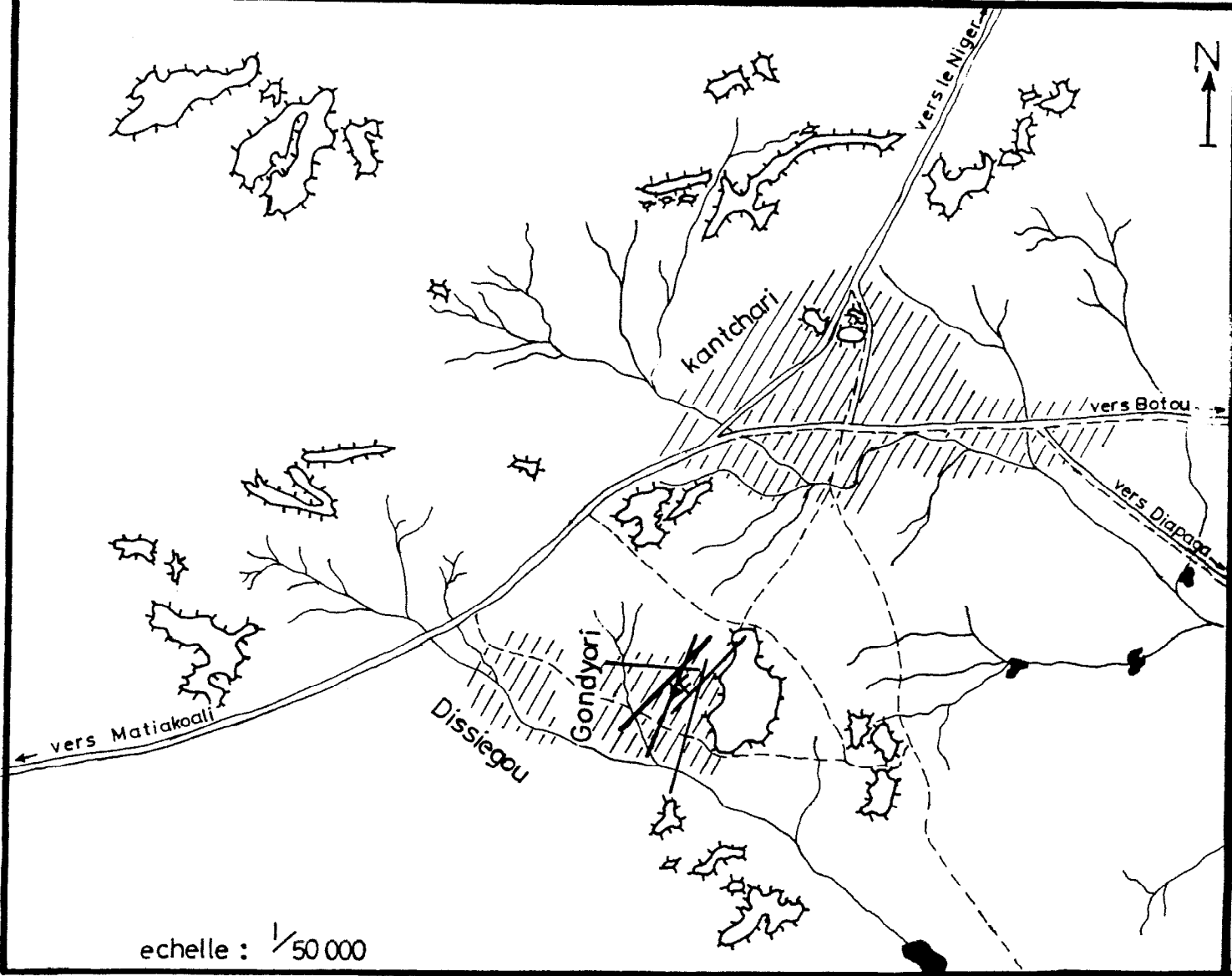
B - LA GEOPHYSIQUE

La recherche sur le terrain des fractures repérées sur photographie aérienne étant aléatoire et parfois impossible en raison de la monotonie géomorphologique d'une part, et de la présence d'une tranche superficielle altérée qui masque la roche mère d'autre part, la géophysique est une méthode complémentaire qui permet une matérialisation des accidents sur le terrain.

Les méthodes géophysiques appliquées à la recherche d'eau souterraine, reposent toutes sur l'étude, par des mesures faites à la surface du sol, d'un paramètre physique lié à la constitution des roches du sous-sol comme par exemple : la densité, la vitesse de propagation des ondes, les propriétés électriques et magnétiques.

Nous n'entrerons pas dans une étude plus détaillée des méthodes géophysiques, car cela répond d'une étude technique beaucoup plus compliquée que nous ne maîtrisons pas personnellement.

FIGURE 15: LINEAMENTS de GONDYORI (KANTCHARI)



echelle : 1/50 000

LEGENDE

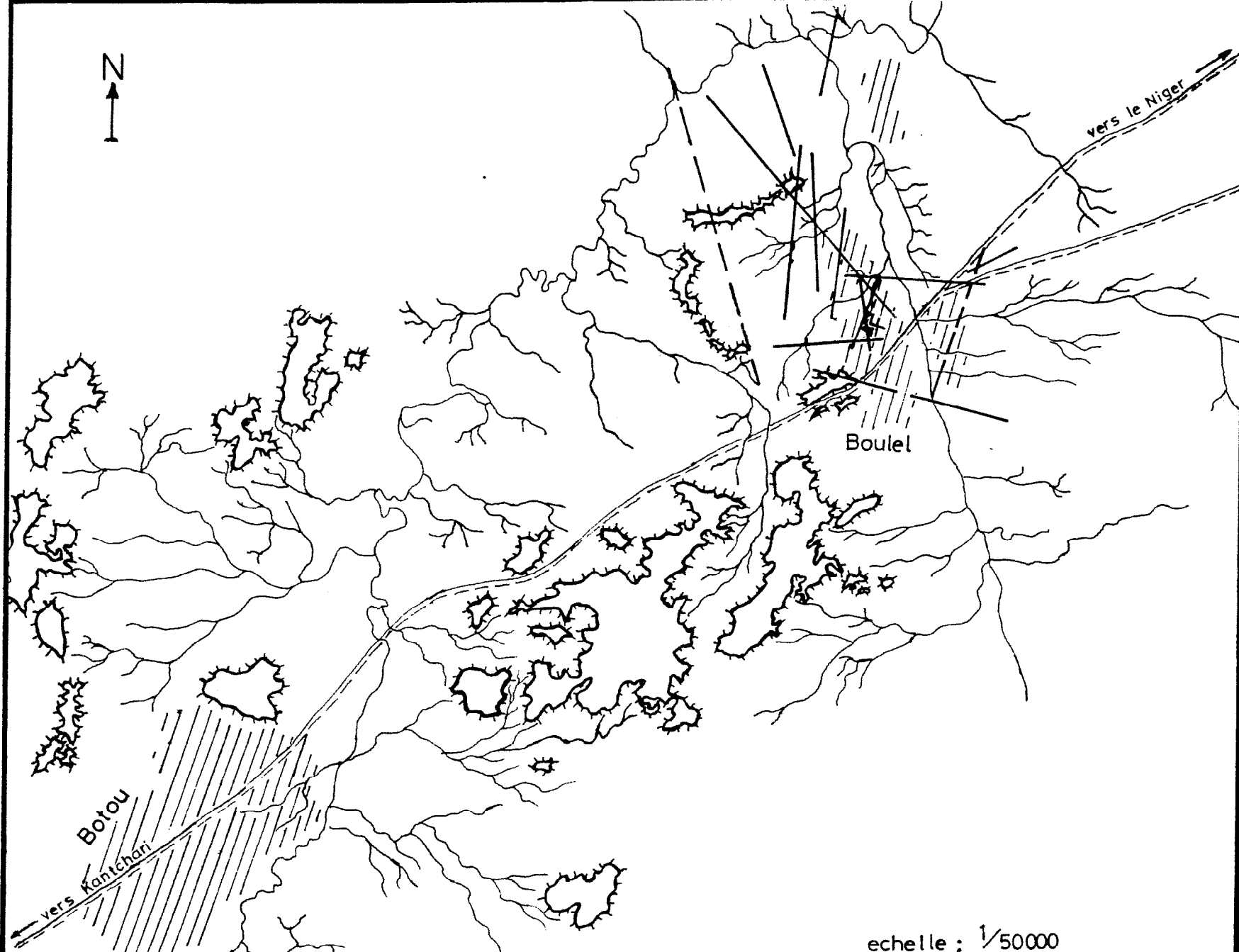
- linéament
- - - linéament supposé
- cuirasse
- ▨ agglomeration (village)
- == route bitumée
- - - route non bitumée
- - - piste
- ~ cour d'eau
- mare
- ▲F site de forage

photo_interpretation :

mission 86077 B

couple 1575_76

FIGURE 16 : LINEAMENTS de BOULEL (BOTOU)



LEGENDE

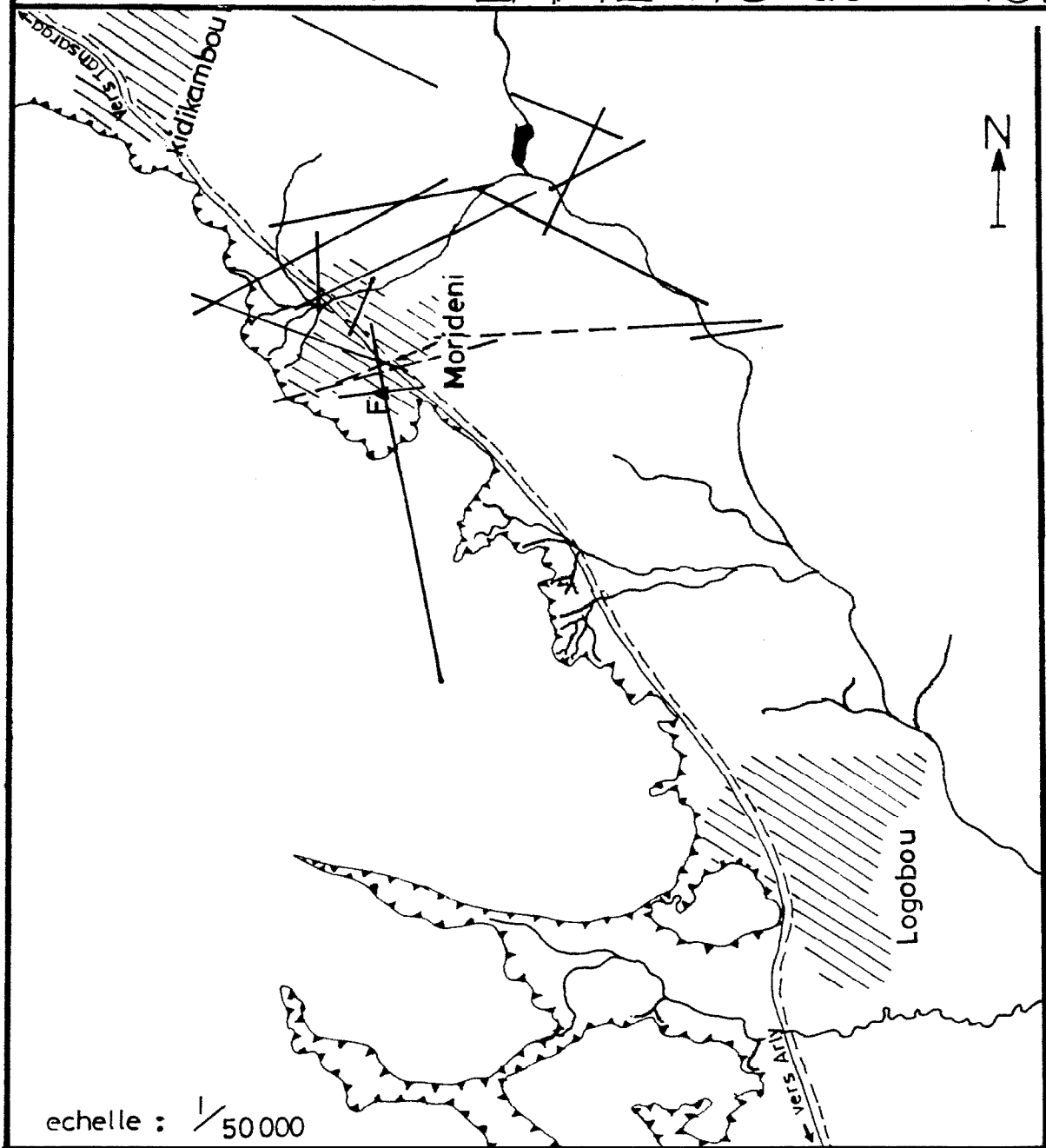
- linéament
- - - linéament supposé
- cuirasse
- ▨ agglomération (village)
- route non bitumée
- - - piste
- cour d'eau
- mare
- ▲F site de forage

photo-interpretation :
mission 86077 3
couple 1703-04

echelle : 1/50000

FIGURE 17

LINEAMENTS de MORIDENI (LOGOBOU)



LEGENDE

- linéament
- - - linéament supposé
- ◊ affleurement de socle
- ▨ agglomeration (village)
- == route non bitumée
- - - piste
- ~ cour d'eau
- mare
- ▲F site de forage

photo-interpretation:

mission 86077 B
 couple 1132-33

C - LE CHOIX DES SITES DE FORAGE

Pour choisir un site, l'hydrogéologue doit avant tout, retrouver sur le terrain, les différentes fractures (ou linéaments), répertoriées à partir des photos-aériennes. Pour cela, il doit se servir d'un certain nombre de points de repères et d'indices.

Les points de repères les plus visibles sur les photographies aériennes, sont généralement les habitations, les champs, le chevelu hydrographique, les pistes ou routes et surtout les arbres présentant des couronnes bien développées.

Dans la Tapoa, nous avons pu recenser un certain nombre d'arbres qui ont servi de repère : il s'agit entre autre de Khaya senegalensis, Tamarindus indica, Butyrospermum parkii, Lannea microcarpa, Parkia biglobosa, Daniellia oliveri, Bombax costatum et Andasonia digitata.

Il convient de noter qu'il ne s'agit là, que des données permettant de localiser les fractures : on peut même à partir des photos, procéder à la mesure de la distance qui sépare ces différents points, des linéaments et ce, conformément à l'échelle de la photo.

Mais il faut dire que lorsque l'on commet involontairement une erreur de calcul ou choisi un mauvais repère de base sur le terrain, le travail devient alors inutile. C'est pourquoi, d'autres éléments sont également pris en compte lors des implantations directes et que nous choisissons d'appeler ici, indices.

En effet, comme nous l'avons démontré dans les chapitres précédents, il existe en réalité deux types de nappes (phréatique et captive), dans un milieu fracturé et qui fonctionnent de façon complémentaire. Ce qui signifie qu'une nappe phréatique plus ou moins profonde et bien développée, peut, dans une certaine mesure, indiquer l'existence d'une nappe captive.

Aussi, les fractures se répercutent sur le relief de trois manières différentes :

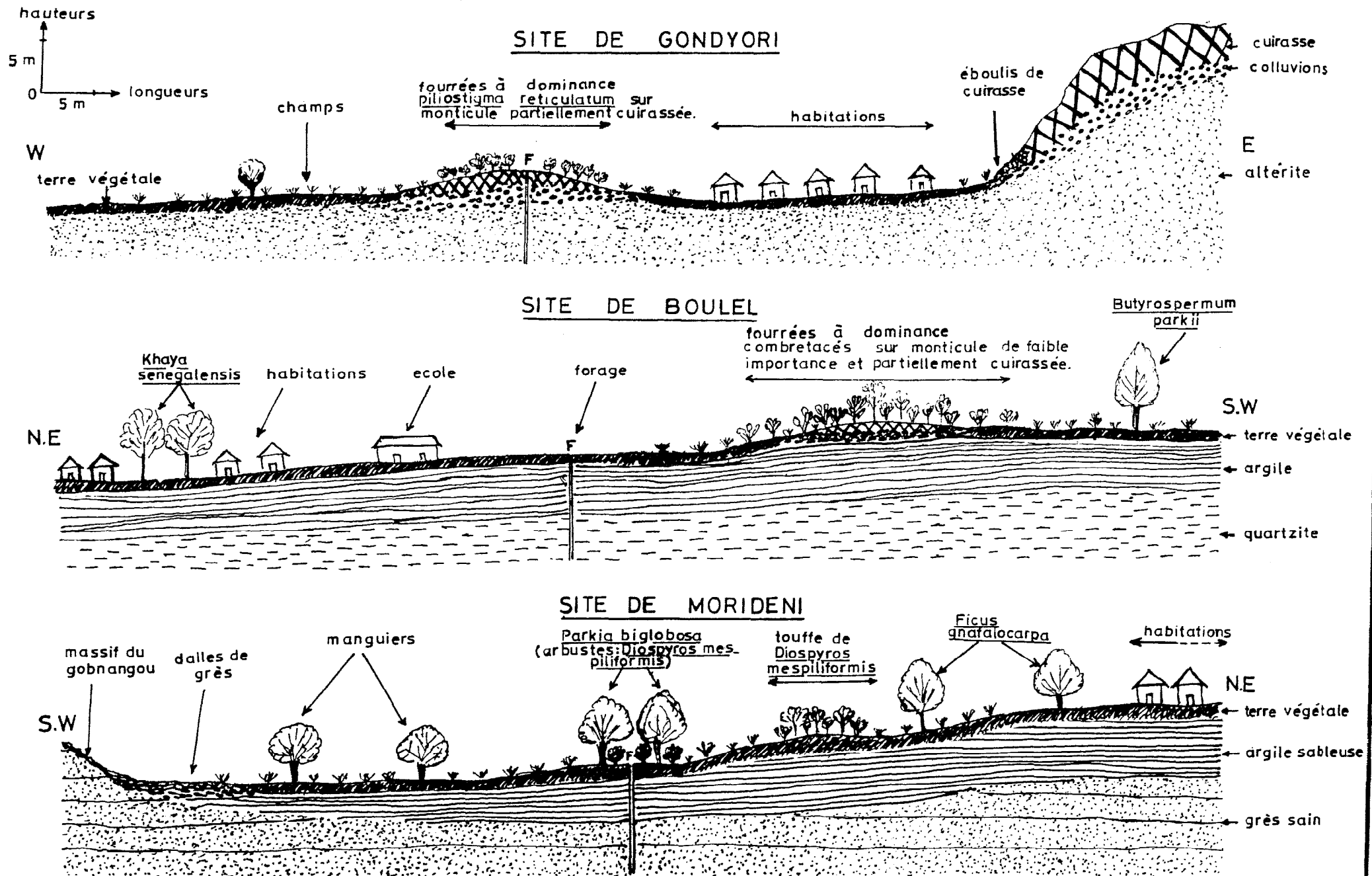
- par les reliefs tectoniques qu'elles créent ;
- par la modification des roches à leur voisinage (zone de broyage, brèches, filons) ;
- par la juxtaposition de roches différentes le long du plan de faille.

