

CHAPITRE 3 APERÇU DE LA ZONE DU PROJET

CHAPITRE 3 APERÇU DE LA ZONE DU PROJET

3-1 Données générales

3-1-1 Localisation et population

La zone du projet se situe dans la partie ouest de la République Centrafricaine, il s'agit de la préfecture de NANA-MAMBERE, voisine au nord de la préfecture d'OUHAM-PENDE et au sud de la préfecture de HAUTE-SANGHA, et limitée à l'ouest par la République du Cameroun.

La préfecture de NANA-MAMBERE se compose de 3 sous-préfectures: BOUAR (préfecture), BABOUA et BAORO, de 15 communautés rurales (C/R) et de 759 villages. Sa population est de 216.317 habitants (1988).

BOUAR, le centre administratif et économique de la zone du projet, se trouve à environ 450 km au nord-ouest de Bangui, la capitale. La densité de population de cette zone est relativement forte par rapport à l'ensemble du pays.

Le Tableau 3-1 indique la population des villes et villages de la zone du projet.

TABLEAU 3-1 POPULATION DE LA PREFECTURE NANA-MAMBERE

Division administrative	Population en 1988			Taux rapporté à la population de préfecture	Superficie (km ²)	Densité de population (hab./km ²)
	Rurale	Urbaine	Totale			
Sous-Préf. BOUAR	72.901	48.038	120.939	55,9%	12.791	11,7
Sous-Préf. BAORO	20.285	7.970	28.225	13,1%		
Sous-Préf. BABOUA	60.617	6.506	67.123	31,0%	13.809	4,7
Total NANA-MAMBERE	153.803	62.514	216.317	(8,2%)	26.600	8,1
Total RCA	1.767.186	879.691	2.646.867	(1986)	623.000	4,2

3-1-2 Climat

La zone du projet de la préfecture de NANA-MAMBERE, située dans la région verte de la République Centrafricaine, se divise en deux zones climatiques à partir de BOUAR: à l'ouest, la zone climatique soudano-oubanguienne et à l'est, la zone climatique soudano-guinéenne. Comparé au climat soudano-oubanguien, le climat soudano-guinéen a une saison sèche un peu plus longue, et sur le plan de la végétation, c'est une zone de savane.

Le climat de la zone du projet a des caractéristiques saisonnières très nettes. Ainsi, il se divise en une saison sèche de la mi-novembre à mai ou juin, et une saison pluvieuse de juin à la mi-novembre. Les mois les plus secs sont décembre et janvier, où il ne pleut pratiquement pas. La température varie entre 19 et 32°C, la température maximale annuelle étant de 30-31°C et le volume pluviométrique annuel de 1.400 à 1.500 mm. Le nombre de jours de pluie annuel moyen est de 120 à 130 jours. Située sur des plateaux de 700 à 800 m d'altitude, la zone du projet jouit d'un climat relativement sec.

Les précipitations de la zone se divisent en 3 secteurs:

- 1) Secteur à précipitations de 1.200 à 1.300 mm: climat soudano-sahélien
- 2) Secteur à précipitations de 1.300 à 1.400 mm: climat soudano-guinéen
- 3) Secteur à précipitations de 1.400 à 1.600 mm: climat soudano-oubanguien

3-1-3 Relief et géologie

1) Relief

La zone du projet a une superficie d'environ 26.600 km², et s'étend sur une largeur est-ouest d'environ 220 km, et sur une longueur nord-sud d'environ 200 km. Du point de vue du relief, elle se divise en deux secteurs: chaîne de montagnes (massif isolé du YADA) dans la direction

nord-ouest à partir de BOUAR, et plateaux.

Les caractéristiques géographiques de la zone du projet sont les suivantes:

- i) Le massif isolé du YADA a plus de 800 m d'altitude, et le point culminant de la chaîne de montagnes est le Mont NGAOUI (1.410 m) situé à la frontière camerounaise. Cette chaîne de montagne est la source des rivières qui arrosent la zone du projet. Elle ne fait pas partie de la zone du projet.
- ii) Les plateaux atteignent de 700 à 800m, et constitue une étendue large et plate. La plupart des villages et les voies de communication principales du projet sont réparties sur cette étendue plate. Ce secteur fait l'objet de la construction des forages.
- iii) Les rivières qui descendent du massif isolé du YADA et des plateaux sont les rivières LOBAYE, NANA et MAMBERE. C'est une zone où les rivières ne sont jamais à sec, même si le niveau des eaux diminue pendant la saison sèche. Ces plateaux à dénivellation faible ont été érodés par les petites et moyennes rivières qui arrosent la zone, et des vallées se sont formées; et de leurs pentes jaillissent des sources qui servent à l'approvisionnement en eau de la population de la zone. Ce secteur constitue la source d'approvisionnement traditionnel de la zone du projet.

2) Géologie

Du point de vue géologique, le socle centrafricain se compose de formations métamorphiques précambriennes et de granites de la fin du précambrien. Sur ce socle sont répartis des roches sédimentaires de formation paléozoïques, mésozoïques et tertiaires et des roches volcaniques postérieures au crétacé. (Voir la carte géologique annexée.)

La zone du projet se compose des formations suivantes:

- i) Socle de roches précambriennes
- ii) Formations métamorphiques cambriennes et quartz
- iii) Granites paléozoïques
- iv) Grès et conglomérats mésozoïques
- v) Latérite, et terre et sable quaternaires

Les modifications de l'écorce terrestre ont provoqué la formation de couches de structure géologique complexe, dont les détails sont inconnus. Dans la zone du projet, les formations principales sont en gros de type iii) à v). On peut la diviser en zone granitique de BOUAR, BABOUA et zone gréseuse de BAORO. La couche superficielle de chaque formation est en latérite et roches altérées. La couche superficielle est mince dans le secteur granitique et épaisse dans le secteur gréseux. (Voir la Figure 3-1.)

3-2 Situation hydrogéologique

Les eaux souterraines se trouvent dans une couche infiltrée, et sont réparties en fonction de la structure géologique du sol. Sur le plan hydrogéologique, il faudra surtout étudier l'état du socle et la stratification des couches, les formations rocheuses et leur continuité.

Comme le montre la Figure 3-2, du point de vue macro-analytique, la structure géologique de la zone du projet est de type complexe, ce qui rend sa structure hydrologique difficilement discernable. A partir des données des forages peu nombreuses, on a pu déduire les tendances générales des couches et des eaux souterraines qu'indique le Tableau 3-3.

Comme la zone du projet reçoit en moyenne 1.400 à 1.500 mm de pluie par an, qu'il y existe des eaux de surface permanentes comme les rivières LOBAYE, NANA et MAMBERE et de nombreux petits et moyens cours d'eau tarissant durant la saison sèche, ces conditions de précipitations et le système hydrographique laissent à prévoir

l'existence d'eaux souterraines. Mais la difficulté de l'exploitation des eaux souterraines dans le secteur granitique, à granites jeunes à faible profondeur, est à prévoir.

Le débit des rivières permanentes est le suivant: minimum: 0 à 21 m³/sec. (saison sèche), maximum: 200 à 800 m³/sec. (saison pluvieuse), soit en moyenne: 70 à 160 m³/sec.

3-2-1 Répartition des eaux souterraines

Les eaux souterraines de la zone du projet se composent des nappes d'eaux libres, à base d'eaux de pluie et de rivières infiltrées dans la couche quaternaire, et d'eaux libres et pressurisées dans les fissures des roches granitiques et des grès poreux.

1) Nappes aquifères du secteur granitique

Comme la nappe aquifère dans le socle du secteur granitique stagne dans les fissures et les jointures et que les roches sont très altérées, il faudra bien étudier la structure hydrogéologique et la structure des failles.

Le coefficient d'infiltration du secteur granitique est de 0,25, ce qui est très faible par rapport aux roches sédimentaires. Comme la couche superficielle surmontant le socle est mince, même si les précipitations sont importantes, cette structure ne permet pas une forte infiltration.

Dans de nombreux cas, vu la difficulté de détection des fissures à eau dans le socle, on se concentre souvent sur les environs du socle, où se trouvent les eaux, à cause de la différence de coefficient d'infiltration du socle et de la couche au-dessus, pour l'exploitation des eaux souterraines du socle. Comme le volume de pompage que l'on peut espérer dans le secteur granitique n'est que de 0 à 5 m³/h, on utilise généralement cette eau pour satisfaire les besoins des villages et pour de petits périmètres irrigués. Mais il est possible que les

forages construits dans ce secteur se tarissent en saison sèche comme dans le projet d'exploitation des eaux souterraines de l'ACADOP de l'Allemagne Fédérale.

2) Nappe aquifère dans le secteur gréseux

Les eaux souterraines du secteur gréseux s'infiltrent dans les fissures et roches poreuses à coefficient d'infiltration élevé, et la continuité des couches est bonne. Si la structure hydrogéologique était claire, le développement serait possible, mais on ignore encore le nombre de couches aquifères existantes.

Dans le secteur gréseux, le coefficient d'infiltration est élevé: 0,5, et la couche superficielle de roches altérées et de latérite est d'une épaisseur de 30 m environ. Le niveau important des précipitations laisse espérer une infiltration considérable, et comparé au secteur granitique, ce secteur est plus favorable à l'exploitation des eaux souterraines.

On peut estimer obtenir un débit de 10 à 50 m³/h, et cette eau pourrait servir à l'alimentation des villes et à la culture irriguée. De grands espoirs peuvent être placés dans cette couche aquifère.

3) Nappe aquifère des couches quaternaires

L'eau souterraine des couches quaternaires se trouve à moins de 10 m de la surface, et est pompée partiellement grâce à des puits traditionnels. Mais le tarissement de cette source durant la saison sèche et la pollution de l'eau font que cette ressource est restée pratiquement inexploitée.

Comme la plupart des habitants des villages souffrent du manque d'eau en saison sèche, ils utilisent en réalité des eaux de surface des cours d'eau et sources des pentes des plateaux à eau de bonne qualité.

3-2-2 Résultats de l'exploitation des eaux souterraines

L'exploitation des eaux souterraines dans la zone du projet a été commencée grâce à l'aide économique de l'Agence de Coopération Suédoise (SIDA), et des forages ont été creusés par la société privée Sangha-Forages grâce aux fonds gérés par la mission baptiste.

Selon les données de ces forages (Tableau 3-2), la profondeur de creusement moyenne a été de 46 m, la profondeur moyenne des eaux souterraines de 20 m, le débit de pompage moyen de 2,9 m³/h, et sur un taux de creusement de 77% on a obtenu le débit standard de 0,5 m³/h (débit standard centrafricain). Il s'agit là de données concernant le creusement de 13 forages dans les secteurs granitique et gréseux, et comme il n'existe pas de données relatives à la répartition des couches, on estime que les forages ratés l'ont été dans le secteur granitique.

Les données de référence suivantes peuvent être fournies:

- 1) Ville de BOUAR, forage de la mission baptiste
Profondeur de creusement: 68 m
Profondeur de la formation granitique: 22,5 m
Débit de pompage: 9 m³/h
Profondeur de la nappe aquifère: 14,5 m
Profondeur des failles: 45,5 m, 53 m, 63 m

- 2) DOAKA, sous-préfecture de BOUAR, forage de la mission baptiste
Profondeur de creusement: 59,5 m
Profondeur de la formation granitique: 30,8 m
Débit de pompage: 4,5 m³/h
Profondeur de la nappe aquifère: 6,4 m
Profondeur des failles: 35 m, 40 m, 48 m, 53,8 m, 55,5 m

3) Ville de BAORO, forage de la mission baptiste

Profondeur de creusement: 61,5 m

Profondeur de la formation granitique: 28,6 m

Débit de pompage: 9 m³/h

Profondeur de la nappe aquifère: 12,5 m

Profondeur des failles: 31,5 m, 39,6 m, 43,8 m, 58,5 m

TABLEAU 3-2 PROJET SUEDOIS-CARACTERISTIQUES DES FORAGES REALISES (1987)

Localisation	Nombre de forages	Profondeur des forages (m)			Profondeur des niveaux statiques (m)			Débit air/lift (m ³ /h)			Taux succès pour 0,5 m ³ /h (%)
		mini.	max.	moy.	mini.	max.	moy.	mini.	max.	moy.	
Bozoum-Bata	10	25	87	48	10	20	14	0	7,2	2,7	78
*Baoro *Bouar *Baboua	13	20	76	46	6	32	20	0	9,0	2,9	77
Ngaoundaye	7	33	75	49	6	15	12	0,7	3,6	1,6	** 100
Kouki	6	28	57	38	12	19	15	1,2	12,0	4,0	** 100
Divers	38	18	102	43	9	52	27	0	12,0	2,2	75
Toutes régions	74	18	102	44	6	52	21	0	12,0	2,5	80

* Zone faisant l'objet du présent projet

** Valeurs peu significatives (échantillon trop réduit)

Source: PROJETS D'HYDRAULIQUE EN RCA 1987

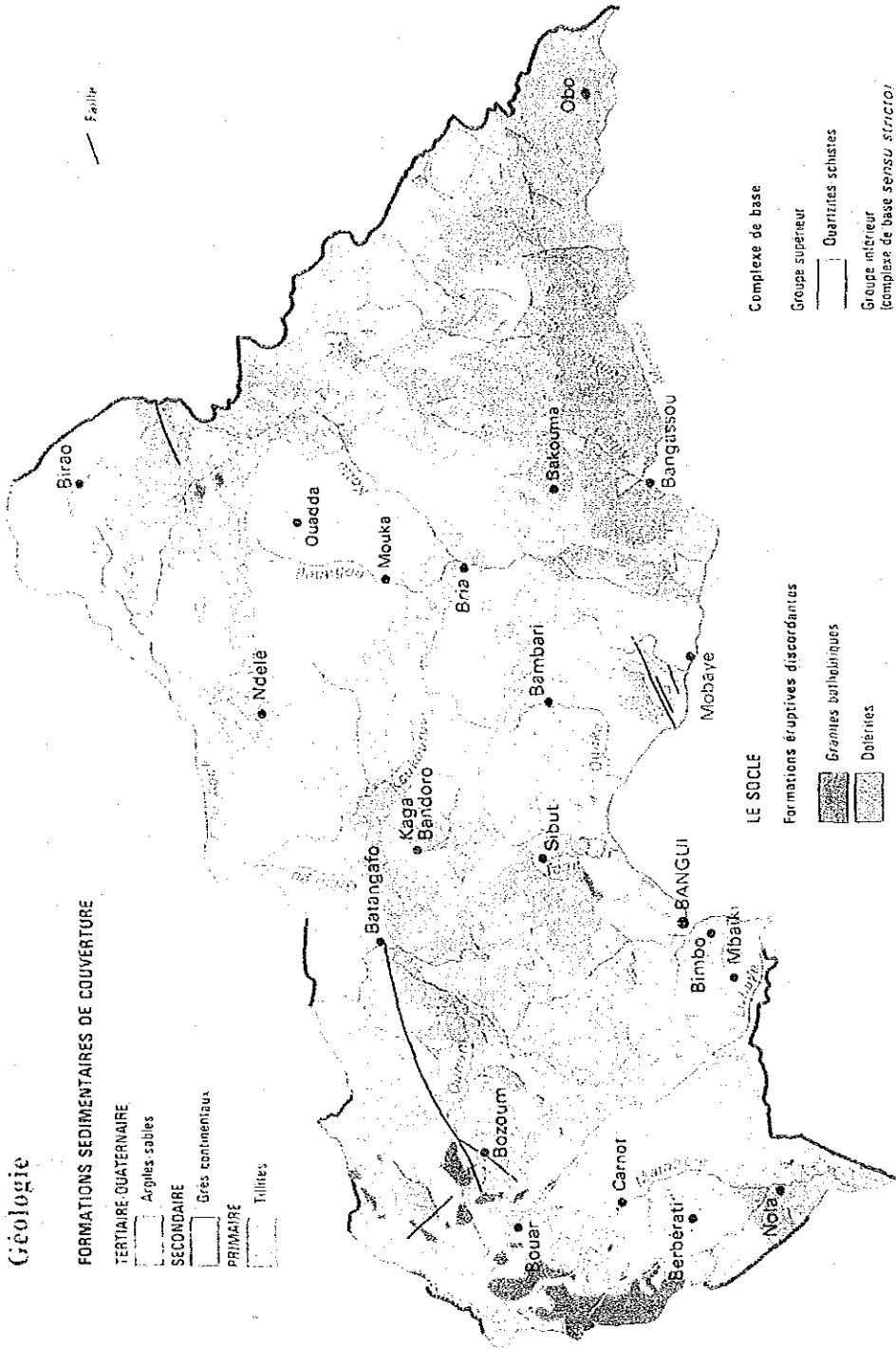
TABLEAU 3-3 EAUX SOUTERRAINES

SYSTEMES	UNITES LITHOSTRATIGRAPHIQUES	CAPTAGE			
		Type	Profondeur (m)	Débit instantané possible (m ³ /h)	USAGES
QUATERNAIRE	Alluvions indifférenciées	Puits	5 - 10	1 - 10	Hydraulique pastorale
	Néotchadien et Terminal Continental	Forage	50 - 150	10 - 100	Irrigation, AEP grandes villes
CENOZOIQUE	Sables, argiles, Sables, grès	Puits	10 - 30	1 - 5	Hydraulique pastorale
MESOZOIQUE	Carnot ~ Ouadda	Forage	100 - 200	10 - 50	Irrigation, Hydraulique urbaine
PALEOZOIQUE	Granites tardiset post-tectoniques	Forage	40 - 80	0 - 5	Hydraulique villageoise, petite irrigation
	Bakouma, Bougoulou, Bangui	Forage	40 - 100	0 - 20	Hydraulique villageoise, AEP centres secondaires, petite irrigation
PROTEROZOIQUE	Calcaires, dolomies	Forages	50 - 200	0 - 200	Irrigation, AEP grandes villes
	Intrusions basiques	Forages	40 - 80	0 - 5	Hydraulique villageoise, petite irrigation
ARCHEEN	Schisto-quartzitique et "greenstones belts"	Puits	5 - 30	0 - 5	Hydraulique pastorale
CATARCHEEN	Complexe de base				

Geologie

FORMATIONS SEDIMENTAIRES DE COUVERTURE

- TERTIAIRE-QUATERNAIRE
 - Argiles, sables
- SECONDAIRE
 - Grès continentaux
- PRIMAIRE
 - Tillites



LE SOCLE

Formations éruptives discordantes

- Granites batholitiques
- Dolérites

Précambrien terminal

- Unité supérieure
- Unité intermédiaire
- Unité inférieure
- Précambrien terminal indifférencié

Complexe de base

- Groupe supérieur
 - Quartzites schistes
- Groupe inférieur (complexe de base *sensu stricto*)
 - Gneiss, micaschistes
 - Amphibolites
 - Granulites
 - Migmatites
 - Granites anatectiques

