

3-2 Conditions naturelles

3-2-1 Climat et hydrologie

(1) Climat

La préfecture de l'OMBELLA-MPOKO appartient aux deux zones climatiques de forêt tropicale guinéenne et soudano-guinéenne qui se caractérisent par de hautes températures et une forte humidité. Le climat se divise en saison sèche, de novembre à avril, et saison des pluies, de mai à octobre.

Les emplacements des stations météorologiques dans la région du projet ainsi que des stations de mesure du débit du fleuve sont indiqués sur la figure 3-2-1.

Les moyennes mensuelles des températures maximales et minimales de la ville de BANGUI durant les dix dernières années sont indiquées dans le tableau 3-2-1. La valeur moyenne maximale pendant la saison sèche est relativement élevée, puisqu'elle est comprise entre 31,3°C et 34,1°C, alors que pendant la saison des pluies, elle s'élève entre 29,8°C et 31,7°C. La température moyenne minimale reste aux environs de 20°C durant toute l'année.

Tableau 3-2-1 Moyennes des températures maximales et minimales mensuelles (Ville de BANGUI)

	Températures maximales (°C)	Températures minimales (°C)
Janvier	32,8	19,5
Février	34,1	20,2
Mars	33,4	21,4
Avril	32,7	21,5
Mai	31,9	21,3
Juin	30,8	19,8
Juillet	29,8	20,4
Août	29,8	20,4
Septembre	30,5	20,3
Octobre	30,6	20,3
Novembre	31,3	20,1
Décembre	31,7	19,5
Moyenne	31,6	20,4

Source: Evaluation hydrologique de l'Afrique subsaharienne, Pays de l'Afrique de l'Ouest; Centrafrique (1992)
Banque Mondiale

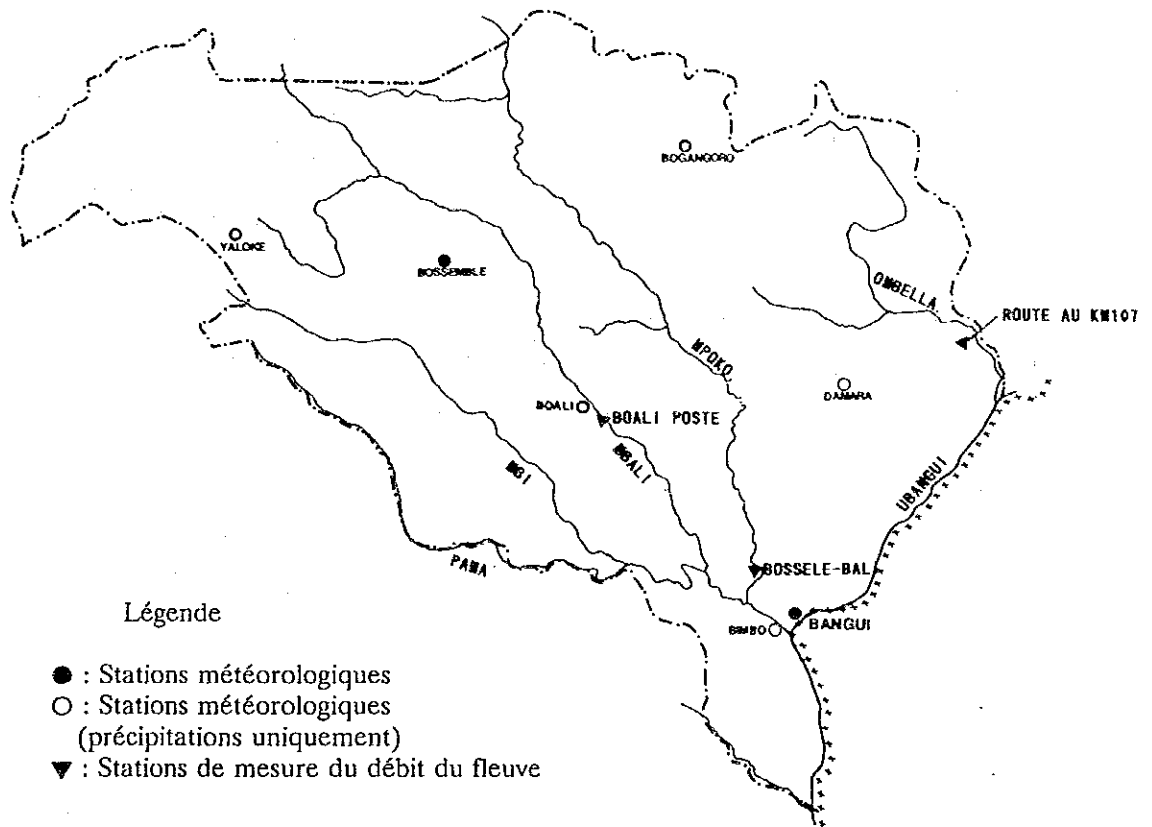


Figure 3-2-1 Stations météorologiques et stations de mesure du débit

Les précipitations mensuelles moyennes de 1984 à 1992 dans les villes de BANGUI et de BOSSEMBELE sont indiquées dans la figure 3-2-2 et dans le tableau 3-2-2.

Les plus basses précipitations mensuelles sont de 13,6 mm à BANGUI et de 11,2 mm à BOSSEMBELE au mois de janvier pendant la saison sèche. Au mois d'août pendant la saison des pluies, les précipitations sont plus importantes avec une moyenne mensuelle de 208,2 mm à BANGUI et de 228,9 mm à BOSSEMBELE.

Par ailleurs, le nombre mensuel moyen de jours de pluie entre 1984 et 1992 est indiqué dans le tableau 3-2-3. En général, alors que le nombre de jours de pluie pendant la saison des pluies est compris entre 10 à 20, il est de moins de 10 pendant la saison sèche, avec seulement un ou deux jours de pluie au mois de janvier.

Les précipitations annuelles sont de 1.378 mm dans la ville de BANGUI et de 1.346 mm dans la ville de BOSSEMBELE, c'est-à-dire sans pratiquement aucune différence entre les deux villes. Les précipitations annuelles dans les autres points de mesure sont de 1.588 mm à BOGANGOLO (1966-1970), de 1.429 mm à YALOKÉ (1966-1979) et de 1.480 mm à BOALI (1966-1980).

L'évolution des précipitations annuelles pendant les neuf dernières années est indiquée sur la figure 3-2-4. Des précipitations record de 1.675 mm/an ont été enregistrées à BANGUI en 1987 et, même en 1989 et 1990, années de sécheresse pour l'Afrique, des précipitations de 1.100 mm par an ont pu être observées dans la capitale.

Tableau 3-2-2 Précipitations moyennes mensuelles et évaporation

	Précipitations moyennes mensuelles (mm)		Évaporation moyenne (mm)	
	BOSSEMBELE	BANGUI	BOSSEMBELE	BANGUI
Janvier	11,2	13,6	160,3	105,0
Février	18,3	27,5	124,1	147,8
Mars	56,2	108,6	126,5	117,1
Avril	94,4	130,6	93,4	86,5
Mai	147,7	114,3	64,9	59,6
Juin	179,6	120,1	60,4	57,5
Juillet	191,0	188,2	46,6	50,5
Août	228,9	208,2	41,1	52,3
Septembre	181,2	178,7	41,5	54,0
Octobre	156,0	191,3	49,9	53,9
Novembre	70,4	75,1	70,2	56,1
Décembre	11,2	21,8	106,6	74,0
Total	1346,1	1378,0	985,5	914,3

Source: Documentation de la Direction Générale de l'hydraulique

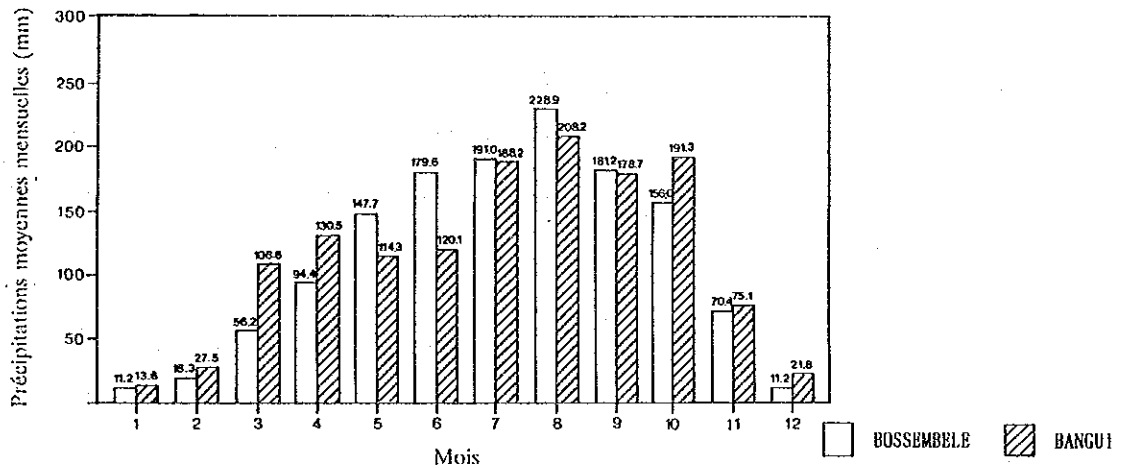


Figure 3-2-2 Précipitations moyennes mensuelles (1984-1992)

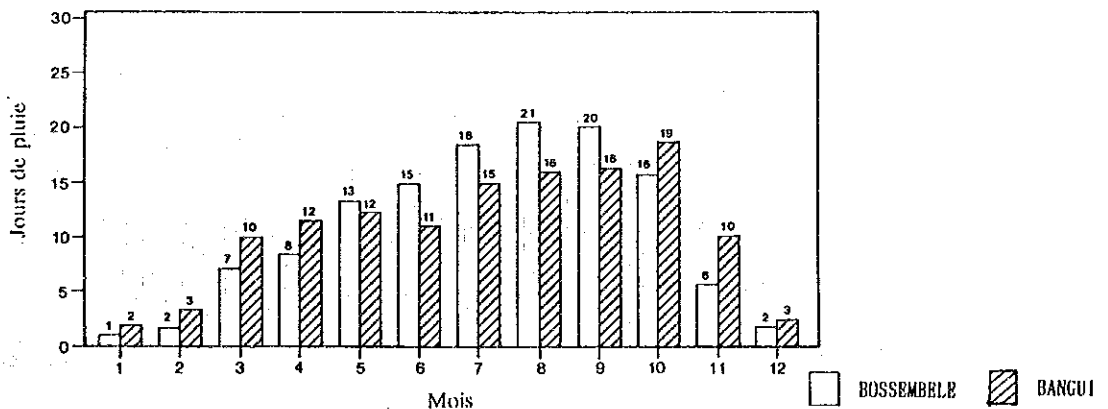


Figure 3-2-3 Nombre mensuel moyen de jours de pluie (1984-1992)

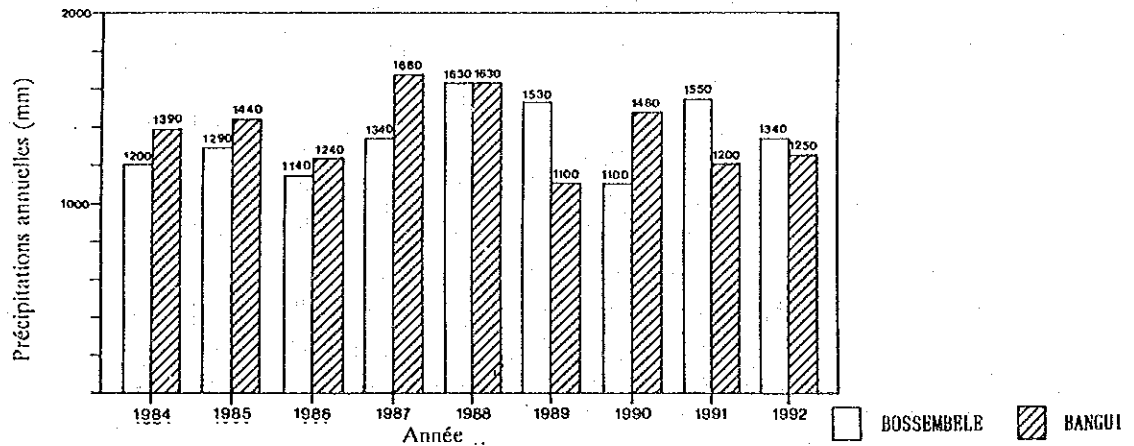


Figure 3-2-4 Evolution des précipitations annuelles

L'évaporation moyenne mensuelle de 1984 à 1992 est indiquée dans la figure 3-2-5. La moyenne de l'évaporation annuelle est de 914 mm à BANGUI et de 985 mm à BOSSEMBELE. Pendant la saison sèche, elle est élevée, avec 90 à 160 mm par mois, alors que pendant la saison des pluies elle n'est que de 40 à 60 mm par mois.

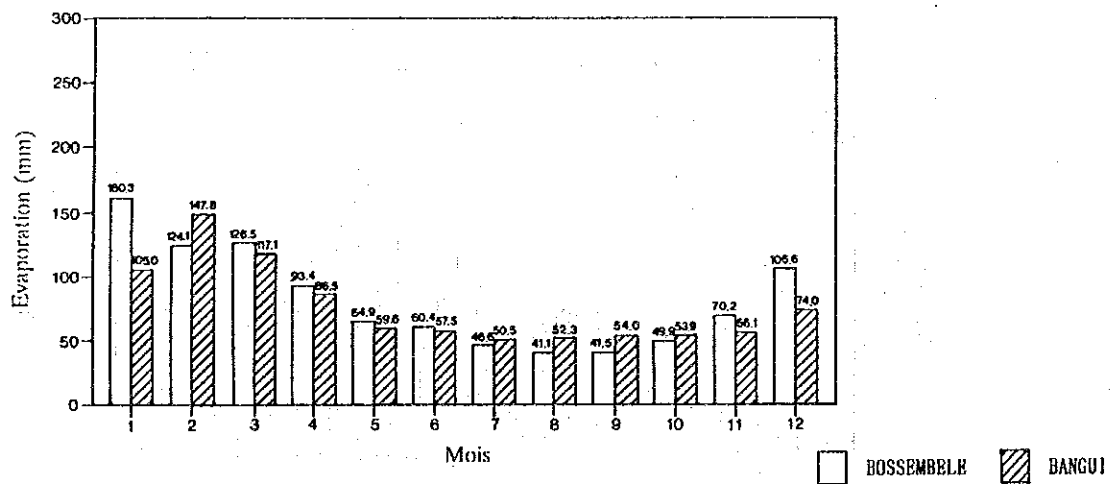


Figure 3-2-5 Evaporation moyenne mensuelle (1984-1992)

(2) Débit des fleuves

Les débits du MPOKO, du MBALI et de l'OMBELLA, affluents de l'OUBANGUI, ont été mesurés dans les emplacements indiqués à la figure 3-2-1. Les résultats de ces mesures sont présentés dans le tableau 3-2-3 et la figure 3-2-6.

Le débit moyen annuel est d'environ 334 m³/sec, correspondant à approximativement 25% du volume des précipitations.

Le débit des fleuves atteint son maximum en septembre et octobre, c'est-à-dire à la fin de la saison des pluies, et son minimum en avril, à la fin de la saison sèche.

Tableau 3-2-3 Débit mensuel des affluents de l'OUBANGUI

Station	Affluent	Bassin (km ²)	Débit mensuel (m ³ /sec)												Débit moy. an	An	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			Moy.
Bosse-Bali (Bangui)	Mpoko	10800	652	467	373	351	376	427	704	1040	2130	2110	1550	949	905	264	1957-1975
Boni Poste (Boni)	Mbali	4560	282	208	176	159	179	240	415	694	1040	992	694	421	499	345	1965-1992
Route au km107	Ombella	3420	233	174	154	150	164	204	315	483	686	688	535	392	428	394	1953-1993
Total		18780	1167	849	703	660	719	871	1434	2577	3856	3790	2779	1762	1832	334	

* Le débit moyen mensuel a été obtenu à partir du débit moyen annuel

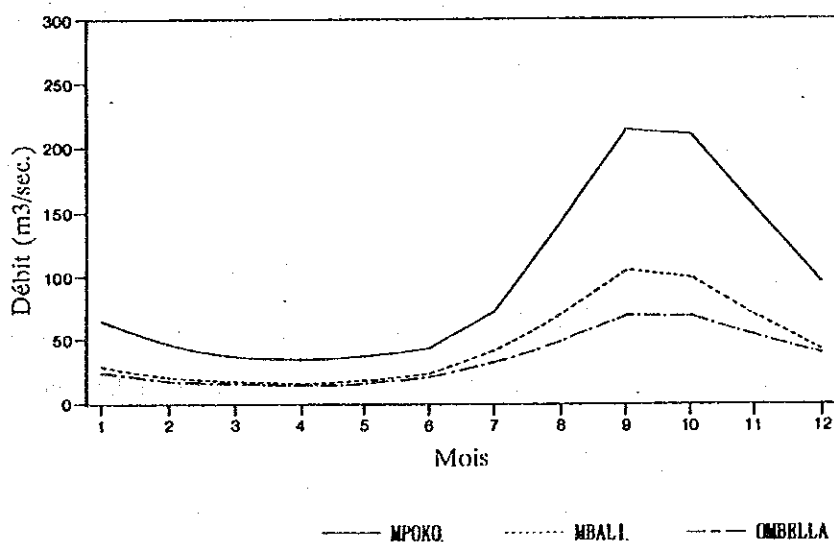


Figure 3-2-6 Débit des fleuves

3-2-2 Relief

La préfecture de l'OMBELLA-MPOKO, comme son nom l'indique, est située dans le bassin de l'OMBELLA et du MPOKO, affluents de l'OUBANGUI. Elle comprend trois zones topographiques: la surface centrafricaine qui s'étend à l'ouest de BOALI, la plaine de l'OUBANGUI et les basses terres alluviales.

- Surface centrafricaine

La surface centrafricaine dans la préfecture s'étend de l'ouest au nord (au nord et à l'ouest de BOALI), avec une altitude comprise entre 650 et 970 mètres. Elle présente un relief en ondulation douce dont les crêtes ont un maximum de 50 mètres, et est recouverte d'une végétation abondante formée d'arbustes et d'herbes pendant la saison des pluies. Cette végétation disparaît pendant la saison sèche.

- Plaine de l'OUBANGUI

La plaine de l'OUBANGUI, plus basse que la surface centrafricaine, a une altitude de 400 mètres. La délimitation entre la surface centrafricaine et la plaine de l'OUBANGUI est formée d'escarpements d'une hauteur de 200 mètres.

Cette plaine est généralement peu accidentée mais présente néanmoins des buttes résiduelles d'une hauteur de 50 à 100 mètres environ.

Cette plaine correspond à l'extrémité nord du bassin du Congo qui s'étend en aval de l'OUBANGUI et s'abaisse progressivement d'amont en aval. La région sud-est de la plaine de l'OUBANGUI a une altitude d'environ 300 mètres et est formée d'une surface morphologique peu accidentée, recouverte de forêt dense en raison des températures élevées ainsi que des pluies abondantes qui s'y déversent.

- Basses terres alluviales

Les basses terres alluviales correspondent à la plaine d'alluvions formée dans le bassin des affluents de l'OUBANGUI et comportent des sédiments déposés par les fleuves tels que boue et sable. Elles sont recouvertes de forêt dense et d'une végétation abondante, et possèdent également des marécages.

3-2-3 Géologie

La plus grande partie du territoire centrafricain est composé d'une formation du Précambrien, nommé craton congolais. La région de l'étude comporte un complexe de base de la première période du Précambrien ainsi que des formations métamorphiques du groupe supérieur de la même période. Elle possède en outre, dans certaines zones, des dépôts sédimentaires du tertiaire et du quaternaire du Cénozoïque.

La carte géologique de la région du projet est présentée dans la figure 3-2-7.

(1) Complexe de base du Précambrien

Ce complexe de base se répartit principalement à l'ouest de BOALI dans la préfecture de l'OMBELLA-MPOKO ainsi qu'au centre et à l'ouest de la surface centrafricaine. Ce complexe de base est composé de migmatites, de micaschistes et de gneiss du Catarchéen, à savoir de roches relativement dures. Ce socle, le plus ancien du territoire centrafricain, présente une structure géologique complexe marquée par l'axe d'un pli dans la direction nord-est sud-ouest. Des plans de discontinuité, tels que plans de faille et plans de fente, s'y développent. Ces plans de discontinuité sont liés à la formation de réserve d'eaux souterraines et laissent espérer des eaux relativement abondantes dans les régions où ils se trouvent.

(2) Roches métamorphiques et quartzites du groupe supérieur du Précambrien

Les roches métamorphiques du groupe supérieur du Précambrien se répartissent principalement dans la plaine de l'OUBANGUI, à l'est de la préfecture. Elles sont plus jeunes que les roches du complexe du base et peuvent être divisées en couches supérieure, moyenne et inférieure selon les différences de lithofaciès. La partie supérieure est composée de grès, de quartzites et de dolomites, la partie moyenne de roches calcaires et la partie inférieure de quartzites, de schistes et de schistes cristallins. Bien que ce socle ait un moindre degré de métamorphose que le complexe de base, on y trouve néanmoins des plans de discontinuité qui promettent également la présence d'eaux souterraines, tout comme le complexe de base.