Ces répercussions ont des rapports temporels variés avec la tectogenèse : les reliefs tectoniques apparaissent pendant la tectogenèse elle-même et lui survivent plus ou moins longtemps sous la forme de reliefs résiduels, dont la longévité est fonction de l'érosion différentielle et de la résistance des roches affectées par les mouvements tectoniques.

La recherche des linéaments sur le terrain peut consister également à retrouver des indices, indiquant l'existence d'une nappe phréatique plus ou moins profonde et bien développée, ou alors des éléments géomorphologiques ayant plus ou moins un rapport avec des fractures. (fig. 18 et tableau X).

Dans le premier cas, il est généralement fait appel à la végétation ou plus particulièrement à un certain nombre d'espèces dites espèces hygrophiles dont le développement du système racinaire ou la station (zone de développement de l'espèce), détermine une zone humide voire une nappe phréatique plus ou moins profonde. Ces espèces hygrophiles se résument au niveau de la Tapoa aux Ficus gnafalocarpa (figuier) Diospyros mespiliformis (Kaki de brousse), Piliostigma reticulatum (pied de chameau) ou thonningii (pied de boeuf). D'autres espèces non moins importantes telles que Khaya senegalensis ou Parkia biglobosa, peuvent, grâce à leur développement exceptionnel qui contraste avec celui des autres espèces, être des indicateurs de nappes. Il peut arriver que leurs alignements détermi-

FIGURE 18: TOPOSEQUENCES des ZONES des SITES TESTS



sources: travaux sur le terrain.1990.

ment sur une photo, des linéaments : Dans ce cas, elles servent non seulement de repères mais aussi d'indices.

Certaines termitières (en particulier les termitières cathédrales), positionnées sur des linéaments déjà répertoriés, peuvent également servir d'indices.

L'influence de la position géomorphologique, sur le taux de succès des forages, semble également important et quelque peu contraire aux résultats habituellement enregistrés.

En effet, les éléments géomorphologiques servant d'indices, correspondent généralement à des points plus ou moins hauts (collines) comportant dans la plupart des cas une cuirasse, ou encore, des espèces hygrophiles précédemment citées. Ces collines sont aussi souvent occupées par d'autres espèces sans grande importance, telles que, les combretacés ou les acacias (formant des touffes).

Il y a aussi les talwegs qui sont utilisés. Mais les positions hautes paraissent plus favorables que les positions basses comme l'attestent les chiffres suivants (forages de 1988 pour tout l'est) : (tabl. VIII).

TABLEAU VIII : TAUX DE SUCCES DES FORAGES SELON LA GEOMORPHOLOGIE

Géomorphologie Géologie	Sommet de Pente		Mi-pente		Bas de pente	
	eff.	Succès	eff.	Succès	eff.	Succès
Granites	5	80 %	51	80 %	30	60 %
Schistes	3	100 %	11	73 %	7	14 %

Source : Etude d'évaluation PHVEB 1988.

Les données sur les formations sédimentaires anciennes (les grès), n'ont pas été considérées comme significative (nombre de forages très faible).

Ces résultats ont conduit à la recherche d'une corrélation entre l'épaisseur d'altération et la position géomorphologique; mais la répartition pour chacune des 3 classe géomorphologiques (sommet de pente, mi-pente, bas de pente) des tranches d'épaisseur d'altération, ne diffère pas de la répartition générale : aucune corrélation n'a donc été mise en évidence et il y aurait donc effectivement un effet isolé de la position géomorphologique, particulièrement marqué dans les schistes, pour lesquels des implantations en position basse paraissent à proscrire.

Compte tenu des diverses directions que peuvent prendre les linéaments, 5 types ont été définis : (fig. 19).

- 1°) Linéaments empruntés par un marigot ;
- 2°) Linéaments décrochant un marigot ;
- 3°) Linéaments prolongeant un marigot ;
- 4°) Linéaments larges et diffus ;
- 5°) Linéaments étroits marqués par un alignement d'arbres.

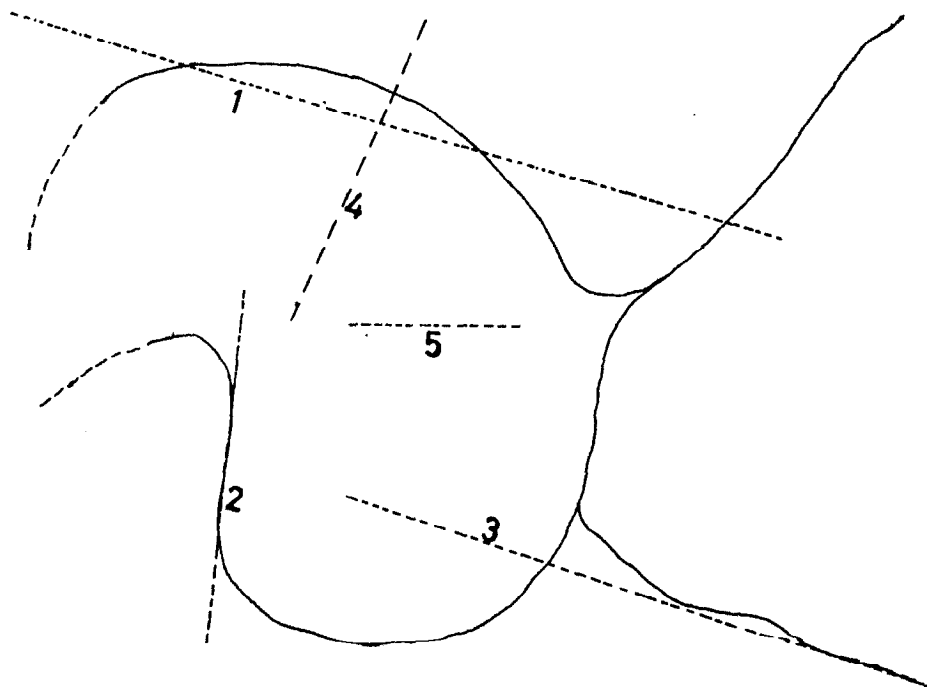


Figure 19 : Les principaux types de linéaments

TABLEAU IX : TAUX DE SUCCES DES FORAGES (87-88) PAR TYPE DE LINEAMENT

GEOLOGIE	Types de linéaments				
	1	2	3	4	5
Granites	100 % 7/7	100 % 25/25	100 % 12/12	67 % 2/3	-
Schistes	100 % 12/12	60 % 6/10	- -	- 1/1	-

Source : Etude d'évaluation PHVEB 1988.

Ces données permettent de dire que les linéaments de types 1, 2, 3 (linéament ayant un rapport avec un cours d'eau), sont recommandables pour les granites.

La recherche de tous ces éléments sur le terrain, n'est qu'une formalité hydrogéologique, visant à augmenter le taux de succès. En réalité, le choix définitif du lieu de forage, qui sera matérialisé par un piquet et affecté d'un numéro de reconnaissance, est souvent lié à une moyenne entre deux paramètres : les contraintes physiques ou hydrogéologiques et les contraintes sociales, qui sont dûes au fait que l'ingénieur doit tenir compte, au tant que faire se peut, de la volonté des villageois.

II/ - FORATION ET DEBITS ADMISSIBLES

A - FORATION

Nous nous contenterons d'évoquer succinctement le déroulement des opérations de forage, sans rentrer dans le détail.

- Après le choix du site de forage par l'hydrogéologue, le reste des travaux est exécuté par des ateliers de tra-

TABLEAU X : DONNEES SUR LES SITES TESTS

Caractéristiques Sites	Géomorphologie	Types de Linéaments	Indice de Végétation	Niveau d'altération	Résultats des Forages		Observations sur les profils
					Succès	Débits	
Gondyori	Sommet de pente	type 4	<u>Piliostigma reticulatum</u> <u>Dyospiros mespiliformis</u>	23,39 m	Positif	2,4 m ³ /H	Profil conforme à la coupe type
Boulel	Terrain plat	Type 4	<u>Dyospiros mespiliformis</u>	20,50 m	Négatif	-	Profil conforme à la coupe type mais zone non fracturée
Morideni	mi-pente	Type 5	<u>Ficus gnafalocarpa</u> <u>Dyospiros mespiliformis</u> <u>Parkia biglobosa</u>	6,7 m	Positif	0,6 m ³ /H	Profil non conforme à la coupe type : présence de roche saine avant la fracturation. Hypothèses d'explication : 1) - On a traversé un bloc de roche saine non affecté par la fracturation. 2) - On se trouve dans un faux socle ; on a pas encore atteint la vraie roche mère.

vail différents.

- Le forage proprement dit, est réalisé en deux phases : la première phase a lieu dans l'altération par un outil adapté à cet effet : c'est le forage au rotary ou au battage.

La deuxième phase, dans le socle, par l'introduction du marteau "fond-de-trou". La durée du creusement dépend du débit recherché, de la résistance du substratum et accessoirement, de la qualité du matériel.

- L'équipement du forage a lieu tout de suite après le creusement. On l'équipe avec deux types de tube en caoutchouc ou PVC : (fig. 20, 21, 22, 23).

. Les crépines sont utilisés pour la partie inférieure : les crépines sont des tubes perforés permettant la remontée de l'eau. Des gravillons fins sont utilisés pour combler le reste du trou à ce niveau.

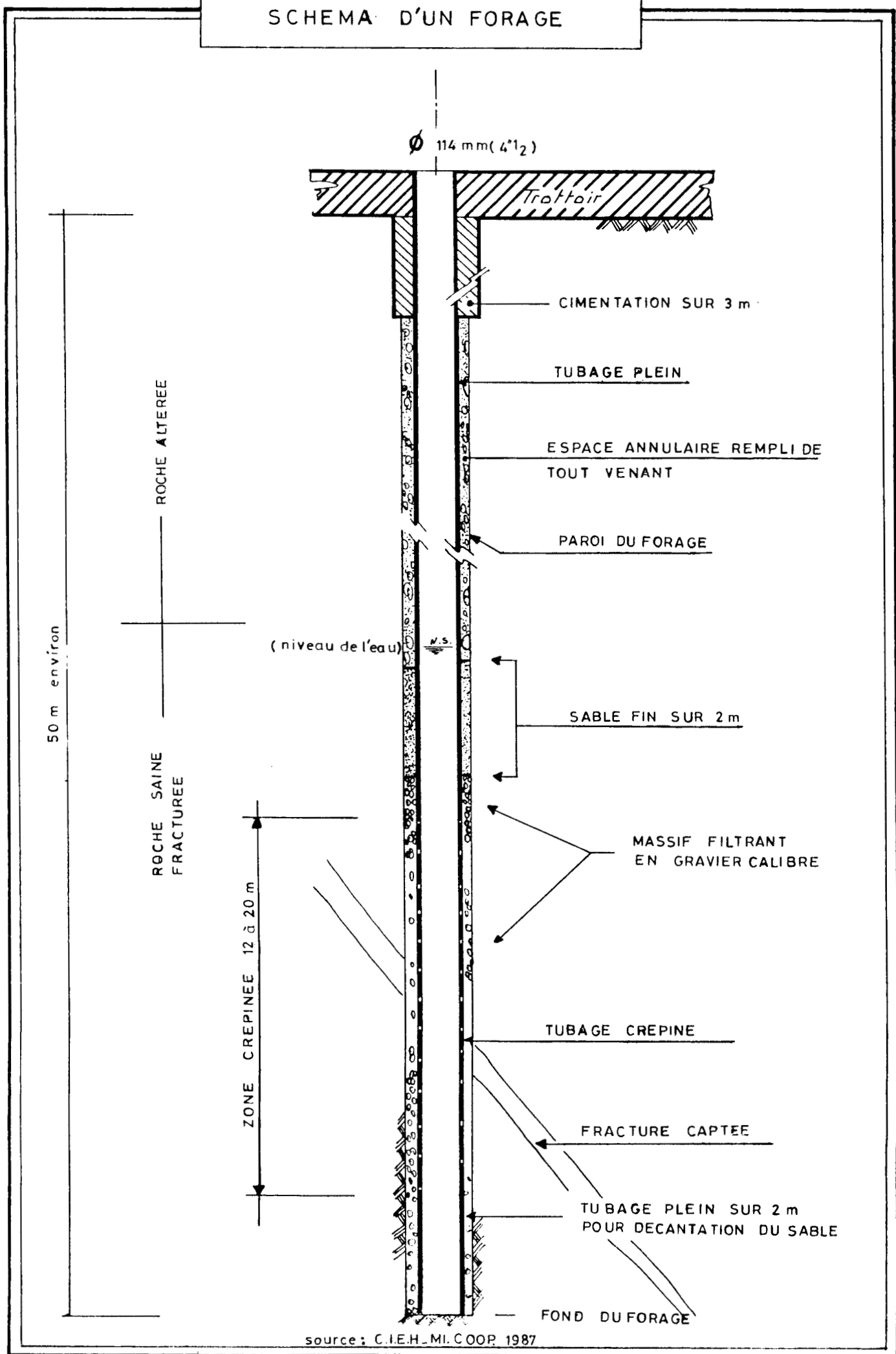
. Les crépines sont surmontées de tubes pleins (non perforés) jusqu'en dehors du trou et l'espace annulaire est comblé par du "tout venant".

- Une fois le forage équipé, on procède au développement : c'est une opération qui consiste à souffler par "Air lift" dans les forages, pour nettoyer le massif filtrant et les crépines.

On contrôle ensuite le débit pendant au moins deux heures. Si le débit est acceptable (supérieur à 0,5 m³/h), alors, on consolide le forage avec du béton.

- Ensuite, on devrait procéder à un essai de pompage, afin de contrôler la qualité de la nappe (vitesse de remontée de l'eau). C'est une opération qui dure un peu plus de deux heures. Mais pour ce qui est des forages de la Tapoa, on n'a

SCHEMA D'UN FORAGE



source : C.I.E.H.-M.I. COOP. 1987

FIGURE 21

<p>BURKINA FASO</p> <p>OFFICE NATIONAL DES PUITS ET DES FORAGES</p> <p>INVENTAIRE DES RESSOURCES HYDRAULIQUES</p>	<p>FICHE DE FORAGE</p> <p>N° provisoire: 92 province : TAPOA département : KANTCHARI Village : GONDYORI lieu dit : GONDYORI VILLAGE photo-aérienne n° : 1575-76</p>	<p>N° I.R.H</p> <p>longitude: X= latitude : Y= cote sol : Z= carte 1/200 000° mission : 86077 B</p>
---	--	---

financement : UNICEF/ 210 FORAGES
 propriétaire : GONDYORI
 entreprise : ONPF
 type de machine: YTD 45 N1
 sondeur : NIGNAN B.

date du début des travaux: 24-11-89
 date de la fin des travaux: 24-11-89
 massif filtrant { nature: GRAVIER FLUVIAL
 granulométrie: 3/2 mm
 équipement: P V C 4" 1/2

profondeur(m)	coupe technique	coupe géologique	description géologique	n.s (1)	observations										
			0,00 - 0,50 m terre végétale												
∅ 9" 7/8 6,00			gravillon 2,50 m												
			altérite												
			17,50 m												
22,19 23,39 24,19			arène grenue 23,39 m												
∅ 6" 1/2 36,37			35,87	granite fissuré 36,37 m											
					<p><u>VENUE D'EAU</u></p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>profondeurs</th> <th>débits de soufflage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>24,30 m</td> <td>0,200 m³/h</td> </tr> <tr> <td>28,80 m</td> <td>0,700 m³/h</td> </tr> <tr> <td>32,80 m</td> <td>1,800 m³/h</td> </tr> <tr> <td>34,80 m</td> <td>2,400 m³/h</td> </tr> </tbody> </table>	profondeurs	débits de soufflage	24,30 m	0,200 m³/h	28,80 m	0,700 m³/h	32,80 m	1,800 m³/h	34,80 m	2,400 m³/h
profondeurs	débits de soufflage														
24,30 m	0,200 m³/h														
28,80 m	0,700 m³/h														
32,80 m	1,800 m³/h														
34,80 m	2,400 m³/h														
					<p><u>E.CHELLE</u></p> <p>profondeur : 1/500 diamètre : 1/10</p>										

(1) indiquer les différents niveaux d'eau en fonction de la profondeur du forage

FIGURE 22

BURKINA FASO OFFICE NATIONAL DES Puits ET DES FORAGES INVENTAIRE DES RESSOURCES HYDRAULIQUES		FICHE DE FORAGE N° provisoire : 98 province : TAPOA département : BOTOU village : BOULEL lieu.dit : ECOLE photo.aerienne n° 1703.04		N° I.R.H longitude: x= latitude : y= cote sol: z= carte 1/200 000° mission : 86077 B	
financement : UNICEF/ 210 FORAGES propriétaire : BOULEL ECOLE entreprise : ONPF type de machine: YTD 45 N°1 sondeur : NIGNAN B.		date du début des travaux : 08 - 12 - 89 date de la fin des travaux : 11 - 12 - 89 massif filtrant { nature : granulométrie : équipement :			
profondeur(m)	coupe technique	coupe géologique	description géologique	n.s (1)	observations
			0,00 - 0,50 m terre végétale		
			argile 5,50 m quartzite 20,50 m grès altéré 39 m 51,27 m		39 m FAIBLE VENUE D'EAU FORAGE NEGATIF ECHELLE profondeur : 1/500 diamètre : 1/10

(1) indiquer les différents niveaux d'eau en fonction de la profondeur du forage

FIGURE . 23

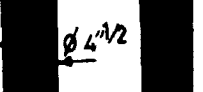

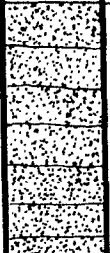
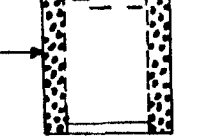