Echelle 1 : 500 000
 0 100 200 km

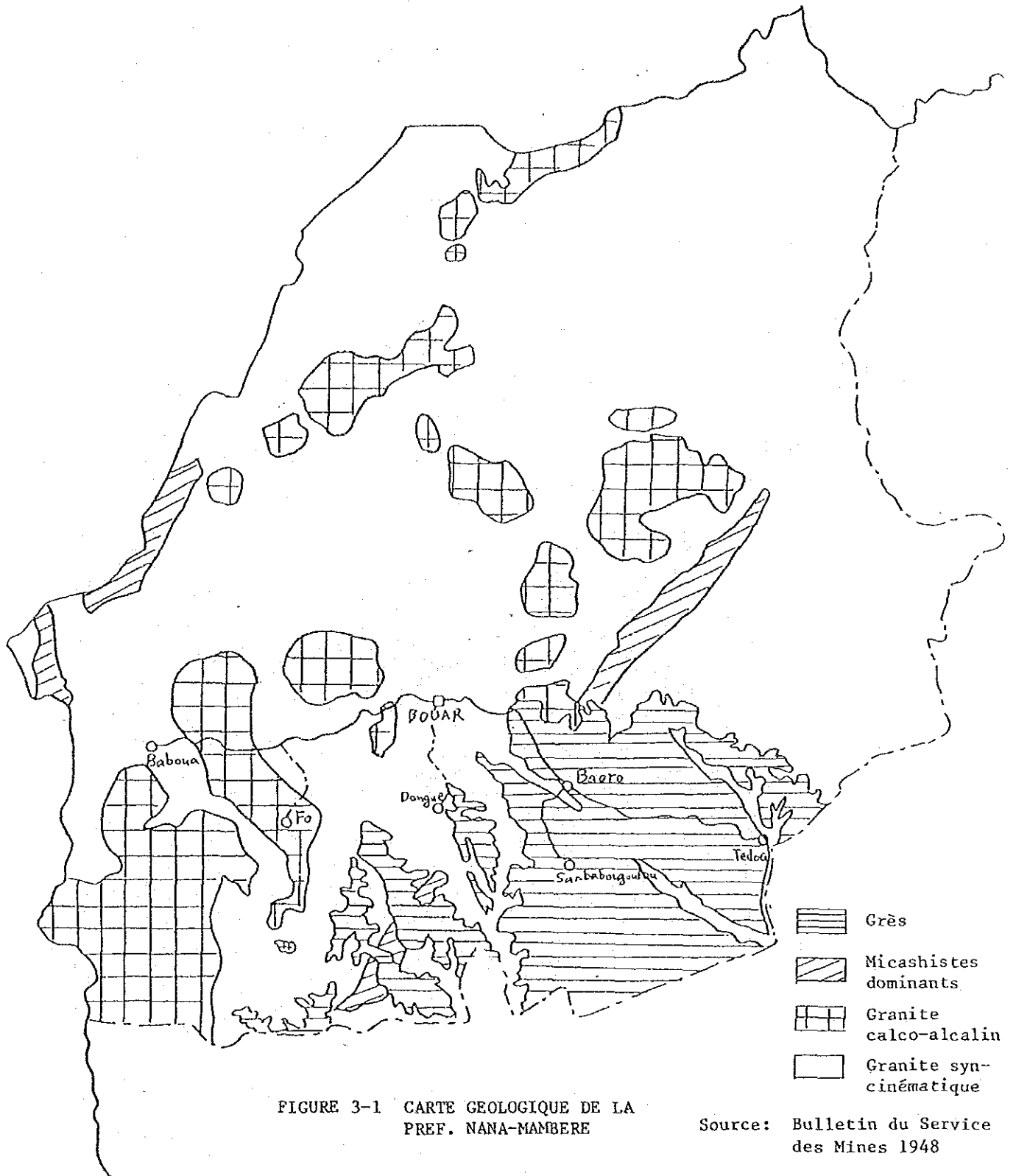
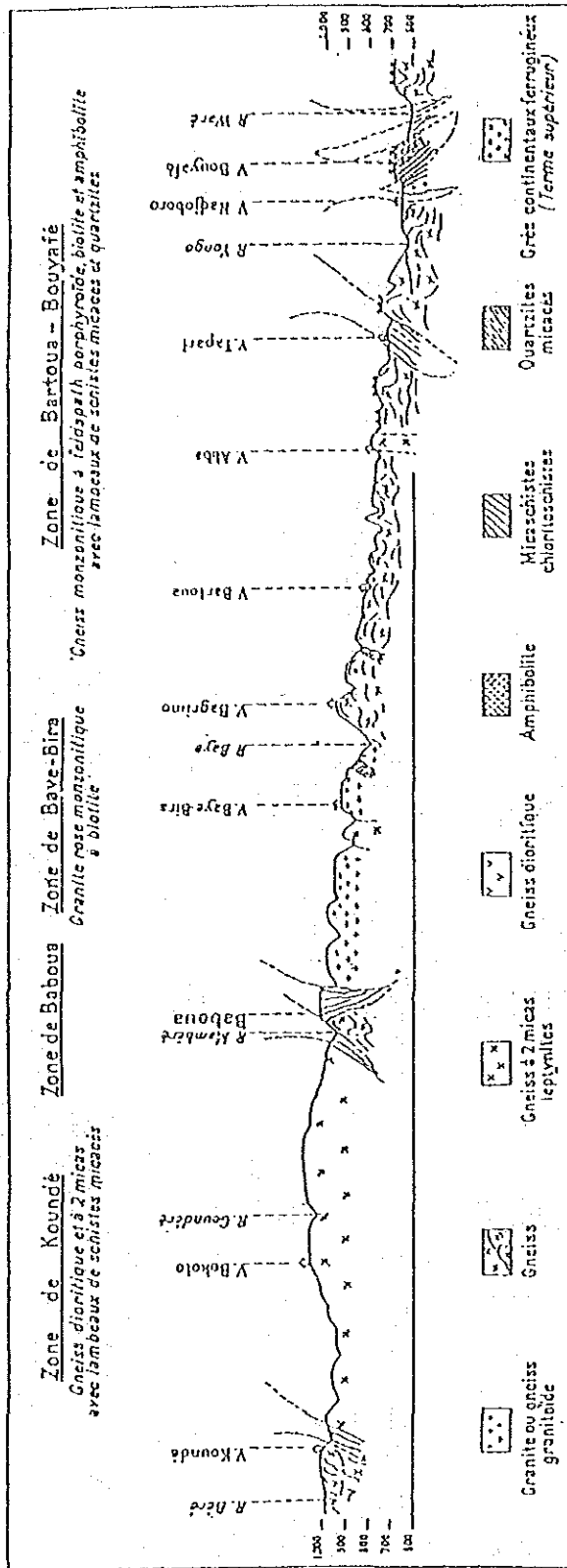


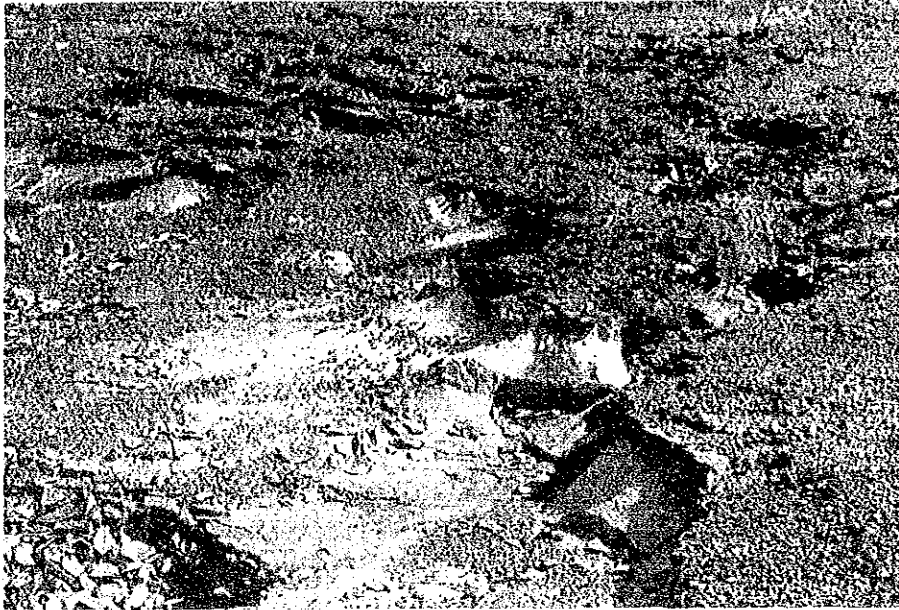
FIGURE 3-1 CARTE GEOLOGIQUE DE LA
 PREF. NANA-MAMBERE

Source: Bulletin du Service
 des Mines 1948

FIGURE 3-2 COUPE GEOLOGIQUE DE LA REGION BOUAR-BABOUA



Source: Bulletin du Service des Mines 1948



Roches sédimentaires,
grès et conglomérats
visibles le long de
la route nationale
n° 3.

Près de TEODA



Granites altérés du
socle visible le
long de la route
nationale n°3.

Près de BABOUA



Gros rocher grani-
tique du socle
visible à la limite
nord de la ville de
BOUAR.

3-2-3 Puits existants et état des eaux souterraines

Comme du côté centrafricain, on ignore le nombre des puits existants et leur répartition, il est difficile d'avoir des indications précises à ce sujet, mais l'étude sur place a révélé les points suivants.

1) Types de puits

Les puits existant dans la zone du projet se divisent en puits et en forages selon la méthode de creusement utilisée.

Dans les villages, il n'existe pratiquement pas de puits ni de forages, et la plupart des habitants s'alimentent aux sources et rivières avoisinantes.

TABEAU 3-4 CLASSIFICATION DES PUIITS

GENRE	TYPE	MOYEN DE PUISAGE	NAPPE	REMARQUE
PUIITS OUVRAGE PAR DES FORCES HUMAINES	Puits tradi- tionnels	Puisage à main avec une corde	Nappe phréatique	Peu profond (moins de 10 m) dû à l'effondrement du trou creusé sans revêtement. Tarrissement pendant la saison sèche, susceptible d'être contaminé.
	Puits modernes	Pompe à main	Nappe phréatique	Ensemble des puits dont la profondeur est inférieur à 20 m et équipés de pompes à main. On n'a pas eu l'occa- sion de les observer sur les sites.
FORAGE OUVRAGE PAR DES FOREUSES	Forages équipés de pompe	Pompe à pédale Pompe à main Pompe à manivelle	Nappe phréatique Nappe captive	Produisent l'eau de bonne qualité et hygiénique avec moins de force pour le puisage. Mais n'existent pratiquement pas dans la zone rurale.

2) Forme et structure des puits

Les Figures 3-4 et 4-4 montrent la forme et la structure des différents puits, et que divers types de pompe manuelle sont utilisés

en République Centrafricaine. Dans les projets hydrauliques suédois, divers types de pompes manuelles de plus ou moins bonne qualité sont utilisées, mais on n'a pas fixé de pompe idéale.

3) Utilisation des eaux souterraines

L'utilisation des eaux souterraines dépendant des conditions hydrogéologiques locales, elle peut se diviser comme suit:

- i) A proximité des bassins des rivières, on utilise des puits traditionnels puisant le courant de fond des rivières. Comme le courant de fond stagne à quelques mètres de profondeur, la structure des puits traditionnels est simple, mais le problème du tarissement en saison sèche et de la pollution est important.
- ii) Il existe des puits traditionnels qui puisent l'eau libre que l'on peut atteindre par creusement manuel dans les couches au-dessus du socle. Ses eaux libres sont situées à environ 10 m de la surface, et ces nappes sont partiellement exploitées dans la zone du projet. Mais la variation du niveau des eaux est importante selon les saisons, et le problème du tarissement en saison sèche existe aussi.
- iii) Les forages creusés dans le cadre des projets hydrauliques suédois dans la zone du projet, à l'aide de foreuses pour puiser l'eau des nombreuses failles du socle dans cette zone sont peu nombreux, mais ces eaux seront exploitées dans le cadre du projet d'exploitation des eaux du Plan Quinquennal (1986-1990), et l'on place de grands espoirs dans leurs volume, qualité et salubrité.
- iv) Il y a une nappe aquifère à la limite entre le socle et les strates au-dessus, qui jaillit en sources sur la pente ou à l'extrémité des plateaux, et comme ces sources ne tarissent pas durant la saison sèche, elles peuvent servir pour assurer l'eau potable pour la vie quotidienne. Mais le transport de l'eau pose des problèmes à cause de leur éloignement des villages et de la

dénivellation. Cette eau de source servant comme eau potable, eau pour la vaisselle, la lessive et le bain, il faut donc créer des installations permettant son utilisation hygiénique publique.

4) Méthodes de pompage et de transport

La méthode de pompage dépend en général de la profondeur de la nappe aquifère; dans la zone du projet, on puise l'eau des puits traditionnels à l'aide d'un seau suspendu à une corde. Aux puits modernes ou aux forages, on puise par pompe manuelle, mais on a pu constater qu'aucun forage n'était équipé d'une pompe noyée moderne à volume de pompage important.

En dehors de la ville de BOUAR, il n'y a pas d'installations d'adduction d'eau, et en général, les femmes et les enfants des villages vont puiser l'eau aux sources ou rivières situées en moyenne à 800 m, avec une dénivellation de 30 à 50 m, à l'aide d'un seau, pot de terre ou d'unealebasse qu'ils portent sur la tête, et le transport de l'eau est donc très pénible.

FIGURE 3-3 STRUCTURES DES PUIITS

i) Puits traditionnel

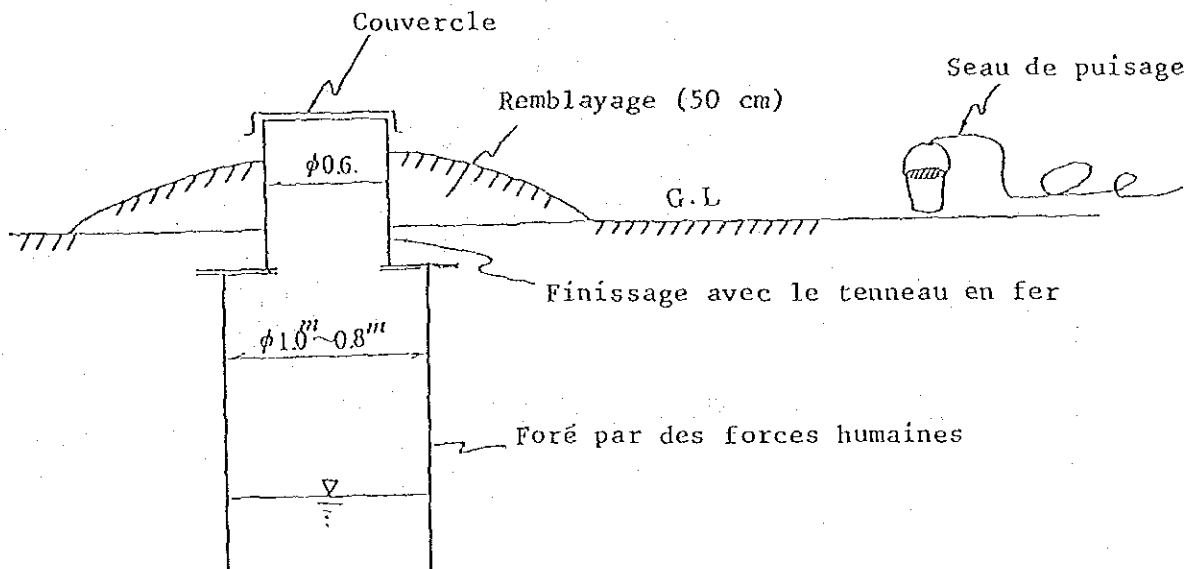


FIGURE 3-4 PUIITS MODERNES (TYPE AMELIORE)

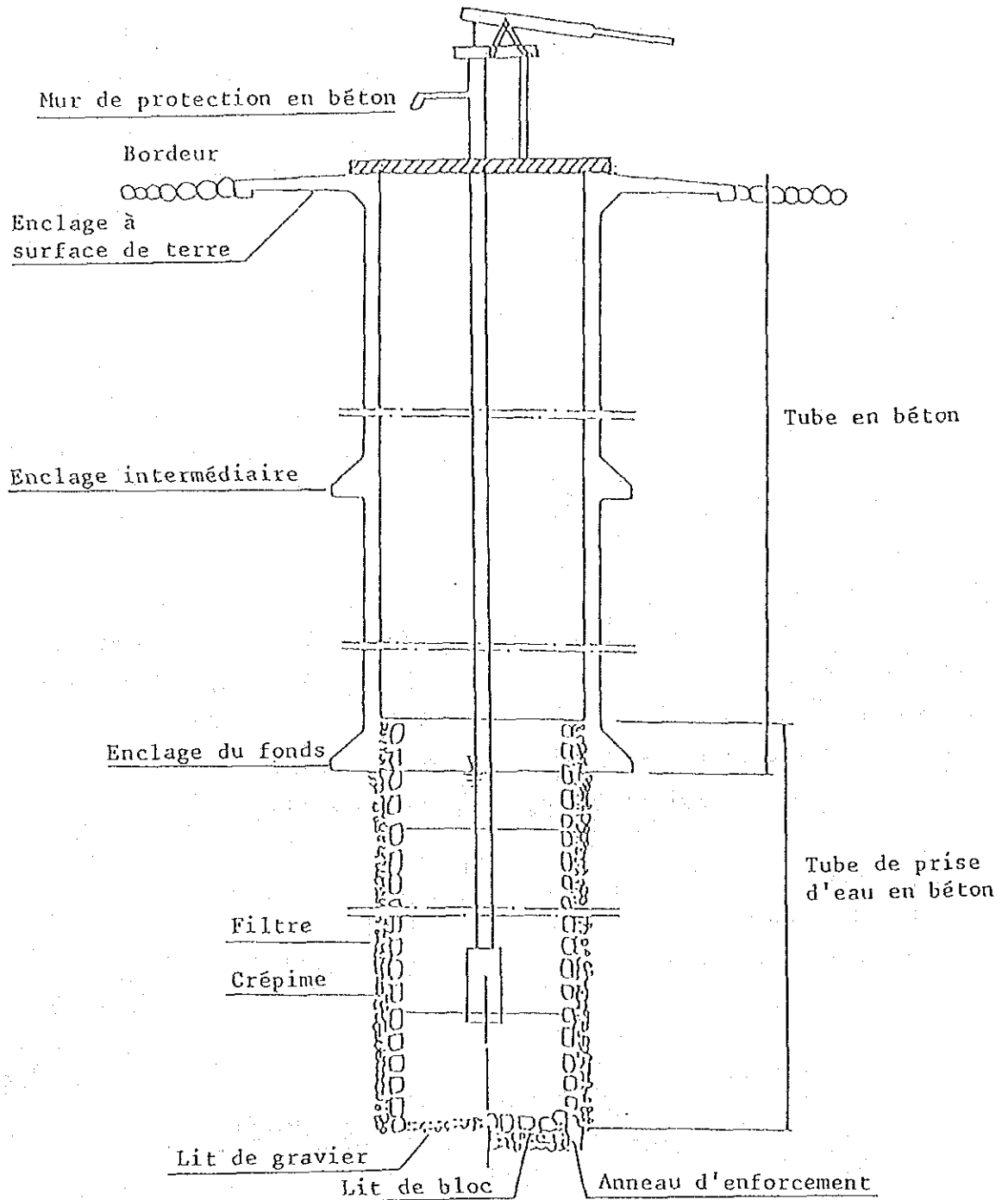
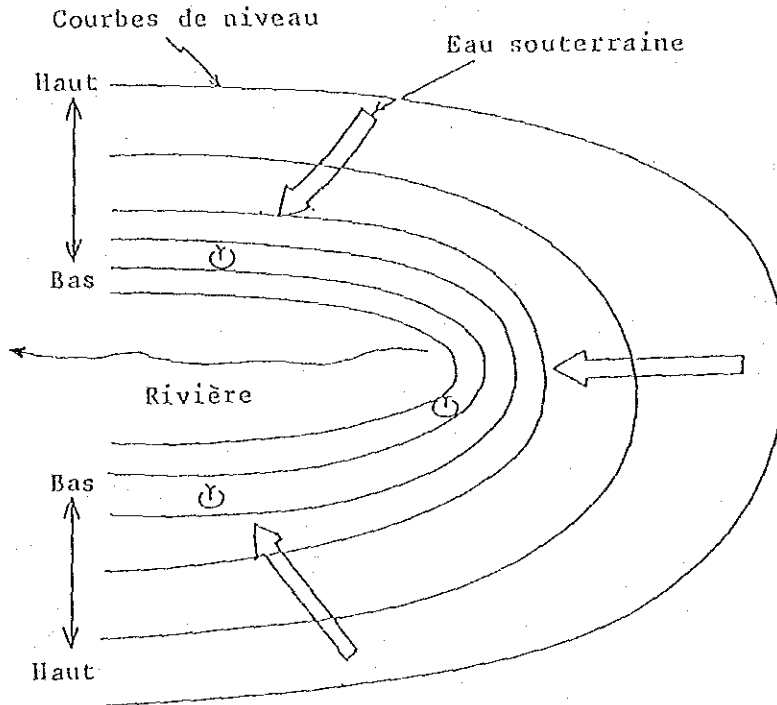
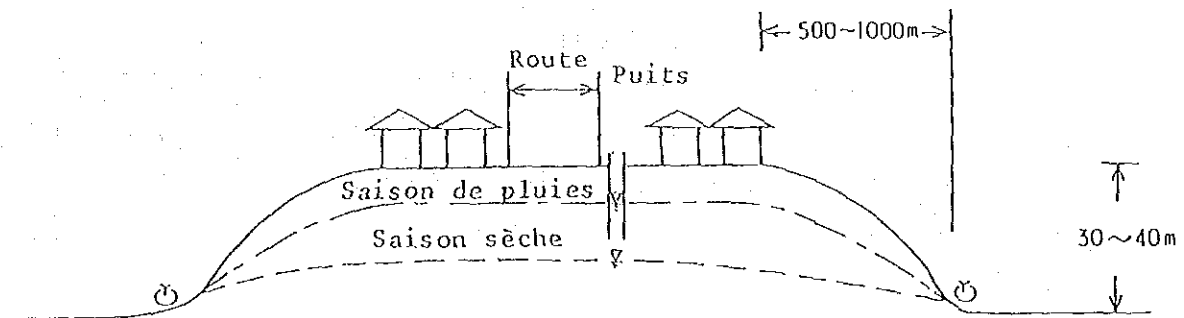


FIGURE 3-5 ETAT DES EAUX SOUTERRAINES DU ZONE CONCERNEE



Vue en plan indiquant la situation
environnementale d'une source



Vue en coupe

3-2-4 Prospection électrique

Une prospection électrique a été effectuée afin de comprendre la structure hydrogéologique des sites prévus pour la construction des forages dans la zone du projet. Sur les sites de la prospection, la Direction Générale de l'Hydraulique a étudié l'existence ou non de puits, la densité de population, la distance de transport de l'eau, et le pourcentage des maladies liées à l'eau insalubre, et comme le montre le Tableau 2-13, nous avons effectué cette prospection sur les sites des 20 villages et des 3 villes de BOUAR, BABOUA et BAORO où l'urgence de construction de forages est considérée la plus grande.

Les sites de l'enquête et ceux de la prospection sont indiqués par le Tableau 3-5 et la Figure 3-6.

1) Méthode de mesure et instruments utilisés

Nous avons effectué une prospection verticale jusqu'à 100 m de profondeur selon la méthode de Wenner. Comme la résistance de la couche superficielle était forte, nous avons dû employer des instruments de type polymère, et essayé d'améliorer le rapport S/N.

Pour l'analyse des résultats, nous avons utilisé la courbe standard de Wenner et la courbe auxiliaire $nAnFTKA$.