(3) Dépôts fluviaux du tertiaire et du quaternaire

Les dépôts fluviaux du tertiaire et du quaternaire se répartissent au sud-ouest de la plaine de l'OUBANGUI, dans le bassin de l'OUBANGUI. La formation est composée de terre sableuse non solidifiée et d'argile sableuse dont la couche s'épaissit en direction de l'aval de l'OUBANGUI

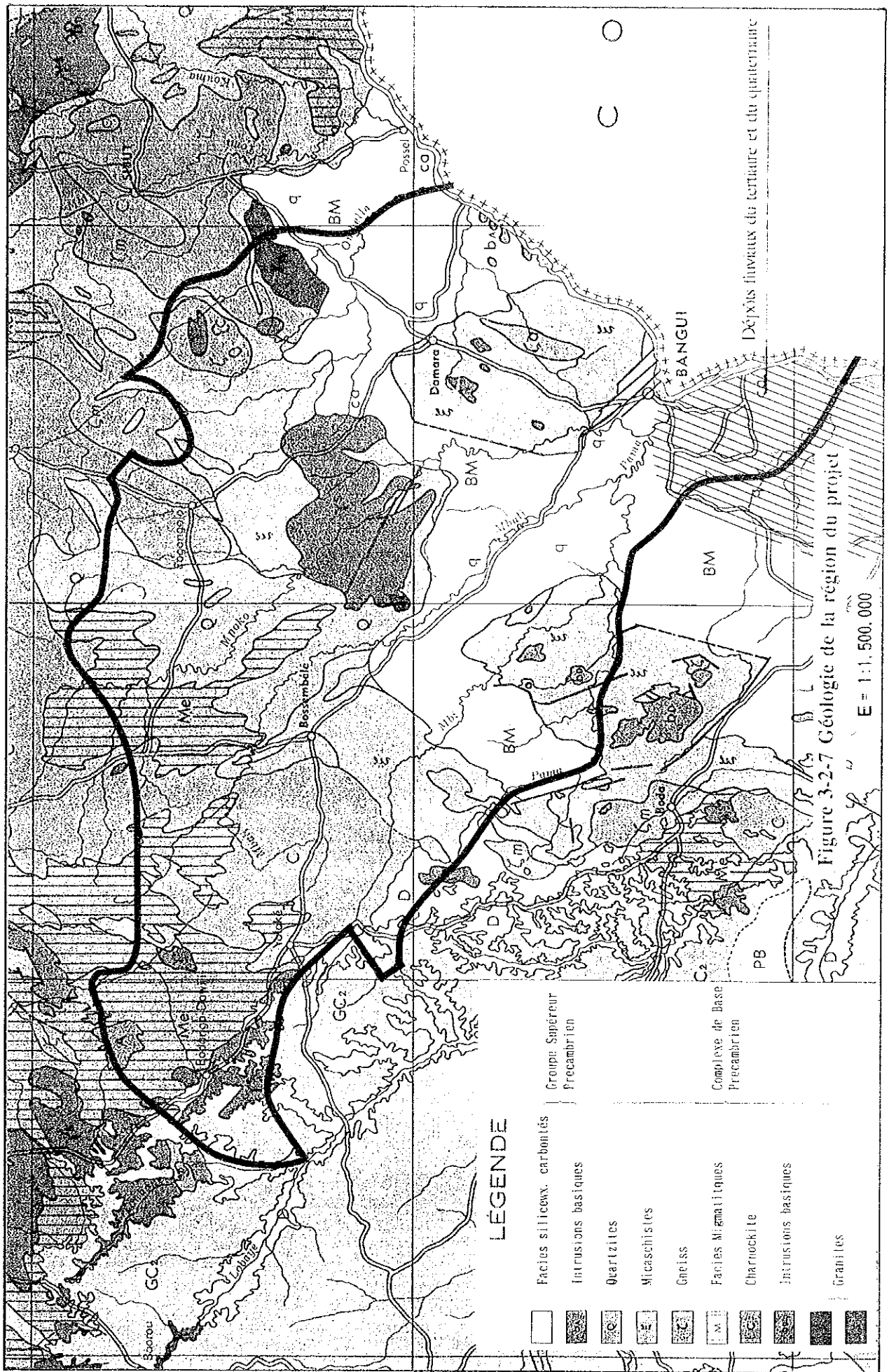
où elle atteint plus de 50 mètres. Les dépôts fluviaux sont accumulés sur les grès, les quartzites et les argilites du Précambrien qui ont une bonne perméabilité et laissent espérer la présence d'une aquifère.

(4) Alluvions

Des alluvions se trouvent dans le bassin des affluents de l'OUBANGUI et leur faciès est principalement argileux.

(5) Résidus de décomposition altérés

Les résidus de décomposition altérés forment principalement des sols latéritisés avec des couches argileuses alternées et sont répartis sur pratiquement toute la couche de surface de la région concernée. Par ailleurs, des latérites dures constituent une partie de la surface centrafricaine et sont utilisées comme matériaux de construction routière.



3-3 Hydrogéologie

3-3-1 Conditions hydrogéologiques

- Répartition des aquifères

Etant donné que les eaux souterraines sont présentes dans les couches perméables, le mouvement et le renouvellement de ces eaux dépendent des structures géologiques. Dans les zones principalement composées, comme la région du projet, d'un socle du Précambrien en particulier, il est nécessaire d'étudier avec attention, d'un point de vue hydrogéologique, la forme du socle, les alternances des formations géologiques, le faciès et la continuité des parties perméables du socle. Toutefois, aucune donnée précise n'a pu être obtenue étant donné la complexité géologique des socles de la région du projet. Par conséquent, il sera nécessaire, lors des travaux de réalisation des forages, de déterminer l'envergure et la direction de la bande altérée comme de la zone fissuraire par prospection électrique par exemple.

En général, les relations entre les eaux souterraines et la géologie en Centrafrique sont celles indiquées dans le tableau 3-3-1.

En comparant les caractéristiques géologiques de la région du projet avec le tableau ci-après, les numéros (1) et (2) correspondent au socle du complexe de base du Précambrien, (4) et (5) aux roches métamorphiques et aux quartzites du groupe supérieur du Précambrien et (8) aux dépôts fluviaux du tertiaire et quaternaire. En ce qui concerne les aquifères, dans les cas (1), (2), (4) et (5), on peut espérer leur présence dans les zones altérées et les fissures du socle. Pour (8), l'aquifère correspond à une couche perméable meuble.

La carte hydrogéologique de la région du projet est présentée dans la figure 3-3-1.

- Volumes de captage possible

D'après la documentation existante, dans les aquifères des régions où se répartissent les formations (1), (2), (4), (5), la transmissivité T a tendance à être élevée. Le coefficient d'emmagasinement dans les schistes où se développent des fissures typiques de la région du projet indique $S = 10^{-3}$ à 10^{-6} et permet de conclure à la présence d'eaux souterraines captables.

Par ailleurs, dans les roches non-carbonatées telles que les schistes où, dans de nombreux cas, de vastes fissures se sont développées, le débit probable maximum d'un ouvrage hydraulique $Q = 10$ m³/h a été enregistré. Les travaux de réalisation, en Centrafrique, de 900 forages dans les roches

non-carbonatées ont été couronnés de succès à 75%. S'il n'existe pas de données de forage précises dans les roches carbonatées, telles que le calcaire, un forage de ce type effectué à la périphérie de BANGUI a permis d'obtenir un débit de $Q = 39,6\text{m}^3/\text{h}$.


Le calcul du débit probable d'un ouvrage hydraulique dans la région du projet à partir des données existantes permet de prévoir un débit maximum de $Q = 5,0\text{ m}^3/\text{h}$ dans les fissures du socle de la surface centrafricaine et de $Q = 20,0\text{ m}^3/\text{h}$ dans la plaine de l'OUBANGUI.

Par ailleurs, le débit de captage dans la formation sédimentaire (tertiaire et quaternaire) principalement composée de sable (8), est supposé être compris entre 10 et 100 m^3/h , c'est-à-dire beaucoup plus important que celui des eaux de fissure.

Tableau 3-3-1 Géologie et eaux souterraines (Territoire centrafricain)

Périodes		Unités lithostratigraphiques			Captage				
					Type	Profondeur (m)	Débit instantané possible (m ³ /h)	Usages	
Cénozoïque	Quaternaire	Alluvions indifférenciées	9	Sables argileux, argiles, sables, graviers	Puits	5 - 10	1 - 10	Hydraulique pastorale	
	Tertiaire		8	Sables, argiles, grès	Forage Puits	50 - 150 10 - 30	10 - 100 1 - 5	Irrigation, AEP grandes villes, Hydraulique pastorale	
Mésozoïque		Carnot ~ Ouadda	7	Grès, conglomérats	Forage	100 - 200	10 - 50	Irrigation, Hydraulique urbaine	
Paléozoïque		Post-tectoniques	6	Granites	Forage	40 - 80	0 - 5	Hydraulique villageoise, petite irrigation	
Précambrien		Bakouma, Bougoulou, Bangui	5	Grès, grès quartzites, argilites, schistes - faciès gréseux prédominants - Facès argileux prédominants	Forage	40 - 100	0 - 20	Hydraulique villageoise, AEP villes régionales, petite irrigation	
									4
			3	Intrusions basiques	Dolérites, basaltes, gabbros	Forages Puits	40 - 80 5 - 30	0 - 5 0 - 5	Hydraulique villageoise, petite irrigation, Hydraulique pastorale
1	Complexe de base	Granites, migmatites, gneiss, amphibolites, granulites							

Source : Plan d'Hydraulique en RCA, 1987

 : Géologie région du projet

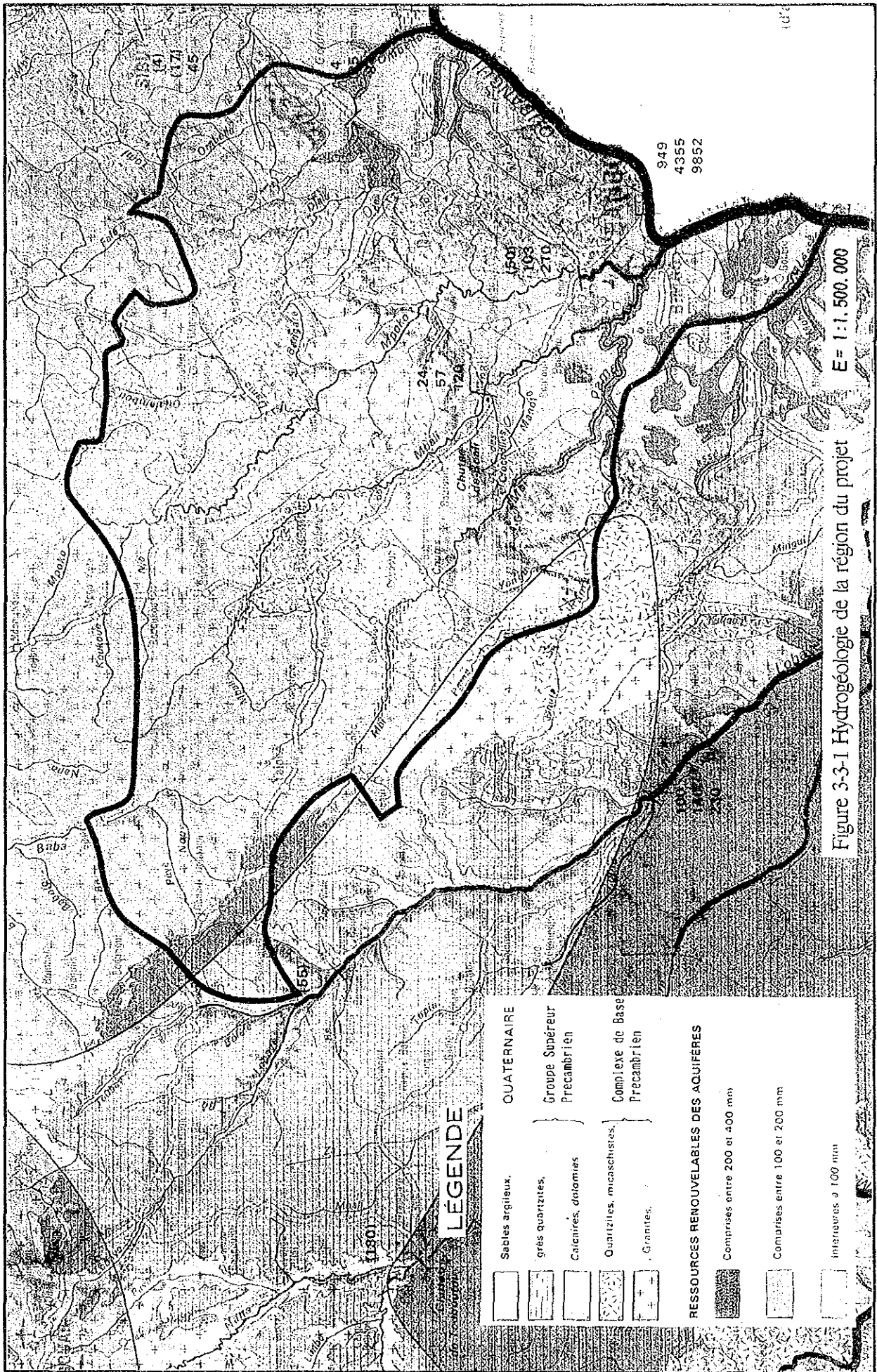


Figure 3-3-1 Hydrogéologie de la région du projet E = 1:1.500.000

949
4355
9852

LÉGENDE

	Sables argileux.	QUATÉNAIRE
	grès quartzites.	Groupe Supérieur Precambrien
	Calcaires, dolomies	
	Quartzites, mica-schistes.	Complexe de Base Precambrien
	Granites.	
RESSOURCES RENOUVELABLES DES AQUIFÈRES		
	Comprises entre 200 et 400 mm	
	Comprises entre 100 et 200 mm	
	Inférieures à 100 mm	

- Ressources renouvelables des aquifères

Dans la surface centrafricaine et la plaine de l'OUBANGUI qui occupent une grande partie de la région du projet, les ressources renouvelables des aquifères sont estimées être comprises entre 100 et 200 mm par an. Dans les basses terres alluviales qui s'étendent partiellement dans les bassins des affluents de l'OUBANGUI, ces ressources sont supposées être de 200 à 400 mm par an. (Voir la carte hydrogéologique de la figure 3-3-1.) Ces ressources renouvelables correspondent à entre 7 et 30% des précipitations annuelles.

- Evolution des niveaux d'eau

Dans la région du projet, des piézomètres ont été mis en place en cinq emplacements, à BANGUI, BOSSEMBELE, BOALI, DAMARA et NDJO (nord de BOSSEMBELE) depuis 1989 et des mesures sont effectuées périodiquement grâce à ces appareils (voir figure 3-3-2).

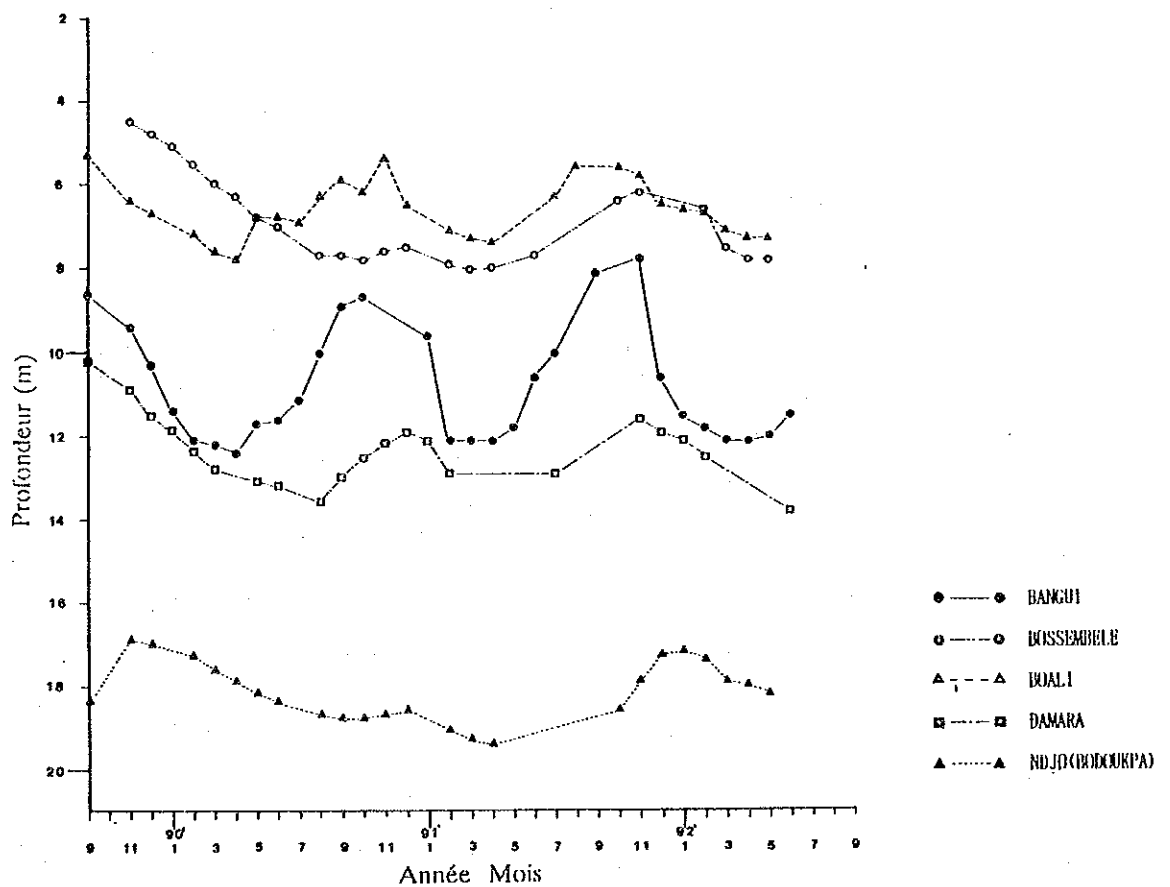


Figure 3-3-2 Variations du niveau des eaux souterraines

D'après la piézométrie, le niveau des eaux souterraines augmente pendant la saison des pluies et diminue pendant la saison sèche, ce cycle se répétant tous les ans. Par conséquent, on peut en conclure que le niveau des eaux souterraines dépend des précipitations. Toutefois, pendant la saison des pluies de 1990, où les précipitations furent faibles (1.100 mm/an à BOSSEMBELE cette année-là), les piézomètres de BOSSEMBELE, DAMARA et NDJO dans le nord de la préfecture, n'ont relevé non seulement aucune augmentation du niveau des eaux souterraines mais également une baisse de niveau. Ceci indique la très faible infiltration des eaux de pluie dans le sol.

Par ailleurs, les variations annuelles du niveau des eaux souterraines vont de 4 mètres dans la ville de BANGUI, où les écarts de niveau sont les plus marqués, à environ 1,5 et 2,0 mètres pour les autres emplacements de mesure.

3-3-2 Présence des eaux souterraines (résultats de la prospection électrique)

Une prospection électrique a été effectuée dans la région du projet afin de saisir les structures hydrogéologiques des emplacements prévus pour la réalisation des forages. Cinquante-deux villages ont été choisis afin de mieux comprendre ces structures dans l'ensemble de la région. Les emplacements et le détail de la prospection sont indiqués dans la figure 3-3-3 et le tableau 3-3-3.

Tableau 3-3-2 Détail des emplacements de prospection

Sous-préfecture	Nbre de prospection	No emplacements
BIMBO	20	G1 à 10, G40 à 47, G50 à 51
DAMARA	10	G18 à 27
BOGANGOLO	3	G28, G48 à 49
BOALI	5	G11 à 14, G52
BOSSEMBELLE	14	G15 à 17, G29 à 39
Total	52	

(1) Méthode et appareils de prospection

La méthode Wenner a été utilisée pour la prospection électrique, avec sondage vertical jusqu'à la profondeur de 100 mètres. Etant donné la résistance élevée du contact avec la surface, des appareils de type polymérisé ont été utilisés pour augmenter le rapport S/N.

L'analyse a été effectuée par courbes standard de Wenner et courbes auxiliaires de Hummel.
 Les spécifications des appareils utilisés sont indiquées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 3-3-4 Spécifications des appareils de prospection électrique

Type	Spécifications
Mc OHM (fabrication japonaise)	Tension de sortie : 400 Vp-p Courant de sortie : 1.2.5.10.20.50.100.200. mA (courant fixe) Potentiel mesuré : $\pm 0,6V \pm 6V$ Impédance d'entrée : 1 Mohms Puissance de décomposition : 20 microns Nombre d'empilage : 1.4.16.64 Alimentation électrique : CC 12 V Avec mémoire de données

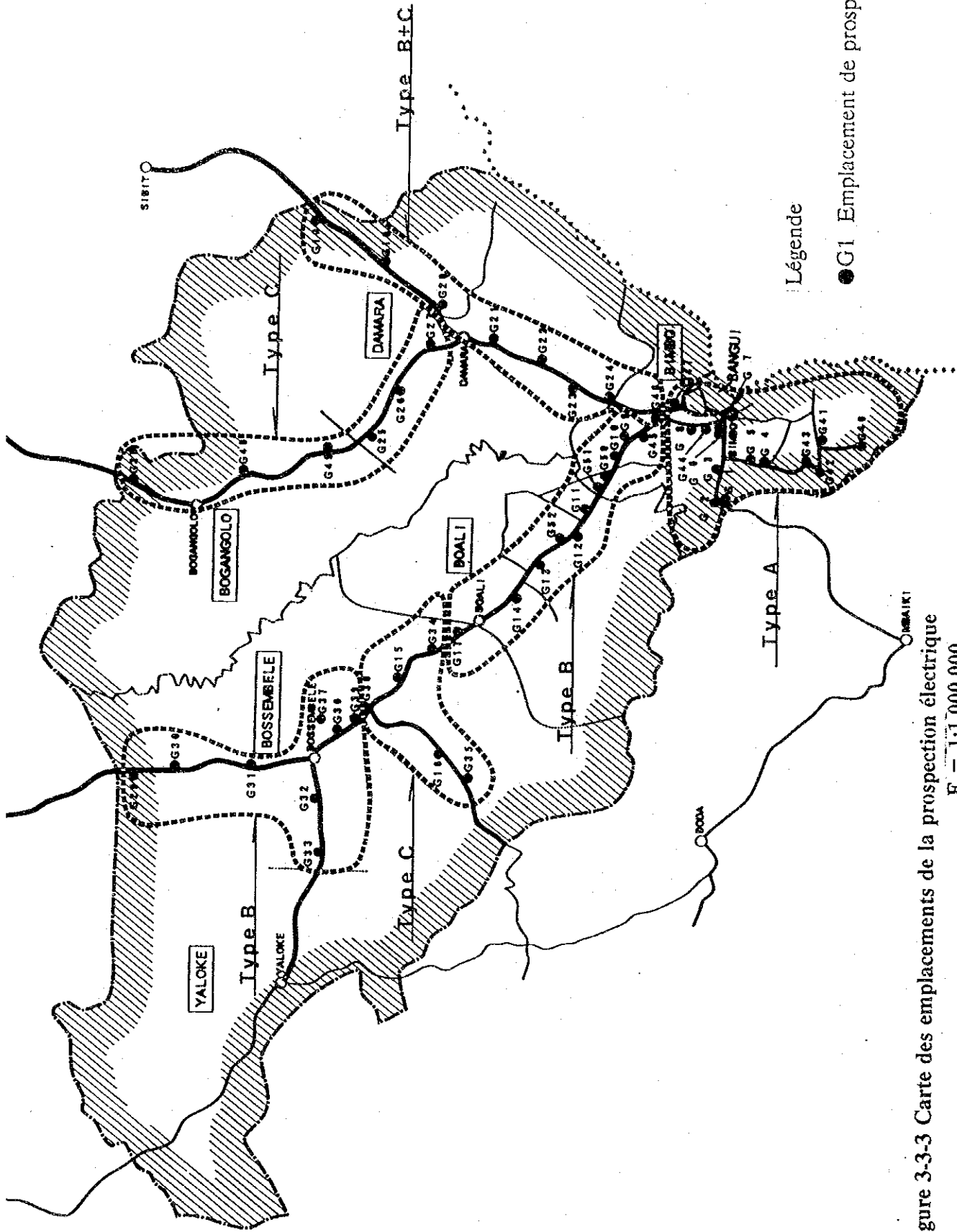


Figure 3-3-3 Carte des emplacements de la prospection électrique
E = 1:1.000.000

(2) Résultats de la prospection électrique

Les résultats d'analyse de la prospection électrique dans chaque emplacement sont classés dans la figure 3-3-4, "Coupes de résistivité". Les profils stratigraphiques des forages existants sont également mentionnés sur ces coupes. Par ailleurs, la liste des villages, les emplacements de prospection, les courbes $\rho - a$ sont présentés dans les documents en annexe.

Les couches ont été globalement classées selon leur résistivité. En considérant la couche de surface comme couche 1, suivie de la couche 2 et de la couche 3, la composition géologique peut se diviser selon les trois types suivants (Voir tableau 3-3-5).