BURKINA FASO OFFICE NATIONAL DES Puits ET DES FORAGES INVENTAIRE DES RESSOURCES HYDRAULIQUES		FICHE DE FORAGE N° provisoire : 38 province : TAPOA département : LOGOBOU village : MORIDENI lieu.dit : ECOLE photo-aérienne n° 1132-33		N° I.R.H longitude : X = latitude : Y = cote sol : Z = carte 1/200 000 mission: 86077 B									
financement : UNICEF/ 210 FORAGES propriétaire : MORIDENI entreprise : ONPF type machine : YTD 45 N°1 sondeur : NIGNAN B.		date du début des travaux : 21-03-90 date de la fin des travaux : 21-03-90 massif filtrant { nature : GRAVIER FLUVIAL granulométrie : 3/2 mm équipement : PVC 4" 1/2											
profondeur(m)	coupe technique	coupe géologique	description géologique	n. s (1)	observations								
0,00m - 0,50m			terre végétale										
6,07			argile sableuse										
18,13			grès sain										
21,13													
22,50													
27,39			grès peu fissuré										
29,89													
30,39													
					VENUE D'EAU <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>profondeurs</th> <th>débits de soufflage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>22,50m</td> <td>0,700 m³/h</td> </tr> <tr> <td>27,39m</td> <td>0,600 m³/h</td> </tr> <tr> <td>30,39m</td> <td>0,600 m³/h</td> </tr> </tbody> </table>	profondeurs	débits de soufflage	22,50m	0,700 m³/h	27,39m	0,600 m³/h	30,39m	0,600 m³/h
profondeurs	débits de soufflage												
22,50m	0,700 m³/h												
27,39m	0,600 m³/h												
30,39m	0,600 m³/h												
					ECHELLES profondeur : 1/500 diamètre : 1/10								
(1) indiquer les différents niveaux d'eau en fonction de la profondeur du forage													

FIGURE 24

SCHEMA D'AMENAGEMENT D'UN FORAGE

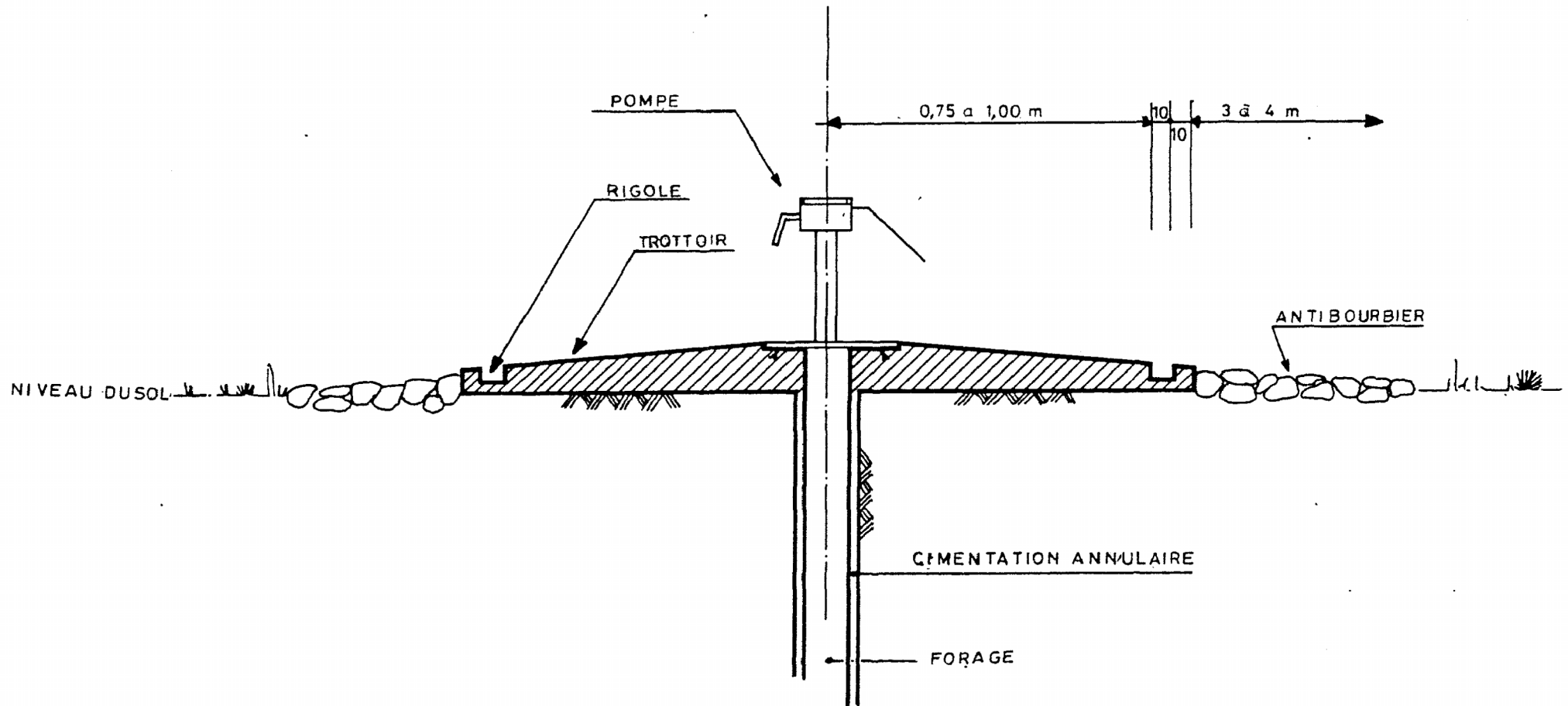
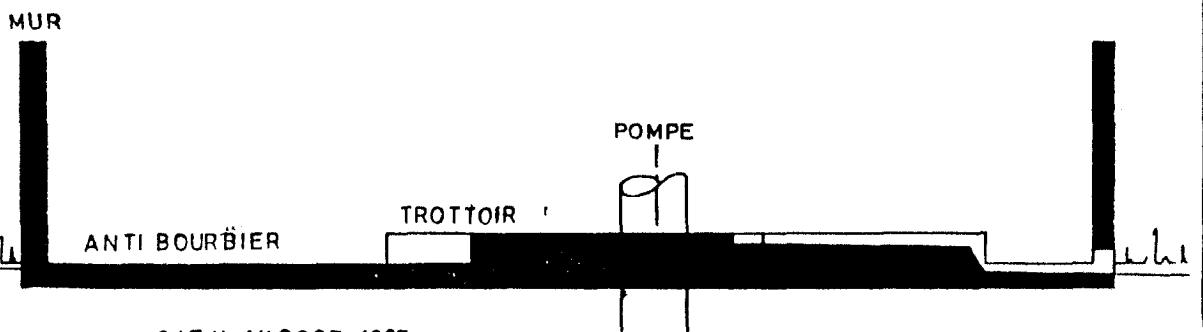
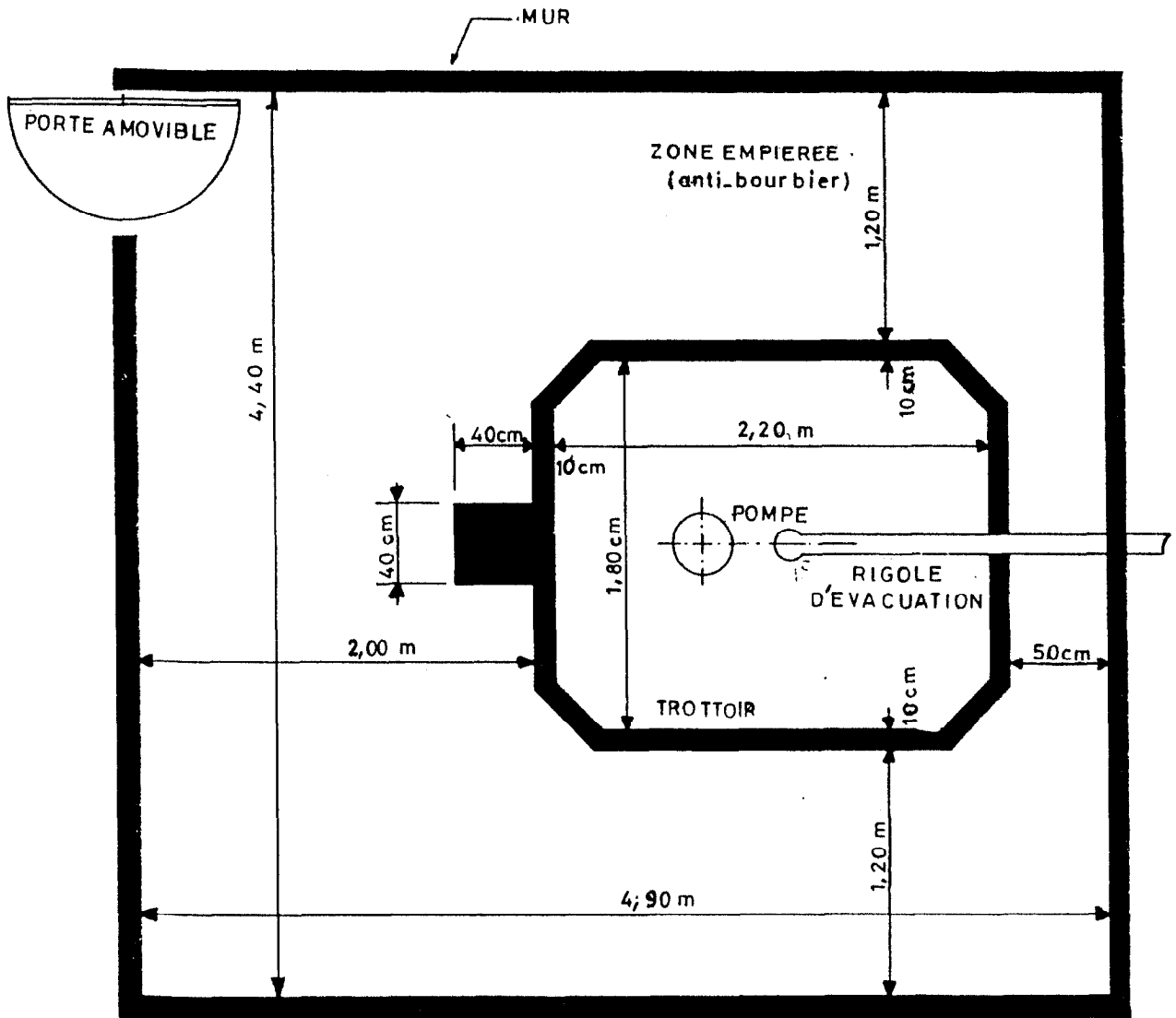


FIGURE 25- SCHEMA D'AMENAGEMENT D'UN FORAGE POUR POMPE INDIA
(D'APRES UNICEF)



retenu que les débits de soufflage.

- Après cette opération, l'eau est échantillonnée pour une étude bactériologique au laboratoire.

- Puis le reste du travail revient à l'équipe de la maçonnerie, qui construit la margelle suivant des normes bien précises : Les forages de la Tapoa 1989-90, ont été aménagés suivant le schéma d'aménagement de la pompe INDIA (fig. 25), proposé par l'UNICEF, qui finançait le dit programme. L'équipe de la maçonnerie est chargée également d'installer une partie de la pompe (la base de la pompe ou le piedestal) ; la partie essentielle étant installée par des techniciens.

- Enfin, le reste du travail revient aux villageois, qui doivent construire un mur de protection (ou superstructure), qui conditionne la pose définitive de la pompe : hygiène oblige.

B - LES DEBITS ADMISSIBLES

Il a été défini des débits minimum en deça desquels le forage est considéré comme négatif : tout forage donnant un débit "Air lift", inférieur à 0,5 m³/h, est considéré comme négatif.

Sur 91 forages réalisés en 1987-88, 22 forages ont été considérés comme négatifs. Les forages positifs (69), avaient comme débits maximum 46 m³/h et minimum 0,80 m³/h pour des profondeurs respectives de 46 m et 56 m.

Ce seuil de débit acceptable (0,5 m³/h), peut s'expliquer par le fait qu'on recherche des points d'eau capables d'alimenter 250 à 300 personnes par jour, à raison de 20 l/p/j. En 10 heures de pompage par jour, on aura pour 0,5 m³, 5 000 l à diviser par 20 litres ; ce qui donne donc 250, qui correspond

FIGURE 26

SCHEMA DE LA POMPE INDIA

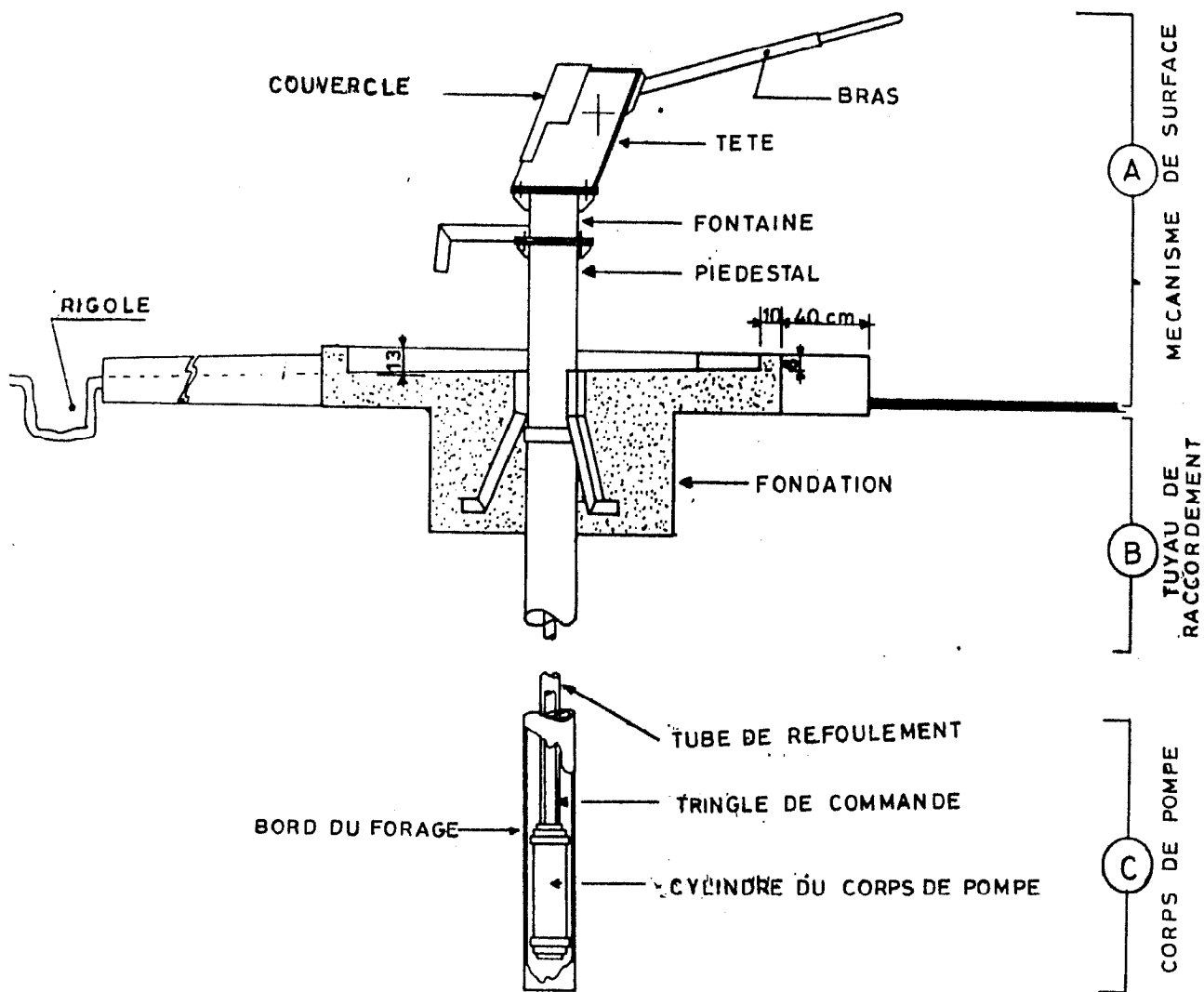
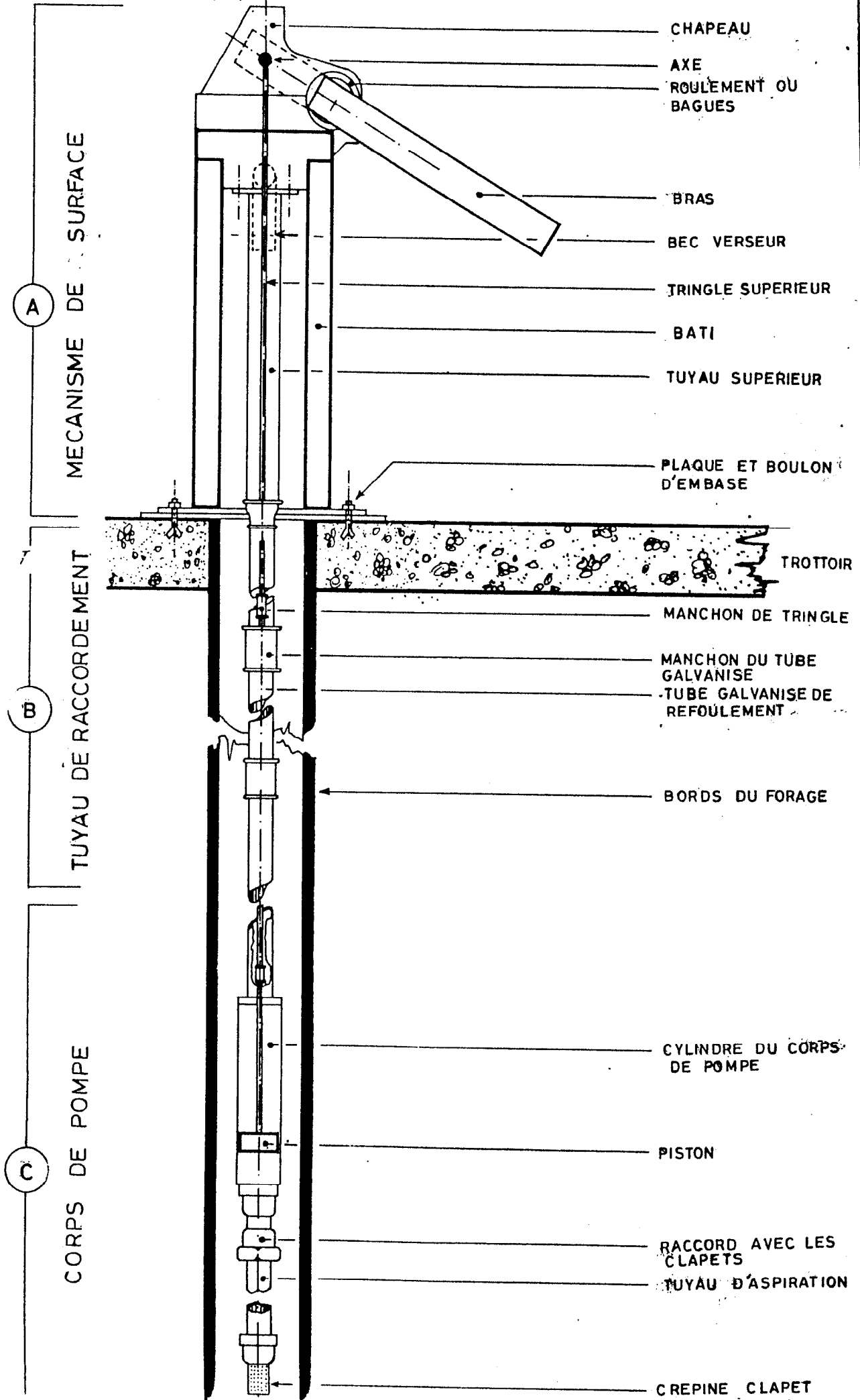


FIG. 27. SCHEMA DE LA POMPE A.B.I



MECANISME DE SURFACE

TUYAU DE RACCORDEMENT

CORPS DE POMPE

- CHAPEAU
- AXE
- ROULEMENT OU BAGUES
- BRAS
- BEC VERSEUR
- TRINGLE SUPERIEUR
- BATI
- TUYAU SUPERIEUR
- PLAQUE ET BOULON D'EMBASE
- TROTTOIR
- MANCHON DE TRINGLE
- MANCHON DU TUBE GALVANISE
- TUBE GALVANISE DE REFOULEMENT
- BORDS DU FORAGE
- CYLINDRE DU CORPS DE POMPE
- PISTON
- RACCORD AVEC LES CLAPETS
- TUYAU D'ASPIRATION
- CREPINE CLAPET

au nombre d'individus minimum requis par pompe.