Type	Caractéristiques
MCOHM (fabrication japonaise)	Tension de sortie: 400 Vc-c (courant standard) Ampérage: 1, 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200 mA (courant standard) Impédance d'entrée: 1 M Ω Potentiel de mesure: $\pm 0,6$ V, ± 6 V Capacité d'analyse: 20 μ V Fréquence d'empilage: 1, 4, 16, 64 Tension de fonctionnement: 12 V CC Avec mémoire de données

TABLEAU 3-5 DETAIL DES EMPLACEMENTS D'ETUDE

Sous-préfecture	Village	Population	Nbre de forages prévus	Nbre d'emplacements mesurés	Passage de gros camion	Remarques
BOUAR	En ville	48.038	6	7	Possible/ route principale	
	DONGUE	944	2	2	Impossible/ route secondaire	
	YANGBA-BENOU	753	1	2	"	
	ZOUTOUA	835	2	2	"	
	SERVICE	—	—	2	Possible/ route secondaire	
	YENGA	622	1	1	Possible/ route principale	
	KOURSOU	603	1	1	"	
	DOAKA	1.385	2	3	"	
BAORO	En ville	7.970	5	5	"	
	SAMBA-BOUGOULA	1.451	2	2	"	Puit existant
	NGOMBOU	514	1	1	"	
	BORMO	447	1	1	"	
	BAOUI	1.397	2	2	"	Puit existant
	TRDOA	865	2	2	"	Puit existant
BOBOUA	En ville	6.506	5	5	"	
	LOKOTO-MBANGUI	877	3	3	"	
	GALLO-BOYAN	484	1	1	"	
	BROUS	—	2	2	Possible/ route secondaire	
	YANGBA	437	2	2	Impossible/ route secondaire	
	ZARAMI	443	1	1	"	
	FO	2.707	47	3	"	
	BANDIO	450	2	2	"	
TOTAL	22	77.728	*47	52		

* L'état des voies de communication a rendu la prospection électrique impossible dans les villages de NAMBENAM et BANGEREM, ce qui a fait baisser le nombre total de forages du projet de 50.

2) Résultats de la prospection électrique

L'Appendice IV indique des sections de résistivité de la zone prospectée figurent dans l'Appendice IV. La résistivité nous a permis de diviser la structure du sol en 3 à 5 couches, que nous appellerons couches 1, 2, 3 à partir de la surface du sol, et de découvrir les 3 types principaux de structure selon la résistivité.

i) Type A

La première couche se compose de latérite sèche et d'argile. La seconde couche a une résistivité inférieure à 500 Ω -m, et sous la troisième couche la résistivité est à nouveau forte. La seconde couche se compose de sable et de gravier, et correspond à des roches très altérées qui peuvent renfermer une nappe d'eau. Sous la troisième couche, c'est un socle à peu de failles, peu susceptible de contenir de l'eau.

ii) Type B

La première couche est similaire à celle du type A, mais la seconde couche a une résistivité supérieure à 1.000 Ω -m, et dessous, il y a une couche à résistivité inférieure à 1.000 Ω -m. La seconde couche se compose de roches altérées, et sous la troisième couche il est fort possible qu'il y ait une couche de roches fragmentés et fissurées. Les couches de roches fragmentées renferment souvent des nappes aquifères importantes. Il serait intéressant de prospecter plus avant cette couche pour connaître sa taille et sa répartition.

iii) Type C

La première couche est composée de latérite et de roches fragmentées altérées et agglomérées. Sous la seconde couche, il y a une couche épaisse en profondeur à résistivité supérieure à 1.000 Ω -m, et la résistivité augmente proportionnellement à la profondeur. Le socle rocheux est peu profond, et il est peu probable qu'en profondeur il y ait une couche de roches fragmentées et fissurées renfermant une nappe aquifère. Du point de vue hydrogéologique, la probabilité de découvrir une nappe aquifère dans ce type de structure est faible, et il sera donc nécessaire d'élargir la prospection dans ce secteur.

La relation entre la couche de résistivité et la structure géologique permet d'avoir un aperçu de la répartition des couches aquifères. De plus, la résistivité de la couche aquifère variant selon la résistivité de la nappe aquifère, on peut en général prévoir et estimer la couche aquifère d'après la formule suivante.

$$p_a = F \times p_w$$

où: p_a : résistivité de couche ($\Omega\text{-m}$)
 F : résistivité de la nappe aquifère ($\Omega\text{-m}$)
 p_w : coefficient de couche (1 à 8)

Nous avons effectué une prospection électrique à proximité de 2 puits existants à SAMBA-BOUGOULA et BAOUI. La résistivité de la nappe aquifère p_w était de 870 $\Omega\text{-m}$ et 640 $\Omega\text{-m}$, et la résistivité des couches 2 et 3 respectivement de 2.600 à 6.000 $\Omega\text{-m}$ et de 3.750 à 1.650 $\Omega\text{-m}$. Le coefficient de couche F était de 2,9 à 6,9 et 2,6 à 5,9, donc dans la plage standard. Dans les autres secteurs, nous avons estimé la couche aquifère en fonction de la résistivité des eaux de surface et des sources.

3) Résultats de la prospection électrique dans les différents secteurs

i) Sous-préfecture de BOUAR

[Ville de BOUAR]

La couche aquifère se répartit dans les couches 2 et 3, avec une résistivité de 225 à 600 $\Omega\text{-m}$, et elle se trouve entre 20 et 25 m de profondeur. La structure est presque toujours de type A. Le socle étant assez proche de la surface, on ne peut pas espérer de volume de pompage important. En profondeur, on a également trouvé les fragments de roches du type B prévus.

[DONGUE]

On peut penser que la couche 3 à résistivité de 270 à 470 $\Omega\text{-m}$ est de type aquifère, mais toutes ces couches sont à moins de 20 m de profondeur,

et comme en dessous il y a le socle, on ne peut pas espérer de volume de pompage important.

[YANGBA-BENOU]

Il s'agit d'un type B où des roches fragmentées se trouvent dans les couches du socle. La couche aquifère se situe à plus de 35 m de profondeur.

[ZOUTOUA]

La couche de roches altérées au-dessus du socle est une couche aquifère, mais elle se trouve à seulement 15 m de profondeur, et son épaisseur est assez faible.

[SERVICE]

La couche aquifère est une couche de roches fragmentées et de failles dans le socle située entre 50 et 60 m de profondeur, et d'une résistivité de 483 à 550 Ω -m. La profondeur et l'épaisseur de la couche étant considérables, il s'agit sans doute d'une bonne couche aquifère.

[YENGA]

La couche aquifère est la seconde couche d'une résistivité de 225 Ω -m, située à une profondeur de 32 m. Elle remplit les conditions requise d'une bonne couche aquifère.

[KOURSO]

A plus de 50 m de profondeur, il y a une structure de type B avec roches fragmentées et failles, mais la couche au-dessus a une forte résistivité (roches dures), ce qui rendra certainement le creusement difficile. Comme la mesure n'a été effectuée qu'à un endroit, il faudra étudier la répartition des roches fragmentées et des failles dans la couche.

[DOAKA]

Les variations du socle étant importantes, on trouve des structures de types A et B. Les couches aquifères se situent à une profondeur variant de 15 à 70 m. Si l'on considère le relief vers l'ouest du

centre du village, le sol semble prometteur en eau souterraine.

ii) Sous-préfecture de BAORO

[Ville de BAORO]

En général, les couches à faible résistivité semblent situées à une profondeur de plus de 30 m, et on peut présumer qu'il y a également des couches à roches fragmentées et failles. Si l'on choisit un emplacement où la couche supérieure à forte résistivité n'est pas épaisse, il sera sans doute facile de creuser des forages. La couche aquifère se trouve entre 30 et 50 m de profondeur.

[SAMBA-BOUGOULA]

D'après les mesures faites à proximité d'un puits existant, la couche aquifère se trouve dans la couche 3 à résistivité de 6.000 à 6.900 Ω -m. La résistivité de la nappe aquifère étant forte, celle de la couche aquifère également. A partir d'une profondeur de 30 à 35 m, il y a le socle avec peu de fissures et d'une résistivité de 24.000 à 30.000 Ω -m.

[NGOMBOU]

La résistivité des couches en profondeur étant forte, il s'agit d'un type A, et l'on pense que la couche aquifère se situe à 37 m de profondeur, dans la couche 3 à 1.600 Ω -m de résistivité.

[MBORMU]

Le socle se trouvant à moins de 20 m de la surface, et la résistivité de la couche de roches altérées au-dessus étant forte, cela laisse à prévoir qu'il n'y a pas de couche aquifère.

[BAOUI]

Selon la mesure faite à proximité d'un puits, les couches 3 et 4 à résistivité respectives de 3.750 et 1.650 Ω -m sont des couches aquifères, et se situent à 35 m de profondeur. Les mesures faites en d'autres points ont montré que le socle se trouvait à seulement 13 m de la surface, ce qui ne convient pas à l'exploitation des eaux souterraines. On estime que la configuration du socle est irrégulière dans ce secteur, et il faudra choisir un emplacement à couche de roches

altérées épaisse pour la construction du forage.

[TEDOA]

Au-delà de la couche 3, des couches à faible résistivité se succèdent en profondeur. La résistivité de l'eau de ces couches étant inférieure à celle de l'eau de source, il est fort possible qu'il s'agisse de couches de roches altérées argileuses peu perméables. On estime qu'en tant que couches aquifères, le volume estimatif de pompage est faible.

iii) Sous-préfecture de BABOUA

[Ville de BABOUA]

On a rencontré des structures de types A et B. La couche aquifère de type A se trouve entre 15 et 35 m de profondeur, et la couche aquifère de type B correspond à une couche de roches fragmentées et très faillée, située à plus de 15 à 55 m de profondeur.

[YANGBA]

La résistivité augmente avec la profondeur, et l'on pense que la couche 2, qui se trouve à 42 m de profondeur, est une couche aquifère. La résistivité des couches 2 et 3 étant supérieure à 1.300 Ω -m, le socle semble peu fissuré, et on ne peut pas espérer trouver de couche aquifère intéressante.

[FO]

La couche aquifère est la couche 3 d'une résistivité de 600 à 1.200 Ω -m, qui s'étend jusqu'à 50-60 mètres de profondeur. Elle renferme sans doute une nappe intéressante à exploiter.

[ZARAMI]

La couche 3 au-dessus du socle est une couche aquifère qui se situe à 30 m de profondeur.

[BANDIO]

Le socle à forte résistivité se trouve à faible profondeur, et au-dessus, on trouve une couche de roches altérées. Mais la résistivité de cette couche étant relativement forte, on ne peut pas espérer trouver

de nappe exploitable.

[LOKOTI]

La couche aquifère correspond aux couches 3 et 4 d'une résistivité de 250 à 400 Ω -m, situées entre 35 et 55 m de profondeur, et laisse espérer des ressources en eau abondantes.

[GOLO-BOUYA]

La couche aquifère est la couche 4 d'une résistivité de 480 Ω -m, située à 25 m de profondeur.

[BROUS]

Le socle se trouve à une profondeur de 30 m, et la couche de roches altérées au-dessus est une couche aquifère. Cette couche à résistivité supérieure à 500 Ω -m étant peu fissurée, on ne peut pas espérer des ressources en eau abondantes.

Les résultats d'étude ci-dessus ont permis d'évaluer de manière générale les différents secteurs prévus pour la construction de forages comme le montrent les Tableaux 3-6 à 8. On a évalué la résistivité et l'épaisseur de la couche aquifère. Si une couche épaisse à forte résistivité se trouvait au-dessus de la couche aquifère, le creusement devenant plus difficile à cause de la roche dure, on a réduit l'appréciation.

L'estimation a été faite selon les trois niveaux suivants:

- O : Forte probabilité de couche aquifère riche en eau
- Δ : Le volume de pompage est faible, ou bien le creusement est rendu difficile par la dureté de la roche.
- x : Faible probabilité de présence de couche aquifère.

TABLEAU 3-6 ESTIMATION DU DEVELOPPEMENT DES EAUX
SOUTERRAINES DANS LA SOUS-PREFECTURE DE BOUAR

Secteur	Emplacement de mesure	Nature de la couche aquifère	Résistivité	Profondeur de la couche aquifère	Esti-ma-tion	Remarques
En ville	No. 1	Grès, roches très altérées	230 Ω -m	15 m	△	Fissures assez nombreuses dans le socle
	No. 2	"	240 Ω -m	15 m	△	
	YAYA	Roches altérées	500 Ω -m	10	△	
	QTIER	"	600 Ω -m	20 m	○	Roches fragmentées à plus de 33 m
	Hôpital	"	530 Ω -m	20 m	○	
	HAOUSSA	"	1.030 Ω -m	20 m	×	Socle à faible profondeur
	BOY-FINI	"	650 Ω -m	20 m	△	
DONGUE	No. 1	Roches très altérées	470 Ω -m	10 m	×	Socle à faible profondeur
	No. 2	Grès, roches très altérées	270 Ω -m	20 m	△	
YANGBA-B'ENOU	No. 1	Roches fragmentées, couche fissurée	600 Ω -m	35 m<	○	
	No. 2	"	290 Ω -m	65 m	△	Quelques fissures à plus de 25 m
ZOUTOUA	No. 1	Grès, roches très altérées	200 Ω -m	15 m	△	Fissures assez nombreuses jusqu'à 56 m
	No. 2	"	240 Ω -m	15 m	×	Socle à faible profondeur
SERVICE	No. 1	Roches fragmentées, couche fissurée	480 Ω -m	50 m	○	
	No. 2	"	550 Ω -m	60 m	○	

Secteur	Emplacement de mesure	Nature de la couche aquifère	Résistivité	Profondeur de la couche aquifère	Estimation	Remarques
YENGA	No. 1	Grès, roches très altérées	230 Ω -m	30 m<	○	
KOURSO	No. 2	Roches fragmentées, couche fissurée	110 Ω -m	50 m	△	Pénétration réduite par le caractère argileux
DOAKA	No. 1	Roches altérées	700 Ω -m	30 m	○	
	No. 2	Roches fragmentées, couche fissurée	450 Ω -m	70 m	○	
	No. 3	Roches très altérées	390 Ω -m	15 m	×	Socle à faible profondeur

TABLEAU 3-7 ESTIMATION DU DEVELOPPEMENT DES EAUX SOUTERRAINES DANS LA SOUS-PREFECTURE DE BOARO

Secteur	Emplacement de mesure	Nature de la couche aquifère	Résistivité	Profondeur de la couche aquifère	Estimation	Remarques
En ville	No. 1	Roches fragmentées, couche fissurée	320 Ω -m	20 m<	○	
	No. 2	Grès, roches très altérées	95 ~ 560 Ω -m	40 m	○	
	No. 3	Roches fragmentées, couche fissurée	390 Ω -m	30 m<	○	
	No. 4	"	350 Ω -m	55 m<	△	En profondeur
	No. 5	Grès, roches très altérées	125 Ω -m	65 m	△	Pénétration réduite par le caractère argileux
SAMBA-BOUGOULA	No. 1	Roches altérées	6.000 Ω -m	30 m	○	

Secteur	Emplacement de mesure	Nature de la couche aquifère	Résistivité	Profondeur de la couche aquifère	Estimation	Remarques
SAMBA-BOUGOULA	No. 2	Roches altérées	6.900 Ω -m	35 m	△	Fissures assez importantes
NGOMBOU		"	1.600 Ω -m	40	○	
MBORMO		"	1.100 Ω -m	20	△	Forte résistivité
BAOUI	No. 1	"	1.650 Ω -m	35	○	Roches fragmentées à plus de 60 m
	No. 2	Roches très altérées	340 Ω -m	15 m	×	Socle à faible profondeur
TEDOA	No. 1	Grès, roches très altérées	81 Ω -m	75 m	△	Pénétration réduite par le caractère argileux
	No. 2	"	192 Ω -m	15 m<	△	"

TABLEAU 3-8 ESTIMATION DU DEVELOPPEMENT DES EAUX SOUTERRAINES DANS LA SOUS-PREFECTURE DE BOBOUA

Secteur	Emplacement de mesure	Nature de la couche aquifère	Résistivité	Profondeur de la couche aquifère	Estimation	Remarques
En ville	No. 1	Roches altérées	2.670 Ω -m	15 m	×	Socle à faible profondeur
	No. 2	Roches très altérées	230 Ω -m	35 m	○	Fissures jusqu'à 50 m
	No. 3	"	440 Ω -m	5 m	×	Socle à faible profondeur
	No. 4	Roches fragmentées, couche fissurée	180 Ω -m	15 m<	○	
	No. 5	"	620 Ω -m	55 m<	△	En profondeur
LOKOTI	No. 1	Roches très altérées	390 Ω -m	55 m	○	

Secteur	Emplacement de mesure	Nature de la couche aquifère	Résistivité	Profondeur de la couche aquifère	Estimation	Remarques
LOKOTI	No. 2	Roche très altérées	260 Ω -m	35 m	○	
	No. 3	"	390 Ω -m	40 m	○	
GALO-BOUYA		Roches altérées	480 Ω -m	25 m	○	
BROUS	No. 1	"	240 Ω -m	20 m<	△	Fissures assez nombreuses jusqu'à 30 m
	No. 2	"	500 Ω -m	30 m	○	
YANGBA	No. 1	"	1.560 Ω -m	10 m	×	Socle à faible profondeur
	No. 2	"	1.200 Ω -m	40 m	○	
ZARAMI		"	1.120 Ω -m	30 m	○	
FO	No. 1	"	1.200 Ω -m	60 m	○	
	No. 2	"	600 Ω -m	50 m	○	
	No. 3	"	1.740 Ω -m	30 m	△	Forte résistivité
BANDIO	No. 1	Socle	5.000< Ω -m	—	×	Socle à faible profondeur
	No. 2	Roches altérées	1.520 Ω -m	35 m	△	Forte résistivité

4) Conclusions de la prospection électrique

La mise au clair des résultats de la prospection électrique effectuée à 52 emplacements dans la zone prévue pour le creusement de forages nous a permis de dégager les points suivants:

- i) Probabilité de présence de couche aquifère riche forte pour 25 emplacements.
- ii) Volume de pompage faible ou des problèmes de creusement à cause de la roche dure à prévoir à 18 emplacements.
- iii) Probabilité de présence de couche aquifère faible à 9 emplacements
- iv) La structure géologique de la couche aquifère est la suivante. 18 emplacements: couche de gravier de roches altérées ou très altérées, 7 emplacements: couche de roches fragmentées ou très fissurées située dans le socle. Aux 27 autres emplacements, le socle se trouve à une faible profondeur, la couche aquifère est mince, ce qui ne laisse pas espérer de possibilité d'exploitation.
- v) Pour ce qui est de la profondeur de forage, si l'on creuse la couche de roches altérées jusqu'au socle, et la couche de roches fragmentées et fissurée jusqu'à 10 m, on obtient une profondeur moyenne de creusement de 39 m/forage.

En tenant compte de la précision de la prospection et de la profondeur de creusement moyenne de 46 m/forage de l'équipe suédoise (Tableau 3-2), on peut affirmer la pertinence de la profondeur de forage moyenne de 50 m/forage prévue pour ce projet.

- vi) La prospection électrique effectuée sur place, qui avait pour objectif de montrer la structure hydrogéologique de la zone prévue pour le projet d'exploitation des eaux souterraines, a été faite dans un délai très court, ce qui fait que les données nécessaires pour la construction des forages sont encore suffisantes. C'est pourquoi, avant le commencement des travaux de creusement, une autre prospection électrique devra être effectuée avec l'aide de l'équipe d'étude hydrogéologique de la Direction Générale de l'Hydraulique, pour permettre de mesurer les emplacements prévus pour le creusement.

Les cartes indiquant les emplacements où a été effectuée la prospection électrique figurent dans l'Appendice IV.

3-2-5 Qualité de l'eau

Nous avons fait des prélèvements de l'eau utilisée par les habitants des villages de la zone du projet, eau de source, eau de puits, eau de forage et eau de rivière pour analyser la qualité de l'eau comme suit: 16 prélèvements d'eau de source, 3 d'eau de puits, 7 d'eau de forage, 2 d'eau de rivière, soit un total de 28 prélèvements et nous avons procédé à l'analyse de la qualité sur ces prélèvements et de l'eau courante de la ville de BOUAR comme référence.

Les Tableaux 3-9 et 10 indiquent les résultats de cette analyse.

Ces données nous ont permis de comprendre que même si les sources étaient différentes, les eaux de la zone du projet avaient les caractéristiques suivantes:

- i) Pas d'odeur. Peu d'entre elles sont troubles.
- ii) La densité des ions d'hydrogène $\text{pH} = 4,4$ à $6,9$, montre que l'eau est de type acide. L'eau courante à $\text{pH} = 9,6$ est alcaline.
- iii) La conductivité électrique était de $9,7$ à $423,0 \mu\text{s/cm}$, 8 sur 28 des échantillons avaient une conductivité de plus de 100, et beaucoup une conductivité inférieure à 100. Cependant, on a pu noter une différence d'origine géologie: dans le secteur granitique (sous-préfectures de BOUAR et BABOUA) la conductivité est de $57,0$ à $423,0 \mu\text{s/cm}$ et dans le secteur gréseux (sous-préfecture de BAORO) de $9,7$ à $65,8 \mu\text{s/cm}$, ainsi les eaux du secteur granitique sont fortement conductrices.

Les valeurs faibles mesurées indiquent que la part dissolue est faible et que l'eau est de bonne qualité.

- iv) De l'ammoniaque NH_4 a été détecté dans 9 échantillons de l'eau de source de la sous-préfecture de BABOUA, mais la plupart n'ont pas montré de trace d'ammoniaque.
- v) On a détecté un grand nombre de colibacilles dans les eaux de

source et de puits, ce qui montre que ces eaux sont contaminées par des matières fécales.

- vi) Si l'on tient compte de la norme de qualité de l'eau courante de l'O.M.S., on peut dire que la densité des ions d'hydrogène dans tous les échantillons prélevés dénote une acidité non conforme à la norme. L'analyse chimique sur la présence d'ammoniaque a été négative pour 9 échantillons (32%), et celle sur la dureté absolue positive pour 5 échantillons (18%), les autres valeurs étant dans les limites autorisées.

Les résultats ci-dessus montrent que dans l'eau d'utilisation courante dans la zone du projet, la densité des ions d'hydrogène et la dureté absolue ne posent pas de problème majeur; mais celui de la présence d'ammoniaque, de colibacilles et d'autres bactéries dues à la pollution secondaire, montre que les habitants doivent être éduqués sur le plan de l'hygiène publique.