Tableau 3-3-5 Composition géologique selon la résistivité

unité: $\Omega - m$			
Type	Couche 1	Couche 2	Couche 3
Type A	90 à 1.000	100 à 500	600 à 2.500
Type B	100 à 3.000	250 à 1.000	1.000 à 5.000
Type C	250 à 2.000 (une partie 3.000)	2.000 à 10.000	-

- Type A

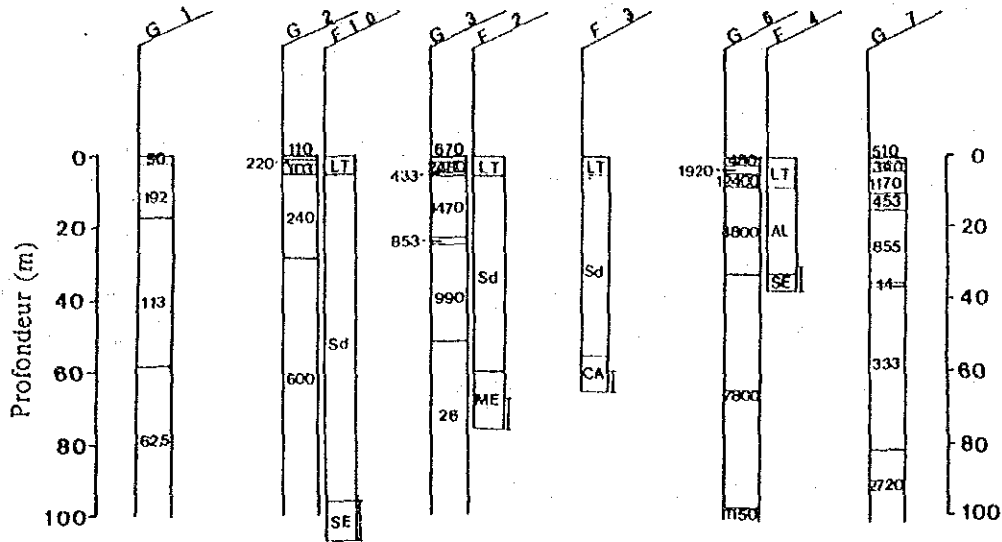
La région correspondant au type A sont les zones au sud-ouest de BIMBO où se trouvent les dépôts fluviaux du tertiaire et du quaternaire.

La résistivité de la couche 1 est assez variable, comprise entre 90 et 1000 $\Omega - m$, cette couche correspondant au sol de surface en latérite, en terre sableuse et en argile. Lorsque le sol est asséché, la valeur de résistivité est très élevée. L'épaisseur de cette couche est généralement inférieure à 3 mètres.

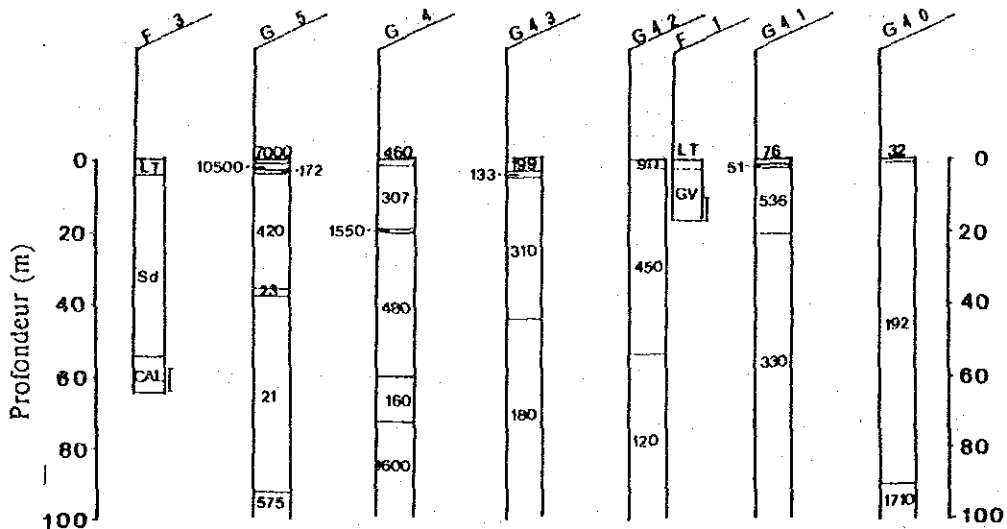
La couche 2 peut être considérée comme l'aquifère et, d'après sa résistivité, elle correspond principalement à une terre sableuse ou à des grès. Une couche de 21 à 26 $\Omega - m$ peut parfois parfois alternée dans cette couche qui comprend également une terre à forte teneur en argile. L'épaisseur de cette couche varie en fonction des régions, mais peut atteindre plus de 100 mètres.

Figure 3-3-4 (1) Coupes de résistivité

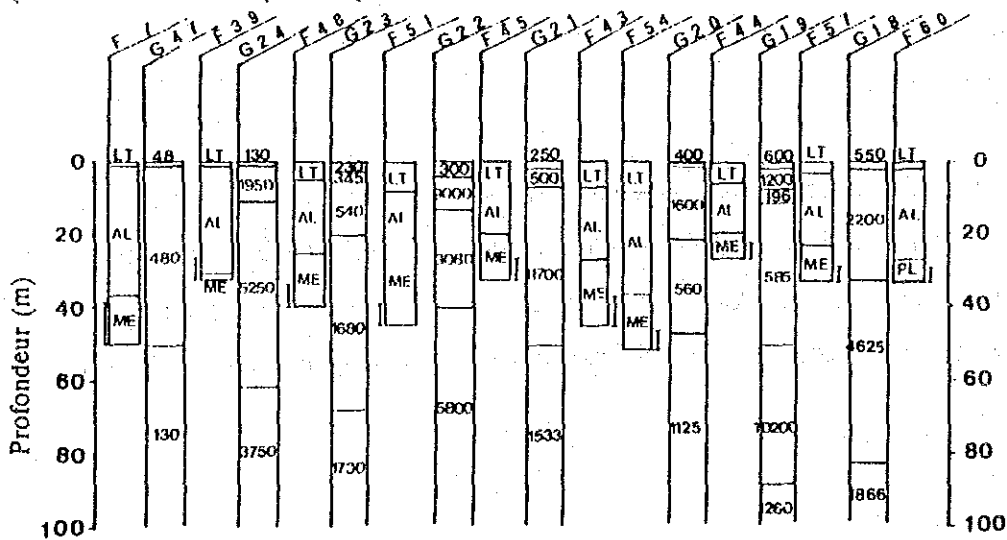
Ouest de la sous-préfecture de BIMBO (plaine de l'OUBANGUI) - Coupe a -



Sud-ouest de la sous-préfecture de BIMBO (plaine de l'OUBANGUI) - Coupe b -



Nord de la sous-préfecture de BIMBO - Du sud à l'est de la sous-préfecture de DAMARA (surface centrafricaine) - Coupe c -



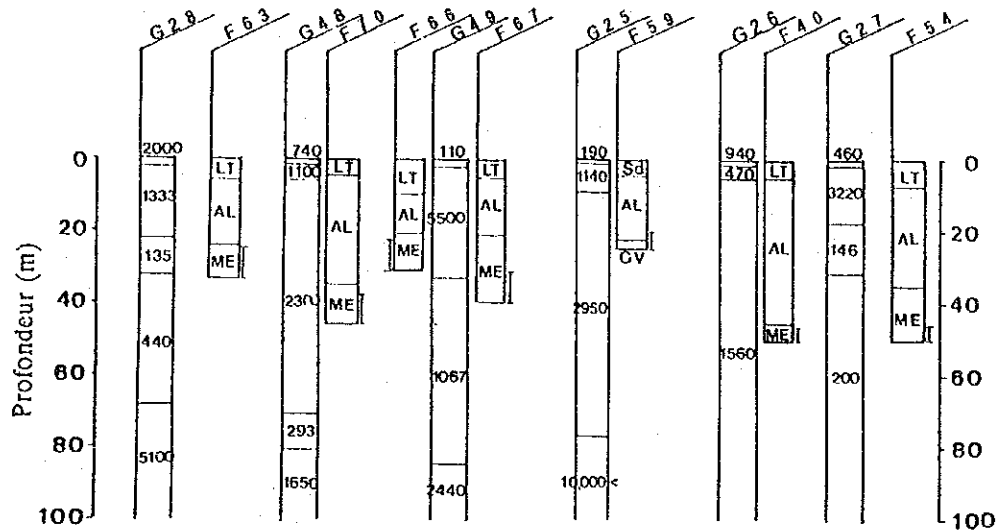
Légende

LT: Latérite
 GV: Gravier
 Sd: Sable argileux
 AL: Roche altérée

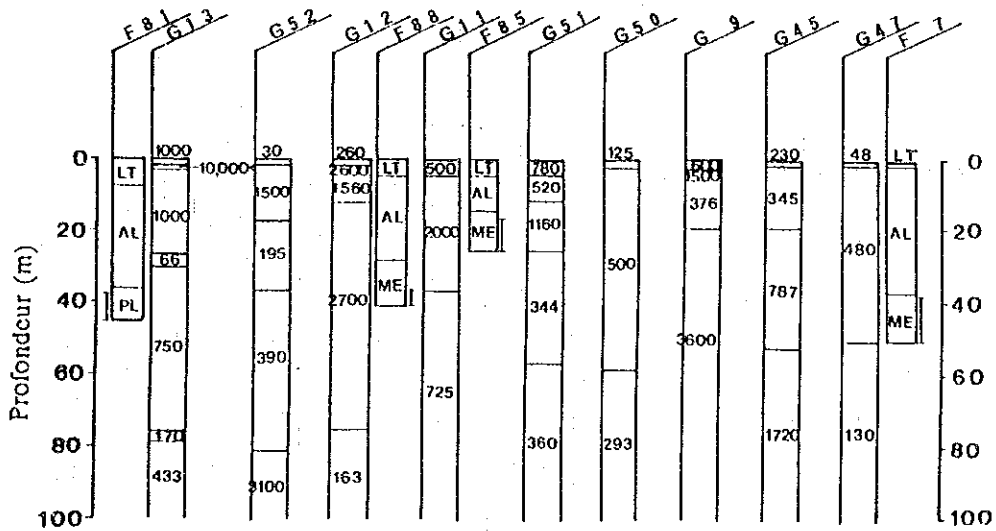
SE: Roche sédimentaire
 PL: Roche plutonique
 ME: Roche métamorphique
 CA: Calcaire

Figure 3-3-4 (2) Coupes de résistivité

Nord de la sous-préfecture de BOGANGOLO - Ouest de la sous-préfecture de DAMARA (surface centrafricaine) - Coupe d -



Ouest de la sous-préfecture de BOALI - Nord de la sous-préfecture de BINBO (plaine de l'OUBANGUI) - Coupe e -

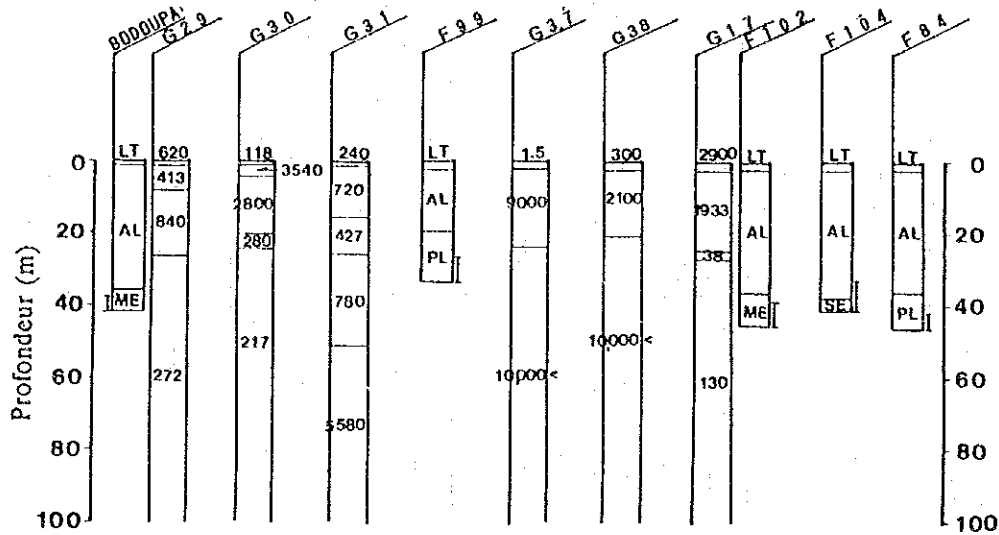


Légende

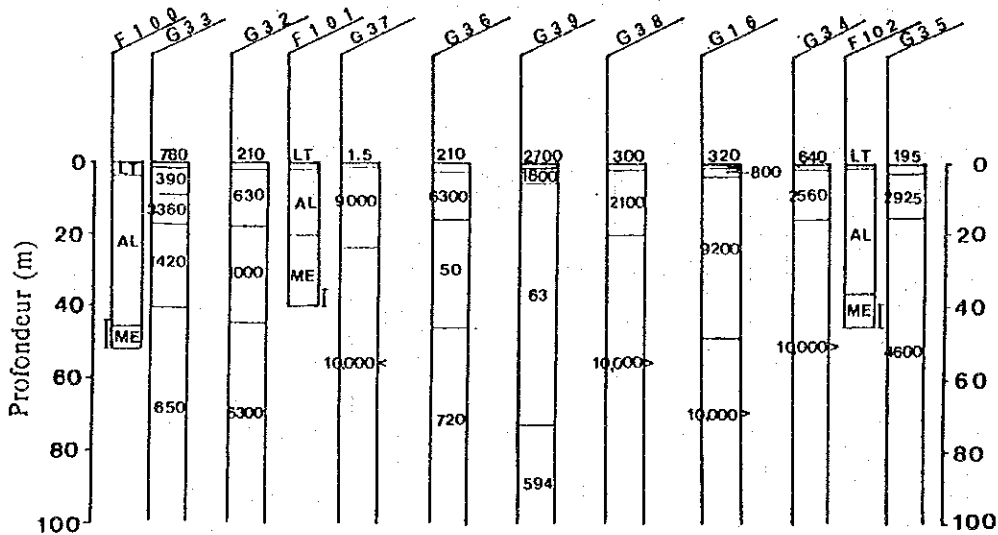
- LT: Latérite
- GV: Gravier
- Sd: Sable argileux
- AL: Roche altérée
- SE: Roche sédimentaire
- PL: Roche plutonique
- ME: Roche métamorphique
- CA: Calcaire

Figure 3-3-4 (3) Coupes de résistivité

Du nord à l'est de la sous-préfecture de BOSSEMBELLE
(surface centrafricaine) - Coupe f -



De l'est au sud de la sous-préfecture de BOSSEMBELLE
(surface centrafricaine) - Coupe g -



Légende

- LT: Latérite
- GV: Gravier
- Sd: Sable argileux
- AL: Roche altérée
- SE: Roche sédimentaire
- PL: Roche plutonique
- ME: Roche métamorphique
- CA: Calcaire

La couche 3 peut correspondre au socle où se répartissent des roches quartzitiques et des calcaires du groupe supérieur du Précambrien. La répartition de cette couche n'est pas uniforme et, dans certains cas, elle est introuvable même à plus de 100 mètres. Par ailleurs, dans la ville de BANGUI et le long de l'OUBANGUI, c'est-à-dire à l'est (G-6, G-8, etc.) de la région de type A, la couche 2 n'existe pas et l'on trouve la couche 3 à des emplacements peu profonds, à l'instar de la composition géologique de type C qui sera expliquée plus avant. Si cette couche possède un socle en quartzites, seules de petites quantités d'eau souterraine peuvent être espérées dans les fissures mais si le socle est en calcaire, il a de fortes possibilités pour que s'y trouvent des aquifères abondantes, comme indiqué en 3-3-1.

- Type B

La région correspondant au type B sont les zones où se trouvent des roches sédimentaires du groupe supérieur du Précambrien de la plaine de l'OUBANGUI et principalement des charnockites du complexe de base du Précambrien de la surface centrafricaine. Ce type géologique se caractérise par une répartition sur plus de 20 mètres d'épaisseur d'une bande altérée.

La couche 1 est essentiellement constituée de sol latéritique, comprenant partiellement une couche alluvionnaire. La résistivité est très élevée avec de plus 1000 Ω - m en en saison sèche et dans la plupart des cas l'épaisseur de cette couche est comprise entre 5 et 10 mètres.

La couche 2 correspond à la bande altérée du socle où se trouvent les fissures et qui est en partie argileuse, sableuse ou conglomérée. On peut y espérer la présence d'une aquifère. La résistivité est d'environ 500 Ω - m dans la plupart des cas. Toutefois, aux points G36 et G39 à proximité de BOSSEMBELE, elle atteint 50 à 63 Ω - m à des profondeurs de plus de 40 mètres, ce qui indique que cette couche est relativement argileuse. Cette couche a une profondeur d'environ 50 mètres mais peut atteindre plus de 100 mètres en certains endroits, à savoir au nord de la sous-préfecture de BIMBO et jusqu'à la préfecture de BOALI, ainsi qu'au nord et à l'ouest de BOSSEMBELE.

La couche 3 correspond au socle non altérée et la zone de fracture n'étant que partielle, on ne peut y espérer la présence d'aquifère.

- Type C

La région correspondant au type C, contrairement au type B, ne possède qu'une très mince bande altérée et le socle non altéré est très proche de la surface. Par conséquent, il s'agit d'une structure à deux couches. Les régions dans lesquelles on retrouve ce type géologique sont le complexe de base du Catarchéen de la surface centrafricaine et en particulier les régions où se trouvent des micaschistes. Administrativement, la sous-préfecture de BOGANGOLO et de l'est au sud de la sous-préfecture de BOSSEMBELE correspondent à ce type C.

La couche 1 correspond au sol latéritique dont l'épaisseur est généralement de moins de 5 mètres.

La couche 2 correspond à la couche ayant une résistivité assez élevée, comprise entre 2000 et 10.000 Ω - m. Même s'il existe une couche altérée entre la couche 1 et la couche 2, elle n'est qu'extrêmement mince. Par ailleurs, à en juger par la valeur de la résistivité, on peut supposer qu'il existe des roches non altérées avec extrêmement peu de fissures dans cette couche. Toutefois, comme indiqué au paragraphe 3-2-3, on peut supposer qu'un plan de discontinuité avec plan de faille et plan de fente existe dans la direction NS-SO et qu'une aquifère peut être présente le long de ce plan de discontinuité.

Dans ce type de structure géologique, s'il est difficile de rechercher les aquifères, une prospection détaillée par profilage électrique permettra de saisir la présence éventuelle des eaux souterraines.

Par ailleurs, de nombreux forages ont été réalisés dans les régions de type géologique C lors de la première phase du présent projet.

La région d'étude peut être divisée en zones avec les trois types de couches géologiques A, B et C mais certains endroits du nord de BIMBO à l'est de DAMARA ne correspondent pas à ces types. En d'autres termes, des couches du Catarchéen ainsi que du groupe supérieur du Précambrien sont réparties dans ces emplacements. La profondeur de la bande altérée étant extrêmement variée, il s'agit d'une région où se confondent les types B et C.

En fonction des types géologiques présentés ci-dessus, les conditions hydrogéologiques de la région du projet sont celles indiquées dans le tableau 3-3-6.

Tableau 3-3-6 Hydrogéologie de la région du projet

Type *	Région		Relief	Géologie	Aquifère représentative	Méthode de recherche
	Z. administr.	Cpe résistivité				
A	Ouest sp BIMBO	Coupe a, b	Sud-ouest de la plaine de l'IOUBANGUI	Sédiments fluviaux du tertiaire et du quaternaire (sableux, congloméré) Socle milieu-fin Précambrien en quartzite et calcaire	Sédiments fluviaux du tertiaire et du quaternaire (sableux, congloméré) Profondeur 50 à 70 m Résistivité $\rho = 100$ à $500 \Omega \cdot m$	Nécessité d'une prospection électrique en raison des variations du socle.
B	Nord sp BIMBO Totalité sp BOALI Nord à l'ouest sp BOSSEMBELE	Coupe e Coupe f, plus au nord de G31 Coupe g, plus à l'ouest de G39	Nord de la plaine de l'IOUBANGUI Surface centraféricaine	Roches sédimentaires et schistes milieu-fin Précambrien Complexe de base du Précambrien (charnockites)	Bande altérée du socle avec développement de frissures, sableux, congloméré Profondeur 50 m Résistivité $\rho = 250$ à $1.000 \Omega \cdot m$ Aquifère prometteuse à la délimitation entre la bande altérée et la bande non-altérée	En raison des variations de l'épaisseur de la bande altérée selon les régions, nécessité de procéder à la prospection électrique.
C	Totalité sp de BOGANGOLO Au sud et à l'est sp BOSSEMBELE	Coupe d Coupe f, plus à l'est de G37 Coupe g, plus au sud de G38	Surface contrafricaine	Complexe de base du Précambrien (migmatites et micaschistes)	Bande de fissure du complexe de base non altéré Profondeur 40 à 50 m Correspondant à la résistivité relativement faible parmi les couches de résistivité élevée	Etant donné une présence très limitée des aquifères, nécessité de procéder à une prospection très détaillée (profilage électrique).
B + C	Nord sp BIMBO Sud et est de DAMARA	Coupe c	Plaine de l'IOUBANGUI	Identique aux types B et C	Identique aux types B et C	Identique au type C

* Type géologique classé par résistivité

(3) Evaluation des aquifères

La résistivité des couches aquifères est en étroite relation avec celle des eaux souterraines et peut être exprimée en fonction de l'équation suivante.

$$\rho = F \times \rho_w \dots\dots\dots \text{équation (1)}$$

dans laquelle,

ρ : résistivité de la couche

ρ_w : résistivité des eaux souterraines

F: facteur de formation, en relation avec la porosité de la couche;

lorsqu'il s'agit d'une couche aquifère, ce facteur est compris entre 1,0 à 8,0.

La résistivité ρ_w des eaux souterraines des forages existants est, dans la plupart des cas, comprise entre 50 et 200 Ω - m à partir de la conductivité électrique. Si l'on applique cette résistivité à l'équation (1), la résistivité de la couche aquifère $\rho = 50$ à 1600 Ω - m.

La couche 2 de type A (résistivité de 100 à 500 Ω - m) et la couche 2 de type B (résistivité de 250 à 1000 Ω - m) qui sont sensées correspondre à la couche aquifère ont une résistivité correspondant à plage de celle de l'aquifère supposée à partir du facteur de formation. Toutefois, la conductivité électrique des eaux souterraines dans la région du projet diffère grandement en fonction des emplacements puisqu'elle est comprise entre 31 et 447 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et il est nécessaire de considérer les couches ayant cette plage de résistivité comme renfermant des eaux souterraines. Par ailleurs, dans les régions ayant une structure géologique de type C, des eaux de fissure pouvant être captées même dans le socle ayant une résistivité élevée de plus de 2000 Ω - m, on peut juger de la présence ou non d'une aquifère en fonction des variations de la résistivité réciproque du socle des environs.

(4) Résultats de la prospection électrique

Les résultats de la prospection électrique effectuée dans la région du projet peuvent être résumés de la manière suivante.

- 1) La résistivité des couches aquifères est comprise entre 100 et 500 Ω - m pour le type A, 250 à 1000 Ω - m pour le type B.
- 2) Le type A correspond au sud-ouest de la plaine de l'OUBANGUI où l'on peut capter des eaux dans la couche sableuse ou la couche conglomérée des sédiments fluviaux du tertiaire et du quaternaire. L'épaisseur de ces sédiments fluviaux est très variée et comprise entre 50 et 100 mètres, c'est-à-dire nécessitant des forages de 70 mètres.