Les pompes utilisées dans toute la province sont à mains et de marque ABI MN (appelée actuellement pompe DIAFA) ou INDIA. (fig. 26 et 27).

Ces pompes se composent de 3 parties essentielles :

- un dispositif de pompage immergé qui aspire l'eau et la refoule vers la surface : c'est le corps de pompe.

- un dispositif de transmission de l'énergie de la surface vers le dispositif de pompage : c'est le tuyau de raccordement.

- une superstructure qui reçoit et transmet l'énergie humaine : c'est le mécanisme de surface.

CONCLUSION PARTIELLE

Au terme de cette première partie, consacrée aux caractéristiques physiques des forages de la Tapoa, nous pouvons dire que le rôle des facteurs géographiques, est déterminant dans la mise en place et le captage des eaux souterraines.

En effet, la constitution des nappes est guidée principalement par les facteurs climatiques (pluviométrie, température), pédologiques (sols), géomorphologiques et hydrologiques. Au niveau du captage des eaux souterraines, l'importance des unités géomorphologiques, biogéographiques ou de l'altération (qui est une conséquence de l'action combinée de l'eau et de la température sur la roche mère), a été démontrée.

Voilà pourquoi, nous dirons que notre premier objectif est atteint : la réussite des forages ne peut se faire sans la prise en compte des facteurs géographiques, qui ne se résument pas seulement à la détermination des sites de forages, mais aussi à une prise en considération de l'organisation socio-économique des communautés rurales qui en sont bénéficiaires.

PARTIE II : PLACE DES FORAGES DANS LA RESOLUTION DU PROBLEME
D'EAU DANS LA TAPOA

INTRODUCTION

Les programmes d'hydraulique villageoise ont généralement pour but, le développement du monde rural à travers la résolution du problème d'eau.

Ce faisant, leurs réalisations, nécessitent une série d'actions, qui doivent précéder, accompagner et suivre les projets pour assurer leurs succès.

En effet, chaque opération doit tenir compte de toutes les données qui caractérisent l'état initial du milieu rural à aménager, donc des facteurs tels que :

- La structure de l'habitat ;
- Les traditions concernant l'utilisation des points d'eau (individuelle ou collective) ;
- Les habitudes de consommation (quantité et qualité) ;
- Le niveau de connaissance sanitaire ;
- L'accueil et l'utilisation des programmes antérieurs et le niveau de participation.

Le mérite d'un programme d'hydraulique villageoise, serait de tendre à atteindre plusieurs objectifs d'ordre social, sanitaire et économique : car, un accroissement de la consommation de l'eau et la réduction des maladies hydriques, passent nécessairement par l'assurance d'une meilleure disponibilité en eau et une amélioration de la qualité de celle-ci.

Aussi le gain de temps obtenu et l'amélioration de la santé, devraient permettre une augmentation de la productivité et la création d'activités nouvelles.

Mais ce ne sont là que des hypothèses dont nous allons essayer de cerner leur situation au niveau de l'hydraulique villageoise de la Tapoa, à travers une étude axée sur les points d'eau modernes et plus particulièrement sur les forages.

CHAPITRE I : L'IMPORTANCE DES FORAGES

I - EVALUATION DES DIFFERENTS BESOINS

A - LES ASPECTS SOCIAUX DE LA PROVINCE

Toute la province apparaît un peu comme une région vide d'hommes, un désert humain. La densité de la population est de 11 habitants/Km².

Il y a peu de gros villages, exceptés quelques centres administratifs (les chefs lieux de départements) et commerciaux, mais partout on a un semi très lâche de petits noyaux d'habitats formés de quelques concessions, distantes de plusieurs dizaines de mètres. Ces noyaux sont entourés d'une couronne de cultures en hivernage, d'une aire dénudée en saison sèche.

Les concessions ne rassemblent le plus souvent, que quatre ou cinq cases. Un village regroupe un certain nombre de ces noyaux d'habitats et peut couvrir de vastes superficies.

Sur le plan ethnique, les gourmantché constituent la population autochtone et sont généralement agriculteurs. Les étrangers sont en majorité constitués de peulh, haoussa et djerma, originaires du Niger.

Les peulh sont les plus nombreux: en saison sèche, ils se dispersent dans la province, voire hors de celle-ci, avec leurs troupeaux. En hivernage, ils se regroupent soit dans des campements à l'écart des villages gourmantchés, soit dans un quartier isolé (cette sémi-sédentarisation leur permet une certaine activité agricole).

Les haoussa sont surtout commerçants et se concentrent dans les villages où se tiennent les grands marchés : Namounou, Kantchari, Tansarga, etc... et ont intégralement conservés leur langue et leur culture.

Moins nombreux que les haoussa, les djerma sont installés dans la région depuis peu de temps (vers 1930-32), chassés de leur pays par une famine. Ils ont des activités très variées : certains sont agriculteurs, d'autres colporteurs.

A ces différents groupes ethniques, on peut ajouter ceux des yoruba et des mossi, présents le plus souvent dans les grands centres commerciaux.

Le type d'habitat (dispersé ou semi-dispersé) complique la recherche d'une solution facile aux problèmes d'eau de la province. Mais une évaluation générale est possible.

B - LES BESOINS NATIONAUX

La satisfaction des besoins en eau potable de la population a constitué, une des priorités du plan quinquennal burkinabè de développement populaire 1986-90.

Dans le domaine rural, l'objectif fixé, était de mettre à la disposition de chaque individu, une quantité moyenne d'eau potable de 20 l/j/p.

Pour atteindre cet objectif, 19 800 points d'eau étaient à créer. Or, il semblerait qu'au terme de la DIEPA (Décennie Internationale de l'Eau Potable et de l'Assainissement), le taux de couverture ne dépasserait pas 60 % des prévisions.

Un recensement effectué à la fin de 1987, indiquait que le pays comptait 7 000 points d'eau en état de fonctionnement, dont plus de 6 000 équipés de pompes à motricité humaine (cf Afrique agriculture n° 170 fév. 1990).

Ainsi on constate que les besoins en hydraulique villageoise sont très élevés et leur satisfaction (partielle), exige une certaine rapidité dans l'exécution des points d'eau. C'est pourquoi, les différents programmes mis en place, dans le cadre de la DIEPA, ne visent qu'à couvrir les besoins les plus urgents et ne tiennent compte ni de l'expansion démogra-

phique considérable, ni de la deserte des hameaux de moins d'une centaine d'habitants.

Les ouvrages à construire sont des points d'eau de quelques dizaines de mètres de profondeur et d'un débit de l'ordre du mètre cube par heure, destinés à desservir un groupe de 200 à 500 habitants : Ce qui correspond précisément au domaine des pompes à mains.

C - LES BESOINS DE LA PROVINCE DE LA TAPOA

Dans les villages, la consommation moyenne d'eau par habitant, varie beaucoup selon la distance à parcourir jusqu'au point d'eau, la profondeur de puisage, le temps de pompage, la taille de la famille et la présence ou non du petit bétail.

Mais selon les statistiques générales publiées par le CIEH, les consommations varient entre 5 litres par jour et par habitant (ce qui paraît le minimum absolument indispensable à la survie) et 25 litres par jour et par habitant, dans les zones où l'eau est d'un accès facile.

Aussi, selon les objectifs d'approvisionnement à moyen terme que s'est fixé le pays à savoir, la fourniture de 20 litres par jour et par habitant, on peut procéder à une évaluation des besoins en points d'eau modernes de la province de la Tapoa. Cela peut être obtenue en divisant le chiffre de la population rurale (nous considérons la population totale de la Tapoa, comme étant une population rurale conformément aux publications de l'INSD) par le nombre d'individus que peut desservir un point d'eau "unité" : 250 à 300 voire 500 personnes, à raison de 20 litres/jour/personne.

En partant du fait que le taux de croissance de la population de la Tapoa est de 3,2 % par an, nous pouvons donc déterminer les valeurs suivantes : (voir tableau n° XI et fig. 28).

TABLEAU XI : EVALUATION DU NOMBRE DE POINTS D'EAU MODERNES DE LA TAPOA SUIVANT L'EVOLUTION DE LA POPULATION

Population (année) Nombre d'habitant par point d'eau	158 859 (1985)	169 188 (1987)	180 189 (1989)	185 956 (1990)	204 385 (1993)	217 675 (1995)
250	635	676	721	744	817	871
300	529	564	601	620	681	725
400	397	422	450	465	511	544
500	317	338	360	372	409	435

Ce tableau a été établi, grâce à la méthode de calcul de la population de l'INSD :

$$P_n = P_{n_0} (1 + r)^{n - n_0}$$

avec (P_n = Population recherchée
P_{n₀} = Population connue (1985)

Exemple : $P_{1990} = P_{1985} (1 + 0,032)^5$
 $= 158\ 859 (1,032)^5$
 $= 185\ 956$ habitants

(r = taux de croissance de la population (3,2 %).

Une enquête menée en 1986 par l'UNICEF, a permis de noter les potentialités suivantes : (tabl. XII).

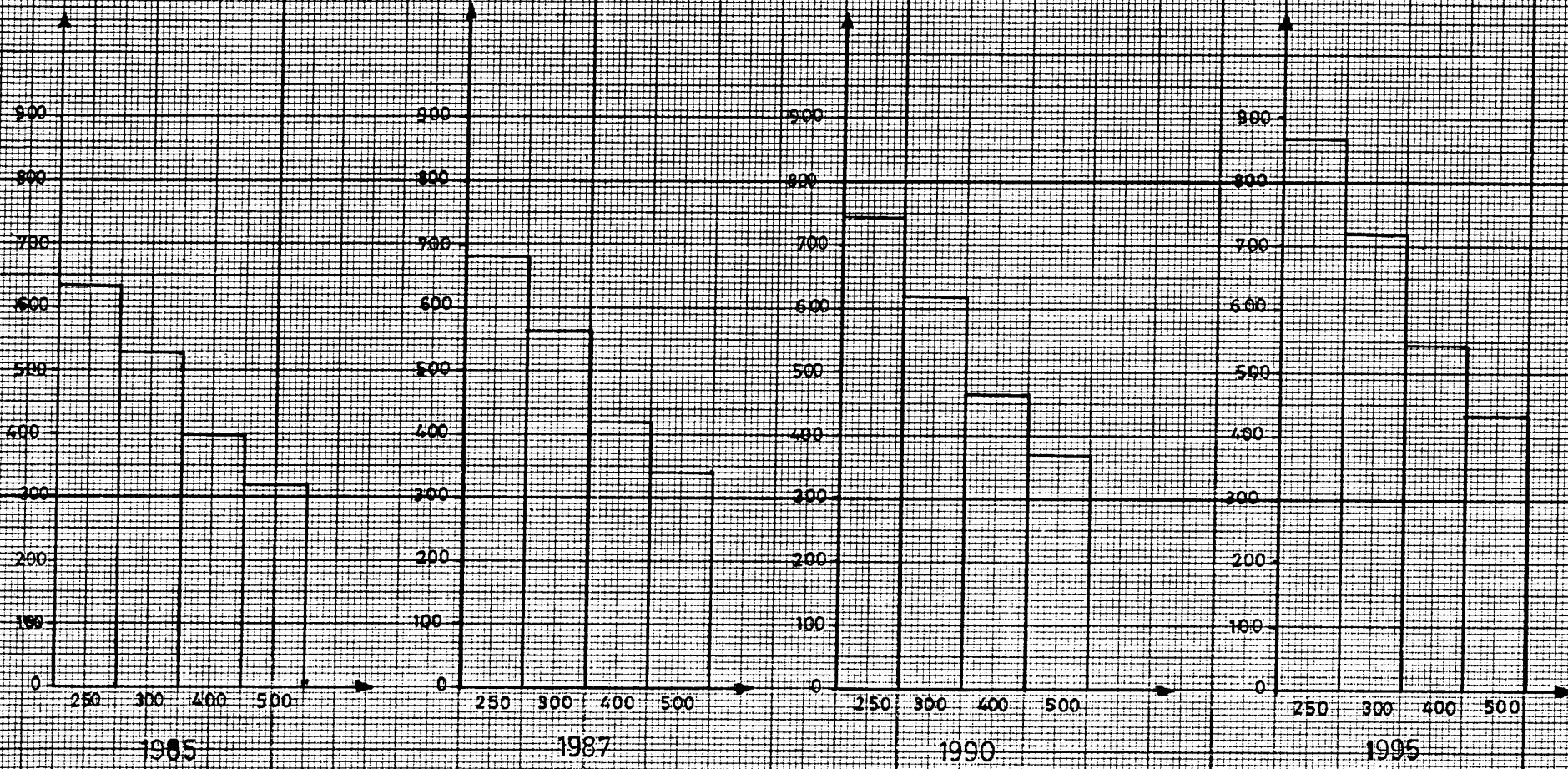
TABLEAU XII : POTENTIALITES HYDRAULIQUES DE LA TAPOA EN 1986

TYPES DE POINTS D'EAU	NOMBRE TOTAL
Forages en états	14
Pompes à réparer	11
Forages non équipés	1
Puits permanents	62
Puits temporaires	113
Puits traditionnels	791
Retenues permanentes	8
Retenues temporaires	29
TOTAL	1 029

Source :
UNICEF

FIGURE 28

EVOLUTION DU NOMBRE DE POINTS D'EAU MODERNES DE LA TAPOA PAR TRANCHE D'INDIVIDUS



LEGENDE

axes des abscisses : nombre de personnes par point d'eau

axes des ordonnées : nombre de points d'eau nécessaires

82 -
- 10
51

II - LES DIFFERENTES SOURCES D'APPROVISIONNEMENT EN "EAU POTABLE" DANS LA TAPOA

Les sources d'approvisionnement en eau des agglomérations rurales de la Tapoa peuvent être regroupées en 2 grandes catégories, en fonction de leurs qualités.

A - LES SOURCES TRADITIONNELLES

1 - Les retenues d'eau naturelles

Ces retenues correspondent aux différents étangs, réalisés ou non par les utilisateurs, en vue d'y recueillir les eaux de ruissellement :

Il s'agit des mares, marigots, barrages et des réservoirs. Ce sont les points d'eau les plus utilisés en saison pluvieuse, dans les localités où il n'existe pas de points d'eau modernes (puits busés ou forages).

Souvent l'éloignement du point d'eau moderne constitue un facteur contraignant. Le caractère éphémère de ces différentes retenues d'eau, contribue à aggraver le problème d'eau dans les villages astreints à leur utilisation.

En effet, à partir du mois de novembre, une grande partie de ces points d'eau tarie, obligeant ainsi les populations à parcourir plusieurs kilomètres par jour pour satisfaire leur besoins en eau.

Seuls quelques barrages (9) ou retenues permanentes résistent à la sécheresse et contiennent permanemment de l'eau. Les réservoirs d'eau artificiels créés lors des travaux de bitumages de l'axe Fada-Niamey, servent également de sources aux populations vivant à proximité.

Dans ces différents villages, le problème de la recherche d'une quelconque qualité de l'eau, est le cadet des soucis.

Lorsque nous leur posons la question de savoir s'ils n'ont pas peur de tomber malade, ils nous répondent gentilement en ces termes : "tous nos parents ont bu de cette eau et ils n'en sont pas mort..." ou encore, ils nous posent la question de savoir, quelle est la solution que nous leurs proposons, étant donné qu'ils n'ont pas le choix.

Autant de propos, qui nous permettent de dire que la nécessité de réaliser des points d'eau modernes pour ces populations, est impérative, surtout lorsque l'on sait que ces hommes boivent à la même source que leurs bétails.

2 - Les puisards et les puits traditionnels

Les puisards constituent une solution de transition entre 2 saisons pluvieuses, envisagée par les villageois.

En effet, on les localise dans les bas-fonds, où, la retenue d'eau naturelle ne joue plus son rôle de source. Leur approfondissement est périodique pour les villages où, ils constituent après les pluies, la seule source utilisée. Dans d'autres tels que Gnonfouamou ou Gondyori, des dizaines voire des centaines de puits ont été réalisés sans pour autant résoudre le problème d'eau.

Au fur et à mesure que la saison sèche prend de l'ampleur, ces points d'eau sont abandonnés au profit des puits traditionnels, qui sont réalisés collectivement et beaucoup plus profonds.