Pour ce qui est de l'hygiène publique, la mission baptiste s'y est attelée avant le creusement des puits, la construction des installations de forage et d'alimentation aux sources, et les résultats de cette éducation devraient bientôt apparaître.

TABLEAU 3-9 RESULTAT D'ANALYSE D'EAU (1)

No d'échantillon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Division administrative	BOUARO																
Sous-Préfecture	BOUARO																
Commune Rurale	BOUARO																
Village	BOUARO																
Type de points d'eau	Puits	Puits	Forage	Forage	Rivière	Eau de SNE	Source	Source	Puits	Rivière	Source	Source	Forage	Source	Source	Forage	Source
Odeur	néant	néant	néant	néant	néant	néant	néant	néant	néant	néant	néant	néant	néant	néant	néant	néant	néant
Turbidité	trans-parent	trans-parent	trans-parent	trans-parent	trans-parent	trans-parent	trans-parent	trans-parent	faible	faible	faible	faible	trans-parent	trans-parent	trans-parent	trans-parent	trans-parent
Température (°C)	25,8	25,9	25,8	25,8	25,8	25,1	25,8	25,0	24,7	25,9	25,0	25,0	24,2	25,1	25,4	25,3	24,2
PH	5,1	5,2	6,1	5,2	6,3	9,6	5,8	4,4	6,0	6,6	5,1	6,5	5,1	5,4	5,9	5,3	5,9
Conductivité électrique (µs/cm)	222,1	423,0	104,5	142,2	22,4	66,2	45,0	60,2	57,0	104,5	10,4	209,8	23,1	21,4	14,3	15,6	65,9
Ammoniacque NH4 (ppm)	ND	ND	ND	ND	1,0	ND	ND	ND	ND	1,5	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Fe2+ Fe3+ (ppm)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Ion de manganèse Mn2+ (ppm)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Ion de chlore Cl2- (ppm)	35	50	55	40	20	20	25	30	25	20	20	35	25	25	25	20	45
Dureté totale CaCO3 (ppm)	65	80	90	75	60	45	70	60	120	110	55	160	70	70	80	80	90
Microbes	Positif	Positif	Positif	Positif	Positif	Positif	Positif	Positif	Positif	Positif	Positif	Positif	Positif	Positif	Négatif	Négatif	Positif
Colibacille	Positif	Positif	Négatif	Négatif	Négatif	Négatif	Négatif	Négatif	Positif	Positif	Positif	Positif	Positif	Positif	Positif	Positif	Positif

* ND: Non détecté

TABLEAU 3-10 RESULTAT D'ANALYSE D'EAU (2)

No d'échantillon	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	Norme de qualité de l'eau potable WHO JAPON	
Division administrative	BABOUA													
Sous-Préfecture	BACRO													
Commune Rurale	BAWI-DEDOA		YORO-SAMBA-BOUGOULOU			BABOUA			FO			BINGUE		
Village	NGOMBOU TEDOA		SAMBA-BOUGOULOU			FO			LOKOTI-BANGUI		GALLO-BOYAN		ZARAMI	
Type de points d'eau	Source	Source	Forage	Forage	Forage	Source	Source	Source	Source	Source	Source	Source	Source	
Odeur	néant	néant	néant	néant	néant	néant	néant	néant	néant	néant	néant	néant	néant	
Turbidité	trans-parent	trans-parent	trans-parent	trans-parent	trans-parent	trans-parent	trans-parent	trans-parent	trans-parent	trans-parent	trans-parent	trans-parent	trans-parent	
Température (°C)	26,3	26,6	25,2	25,5	26,3	25,6	25,2	24,7	25,4	25,1	25,2	25,1	—	
PH	5,5	5,6	5,2	5,2	5,5	5,4	6,1	6,3	6,2	6,9	6,0	6,0	7,0~8,5	
Conductivité électrique (µs/cm)	36,3	13,0	11,5	13,0	9,7	64,5	45,8	63,3	117,6	124,8	45,8	47,8	—	
Ammoniaque NH ₄ (ppm)	ND	ND	5,0	ND	ND	supérieur à 10 ppm	3,0	2,0	2,0	4,0	ND	0,7	0,6	
Fe ²⁺ Fe ³⁺ (ppm)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,1	
Ion de manganèse Mn ²⁺ (ppm)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,3	
Ion de chlore Cl ²⁻ (ppm)	30	25	30	15	30	40	20	20	25	50	25	15	200	
Dureté totale CaCO ₃ (ppm)	80	75	45	60	50	50	75	80	115	115	70	40	100-300	
Microbes	Positif	Positif	Négatif	Négatif	Positif	Positif	Négatif	Négatif	Positif	Positif	Négatif	Positif	—	
Colibacille	Positif	Positif	Négatif	Négatif	Négatif	Négatif	Négatif	Positif	Positif	Positif	Négatif	Positif	inférieur à MPN (toute l'année)	

* ND: Non détecté

TABIEAU 3-11 VILLAGES OBJETS DE L'ETUDE SUR PLACE (1)

Sous-Préfectures	Communes rurales	Villages	Points Prospection élect.	Population	Type de points d'eau	Qualité d'eau	Maladies
BOUAR	BOUAR	DOAKA	7	48.038	Puits en grand nombre de cas, Forage/SNE en petite quantité	Microbes détectés, colibacille faible	Maladie diarrhétique, parasitaire, bilharziose
			3	1.385	Source	Microbes détectés	"
			1	603	Source (une des sources aménagée par la mission baptiste)	"	"
BOUAR	YENGA	YENGA	1	622	Source et Puits	Microbes et colibacille détectés	"
		NDONGUE	2	944	Rivière	"	"
		YANGBA-GBENOU	2	753	Source	"	"
		ZOTOUA	2	835	Source	"	"
		SERVICE	2	700~800	Source	—	"
BAORO	BAORO	BAWI	5	7.970	Source et forage	Microbes et colibacille détectés	"
			2	1.397	Source et forage	"	"
			1	447	Source	Microbes et colibacille détectés	"

TABLEAU 3-11 VILLAGES OBJETS DE L'ETUDE SUR PLACE (2)

Sous-Préfectures	Communes rurales	Villages	Points Prospection élect.	Population	Type de points d'eau	Qualité d'eau	Maladies	
BAORO	BAWI-TEDOA	NGOMBOU	1	514	Source	Microbes et colibacille détectés	Maladie diarrhétique, parasitaire, bilharziase	
		TEDOA	2	865	Source	"	"	
	YORO-SAMBABOUGOULO	SAMBA-BOUGOULO	2	1.451	Forage		"	
BABOUA	FO	BABOUA	5	6.506	Source	Microbes et NH ₄ détectés	"	
			3	2.707	Rivière	NH ₄ détectés	"	
			3	877	Source	Colibacille et NH ₄ détectés	"	
	FO	FO	GALLO-BOYAN	1	484	Source	Microbes et colibacille détectés	"
				2		Rivière	"	"
				2	450	Source	—	"
				2	437	Source		"
	BINGUE	BINGUE	ZARAMI	1	443	Source	Microbes et colibacille détectés	"

3-3 Etude de l'hydrologie rurale du Comité National de l'Eau et de l'Assainissement

Depuis 1986, le Comité National de l'Eau et de l'Assainissement a effectué une série d'études sur place afin d'obtenir des données concernant les sources d'eau et des données permettant de prévoir les besoins en eau dans chaque préfecture de la République Centrafricaine dans le cadre des Etudes et Préparatifs pour le Plan Principal d'Hydraulique Rurale (nom du projet de la République Centrafricaine).

Dans la préfecture de NANA-MAMBERE où se trouve la zone du projet, on a été sélectionné 246 villages parmi les 759 des sous-préfectures de BOUAR, BAORO et BABOUA, et obtenu les données d'hydraulique rurale indiquées dans les Tableaux 3-13 à 35 sous forme d'enquête-modèle. Ces données concernent 32% des villages de la préfecture et 53% de sa population totale.

TABLEAU 3-12 ACTIVITES REALISEES

Sous-Préfectures	Population totale	Nombre total des villages	Réalisé			
			Nombre de vil-lages	Taux de réalisa-tion	Popula-tion	Taux de réalisa-tion
BOUAR	44.818	415	97	13%	20.432	17%
BAORO	21.700	84	36	5%	11.000	9%
BABOUA	54.633	260	113	15%	32.400	27%
TOTAL	121.149	759	246	(32%)	63.832	(53%)

Comme il s'agit d'une enquête-modèle, les données obtenues ne concernent pas l'ensemble de la préfecture de NANA-MAMBERE, mais d'après l'enquête sur place que nous avons réalisée (sur 20 villages et 3 villes), les données d'hydraulique rurale obtenues semblent pertinentes.

Les données des Tableaux 3-13 à 35 permettent de faire les déductions suivantes:

- 1) Les points d'approvisionnement en eau des villages sont des sources (aménagées ou non), des puits (modernes et traditionnels), des forages et des rivières.

La répartition des sources et puits est de 7:3, les forages ne représentant que 7% (13 forages/181 emplacements) de l'ensemble. Les points d'approvisionnement sont principalement des sources non aménagées (109 emplacements/181 emplacements) (60%) et 73 emplacements sur les rivières (non compris dans le total des points d'approvisionnement).

- 2) La distance de transport de l'eau, du point d'approvisionnement au village est i) de moins de 700 m, ii) de 700 à 1.500 m et iii) de plus de 1.500 m. Parmi les 181 emplacements considérés, 80% étaient de type i), 15% de type ii) et 5% de type iii).
- 3) Les 181 emplacements d'approvisionnement peuvent être classés selon la distance de transport de l'eau (i) à iii) ci-dessus) et selon les éléments suivants: a) source non tarissable, accès facile, b) source non tarissable, accès difficile, c) source tarie en saison sèche, accès facile et d) source tarie en saison sèche, accès difficile. La difficulté de l'accès relève de l'état de la piste servant au transport manuel.

Le détail des points d'approvisionnement pour i) est a) 81%, b) 8%, c) 10% et d) 1%. Pour ii), a) 85%, b) 15%, c) et d) 0%, ce qui correspond à 95% de l'ensemble.

1) à 3) permettent de comprendre que les points d'approvisionnement de la zone du projet sont principalement des sources non aménagées d'accès facile, ne tarissant pas et situées à une distance de moins de 700 m du village.

- 4) On a classé de la même manière les points d'approvisionnement des sous-préfectures de BOUAR, BAORO et BABOUA, et les communautés rurales de chaque sous-préfecture.

Ces données menant aux mêmes conclusions que ci-dessus, on a pu conclure qu'il n'y avait pas de différences régionales quant aux points d'approvisionnement utilisés.

Parmi les 13 forages existants, 6 sont situés dans la sous-préfecture de BOUAR, 7 dans celle de BAORO et 0 dans celle de BOBOUA.

- 5) Le volume puisé aux sources, le volume de pompage, la population concernée et la méthode de calcul sont inconnus, mais le niveau d'alimentation dans la zone du projet correspond à 33% de l'objectif: volume de pompage 11 l/personne et par jour (objectif 20 l/personne et par jour), distance de transport moyenne de 800 m, et 1 source d'alimentation pour 456 personnes.

Pour atteindre 50% de l'objectif, il faut 79 points d'approvisionnement et 283 pour atteindre l'objectif à 100%.

- 6) Le type de point d'approvisionnement nécessaire n'est pas indiqué, mais pour les sources, il ne s'agit pas de forages horizontaux ou de puits à l'horizontale, mais naturellement, les villageois utilisent l'eau des sources à proximité des villages, et peu font plus d'1 km pour aller chercher de l'eau. Mais les sources sont limitées, et l'exploitation des eaux souterraines devra permettre d'assurer par le creusement de forages des points d'approvisionnement ne tarissant pas durant la saison sèche, sans problème de quantité ni de qualité, et pratiques du point de vue du transport.

TABLEAU 3-13 REPARTITION DES POINTS D'EAU VISITES

S/Préfecture	Sources (Nombre)		Puits (Nombre)		Forages (Nombre)	Total (Nombre)	Autres (rivière etc.)
	aménagées	non aménagées	modernes	traditionnels			
BOUAR	9	18	11	20	6	64	45
BAORO	2	15	0	1	7	25	11
BABOUA	7	76	3	6	0	92	17
Total	18	109	14	27	13	181	73
Taux rapporté au total (181) visité	10	60	8	15	7	-	40
	70		30				

TABLEAU 3-14 DISTANCE DES POINTS D'EAU AUX VILLAGES (ZONE OBJET ENQUETE)

Distance	Sources (Nombre)		Puits (Nombre)		Forages (Nombre)	Total (Nombre)	Autres (rivière etc.)
	aménagées	non aménagées	modernes	traditionnels			
Distance \leq 700 m	12	80	14	27	12	145	27
700 m < distance < 1500 m	5	21	0	0	1	27	37
distance > 1500 m	1	8	0	0	0	9	9
Total	18	109	0	27	13	181	73

TABLEAU 3-15 DISTANCE, ACCESSIBILITE ET PERENNITE DES POINTS D'EAU (ZONE OBJET ENQUETE)

Distance \leq 700 m	Sources (Nombre)		Puits (Nombre)		Forages (Nombre)	Total (Nombre)	Autres (rivière etc.)
	aménagées	non aménagées	modernes	traditionnels			
Pérenne et accès facile	12	68	6	19	12	117	23
Pérenne et accès difficile	0	10	2	0	0	12	0
Saisonnier et accès facile	0	1	6	8	0	15	4
Saisonnier et accès difficile	0	1	0	0	0	1	0
Total	12	80	14	27	12	145	27

TABLEAU 3-16 DISTANCE, ACCESSIBILITE ET PERENNITE DES POINTS D'EAU (ZONE OBJET ENQUETE)

700 m < distance < 1500 m	Sources (nombre)		Puits (Nombre)		Forages (Nombre)	Total (Nombre)	Autres (rivière etc.)
	aménagées	non aménagées	modernes	traditionnels			
Pérenne et accès facile	3	19	0	0	1	23	28
Pérenne et accès difficile	2	2	0	0	0	4	1
Saisonnier et accès facile	0	0	0	0	0	0	7
Saisonnier et accès difficile	0	0	0	0	0	0	1
Total	5	21	0	0	1	27	37

TABLEAU 3-17 DISTANCE, ACCESSIBILITE ET PERENNITE DES POINTS D'EAU (ZONE OBJET ENQUETE)

distance > 1500 m	Sources (Nombre)		Puits (Nombre)		Forages (Nombre)	Total (Nombre)	Autres (rivière etc.)
	aménagées	non aménagées	modernes	traditionnels			
Pérenne et accès facile	1	5	0	0	0	6	7
Pérenne et accès difficile	0	2	0	0	0	2	1
Saisonnier et accès facile	0	0	0	0	0	0	0
Saisonnier et accès difficile	0	1	0	0	0	1	1
Total	1	8	0	0	0	9	9

TABLEAU 3-18 TAUX DE COUVERTURE ACTUEL ET BESOIN EN POINTS D'EAU

S/Préfecture	Niveau de desserte actuel	Besoin en points d'eau suivant le niveau de couverture		Besoin en l'an 2.000
		33%	100%	
BOUAR	1 p.e. pour 409 hab.	25	86	124
BAORO	1 p.e. pour 646 hab.	21	59	77
BABOUA	1 p.e. pour 443 hab.	33	138	203
Moyenne	1 p.e. pour 456 hab.	79	283	404

TABLEAU 3-19 REPARTITION DES POINTS D'EAU VISITES (S/P BOUAR)

Communes rurales	Sources (Nombre)		Puits (Nombre)		Forages (Nombre)	Total (Nombre)	Autres (rivière etc.)
	aménagées	non aménagées	modernes	traditionnels			
NIEM-YELEWA	-	1	3	6	-	10	7
HERMAN-BROUSSE	3	5	-	6	4	18	15
ZOTOUA-BAGAREM	-	2	3	1	0	6	4
BEA-NANA	-	3	2	-	-	5	4
YENGA	-	2	2	4	-	8	9
DOAKA-KOURSOU	6	5	1	3	2	17	6
Total	9	18	11	20	6	64	45

TABLEAU 3-20 DISTANCE DES POINTS D'EAU AUX VILLAGES (S/P BOUAR)

Distance	Sources (Nombre)		Puits (Nombre)		Forages (Nombre)	Total (Nombre)	Autres (rivière etc.)
	aménagées	non aménagées	modernes	traditionnels			
Distance \leq 700 m	6	10	11	20	5	52	16
700 m < distance < 1500 m	2	6	-	-	1	9	23
distance > 1500 m	1	2	-	-	-	3	6
Total	9	18	11	20	6	64	45

TABLEAU 3-21 DISTANCE, ACCESSIBILITE ET PERENNITE DES POINTS D'EAU (S/P BOUAR)

Distance \leq 700 m	Sources (Nombre)		Puits (Nombre)		Forages (Nombre)	Total (Nombre)	Autres (rivière etc.)
	aménagées	non aménagées	modernes	traditionnels			
Pérenne et accès facile	6	9	5	13	5	38	14
Pérenne et accès difficile	-	-	-	-	-	-	-
Saisonnier et accès facile	-	1	6	7	-	14	2
Saisonnier et accès difficile	-	-	-	-	-	-	-
Total	6	10	11	20	5	52	16

TABLEAU 3-22 DISTANCE, ACCESSIBILITE ET PERENNITE DES POINTS D'EAU (S/P BOUAR)

700 m < distance < 1500 m	Sources (Nombre)		Puits (Nombre)		Forages (Nombre)	Total (Nombre)	Autres (rivière etc.)
	aménagées	non aménagées	modernes	traditionnels			
Pérenne et accès facile	2	5	-	-	1	8	17
Pérenne et accès difficile	-	1	-	-	-	1	1
Saisonnier et accès facile	-	-	-	-	-	-	6
Saisonnier et accès difficile	-	-	-	-	-	-	1
Total	2	6	-	-	1	9	25

TABLEAU 3-23 DISTANCE, ACCESSIBILITE ET PERENNITE DES POINTS D'EAU (S/P BOUAR)

Distance > 1500 m	Sources (Nombre)		Puits (Nombre)		Forages (Nombre)	Total (Nombre)	Autres (rivière etc.)
	aménagées	non aménagées	modernes	traditionnels			
Pérenne et accès facile	1	1	-	-	-	2	2
Pérenne et accès difficile	-	-	-	-	-	-	1
Saisonnier et accès facile	-	-	-	-	-	-	-
Saisonnier et accès difficile	-	1	-	-	-	1	1
Total	1	2	-	-	-	3	4

TABLEAU 3-24 BESOIN EN POINTS D'EAU POUR LE NIVEAU DE COUVERTURE 100% (S/P BOUAR)

Communes rurales	Besoin en points d'eau
ZOUTOUA-BANGAREM	11
BEA-NANA	16
HERMAN-BROUSSE	7
DOAKA-KOURSOU	13
NIEM-YELEWA	22
YENGA	17
Total	86

TABLEAU 3-25 REPARTITION DES POINTS D'EAU VISITES (S/P BABOUA)

S/Préfecture	Sources (Nombre)		Puits (Nombre)		Forages (Nombre)	Total (Nombre)	Autres (rivière etc.)
	aménagées	non aménagées	modernes	traditionnels			
ABBA	3	19	-	-	-	22	4
BINGUE	-	16	-	-	-	16	3
* NAZIBORO	-	-	-	-	-	-	-
FO	3	20	1	-	-	24	2
GAUDROT	-	4	2	3	-	9	2
KOUNDE	1	8	-	-	-	9	1
BABOUA	-	9	-	3	-	12	5
Total	7	76	3	6	-	92	17

* n'a pas fait l'objet d'enquêtes car le pont était cassé.

TABLEAU 3-26 DISTANCE, DES POINTS D'EAU AUX VILLAGES (S/P BABOUA)

Distance	Sources (Nombre)		Puits (Nombre)		Forages (Nombre)	Total (Nombre)	Autres (rivière etc.)
	aménagées	non aménagées	modernes	traditionnels			
Distance < 700 m	5	67	3	6	-	81	10
700 m < distance < 1500 m	2	9	-	-	-	11	7
Distance > 1500 m	-	-	-	-	-	-	-
Total	7	76	3	6	-	92	17

TABLEAU 3-27 DISTANCE, ACCESSIBILITE ET PERENNITE DES POINTS D'EAU (S/P BABOUA)

Distance \leq 700 m	Sources (Nombre)		Puits (Nombre)		Forages (Nombre)	Total (Nombre)	Autres (rivière etc.)
	aménagées	non aménagées	modernes	traditionnels			
Pérenne et accès facile	5	57	1	5	-	68	9
Pérenne et accès difficile	-	9	2	-	-	11	-
Saisonnier et accès facile	-	-	-	1	-	1	1
Saisonnier et accès difficile	-	1	-	-	-	1	-
Total	5	67	3	6	-	81	10

TABLEAU 3-28 DISTANCE, ACCESSIBILITE ET PERENNITE DES POINTS D'EAU (S/P BABOUA)

700 m < distance < 1500 m	Sources (Nombre)		Puits (Nombre)		Forages (Nombre)	Total (Nombre)	Autres (rivière etc.)
	aménagées	non aménagées	modernes	traditionnels			
Pérenne et accès facile	1	9	-	-	-	10	6
Pérenne et accès difficile	1	-	-	-	-	1	-
Saisonnier et accès facile	-	-	-	-	-	-	1
Saisonnier et accès difficile	-	-	-	-	-	-	-
Total	2	9	-	-	-	11	7

Dans la Sous/Préfecture BABOUA, il n'existe aucun point d'eau dont la distance soit supérieure à 1.500 m.