- 3) Parmi les types géologiques classés par résistivité, c'est le type B qui occupe la plus grande partie de la région du projet et l'exploitation des eaux souterraines portera sur les eaux de fissure dans les couches altérées. En tenant compte des forages existants, 50 mètres de profondeur semble une valeur adéquate.
- 4) Le type C comportant des roches peu altérées proches de la surface, il sera nécessaire d'élaborer un plan de réalisation des forages avec un profilage électrique portant sur la recherche des eaux dans les zones de broyage tectonique et les fissures. Les forages seront réalisés à 40 mètres de profondeur en tenant compte des variations saisonnières des eaux souterraines.

3-3-3 Forages existants et eaux souterraines

Les forages de la région du projet, quels que soient les types géologiques, ont un débit objectif de plus de 15 litres par minute (= 0,9 m³/h).

Les forages réalisés au sud de la sous-préfecture de BIMBO, qui correspond au type géologique A, captent les eaux à partir de la couche des sédiments fluviaux et le volume est compris entre 5,0 et 40,0 m³/heure (moyenne de 10 m³/h). Ce volume est équivalent de 1,4 à 8,3 fois celui des forages construits dans les autres régions, ce qui indique que les eaux souterraines sont abondantes dans les régions de type A. Par ailleurs, les forages dans les régions de type A ont une profondeur généralement comprise entre 30 et 70 mètres, c'est-à-dire relativement plus importante que celle dans les autres régions.

Les forages dans les régions de type B captent, avec un débit moyen de 7,0 m³/h, les eaux dans les couches altérées du socle. Ils ont une profondeur de 30 à 50 mètres, ce qui correspond presque à l'épaisseur des couches altérées du socle.

Quant aux forages des régions de type C, ils captent principalement les eaux de fissures du complexe de base. Avec un débit moyen de 1,6 m³/heure, ils ont une profondeur comprise entre 25 et 50 mètres.

Dans les régions de type B + C, les eaux sont captées à partir des couches altérées du socle ou des fissures du complexe de base. Avec un débit moyen de pompage de 1,2 m³/heure, ils ont une profondeur comprise entre environ 40 et 50 mètres.

Les caractéristiques des couches aquifères des forages existants sont classifiées dans le tableau 3-3-7.

Tableau 3-3-7 Caractéristiques des couches aquifères des forages existants

* Type	Région	Relief	Profondeur ffg (m)	Couche captée	Débit moyen (m ³ /h)	Observations
A	Ouest au sud s/p BIMBO	Sud-ouest de la plaine de l'OUBANGUI	30-70	Sédiments fluviaux du tertiaire et du quaternaire	10,0	Sud s/p BIMBO Profondeur forage: 70m
B	Nord s/p BIMBO Totalité s/p BOALI Nord à ouest s/p BOSSEMBELE	Nord de la plaine de l'OUBANGUI Surface centrafricaine	30-50	Couche altérée du socle (roches sédimentaires, quartzites, schistes)	7,0	Nord s/p BIMBO Profondeur forage: 50 m
C	Totalité s/p BOGANGOLO Sud et est s/p BOSSEMBELE	Surface centrafricaine	30-50	Zone fissurée du socle non altéré	1,6	
B+C	Nord s/p BIMBO Sud à est s/p DAMARA	Plaine de l'OUBANGUI	40-50	Couche altérée et zone fissurée du socle non altéré	1,2	

* Type géologique classé par résistivité.

3-3-4 Qualité des eaux

Une analyse de la qualité des eaux de 39 échantillons prélevés dans les forages, les puits traditionnels, les sources, les marigots et les cours d'eau a été effectuée afin de vérifier la qualité de l'eau absorbée par les habitants des villages de la région du projet. Les points et les sources de prélèvement sont indiqués dans le tableau 3-3-8 ci-après. Le détail de chacune des analyses effectuées est présenté dans la documentation en annexe.

Tableau 3-3-8 Points de prélèvement des échantillons

Sous préfecture	Forage	Puits	Source	Marigot	Cours d'eau	Total
BIMBO	3	6	3	1	1	14
DAMARA	2	4	2	-	-	8
BOGANGOLO	-	3	-	-	-	3
BOALI	-	1	-	-	-	1
BOSSEMBELE	2	1	4 (2)	2	3	12 (2)
Autres (préf. LOBAYE)	1	-	-	-	-	1
Total	8	15	9 (2)	3	4	39 (2)

Remarque: () sources aménagées

Les caractéristiques relevées par élément analysé sont indiquées ci-après.

- Couleur et turbidité

L'eau est généralement incolore et transparente mais l'eau des cours d'eau, des puits creusés dans la couche alluviale et des sources est parfois blanchâtre ou brunâtre.

- Concentration des ions hydrogène

En général, la plupart des eaux ayant un pH compris entre 5 et 6 n'ont qu'une faible acidité. Toutefois, l'eau de certains forages de la sous-préfecture de BIMBO, avec un pH d'environ 7, est neutre.

- Conductivité électrique

Dans les emplacements autres que les forages, la plupart des eaux montrent une conductivité électrique de moins de 50 $\mu\text{S}/\text{cm}$, ce qui indique une très faible teneur en électrolyte. D'autre part,

pour les forages, la valeur est de plus de 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (maximum 447 $\mu\text{S}/\text{cm}$) avec une importante teneur en électrolyte.

- Teneur en fer

La teneur en fer est généralement inférieure à 0,2 ppm mais elle s'élève à environ 0,5 ppm aux alentours du fleuve MPOKO (et de ses affluents) dans les sous-préfectures de BIMBO et DAMARA, quelles que soient les points de prélèvements.

- Manganèse, zinc et cuivre

Ces ions sont en très faibles quantités ou inexistantes.

- Chlore

Très faible teneur, comprise entre 5 et 35 ppm quels que soient les points de prélèvement.

- Ammoniac

Inexistant dans presque tous les points de prélèvement mais affiche une valeur de 0,5 à 0,7 ppm pour l'eau de certains cours d'eau

- Dureté totale

Dans certains forages, une valeur de 100 à 350 ppm a été relevée mais la plupart des échantillons ne présentent qu'une faible valeur inférieure à 50 ppm

- Bactéries ordinaires, colibacilles

Les bactéries et colibacilles ont été relevées en très grand nombre dans tous les points de prélèvement, à l'exception des forages et des sources aménagées, ce qui démontre le très fort degré d'insalubrité de ces eaux. D'autre part, les eaux des forages et sources aménagées sont dépourvues de ces bactéries qui ne sont que très rarement présentes en infimes quantités ou inexistantes.

D'après les résultats de l'analyse ci-dessus, on peut conclure que toutes les sources d'eau, à l'exception des forages et des sources aménagées, sont contaminées par les bactéries et les colibacilles et sont donc impropres à la consommation.

Par ailleurs, les bactéries ordinaires et les colibacilles relevés en faibles quantités dans les eaux de certains forages proviennent probablement d'une utilisation erronée de la pompe (par exemple, mise

en contact entre le récipient et la sortie de la pompe) ou encore d'une contamination par le bétail. Ces problèmes pourront être évités en fournissant aux villageois une formation sur l'hygiène et l'assainissement.

En outre, des eaux ayant une teneur en fer légèrement supérieure aux critères de l'eau potable fixés par l'OMS (à savoir 0,3 ppm) ont été relevées dans certaines régions. Toutefois, les valeurs des critères référentiels de l'OMS, publiées en 1984, ne sont données qu'à titre indicatif afin que chaque pays puisse élaborer ses propres normes de salubrité de l'eau, et ne doivent pas être respectées à la lettre. La valeur de 0,3 ppm pour la teneur en fer a été fixée par l'OMS pour des raisons d'entretien des conduites de distribution et de saveur, et ne tient pas compte d'une quelconque influence sur la santé. Il serait donc souhaitable que chaque pays décide d'une norme qui lui est propre en fonction des conditions réelles sur le terrain.

Les critères référentiels de l'OMS avant 1984 avaient été fixés à 1,0 ppm pour la teneur en fer et les eaux de la région du projet présentant des valeurs inférieures à ces anciens critères, elles peuvent être considérées comme acceptables. Toutefois, il faudra tenir compte de la teneur en fer lors du développement des ressources en eau dans la région du projet.

3-4 Situation socio-économique

3-4-1 Infrastructures

La préfecture de l'OMBELLA-MPOKO étant située à proximité de la capitale BANGUI, centre politique et administratif et regroupement des activités socio-économiques de Centrafrique, des efforts ont été accomplis pour l'aménagement de ses infrastructures et elle peut donc être considérée comme favorisée par rapport aux autres régions du pays.

La plupart des villages de cette préfecture sont situés le long des routes nationales et, si certaines agglomérations sont encore trouvables sur les routes secondaires, elles sont inexistantes dans les autres emplacements.

Les infrastructures de la préfecture de l'OMBELLA-MPOKO sont les suivantes.

- (1) Les routes nationales partent en étoile dans la préfecture à partir de la capitale. On trouve des stations-service dans les chefs-lieux des sous-préfectures ainsi qu'un réseau de transport routier assez développé avec des lignes d'autobus régulières.
- (2) Des écoles sont construites dans la plupart des villages de la préfecture pour instruire les enfants.
- (3) Les établissements sanitaires sont les centres de santé installés dans chaque chef-lieu de sous-préfecture et environ trois dispensaires sont prévus par sous-préfecture. Ces établissements pratiquent une médecine gratuite et les centres de santé peuvent hospitaliser les patients et pratiquer de petites interventions chirurgicales. Les médicaments sont également gratuits en principe mais sont en rupture de stock, en raison de difficultés financières.
- (4) La préfecture ne possède ni installations téléphoniques, ni bureau de poste et le retard dans le domaine des communications est particulièrement notoire.
- (5) Des marchés où sont vendus les produits agricoles de la région se tiennent dans les grandes agglomérations.
- (6) La centrale de BOALI alimente la ville de BANGUI mais, dans la préfecture, seuls en bénéficient les habitants de BOALI et de BIMBO.
- (7) La station de radio-télévision nationale est située à BANGUI et la préfecture dans son ensemble peut recevoir les émissions.

3-4-2 Réseau routier

Le réseau routier de la région du projet est composé de routes nationales et de routes secondaires (routes régionales) qui se présentent de la manière suivante. Le réseau routier de la préfecture est indiqué sur la figure 3-4-1.

(1) Routes nationales

Les routes nationales numéro 1, 2, 3, 4 et 6 traversent la préfecture de l'OMBELLA-MPOKO et les routes 1, 2 et 6 partent de la capitale BANGUI.

Les routes nationales numéro 2, 3 et 6 ont une largeur de plus de 5,5 mètres sur la totalité de leur longueur et sont goudronnées. La route nationale numéro 1 est goudronnée entre BANGUI et BOSSEMBELE et ne l'est plus à partir du nord de cette ville. La route nationale numéro 4 n'est pas goudronnée sur toute sa longueur dans la préfecture. Les routes non-goudronnées de la préfecture ont plus de 5,5 mètres de largeur et sont réparées ou aménagées périodiquement, pour permettre sans problème le passage des poids lourds.

Toutefois, si les précipitations excèdent une norme prescrite pendant la saison des pluies, ces routes non-goudronnées sont interdites à la circulation, afin d'être préservées en bon état.

Les ponts sont généralement en béton et, renforcés par des profilés en H, ils ne font pas obstacle au passage des gros camions.

(2) Routes secondaires

Les routes secondaires ont plus de 4 mètres de largeur et permettent le passage des véhicules lourds. Toutefois, si la totalité de ces routes secondaires n'est pas goudronnée, celles recouvertes de latérite restent praticables même pendant la saison des pluies. Les routes sans revêtement de latérite sont envahies de boue après les précipitations et rendent la circulation difficile. Sur de nombreux tronçons des routes secondaires de la sous-préfecture de BIMBO, le passage de camions est impossible pendant cette saison.

Par ailleurs, les ponts enjambant les fleuves ont une largeur de plus de 4 mètres et permettent le passage des poids lourds. Toutefois, certains d'entre eux ne sont pas réparés ou n'ont qu'une largeur de 2,7 mètres et entravent le trafic des camions. Lorsqu'un pont devient impraticable, les villageois vivant à sa proximité se déplacent en direction de la route nationale et la route secondaire jusqu'alors utilisée est abandonnée.

On peut mentionner pour exemple une route secondaire entre BOUDOUKPA et BOGANBOLO dans la sous-préfecture de BOSSEMBELE.

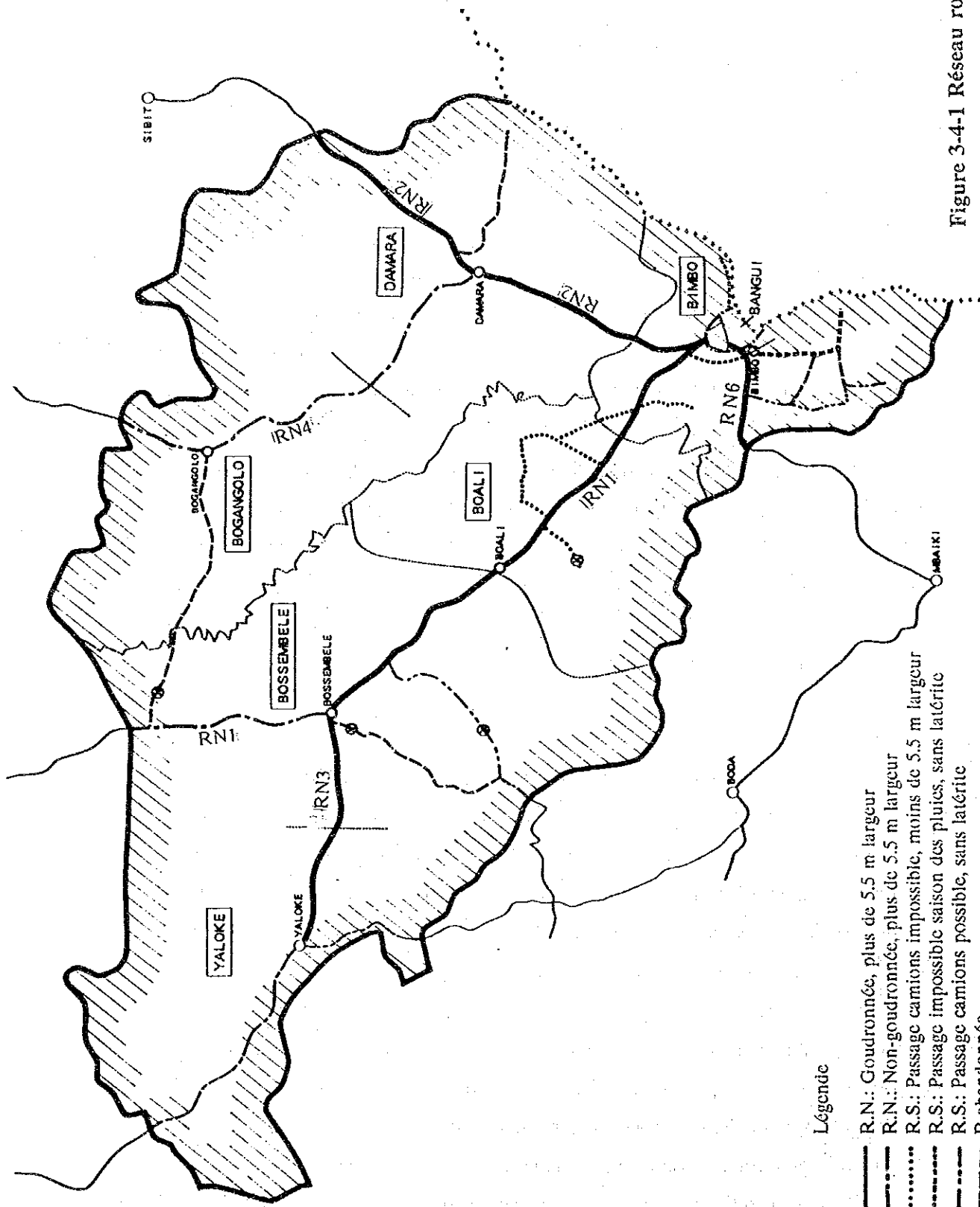


Figure 3-4-1 Réseau routier

E= 1:1,500,000

Légende

- R.N.: Goudronnée, plus de 5.5 m largeur
- - - R.N.: Non-goudronnée, plus de 5.5 m largeur
- R.S.: Passage camions impossible, moins de 5.5 m largeur
- R.S.: Passage impossible saison des pluies, sans latérite
- R.S.: Passage camions possible, sans latérite
- R.abandonnée
- ⊗ Pont détérioré ou passage camions impossible

3-4-3 Situation sociale

La région du projet possède dans son ensemble un relief plat et peu accidenté, où les villages sont implantés le long des routes nationales et des principales routes secondaires. Par ailleurs, la plupart des zones éloignées des routes sont à l'état sauvage et ne comptent que quelques fermes.

La préfecture de l'OMBELLA-MPOKO est divisée en six sous-préfectures parmi lesquelles la sous-préfecture de BIMBO, à proximité de BANGUI, connaît une importante augmentation de population en raison de l'extension de la zone métropolitaine, et a une densité démographique plus élevée que celle des autres sous-préfectures.

La population moyenne d'un village de la sous-préfecture de BIMBO est de 660 habitants. Toutefois, la population moyenne d'un village dans les autres sous-préfectures est d'environ 220 à 270 habitants, moyenne identique à celle des autres régions du pays.

Tableau 3-4-1 Population moyenne d'un village

Sous-préfecture	Population moyenne
BIMBO	660
DAMARA et BOGANGOLO	221
BOALI	227
BOSSEMBELE	262

(D'après le recensement de 1988)

Les structures administratives des villages sont indiquées dans la figure 3-4-2. Chaque sous-préfecture possède une ou deux communes.

Le préfet et le sous-préfet sont nommés par le gouvernement central mais les membres de la commune ou les chefs de village sont élus. Les chefs de village sont élus à vie.

Les problèmes administratifs majeurs sont traités au niveau du préfet et du sous-préfet alors que les différentes affaires régionales sont du ressort de la commune ou du chef de village.

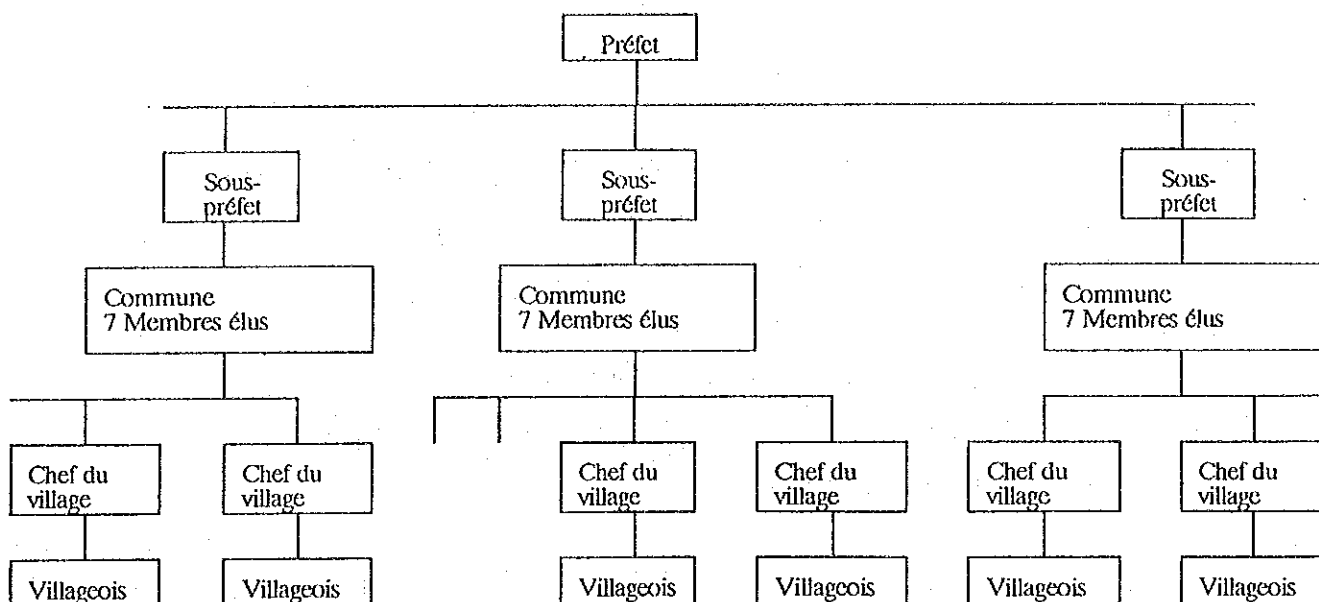


Figure 3-4-2 Structures administratives des villages

3-4-4 Situation économique

En raison de sa proximité par rapport à la capitale qui est également le plus grand centre de consommation de denrées alimentaires du pays, la préfecture de l'OMBELLA-MPOKO est une région de production agricole ayant pour rôle d'approvisionner BANGUI.

L'agriculture est la plus développée des activités économiques de la préfecture qui compte un certain nombre de grandes exploitations agricoles où les denrées alimentaires sont produites en masse. Toutefois, les fermes de cette préfecture sont généralement de petite envergure. Les principaux produits agricoles de cette région sont le manioc (principal produit alimentaire), les arachides, les bananes, les agrumes, les mangues et les autres fruits. L'excédent des récoltes est vendu sur les marchés de BANGUI et constituent des revenus non négligeables pour les villageois.

Parmi les poissons de rivière pêchés dans l'OUBANGUI, on peut nommer le capitaine, poisson qui n'est pas consommé par les villageois étant donné son prix élevé. Certains poissons de rivière pêchés dans les affluents de l'OUBANGUI fournissent également les revenus de certains pêcheurs villageois.

Le cheptel est constitué de bovins, caprins (cabris et chèvres) et de volailles élevés traditionnellement qui forment les principales ressources protéiniques des villageois. Une partie de ce cheptel est vendu sur les marchés de BANGUI et constitue une importante partie des revenus des villageois.

La seule ressource minière est l'or que l'on trouve au nord-ouest de la préfecture, aux alentours de YALOKÉ.

3-4-5 Installations d'approvisionnement en eau existantes et fourniture actuelle

(1) Installations d'approvisionnement en eau existantes

Les installations d'approvisionnement en eau dans les zones rurales de la préfecture de l'OMBELLA-MPOKO sont les forages, les puits creusés à la main et les sources aménagées. Les villageois s'abreuvent également, dans les villages sans installations, à partir de sources non aménagées, des cours d'eau et des marigots.