Les puits traditionnels jouent généralement le même rôle que les puisards ; à la seule différence, qu'ils résistent beaucoup plus à la sécheresse : Cela est dû à leurs profondeurs et au fait qu'on les localisent à l'intérieur des villages et non dans les bas-fonds.

Leur tarissement est souvent dû à une surexploitation en saison sèche.

Le phénomène important à noter au niveau des puisards et des puits traditionnels, est celui de la qualité de l'eau. En effet, dans aucun village visité, nous n'avons vu un seul puit protégé (couvert) ; alors que les abords de ces points d'eau constituent des lieux de repos pour les porcs. Le gros bétail y est alimenté grâce à l'eau puisée et stockée dans des abreuvoirs, réalisés dans des troncs d'arbres, comme des pirogues.

Les puisettes, déposées dans ces mêmes lieux, sont replongées dans les puits : alors que les excréments des animaux polluent la zone...

Certains puits ont été abandonnés, parce que des animaux y étaient tombés, comme c'est le cas à Kankangou ou Nampoasiga. Malgré le caractère insalubre de ces eaux, elles constituent les principales sources de consommation d'eau "potable", pour les villages qui parviennent à les réaliser. Il existe des localités, où, il est pratiquement impossible de réaliser le moindre point d'eau traditionnel à cause de l'affleurement du socle, c'est le cas de Mantougou. Pour ces villages, la solution réside dans les points d'eau modernes.

B - LES POINTS D'EAU MODERNES

Il s'agit des puits busés à grands diamètres (\emptyset 1,80 m) et des forages. Ces deux types de points d'eau constituent les meilleures sources d'approvisionnement en eau potable pour les zones rurales. Cette prépondérance, est tellement flagrante, qu'elle a fait l'objet des solutions aux problèmes de l'hydraulique villageoise dans les pays membres du CIEH. (Tabl. XIII).

TABLEAU XIII: PROPORTION DE PUIITS ET FORAGES DANS LES PROGRAMMES VILLAGEOIS EN PROJET A LA FIN DE 1981 (10 PAYS MEMBRES DU CIEH)

Pays	Nombre d'ouvrages Projetés	FORAGES		PUIITS	
		Nombre	%	Nombre	%
BENIN	785	745	95 %	40	5 %
BURKINA FASO	4 330	3 290	76 %	1 040	24 %
CAMEROUN	500	400	80 %	100	20 %
COTE D'IVOIRE	1 730	1 430	83 %	300	17 %
GABON	500	500	100 %	0	0
MALI	2 410	2 250	93 %	160	7 %
MAURITANIE	435	150	34 %	285	66 %
NIGER	2 800	2 000	71 %	800	29 %
SENEGAL	320	150	47 %	170	53 %
TOGO	360	360	100 %	0	0
TOTAL	14 170	11 275	80 %	2 895	20 %

Source : DILUCA C., E de REYNIES, 1983.

Une priorité est accordée aux forages à cause des avantages techniques et économiques qu'ils offrent.

Entre 1986 et 1989, la proportion des puits et des forages réalisés dans la province de la Tapoa par le ministère de l'eau s'établit comme suit : (Tabl. XIV).

**TABLEAU XIV : NOMBRE DE PUIITS ET FORAGES REALISE DANS LA TAPOA
DE 1986 A 89**

Départements	Forages Positifs	Forages Négatifs	Puits
Botou	16	7	1
Diapaga	26	12	1
Kantchari	22	4	-
Logobou	13	6	-
Namounou	12	5	-
Partiaga	9	5	-
Tambaga	15	3	-
Tansarga	18	3	-
TOTAL	131	45	2

Source : BEWACO-DEP Ministère de l'eau - 1990.

Une comparaison un peu plus poussée, nous permettra de bien apprécier les avantages des forages, quant à la recherche d'une amélioration des conditions de vie des populations rurales (cf tableau XV).

**TABLEAU XV : ELEMENTS DE COMPARAISON ENTRE PUIITS MODERNES CIMEN-
TES ET FORAGES**

TYPE		Puits modernes Cimentés	Forages avec pompes (Motricité humaine)
CRITERES			
Coût		Cher : 4 à 10 millions CFA (profondeur 40-50 m)	assez cher : 3 à 8 mil- lions (profondeur 40 à 60 m)
Sécurité	quantité	puisage à plusieurs pos- tes, effet de citerne (réserv ve) sensible aux varia- tions de nappe	débit limité par débit d'exhaure, peu sensible aux variations de nappe
	qualité	Pollution fréquente risque de maladies hydriques	Peu ou pas de risque de pollution
Facilité de participation villageoise		assez grandes : creusement jusqu'à la nappe, matériaux, superstructures	réduites : matériaux locaux, superstructures
Système d'exhaure		Manuel : pas de panne, investissement minime	plus d'eau en cas de panne de la pompe coût élevé (question de renouvellement)
Entretien	Ouvrage	Tous les 3 ou 4 ans 50 000 à 100 000 F CFA	Manque de recul pour les forages villageois 10 ± 5 ans
	Exhaure annuel	Corde et puisette 1 000 à 3 000 F CFA	entretien / réparation de la pompe 25 000 à 60 000 F CFA

Source : BURGEAP 1981.

Ainsi de l'évaluation des besoins en général, à la diversité des sources d'approvisionnement en eau potable, le rôle et la place des forages dans la satisfaction des besoins sont d'une extrême importance.

Aussi du point de vue technique et économique, les forages sont préférables aux puits, surtout, si les réalisations doivent être entreprises en grande série comme le prouve l'ampleur des besoins et l'urgence de leurs satisfactions.

En effet les avantages techniques des forages sur les puits se résument de la façon suivante :

- Plus grande rapidité d'exécution : alors qu'il faut 45 à 60 jours pour construire un puits de 60 m, dans les mêmes terrains, avec une machine de forage, le trou sera terminé en 1 ou 2 jours pour un prix du mètre souvent inférieur de 50 % à celui des puits ;

- Traversée facile de tous les types de terrain ;

- Meilleures conditions de captage, donc débit plus élevé ;

- Moindre vulnérabilité à la pollution.

Mais en l'absence d'un enthousiasme manifesté chez les bénéficiaires, d'un service d'entretien bien organisé et efficace, toutes les pompes installées tombent rapidement en panne et le point d'eau reste alors inutilisable.

CHAPITRE II : ROLE DES VILLAGEOIS DANS LA MISE EN PLACE DES FORAGES

I/ - PHASE PREPARATOIRE DE LA REALISATION DES FORAGES

A - ANIMATION ET SENSIBILISATION

Toutes les opérations de réalisation des forages dans la province, ont été précédées par une série d'animation, de sensibilisation et d'éducation, dont le but principal était de faire comprendre aux différents bénéficiaires l'importance des forages et par la même occasion, d'apprécier en fonction de leurs besoins, les priorités et les motivations, pour l'aménagement d'un nouveau point d'eau.

C'est à l'issu de cette phase d'animation et de sensibilisation que certains villages sont retenus et ce, en relation avec les priorités ou les conditions fixées par les bailleurs de fond du programme en cours.

Pour le programme "UNICEF 210 forages", dont la réalisation impliquait deux provinces, le Houet et la Tapoa, et qui nous a permis de réaliser nos enquêtes, 93 villages ont été retenus sur les 98 préalablement prévus, dans la Tapoa. Nous avons choisi 25 parmi ces 93 villages, pour notre étude socio-économique. (Tabl. XVI).

Les villages ainsi retenus, doivent alors s'engager formellement par un contrat, dont les termes, fixent les obligations réciproques de l'administration et des villages.

B - LES OBJECTIFS DU CONTRAT DE REALISATION DES FORAGES

Les termes du contrat visent à répondre à l'orientation adoptée par le Burkina Faso dans le domaine de la maintenance des ouvrages et qui est basée sur la participation villageoise.

TABLEAU XVI : SITUATION DES POINTS D'EAU EN 1989 DANS LES VILLAGES ENQUETES

Villages	Population 1985 et Nombre de P.E utile	Nombre de puits busés	Puits traditionnels + puisards	Nombre de forages	Autres types de points d'eau
Boudiéri	2 032 (8)	1	5	0	1 barrage
Sakoini	2 202 (9)	2	0	1	1 barrage
Sampieri	689 (3)	2	ind	2	1 réservoir
Kankangou	-	1	0	0	0
Tambiga	-	2	ind	0	0
Mantougou	1 375 (6)	4	0	0	0
Tchalbonga	-	2	ind	1	0
Gondyori	-	0	10	0	0
Boupiena	-	1	5	0	3 marigots
Galbougou	-	1	3	0	1 marigot
Gnonfouanou	-	1	15	0	1 marre
Kambarideni	465 (2)	3	ind	1	0
Sambalgou	2 565 (10)	2	7	2	1 marigot
Boulel	2 738 (11)	1	ind	0	1 marigot
Diagorgou	1 689 (7)	2	1	1	1 marigot
Dubiti	1 020 (4)	2	30	2	1 marigot
Mangou	-	1	3	2	0
Olaro	-	1	30	1	0
Bomonti	2 286 (9)	2	4	1	1 marigot
Kalbouli	-	1	7	1	1 marigot
Nampoasiga	2 119 (8)	2	ind	1	0
Morideni	1 787 (7)	2	0	1	0
Mahadaga	4 913 (20)	11	ind	4	0
Paliboa	-	2	20	1	0
Botou	3 383 (13)	8	20	5	1 marigot

NB : ind = indéterminés. Source : Enquête sur terrain (Nov. 1989).

Cette volonté de participation villageoise se manifeste par une organisation communautaire de la population en groupement coopératif (groupement des paysans, groupement féminin ou GVF, etc...).

Le système de maintenance lui-même, est organisé en trois niveaux :

- Au niveau du village, un Comité de gestion du point d'eau est mis en place : ce comité désigne les responsables de l'entretien mécanique de la pompe et de la propreté. Il réunit les fonds nécessaires à l'achat des pièces de rechange et au remplacement périodique des pièces d'usures : ce comité villageois est l'élément moteur du système.

- Au niveau régional des artisans réparateurs formés et équipés par les programmes, assurent les réparations les plus importantes. Chaque artisan se voit délimiter une zone d'intervention. Les interventions sont rétribuées par les villageois, suivant un barème négocié entre le village et l'artisan.

- Au niveau de la zone d'intervention du programme, le fournisseur de pompes (les pompes ABI MN sont fournies par la société DIAFA), s'engage à créer un réseau de distribution des pièces détachées où s'approvisionneront les artisans réparateurs.

Le contrat signé entre le village et l'administration, prévoit donc, une mise en application des recommandations de la réunion ACP/CEE de Bamako en Novembre 1979 (recommandations adoptées par le projet 5e FED-Yatenga-Comoé) : C'est la notion de l'autogestion villageoise en matière d'hydraulique, dont les principes essentiels sont les suivants :

- prise en charge par les bénéficiaires de la totalité des charges récurrentes des moyens d'exhaures. Cette prise en charge peut être facilitée par une valorisation économique du

point d'eau ;

- Importance des problèmes sanitaires et de l'information pertinente des utilisateurs ;

- Importance primordiale de l'existence et de l'efficacité du réseau de pièces détachées permettant l'approvisionnement régulier des réparateurs et le transfert de certaines technologies de fabrication au niveau local ;

- Nécessité d'un suivi des ouvrages dans le cadre d'actions post-programmes.

II/ - LA REALISATION DES FORAGES ET L'ATTITUDE DES VILLAGEOIS

A - LES PROBLEMES LIES A L'IMPLANTATION DES SITES DE FORAGES

1 - Problèmes naturels

Une implantation répond à un certain nombre de conditions et en particulier, à l'existence d'une fissure dans la roche mère. Ce principe premier, est souvent difficile à respecter, dans la mesure où les populations contribuent souvent au choix des sites.

En effet, lors des phases d'animation, il est souvent demandé aux villageois de choisir le lieu qui leur conviendrait le mieux et il appartient à l'ingénieur chargé des implantations, de satisfaire le mieux possible la volonté de ces derniers.

Pourtant, la recherche d'un meilleur "service", qui amène à sélectionner pour les premières tentatives de forage, des sites qui semblent a priori moins favorables mais les plus proches des villages, peut se traduire par une augmentation du taux d'échecs. Inversement, la recherche systématique d'un taux de succès élevé, visant à réduire également le coût d'investissement, nécessite trop souvent un éloignement du point d'eau du

lieu à alimenter, au détriment d'une bonne utilisation future.

Néanmoins, il convient de noter qu'un effort a été souvent déployé par les ingénieurs pour éviter au maximum cet éloignement du point d'eau. En d'autres termes, ils choisissent les sites qui ne provoquent pas le mécontentement des futurs utilisateurs.

Il peut arriver que pour s'auto-satisfaire, les villageois déplacent le piquet implanté par l'ingénieur : ce qui peut se traduire par un forage négatif, dû au fait qu'ils peuvent la réimplanter en dehors de la fracture.

2 - Les problèmes sociaux

Plusieurs facteurs influencent la décision des populations, lorsqu'il leur appartient de proposer un site.

En effet, l'existence ou non d'un point d'eau dans le village, est d'une importance capitale :

Dans les villages où il n'existe pas encore un point d'eau moderne, parfois même traditionnel, la population est indifférente au choix des sites ; sa seule condition, est de lui trouver un site où elle pourra accéder facilement à l'eau. Dans ces genres de villages, il ressort souvent, le fait que cette dernière (la population) a tout mis en oeuvre pour se faire un point d'eau, mais les résultats sont demeurés négatifs.

Parfois, le nombre de forages négatifs réalisés dans le village, constituent un élément important dans la liberté de choix, pour l'ingénieur.

Mais on pourrait se poser la question de savoir si ces gens n'ont pas pris conscience de leur erreur, en voulant toujours imposer un site ?

Les villages disposant déjà de points d'eau, ont toujours cherchés à influencer le choix du site. Mais dans la majorité des cas, leur voeu est de parvenir à une répartition équitable du nombre de points d'eau, moderne surtout, par rapport à l'ensemble du village.

Il est évident, que ce voeu évoqué par ces populations est raisonnable, compte tenu du type d'habitat de la région, mais hélas, le plus souvent, les contraintes naturelles s'y opposent : il peut arriver que tous les points d'eau modernes soient localisés dans la même zone (en général dans le bas-fond, comme c'est le cas à Sambalgou).

Souvent, les différends entre deux villages voisins sont aussi pris en compte.

En effet, il peut arriver que le site choisi librement par l'ingénieur, coïncide avec une ligne de démarcation entre deux villages (bas-fond par exemple) : dans ce cas, les villageois exigent le déplacement du site. Ce phénomène est de rigueur, lorsque ces derniers n'entretiennent pas de bons rapports.

Il résulte donc de cette attitude, une idée de propriétaire du point d'eau. Il nous a été donné de constater, que certains villages, manquant d'eau comme Gondyori, refusent de se servir dans les villages voisins situés à quelques centaines de mètres et préfèrent parcourir des kilomètres pour aller chercher de l'eau.

En effet, Gondyori-Dissiegou fait environ trois cents mètres. Mais les habitants de Gondyori préfèrent Kantchari à Dissiegou, car selon eux, les habitants de Dissiegou auraient manifesté leur droit de propriété : pompe acquise grâce aux efforts d'un parent (pilote à Ouaga ?), et obligation faite de laisser les habitants du village se servir d'abord, etc.

D'autres problèmes non moins importants méritent d'être soulignés ici. Il s'agit notamment du fait que le point d'eau implanté, peut se localiser à proximité de la concession d'un individu ou dans le champ d'un autre. Cette simple coïncidence, peut souvent être source de conflit entre ce dernier et les autres, qui l'accuseront d'avoir corrompu les autorités, surtout si celui-ci est un intellectuel ou un délégué du village. Pourtant on devrait plutôt le remercier d'avoir consacré une partie de son champ au bonheur de tout le village.

Nous pensons que compte tenu des contraintes hydrogéologiques, ces problèmes ne peuvent trouver de solution au niveau des phases d'implantation, mais plutôt au cours des phases d'animation et de sensibilisation.

Bien que ces détails ne soient pas toujours évoqué par les victimes, ils méritent d'être connus par les équipes d'animation afin de faire comprendre aux villageois que les forages sont réalisés dans un but essentiellement humanitaire et qu'aucun individu ou village, n'en est exclusivement bénéficiaire.

B - LES PROBLEMES LIES AUX TRAVAUX DE FORAGE

1 - LE DEVOIR DES VILLAGEOIS

Lors des phases d'animation et de sensibilisation, des recommandations sont faites aux villageois et traduites par écrit, lors de la signature du contrat entre les représentants des villages et l'administration. Parmi ces recommandations, figure le respect inconditionnel de certains engagements dont la fourniture dans les délais, des charges récurrentes qui sont entre autres (pour les forages de 89-90) :

- L'investissement humains ;
- 15 voyages de graviers (charretée) ;
- 15 voyages de sable (charretée) ;
- 7 voyages de meillons (charretée) ;
- 250 parpaings ;

- 10 sacs de ciment ;
- 50 000 F de cotisation annuelle par pompe.

En dehors des 50 000 F de la cotisation annuelle, le reste des charges, est destiné à la mise en place du forage et plus précisément, aux travaux de la maçonnerie, consistant à la construction de la margelle.

Il est recommandé également aux villageois la construction d'une superstructure ou mur de protection, pour des raisons d'hygiène : C'est la condition sine-qua-non à la pose définitive de la pompe.

Les autres formes de travaux (foration, développement, etc), rentrent dans un domaine plus technique, qui n'intéresse pas les villageois.

2 - La fuite de responsabilité chez les villageois

Une enquête auprès de l'équipe de la maçonnerie évoluant dans la Tapoa, nous a permis de noter un manque de respect aux engagements, de la part des villageois.

En effet la participation aux travaux est très faible, voire même inexistante. Ce qui est beaucoup plus regrettable, c'est le problème de la mise en place des agrégats : Cela n'est jamais réalisée à temps, et lorsqu'elle l'est, les quantités sont insuffisantes. Seuls les forages réalisés au nom des groupements féminins (GVF), connaissent une bonne participation des femmes.

Il faut dire que ces différentes attitudes sont le fait des villages disposant déjà de l'eau en quantité, quelque soit la source

La disposition du site de forage par rapport à l'ensemble du village, constitue également un élément justificatif de cette fuite de responsabilité : les populations les plus

éloignées du nouveau point d'eau, se sentent lésées et refusent de prendre part aux travaux.

Pour résoudre ce problème, les responsables des coopératives villageoises ou du comité de gestion du point d'eau, exigent souvent la réalisation du forage près de la cour du chef ou au centre du village.