TABLEAU 3-29 BESOIN EN POINTS D'EAU POUR LE NIVEAU DE COUVERTURE 100% (S/P BABOUA)

Communes rurales	Besoin en points d'eau
ABBA	35
BINGUE	13
KOUNDE	13
BABOUA	9
FO	30
GAUDROT	38
Total	138

TABLEAU 3-30 REPARTITION DES POINTS D'EAU VISITES (S/P BAORO)

S/Préfecture	Sources (Nombre)		Puits (Nombre)		Forages (Nombre)	Total (Nombre)	Autres (rivière etc.)
	aménagées	non aménagées	modernes	traditionnels			
YORO-SAMBA	1	1	-	-	7	9	-
BAWI-TEDDA	1	14	-	1	-	16	11
Total	2	15	-	1	7	25	11

TABLEAU 3-31 DISTANCE DES POINTS D'EAU AUX VILLAGES (S/P BAORO)

Distance	Sources (Nombre)		Puits (Nombre)		Forages (Nombre)	Total (Nombre)	Autres (rivière etc.)
	aménagées	non aménagées	modernes	traditionnels			
Distance <700 m	1	3	-	1	7	12	1
700 m < distance <1500 m	1	6	-	-	-	7	5
Distance >1500 m	-	6	-	-	-	6	5
Total	2	15	-	1	7	25	11

TABLEAU 3-32 DISTANCE, ACCESSIBILITE ET PERENNITE DES POINTS D'EAU (S/P BAORO)

Distance \leq 700 m	Sources (Nombre)		Puits (Nombre)		Forages (Nombre)	Total (Nombre)	Autres (rivière etc.)
	aménagées	non aménagées	modernes	traditionnels			
Pérenne et accès facile	1	2	-	1	7	11	-
Pérenne et accès difficile	-	1	-	-	-	1	-
Saisonnier et accès facile	-	-	-	-	-	-	1
Saisonnier et accès difficile	-	-	-	-	-	-	-
Total	1	3	-	1	7	12	1

TABLEAU 3-33 DISTANCE, ACCESSIBILITE ET PERENNITE DES POINTS D'EAU (S/P BAORO)

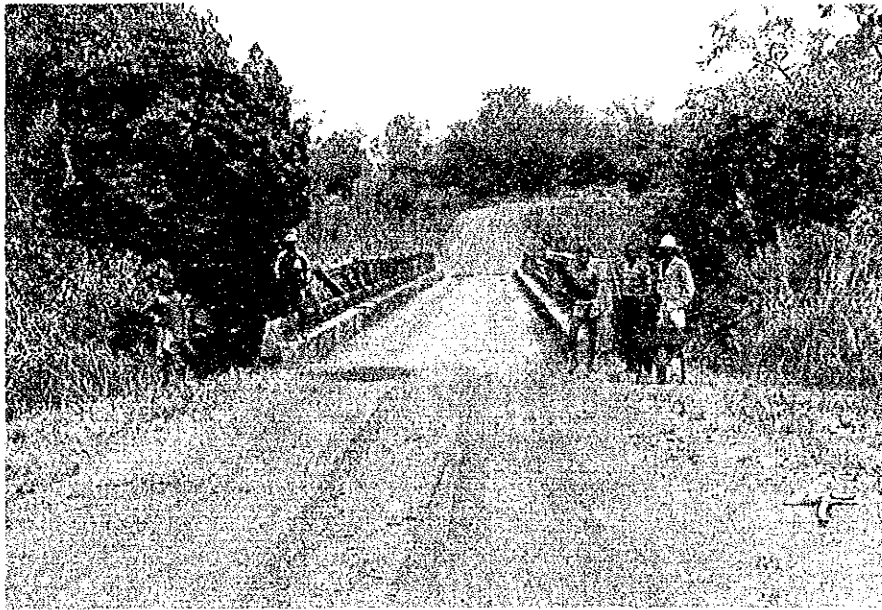
700 m < distance < 1500 m	Sources (Nombre)		Puits (Nombre)		Forages (Nombre)	Total (Nombre)	Autres (rivière etc.)
	aménagées	non aménagées	modernes	traditionnels			
Pérenne et accès facile	-	5	-	-	-	5	5
Pérenne et accès difficile	1	1	-	-	-	2	-
Saisonnier et accès facile	-	-	-	-	-	-	-
Saisonnier et accès difficile	-	-	-	-	-	-	-
Total	1	6	-	-	-	7	5

TABLEAU 3-34 DISTANCE, ACCESSIBILITE ET PERENNITE DES POINTS D'EAU (S/P BAORO)

Distance > 1500 m	Sources (Nombre)		Puits (Nombre)		Forages (Nombre)	Total (Nombre)	Autres (rivière etc.)
	aménagées	non aménagées	modernes	traditionnels			
Pérenne et accès facile	-	4	-	-	-	4	5
Pérenne et accès difficile	-	2	-	-	-	2	-
Saisonnier et accès facile	-	-	-	-	-	-	-
Saisonnier et accès difficile	-	-	-	-	-	-	-
Total	-	6	-	-	-	6	5

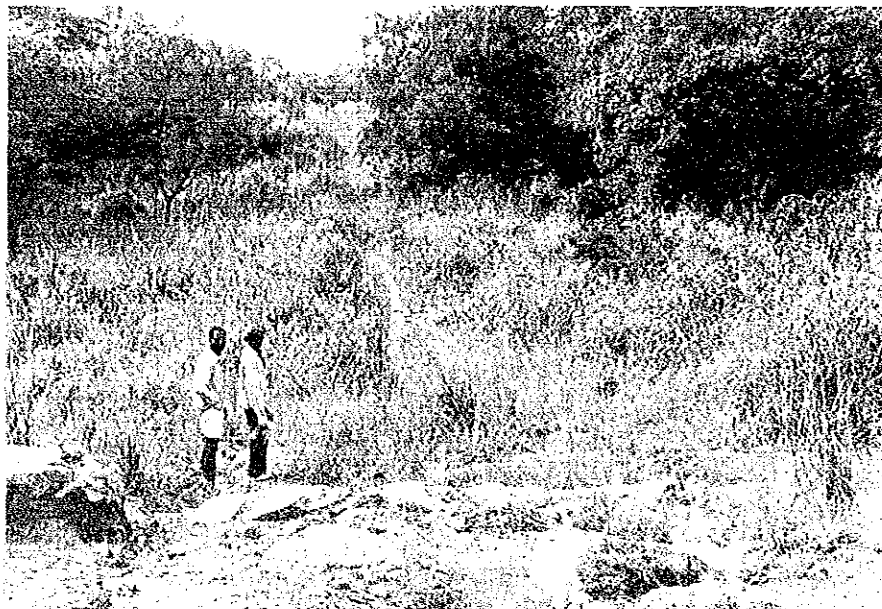
TABLEAU 3-35 BESOIN EN POINTS D'EAU POUR LE NIVEAU DE COUVERTURE 100% (S/P BAORO)

Communes rurales	Besoin en points d'eau
BAWI-TEDOA	47
YORO-SAMBA	12
Total	59



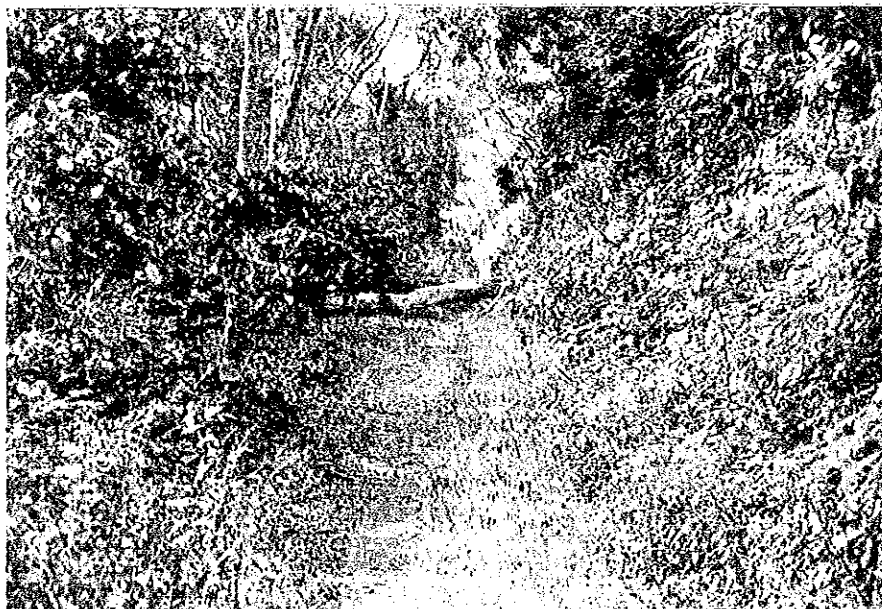
Pont de la nationale n° 3 à l'ouest de la ville de BOUAR.

Largeur minimale de 3,5 m, mais permet le passage de gros camions.



Etat des routes secondaires allant vers le sud à partir de GALO-BOUYA

Surface de la route emportée par les pluies et pont effondré.



Idem

Partout des arbres abattus sur la route font obstacle à la circulation, le passage des véhicules est impossible.

3-4 Situation socio-économique et alimentation en eau

3-4-1 Voies de communication

Comme le montre la Carte A-1, le réseau routier consiste en routes principales et secondaires. Certaines sont goudronnées, mais c'est encore insuffisant.

Les routes goudronnées de la République Centrafricaine sont les routes principales entre BANGUI et SIBUT, BANGUI et BOSSEMBELE, BANGUI et MBAIKI, et une partie des routes dans les villes de province. Les autres routes sont de simples routes en latérite.

Les routes principales goudronnées d'une largeur de 6,0 à 7,0 m, et les routes non goudronnées de 6,0 à 5,0 m relient les villes principales. Autour de la capitale, Bangui, presque toutes les routes sont goudronnées, mais en province, les routes sont en général non goudronnées et donc impraticables durant la saison des pluies.

Les routes secondaires ont une largeur de 5,0 à 2,0 m, et certaines n'ont même pas une largeur constante. Il s'agit des routes qui relient les villes principales aux villages, et en général, elles ne sont pas goudronnées, ni même parfois aménagées. Les ornières sont terribles, et la pluie qui les fait presque disparaître, les rend totalement inutilisables.

Les ponts routiers en béton sur les routes principales ont une largeur minimale de 3,5 m, et permettent le transport des matériaux et matériels. Les ponts sur les routes secondaires sont généralement des ponts en bois de construction simple, d'une largeur de 2,5 à 3,5 m; certains sont vieilliss et d'autres ont été emportés par les eaux. Ces ponts ne permettent pas le passage de gros camions.

La zone du projet est traversée par la route nationale n° 3 qui fait la liaison entre BANGUI, la capitale, et DOUALA, la capitale commerciale du Cameroun (le port d'arrivée des matériaux et matériels

fournis dans le cadre de ce projet); en dehors de la saison des pluies, l'état des routes y est satisfaisant, et il n'y a pas d'obstacle au creusement de forages dans les villages situés le long des routes principales. Mais nous avons conclu qu'il fallait éliminer les villages situés le long des routes secondaires du projet parce que les routes secondaires sont inutilisables.

Un exemple de l'état des routes secondaires: dans le village de SAMBA-BOUGOULOU (1.451 habitants) qui a fait l'objet du creusement d'un forage, les pluies dilluviennes ont détruit la route secondaire et la vie quotidienne est devenue très difficile. Donnant la priorité aux conditions routières sur les conditions hydrauliques, tout le village a déménagé dans une zone située le long de la route principale reliant BAORO à CARNOT.

3-4-2 Situation des villages

La zone du projet se trouve dans une région riche en végétation, recevant 1.400 à 1.500 mm de pluies par an, et sous l'influence d'un climat soudano-oubanguien. La situation naturelle de la zone ne se prête pas au développement résidentiel ni agricole. La densité de population est très faible (8,1 h/km²), et la zone est principalement composée de villages de moins de 300 personnes; les perspectives de développement des villages sont limitées, et le long des routes, on pratique uniquement la culture par brûlage. C'est pourquoi pour s'assurer une vie commode et sûre, 759 villages sont placés le long des routes existantes ou à proximité.

Les routes existantes le long desquelles se trouvent les villages utilisent un minimum de ponts, et passent souvent sur les plateaux; c'est pourquoi les problèmes suivants se posent dans la vie quotidienne dans la plupart des villages sans puits.

- i) Le village étant situé sur un plateau, les sources et rivières se trouvent dans les plaines; la dénivellation moyenne étant de 30 à 50 m, cela rend le transport de l'eau difficile.

- ii) Dans les villages sans point d'alimentation en eau à proximité, la distance de transport de l'eau est généralement supérieure à 1 km, et de 3 km au maximum.
- iii) Le transport, effectué à l'aide d'un seau, d'un pot en terre ou d'unealebasse portée sur la tête, est pénible vu la faible quantité d'eau rapportée.
- iv) Les puits utilisant les nappes aquifères à moins de 20 m de profondeur, en saison sèche, le niveau des nappes baisse et elles se tarissent parfois, ce qui ne permet pas d'assurer le volume d'eau nécessaire (20 l/jour et par personne) à la population.

La Direction Générale de l'Hydraulique a classé les villages selon leur population, et a dressé un plan de construction de forages, qui est abrégé dans le tableau ci-dessous.

TABLEAU 3-36 NOMBRE DE VILLAGES PAR CLASSE DE POPULATION ET NOMBRE DE FORAGES A CONSTRUIRE (PLAN)

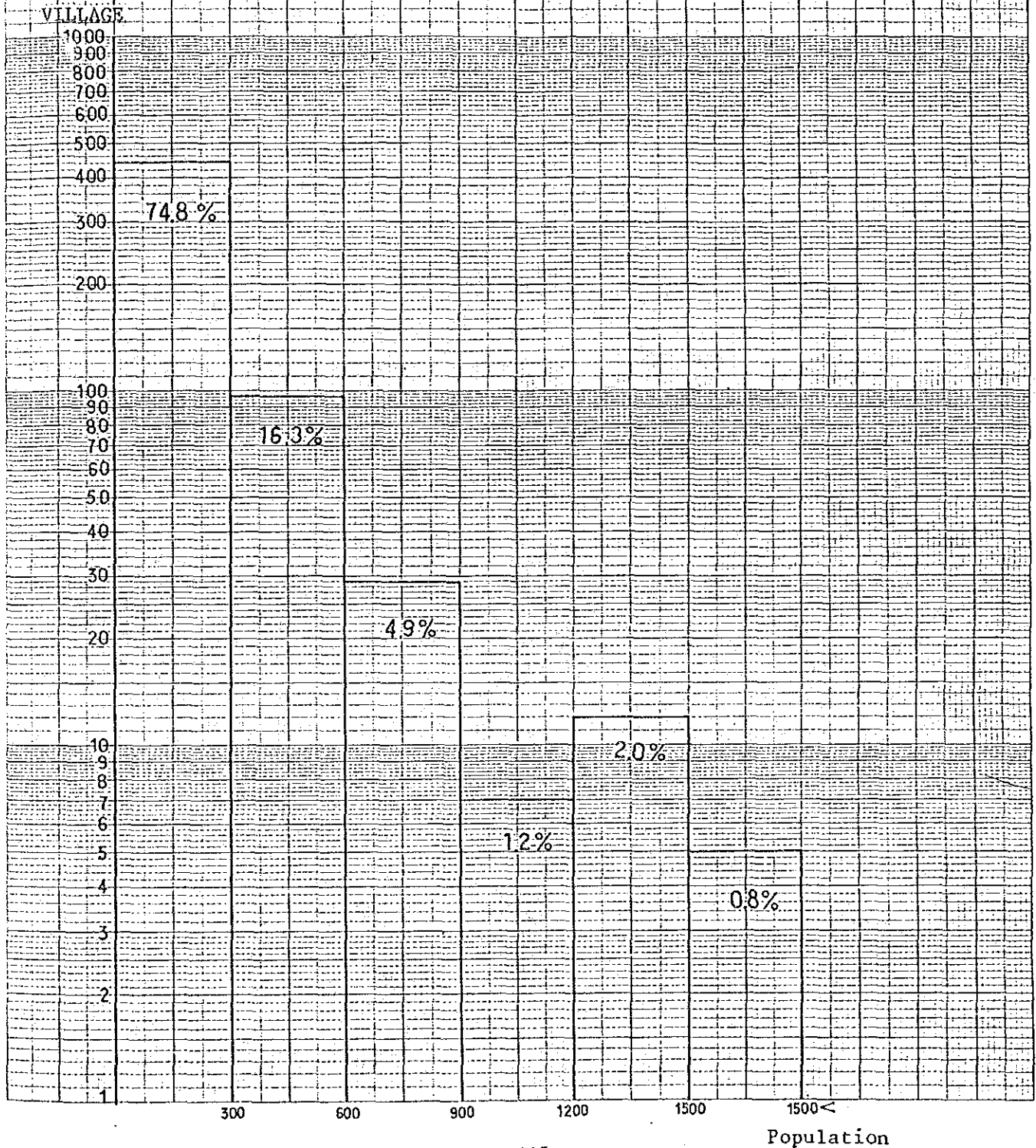
CLASSE DE POPULATION (hab.)	inférieure à 300 hab.	300 ~ 600	600 ~ 900	900 ~ 1200	1200 ~ 1500	supérieure à 1500 hab.	Total
Nombre de villages	445	97	29	7	12	5	* 595
Taux (%)	74,7	16,3	4,8	1,1	2,0	0,8	
Nombre de forages par village	0	1	2	2	3	4	
Nombre de forage à construire	0	97	58	14	36	20	225
Taux (%)	0	43,1	25,7	6,2	16	8,8	

* Selon le résultat de l'enquête effectuée par la Comité Nationale de l'Eau et de l'Assainissement, le nombre de village est de 759.

Selon ces données, il existe 445 villages de moins de 300 habitants, soit 74,7% de l'ensemble. La zone du projet est donc une zone où de petits villages sont éparpillés sur une vaste surface.

Dans ces villages, même si les ethnies sont différentes, la structure sociale repose toujours sur la gérontocratie traditionnelle, et les communautés villageoises sont bien structurées. Lors du creusement de puits modernes dans cette zone grâce aux fonds de développement européen (FED), le Gouvernement Centrafricain a agi sans tenir compte des souhaits des villageois et de l'avis des anciens, et sans la participation des habitants; c'est pourquoi les villageois ont refusé les puits de type FED et n'ont pas effectué la gestion-entretien de ces puits, qui pour la plupart sont maintenant en panne ou abandonnés. Pour mener à bien le présent projet, il faudra respecter la structure sociale des villages, et la collaboration positive des villageois sera indispensable pour atteindre l'objectif visé.

FIGURE 3-7 CORRELATION ENTRE LE NOMBRE DE VILLAGE ET LA POPULATION



3-4-3 Gestion-entretien des puits existants

Il existe actuellement un très petit nombre de puits traditionnels, puits modernes et de forages dans la zone du projet.

Les puits traditionnels, les plus nombreux, ont été creusés par les communautés villageoises ou des particuliers. Leur gestion-entretien est faite périodiquement et systématiquement, mais par manque de moyens financiers et de matériaux et matériels, nombreux sont les cas où les parois s'effondrent parce qu'elles n'ont pas été consolidées, où le puits se tarit ou est contaminé parce qu'il est d'une profondeur insuffisante.

Les puits modernes sont des puits scellés au béton à pompe à main, construits grâce à l'assistance de la mission baptiste; la gestion-entretien est effectuée périodiquement et systématiquement par les villageois, mais des problèmes similaires à ceux des puits traditionnels se posent.

La zone du projet ne compte que 13 forages qui ont été creusés avec l'assistance de la mission baptiste, à proximité d'équipements publics, église, hôpital, école, etc. Ces forages sont gérés et entretenus par les gestionnaires desdits équipements publics, il n'y a donc pas de problème technique, mais le système de remplacement des pièces pour réparer en cas de panne de pompe et des matériaux et matériels de réparation pour prendre des mesures d'urgence pose des problèmes.

Les puits commodément placés dans les villages sont entretenus avec beaucoup de soin, et avec l'augmentation du nombre de forages, il faudra former des techniciens d'entretien; mais nous estimons les communautés villageoises très capables d'entretenir les forages.

3-4-4 Situation actuelle de l'alimentation en eau

On pense que dans les villages de la zone du projet, le volume d'eau requis par personne et par jour est de 15 à 20 l. Dans les villages avanta-gés sur le plan hydraulique, en dehors des périodes de sécheresse ou de la saison sèche, le volume d'eau requis peut être obtenu; mais dans les villages sans puits et sans source ni rivière à proximité, c'est impossible, et durant la saison sèche, on atteint seulement 5 l/personne et par jour.

Les installations d'alimentation d'eau des villages ne sont pas des systèmes d'adduction d'eau, mais des puits traditionnels et modernes, mais en nombre insuffisant, ils ne peuvent pas satisfaire les besoins en eau de la population. Par contre, les forages à volume de pompage important sont peu nombreux. Dans ce système d'alimentation fondé sur les puits traditionnels de village ou d'un particulier, le village ou le particulier possédant le puits satisfait ses propres besoins en eau. Il en découle que beaucoup de villageois vont s'approvisionner aux rivières et sources, et l'usage de l'eau insalubre des rivières provoquant des maladies liées à l'eau, cela constitue un véritable problème social.

L'unique système d'adduction d'eau de la zone du projet se trouve à BOUAR. Ce système a été construit en 1955 pour alimenter une base militaire française, la source utilisée est l'eau de la rivière Bali, affluent de la rivière Lobaye, et la puissance d'épuration est de 66 m³/h.

Actuellement, la SNE s'occupe de la gestion et de l'entretien de ce système.

Les abonnés à l'eau courante ordinaires paient 288 F CFA/m³, alors que la base militaire bénéficie d'une réduction et ne paie que 169 F CFA/m³. Chaque abonné a un compteur et doit prendre à sa charge les frais de pose de canalisation.