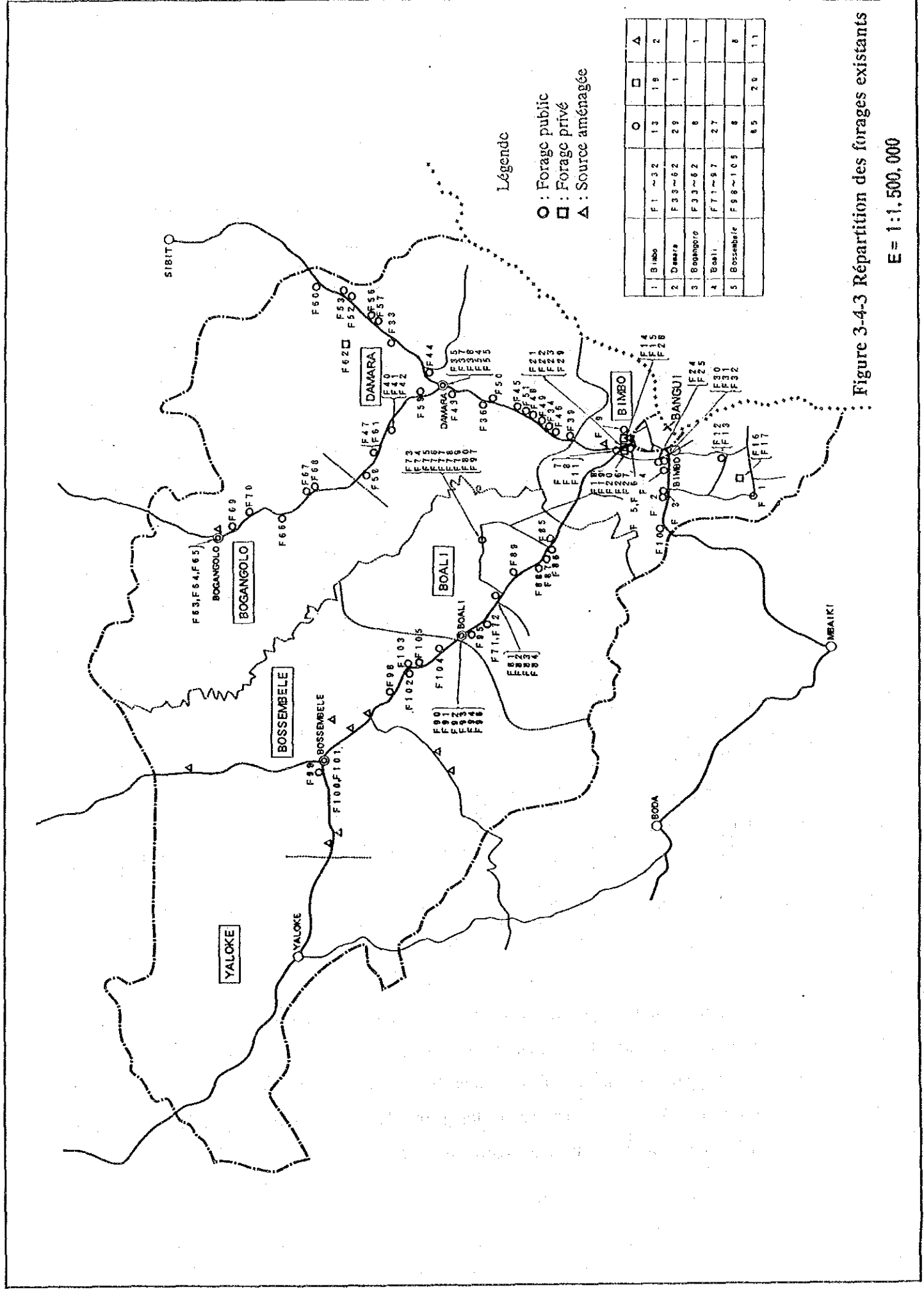
- Forages de la région du projet

La répartition des forages de la région du projet est indiquée dans le tableau 3-4-2 et dans la figure 3-4-3. Les caractéristiques de chaque forage sont présentées dans la liste récapitulative de la documentation en annexe.

Tableau 3-4-2 Répartition des forages existants

S-préfecture	Nombre de forages			
	Forage public	Forage privé (entreprises privées)	Piézomètre	Total
BIMBO	13	19	1	33
DAMARA	29	1	1	31
BOGANGOLO	8	-	-	8
BOALI	27	-	-	27
BOSSEMBELE	8	-	2	10
Total	85	20	4	109

On compte 109 forages (avec une profondeur moyenne d'environ 50 m) dans la région du projet. Si l'on soustrait les forages privés et les piézomètres, les forages d'utilisation publique ne sont plus qu'au nombre de 85. En admettant qu'un de ces forages sert à approvisionner environ 250 villageois, la desserte par forage pour la population de la région du projet estimée à 158.313 habitants en 1993 ne s'élève qu'à 13%.



Légende

- : Forage public
- : Forage privé
- △ : Source aménagée

	○	□	△
1 Bimbo	F1 ~32	13	19
2 Danara	F33 ~62	28	1
3 Bogangolo	F33 ~62	8	1
4 Boali	F71 ~97	27	
5 Bossembele	F98 ~109	8	8
		85	20
			11

Figure 3-4-3 Répartition des forages existants
E = 1:1,500,000

Les pompes installées sur les forages sont toutes des pompes à pédale de fabrication française et, pour certains forages, les pompes en panne n'ont pas encore été réparées, ce qui donne un taux de fonctionnement d'environ 70%.

Les forages publics ont généralement été réalisés dans le cadre de projets d'aides et leur détail est le suivant.

- . 60 forages réalisés avec les équipements fournis par le don japonais dans le cadre du projet d'exploitation des eaux souterraines dans la région occidentale (Phase I)
 - . 7 forages réalisés par l'Agence Centrafricaine de Développement Agricole
 - . 10 forages réalisés par l'UNICEF
 - . 2 forages réalisés par une société de forage (groupe religieux)
- Total: 85 forages

- Puits

Dans les sous-préfectures de BIMBO, DAMARA et de BOALI où les nappes phréatiques sont relativement proches de la surface, de nombreux puits, qui peuvent être divisés dans les deux catégories suivantes, sont installés.

- a) Puits traditionnels (Voir figure 3-4-4)
- b) Puits modernes de type FED (Voir figure 3-4-5)

- 1) Les puits traditionnels sont creusés à la main par les villageois et ont généralement une profondeur de 7 à 10 mètres. Le puisage est effectué au moyen d'une corde et d'un seau. Etant donné la facilité d'effondrement des parois intérieures du puits, le niveau d'eau est d'un mètre environ à partir du fond même pendant la saison des pluies. Par conséquent, le niveau s'abaisse pendant la saison sèche et les puits tarissent souvent. Les villageois sont alors dans l'obligation d'avoir recours à l'eau des marigots et des cours d'eau.
- 2) Les puits modernes de type FED possèdent un cadre en béton et des collecteurs protégeant les parois intérieures du puits. Le puisage est effectué, comme pour les puits traditionnels, par corde et seau. Ce type de puits est généralement plus profond que les puits traditionnels mais ils tarissent également pendant la saison sèche et ne peuvent être utilisés en continu tout au long de l'année. Par ailleurs, l'intérieur étant formé d'un ouvrage en béton, les travaux de réparation (creusement supplémentaire) sont très difficiles à effectuer et certains d'entre eux sont totalement abandonnés après avoir été contaminés.

Figure 3-4-4 Modèle de puits traditionnel

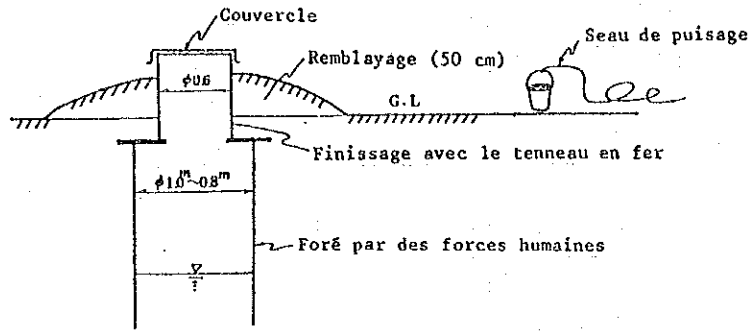
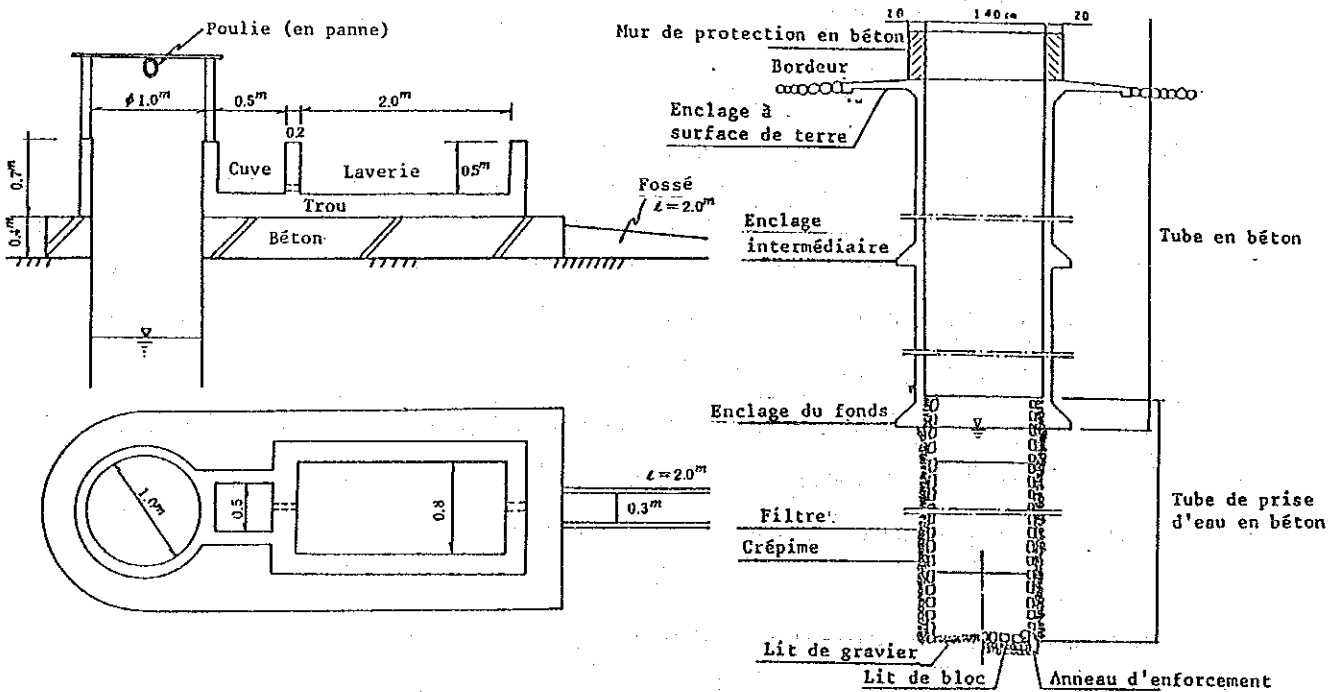


Figure 3-4-5 Modèle de puits moderne type FED



Les problèmes de ces puits sont le tarissement des eaux pendant la saison sèche, le fait qu'ils ne sont pas étanches, leur contamination par le matériel de puisage ou par l'infiltration en sous-sol des eaux de surface polluées.

- Sources aménagées

Les sources aménagées sont installées au pied des vallées et aux emplacements où les sources sont abondantes. Elles sont beaucoup moins nombreuses que les puits et sont souvent situées dans la sous-préfecture de BOSSEMBELE. Ces sources ne sont pas aménagées dans le cadre d'un projet global mais ponctuellement par le ministère de la Santé ou par le FED.

La figure 3-4-6 présente un modèle de source aménagée. Le point d'eau est scellé en béton afin d'éviter la contamination. Toutefois, étant donné que leurs eaux proviennent de nappes phréatiques, ces sources présentent, comme les puits traditionnels, de grandes variations de débit entre saison sèche et saison des pluies. En saison sèche, certaines d'entre elles sont entièrement tarées.

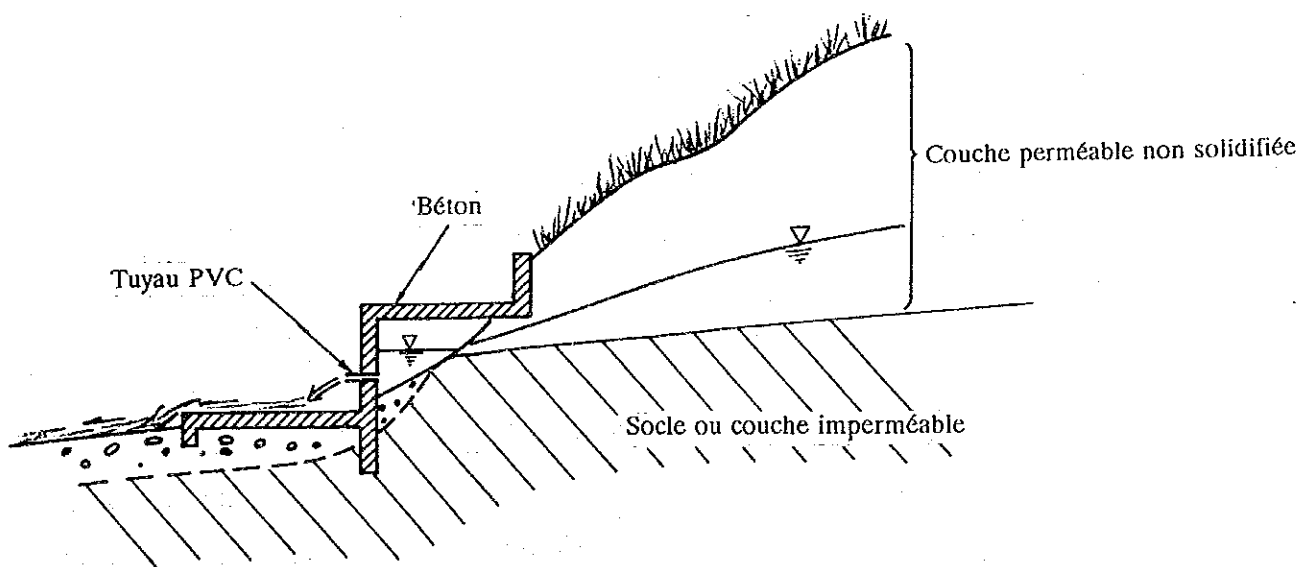


Figure 3-4-6 Coupe d'une source aménagée

La répartition des sources aménagées dans la région du projet est la suivante. Par ailleurs, les emplacements sont présentés dans la figure 3-4-3.

<u>Sous-préfecture</u>	<u>Nbre de sources aménagées</u>
BIMBO	2
DAMARA	1
BOGANGOLO	0
BOALI	0
BOSSEMBELE	8
Total	11

(2) Aides relatives aux projets d'exploitation des eaux souterraines

Les projets d'exploitation des eaux souterraines réalisés ou en cours d'élaboration dans la région du projet sont les suivants.

- 1) **Projet d'exploitation des eaux souterraines dans la région occidentale (Phase I) (1986-1992)**
Lors de ce projet, 200 forages ont été réalisés par la Direction Générale de l'Hydraulique dans les préfectures de l'OMBELLA-MPOKO et du LOBAYE au moyen des équipements fournis par le Japon. Parmi ces forages, 66 ont été réalisés dans la préfecture de l'OMBELLA-MPOKO, à l'exception de la sous-préfecture de YALOKÉ.

- 2) **Volet hydraulique villageoise de l'ADECAF (1991)**
Financé la Banque Africaine de Développement, ce projet prévoyait la réalisation par le ministère du Développement rural de 40 forages dans trois préfectures, parmi lesquelles celle de l'OMBELLA-MPOKO. Dans la région de l'étude, 7 forages ont été réalisés.

- 3) **Petit projet de coopération financière non-remboursable (1993-1994)**
Dans ce projet de coopération, 15 forages seront réalisés dans la ville de YALOKÉ, voisine de la région de l'étude dans la préfecture de l'OMBELLA-MPOKO, par la Direction Générale de l'Hydraulique. Commencés en octobre 1993, les travaux devraient être achevés en janvier 1994.

4) Projet de mise en valeur du secteur de l'eau en RCA (CO3) (1993-1997)

Ce projet, financé par le FENU et exécuté par le PNUD, prévoit la construction en 4 ans de 350 forages dans les préfectures de l'OMBELLA-MPOKO et du LOBAYE. Les travaux devaient commencer en février 1994. Ce projet CO3 se superpose géographiquement à la phase II du projet d'exploitation des eaux souterraines dans la région occidentale mais, après discussions entre les responsables de la Direction Générale de l'Hydraulique, du PNUD et de la mission d'étude, le projet CO3 se chargera de la préfecture du LOBAYE et de la sous-préfecture de YALOKÉ de l'OMBELLA-MPOKO, afin qu'il ne fasse pas double emploi avec le présent projet.

5) Autres projets

Un autre projet de l'UNICEF prévoit la réalisation de 10 forages dans la région de l'étude.

(3) Fourniture actuelle en eau

Dans la région du projet, les villageois sont approvisionnés de manière stable en eau potable à partir des forages et des sources aménagées pour un taux de desserte de 20% (en 1991). Le reste de la population ne bénéficiant pas des ouvrages publics d'approvisionnement en eau utilise l'eau insalubre des puits creusés à la main, des sources non aménagées (des couches alluviales), des marigots et des cours d'eau. Etant donné que les puits tarissent pendant la saison sèche, l'eau doit être puisée à partir d'endroits éloignés et le transport constitue une tâche pénible pour les femmes et les enfants.

La mission d'étude a effectué une enquête auprès des épouses dans 38 villages de la région du projet afin de mieux connaître la situation actuelle au niveau de la fourniture en eau. En outre, une autre enquête a été faite sur neuf villages afin de comparer la situation avant et après la réalisation des forages dans les préfectures du LOBAYE et du NANA MEMBERE où un projet de coopération japonaise a été exécuté.

Le détail de ces enquêtes est indiqué dans le tableau 3-4-3 et leurs résultats dans le tableau 3-4-4.

Tableau 3-4-3 Répartition des villages interrogés

Région		Forage	Puits	Sources	Marigots	Cours d'eau	Total
OMBELLA-MPOKO	BIMBO	2	5	2	2	1	12
	DAMARA	4	3	2	-	-	9
	BOGANGOLO	-	1	-	-	-	1
	BOALI	-	1	-	-	-	1
	BOSSEMBELE	2	1	5 (2)	2	3	13
	YALOKE	1	-	1	-	-	2
	Total	9	11	10 (2)	4	4	38
LOBAYA		5	-	-	-	-	5
NANA MAMBERE		4	-	-	-	-	4
Total		18	11	10 (2)	4	4	47

* () Sources aménagées

1) Durée du puisage

Etant donné que l'étude a été effectuée pendant la saison des pluies, les puits n'étaient pas taris et le puisage n'a duré qu'une demi-heure environ. Toutefois, pour les points d'eau autres que les forages, à savoir puits, sources et eaux de surface, le niveau s'abaisse pendant la saison sèche de décembre à avril et les villageois sont dans l'obligation de chercher d'autres sources d'approvisionnement, ce qui augmente considérablement la durée du puisage. Cette tâche qui nécessitait une heure en moyenne avant la réalisation des forages de la phase I, a été réduite à une demi-heure après achèvement du projet.

2) Volumes d'eau

Les villageois de la région du projet utilisent l'eau généralement abondante des cours d'eau ou des marigots pour la lessive et le bain et s'approvisionnent à partir de sources différentes pour l'eau potable et la cuisine. En ce qui concerne les volumes d'eau utilisés pour la boisson et la cuisine, 4 à 5 litres par jour et par habitant sont tirés à partir de sources autres que les forages, volume jugé insuffisant par les villageois. Par rapport à cela, les villageois bénéficiant de la présence d'un forage peuvent utiliser un volume allant jusqu'à 6 litres par jour et par habitant, à savoir une augmentation comprise entre 20% et 50% de plus que dans le premier cas, ce qui permet aux habitants d'être plus satisfaits.

Pour ce qui est de l'ensemble de l'eau (y compris eau de lessive et pour le bain), les villages ne disposant que de puits ou de forages utilisent un volume de 10 litres par jour et par habitant (maximum 17,5 litres/j/h), à savoir un volume extrêmement réduit.

Figure 3-4-4 Résultats de l'enquête auprès des épouses

Région et type de source		Heures de puisage (h/jour)				Volume d'eau (l/hab.)				Satisfaction				Maladies hydriques				Remarques	
		05-10		11-20		1-5		6-20		Satisfaisante		Insatisfaisante		Diarrhée	Parasite	Peau	Sans ou rares		
		05	10	11	16	1	5	6	11	16	1	5	10						15
Région du projet (s/p YALOKE comprise)	Puits (11)	10	1	1	1	Av < 0.5	5	2	1	1	Av = 11.3	10	1	1	11	11	5	1	<p>La durée moyenne de puisage est de 0,5 heure. Toutefois, vu que les puits tarissent pendant la saison sèche, les tâches sont plus pénibles et nécessitent plus de temps car l'eau doit être recherchée plus loin.</p> <p>Les villageois utilisent souvent, pour la boisson et la cuisine, une eau différente de celle pour la lessive et le bain. La consommation en eau pour la boisson et la cuisine est généralement de 3 à 7 litres par jour/habitant et ce volume est jugé insuffisant, sauf par les villageois utilisant l'eau des cours d'eau.</p> <p>La qualité de l'eau, sauf celle des sources aménagées, est jugée insuffisante par l'ensemble de la population. Elle provoque de nombreuses maladies hydriques telles que diarrhées, parasitoses, etc.</p>
	Sources (10)	7	2	1	1	Av = 0.7	2	5	5	4	Av = 8.8	6	3	7	9	4	1		
	Marigots (4)	3	1	1	1	Av = 0.6	3	3	1	1	Av = 4.7	3	4	4	3	3	1		
	Cours d'eau (4)	3	1	1	1	Av = 0.4	3	3	1	4	Av = 3.9	4	4	4	3	3	2	1	
	Total (29)	23	5	1	1	Av < 0.5	8	1	1	7	Av = 10.8	19	10	26	28	15	2	1	
Région du projet ou régions voisines	Forages (18)	16	8	1	1	Av < 0.5	3	1	1	8	Av = 11.1	16	2	17	2	1	1	16	<p>Comparaison de la situation avant et après réalisation des forages</p> <p>Avant la réalisation, le puisage nécessitait environ 1 heure, alors qu'il ne dure plus que moins d'une demi-heure après réalisation des forages.</p> <p>Le volume d'eau utilisé pour la boisson et la cuisine a augmenté de 150% après réalisation des forages. Toutefois, l'eau pour la lessive et le bain, prise à partir des cours d'eau, est encore jugée insuffisante.</p> <p>La qualité de l'eau a été considérablement améliorée car les nombreuses maladies hydriques apparaissant avant la réalisation des forages ont presque complètement disparu. Certains problèmes ont été remarqués quant à la qualité de l'eau de certains forages mais ceci est dû à une mauvaise gestion et par manque de connaissances en hygiène, car l'eau des forages a été mélangée à l'eau des cours d'eau.</p>
	Autres sources avant forage (18)	6	8	1	3	Av = 0.9	2	2	2	10	Av = 7.8	8	3	12	15	3	1		
OMBELLA-MPOKO																			
LOBAYE																			
NANA MAMBERE																			

※ Av correspond à la valeur moyenne

Les raisons de ce faible volume d'utilisation sont les suivantes.

- (1) Dans le cas où les villageois n'ont qu'un puits à leur disposition, le niveau d'eau du puits est peu profond et le rétablissement de ce niveau nécessite un certain temps (ce qui démontre une faible transmissivité). Les volumes d'utilisation sont donc limités.
- (2) Dans le cas de forages, les villageois sont très nombreux à les utiliser et, soit la durée de puisage doit être limitée, soit le comité de gestion décide des volumes impartis à chacun.