Mais compte tenu du type d'habitat de la province, il en résulte très souvent un éloignement du point d'eau par rapport à l'ensemble des habitations : Le chef habitant le plus souvent à l'écart de la masse, pour des raisons de terres comme c'est le cas à Kamarideni ou à Olaro.

Quant à la construction de la superstructure, elle est souvent hypothétique, car si elle n'est pas construite avant la pose de la pompe, alors il n'y a plus d'espoir, qu'elle le soit après. Pourtant elle est indispensable pour les raisons sanitaires.

Cette fuite de responsabilité ne souligne peut être t-elle pas un manque d'enthousiasme, de la part des villageois à accueillir un nouveau forage ? ou éventuellement, une faiblesse de la sensibilisation ? Toujours est-il que lors de nos différentes enquêtes, les populations n'ont jamais manqué de vanter les mérites du forage : alors faut-il accuser la sensibilisation ?

En tout état de cause, nous disons que l'animation ou la sensibilisation a un grand rôle à jouer en vue de conscientiser les villageois sur les problèmes, liés à la mise en place des points d'eau et partant, à leur fonctionnement. Car même s'il est évident que l'avenir de l'hydraulique villageoise est peut être aux forages équipés de pompe à main, dont les conditions sanitaires sont avantageuses, il est également évident, qu'un forage est tributaire du fonctionnement de sa pompe. Ce problème devient si fondamental, que le principe de la prise en charge du fonctionnement et de l'entretien de la pompe ne se discute même plus.

Mais cette nécessaire participation communautaire, exige beaucoup de patience et un effort soutenu de sensibilisation, d'éducation et de formation, de la part des autorités ou des bailleurs de fonds.

CHAPITRE III : L'UTILISATION DES POINTS D'EAU

I/ - LA FREQUENTATION DES POINTS D'EAU

A - LA FREQUENTATION JOURNALIERE

Dans les conditions d'accès raisonnables, distance inférieure à 1 Km, la fréquentation journalière des forages, est importante entre 6 h et 18 h.

Les deux types de points d'eau modernes, puits busés et forages, sont utilisés simultanément. Mais lorsque le choix est possible, celui-ci va se porter sur le point demandant la faible énergie et c'est toujours la facilité d'accès qui commande l'utilisation : point d'eau le plus proche, le moins profond ou n'obligeant pas à une attente excessive. Voilà pourquoi, il est impératif, lors des travaux d'implantation, de placer le nouveau point d'eau, le plus près possible des habitations ; si toutefois l'on veut que son utilisation soit effective.

Des observations faites sur deux forages, dans le département de Kantchari (Sampieri et Sakoini) durant une semaine chacun (mois de mars), nous ont permis de noter les données suivantes (les chiffres correspondent à des moyennes) :

TABLEAU XVII : RYTHME D'UTILISATION DES FORAGES DE SAMPIERI ET DE SAKOINI

Heures Villages	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Sampieri	-	5	6	7	7	3	3	5	7	8	9	9	6	5	-
Sakoini	-	5	5	9	9	11	8	8	2	9	10	15	6	8	-

Source : enquête sur terrain 1990.

De par ce tableau, nous pouvons dire que l'utilisation journalière des forages n'est pas régulière. Mais on peut tout de même retenir le fait qu'elle atteint son paroxysme entre 8 h

et 10 h. le matin et entre 14 h. et 16 h. le soir.

Il convient de noter que ces observations ont été faites au cours du mois de Mars (du 15 au 21 Mars), donc pendant la saison sèche : Ce qui ne nous permet pas de tirer une conclusion sur l'irrégularité de cette affluence, durant toute l'année.

B - L'INFLUENCE DES SAISONS

La fréquentation d'un point d'eau varie énormément entre la saison pluvieuse et la saison sèche. Comme nous l'avons précédemment souligné, lorsque le choix se présente et notamment en saison pluvieuse, les populations délaissent les puits busés ou les forages, pour s'alimenter aux points d'eau superficiels ; mares, marigots, bas-fonds.

On pourrait remédier à cet état de fait en multipliant considérablement, le nombre de points d'eau modernes par village et en organisant des campagnes de sensibilisation, spécialement axées sur les maladies hydriques.

En effet, le plus souvent, les villageois ignorent l'origine de certaines maladies qu'ils soignent dans la majorité des cas, à l'indigénat.

Pour les zones disposant d'un centre médical (PMI, SMI, CSPS, CVS, etc...), les infirmiers déplorent la réticence de la population qui évoque la cherté des médicaments ou le manque de pharmacies. Seuls Kantchari et Diapaga, possèdent des pharmacies populaires fonctionnelles.

Parmi les maladies hydriques rencontrées dans la province, nous pouvons citer entre autres, la diarrhée, la dysenterie, la toux, le paludisme, le vers de guinée, la bilharziose et des maux de ventre non déterminés.

Ainsi donc, la fréquentation d'un point d'eau moderne en saison pluvieuse est étroitement liée, à la persistance des

points d'eau traditionnels, et donc de la pluviométrie.

On notera également le fait que pendant la saison pluvieuse, l'affluence journalière, connaît de profonde mutation. En effet, pendant les cultures, tout le monde se retrouve dans les champs et ne rentre que les soirs. L'utilisation des points d'eau, croît les soirs, à cause des besoins domestiques et humains (toilettes, cuisines, etc...) et les matins, à cause des réserves d'eau qu'il faut constituer pour la journée.

Mais pour le dernier cas, l'affluence est faible, car l'on préfère se servir directement dans les points d'eau traditionnels, réservoirs ou puisards, qui sont situés non loin des champs, afin de ne pas avoir une charge à transporter au cours du trajet, car les champs sont situés parfois à plusieurs kilomètres du village.

II/ - LA CONSOMMATION

A - LE POMPAGE ET LE PUISAGE (L'EXHAURE)

Si l'installation d'un forage dans un village ne change pas fondamentalement le rôle social du point d'eau, lieu de rencontre et d'échange entre les femmes, la présence de la pompe modifie les habitudes de puisage collectif. Ceci explique en partie le peu d'enthousiasme marqué parfois par les populations, les débits instantanés des pompes étant bien moindre que ceux obtenus en exhaure traditionnelle.

Le puisage par pompe est individuel et nécessite une attente souvent excessive, lorsque le nombre de personnes sollicitant la pompe est important.

En hydraulique villageoise, un ouvrage "standard", pour ce qui est des forages, "permet d'extraire 5 à 6 m³ par jour en dix heures de pompage et peut alimenter 250 à 300 personnes à raison de 20 l/j/habitant" DILUCA C. (1983).

Quand le village dépasse 250 à 300 personnes, il est donc nécessaire de multiplier le nombre de points d'eau afin d'assurer une meilleure répartition par quartier (ou village) et éviter les longues queues. C'est surtout ce problème d'attente excessive, qui provoque le mécontentement des villageois et les orientent vers les puits, dont ceux qui sont busés, sont en mesure d'offrir le même débit que le forage, avec l'avantage d'un service rapide : 8 personnes pouvant puiser l'eau en même temps.

Compte tenu de la puissance moyenne fournie par un homme, évaluée à 74,6 watt. et du rendement mécanique spécifique des pompes à main, voisin de 60 %, le débit de refoulement est donné par la formule suivante :

$QH = 18$, avec Q égal au débit de refoulement et H , à la profondeur du niveau dynamique. Cela donne les valeurs suivantes (voir tableau XVIII).

TABLEAU XVIII

H : Profondeur du niveau dynamique	Q : Débit de refoulement
10 m	1,8 m ³ /h
20 m	0,9 m ³ /h
40 m	0,45 m ³ /h.
60 m	0,3 m ³ /h
90 m	0,2 m ³ /h
100 m	0,18 m ³ /h

Source : Etude
CIEH 1981.

Débit de refoulement d'une pompe selon la Profondeur du niveau dynamique de l'eau

pour ce qui est du puisage de l'eau dans les puits, il faut dire que dans la plupart des cas, le puisage est effectué par les femmes et les enfants, à l'aide d'une corde et d'un récipient manoeuvré à bout de bras.

Les récipients de puisage les plus employés sont des puisettes

en chambre à air ou desalebasses de 3 à 5 litres.

Le temps de puisage (manoeuvre + vidange) varie avec la profondeur du niveau statique. Selon des observations effectuées par le CIEH on peut noter que la relation temps de puisage et profondeur du niveau statique, est linéaire : (Tabl. XIX).

TABLEAU XIX RELATION TEMPS DE PUISAGE ET PROFONDEUR DU NIVEAU STATIQUE

Profondeur	Temps de puisage	Débit théorique (Puisette de 4 Litres)
10 m	30 s	480 l/P/h
20 m	45 s	320 l/P/h
30 m	60 s	230 l/P/h
35 m	70 s	200 l/P/h

Source : Etude CIEH 1981.

B - LE TRANSPORT

Le transport de l'eau s'effectue dans des récipients variés : canaris,alebasses, sceaux, cuvettes, bassines, etc.

Le temps de transport est non seulement fonction de la distance à parcourir (aller-retour) du point d'eau au lieu de stockage mais aussi de l'individu lui-même et de la nature du récipient à transporter.

La distance peut influencer fortement la consommation et le transport, devient alors une contrainte particulièrement pénible, lorsque pour une raison ou une autre (forage en panne, sécheresse, etc) un village doit solliciter le point d'eau d'un autre : les moyens de transport consistent à l'utilisation des vélos, des charrettes à ânes, des ânes sans charrettes, ou alors, la distance est parcourue à pied. Dans ce cas,

l'eau est rationnée et certains besoins "secondaires" comme la toilette, la lessive ou l'alimentation du bétail, restent insatisfaits.

Il nous a été donné de constater sur le terrain, que certaines populations, par manque de points d'eau, ont du abandonner leurs anciennes positions et par la même occasion, leurs terres fertiles.

C - LA NATURE DES BESOINS

La structure de la consommation s'établit comme suit :

- Consommation humaine : boisson, cuisine, lessive.
- Consommation domestique : vaisselle, toilette.

Il nous est impossible d'évaluer ici, la quantité d'eau utilisée par chaque habitant, compte tenu de l'irrégularité de la prise d'eau et de la variété des récipients utilisés. Mais une enquête menée parmi des populations possédant au moins un forage fonctionnel, nous a permis d'évaluer l'importance de l'eau de forage dans cette structure. (Tabl. XX).

TABLEAU XX : PLACE DE L'EAU DE FORAGE DANS LA STRUCTURE DE LA CONSOMMATION HUMAINE

Type de Consommation	Boisson	Cuisine	Toilette	Lessive	Vaisselle
Importance en %	50,68	28,77	15,07	4,11	1,37

Source : Enquête sur terrain 1990.

On note de par ce tableau, que les besoins humains, surtout la boisson et la cuisine, sont les plus favorisés. Pourtant, on note une certaine prudence de la population interrogée, vis-à-vis de l'eau de forage comme eau de boisson.

En effet, selon certains, l'eau de leur forage a un goût "bizarre" et n'est pas douce à boire. Dans d'autres villages comme celui de Sambalgou (département de Kantchari), on nous a notifié que l'eau du forage prenait une couleur blanchâtre, après plusieurs heures de pompage : ce qui les inquiète, à cause des risques de maladie.

Ce sont là, autant de facteurs qui détournent les forages de leurs objectifs premiers, à savoir, apaiser la soif des populations et diminuer les maladies hydriques et orientent les bénéficiaires vers les autres types de points d'eau.

La margelle des forages est conçue de telle sorte que l'eau perdue après pompage, sera récupérée dans des bacs pour alimenter le bétail.

L'eau est rarement stockée dans de gros récipients, en vue d'une utilisation future.

Nous pouvons ainsi constater que les ouvrages modernes ne sont pas toujours pleinement utilisés et ceci, pour diverses raisons, parmi lesquelles :

- Le manque de service rapide pour les forages (débit insuffisant) ;
- Existence de points d'eau traditionnels d'accès faciles ;
- Distances importantes (habitats dispersés) ;
- Installations en pannes (forages) ;
- etc.

Aussi en l'absence d'une bonne sensibilisation, les villageois adoptent la même attitude vis-à-vis de l'eau fournie par un point d'eau traditionnel et un ouvrage moderne.

Lorsque le choix est possible (il l'est en saison des pluies notamment), celui-ci va se porter sur le point demandant le moins d'effort.

Dans certains villages, il est déplorable de voir les gens s'approvisionner dans les points d'eau traditionnels par contrainte : l'unique point d'eau moderne du village (forage) étant en panne depuis plusieurs années.

L'entretien des ouvrages, n'est-il donc pas déterminant, pour une satisfaction totale, des besoins en eau de ces communautés rurales ?

CHAPITRE IV : L'ENTRETIEN DES OUVRAGES

I/ - L'ENTRETIEN DES OUVRAGES TRADITIONNELS

A - ENTRETIEN DES INSTALLATIONS

A usage collectif, l'entretien des puits mobilise généralement tous les hommes du village ou particulièrement ceux des familles utilisant le point d'eau.

Le travail consiste à un approfondissement du point d'eau durant la saison morte. Il peut arriver que l'on décide de laisser le puit se "reposer" et espérer une remontée naturelle du niveau d'eau.

L'entretien des puits, pour des raisons sanitaires, n'a jamais été évoqué au cours de nos différentes enquêtes : on se contente généralement d'encadrer les abords du puits avec des troncs d'arbres, mais jamais on ne les recouvre.

Quant aux puisards réalisés dans les bas-fonds, leur approfondissement est très périodique et à caractère individuel. Lorsque la profondeur devient importante, on les abandonne et on creuse d'autres. Voilà pourquoi, il peut arriver que l'on recense un nombre important de puisards dans un village, qui est toujours confronté à un problème crucial d'eau.

Ces puisards ne sont utiles, que immédiatement après la saison des pluies. Au fur et à mesure que la saison sèche prend de l'ampleur, on commence à s'orienter vers les points d'eau modernes, les puits traditionnels contenant toujours de l'eau ou ceux d'autres villages.

Cela s'explique par le fait que c'est la nappe phréatique qui est captée et lorsque le niveau de celle-ci s'abaisse, il faut creuser un peu plus.

Ces puisards sont souvent entièrement comblés par les matériaux de ruissellement en saison pluvieuse : pendant cette période, l'eau utile est puisée directement dans le cours d'eau. Après l'hivernage, on en creuse de nouveaux.

Quant aux autres types d'ouvrages ou de points, on a un certain nombre de barrages qui sont entretenus périodiquement par l'Office National des Barrages Hydro-Agricole (ONBAH) et que nous resumons dans le tableau n° XXI.

B - LE COUT DE L'EXHAURE TRADITIONNEL

Les instruments de puisage, corde plus puisette, appartiennent aux utilisateurs : en général, chaque famille ou chaque femme possède les siens. Ce matériel est acheté, entretenu et renouvelé périodiquement par les intéressés eux-mêmes.

Les puisettes utilisées, sont en général en caoutchouc (chambre à air), des boîtes, ou des calebasses. Les cordes sont faites avec des lianes locales et les prix varient sur les marchés de Mahadaga, Kantchari et Diapaga entre 50 F et 75 F CFA l'unité. Chaque corde mesure en moyenne 7 mètres. Quant aux puisettes en caoutchouc, les prix vont de 300 à 500 F CFA (pour une puisette de 3 à 4 litres). Usé par les frottements, le matériel doit être réparé ou remplacé plusieurs fois par an.

En admettant qu'il faut 2 à 3 puisettes par an et en moyenne 4 cordes, on aboutit à une dépense annuelle de 1 000 à 1 500 F CFA; Pour un total de 50 familles ou de 50 femmes, cela fait donc 50 000 ou 75 000 F CFA par an : ce qui correspond au prix d'entretien d'un forage.

Il est par conséquent normal de penser que l'entretien d'un forage peut être pris en charge par un village, voire par quelques femmes ou familles.

TABLEAU XXI : LISTE DES BARRAGES ENTRETENUS PAR L'ONBAH (situation au 31 Juillet 1987)

Département	Nom du Barrage	Village	Volume 10 ³ m ³	Utilisation	AMENAGEMENT	
					Amenageable (Ha)	Cultivée (Ha)
DIAPAGA	Diapaga	Diapaga	70	H. P.	-	-
	Tapoa	Tapoa	5 510	H.A.PI	80	10
	Olaro	Tapoa	150	H. P.	-	-
KANTICHARI	Boudieri	Boudieri	4 159	H.P.A.PI	100	25
	Nalougou	Nalougou	80	H. P.	-	-
	Sampieri	Sampieri	100	H. P.	-	-
LOGOBOU	Fangou	Fangou	5	P	-	-
TAMBAGA	Kogoli	Kogole	9	H.P.A.	3	-
	Tiapaquili		8	P	-	-

H = Humain
A = Agricole
P = Pastorale
PI = Piscicole.

Source : Office National des Barrages et des Aménagements Hydro-Agricoles (ONBAH).

II/ - L'ENTRETIEN DES FORAGES

A - L'UN DES PRINCIPAUX OBJECTIFS DE L'AUTOGESTION VILLAGEOISE

L'une des responsabilités des populations dans la réalisation des différents programmes, est la prise en charge des ouvrages réalisés. Cette responsabilité découle non seulement des principes de l'autogestion villageoise en matière d'hydraulique, mais aussi du fait que par le passé, c'est-à-dire avant 1982, date de lancement des premiers programmes, lorsque les pompes tombaient en panne, il fallait contacter le responsable administratif local (le préfet en général), chargé lui-même d'informer le ministère de l'eau. Cela prenait du temps, du fait des difficultés de communications et de la lenteur administrative.

A la longue les bénéficiaires se décourageaient et la pompe restait en panne indéfiniment ; cela faisait que les populations reconsumaient l'eau des mares et puisards.

Aujourd'hui, les services d'animation essaient sur le terrain, d'amener les populations à comprendre le bien-fondé des forages et à apprendre à les utiliser de façon conséquente et efficiente.

Mais pour un meilleur suivi des ouvrages dans le cadre des actions post-programmes, ils mettent en place un comité de gestion des points d'eau. (cf Annexes VI, VII).

Dans chaque ensemble de quinze villages, groupés, dans un rayon de 20 kilomètres, un artisan réparateur formé par l'administration, est chargé de la réparation des pannes les plus importantes. La rémunération de ce technicien est assurée par chaque village à 200 F CFA l'heure et les indemnités de déplacement sont fixés à 25 F CFA par kilomètre.