La population alimentée en eau courante de la ville de BOUAR (48.038 habitants) est estimée à environ 6.000 personnes (soit 12%) si l'on tient compte des 425 compteurs installés (190 pour les établissements publics, 198 pour les particuliers et 37 pour la base militaire). La Société Nationale des Eaux s'est fixée l'objectif de 25 l/personne et par jour à BOUAR (60 l/personne et par jour à Bangui, la capitale), et s'est dotée d'une station d'épuration d'une capacité de 66 m³/h.

Les canalisations d'eau courante arrivent à proximité des quartiers résidentiels, mais la plupart des gens ne peuvent s'acquitter des frais d'eau et de ceux de pose de canalisation, et n'en bénéficient donc pas. Comme les villageois des zones rurales, ils vont s'approvisionner aux sources ou rivières.

On peut donc dire que la zone du projet a la particularité que le même problème se pose, aussi bien pour les gens des villes que pour les villageois, celui de l'obtention d'une eau salubre.

3-4-5 Maladies liées à l'eau

Selon les données statistiques du Ministère de la santé de 1985 et ceux d'un organisme médical de BAORO datant de 1987, les maladies apparues dans la zone du projet sont telles que le montrent les Tableaux 3-37 à 39. Ces données montrent que les malades souffrant de diarrhée et de maladies parasitaires sont nombreux, et que ceux souffrant de paludisme sont maintenant nombreux dans tout le pays. En République Centrafricaine, les maladies se classent comme suit du point de vue de la fréquence: paludisme, diarrhée, maladies parasitaires, maladies vénériennes, virus hépatique, rougeole, paralysie infantile, tuberculose, lèpre, bilarzie, etc.; les trois premières étant dues au défaut de vaccination préventive et à l'absorption d'eau contaminée.

En 1985, le pourcentage de malades dans la population totale de la préfecture était de 3,6%, et de 10,7 à 11,1% en 1987 dans la sous-préfecture, soit plus faible que la moyenne nationale qui était de 14,9%. Dans les villages, du fait du prix des consultations et du problème du transport, peu de gens vont voir un médecin, et les médecins pensent qu'en réalité, le nombre des malades est bien plus élevé que ne l'indiquent ces données.

Le nombre des patients atteints de maladies dues à l'absorption d'eau insalubre, telles que fièvre typhoïde, amibiase intestinale et diarrhée, et de maladies dues sans doute à l'absorption de l'eau des rivières, bilazie, ankylostomiase, et autres maladies parasitaires, augmente chaque année, et pour les prévenir, le Gouvernement Centrafricain a établi le plan suivant:

- i) Augmentation du nombre de centres de consultation
- ii) Vaccination préventive et mesures contre les épidémies
- iii) Approvisionnement en eau salubre et sensibilisation des villageois au problème de l'hygiène
- iv) Enseignement de principes d'hygiène et amélioration de l'assainissement de l'environnement
- v) Mise en place d'organismes sanitaires et d'orienteurs sanitaires.

Le Gouvernement Centrafricain, dans l'impossibilité de mettre ce projet à exécution à cause de ses difficultés financières, a adressé une requête d'aide économique à l'O.N.U., à l'O.M.S., à l'UNICEF et aux pays industrialisés.

Dans la zone du projet, des spécialistes de l'hygiène délégués dans les villes et la mission baptiste sont en train de mettre en place les mesures suivantes pour prévenir les maladies.

- i) Amélioration de l'environnement sanitaire
- ii) Mise en place d'une éducation sanitaire
- iii) Généralisation de la vaccination préventive

- iv) Sensibilisation de la population à la diététique
- v) Mesures en vue de l'installation de toilettes



Forage avec pompe
à pédale construit
par le Japon la
fois précédente.

Ville d'OAMARA,
préfecture d'OMBELLA-
MPOKO



Forage avec pompe
à pédale construit
grâce à l'aide du
SIDA.

Ville de BAORO



Puits traditionnel
privé de la ville
de BOUAR

Puisant dans le
granite altéré
(sol masa)
Grandes diffé-
rences de niveau
selon les saisons,
tari en saison
sèche.



Points d'eau du village de BANDIO de l'arrondissement autonome de FO, torrent regroupant les eaux de différentes sources provenant du granite altéré



Points d'eau du village de DONGU, arrondissement de ZOTOUA-BANCA. Source provenant de granites altérés. Les sources sont en des points où l'argilisation des roches altérées est poussée, dessous il y a des roches dures.



Points d'eau du village de BAQUI, arrondissement de BAQUI-TEDOÀ. Source provenant de la couche gréseuse, grande quantité d'eau.

TABLEAU 3-37 TOTAL DES MALADES, CONSULTANTS RAPPORTES AUX MALADIES DUES A L'EAU EN 1985 (TOTAL R.C.A.)

MALADIES	Hommes	Femmes	Total
Fièvre typhoïde et paratyphoïde	187	215	402
Amibiase Hépatique	739	305	1.044
Amibiase Intestinale	4.035	4.186	8.221
Maladies diarrhétiques	55.004	50.100	105.104
Paludisme	81.100	80.390	161.490
Autres maladies infectieuses et parasitaires	416	398	814
Bilharziose intestinale	11.032	14.559	25.591
Bilharziose vésicale	2.903	2.340	5.243
Filariose	7.198	6.005	13.203
Ankylostomiase	32.597	38.515	71.112
Autres helminthiases intestinales	1.137	1.206	3.343
Total Malades	196.348	198.219	394.567
Population totale (1986)	-	-	2.646.867
Taux Total Malades/ Population Totale	-	-	14,9%

SOURCE: MINISTERE DE LA SANTE PUBLIQUE ET DES AFFAIRES SOCIALES

TABLEAU 3-38 TOTAL DES MALADES, CONSULTANTS DANS LA
REGION OBJET PROJET EN 1985

* DANS LES CENTRES DE SANTE

MALADIES	REGION	Préfecture de NANA MAMBERE	Préfecture d'OUHAM-PENDE
Parasitose		236	3.986
Ankylostomiase		1.590	2.938
Bilharziose intestinale		975	1.320
Bilharziose vésicale		25	426
Amibiase intestinale		35	1.002
Amibiase hépatique		-	409
Typhoïde		1	39
Maladies diarrhétiques		3.405	4.671
Paludisme		1.462	14.606
Total Malades		7.729	29.397
Population Totale		213.458	244.833
Taux Total Malades/Population Totale		3,6%	12,0%

Source: MINISTERE DE LA SANTE PUBLIQUE ET DES AFFAIRES SOCIALES

TABLEAU 3-39 TOTAL MALADES CONSULTANTS DANS LES TROIS S/P DE NANA MAMBERE EN 1987

MALADIES \ S/P.	BAORO	BOUAR	BABOUA
Parasitose	1.451	4.824	Non Investigation
Ankylostomiase	768	2.001	"
Bilharzirose intestinale	192	2.678	"
Bilharzirose vésicale	-	15	"
Amibiase	6	30	"
Typhoïde	1	12	"
Maladies diarrhétiques	731	3.358	"
Total Malades	3.149	12.918	-
Population Totale (1988)	28.255	120.939	67.123
Taux Total Malades/Popu. Totale	11,1%	10,7%	-

* Dans les trois hôpitaux de la ville BOUAR et un centre de Santé de BAORO.

CHAPITRE 4 PROJET

CHAPITRE 4 PROJET

4-1 Objectifs

Le présent projet prévoit la construction en un an de 50 forages dans 20 villages et 3 villes d'une population de plus de 300 à 1.500 habitants dans la préfecture de NANA-MAMBERE, en constituant une équipe d'exploitation des eaux souterraines, la fourniture des matériaux et matériels nécessaires et la prise en charge de tous les frais occasionnés par le Gouvernement Japonais dans le cadre de sa coopération financière non remboursable.

4-2 Contenu du projet centrafricain

1) Zone concernée

La zone concernée est située dans la préfecture de NANA-MAMBERE, qui se compose de 3 villes BOUAR, BABOUA et BAORO, de 15 communautés rurales (C/R) et de 759 villages. La construction des forages portera sur 20 villages et 3 villes BOUAR, BABOUA et BAORO.

2) Bénéficiaires

Les bénéficiaires seront les habitants des 20 villages (17.109 personnes) et ceux des 3 villes de BOUAR, BABOA et BAORO (500 x 16 forages = 8.000 personnes) de la préfecture de NANA-MAMBERE (216.317 habitants).

3) Ordre de priorité de construction des forages

L'ordre de priorité sera fixé en classant les villages selon leur pauvreté, c'est-à-dire en tenant compte des éléments suivants: existence ou non de puits, distance de transport de l'eau, densité de population, fréquence des maladies liées à l'eau, conditions hydrogéologiques, conditions d'exécution des travaux, etc.

4) Structure du projet

- i) Projet de construction de forages équipés d'une pompe à pédale pour le pompage des eaux souterraines
- ii) Comme le montre le Tableau 4-3, le nombre total de forages construits sera de 50, dont 34 dans les villages et 16 dans les villes.
- iii) Le projet de construction de ces 50 forages, qui s'inscrit dans le Plan Quinquennal (1986-1990), est prévu sur deux ans, 1989 et 1990.
- iv) Le volume d'eau objectif est de 20 l/jour et par habitant pour les villages, et chaque forage approvisionnera 300 personnes.
- v) Le volume de pompage de chaque forage sera de 15 l/min. ($0,9 \text{ m}^3/\text{h}$), et tout forage ayant un volume de pompage de plus de $0,5 \text{ m}^3/\text{h}$ sera considéré réussi.
- vi) La profondeur maximale de creusement standard des forages du projet d'hydraulique rurale sera de 60 à 80 m.
- vii) L'équipe d'exploitation des eaux souterraines se composera d'une équipe de forage et d'une équipe d'exploitation chargée de l'achèvement et des enquêtes sur les forages. Ce projet sera mené à bien par une seule équipe d'exploitation des eaux souterraines.

5) Foreuses

Pour le type de foreuse, on a constaté des divergences d'opinion entre les techniciens concernant la foreuse à rotation pneumatique et percussion pneumatique simple (montée sur camion) et la foreuse combinant rotation de boue de forage, rotation pneumatique et percussion pneumatique (montée sur camion).

La profondeur de forage moyenne prévue est de 50 m, et la profondeur maximale de 80 m. Le calibre de forage sera de 6 inches, et le tubage (FRP) et le filtre (FRP) d'un diamètre de plus de 115 mm.

4-3 Structure du projet

L'étude du projet de la République Centrafricaine a permis de dégager les conclusions suivantes:

1) Pertinence du projet

Ce projet est considéré pertinent parce qu'il assurera à la population l'eau salubre nécessaire à sa vie quotidienne, permettra sans doute d'éliminer les problèmes d'approvisionnement existant en cas de sécheresse et durant la saison sèche, et de réduire considérablement les maladies liées à l'absorption d'eau insalubre; il contribuera également à stabiliser et à améliorer le niveau de vie de la population concernée, à la sédentarisation dans les villages, à l'amélioration de l'environnement sanitaire local, à l'élimination des travaux de transport d'eau non productifs, et au développement social des communautés rurales autour des forages.

2) Zone du projet

La préfecture de NANA-MAMBERE où se trouve la zone du projet ne bénéficie pas actuellement et ne prévoit aucune aide économique d'organisations internationales et de pays industrialisés pour le projet de construction de forages. Et la mission baptiste suédoise y a entrepris l'exploitation des eaux souterraines par l'intermédiaire d'installations de forages, de puits et d'aménagement des sources. Les puits d'alimentation en eau sont rares dans la zone (13 forages, 14 puits modernes, 27 puits traditionnels, soit un total de 54), et le nombre absolu des puits (2.244 habitants/puits) est insuffisant pour les 759 villages (121.149 habitants) de la zone, et les 13 forages prévus dans le projet baptiste ne provoqueront aucune dispute sur le plan de l'aide étrangère.

On prévoit que l'exploitation des eaux souterraines sera difficile dans le secteur granitique, mais comme la zone reçoit 1.400 à 1.500 mm de pluie par an et jouit d'un climat soudano-oubanguien, le système hydraulique de grands et petits cours d'eau est développé; la zone étant favorisée du point de vue hydrogéologique, la construction de ces forages ne posera pas de problème et sera très profitable aux villages

qui souffrent du manque d'eau.

3) Ordre de priorité pour la construction des forages

Nous sommes d'accord pour établir un ordre de priorité des villages selon leur degré de manque d'eau; mais à cause des routes secondaires ne permettant pas le passage des gros camions de l'équipe de construction des forages, il faudra, vu l'état des voies de communication, se limiter aux villages proches des routes principales. Pour l'exploitation des eaux souterraines dans les villages à proximité des routes secondaires, il faudra étudier les possibilités de "miniaturisation" des foreuses montées sur camion.

4) Bénéficiaires

Le projet centrafricain prévoit environ 25.000 bénéficiaires sur la base du calcul effectué pour le projet de construction de 50 forages. Cela correspond à 11,6% de la population totale de la préfecture (216.317 habitants) et constitue donc une réduction considérable par rapport aux 80.000 habitants (150 forages) de la requête.

En construisant 50 forages pour environ 25.000 personnes, un forage alimentera quelque 500 personnes, chiffre supérieur aux 300 personnes fixées comme objectif, mais c'est une situation inévitable dans cette zone où les forages sont rares.

5) Pompe manuelle

Il y a des pompes manuelles de différents types: pompe à main, pompe à manivelle, pompe à pédale, etc., et tenant compte de la requête centrafricaine, de l'hygiène, de la gestion-entretien, du fonctionnement, du volume de pompage, des résultats antérieurs, etc., on utilisera des pompes à pédale qui sont plus satisfaisantes que les autres de ce point de vue.

6) Volume d'eau objectif

Le volume d'eau nécessaire à la vie quotidienne fixé par l'O.N.U. et les pays africains étant de 70 l/jour et par personne en ville et de 35 l/jour et par personne à la campagne en Afrique, l'objectif de 20

1/jour et par personne dans les villages est acceptable.

Actuellement, le volume d'eau utilisé dans les villages est de 11 l/jour et par personne, et la réussite du présent projet permettra d'accroître ce niveau.

7) Volume de pompage

On estime le volume objectif pompé par une pompe à pédale à 15 l/min. et par forage. Ce volume pourra être atteint si la profondeur du forage est de moins de 45 m. Il est pertinent puisqu'en général une pompe à pédale permet de pomper de 15 à 20 l/min.

Le volume pompé par une pompe à pédale est de 15 l/min. et par forage; ainsi, si la profondeur du forage est de moins de 45 m, la valeur ordinaire de 15 à 20 l/min. est pertinente pour une pompe à pédale.

8) Nombre de forages prévus

Nous avons calculé le nombre de forages requis du point de vue du nombre de bénéficiaires, de volume objectif et du volume de pompage. On a considéré une durée de fonctionnement de 8 heures par jour: 3 heures le matin et le soir, et 2 heures à midi.

Volume d'alimentation total par jour:

$$25.000 \text{ personnes} \times 20 \text{ l} = 500 \text{ m}^3$$

Volume de pompage en 8 heures de fonctionnement:

$$15 \text{ l} \times 60 \text{ minutes} \times 8 \text{ heures} = 7,2 \text{ m}^3$$

Nombre de forages nécessaires:

$$500 \text{ m}^3 \div 7,2 \text{ m}^3 \approx 69 \text{ forages}$$

Pourcentage d'achèvement des forages prévus:

$$(50 \text{ forages} \div 69 \text{ forages}) \times 100 = 72,5\%$$

Comme le montre le Tableau 4-3 établi par la Direction Générale de l'Hydraulique, il faudrait construire 225 forages pour 150 villages d'une population de 300 à 1.500 habitants sur la base d'une classification par population et selon le critère de creusement des

forages.

Ce critère de creusement de forages, qui correspond plutôt à de grands villages de plus de 300 habitants, est assez sévère et prend en compte 300 à 500 personnes par forage. Si on considère les conditions actuelles de l'approvisionnement en eau, qui sont le point de départ de ce projet, c'est-à-dire l'insuffisance des puits d'alimentation en eau et les 13 forages existants, on comprend la sévérité de ce critère; mais il est souhaitable dans le futur d'arriver à un niveau de 100 personnes pour 1 forage.

Parmi les 595 villages de la préfecture, 150 seront concernés par le projet de construction de forages; les 445 villages n'en relevant pas comptant moins de 300 habitants chacun, il faudrait donc en fait bien plus de forages que les 225 prévus.

Si l'on considère que 225 forages sont nécessaires, la requête qui fait état de 150 ne correspond qu'à 66,7% et le présent projet à 22,2% des besoins. Du point de vue de la pertinence, pour ce qui est de la population concernée, on atteindra 385 à 586 personnes par forage, ce qui satisfait la limite minimale et nécessaire.

Le projet de creusement de puits centrafricain dont les données de base ne sont que partiellement connues, ne pose pas le volume d'alimentation comme objectif principal. Et comme le montrent les données relatives aux maladies liées à l'eau des Tableaux 3-37 à 39, il semble plutôt mettre l'accent sur une alimentation stable en eau salubre pour lutter contre les maladies dues à l'absorption d'eau contaminée.

L'objectif principal du projet centrafricain étant d'assurer une alimentation stable en eau salubre, et les résultats de l'analyse de la qualité de l'eau ayant révélé une pollution secondaire (présence d'ammoniaque, de colibacilles et d'autres bactéries), mais aucun problème particulier pour la plupart des autres rubriques de l'analyse, il faudra recourir à un projet d'exploitation des eaux souterraines

s'accompagnant d'un enseignement des méthodes d'amélioration de l'hygiène aux points d'approvisionnement et des principes fondamentaux d'hygiène publique.

9) Année objectif

L'année objectif de ce projet est 1990, dernière année de la Décennie internationale de l'hygiène et de l'alimentation en eau de l'O.N.U. Si l'exécution du projet commence en 1989, en tenant compte des délais requis pour la fabrication et l'expédition des matériaux et matériels, on pourra sans problème achever les 50 forages en 1990.

10) Nombre d'équipes d'exploitation des eaux souterraines

Les conditions ayant servi à l'étude sont les suivantes.

i) La profondeur de creusement moyenne de 46 m/forage (Tableau 3-2) de l'équipe suédoise dans la zone du projet et celle de 39 m/forage estimée sur la base de la prospection électrique peu précise effectuée, et l'opinion de la Direction Générale de l'Hydraulique et d'autres organismes connexes, nous ont permis d'établir une profondeur de creusement moyenne de 50 m.

ii) Les résultats d'efficacité de forage obtenus dans le nord de la zone et lors d'essais de forage, indiquent qu'on peut creuser 50 m en 2 à 3 jours dans le secteur du socle, et que le lavage du puits et l'installation de la pompe demandent 2 à 3 jours. Ainsi, l'achèvement d'un forage demandera moins d'une semaine. Si l'on considère seulement le creusement, il est possible de creuser 2 à 3 forages par semaine, et d'atteindre une efficacité de creusement de 20 m/jour.

Vu la capacité et le côté fonctionnel de la foreuse à fournir, on peut espérer une augmentation de 20% de l'efficacité de creusement moyenne.

iii) L'équipe suédoise a atteint un taux de réussite de 77% pour les 13 forages construits, en prenant une marge de sécurité, nous prévoyons un taux d'échec de 30%.

iv) Ce projet prévoit le creusement de 50 forages en un an, et la Direction Générale de l'Hydraulique assurera 10 mois de travail effectif sur l'année.

En tenant compte de ces éléments, l'équipe d'exploitation des eaux souterraines devra avancer comme suit.

Longueur de forage: $50 \text{ m} \times 50 \text{ forages} \times 1,3 = 3.250 \text{ m}$

Jours nécessaires au creusement:

$3.250 \text{ m} \div 20 \text{ m/jour} \times 1,2 \approx 195 \text{ jours} < 10 \text{ mois}$

Par conséquent, la constitution d'une seule équipe d'exploitation des eaux souterraines entièrement équipée permettra sans problème de mener à bien ce projet en un an.

11) Foreuse

Dans cette zone qui comprend des couches de roches précambriennes très dures, si l'on passe à l'exploitation des eaux souterraines contenues dans le socle, à en croire les résultats de forage obtenus en Afrique, les échecs sont souvent dûs à des pannes lors du creusement avec des foreuses non dotées de la percussion pneumatique minimale. Considérant le fait que les villages sont disséminés sur une grande surface, le choix d'une foreuse de type combiné montée sur camion, de bonne capacité, résistante et fonctionnelle est souhaitable.

12) Quantités de matériaux et matériels

En posant la prémisse de la fourniture des matériaux et matériels et des pièces de rechange pour les 50 forages et du creusement de ces forages par un entrepreneur japonais, nous avons étudié les spécifications, les quantités, la combinaison, etc. des matériaux et matériels de la requête centrafricaine, et dressé la liste des quantités du paragraphe 5-3-2.

L'étude ci-dessus sur l'exécution du projet a permis de confirmer que ses effets, son réalisme et son système d'exécution sont conformes au système de la coopération financière non remboursable du

Gouvernement Japonais, et que la mise en oeuvre de ce système est pertinente pour le projet. Aussi en présupposant l'octroi de la coopération financière non remboursable, nous avons étudié les grandes lignes du projet ci-dessous, et établi un plan de base.

4-4 Aperçu du projet

4-4-1 Organisme d'exécution et système de gestion

Quant aux organismes d'exécution de l'exploitation des eaux souterraines, la Direction Générale du Développement Rural sous tutelle du Ministère du Développement Rural s'occupe du creusement manuel des puits, et la Direction Générale de l'Hydraulique et la Société Centrafricaine de Développement Agricole (SOCADA) du creusement des forages à l'aide de foreuses dans le cadre des travaux d'aménagement des installations hydrauliques.