3) Qualité de l'eau

Parmi les vingt villages étudiés pourvus d'un forage ou d'une source aménagée, seuls deux d'entre eux ont été à l'origine de maladies hydriques. Toutefois, dans la totalité des villages utilisant d'autres ressources en eau, des cas de diarrhée ou de parasitoses ont été relevés, ce qui prouve l'insalubrité de ces eaux. Les habitants des villages dépourvus d'installations modernes d'approvisionnement en eau montrent donc tous des signes d'insatisfaction.

En outre, l'analyse par le ministère de la Santé des matières fécales des enfants d'un village utilisant les eaux des cours d'eau, a montré que tous les enfants étaient porteurs de trois ou de quatre sortes de vers parasites.

4) Situation actuelle et problèmes relatifs à l'eau

D'après les résultats ci-dessus, les villageois dépourvus d'installations modernes doivent généralement faire face au problème de la qualité et la quantité de l'eau. Si pendant la saison des pluies, les villageois peuvent facilement obtenir l'eau nécessaire à partir des puits ou des cours d'eau, pendant la saison sèche, par contre, ils sont dans l'obligation de rechercher d'autres points d'eau dans des emplacements éloignés, ce qui constitue un supplément de travail.

Par ailleurs, les habitants des villages pourvus d'installations d'approvisionnement en eau ne bénéficient de l'eau salubre que pour la boisson et la cuisine et sont la plupart du temps obligés d'utiliser l'eau des cours d'eau et des marigots pour la lessive et le bain (13 villages sur 18). Dans le cas où les forages fournissent l'eau nécessaire à toutes les activités, le volume moyen utilisé est d'environ 10 litres par jour et par habitant. Cependant, on prévoit une augmentation de ce volume à l'avenir après réalisation d'un plus grand nombre de forages et lorsque les habitants auront une conscience plus aiguë de la nécessité de l'hygiène. Dans ce cas, l'objectif de 20 litres par jour et par habitant fixé par le gouvernement centrafricain a été jugé approprié.

3-4-6 Gestion des installations d'approvisionnement en eau

Une étude en site de 25 forages a été effectuée dans les préfectures de l'OMBELLA-MPOKO, du LOBAYE et du NANA MEMBERE, afin de vérifier le système de gestion et d'entretien des installations d'approvisionnement en eau existantes.

Les résultats de cette étude sont indiqués ci-après.

(1) Fonctionnement des pompes

Toutes les pompes utilisées sont des pompes à pédale de fabrication française (Voir figure 3-4-7).

L'état de fonctionnement des pompes dans chaque préfecture est indiqué dans le tableau 3-4-5 ci-dessous.

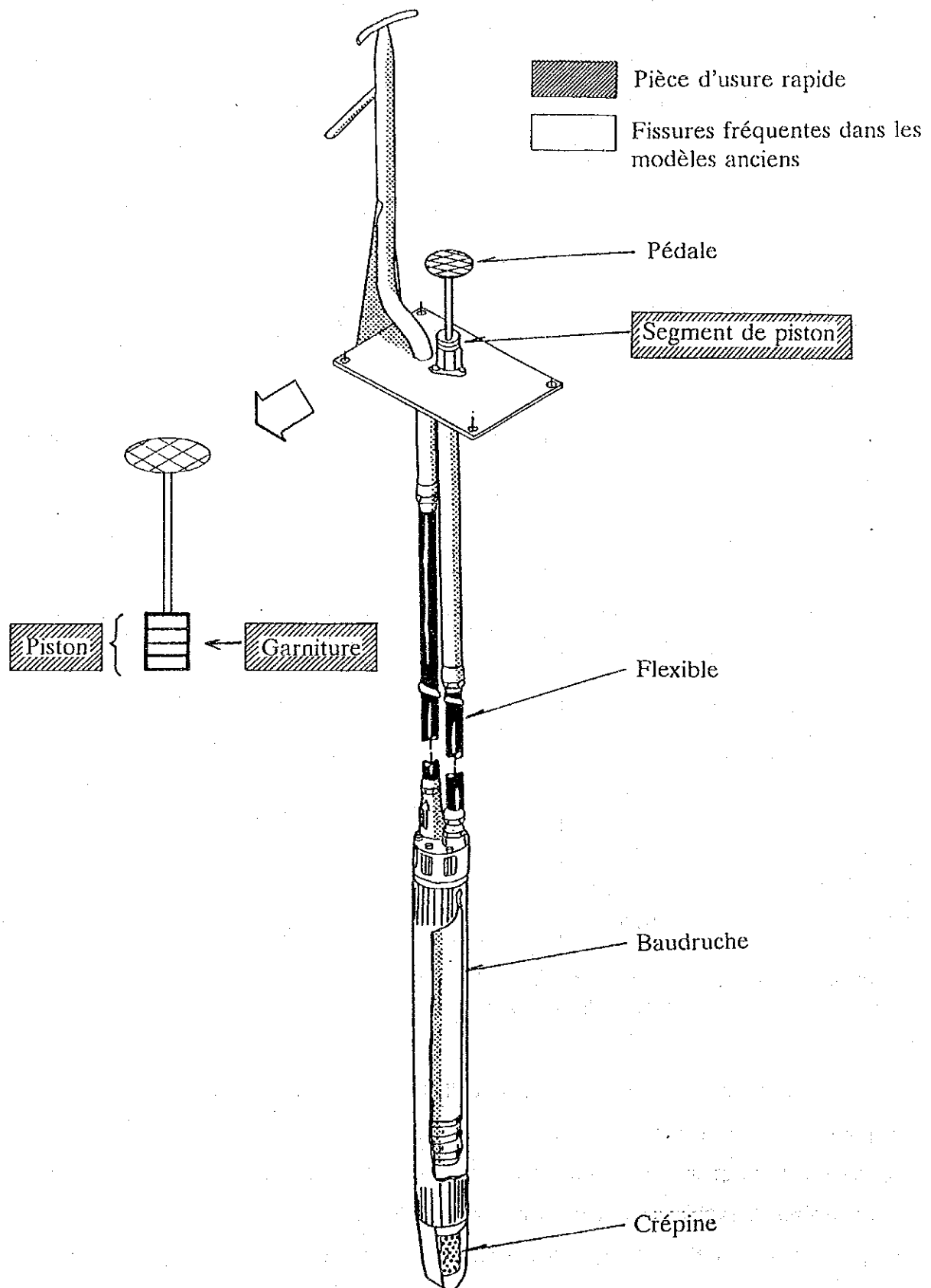
Tableau 3-4-5 Etat des pompes (25 unités)

Préfecture	En service	En réparation	En panne	Observations
OMBELLA-MPOKO	67%	0%	33%	Phase I du présent projet
LOBAYE	63%	0%	37%	Phase I du présent projet
NANA MAMBERE	60%	40%	0%	Projet exploitation eaux sout. région nord-ouest
Total	64%	8%	28%	

* Remarque: D'après l'étude du PNUD en 1993, 65% des pompes sont en service et 35% en panne dans l'OMBELLA-MPOKO et le LOBAYE.

Les pannes sont souvent dues, d'une part, à l'usure des pièces consommables telles que segments de piston, pistons et garnitures, et d'autre part à la détérioration de la boudruche (ballon en caoutchouc à l'intérieur de la pompe) (Voir figure 3-4-7). En ce qui concerne les pièces consommables, le problème peut être facilement résolu en faisant remplacer les pièces par les villageois eux-mêmes. Par ailleurs, la boudruche des pompes utilisées lors de la phase I est d'un ancien modèle qui a été remplacé par un modèle amélioré par la suite et, lors du projet dans la région nord-ouest, aucune détérioration de boudruche n'a été relevée.

Figure 3-4-7 Plan structurel d'une pompe à pédale



(2) Organisation de la gestion des points d'eau

L'organisation actuelle de la gestion des points d'eau dans chaque préfecture est indiquée dans le tableau 3-4-6 ci-dessous.

Tableau 3-4-6 Organisation de la gestion des points d'eau (25 villages)

Préfecture	G.organisée	Non-organisée	Remarques
OMBELLA-MPOKO	50%	50%	Phase I du présent projet
LOBAYE	50%	50%	Phase I du présent projet
NANA MAMBERE	100%	0	Projet exploitation eaux sout. région nord-ouest
Total	60%	40%	

* Remarque: D'après l'étude du PNUD en 1993, 61% des villages sont organisés pour la gestion et 39% non organisés dans l'OMBELLA-MPOKO et le LOBAYE.

Lorsque la phase I du présent projet a commencé, l'animation concernant la gestion des forages n'était pas suffisamment rodée et seuls 50% des villages étaient alors organisés pour la gestion. D'autre part, lors du projet d'exploitation des eaux souterraines dans la région nord-ouest, après une animation efficace entreprise dès le début des travaux par les responsables de la Direction Générale de l'Hydraulique, tous les villages ont été dotés d'un comité de gestion et d'entretien des forages.

3-4-7 Maladies hydriques

Le nombre de cas de maladies hydriques en République Centrafricaine et dans la préfecture de l'OMBELLA-MPOKO de 1988 à 1991 (informations non disponibles pour l'année 1989) sont indiqués dans le tableau 3-4-7.

D'après l'évolution du nombre des malades dans la préfecture de l'OMBELLA-MPOKO, on constate que le nombre des malades qui était de 29.836 personnes en 1988, au commencement des travaux de la première phase du présent projet, à savoir environ 17% du total de la population totale de la préfecture (180.857 habitants d'après le recensement général de 1988), a progressivement diminué jusqu'à 24.616 malades (environ 14% de la population totale) en 1991 et que les maladies diarrhéiques et parasitaires ont particulièrement baissé.

D'après les résultats de l'enquête de la mission, les villageois absorbant l'eau insalubre des puits creusés à la main, des sources (couches alluviales), des marigots et des cours d'eau sont sans exception atteints de maladies diarrhéiques et parasitaires. Les statistiques présentées dans le tableau 3-4-7 ont été obtenues auprès des centres de santé et ne montrent qu'un certain nombre de malades par rapport à la superficie du pays mais il faut garder à l'esprit que ces centres de santé ne reçoivent qu'un nombre limité de malades en raison du manque de moyens de transport et que le nombre réel de malades est probablement beaucoup plus élevé.

D'après l'enquête effectuée auprès des centres de santé, nombreuses sont les maladies autres que celles indiquées dans le tableau 3-4-7, telles que ascaris, oxyures, anguillules, etc.

Afin de diminuer le nombre de malades, il est non seulement indispensable de procéder à une formation exhaustive des villageois en matière d'hygiène mais également, comme l'a prouvé la diminution du nombre de patients due aux effets de la phase I du présent projet, de fournir de l'eau souterraine salubre quantitativement et qualitativement satisfaisante.

Tableau 3-4-7 Maladies hydriques en RCA et dans la préfecture de l'OMBELLA-MPOKO

Maladies	Région	1988	1990	1991
Fièvres para et typhoïdes	OMBELLA-MPOKO	-	198	211
	Ensemble du pays	95	6	13
Amibiases	OMBELLA-MPOKO	-	15.407	10.787
	Ensemble du pays	289	1.075	384
Maladies diarrhéiques	OMBELLA-MPOKO	-	100.716	58,526
	Ensemble du pays	9.946	6.057	5,269
Hépatites	OMBELLA-MPOKO	-	2.886	1.907
	Ensemble du pays	277	268	346
Trachomes	OMBELLA-MPOKO	-	106	203
	Ensemble du pays	73	52	24
Paludismes	OMBELLA-MPOKO	-	174.436	125.038
	Ensemble du pays	10.114	8.292	9.181
Mycoses de la peau	OMBELLA-MPOKO	-	14.807	8.692
	Ensemble du pays	314	1.283	766
Bilharzioses intestinales	OMBELLA-MPOKO	-	24.634	16.902
	Ensemble du pays	785	1.881	1.086
Bilharzioses vésicales	OMBELLA-MPOKO	-	3.601	1.984
	Ensemble du pays	73	260	374
Filarioses	OMBELLA-MPOKO	-	11.523	10.678
	Ensemble du pays	753	759	911
Ankilostomiases	OMBELLA-MPOKO	-	59.868	44.015
	Ensemble du pays	2.737	3.052	2.810
Parasitoses	OMBELLA-MPOKO	-	84.323	54.839
	Ensemble du pays	4.380	3.857	3.452
Total	OMBELLA-MPOKO	-	492.505	333.782
	Ensemble du pays	29.836	26.842	24.616

3-5 Administrations chargées de l'approvisionnement en eau

La Direction Générale de l'Hydraulique ne possède pas d'antenne dans la préfecture de l'OMBELLA-MPOKO. Un comité de gestion des points d'eau a été organisé afin que les villageois se chargent eux-mêmes de l'entretien, la Direction Générale de l'Hydraulique offrant son support technique. (Pour de plus amples détails, se reporter aux paragraphes 2-2-2 (3) et 3-4-6)

Chapitre 4 Contenu du projet

Chapitre 4 Contenu du projet

4.1 Objectifs du projet

Le gouvernement centrafricain, dans son Programme Triennal d'Investissement de l'Etat (1992-1994), s'est fixé en tant qu'objectif le développement du secteur de l'eau dans les zones rurales afin d'assurer une eau potable en quantité suffisante à la population rurale, de réduire la durée du puisage, d'éviter l'exode rural et de prévenir les maladies hydriques. L'objectif concret est d'élever le taux de desserte n'atteignant actuellement que 18% en 1991 jusqu'à 50% d'ici à l'horizon 2000. Toutefois, en raison de difficultés financières, les programmes nationaux de développement ont pris un retard considérable dans leur ensemble et les projets d'exploitation des eaux souterraines peuvent difficilement être menés à bien par les seules forces du pays.

S'il sera nécessaire de réaliser 690 forages afin d'atteindre les objectifs ci-dessus, dans les préfectures de l'OMBELLA-MPOKO et du LOBAYE, considérées comme zones prioritaires, à l'étape actuelle, le gouvernement centrafricain prévoit 590 forages, à savoir 240 forages dans le cadre du présent projet et 350 forages pour le projet du PNUD. L'objectif du présent projet est donc la réalisation, dans le cadre de la coopération financière non-remboursable, de 240 forages, la fourniture des équipements et matériels nécessaires à ces travaux ainsi que l'assistance technique dans la préfecture de l'OMBELLA-MPOKO.

4.2 Etude du contenu de la requête

4-2-1 Pertinence et nécessité du projet

- (1) L'objectif du développement du secteur de l'eau dans le cadre du Programme Triennal d'Investissement de l'Etat (1992-1994) est d'aménager 2000 points d'eau dans les régions jugées prioritaires, parmi lesquelles celle de l'OMBELLA-MPOKO, région du présent projet. Durant le séminaire organisé par le Comité National de l'eau et de l'assainissement (1992), une desserte de 50% dans les zones rurales a été fixée en tant qu'objectif d'ici à l'an 2000. La République Centrafricaine s'est donc adressée aux organismes internationaux et aux pays industrialisés afin de pouvoir parvenir à ces objectifs.

Le projet de réalisation de 240 forages dans la région du projet occupe une place prépondérante au sein des programmes de niveau national et la coopération financière non-remboursable du Japon permettra de faire progresser ces programmes, et partant le développement économique du pays.

- (2) Le présent projet constitue également la suite de la phase I du projet d'exploitation des eaux souterraines dans la région occidentale exécuté dans la coopération japonaise et sa réalisation permettra de finaliser le projet initial qui avait été interrompu.
- (3) La préfecture de l'OMBELLA-MPOKO est une région fertile, occupant une place prioritaire non seulement au sein des programmes de développement agricole du gouvernement centrafricain mais également pour ce qui est de la production agricole destinée à alimenter la capitale Bangui. Par ailleurs, les routes nationales 1, 2, 3, 4 et 6 traversent cette préfecture et des efforts sont accomplis afin d'aménager ses infrastructures, en ce qui concerne par exemple le goudronnement et la réparation des routes. Cette préfecture fait donc partie des régions dont le développement a été jugé prioritaire.

L'aménagement des infrastructures du secteur de l'eau indispensable à la vie des villageois est particulièrement en retard dans cette préfecture qui n'a qu'un faible taux de desserte d'environ 20% (en 1991). Par conséquent, la réalisation des 240 forages prévus par le présent projet permettra de faire bénéficier une population de 84.000 habitants et de s'approcher des 50% de desserte fixés pour objectif d'ici à l'an 2000. En conclusion, le développement des eaux souterraines dans la région visée aura des effets bénéfiques considérables et l'exécution du présent projet revêt donc un caractère d'urgence.

- (4) La plupart des habitants des villages de la région du projet sont dans l'obligation d'utiliser les eaux insalubres des puits, sources des couches alluviales, marigots et cours d'eau mais ces ressources tarissant à la saison sèche, les villageois doivent rechercher de nouveaux points d'eau dans des emplacements éloignés, ce qui constitue une pénible tâche supplémentaire. Le développement des eaux souterraines permettra non seulement d'assurer de manière stable une eau salubre, de remédier au manque d'eau pendant la saison sèche, de prévenir les maladies hydriques, d'améliorer l'hygiène et l'assainissement, de contribuer à la stabilité des conditions de vie des villageois, d'éviter l'exode rural, et de libérer les femmes et les enfants des tâches pénibles du puisage mais également de contribuer largement à accélérer

le développement socio-économique des communautés rurales autour des points d'eau. En conclusion, l'exécution du présent projet a été jugée pertinente dans le cadre de la coopération financière non-remboursable du Japon.

4-2-2 Plan d'exécution et d'exploitation du projet

Le ministère de l'Energie, des Mines et de l'Hydraulique sera l'organisme responsable de l'exécution du présent projet et la Direction Générale de l'Hydraulique sera chargée de la supervision de l'exécution du projet dont les ouvrages seront gérés et entretenus par les villageois eux-mêmes.

La Direction Générale de l'Hydraulique a d'ores et déjà l'expérience de la coopération financière japonaise dans le cadre de la phase I du présent et du projet d'exploitation des eaux souterraines dans la région nord-ouest. Aucun problème ne sera à relever pour l'exécution du présent projet par la Direction Générale de l'Hydraulique en raison de sa connaissance de ce système de coopération et de la compétence du personnel qui y sera affecté. Comme indiqué au tableau 2-2-2, le personnel chargé du présent projet regroupera environ un tiers des 60 préposés de la Direction, appartenant principalement à la Direction des Etudes, Planification et Documentation et à la Direction Nationale des Différents Projets et incluant des foreurs qui seront l'objet d'une formation sur le tas avec les équipements de forage fournis dans le cadre du projet.

Le budget d'exécution et de gestion du présent projet (y compris la formation sur le tas) doit être prévu, dans le cas d'aides étrangères, dans la rubrique du budget de développement du pays en question. Les évolutions du budget de la Direction Générale de l'Hydraulique sont indiquées dans le tableau 2-2-1. Un montant de 59 millions à 75 millions de F CFA a été prévu pour l'exécution de la phase I du présent projet et celle du projet d'exploitation des eaux souterraines dans la région nord-ouest jusqu'en 1992. Toutefois, en raison des difficultés financières rencontrées à partir de 1993 et de l'absence de grand projet, le budget de développement a considérablement diminué. En principe, le montant de ce budget est décidé en fonction du projet et par conséquent, en tenant compte du budget de la phase I, aucun problème n'est à craindre en ce qui concerne les dispositions budgétaires relatives à l'exécution du présent projet.

Le système de gestion et d'entretien après achèvement des forages est un système d'auto-maintenance par les villageois et, en cas de pannes hors du domaine d'intervention de ces derniers, le personnel de la Direction Générale de l'Hydraulique apportera son soutien technique.

Les membres du comité de gestion et d'entretien organisé par forage reçoivent une formation technique par la Direction Générale de l'Hydraulique au moment de la réalisation des forages, gèrent les fonds provenant des cotisations des villageois pour l'achat des pièces consommables et se chargent des réparations. La Direction Générale de l'Hydraulique n'a donc pas besoin de prévoir un budget spécial pour ces opérations quotidiennes au niveau des villages. Toutefois, en cas de panne hors du domaine d'intervention des villageois, comme par exemple remplacement de la boudruche, le personnel technique de la Direction Générale de l'Hydraulique doit intervenir. Ces interventions se montant à environ 0,5 mois par an (pour environ 30 emplacements), les frais de personnel suivants devront être pris en considération.

Frais de personnel (opérateur et chauffeur)

$(80.000 + 50.000) \text{ F CFA/mois} \times 1/2 \text{ mois} = 65.000 \text{ F CFA}$

Véhicules, carburant

$15.000 \text{ F CFA} \times 10 \text{ fois} = 150.000 \text{ F CFA}$

Total = 215.000 F CFA

En prenant pour référence le budget de développement de la Direction Générale de l'Hydraulique en 1990, à savoir de 55 à 69 millions de F CFA, ces frais pourront largement être couverts.

4-2-3 Projets similaires

En ce qui concerne les projets d'aide étrangère relatifs au secteur de l'hydraulique dans les préfectures de l'OMBELLA-MPOKO et du LOBAYE, le projet CO3 du PNUD est prévu parallèlement à l'exécution du présent projet dans la région concernée. Les deux préfectures précédemment citées sont considérées comme prioritaires pour le développement des eaux souterraines dans le cadre du Programme Triennal d'Investissement de l'Etat (1992-1994). Pour parvenir aux objectifs nationaux visant une desserte de 50% d'ici à l'an 2000, il sera nécessaire d'atteindre le nombre total de 840 points d'eau dans les deux préfectures (à l'exception des villes de MBAIKI, BODA et BIMBO). D'autre part, 153 points d'eau (chiffre obtenu à partir des données concernant la sous-préfecture de YALOKÉ et la préfecture du LOBAYE fournies par la Direction Générale de l'Hydraulique en 1991. En réalité ce chiffre devrait actuellement atteindre 200 points d'eau) existent actuellement dans ces préfectures. Même en y ajoutant les 240 forages prévus dans le cadre du présent projet ainsi que les 350 forages du projet CO3, on n'obtient que 743 forages, ce qui est encore loin du but fixé. Toutefois, la réalisation du présent projet ainsi que du projet du PNUD contribuera à améliorer considérablement le taux de desserte ainsi que le niveau de vie des villageois.

Par ailleurs, les domaines d'intervention du projet CO3 et du présent projet ont été clairement délimités lors de discussions entre les parties afin d'éviter tout redoublement des opérations et aucun problème ne sera à craindre à ce sujet.

4-2-4 Composantes du projet

(1) Population bénéficiaire

Dans la région du projet, la population bénéficiant de l'eau salubre ne s'élève actuellement qu'à 20%. Toutefois, la réalisation des 240 forages requis et exécutés dans le cadre du projet permettra d'amener la population bénéficiaire au nombre de 60.000 personnes environ, soit 45% de la population totale qui est supposée être de 188.000 personnes en l'an 2000, et de s'approcher de l'objectif national de 50% de desserte en milieu rural d'ici cette même année.

(2) Volume objectif d'approvisionnement

D'après les enquêtes effectuées en site, on a pu constater que les villageois utilisaient des sources différentes pour l'eau de boisson et de cuisine et pour l'eau de la lessive et du bain. Le volume d'eau approvisionnée pour la boisson et pour la cuisine est de 6 litres par jour et par habitant et est jugé satisfaisant par les villageois. Lorsque l'eau d'un même point d'eau sert aussi bien à la boisson et la cuisine qu'à la lessive et au bain, le volume objectif fixé par le gouvernement centrafricain de 20 litres par jour et par habitant est jugé pertinent.