B - L'ACTION DES COMITES DE GESTION DES POINTS D'EAU

C'est le comité de gestion qui constitue le moteur du système de maintenance. Il est chargé de recueillir et de gérer les fonds nécessaires à l'entretien des points d'eau. Le problème des comités de gestion, est celui de la collecte des fonds.

En effet, une somme minimale de 50 000 F CFA, est demandée à chaque comité, comme fond de roulement. Cette somme doit être renouvelée chaque année.

Pour réunir cette somme, il est demandé la contribution de tous les utilisateurs de la pompe : une cotisation est imposée selon le cas, à chaque femme ou à chaque famille ou à chaque cour.

Suivant les villages, les techniques de collecte varient et les quotes-parts sont liées à plusieurs facteurs, notamment aux nombres d'individus ou de familles concernés.

Il peut arriver que la somme réclamée varie selon l'éloignement du point d'eau ou selon l'importance du forage pour les intéressés : un quartier possédant un forage déjà fonctionnel, sera moins taxé que celui qui n'en a pas encore. Ces critères sont souvent utilisés pour la collecte des agrégats, imposés pour l'installation de la pompe : sable, gravillons, moellons, etc...

Le renouvellement du fonds de roulement se fait également de la même manière. Il convient de noter que la constitution du fonds de roulement est plus facile que son renouvellement, qui a généralement lieu quand la caisse est vide et le forage en panne.

Dans certains villages, la valorisation économique du forage est le moyen adopté pour éviter l'épuisement total du fonds : une cotisation journalière ou mensuelle est deman-

dée à chaque utilisateur de la pompe.

Par exemple à Paliboa il est de 5 F/jour/personne et de 100 F CFA par mois et par famille à Sampieri.

Les sommes recueillies, sont gérées par le trésorier du comité, qui tient à la disposition du village, un cahier de dépenses-recettes, donnant la situation de la caisse et la nature des pièces détachées.

C - BILAN DU FONCTIONNEMENT DU SYSTEME DE MAINTENANCE

Depuis l'application des principes de l'autogestion villageoise, le rôle de l'Etat s'est limité à un rôle purement juridique : la surveillance du fonctionnement du système et le contrôle de l'approvisionnement en pièces détachées, par les fournisseurs des pompes.

Même s'il apparaît nécessaire de renforcer les actions d'animation par la mise en oeuvre des moyens plus efficaces, nous pouvons tout de même affirmer que le système mis en place est efficace, à en juger par le taux de forages en panne dans la province, qui est de 2 % (dernière évaluation effectuée par le programme d'hydraulique villageoise de l'Est du Burkina).

Néanmoins, "L'arbre ne doit pas cacher la forêt" : le fonctionnement du système comporte un certain nombre de faiblesses. En effet, la cotisation de 50 000 F CFA imposée à chaque village, n'est pas toujours réalisée, après l'installation de la pompe et en plus, cette somme n'est pas à mesure d'assurer l'achat de tous les types de pièces : par exemple le cylindre de la pompe ABI, coûte 65 000 F CFA. Ainsi donc, en cas de panne, la réparation de la pompe n'est pas immédiate.

L'Etat devrait donc surveiller le prix des pièces de rechange ou à défaut ; exiger une augmentation du fonds de roulement des comités.

Aussi, les artisans réparateurs de la province, qui sont au nombre de six, ne sont pas toujours disponibles en cas de panne, surtout pendant la saison pluvieuse où ils s'occupent de leurs champs. Selon le témoignage de l'un d'entre eux (le réparateur de Kantchari), les réparations ne suffisent pas à assurer la survie, souvent les villageois n'ont pas de quoi payer immédiatement le travail : il faut travailler à crédit.

L'Etat devrait veiller également à l'uniformité des pompes installées dans les provinces.

En effet, toutes les pompes installées dans la Tapoa, jusqu'en 1989, par les projets, sont des marques ABI-MN dont la fourniture et la vente des pièces détachées est assurée par la société DIAFA, qui dispose d'un point de vente à Namounou : l'unique dans la province.

Les forages du programme "UNICEF 210 forages" de 1989-90, ont été équipés par des pompes de marque INDIA, dont il n'existe aucun point de vente de pièces détachées dans la province : en cas de panne de ces pompes, les réparations deviennent délicates voire impossibles, les réparateurs ayant été formés à la maintenance des marques ABI-MN.

L'un des problèmes délicats des comités de gestion des points d'eau, est celui de la préservation des fonds et de la gestion rigoureuse : l'Etat devrait donc envisager de gérer ces fonds pour eux, à travers des structures bancaires comme la Caisse Nationale d'Epargne ou la Caisse Nationale du Crédit Agricole (CNCA), qui est bien connue des paysans.

CONCLUSION PARTIELLE

L'intégration totale des forages dans la vie des populations rurales, ainsi que de la longévité des pompes, reposent entièrement sur les opérations de sensibilisation et d'éducation : même si cela est resté très délicate et incomplète

au niveau de la province de la Tapoa. Nous savons que c'est une opération très difficile, car amener des gens qui étaient habitués à un certain mode de vie, à changer leur façon de faire, est toujours difficile.

Il existe des villages où le problème d'eau est crucial ; dans ces villages là, le message passe facilement et les gens sont très sensibilisés. Par contre il y a des villages où le problème de l'eau ne se pose pas avec la même acuité ; là, la sensibilisation reste souvent hypothétique.

Alors que c'est dans ces villages en question qu'il faudrait lier les problèmes d'assainissement aux problèmes de l'eau, pour amener les villageois à accorder plus d'intérêt au simple fait de disposer de l'eau potable. A cet effet, nous pensons que le ministère de l'eau et celui de la santé, devraient assurer une meilleure coordination pour résoudre ce problème.

En tout état de cause, la réussite des opérations de forage, repose sur la sensibilisation. Pour ce faire, tous les moyens doivent être mis en oeuvre pour l'améliorer, au besoin, des moyens audio-visuels doivent être utilisés. On peut également demander aux autochtones de le faire et pourquoi pas, à des spécialistes dans le domaine, tels que des sociologues, des psychologues ou des géographes bien sûr.

CONCLUSION GENERALE

Si l'urgence et l'ampleur des besoins rend difficile la prise en compte de certains facteurs socio-économiques voire naturels, on peut craindre que l'effort entrepris au cours du plan quinquennal 1986-90 au Burkina Faso ne porte pas tous les fruits escomptés.

L'analyse de la situation qui prévaut dans la province de la Tapoa, est là pour nous le confirmer.

En effet, les différentes hypothèses de travail établies, nous permettent d'aboutir aux résultats suivants ;

- La réalisation des forages, bien que relevant de l'hydrogéologie, s'appuie sur plusieurs facteurs géographiques, dont les rôles apparaissent souvent très déterminants dans la réalisation des forages positifs.

- La réalisation des forages, bien que permettant une amélioration de la qualité des eaux de boissons ou de consommation en général et prenant en considération plusieurs paramètres sociaux, ne peut réellement atteindre son but, que grâce à une sensibilisation très accrue des différents bénéficiaires.

Aussi les besoins en points d'eau vont au-delà des équipements réalisés au cours de la décennie actuelle, lesquels ne visent à assurer que le minimum indispensable à raison d'un point d'eau moderne par village ou par quartier de 300 habitants. En réalité, un travail considérable reste à entreprendre avant que l'eau potable ne soit à la portée de tous en quantité suffisante.

Voilà pourquoi, nous pensons que cette étude, qui est une modeste contribution à la compréhension des problèmes de l'hydraulique villageoise, doit être compris dans le sens de nos différents objectifs.

En effet, elle doit permettre de comprendre que la recherche d'une solution aux problèmes d'eau des communautés rurales, quelque soit la voie empruntée, ne doit pas être l'apanage des seuls spécialistes, mais l'oeuvre d'une action collective de toutes les disciplines qui luttent pour le bien-être social de l'être humain.

A cet effet, la géographie, de par son domaine d'action qui est le milieu physique et humain et de prédilection, à savoir, l'explication des différentes correlations et la recherche d'une solution scientifique adéquate, ne doit pas être en reste.

Elle est à mesure de trouver une solution plus économique et rapide au choix des sites de forage, en facilitant l'utilisation de plusieurs facteurs naturels du milieu. Elle peut également, permettre une opération de sensibilisation bien menée, grâce à une prise en compte des réalités socio-économiques des zones à aménager. La géographie est vraiment indispensable en hydraulique villageoise et l'en exclure serait une aberration.

B I B L I O G R A P H I E

- 1) ALBERGEL (J)
VALATIN (C) - 1964 : Influence de la végétation sur l'infiltration et le ruissellement.
ORSTOM-OUAGA 3 P.
- 2) B C E O M - 1978 : Les barrages souterrains : techniques rurales en Afrique. PARIS - MI-COOP.
135 P.
- 3) BENAMOUR (A) - 1981 : Hydraulique villageoise : données générales. CEFIGRE, 34 P.
- 4) BENAMOUR (A) - 1981 : Hydraulique villageoise et moyen d'exhaure. QUAGA-CIEH, 89 P.
- 5) BIROT (P) - 1968 : Précis de géographie physique générale. 3e éd. Paris - A. COLIN, 340 P.
- 6) BOULAIN (J) - 1975 : Géographie des sols. PARIS - PUF, 200 P.
- 7) BOULET (R) - 1968 : Etude pédologique de la Haute-Volta :
LEPRUN (J.C.) Région Est. ORSTOM-DAKAR-FANN, 331 P.
- 8) BOURGEOIS (M)- 1976 : Analyse sommaire des diagraphies utilisables en forage d'eau. ORLEANS-BRGM
171 P.
- 9) BRGM-AQUATER - 1984 : Etude de la recharge par les pluies des aquifères de milieu fissuré : rapport d'avancement n° 2. OUAGA-BRGM-AQUATER, 81 P.
- 10) B R G M - 1981 : Réalisation d'un programme du centre en Haute-volta. Etude d'avant-projet :
Vol. 1 - Enquête socio-économique et hydrogéologique. BRGM.T1, 40 P.

- 11) CEFIGRE - 1984 : Synthèse des connaissances sur l'hydrogéologie du socle cristallin et cristallophyllien et du sédimentaire ancien de l'Afrique et l'Ouest. PARIS-MRE-CODEV, 121 P.
- 12) CHEVALIER (P) - 1978 : Cours d'hydrologie. ORSTOM-ETSHER-OUAGA, 58 P.
- 13) CIEPAC - 1984 : Elaboration d'un dossier type d'hydraulique villageoise. OUAGA-CIEH, 114 P.
- 14) COLLINET (J) - 1988 : Comportements hydro-dynamique et érosifs des sols de l'Afrique de l'ouest Thèse-Doctorat d'université. UNIVERSITE-LOUIS-PASTEUR, STRASBOURG, 97 P.
- 15) DERRUAU (M) - 1978 : Les formes de relief terrestre : notion de géomorphologie,, 3e éd. PARIS-MASSON, 119 P.
- 16) DILUCA (C) - 1983 : Les pompes à mains en hydraulique villageoise : condition d'utilisation et d'entretien dans les pays membres du CIEH. OUAGA-CIEH, 109 P.
- 17) DILUCA (C) - 1983 : Forage d'eau : matériel et techniques
REYNIÉS (E de) de mise en oeuvre en Afrique centrale et de l'ouest. MRE-CODEV, 273 P.
- 18) ENGALENC (M) - 1978 : Les modalités de la recherche d'eau dans les roches cristallines de l'Afrique de l'ouest. CIEH-LOME (TOGO), 318 P.

- 19) GREIGERT (J) - 1978 : Atlas des eaux souterraines du Niger : état des connaissances (2 T). PARIS - BRGM, T1, 270 P.
- 20) GUINKO (S) - 1984 : Végétation de la Haute-Volta. T1. Thèse de Doctorat. UER BORDEAUX III, 318 P.
- 21) KLEIN (J.C) - 1965 : Etude hydrologique des bassins représentatifs dans le sud-est de la Haute-Volta (région de Manga). CIEH-CEFIGRE, 177 P.
- 23) MARGAT (J) - 1980 : Eaux souterraines, recherche, captage et gestions des champs versants. VALBONNE-CEFIGRE, 21 P.
- 24) MINISTERE DE L'EAU
P.H.V.E.B -1988 : Evaluation de la première phase recommandations. Tome III. Résultats des travaux de forages. BURGEAP, 17 P.
- 25) MINISTERE DE L'EAU - 1990 : Liste des points d'eau de la
PROJET BILAN D'EAU province : TAPOA. BEWACO, 12p.
- 26) MOREL (PC) - 1983 : Guide pour la détermination des arbres et des arbustes dans les Savanes Ouest-Africaines. IEMVT, 160 P.
- 27) PIATOM (H) - 1984 : Reflexion sur la conception des systèmes d'information hydraulique dans les Etats membres du CIEH. OUAGA-CIEH 90 P.
- 28) REMY (G) - 1967 : Yobri : étude géographique du terroir d'un village Gourmantché de Haute-Volta. ORSTOM-OUAGA, 99 P.

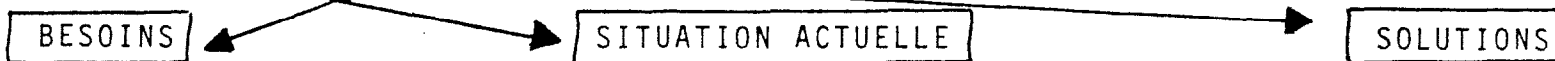
- 29) SCOT (M) - 1981 : Analyse statistique des conditions de succès des forages réalisés en régions de socle fissuré. ORLEANS-BRGM, 81 P.
- 30) TRICART (J) - 1968 : Précis de géomorphologie T1, géomorphologie structurale. PARIS SEDES, 324 P.
- 31) VAILLEUX (M.B) - 1981 : Méthodologie de la recherche hydrogéologique en zone de socle. SOPHIAS-BOURGUET (M) ANTIAPOLIS (FRANCE), 18 P.
- 32) VON MAYDELL (H.J) - 1983 : Arbres et arbustes du Sahel : leurs caractéristiques et leurs utilisations. GTZ, 531 P.

A N N E X E S

ANNEXE I : METHODOLOGIE : ENQUETE SUR L'EAU

(A) ENQUETE EXTERNE : cartes hydrogéologiques, photos avion, de satellites, coupes de puits ou forages, fichier / inventaire des points d'eau, études hydraulique rurale programmes en cours et projetés d'hydraulique rurale (Plan + Sces Techniques)

(B) ENQUETE - PARTICIPATION (Annexe II, III, IV, V)



1) Evaluation des besoins actuels
(au moment de l'enquête, habitat permanent)

boisson
cuisine

hygiène
lavages

- + abreuvement petit bétail sédentaire
- + arrosage jardins de case

- Modifications au cours de l'année selon les saisons (en plus ou en moins)

- Ajouter s'il y a lieu besoins des habitats temporaires (hameau de culture, parcs à bétail...)

2) Evaluation de besoins clairement identifiés mais non satisfaits

- . catégorie
- . période
- . quantité

Provenance de l'eau utilisée
(au moment de l'enquête)
habitat permanent

. modifications avec les saisons

Modifications récentes : solutions essayées

ex : puits cimentés ou forage
pompes
barrages, réservoirs...

Appréciations, en relation avec les besoins

- sur les quantités
- sur la qualité

Situation pour habitat temporaire

Limitations et contraintes

- quantité (débit source ou puits, profondeur, exhaure, distance du point d'eau, temps et moyen de transport, stockage, prix eau achetée.
- qualité de l'eau (en relation avec les catégories de besoins, et avec les différentes saisons).

Essais abandonnés
(ex : barrage, creusement, puits...)
raisons de l'échec

- Solutions (recherchées (suggérées) : selon les catégories de besoins

- . humains
- . animaux
- . jardins de case

- Solutions pour les périodes de sécheresse

PROPOSITIONS

ANNEXE II : FICHE D'ENQUETE (PARTICIPATION)

PROVINCE :

DEPARTEMENT :

VILLAGE :

POPULATION :

NOMBRE DE CONCESSIONS :

TYPE D'HABITAT :

I/ - ESTIMATION DES RESSOURCES ET DES BESOINS EN EAU

1 - Quels types de points d'eau avez-vous dans votre village ?

	<u>Types</u>	<u>Nombre</u>
a) Forage	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) Puits busés	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c) Puits traditionnels	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d) Puisards	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e) Rivières	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f) Marigots	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
g) Barrages	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
h) Mares	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
i) Reservoirs	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2 - Comment est-ce que vous l'utilisez ?

- a) de façon collective
- b) de façon individuelle

Pourquoi ?

- a) Parce c'est le seul point d'eau

- b) A cause de la qualité de l'eau
- c) Parce que l'on trouve l'eau ici facilement
- d) Parce que c'est le seul point d'eau qui est proche du village
- e) Parce que c'est tout le village qui a participé à sa réalisation
- f) Parce que ça n'appartient à personne
- g) Autres causes

3 - Avez-vous permanemment de l'eau dans vos points d'eau ?

- a) Si oui, dans quel type de point d'eau
- b) Si non, à quel moment de l'année (à partir de quel mois le point d'eau tari)

4 - Avez-vous déjà connu des crises d'eau ?

non

oui

Si oui, les causes :

- a) Surcharge sur le point d'eau
- b) Sécheresse
- c) Eau polluée
- d) Autres causes.....
.....

5 - Vos sources vous suffisent-elles ?

- oui à cause :
- a) du nombre
 - b) du débit
 - c) de la bonne répartition dans le village

- non à cause :
- a) du nombre
 - b) du débit
 - c) de la mauvaise répartition dans le village

6 - Quels sont vos souhaits ?

- a) qu'on vous réalise des points d'eau modernes
- b) qu'on augment le nombre déjà existant
- c) qu'on répare les points d'eau défailants
- d) autres souhaits.....
.....

II/ - UTILISATION DES RESSOURCES ET PROBLEMES SANITAIRES

1 - Quelle est la qualité de vos eaux ?

- a) bonne - toute l'année
- une partie de l'année
- b) mauvaise - toute l'année
- une partie de l'année
- c) inconnue

2 - Qu'est-ce qui influence la qualité de vos eaux ?

- a) Les animeaux
- b) Les ordures
- c) Les puisettes
- d) Les hommes
- e) Le substratum

3 - Que faites-vous pour sauvegarder la qualité de vos eaux ?