La Direction Générale de l'Hydraulique est un nouvel organisme du Ministère de l'énergie, des mines, de la géologie et de l'hydraulique restructuré en janvier 1988, qui a été fondée en septembre 1984 pour accélérer l'exploitation des eaux souterraines dans les zones rurales. Elle a remplacé le Secrétariat d'Etat à l'Hydraulique qui avait réalisé un projet d'exploitation des eaux souterraines dans les préfectures d'OMBELLA-MPOKO et LOBAYE, et formé une équipe de 3 ingénieurs géologues et de 6 ingénieurs de forage permettant de constituer 3 équipes d'exploitation des eaux souterraines pour mener à bien le projet.

La Direction Générale de l'Hydraulique est l'organisme chargé des propositions de projet, de leur exécution, de la gestion-entretien et de l'exploitation des forages. Comme le montrent les Tableaux 2-9 et 4-2, elle possède des foreuses (5 unités dont deux en panne) et des équipes (52 membres). Sa base est à Bangui, la capitale, où elle dispose de bureaux, d'un magasin de stockage et d'un atelier; elle réalise actuellement des travaux de creusement de forages dans le cadre d'un projet de développement des eaux souterraines dans la préfecture d'OMBELLA-MPOKO.

Le système de fonctionnement est le suivant: le Comité National de l'Eau et de l'Assainissement définit l'orientation pour l'exploitation des eaux souterraines, et la Direction Générale de l'Hydraulique,

organisme d'exécution, concrétise les projets conformément à cette orientation. Comme le montre le Tableau 2-2, la Direction Générale de l'Hydraulique se compose du département Hydrologie, chargé de la concrétisation des projets et des études sur les eaux souterraines, et du département Hygiène Hydraulique, chargé de l'exécution et de la gestion-entretien des forages. Et la section Hydraulique Villageoise du département Hygiène Hydraulique s'occupe des travaux de construction des forages dans les zones rurales.

L'équipe d'exploitation des eaux souterraines se compose d'une équipe de creusement qui exécute le creusement des forages, et d'une équipe d'exploitation qui achève les forages et s'occupe de l'étude des eaux souterraines. Du côté centrafricain, on prévoit le personnel indiqué dans le tableau ci-après, et nous pensons qu'il faudra assez de personnel pour constituer une équipe d'exploitation des eaux souterraines.

TABLEAU 4-1 COMPOSITION DE L'EQUIPE D'EXPLOITATION
DES EAUX SOUTERRAINES

FONCTION	EQUIPE	EQUIPE DE CREUSE- MENT (PER.)	EQUIPE D'EXPLOI- TATION (PER.)
Chef d'équipe Ingénieur géologique		1	
Chef d'équipe Ingénieur hydraulique			1
Mécanicien		2	
Ouvrier qualifié		2	2
Chauffeur		5	1
Ouvrier simple		4	2
TOTAL		14	6

TABLEAU 4-2 ORGANISATION DU PERSONNEL DE DIFFERENTS ORGANISMES CONCERNES

FONCTION \ ORGANISME	DIRECTION GENERALE HYDRAULIQUE (1988)	MINISTERE DU DEVELOPPEMENT RURAL (1985)	MINISTERE DES TRAVAUX PUBLICS (1985)	TOTAL
Cadre supérieur	7	22	291	320
Ingénieur géologique	3		3	3
Tech. hydraulique	6		2	8
Puisatier	0	2		2
Ferrailleur	0	1		1
Charpentier	0	2		2
(Aide) Maçon	1 (1)	24 (3)		29
(Aide) Tourneur	0	1 (1)		2
(Aide) Soudeur	1 (1)	7 (1)	40	50
Electricien	0	7		7
(Aide) Topographe	0	1 (4)		5
(Aide) Menuisier	1 (1)	19 (15)		36
(Aide) Mécanicien	2 (2)	23 (1)	120	148
(Aide) Chauffeur	2	42 (4)	131	179
Conducteur d'engins	5	32		37
Peintre	0	5		5
Manoeuvre	6	70	598	674
Pers. bureau	8	28		36
Autres	5	32	30	67
TOTAL	52	347	1.215	1.611

UNITE: PERSONNES

Toutefois, en 1985, le Secrétariat d'Etat à l'hydraulique (actuellement Direction Générale de l'Hydraulique) était un organisme, qui avait des difficultés à exécuter les projets de construction de forages avec son personnel de 27 personnes, dirigé par des cadres supérieurs. Nous n'avons pas pu obtenir les données de 1988 concernant le Ministère du développement rural et le Ministère du génie civil, et avons donc utilisé celles de 1985.

Le Ministère du génie civil n'est pas associé aux travaux de construction de forages, mais nous l'avons intégré pour avoir des données comparatives avec la construction.

4-4-2 Plan des travaux

Le plan des travaux se compose des éléments suivants.

- 1) La plupart des villages qui utilisent une eau insalubre sont éparpillés sur une grande surface. Il est donc impossible, du point de vue financier, de mettre en place des installations d'adduction d'eau moderne, et le moyen le plus rapide et le plus économique pour régler ce problème est de construire des forages pour l'approvisionnement en eau.
- 2) La zone du projet se situe dans la préfecture de NANA-MAMBERE. Comme le montre le Tableau 4-3, le projet de la Direction Générale de l'Hydraulique est de construire un forage pour des villages de 300 à 1.500 habitants ou plus, soit 150 villages objets du projet. 445 villages comptent moins de 300 habitants, ainsi les villages petits et moyens (74,9%) seront exclus du projet.
- 3) En tenant compte des conditions: 25.000 bénéficiaires environ, volume d'eau objectif de 20 l/jour et par personne, volume de pompage de 15 l/min., comme nous l'avons dit au paragraphe 4-3 8), il faudrait construire 69 forages, et il manquera donc 19 forages. On vise un volume de pompage de $0,9 \text{ m}^3/\text{h}$ ($15 \text{ l/min.} \times 60 \text{ minutes}$), ce qui constituera une amélioration par rapport à la norme centrafricaine actuelle de $0,5 \text{ m}^3/\text{h}$.
- 4) La Direction Générale de l'Hydraulique a étudié le cas des emplacements possibles pour les 50 forages en tenant compte de l'existence ou non d'un puits, de la densité de population, de la pauvreté, de la distance de transport de l'eau et de la fréquence des maladies liées à l'eau. Et comme le montre le Tableau 2-13, elle a sélectionné 20 villages et 3 villes où la construction de forages est considérée de première urgence. Cependant, l'étude sur place a permis de constater que 9 de ces 20 villages se trouvaient le long de pistes régionales impraticables pour les gros camions nécessaires

au creusement des forages, et il faudra donc sélectionner 9 nouveaux villages à proximité d'une route principale.

- 5) Comme la contamination des sources de la zone du projet est certainement due à une pollution secondaire non naturelle, il faudra séparer le lieu de creusement du forage de plus de 50 m des toilettes, le périmètre de creusement contre la pénétration des animaux en dressant des barrières, et sensibiliser la population au problème de l'hygiène publique.
- 6) Le projet de construction des 50 forages, vu son étendue, ne pourra pas résoudre totalement les problèmes de manque d'eau et de prévention des maladies liées à l'eau dans la zone concernée; il s'agit là d'un projet minimal mais nécessaire. Il y a encore beaucoup de zones qui nécessitent la construction de forages grâce à l'aide étrangère, et dans la période transitoire jusqu'à la construction de ces forages, il faudra encore renforcer l'éducation sanitaire publique donnée à la population rurale pour lutter contre les maladies liées à l'eau.
- 7) Les forages construits dans le cadre de ce projet seront scellés par du béton, actionnés par une pompe à pédale, auront une profondeur moyenne de 50 m, et comme ils serviront à puiser l'eau des couches profondes, ils seront donc difficilement contaminables. La construction en nombre suffisant de ce type de forage à des emplacements pratiques pour la population, fera que les habitants n'iront plus à s'approvisionner aux rivières et puits insalubres, et contribuera grandement à la prévention des maladies liées à l'eau.

TABLEAU 4-3 PROGRAMME DE CONSTRUCTION DE FORAGE
(Pref. NANA MAMBERE)

CLASSE DE POPULATION	NOMBRE DE VILLAGES (PAR CLASSE)							Nombre de forages à construire
	0	300	600	900	1200	1500	Supérieure à 1500	
Nombre de forage par village de chaque classe	0	1	2	2	3	4	Total	
Nombre de village par classe	445	97	29	1	12	5	150(595)	
Nombre de forages à construire	0	97	58	14	36	20	225	50
S/P BOUAR (Nombre de villages)	272	45	17	3	3	-	68(340)	6 (Dans la ville)
C/R BEA-NANA	23	4	1	-	-	-		
" DOAKA-KOURSOU	36	6	4	1	1	-		3
" HERMAN-BROUSSE	48	10	1	-	1	-		
" NIEM-YELOWA	109	10	4	1	-	-		
" YENGA	35	6	2	-	-	-		1
" ZOTOUA-BANGREM	21	9	5	1	1			8
S/P BABOUA (Nombre de village)	144	39	7	4	6	5	61(205)	5 (Dans la ville)
C/R ABBA	23	3	2	-	4	3		
" GAUDROT	20	6	-	-	-	-		
" BABOUA-NGUIA-B	42	13	-	2	1	-		
" FO	18	4	-	2	1	1		11
" BINGUE	24	9	1	-	-	-		3
" KOUNDE	11	1	-	-	-	1		
" NADZABORO	6	3	4	-	-	-		
S/P BAORO (Nombre de village)	29	13	5	-	3		21 (50)	5 (Dans la ville)
C/R BAWI-TEDOA	17	8	2	-	2	-		6
" YORO-SAMBA-BOU	12	5	3	-	1	-		2

C/R: Communes Rurales, les chiffres entre parenthèses continnent les villages dont la population est inférieure à 300 hab.

4-4-3 Plan de fourniture des matériaux et matériels

1) Etude sur la foreuse (responsable: équipe de creusement)

Nous avons sélectionné le type de foreuse combinant rotation de boue de forage, rotation pneumatique et percussion pneumatique pour les raisons suivantes:

- i) Du point de vue géologique, la zone du projet se compose de couches alluvionnaires de type sable, argile, gravier assez déliées, de couches de roches altérées composées principalement de terre et de sable tendres, et d'un socle composé de roches dures comme le grès, de roches fragmentées cristallines et de granites. Ce type de foreuse convient au creusement de ces différentes couches.
- ii) La méthode de circulation de boue de forage permet de creuser un trou de forage d'un diamètre relativement grand (ϕ 12- $\frac{1}{4}$ ") depuis les couches de roches effondrées et tendres jusqu'au socle de roches dures. Elle permet de creuser jusqu'à plus de 200 m de profondeur.
- iii) En cas de manque de bentonite et de fuite de l'eau pour les travaux, et si la nappe aquifère est profonde et qu'il y a peu de risques d'effondrement, on peut recourir à la rotation pneumatique et à la percussion pneumatique en combinant air comprimé et agent moussant.
- iv) La percussion pneumatique, à l'aide d'un marteau de fond de trou (DTH), permet de creuser très efficacement la roche dure.
- v) Ce type de foreuse est équivalent sur le plan de la capacité, de la méthode et du dispositif aux foreuses utilisées actuellement pour l'exploitation des eaux souterraines en République Centrafricaine.

vi) Dans des pays de l'Afrique occidentale à conditions géologiques similaires, ce type de foreuse donne de bons résultats pour le creusement de forages.

vii) La zone du projet étant très vaste, il faut une foreuse fonctionnelle et montée sur camion.

Le type fondamental de foreuse satisfaisant aux conditions i) à vii) est le type power head (top drive power swivel hydraulique), il convient très bien au creusement de forages de 80 m de profondeur et de 6-3/4" à 12-1/4" de diamètre de trou de forage prévu dans ce projet, et est à la fois perfectionné, puissant et sûr. (Voir le Tableau 4-5, tableau comparatif des foreuses.)

Le compresseur et l'outillage de creusement seront choisis en fonction de la capacité de la foreuse.

On sélectionnera les véhicules de transport, camions citernes, véhicules d'assistance et véhicules de liaison en fonction de la composition de l'équipe d'exploitation des eaux souterraines standard de la Direction Générale de l'Hydraulique indiquée dans le Tableau 4-1.

2) Equipements de développement (responsable: équipe d'exploitation)

Les tâches essentielles de l'équipe d'exploitation sont les suivantes:

- i) Sélection des emplacements de creusement par prospection électrique
- ii) Approvisionnement et transport des matériaux et matériels pour que l'équipe de creusement puisse travailler régulièrement
- iii) Achèvement des forages creusés par l'équipe de creusement
- iv) Exécution des essais de pompage et de l'analyse de la qualité de l'eau, et après vérification de la position de la couche aquifère, installation de la crépine et de la pompe.

Pour remplir ces tâches, l'équipe d'exploitation a besoin au minimum des matériaux et matériels suivants:

- i) Camion à benne avec grue
- ii) Compresseur, pompe noyée multicellulaire.
- iii) Outillage pour airlift
- iv) Appareil de prospection électrique, détecteur de couches électrique, analyseur d'eau
- v) Véhicules de soutien, véhicules de liaison

3) Matériaux pour les forages

Comme matériaux pour les forages, il faut trois types de matériaux: pompes, tubages et crépines. Quant aux quantités, comme dans le secteur du socle, on n'obtiendra pas le volume de pompage standard (0,5 à 0,9 m³/h), on peut estimer que 20% du nombre de forages ratés du projet pourront servir d'installations d'alimentation en eau pour les villages, il faudra donc prévoir des matériaux pour 60 forages (50 x 1,2).

En ce qui concerne la pompe, nous avons choisi une pompe à pied sur la base de la requête centrafricaine, des résultats antérieurs obtenus et parce qu'on ne prévoit de gros volumes de pompage nécessitant une pompe noyée électrique.

4) Système de communication radio

La Direction Générale de l'Hydraulique (Bangui, la capitale) en charge du présent projet et la ville de BOUAR où sera construite la base, sont éloignées de 450 km, et la liaison téléphonique est possible par le réseau.

Mais il n'y a pas de moyen de communication entre BOUAR et les villages éparpillés où seront exécutés les forages, et il faut pouvoir prévenir rapidement en cas de problème.

Pour améliorer le système d'exécution des travaux et utiliser efficacement les matériaux et matériels fournis, nous avons prévu un système de communication radio.

Ce système se compose des éléments suivants:

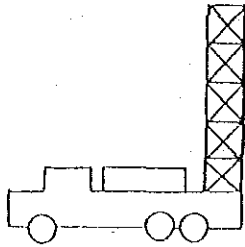
Base de BOUAR:	un équipement radioélectrique SSB
Poste mobile de chantier:	un équipement radioélectrique SSB
	un équipement de communication FM
Véhicule de soutien:	4 équipements de communication FM

5) Pièces de rechange et matériaux à fournir

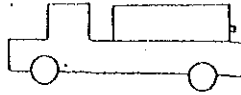
Comme les 50 forages vont être construits en un an, nous avons dressé la liste des quantités de matériaux pour 60 forages et de pièces de rechange jugées nécessaires pour 2 ans, selon l'idée développée à l'alinéa 4-4-4, 2). Mais cela présuppose que la Direction Générale de l'Hydraulique créera à BOUAR le magasin de stockage qu'elle nous a promis pour l'exécution du projet. D'autre part, pour assurer l'exploitation efficace des foreuses (pour 2 équipes) fournies en 1987, nous prévoyons la fourniture des pièces de rechange pour la remise en état, pour 2 équipes, et la fourniture de bentonite pour un total de 50 forages, en combinant les besoins pour le présent projet avec ceux de la fois précédente, parce que la situation budgétaire de la Direction Générale de l'Hydraulique ne lui permet pas d'en acquérir.

FIGURE 4-1 ORGANISATION STANDARD D'UNE EQUIPE D'EXPLOITATION
DES EAUX SOUTERRAINES

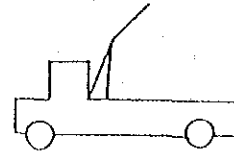
EQUIPE DE CREUSEMENT



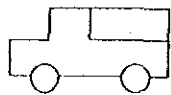
1 foreuse



1 compresseur
d'air



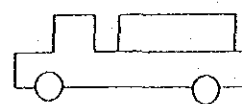
1 véhicule de
transport matériel
(tige, forets, etc.)



1 à 2 voitures
de liaison/soutien
(génératrice,
soudeuse, etc.)

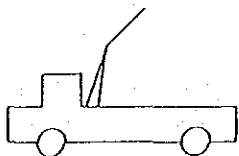


1 camion citerne
à combustible

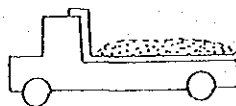


1 camion citerne à
eau

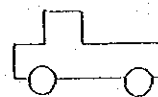
EQUIPE D'EXPLOITATION



1 véhicule de
transport matériel
(pompage, matériaux
de construction,
etc.)



1 camion benne
(gravier, ciment,
etc.)



1 à 2 voitures de
liaison/soutien
(appareils de
mesure, etc.)

TABLEAU 4-4 MOYEN DE CREUSEMENT


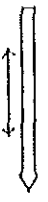
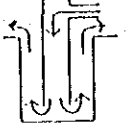
Division	Caractéristiques	Moyen de creusement	Rotation 	Mouvement vertical 	Evacuation de boue  Circulation normale
Percussion	Creusement par la chute simple du taillant suspendu. Ce moyen est économique mais, impropre à la couche solide.	Percussion	Sans rotation	Fil	Evacuateur de boue
Rotary type arbre	Creusement par la rotation ou le mouvement vertical du spindle. Ce moyen est propre au creusement de carotte.	Rotary	Arbre	Arbre	Eau boueuse Circulation normale
Rotary type table	Creusement par la rotation de câble tournant et par le mouvement vertical de fil. Ce moyen est propre au creusement d'une grande échelle.	Rotary	Câble tournant	Fil	Eau boueuse Circulation normale
Rotary type commande en tête	Creusement par la rotation à moteur hydraulique à la partie supérieure de commande en tête et par le mouvement vertical du vérin hydraulique. Ce moyen a le bon rendement sur l'opération de tube conducteur.	Rotary	Moteur hydraulique	Vérin hydraulique	Eau boueuse Circulation normale
Rotary Rebirch	La circulation de l'eau boueuse est complètement inverse. Ce moyen est propre au creusement relativement d'une grande échelle.	Rotary	Table à arbre tournant Moteur hydraulique	Fil d'arbre Vérin hydraulique	Eau boueuse Circulation inverse
Rotary à l'air	Evacuation de boue par l'air comprimé au lieu de l'eau boueuse. Ce moyen a le bon rendement mais ne convient pas pour au creusement profond.	Rotary	Table à arbre tournant Moteur hydraulique	Fil d'arbre Vérin hydraulique	Air comprimé Foramoussée Circulation normale
Percussion à l'air	Creusement par la rotation et le mouvement vertical du marteau au bout de tube conducteur. Ce moyen a le meilleur rendement mais n'est pas propre au creusement profond.	Rotary, Percussion	Table à arbre tournant Moteur hydraulique	Fil d'arbre Vérin hydraulique	Air comprimé Foramoussée Circulation normale

TABLEAU 4-5 COMPARAISON DES TYPES DE FOREUSES

Types de foreuse	Capacité de creusement		Nature du sol			Adapta- tion au niveau plus bas que les autres souterr- ains	Adapta- tion à des pièces de re- change	Opéra- tions	Résis- tance à l'usure	Entre- tien et ad- minis- tra- tion	Estima- tion future	Prix	Demande	Estima- tion géné- rale	
	Profondeur m	Diamètre mm	Forma- tions aréni- formes	Forma- tions sédi- men- taires											Socle
				Forma- tions aréni- formes	Socle										
Ⓐ Percussion (outil pour câble)	100-200	100-600	○	△	×	○	○	○	△	○	×	moins coûteux	×	×	
Ⓑ Rotary direct (type arbre)	plus de 500	46-1.500	○	○	△	○	○	○	○	○	○	coûteux	×	×	
Ⓒ Rotary direct (type arbre)	plus de 500	46-1.500	○	○	△	○	△	○	○	△	○	coûteux	×	×	
Ⓓ Rotary direct (commande en tête)	500	46-1.500	○	⊙	△	○	△	○	○	△	⊙	coûteux	△	×	
Ⓔ Rotary Rebirch	100	450-1.500	○	△	×	○	×	○	○	△	○	coûteux	×	×	
Ⓕ Rotary à l'air	100	100-200	⊙	○	×	△	—	○	○	△	○	coûteux	△	×	
Ⓖ Percussion à l'air	100	100-200	×	△	⊙	△	—	△	△	△	⊙	coûteux	△	×	
Ⓗ + Ⓖ + Ⓕ Type arbre Rotary à l'air Percussion à l'air	plus de 500	46-1.500	⊙	○	⊙	○	—	△	○	△	○	le plus coûteux	△	○	
Ⓖ + Ⓗ + Ⓕ Type câble Rotary à l'air Percussion à l'air	plus de 500	46-1.500	⊙	○	⊙	○	—	△	○	△	○	le plus coûteux	△	○	
Ⓖ + Ⓗ + Ⓖ Type commande en tête Rotary à l'air Percussion à l'air	500	46-1.500	⊙	⊙	⊙	○	—	△	○	△	⊙	le plus coûteux	⊙	⊙	

TABLEAU 4-6 COMPARAISON DES MODELES DE FOREUSE MONTEE SUR CAMION

⊙ Meilleur ○ Bon △ Assez bon x Mauvais

Rubriques d'appréciation \ Type	Circulation de la boue (avec pompe à boue)	Estimation	Creusement à l'air (avec compresseur)	Estimation	Combinaison creusement à la boue et à l'air (avec pompe à boue)	Estimation
Durée	• Temps d'installation long • Temps des creusement long	△ △	• Temps d'installation court • Temps de creusement court	⊙ ⊙	• Temps d'installation moyen • Temps de creusement moyen	○ ○
Caractéristiques	• Normalisé • Pas d'antécédents en Afrique • Système de creusement conventionnel	○ x △	• Plan spécial nécessaire • Nombreux antécédents en Afrique • La puissance du compresseur doit être réduite à cause d'un problème de place sur le camion	△ ⊙ △	• Plan spécial inutile • Nombreux antécédents en Afrique • Utilisé avec le compresseur sur camion, il permet l'adaptation à des conditions géologiques variées	△ ⊙ ⊙
Matériaux et frais	• Bentonite et boue nécessaires • Pas de frais de carburant	△ ⊙	• Bentonite et boue inutiles • Frais de carburant	⊙ △	• Adaptable aux circonstances • Autres équipements nécessaires	⊙ △
Puissance de creusement	Faible	x	Grande	⊙	Moyenne	○
Profondeur de creusement	plus de 100 m	⊙	100 m max.	△	plus de 100 m	⊙
Méthode	• Adaptée à la terre-sable, au grès, à la roche de dureté moyenne • Inadaptée à la roche dure	○ x	• Adaptée à la roche dure • Inadaptée à la terre-sable de type argileux, à la roche tendre	⊙ △	• Adaptée à tous les types de roche • système très avancé	⊙ ⊙

Problèmes	<ul style="list-style-type: none"> • Peu du point de vue de la méthode • Peu de problèmes complexes 	<p>⊙</p> <p>⊙</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Problèmes de destruction, fuite nombreux • Grande influence sur le projet lui-même à cause de l'impossibilité de récupérer le marteau en cas de destruction 	<p>x</p> <p>x</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Permet de remédier aux problèmes de méthode et mécaniques • Même en cas de problème dans le système de creusement à l'air, le travail peut se poursuivre avec le système de creusement à la boue 	<p>⊙</p> <p>○</p>
Appréciation d'ensemble	△	○	⊙			

4-4-4 Plan de construction des forages

Le projet de construction de forages, qui prévoit la construction de 50 forages en 1 an, sera exécuté par un entrepreneur japonais auquel la Direction Générale de l'Hydraulique allouera les matériaux et matériels fournis.