Par ailleurs, à en juger par le bilan hydraulique dans la région du projet, les quantités d'eaux souterraines renouvelables sont au minimum de $2,5 \times 10^9$ m³ par an. (Voir 3-3.). D'autre part, pour un volume d'approvisionnement objectif de 20 litres par jour et par habitant et pour l'approvisionnement de 250 personnes par forage, le volume des eaux souterraines captées dans 336 points d'eau (85 forages existants, 11 sources aménagées, 240 forages du présent projet) sera de $6,13 \times 10^5$ m³/an.

Etant donné que la quantité renouvelable des eaux souterraines est largement supérieure à la quantité d'eau captée, elle sera suffisante même en cas d'augmentation de la population à l'avenir et d'augmentation du volume d'eau objectif.

(3) Population approvisionnée par forage

En supposant qu'un forage permette d'approvisionner une population de 250 habitants, avec

20 litres d'eau par jour et par habitant, un débit de 5,0 m³/jour sera nécessaire par forage. Par ailleurs, le nombre d'heures de fonctionnement des pompes dans les zones rurales en Centrafrique est généralement de 4 heures dans la matinée, d'une heure dans l'après-midi et de 2 heures dans la soirée, pour un total de 7 heures par jour. Avec un débit de pompage de 15 litres/minute, le potentiel de captage journalier sera de 6,3 m³, et le chiffre de 250 habitants pour la population approvisionnée est donc jugé pertinent.

Par ailleurs, pour les villages de plus de 250 habitants, les forages peuvent être utilisés du matin au soir, à savoir pendant 12 heures. Dans ce cas, le débit maximum possible est de 10,8 m³/jour, et même avec une population de plus de 500 habitants (10 m³/jour nécessaires), la totalité de la population pourra être approvisionnée en eau potable.

(4) Nombre objectif de forages

La population estimée en l'an 2000 dans la région du projet sera de 188.000 habitants et, en fixant un objectif de 250 habitants par forage, le nombre de forages nécessaires sera de 752. En soustrayant les 296 forages existants, le nombre de forages à construire est de 656. Toutefois, parmi les 418 villages de la région du projet, nombreux sont ceux dont la population est inférieure à 100 habitants ou dépourvus de routes d'accès. S'il serait préférable de réaliser des forages dans ces villages également, cette réalisation s'avère impossible actuellement, en raison du retard considérable de la desserte en eau, et on a jugé qu'une sélection effectuée à partir de la liste préparée par la Direction Générale de l'Hydraulique en tenant compte de la répartition de la population par village et des conditions d'accès conviendrait à l'élaboration d'un planning de réalisation.

En raison de ce qui précède, les forages seront réalisés dans des villages de plus de 100 habitants (estimation de 1993) pourvus de routes d'accès. Pour ce qui est des grands villages, conformément à l'étude de la population approvisionnée au paragraphe (3), un forage sera réalisé pour 300 habitants, ce qui portera le nombre total de forages à réaliser dans la région du projet à 240 pour 164 villages.

(5) Rang de priorité des travaux de forage

La région du projet est divisée administrativement en cinq sous-préfectures et la priorité a été donnée aux travaux dans les sous-préfectures de BIMBO et de BOSSEMBELE où le taux de desserte est particulièrement bas.

Tableau 4-2-1 Taux de desserte dans la région du projet (1992)

Sous-préfectures	Population (est.1993)	Nbre ouvrages existants *1	Taux de desserte (%) *2
BIMBO (exception ville de BIMBO)	78.266	13	4
DAMARA et BOGANGOLO	32.115	39	30
BOALI	22.546	27	30
BOSSEMBELE	40.491	16	10

*1: Forage + source aménagée

*2: Installations existantes x 250 personnes/population sous-préfecture

(6) Conditions hydrogéologiques et profondeur moyenne de forage

La région du projet connaît des précipitations annuelles comprises entre 1200 et 1500 mm. Elle comprend non seulement dans son socle, des failles et des bandes altérées qui laissent espérer la présence d'eau de fissure, mais également des sédiments perméables du Cénézoïque, éléments très favorable dans l'ensemble à l'exploitation des eaux souterraines. Toutefois, un socle en roches dures (avec peu de fissures) de haute résistivité très proche de la surface (entre 15 et 20 mètres) a été relevé dans certaines régions et il sera nécessaire de sélectionner avec précision l'emplacement définitif du forage après avoir effectué au préalable une prospection électrique afin de connaître en détail les structures géologiques de l'endroit.

A partir des résultats de l'étude en site, de la prospection électrique et des données topographiques, géologiques et des forages existants, la profondeur des forages à réaliser lors du présent projet sera provisoirement fixée à un maximum de 70 mètres et en moyenne à 50 mètres.

(7) Nombre d'équipes d'exploitation des eaux souterraines

- 1) En cas d'utilisation d'une foreuse combinée rotary et percussion à air, les travaux de forage (comprenant les déplacements, l'excavation jusqu'à 50 mètres et la mise en place du tubage) dans la région du projet permettront la réalisation d'un forage par semaine, d'après les résultats du projet d'exploitation des eaux souterraines dans la région nord-ouest. La capacité moyenne d'excavation est donc de 10 mètres par jour.

- 2) Les travaux de forage devront tenir compte d'un taux de réussite de 80% en prenant pour référence la documentation et les résultats des projets ci-dessous.
- (a) Le taux de réussite des travaux de forage dans la préfecture de l'OMBELLA-MPOKO est de 67% (Rapport sur l'alimentation en eau potable et l'assainissement dans les zones rurales en RCA, rédigé par le CNEA en 1992)
 - (b) Le taux de réussite des travaux de forage dans les zones non calcaires du Précambrien est de 75% (Rapport du projet d'appui technique du programme d'hydraulique villageoise, PNUD, DGH, 1990).
 - (c) Le taux de réussite de la phase I du présent projet est de 88%.
 - (d) Le taux de réussite du projet d'exploitation des eaux souterraines dans la région nord-ouest est de 70%.
- 3) La période la plus appropriée pour les travaux sera pendant la saison sèche, du mois de novembre au mois de mars, pendant cinq mois. Toutefois, la plupart des villages étant situés le long des routes nationales en bon état, les travaux pourront être réalisés même pendant la saison des pluies et la période d'exécution des travaux couvrira les douze mois de l'année entière.
- 4) Sur la base des conditions précédentes, on étudiera la durée des travaux au cas où deux équipes d'exploitation des eaux souterraines interviennent.

Profondeur totale d'excavation:	$50 \text{ m} \times 240 \text{ m} \times 1,2 = 14.400 \text{ m}$
Nombre de jours nécessaires:	$14.400 \text{ m} \div 10 \text{ m/jour} \div 2 \text{ foreuses} = 720$ jours = environ 2 ans

Il sera en outre nécessaire de prévoir la durée des préparatifs des travaux et d'entretien des machines.

- 5) D'après les résultats de l'étude précédente, en prévoyant deux équipes d'exploitation des eaux souterraines entièrement équipées, 2 mois de préparatifs des travaux et 2 ans pour les travaux eux-mêmes (excavation, essais de pompage et plateforme supérieure) ont été jugés nécessaires pour l'accomplissement du projet.

(8) Année objectif

La République Centrafricaine s'est fixé pour objectif d'atteindre une desserte en eau dans les zones rurales de 50% d'ici à l'horizon 2000. Si le présent projet débute en 1994, il s'étalera sur 4 ans, en tenant compte de la durée nécessaire à la fourniture des équipements, et sera donc achevé avant l'année objectif.

(9) Equipements et matériels

Des équipements et des matériels sont nécessaires pour la réalisation des forages. Les deux foreuses fournies lors de la première phase du projet sont actuellement vétustes et souvent sujettes à des pannes et, en 1995, année de début des travaux, elles compteront neuf années d'utilisation, c'est-à-dire qu'elles seront proches de leur durée limite de fonctionnement et ne pourront être employées pour le présent projet. Par ailleurs, la foreuse fournie dans le cadre du projet d'exploitation des eaux souterraines dans la région nord-ouest sera utilisée jusqu'en 1997 pour les travaux du projet CO3 du PNUD.

En raison de la situation précédente concernant les foreuses, on a jugé pertinent de fournir à partir du Japon et conformément à la requête, deux foreuses afin d'exécuter en deux ans les 240 forages.

En outre, la DGH a l'intention de procéder à la réalisation de l'étude indiquée dans le tableau 2-3-1 (22) et financée par le BAD en 1994, et les équipements qui fournis dans le cadre du présent projet seront utilisés pour le projet d'exploitation des eaux souterraines élaborés sur la base de ladite étude.

(10) Pompes

Les pompes de fabrication française fournies lors de la phase I du présent projet peuvent être réparées directement par les habitants des villages et conviennent parfaitement à la campagne d'auto-maintenance des forages par les villageois, menée par le gouvernement centrafricain. Par ailleurs, le fabricant des pompes possède un bureau de représentation en Centrafrique et le système d'approvisionnement en pièce de rechange est d'ores et déjà mis en place.

En fonction des raisons ci-dessus, les pompes à pédale de fabrication française seront utilisées dans le cadre du présent projet.

4-2-5 Etude des installations et des équipements requis

(1) Installations requises

Les installations requises par le gouvernement centrafricain dans le cadre du projet comprennent les forages ainsi que leur structures annexes. Etant donné qu'il n'existe pas, dans la région du présent projet, d'eau de surface salubre, c'est-à-dire ne nécessitant pas de traitement, à l'exception d'un nombre de sources aménagées, les installations de forage captant des eaux souterraines très profondes ont été jugées les plus appropriées pour des raisons de coût et de facilité de gestion et d'entretien.

1) Forages

Les profondeurs des forages, comme indiqué au paragraphe 4-2-4 précédent, doivent être décidées en fonction de conditions géologiques de la région. Le diamètre du trou de forage doit être de plus de 100 mm, en tenant compte de la structure inférieure de la pompe à pédale (diamètre de la baudruche) et des facilités de nettoyage de l'intérieur du forage. Par conséquent, des trous de forage de 115 mm ou plus de diamètre ont été jugés appropriés, conformément à la requête du gouvernement centrafricain.

2) Structures annexes

Les structures annexes sont composées d'une plateforme de réception d'eau et d'un caniveau d'exhaure. En ce qui concerne la disposition de ces structures, les spécifications généralement utilisées en Centrafrique peuvent convenir mais, en cas de difficultés de drainage aux alentours du forage, certaines mesures particulières devront être prises comme par exemple le prolongement et l'éloignement du caniveau d'exhaure ou encore la protection du pourtour du forage par une barrière, afin d'éviter la contamination des eaux souterraines par la pénétration des eaux stagnantes polluées par les excréments du bétail.

(2) Equipements et matériels requis

La requête du gouvernement centrafricain relative aux équipements et matériels mentionne deux unités de foreuses ainsi que le matériel (tubage, etc.) et les équipements (pompes) pour la réalisation de 240 forages.

Comme mentionné en 4-2-4, il sera nécessaire de fournir deux foreuses car, d'une part, des problèmes pourraient résulter de l'utilisation, pour le présent projet, de la foreuse fournie lors du projet d'exploitation des eaux souterraines dans la région du nord-ouest qui doit être employée pour le projet CO3 du PNUD et, d'autre part, la fourniture de foreuses neuves ne pourra que contribuer au renforcement des capacités d'exécution des travaux d'hydraulique de la partie centrafricaine à l'avenir.

En ce qui concerne le contenu de la requête, il sera nécessaire de sélectionner les types et combinaisons pertinents des équipements en tenant compte des conditions d'exécution du présent projet ainsi que des résultats des autres projets d'aide entrepris par le Japon.

En outre, l'utilisation en remplacement de la bentonite, d'un agent de boue aux frais de transport peu onéreux, afin de réduire les coûts du projet, sera étudiée au Chapitre 5.

4-2-6 Etude de la nécessité de l'assistance technique

Les techniciens de la Direction Générale de l'Hydraulique ont participé à la réalisation des travaux de forage de la phase I du présent projet sous la direction des experts de la JICA et maîtrisent généralement les techniques de base. Toutefois, si leur niveau s'est amélioré, leur expérience pratique sur les techniques de forage en fonction des différentes conditions géologiques, sur les mesures à prendre en cas d'incident et sur la maintenance reste encore assez limitée. Afin de résoudre ce problème et d'utiliser efficacement les équipements fournis même après l'achèvement du présent projet, il sera nécessaire de faire participer le plus grand nombre possible de personnel de la Direction Générale de l'Hydraulique au projet et d'améliorer encore leur niveau technique.

4-2-7 Orientations fondamentales de la coopération

Etant donné que la faisabilité, les effets du projet ainsi que l'existence d'un système d'exécution confirmés par l'étude précédente permettent de conclure que le présent projet est conforme au système de coopération financière non-remboursable du Japon, l'exécution du présent projet a été jugée pertinente dans le cadre de ce système. Par conséquent, l'ensemble du projet sera étudié et le plan de base a été élaboré dans la perspective de l'exécution du projet dans le cadre de la coopération financière non-remboursable.

4.3 Présentation du projet

4-3-1 Organismes d'exécution et système de gestion

La Direction Générale de l'Hydraulique du ministère de l'Energie, des Mines et de l'Hydraulique sera responsable de l'exécution du présent projet. L'organigramme de la Direction Générale de l'Hydraulique, dont le bureau est situé à BANGUI, a été présenté dans la figure 2-2-2.

En ce qui concerne le système de gestion et d'entretien, le CNEA est chargé de sélectionner les orientations de base alors que la Direction Générale de l'Hydraulique intervient, pour sa part, au niveau de la planification, de la recherche et de l'exécution. La Direction Nationale des Différents Projets de la DGH est plus spécifiquement chargée de l'exécution pratique des projets. Afin de mettre en place un système permettant de poursuivre les activités même après réalisation du présent projet, deux équipes d'exploitation des eaux souterraines dont le détail est donné dans le tableau suivant, seront formées.

Tableau 4-3-1 Composition d'une équipe d'exploitation

Qualification	Groupe recherche (1)	Groupe forage (1)	Groupe essai pompage (1)
Superviseur Hydrogéologue	1	1	1
Foreur	0	2	0
Technicien	2	2	2
Chauffeur	1	6	4
Manoeuvre	2	3	2
Total	6	14	9

4-3-2 Plan des opérations

Le plan des opérations a été élaboré en fonction des éléments suivants.

- (1) La région du projet inclut les sous-préfectures de DAMARA, BOGANGOLO, BOALI, BOSSEMBELE et de BIMBO (à l'exception de la ville de BIMBO) dans la préfecture de l'OMBELLA-MPOKO et couvre une superficie d'environ 25.000 km².

- (2) Les installations d'approvisionnement en eau seront des forages car ils peuvent fournir de manière stable de l'eau potable en quantité et de qualité satisfaisantes.
- (3) L'objectif de l'approvisionnement est de parvenir à 20 litres par jour et par habitant, avec un forage pour 250 habitants.
- (4) Les ressources proviendront des eaux souterraines abondantes et salubres présentes dans les bandes altérées ou les fissures du socle.
- (5) Des crépines seront installées dans les couches aquifères ne tarissant pas pendant la saison sèche.
- (6) Les captages seront effectués par pompes à motricité humaine en raison de leur facilité d'entretien et leur économie.
- (7) En ce qui concerne les installations annexes, le forage sera entouré de béton, et une plateforme ainsi qu'un caniveau d'exhaure seront prévus pour en conserver l'hygiène et la fonctionnalité.
- (8) Une formation en matière d'hygiène sera fournie aux villageois afin que ceux-ci évitent de contaminer les eaux.
- (9) La réalisation portera sur 240 forages dont les emplacements seront sélectionnés en tenant compte de la répartition de la population dans les villages ainsi que de celle des forages existants.
- (10) Le taux de desserte actuel par points d'eau de 20% en 1991 sera amélioré dans le but d'atteindre 50% après achèvement des travaux, pour porter la population bénéficiaire à 60.000 habitants.
- (11) Le projet, qui sera exécuté en trois ans, inclura les préparatifs des travaux pendant la première année, la réalisation de 120 forages pendant la seconde année et la réalisation des 120 forages restants pendant la troisième.

- (12) L'exécution des travaux commencera dans les sous-préfectures de BIMBO et de BOSSEMBELE, où le taux de desserte est le plus bas.

Les équipements et matériels nécessaires à l'exécution du présent projet, en tenant compte des équipements appartenant à la Direction Générale de l'Hydraulique, conformément au plan des opérations ci-dessus sont donnés dans la liste du tableau 4-3-2 ci-après.

4-3-3 Plan de disposition des forages

Les emplacements des forages seront déterminés selon les orientations fondamentales suivantes.

- (1) La ville de BIMBO, placée sous la juridiction de la SNE, sera écartée du présent projet.
- (2) Les emplacements ainsi que le nombre de forages seront déterminés en tenant compte de la population des villages (estimée en 1993), du nombre d'installations existantes (forages et sources aménagées), des conditions hydrogéologiques, de la qualité de l'eau et des routes d'accès.
- (3) Si en principe, conformément aux objectifs du gouvernement centrafricain, un forage pour sera réalisé pour 250 habitants, les installations d'approvisionnement en eau seront éventuellement réalisées dans certains endroits et dans une proportion d'un forage pour 300 habitants minimum, en fonction des raisons suivantes.

Dans les villages, on suppose que les pompes sont généralement utilisées 4 heures le matin, une heure à midi et 2 heures le soir, à savoir environ 7 heures. Avec un débit de 15 litres/minute, on obtient un débit possible de 6,3 m³ par jour. Avec un débit d'utilisation de 20 litres/jour/habitant, un forage pourra fournir l'eau nécessaire à 300 personnes (eau nécessaire, 6,0 m³/jour).

Tableau 4-3-2 Liste des équipements et matériels fournis

No.	Désignation	Requête	Disponible RCA	Nbre requis	Fourniture
1	Foreuse - camion accessoires				
1-1	Foreuse sur camion (4x4, tour, pompe, etc.)	2 unités	-	2 unités	2 unités
1-2	Accessoires standards de foreuse	2 ens.	-	2 ens.	2 ens.
1-3	Outils de forage	2 ens.	-	2 ens.	2 ens.
1-4	Outils divers de circulation de la boue de forage	2 ens.	-	2 ens.	2 ens.
1-5	Outils divers	2 ens.	-	2 ens.	2 ens.
2	Camions et voitures de liaison				
2-1	Camion-grue (4x4, classe 7T capacité de grue 7T)	1 unité	1 unité	2 unités	1 unité
2-2	Camion-grue (4x4, classe 7T capacité de grue 31)	0	0	1 unité	1 unité
2-3	Camion-plateau (4x4, classe 7T)	1 unité	1 unité	1 unité	0
2-4	Camion-benne à graviers (4x4, classe 7T)	1 unité	-	1 unité	1 unité
2-5	Camion-citerne à carburant (4x4, classe 7T, 7m3)	1 unité	-	0	0
2-6	Camion-citerne à eau (4x4, classe 7T, 7m3)	2 unités	-	2 unités	2 unités
2-7	Voiture de liaison (4x4, moteur diesel)	2 unités	-	(3) unités	3 unités
2-8	Voiture de liaison pich-up (4x4, moteur diesel)	6 unités	-	6 unités	6 unités
3	Compresseur à air et appareil électriques (220V)				
3-1	Compresseur à air forte pression sur camion (4x4, pour marteau fond de trou, 17,5kg/cm ² x 21m ³ /min)	1 unité	1 unité	2 unités	1 unité
3-2	Compresseur à air portable (supérieur 9kg/cm ² x 3,5m ³ /min)	1 unité	-	(2) unités	2 unités
3-3	Groupe électrogène diesel	1 unité	-	(2) unités	2 unités
3-4	Soudeuse à l'arc	1 unité	1 unité	2 unités	1 unité
4	Pompe et outils				
4-1	Pompe à pédale	260 unt.	-	260 unt.	260 unt
4-2	Trousse à outils pour réparateur de pompe à pédale	20 boîtes	-	20 boîtes	20 boîtes
5	Tubages et crépines				
5-1	Tubage (FRP, d.i. 115mm x 4m raccord à vis)	13.800 m	-	12.100 m	12.100 m
5-2	Crépine (FRP, d.i. 115mm raccord à vis)	1.440 m	-	(2.300)m	(2.300)m
5-3	Bouchon de fond	260	-	260	260
6	Appareils de mesure (220V)				
6-1	Pompe submersible électrique multiétages (1 petit débit, 1 gros débit)	2 unités	-	2 unités	2 unités
6-2	Indicateur de niveau d'eau (prof.:100m)	1 unité	-	(2) unités	1 unité
6-3	Sondeuse électrique (300m max)	1 unité	1 unité	2 unités	1 unité
6-4	Élévateur d'eau à air comprimé	1 ens.	1 ens.	2 ens.	1 ens.
6-5	Indicateur de volume d'eau	1 unité	-	(2) unités	2 unités
6-6	Analyseur de sol électrique	1 unité	1 unité	2 unités	1 unité
6-7	Analyseur d'eau	1 unité	-	(2) unités	2 unités
7	Pompe électrique pour eau avec sable (pour prise d'eau de rivière)	1 unité	-	1 unité	1 unité
8	Réservoir à boue	2 unités	-	2 unités	2 unités
9	Scie hydraulique à diamètre 8'max	1 unité	-	1 unité	1 unité
10	Marteau piqueur (dia.classe 25mm pour aménagement du terrain) + un jeu d'outils	1 ens.	-	1 ens.	1 ens.
11	Équipement de transmission (entre la base et les sites)	1 ens.	1 ens.	2 ens.	1 ens.
12	Produit pour préparation de boue de forage	1 ens.	-	1 ens.	1 ens.
13	Moussant-(percussion d'air)	4 t	-	4 t	4 t
14	Installation du camp (simple, à remorque)	1 ens.	-	1 ens.	1 ens.
15	Camion atelier léger pour réparation/dépannage (4T)	1 unité	-	1 unité	1 unité
16	Pièces de rechange	1 ens.	-	1 ens.	1 ens.

(): Nbre supérieur à celui de la requête

(4) Toutefois, en ce qui concerne les agglomérations très peuplées ou les groupes d'agglomérations, tels que les chefs-lieux de sous-préfecture, on prévoiera, en fonction des raisons énoncées ci-dessous, un maximum de 12 installations d'approvisionnement en eau pour l'une d'entre elles, sans être limité par la population par forage indiquée au paragraphe (3) précédent.

1) La Direction Générale de l'Hydraulique prévoit la mise en place d'un mini-système d'adduction d'eau dans les grandes agglomérations (aucune orientation pratique n'a été prise pour l'instant). Toutefois, des forages seront réalisés dans le cadre du présent projet dans ces agglomérations et, si cela est possible, ces forages seront utilisés dans le futur pour ce mini-système d'adduction.

Etant donné que les zones de fissure où l'on peut espérer la présence d'eaux souterraines sont très limitées, la réalisation de nombreux forages dans des zones définies est très complexe en raison des difficultés de détermination des emplacements appropriés du point de vue hydrogéologique.