- a) Construction de margelles
- b) nettoyages des abords des points d'eau
- c) décantation
- d) Surveillance
- e) Autres méthodes.....
.....

4 - Constituez-vous des réserves d'eau dans la journée ?

- Si oui : a) Comment ? - dans des canaris
- dans des barriques
- dans des bassines
- autres moyens.....
.....

- b) Quand ? - le matin
- à midi
- le soir
- pendant la saison pluvieuse
- pendant la saison morte

- c) Pourquoi ? - à cause de la distance du point d'eau
- à cause de la rareté de l'eau
- à cause des travaux champêtres

- Si non, Pourquoi ? - Permanence de l'eau
- Manque de moyen de stockage
- Proximité du point d'eau
- Inutilité
- Pas de raison
- Autres causes.....
.....

5 - Quels instruments utilisez-vous pour prendre l'eau ?

- a) dans les puits ou retenues d'eau - seaux
- canaris
- cuvettes
- corde + boîte
- corde + calebasse
- corde + puisette
- autres instruments.....
.....

- b) dans les forages - seaux
- canaris
- cuvettes
- autres instruments.....
-

6 - Quelles sont les maladies hydriques fréquentes dans votre village ?

- a) Diarrhées
- b) Bilharziose
- c) Vers de guinée
- d) Dysenterie
- e) Paludisme
- f) Maux de ventre indéterminés
- g) Pas de maladies dues à l'eau

7 - Où vous soignez-vous ?

- a) dans votre village
- P S P
- C V S
- C S P S
- Tradipraticiens

- b) dans un autre village
- (à..... Km)
- P S P
- C V S
- C S P S
- Tradipraticiens

ANNEXE III : FICHE D'ENQUETE N° 1 (Fiche individuelle)

- NOM :
- PRENOMS :
- VILLAGE :
- DEPARTEMENT :

BUVEZ-VOUS L'EAU DU FORAGE ? SI NON, QUELLE EAU PREFEREZ-VOUS ?

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

AVANT LE FORAGE, OU PRENIEZ-VOUS L'EAU ? AVEZ-VOUS EU DES PRO-
BLEMES (MALADIE, DISTANCE, INTERDICTION, ETC...) ?

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

PARTICIPEZ-VOUS A L'ENTRETIEN DES FORAGES ? SI OUI, EN QUOI
FAISANT ? (COTISATION, TRAVAUX COMMUNS, ETC...) ?

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

QUE PENSEZ-VOUS DES FORAGES ? (C'EST BON, C'EST MAUVAIS) AVEZ-
VOUS DES PROBLEMES POUR Y PRENDRE L'EAU, SI OUI, LESQUELS ?

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

AVEZ-VOUS DES SUGGESTIONS AFAIRE A PROPOS DES FORAGES ?

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

ANNEXE IV : FICHE D'ENQUETE N° 2

STRUCTURE DE LA CONSOMMATION : Source de l'eau utilisée

NOM DU VILLAGE :

DEPARTEMENT :

PROVINCE :

Nom de la famille Interrogée	C O N S O M M A T I O N				
	Boisson	Cuisine	Toilette	Lessive	Vaisselle

Nombre de forages dans le village :

Nombre de puits dans le village :

ANNEXE VI : COMPOSITION DU COMITE

Village : _____
Quartiers : _____

N° Projet :

N° I R H

Noms donnés le _____ à _____ Animateur _____

<u>MEMBRES DU COMITE</u>	<u>QUARTIER</u>	<u>QUARTIER</u>
Président	_____	_____
Trésorier	_____	_____
Secrétaire	_____	_____
Hygiène	_____	_____
Hygiène	_____	_____
Président	_____	_____
Trésorier	_____	_____
Secrétaire	_____	_____
Hygiène	_____	_____
Hygiène	_____	_____

RESPONSABLE DE LA POMPE

Nom _____

ARTISAN REPARATEUR SELECTIONNE PAR LE PROJET

Nom _____ Village _____

OBSERVATIONS

ANNEXE VII : REUNION DU COMITE VILLAGEOIS

Village :
Quartier :
.....
.....

N° Projet :

N° IRH

Réunion tenue le : à Animateur

Nombre de forage : Nombre de comités : Nombre de membres/comité :

Membres présents Membres absents

Motif de l'absence

Autres personnes présentes ;

Fonction hors du village :

Pourront-ils se libérer pour participer à la formation :

 OUI NON

Certains ont-ils eu auparavant une formation :

 OUI NON

Dans quelles spécialités—date et lieu :

Période favorable à la formation

Observations (problèmes spécifiques—nouvelles suggestions).

ANNEXE VIII :

VENTILATION DES OUVRAGES REALISES PAR DEPARTEMENT

(A l'Est du Burkina Faso - 1987-88)

PROVINCE	DEPARTEMENT	TOTAL SONDAGES	FORAGES POSITIFS	TAUX DE SUCCES	METRAGE FORE (ml)
GOURMA		281	196	69.6	12 431
	Diabo	43	29	67.4	1 842
	Diapangou	22	13	59.1	1 046
	Fada N'Gourma	27	22	81.5	1 222
	Gayeri	21	17	81.0	959
	Komin Yanga	18	12	66.7	659
	Matiakoali	20	17	85.0	914
	Pama	43	27	62.8	1 866
	Soudougui	30	23	76.7	1 174
	Tibga	18	15	83.3	731
	Yamba	15	7	46.7	963
Yondé	24	14	58.3	1 056	
GNAGNA		266	138	51.9	14 391
	Bilanga	42	18	42.9	2 739
	Bogandé	61	32	52.5	3 025
	Koala	35	17	48.6	2 076
	Liptougou	46	27	58.7	2 267
	Mani	44	23	52.3	2 172
	Piéla	23	14	60.9	1 367
	Thion	15	7	46.7	745
TAPOA		91	69	75.8	4 168
	Botou	14	10	71.4	690
	Diapaga	12	11	91.7	611
	Kantchari	8	6	75.0	354
	Logobou	13	7	53.8	598
	Namounou	6	5	83.3	234
	Partiaga	13	8	61.5	558
	Tambaga	11	11	100.0	422
	Tansarga	14	11	78.6	701
TOTAL		638	403	63.2	30 990

ANNEXE IX : LISTE DES OUVRAGES POSITIFS (1987-88)

NUM. SOND	NUM. FOR	NUM. IRH	PROV	DEPT	VILLAGE	PROF. TOTALE (m)	DEBIT SOUF. m3/h	NS (m)	GEOL.	EPAIS ALT. (m)	PROF. V.E. (m)
338	199	9KR5-1	TAP	BO	PORI	44.00	3.40	13.84	4	20.0	- 2.0
340	200	KR5-2	TAP	BO	KANLEYENOU	47.00	1.10	3.76	4	27.0	13.0
341	201	6KR5-2	TAP	BO	NOMBIDI	49.00	5.00	17.86	4	26.0	11.0
343	202	KR10-1	TAP	BO	TAPOA-DJAGOUABRI	45.00	2.60	20.50	4	18.0	8.0
344	203	IKR9-2	TAP	BO	KOGORI	62.00	0.90	33.12	4	31.0	12.0
346	205	DP12-1	TAP	BO	DIAGORGOU	56.00	0.80	22.03	5	14.0	16.0
597	376	IKV5-1	TAP	BO	BOTOU-GNIAMPOULI	57.00	1.06	7.94	3	16.0	5.0
601	379	IKR5-3	TAP	BO	BOTOU-ZONGO	28.00	13.30	10.45	2	9.0	5.0
608	383	7KV5-1	TAP	BO	PARTIAGE-GOURMA	40.00	5.20	17.62	4	15.0	16.0
610	384	13KV5-1	TAP	BO	KOYENGA	36.00	4.60	13.77	5	18.0	1.0
4	1	IDP16-2	TAP	DI	DIAPAGA, ANTENNE	49.00	2.70	25.60	5	31.0	6.0
5	2	DP16-1	TAP	DI	CHAMP NAT. SCOLAIRES	49.00	2.60	17.33	4	34.0	1.0
6	3	DP16-2	TAP	DI	CHAMP NAT. SCOLAIRES	49.00	1.40	16.89	4	35.0	- 3.0
275	154	DP16-1	TAP	DI	OLARO	46.00	5.20	2.08	4	42.0	- 1.0
276	155	20DP16-1	TAP	DI	MANGOU	43.00	6.60	9.37	3	36.0	-10.0
278	156	DP16-1	TAP	DI	FOUANBOUANLI	52.00	4.00	8.07	4	24.0	17.0
592	154	DP16-3	TAP	DI	OLARO (EX 275)	52.00	11.70	7.81	4	49.0	- 2.0
608	380	IDP16-9	TAP	DI	TANGALI	54.00	1.40	11.20	2	37.0	7.0
607	382	IDP16-3	TAP	DI	DIAPAGA- SECTEUR I	55.00	5.80	20.39	4	50.0	- 2.0
626	391	IDP16-5	TAP	DI	DIAPAGA SECTEUR III	49.00	3.10	10.51	4	37.0	- 2.0
628	393	IDP16-7	TAP	DI	DIAPAGA SECTEUR IV	40.00	1.30	10.83	4	31.0	0.0
332	195	DP11-1	TAP	KA	NANDO	39.00	1.30	17.10	5	23.0	8.0
333	196	2DP11-1	TAP	KA	SAMBIALGOU	45.00	1.30	11.53	2	32.0	- 1.0
335	197	7DP10-2	TAP	KA	SAMPIERI	50.00	2.00	10.18	5	28.0	- 1.0
336	198	6DP10-1	TAP	KA	SAKOANI	37.00	1.80	10.23	5	25.0	- 2.0
612	385	DP11-1	TAP	KA	KOMONDI	31.00	1.08	10.87	5	17.0	3.0
614	386	3DP11-1	TAP	KA	NAMANGARE	36.00	1.28	16.81	5	22.0	3.0
319	186	1AR7-2	TAP	LO	NAKPONKORE CENTRE	33.00	2.00	4.19	1	23.0	- 5.0
320	187	3AR8-1	TAP	LO	MAHADAGA	40.00	9.30	5.40	3	21.0	8.0
322	188	AR8-1	TAP	LO	MOUABOU	17.00	1.10	5.68	1	23.0	- 6.0
323	189	AR7-2	TAP	LO	LOGOBOU	52.00	1.50	6.01	1	25.0	1.0
326	191	5AR7-1	TAP	LO	NAGARE CENTRE	37.00	11.70	0.00	1	19.0	- 1.0
328	192	3AR7-3	TAP	LO	LOGOBOU	38.00	6.20	5.13	1	18.0	7.0
568	361	6AR7-2	TAP	LO	DIABONLI	30.00	1.60	5.98	1	15.0	- 1.0
285	164	4AR3-3	TAP	NA	NAMOUNGOU MANGOU	37.00	7.30	10.45	4	8.0	6.0
292	165	4AR3-1	TAP	NA	NAMOUNGOU GNASIAGA	48.00	1.10	14.13	3	15.0	3.0
294	166	AR3-1	TAP	NA	TIKONTI-GNANNIGTOUAL	48.00	1.10	14.23	5	18.0	13.0
295	167	AR3-1	TAP	NA	DIAMBOAYOULI CENTRE	48.00	1.10	3.53	5	12.0	6.0
300	170	4AR3-6	TAP	NA	NAMOUNOU-ZONGO	34.00	1.70	10.50	2	9.0	8.0
280	157	12AR3-3	TAP	PA	NADIABONLI PENLIL	34.00	6.60	3.63	2	9.0	0.0
282	158	11AR3-1	TAP	PA	GANDALINDI CENTRE	43.00	0.86	9.86	2	6.0	14.0
283	159	8AR3-1	TAP	PA	POPOMOU KAREMAMA	40.00	4.20	5.35	3	14.0	18.0
287	161	7AR3-1	TAP	PA	FATOUTI-MIANSIGA	40.00	1.70	4.87	2	6.0	17.0
290	164	7AR3-4	TAP	PA	FATOUTI-TIBAADI	17.00	11.70	12.49	3	12.0	8.0
589	371	10AR3-2	TAP	PA	BOMONTI-GNIANSIGA	33.00	0.90	7.50	4	12.0	12.5
595	374	AR2-1	TAP	PA	KALBOULI	33.00	2.40	16.74	3	19.0	1.0
598	377	18AR3-1	TAP	PA	NIAMANGA	45.00	1.10	8.65	5	13.0	2.0
298	169	AR3-1	TAP	TAM	BAYENIOURI CENTRE	46.00	0.70	13.34	5	5.0	26.0
301	171	6AR4-1	TAP	TAM	KOGOLE CENTRE	33.00	2.80	11.40	5	21.0	- 2.0
303	172	AR4-1	TAP	TAM	PANDANFOANI CENTRE	43.00	3.70	5.80	5	33.0	5.0

LISTE DES OUVRAGES POSITIFS (1987-88) suite

NUM. SOND	NUM. FOR	NUM. IRH	PROV	DEPT	VILLAGE	PROF. TOTALE (m)	DEBIT SOUF. m3/h	NS (m)	GEOL.	EPAIS ALT. (m)	PROF. V.E. (m)
304	173	AR4-1	TAP	TAM	PINTENGA-HIANSIAGA	31.00	21.00	5.40	4	13.0	0.0
305	174	2AR3-1	TAP	TAM	TAMBAGA-GNIAMPOUOLI	33.00	3.60	4.85	5	18.0	0.0
306	175	2AR3-3	TAP	TAM	TAMBAGA-GNIANNINTOUA	35.00	5.80	1.91	5	5.0	20.0
307	176	AR3-1	TAP	TAM	KONLI	37.00	0.90	6.38	5	15.0	15.0
308	177	5AR3-1	TAP	TAM	MOMBA PEULH.	51.00	1.10	0.91	5	12.0	0.0
310	179	TAR6-1	TAP	TAM	HOTEL ARLI	45.00	46.00	8.35	1	45.0	-14.0
313	182	TAR3-1	TAP	TAM	YOBIRI CENTRE	38.00	3.00	6.79	5	24.0	4.0
573	363	AR4-1	TAP	TAM	FANFANGOU	30.00	2.60	7.05	5	13.0	4.0
309	178	AR4-1	TAP	TAM	DIATONA CENTRE	31.00	8.80	9.56	5	19.0	-1.0
311	180	5AR4-1	TAP	TAM	TANSARGA-HIANSIGA	37.00	3.60	8.01	5	37.0	-12.0
312	181	TAR4-1	TAP	TAM	DIAMANGA	67.00	2.10	17.77	5	43.0	7.0
314	182	3AR4-1	TAP	TAM	BOBOMOUANDI	39.00	2.70	1.53	3	12.0	8.0
316	184	KN1-1	TAP	TAM	KARBOUGOU	55.00	1.00	5.74	4	27.0	-2.0
318	185	IAR4-2	TAP	TAM	KODJARI-KIANIIANGA	49.00	1.30	8.71	3	19.0	21.0
324	190	AR4-1	TAP	TAM	NABOUANTIDI	50.00	3.10	15.22	5	40.0	0.0
329	193	IAR4-5	TAP	TAM	KODJARI-PIELOUGOU	37.00	7.80	4.27	3	4.0	14.0
331	194	IKN5-1	TAP	TAM	KOMBOUGOU	44.00	1.50	7.15	1	20.0	10.0
620	388	AR4-1	TAP	TAM	SAMOANDI-GNIANSIGA	46.00	9.30	8.95	4	22.0	6.0
624	389	AR4-3	TAP	TAM	SAMOANDI-GNIAMPOUOLI	46.00	2.60	9.55	4	26.0	16.0

ANNEXE X : LISTE DES OUVRAGES NEGATIFS (1987-88)

NUM SOND	NUM FOR	NUM. IRH	PROV	DEPT	VILLAGE	PROF. TOTALE (m)	DEBIT SOUF. m3/h	NS (m)	GEOL.	EPAIS ALT. (m)	PROF. V.E. (m)
339	-	6KR5-1	TAP	BO	NOMBIDI	56.00	0.40	0.00	4	26.0	22.0
342		1KR9-1	TAP	BO	KOGORI	60.00	0.50	0.00	4	31.0	19.0
602		16KV5-1	TAP	BO	MANDIARI	60.00	0.00	0.00	2	18.0	-18.0
606		16KV5-2	TAP	BO	MANDIARI	50.00	0.00	0.00	2	10.0	-10.0
2		1DP16-1	TAP	DI	DIAPAGA, ANTENNE	73.00	0.00	0.00	5	22.0	-21.0
334		4DP10-2	TAP	KA	MANICHANGOU	56.00	0.33	0.00	5	28.0	1.0
337		4DP10-3	TAP	KA	MANICHANDOU	60.00	0.00	0.00	5	21.0	21.0
317		IAR8-1	TAP	LO	NAPONKORE	43.00	0.47	0.00	3	14.0	19.0
321		2AR7-1	TAP	LO	MORIDENI	55.00	0.40	0.00	1	13.0	7.0
325		2AR7-2	TAP	LO	MORIDENI	55.00	0.00	0.00	1	24.0	-24.0
327		AR7-1	TAP	LO	FANGOU	61.00	0.49	0.00	1	16.0	28.0
330		AR7-2	TAP	LO	FANGOU	58.00	0.60	0.00	1	10.0	31.0
563		6AR7-1	TAP	LO	DIABONLI	64.00	0.00	0.00	1	14.0	-14.0
289		4AR3-5	TAP	NA	NAMOUNOU ZONGO	45.00	0.00	0.00	2	4.0	-4.0
279		12AR3-1	TAP	PA	NADIABOANLI-GOURMA	48.00	0.46	0.00	2	10.0	7.0
288		7AR3-3	TAP	PA	FATOUTI-TIBOADI	48.00	0.00	0.00	3	8.0	-8.0
575		10AR3-1	TAP	PA	BOMONTI-GNIANSIGA	60.00	0.10	0.00	2	11.0	23.0
591		10AR3-3	TAP	PA	BOMONTI GNIAMPOUOLI	50.00	0.00	0.00	2	15.0	-15.0
593		10AR3-4	TAP	PA	BOMONTI GNIAMPOUOLI	50.00	0.50	0.00	2	20.0	5.0
315		1AR4-3	TAP	TAN	KODJARI-KIANKIANGA	60.00	0.18	0.00	3	22.0	23.0
616		AR4-1	TAP	TAN	DIAFOANOU	75.00	0.40	0.00	5	43.0	15.0
619		AR4-2	TAP	TAN	DIAFOANOU	65.00	0.46	0.00	5	37.0	11.0