Les éléments de base de cette construction sont les suivants:

- 1) Le détail des zones candidates et du nombre de forages prévus est indiqué dans le Tableau 2-13, mais la candidature des 9 villages situés à proximité de pistes impraticables pour les gros camions a été rejetée, et la Direction Générale de l'Hydraulique devra choisir 9 autres villages en bordure des routes principales avant le commencement des travaux pour les remplacer. Ainsi, la construction de forages est prévue dans 20 villages situés en bordure des routes principales et dans 3 villes, BOUAR, BABOUA et BAORO.
- 2) La condition fondamentale de cette construction est que ces forages devront satisfaire le volume de pompage standard de la République Centrafricaine (plus de $0,5 \text{ m}^3/\text{h}$); mais l'on prévoit que dans les sous-préfectures de BOUAR et BABOUA situées dans le secteur de roches granitiques, il sera difficile d'atteindre ce volume standard.

Il est prévisible que beaucoup de forages n'atteindront pas ce volume ou seront à sec, et donc considérés comme des forages ratés. Pour atteindre l'objectif de la construction de 50 forages réussis en un an, il faudra suivre l'orientation ci-dessous:

- i) Le volume de pompage standard de $0,5 \text{ m}^3/\text{h}$ ($8,3 \text{ l}/\text{min.}$) correspond environ à la moitié du volume objectif de ce projet qui est de $15 \text{ l}/\text{min.}$; mais même les forages qui n'atteindront pas ce volume de pompage constitueront des installations d'alimentation en eau précieuses pour les villageois. C'est pourquoi, tout forage qui aura un volume de pompage inférieur à $0,5 \text{ m}^3/\text{h}$ à l'essai de

pompage en saison sèche, mais qui ne se tarira pas tout au long de l'année pourra être utilisé comme installation d'alimentation en eau par les villageois.

ii) Pour les forages à volume de pompage insuffisant, on creusera un forage complémentaire pour assurer le volume standard. Ainsi, si tous les forages atteignent le volume de pompage standard, un total de 50 forages sera construit. Mais si ce n'est pas le cas, et l'on prévoit 20% de forages de ce type, on construira 60 forages. C'est pourquoi on prévoira des matériaux et matériels pour la construction de 60 forages.

3) Dans le secteur granitique, il est possible que les forages soient à sec ou que le volume de pompage absolu ne soit pas atteint. Ce type de forage ne sera pas intégré au nombre des forages.

D'après les résultats de creusement de forages obtenus par l'équipe suédoise dans la zone du projet (Tableau 3-2, taux de réussite 77%, 13 forages), en prenant une marge de sécurité, on prévoit environ 30% de forages ratés. C'est pourquoi on a calculé les quantités de matériaux d'usure (bentonite, CMC, agent moussant) pour 75 forages (50 à 60 forages x 1,3 = 65 à 78 forages).

4) Les travaux de construction des forages seront exécutés par une équipe d'exploitation des eaux souterraines, sub-divisée en équipe de creusement et équipe d'exploitation chargée de l'achèvement et de l'étude des eaux souterraines. Vu les résultats de l'équipe suédoise dans la zone du projet (Tableau 3-2, profondeur moyenne de 46 m/forage), on prévoit une profondeur moyenne de 50 m et une profondeur maximale de 80 m, conformément aux normes de la Direction Générale de l'Hydraulique.

5) Le processus de construction est indiqué dans le Tableau 4-7, et l'achèvement de 50 à 60 forages en un an est tout à fait possible.

TABEAU 4-7 CALENDRIER DE LA CONSTRUCTION DES FORAGES

Mois/année	1 exercice												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Article													
Arrivée à Bangui, étude et présentation	■												
Construction du camp de base (déplacements BANGUI-BOUAR compris)	■	■											
Préparatifs à la construction des forages	■												
Travaux de creusement des forages (équipe de creusement)		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Travaux d'achèvement des forages (équipe d'exploitation)		■			■	■	■	■	■	■	■	■	■
Réglage et entretien des appareils (en vue de la restauration également)						■					■	■	
Rédaction du rapport des travaux											■	■	
Achèvement des travaux, étude, restitution des matériaux et matériels												■	■

4-4-5 Procédé de creusement des forages

Voici un exemple de procédé de creusement de forage dans le socle à l'aide des matériaux et matériels fournis.

- 1) Le trou de forage a un diamètre de 10- $\frac{3}{4}$ " et 9- $\frac{5}{8}$ ", et on creuse jusqu'à une profondeur de 10 à 15 m dans la couche terre-sable. On utilise la technique rotaty à l'air. Des tuyaux de conduite de 10" et 7" de diamètre interne sont insérés jusqu'au fond du trou.
S'il s'agit d'une couche terre-sable qui risque de s'effondrer, on peut utiliser un tubage ou de la boue de forage.
- 2) Plus profondément que 1), le trou a 6- $\frac{3}{4}$ " de diamètre, et l'on creuse par percussion à l'air. Si l'on trouve une nappe, on utilisera un agent moussant pour éliminer la boue.
- 3) Après avoir rencontré la couche aquifère, on lave le trou et effectue une détection électrique des couches, et on installe une crépine et un tubage sur le trou de 5".
- 4) On garnit l'extérieur de matériau filtrant, de gravier à grains de la grosseur préconisée, et l'extérieur du tubage de matériau imperméabilisant comme la bentonite ou l'argile.
- 5) On effectue un pompage en continu par airlift, que l'on arrête une fois l'eau devenue propre.
- 6) D'après les essais de pompage et l'analyse de la qualité de l'eau, on juge s'il s'agit d'un forage réussi ou raté. Pour les essais de pompage, on peut, si besoin est, effectuer des essais à deux niveaux et un essai de récupération.
- 7) Pour achever les forages considérés comme réussis en 6) (volume de pompage de plus de 0,5 m³/h), on installera une pompe et une margelle en béton de protection.

Les Figures 4-2 à 4 indiquent la conception du forage et de la pompe à pédale.

FIGURE 4-2 MODE DES EXECUTIONS DE FORAGE

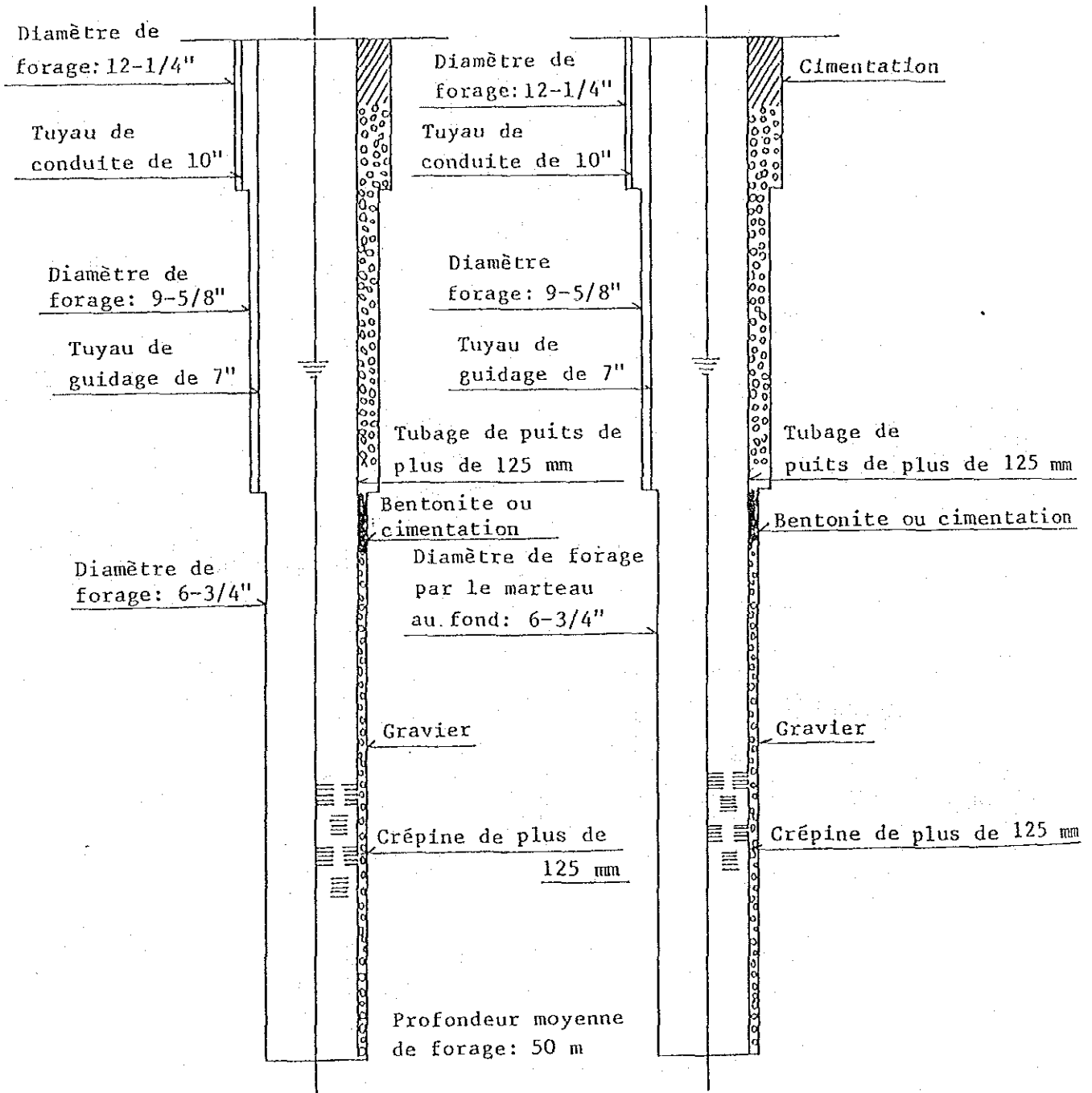
Zone de roche fragile

Zone de roche dure

Rotary

Marteau fond du trou

Plan de finissage de tubage



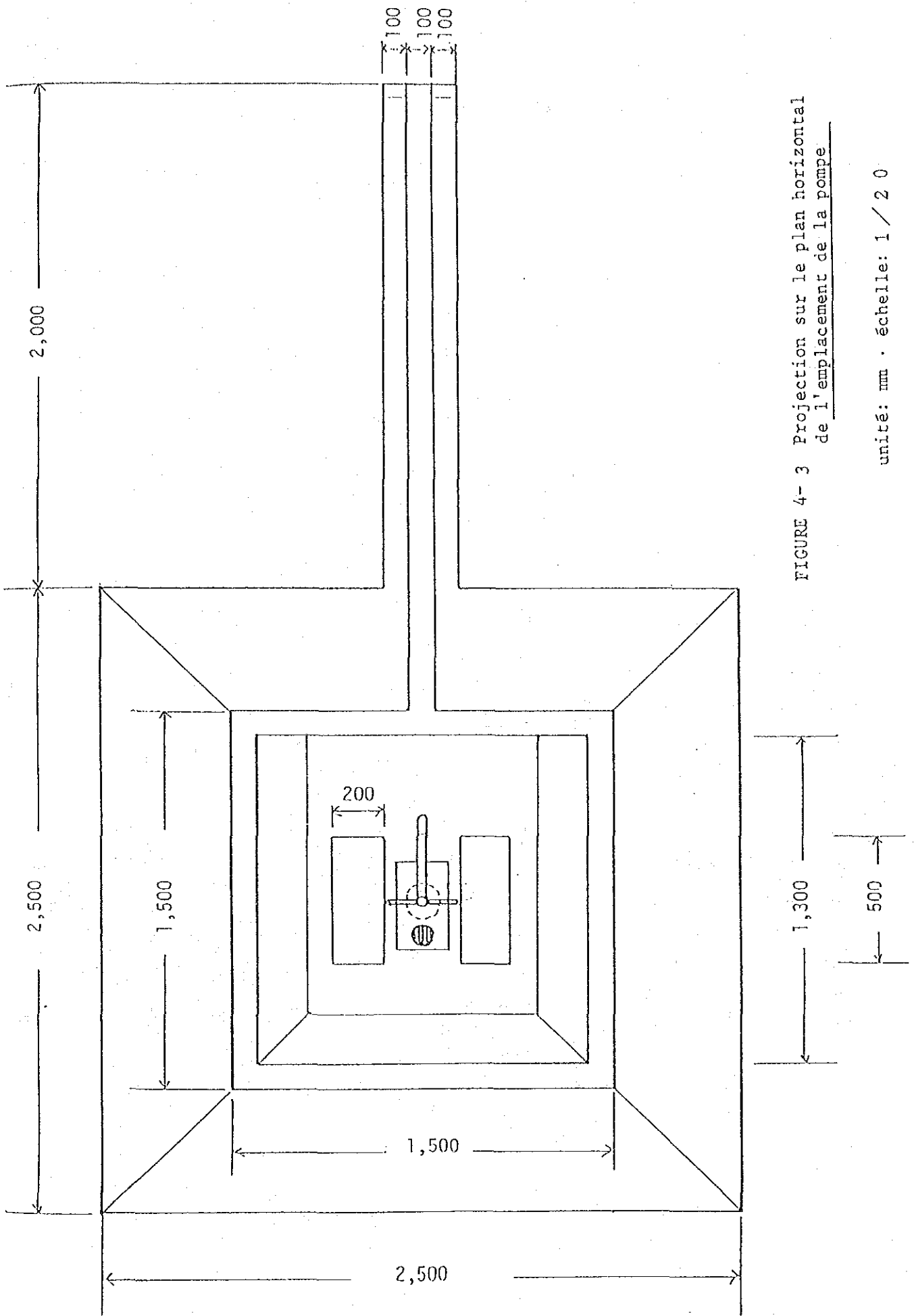
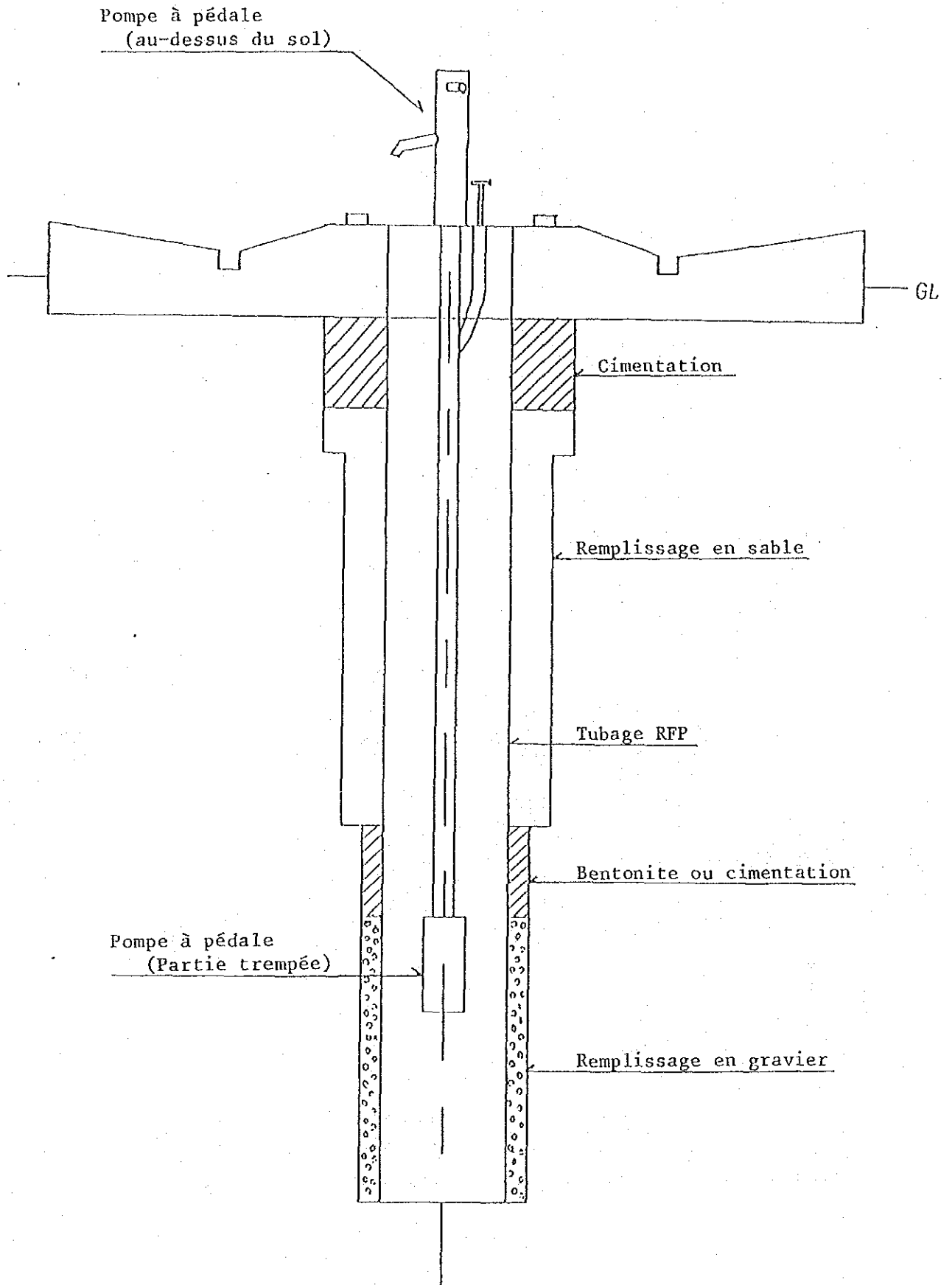


FIGURE 4-3 Projection sur le plan horizontal de l'emplacement de la pompe

unité: mm · échelle: 1 / 20

FIGURE 4-4 PLAN D'UN FORAGE ACHEVE



4-5 Collaboration technique

Les techniciens de la Direction Générale de l'Hydraulique sont en train de creuser des forages dans les préfectures d'OMBELLA-MPOKO et LOBAYE à l'aide des foreuses (2) fournies par le Gouvernement Japonais dans le cadre de la coopération financière non remboursable de l'exercice 1987. D'autres techniciens aident l'équipe suédoise, et d'autres sont dans le nord pour la construction de forages. En 1985, le personnel du Secrétariat d'Etat à l'Hydraulique se composait de 16 administrateurs-cadres supérieurs, de 4 chauffeurs et de 7 employés; comparé à cela, le Tableau 4-2 permet de constater que 3 ingénieurs géologues et 6 techniciens de creusement, personnel essentiel pour les travaux de creusement de forages, ont été formés; ce qui montre que l'organisation de la Direction a été renforcée, que le niveau technique s'est amélioré, et que les expériences de creusement ont été accumulées. Cependant, leur niveau technique est encore inférieur à celui de l'équipe de creusement de la SOCADA, et il faudra donc assurer une assistance technique pratique pour améliorer leur niveau technique et ainsi assurer la réussite des projets futurs de développement des eaux souterraines.

Pour la collaboration technique, sur la requête du Gouvernement Centrafricain, en 1988 et 1989, chaque année un technicien délégué par la Direction Générale de l'Hydraulique a effectué des stages dans des organismes privés et publics au Japon, et la direction technique assurée dans le cadre de ce projet permettra un transfert technologique sur un grand nombre de techniciens, et on espère beaucoup de l'amélioration de la capacité de résolution des problèmes réels susceptibles de survenir.

D'autre part, un spécialiste de la JICA (Agence japonaise de coopération internationale) est actuellement délégué sur place (avril 1987-avril 1990), ce qui laisse espérer un effet d'assistance global sous la direction d'un spécialiste.

Dans le cadre de ce projet, l'entrepreneur japonais assurera la formation pratique des techniciens centrafricains durant les travaux de creusement des forages, formation qui portera principalement sur la maintenance des matériaux et matériels fournis et leur emploi efficace, éléments essentiels pour les techniciens de l'exploitation des eaux souterraines.