3) Dans le cas de la région concernée, les grandes agglomérations ne sont en fait que des groupes de dix à douze petits villages d'une population de 500 à 600 habitants chacun, disséminés le long des routes principales et éloignés les uns des autres. Par ailleurs, des habitants de différentes professions habitent également dans ces agglomérations et le taux de service des pompes est très élevé, de 12 heures du lever au coucher du soleil. Par conséquent, étant donné qu'un forage pour 500 à 600 habitants peut fournir l'eau nécessaire à l'ensemble des villageois, un maximum de douze forages (y compris les forages existants) sera réalisé pour une agglomération.

(5) Dans les régions où sont disséminés de petits villages, l'emplacement des forages sera déterminé en tenant compte des conditions géographiques (emplacement pratique car les villageois utilisent les forages lorsque les puits s'assèchent).

En fonction de ce qui précède, les orientations concernant le nombre de forages par rapport à la population des villages sont indiquées dans le tableau 4-3-3 ci-après.

Tableau 4-3-3 Population et nombre de forages

Population (estimée en 1993)	Nombre de forages
101 à 300	1
301 à 550	2
551 à 850	3
851 à 1.150	4
1.151 à 1.450	5
1.451 à 1.750	6
1.751 à 2.050	7
2.051 à 2.500	8
2.501 à 3.000	9
3.001 à 3.500	10
3.501 à 4.000	11
Plus de 4.001	12

Conformément à ces orientations, le nombre de forages par sous-préfecture et leurs emplacements sont indiqués dans le tableau 4-3-4 et dans la figure 4-3-1. Les noms des villages où seront réalisés les forages sont donnés dans la documentation en annexe.

Tableau 4-3-4 Nombre de forages par sous-préfecture

Sous-préfectures	Population (est.1993)	Total	Ouvrages existants		Forages à réaliser	Période	
			Forages	Saménagés		2ème stade	3ème stade
BIMBO	78.266	121	13	2	106	56	50
DAMARA	27.017	63	29	1	33	0	33
BOGANGOLO		18	8	0	10	0	10
BOALJ	18.967	37	27	0	10	0	10
BOSSEMBELE	34.063	97	8	8	81	64	17
Total	158.313	336	85	11	240	120	120

*1: A l'exception de la population de la ville de BIMBO.

*2: Le premier stade ne comprend que les préparatifs (préparation des équipements, aménagement de la base à BANGUI)

4-3-4 Plan de gestion et d'entretien

Le système de gestion et d'entretien se divise en maintenance des forages eux-mêmes et en maintenance des équipements de forage. Ce système est un soutien nécessaire après l'achèvement du projet et joue un rôle primordial dans la réussite du projet.

(1) Plan de gestion et d'entretien des installations

Les forages doivent faire l'objet d'inspections et d'un entretien afin de fournir de manière stable de l'eau salubre aux villageois et il est nécessaire de créer un environnement favorable du point de l'hygiène.

A l'heure actuelle, des comités villageois de gestion des points d'eau (composés de 5 personnes) ont été mis en place sous la direction de la DGH dans les villages possédant des forages ou prévus pour leur réalisation. La Direction Générale de l'Hydraulique déploie tous ses efforts afin que cette méthode de gestion, qui sera appliquée au présent projet, soit plus répandue dans les zones rurales.

Les résultats de l'étude sur la gestion des forages existants ont fait ressortir que les organisations de gestion et d'entretien des forages réalisés lors du projet d'exploitation des eaux souterraines dans la région nord-ouest fonctionnaient au niveau des villages, et on a pu confirmer que les pannes légères telles que les dommages des segments et garnitures de piston pouvaient être réparées par le système d'entretien actuel. Par ailleurs, ces pièces de rechange sont incluses dans les équipements à fournir et le système d'approvisionnement en pièces ne pose pas de problème puisque le constructeur possède un bureau de représentation en RCA. Toutefois, en ce qui concerne les forages réalisés lors de la phase I du présent projet, notamment avant 1990, sont souvent dépourvus de comité de gestion et, en raison de fréquentes pannes de pompes, sont parfois laissés à l'abandon. Ces comités sont absents du fait du manque de ressources en personnel et financières (frais de déplacement et de carburant) de la Direction Générale de l'Hydraulique qui n'a pu effectuer la sensibilisation voulue auprès des villageois. Par conséquent, afin de mener à bien la phase II, il sera nécessaire de confirmer et de réviser, le cas échéant, les méthodes d'animation pour la gestion des points d'eau avant le commencement des travaux afin que l'entretien puisse être effectué avec efficacité.

Dans ce contexte, la Direction Générale de l'Hydraulique doit, lors de pannes irréparables par les villageois après l'achèvement des forages, intervenir sur place, organiser un comité d'entretien et de gestion selon la procédure suivante, procéder à l'animation et faire participer les villageois durant le cours des travaux. Cette occasion servira à procéder à nouveau à cette formation dans les villages de la phase I du présent projet.

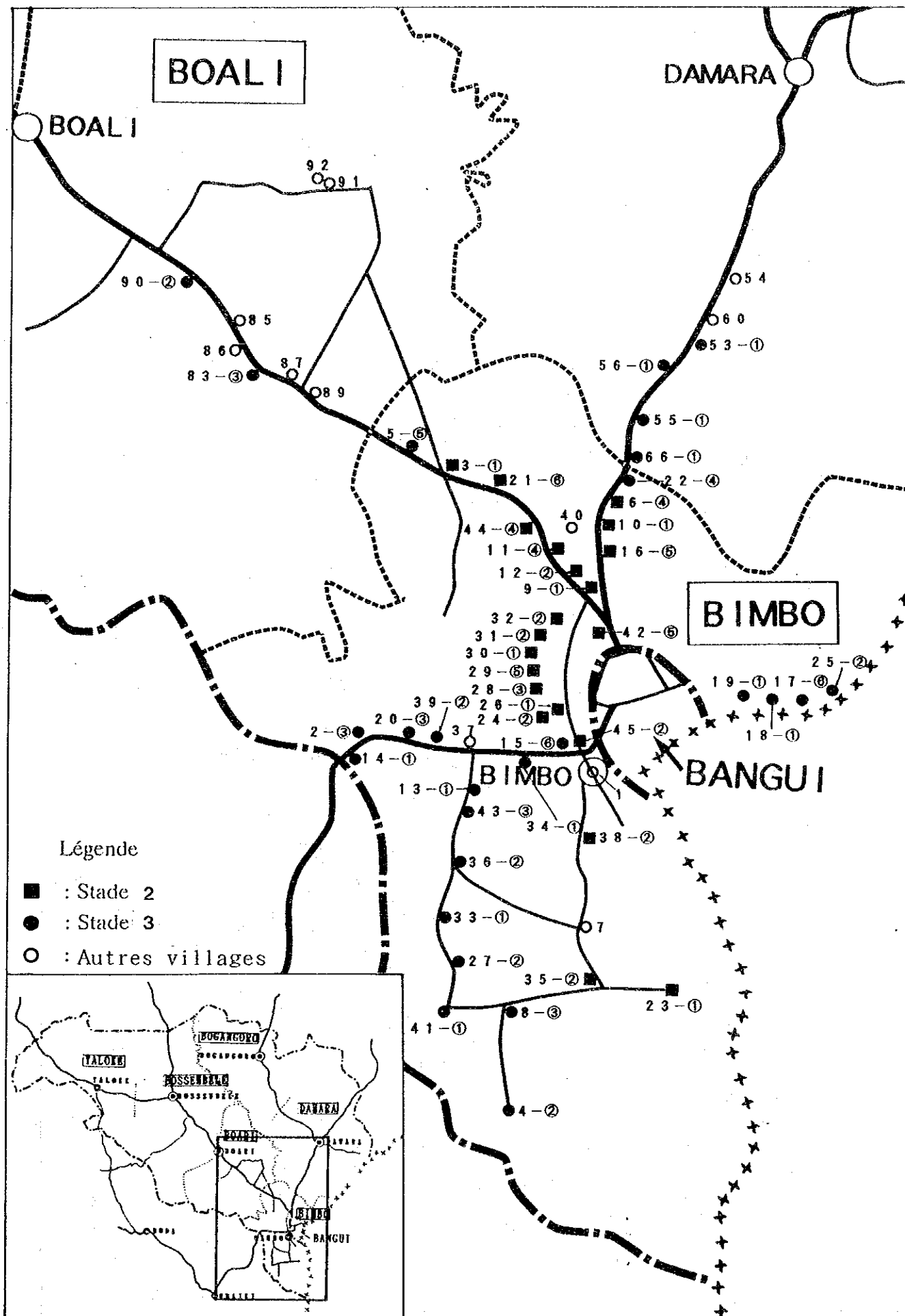


Figure 4-3-1 Carte d'emplacement des forages

E = 1/500,000

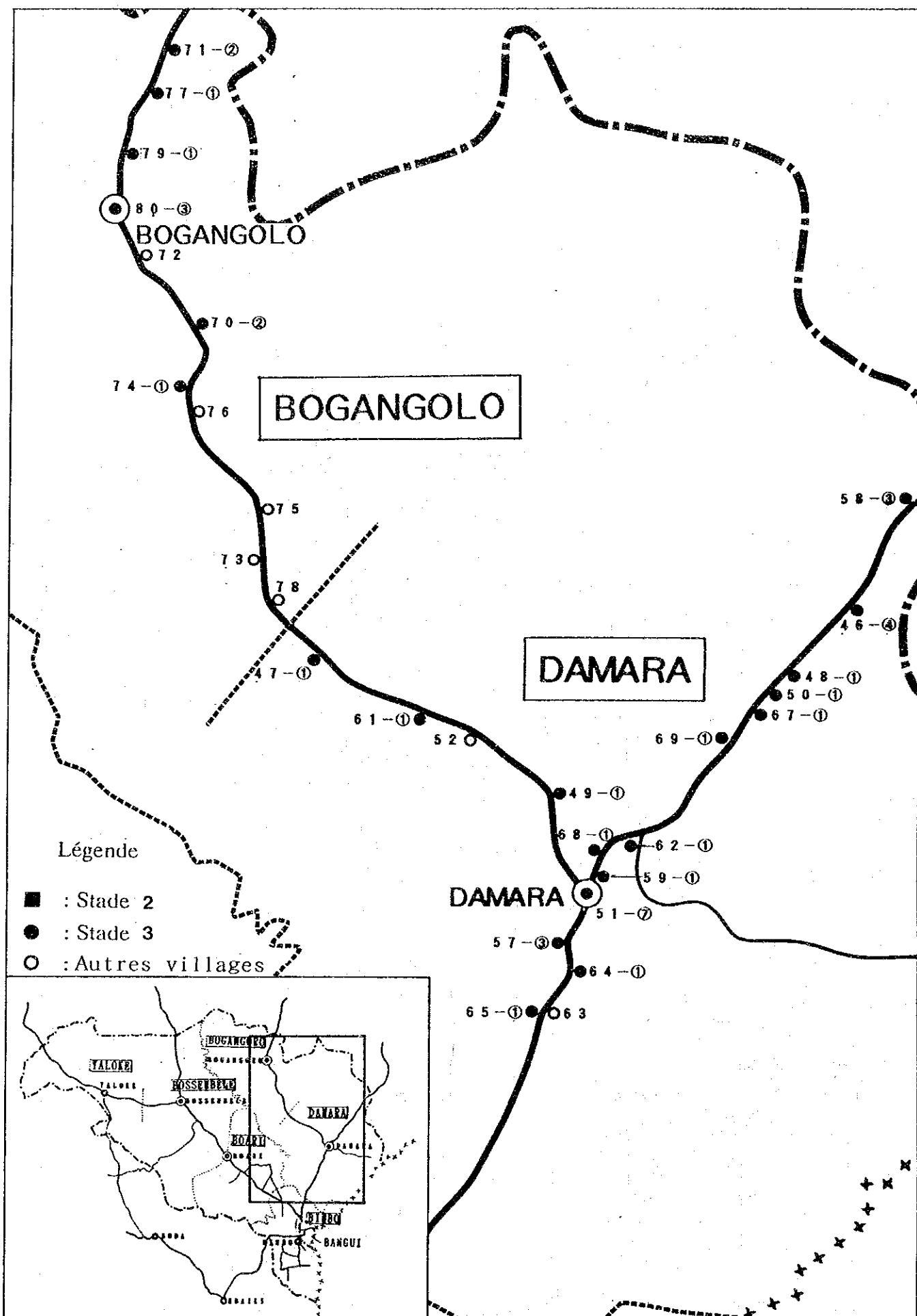


Figure 4-3-2 Carte d'emplacement des forages

E = 1/500,000

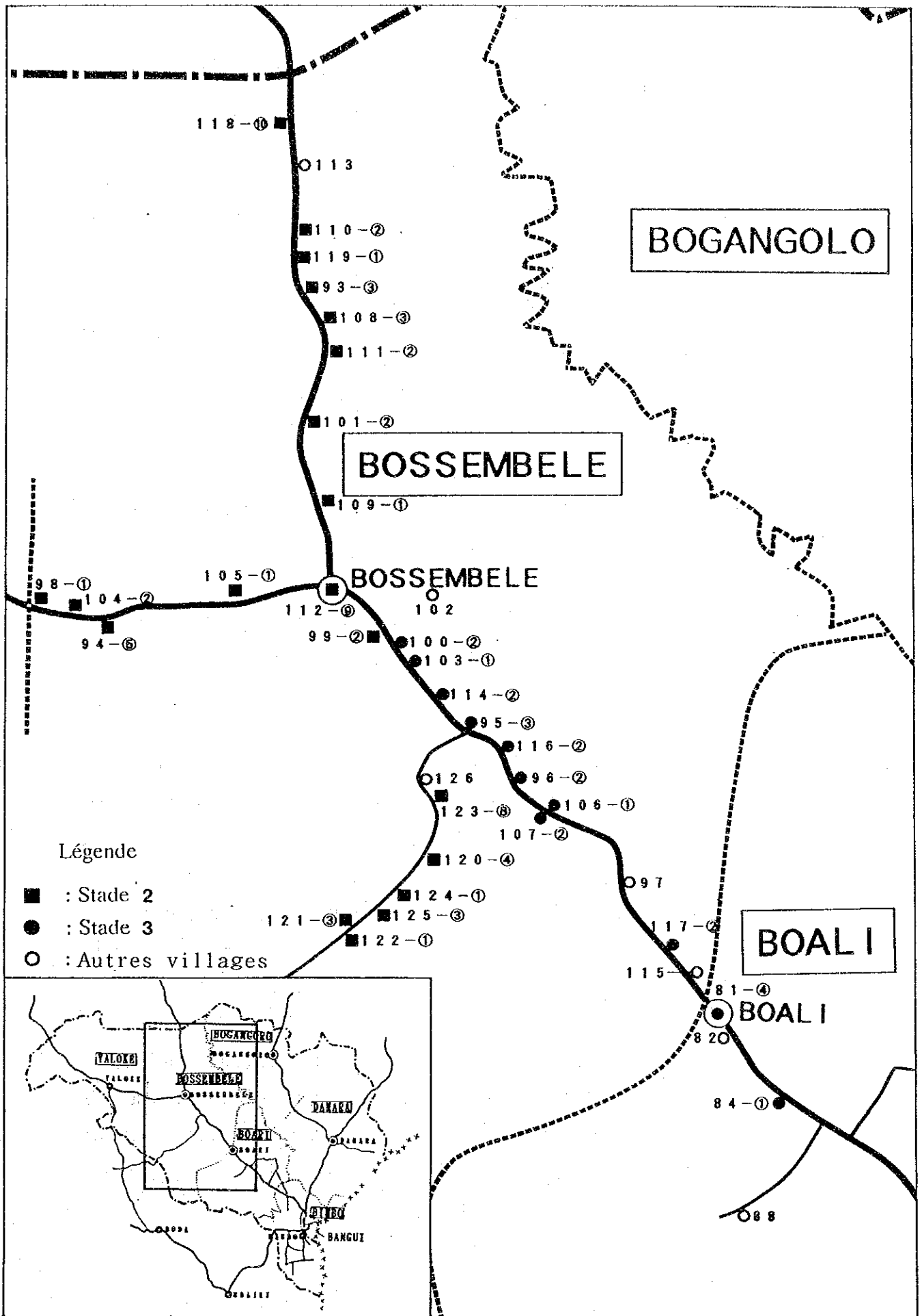


Figure 4-3-3 Carte d'emplacement des forages

E = 1/500,000

- 1) Le Comité National de l'Eau et de l'Assainissement est chargé de la politique de mobilisation sociale et communautaire en matière d'eau et d'assainissement.
- 2) La gestion des forages est effectuée de manière autonome par les villageois (comité de gestion de points d'eau formé de 5 membres) avec un support logistique de la Direction Générale de l'Hydraulique dans les cas des pannes lourdes.
- 3) Avant le début des travaux de forage, des comités de gestion des forages sont organisés et formés par l'unité d'animation du projet avec le concours des agents de développement communautaire et d'animation relevant des autres départements ministériels membres du Comité National de l'Eau.
- 4) Les villageois participeront aux travaux de forage afin de prendre conscience de l'importance de ces ouvrages en tant que patrimoine (biens).
- 5) Afin de faire face aux problèmes techniques, les réparateurs seront soumis à une formation sur la gestion et l'entretien effectuée par la Direction Générale de l'Hydraulique pendant et après l'exécution des travaux.
- 6) Afin de mieux sensibiliser les villageois sur les problèmes d'hygiène publique, une éducation sanitaire sera effectuée par les agents d'assainissement du Ministère de la Santé dans la zone du projet.
- 7) Les membres des comités villageois de gestion des forages devront, sous leur responsabilité, agir afin que la population soit approvisionnée en eau potable de manière stable. Les collectivités locales seront ensuite chargées de vérifier le bon fonctionnement de ces comités.

Par ailleurs, après achèvement des forages, les frais de déplacement du personnel de la Direction Générale de l'Hydraulique en cas de problème devront être, lorsque la situation nécessite une intervention, compris dans la plage d'utilisation prévue par le budget de la Direction, comme indiqué au paragraphe 4-2-2.

(2) Gestion et entretien des équipements

La Direction Générale de l'Hydraulique, par le biais des projets réalisés dans le cadre de la coopération japonaise (1986, 1990) est parvenue à mettre en place un système de gestion et d'entretien des équipements, un atelier de réparation et un magasin pour le matériel. D'après les résultats obtenus par ces deux projets, et en raison des directives fournies par l'expert de la JICA, les capacités de réparation des équipements et des véhicules, ainsi que de stockage du matériel et des pièces sont solidement établies.

Les foreuses, qui sont les principaux équipements du présent projet, ont généralement une durée de vie de sept à dix ans, si leurs pièces consommables sont dûment approvisionnées et si des inspections ont lieu périodiquement. Par conséquent, elles pourront être utilisées après l'exécution du présent projet.

Les équipements fournis incluent les outils de maintenance et de réparation, les pièces de rechange et les véhicules de soutien. En ce qui concerne les quantités de matériels et des pièces de rechange, elles seront prévues pour la réalisation des 240 forages. On recommandera ce qui suit pour ce qui est du système de gestion et de maintenance.

- 1) Les techniciens centrafricains possèdent certaines connaissances sur les équipements de fabrication japonaise mais n'ont pas encore une expérience suffisante et devront recevoir une formation par l'entrepreneur japonais afin d'améliorer leur niveau technique en réparations et de gestion des stocks.
- 2) Afin que les équipements et les véhicules soient utilisés efficacement, il est indispensable d'effectuer des inspections périodiques et de ne pas les faire fonctionner en deça de leur capacités limites.
- 3) Les équipements et les pièces de rechange seront classés et rangés dans les magasins de stockage sans les laisser traîner à l'extérieur. Les conditions d'utilisation, leur degré d'usure et les différents problèmes seront notés afin de mettre en place des données de base sur le stockage.

4.4 Assistance technique

Trois foreuses ont d'ores et déjà été fournies dans le cadre de deux projets japonais et un expert en forage réside en Centrafrique depuis avril 1987 jusqu'à aujourd'hui. Les foreurs de la Direction Générale de l'Hydraulique ont acquis les connaissances de base pour ce qui est de la manipulation des équipements et les méthodes de forage et ont l'expérience de la réalisation des 200 forages de la phase I du présent projet. Ils interviennent actuellement dans le cadre du don de petite envergure du Japon. Toutefois, leur expérience est encore insuffisante en ce qui concerne les points suivants et ils souhaitent vivement obtenir une formation sur les techniques de forage.

(1) Technique de forage pour conditions géologiques variées

Si les techniciens ont une certaine expérience des forages par rotary à air et par percussion à air mais emploient parfois des méthodes inadéquates ou font subir des charges trop importantes aux équipements qui peuvent provoquer des problèmes. Afin de résoudre ce type de problème et d'utiliser au mieux de leurs performances les foreuses, ils devront apprendre les techniques de forage correspondant aux différentes conditions géologiques et pouvoir juger quelles méthodes conviennent à telle ou telle type géologique.

(2) Intervention lors des incidents de forage

Les techniciens n'ont pas eu jusqu'à présent l'expérience de problème majeur pendant les travaux de forage. Toutefois, ces problèmes peuvent éventuellement survenir en raison des conditions des foreuses ou d'une fausse manoeuvre, par exemple. Les techniciens devront donc apprendre à intervenir efficacement en cas d'apparition d'un problème grave.

(3) Maintenance des foreuses

S'ils ont une certaine connaissance de la maintenance des forages et sont à même d'effectuer des réparations simples, il sera nécessaire d'apprendre à effectuer des interventions d'un niveau technique plus poussé.

Etant donné que de nouvelles foreuses seront utilisées dans le cadre du présent projet, la formation technique ne devra pas être limitée aux seuls techniciens en ayant déjà bénéficié auparavant mais devra inclure un nouveau personnel.

La formation sur le tas effectuée lors des travaux du présent projet permettra probablement de résoudre les différents problèmes énoncés ci-dessus.

Chapitre 5 Concept de base

Chapitre 5 Concept de base

5-1 Orientations de base pour la sélection des équipements et matériels

En ce qui concerne la sélection des types et quantités des équipements et matériels à fournir, les orientations suivantes ont été définies afin d'assurer la bonne exécution du projet d'exploitation des eaux souterraines.

- (1) Afin d'obtenir le meilleur rendement possible sur une courte période durant les travaux de forage, ceux-ci seront réalisés en fonction d'un système de deux équipes, l'une placée à Bangui dans la base fixe et l'autre dans un camp mobile.
- (2) Afin de réaliser les nombreux forages prévus sur la vaste superficie de la région du projet, l'équipe d'exploitation des eaux souterraines devra être pourvue de matériels permettant une très grande mobilité.
- (3) Afin de réaliser les forages avec le meilleur rendement possible, une équipe d'exploitation des eaux souterraines sera subdivisée en groupes spécialisés, l'un pour le forage et l'autre pour les essais de captage.
- (4) Les foreuses devront être adaptées aux différentes couches géologiques, terre et sable, roches tendres et roches dures, entre autres, et seront montées sur camion pour une meilleure mobilité.
- (5) En ce qui concerne les équipements et matériels, ils seront sélectionnés en tenant compte de leur convenance, manoeuvrabilité, résistance, disponibilité des pièces de rechange, gestion-entretien, résultats, prix et service après-vente.
- (6) Les appareils de recherche, de mise à l'essai et d'analyse permettant de juger du succès des forages seront fournis.
- (7) Les pièces de rechange seront fournies en quantités nécessaires pour 4 ans (2 ans pour la durée des travaux et deux ans après achèvement des travaux).