

à la température, ses valeurs (à Lomé) se trouvent élevées de mars en mai et peu élevées de juin en août.

### 3.4 Géologie

Le socle de la région faisant l'objet du Projet est de la formation Dahomeyen qui est composée des roches métamorphiques du précambrien et qui est couverte des roches sédimentaires du paléozoïque et du mésozoïque. Ces couches sont en générale penchantes vers le sud en se faisant le pli monoclinale (Voir la figure 3-4-1, carte géologique et la figure 3-4-2, coupe géologique).

Au point de vue plane, la savane de la région nord (au nord de la ligne de Keve-Tsévié-Tabligbo) est couverte des roches métamorphiques et le reste de la région sud est couvert des roches sédimentaires. La répartition de ces roches correspond bien à la carte topographique.

Tableau 3-4-1

#### GEOLOGIE DE LA REGION MARITIME

	Période	Formation	Roches Principales	Topographie
Quarternaire	Holocène à pléistocène	Système quaternaire	Gravier, sable, argile	Plaine alluviale
Céno- zoïque	Miocène à pliocène	Système néogène (Continental terminal)	Grès principalement, roche de boue, sable, conglomérat	Plaine maritime
	Eocène à oligocène	Système paléogène (Série de la Lama)	Roche de boue, calcaire	
Méso- zoïque	Crétacé	Mésozoïque	Roche de boue, grès calcaire	
	Précambrien	Dahomeyen	Migmatite, granito-gneiss acide	Savane

#### (1) Dahomeyen

En générale, les roches de Dahomeyen se classent en deux, migmatite et granito-gneiss acide. Dans cette région on trouve cependant les roches de migmatite. Et on trouve donc les

granitogneiss dans une région plus haute (de 150 à 300m d'altitude). Il en résulte qu'il y a une différence d'érosion entre ces deux roches.

Le migmatite étant en état congloméré solide a été formé des roches métamorphiques soit des gneiss à deux micas, soit des gneiss à biotite ou à biotite et amphibole, soit encore des orthogneiss à biotite et amphibole. Le socle dahomeyen de migmatite se trouvant dans la savane située au nord de Kévé, Tsévié, Tabligbo a été affecté d'une vive tectonisation, et a dû subir d'ailleurs plusieurs mouvements orogéniques. Ayant une série de plis parallèles grossièrement dirigés SSO-NNE, les pendages sont élevés et varient entre 60 et 90° vers l'E-SE.

A l'ouest et au nord de ce socle apparaissent les formations quartizitiques Atacorien des monts Togo qui ont subi elles-aussi les plissements ayant affecté le Dahomeyen.

## (2) Mésozoïque

Cette série mésozoïque qui doit correspondre au Crétacé supérieur n'affleure pas; elle n'a été atteinte que dans quelques sondages. La série mésozoïque recouvre en discordance, dans la plaine cotière de la partie sud de la région, le Socle de migmatite est couvert des séries paléogène et néogène.

Etant épaisse à l'est et peu épaisse à l'ouest, il est possible que la série n'existe pas dans la partie ouest du bassin. Elle se forme des grès principalement et des roches de boue, des roches calcaires. Son épaisseur atteint 25m (de 96m à 120m de la profondeur) à Tabligbo, en voici la coupe de forage à cet endroit;

0- 44m	Continental terminal de la série des plateaux,	Systeme néogène
44- 96	série de la Lama,	Systeme paléogène
96-100	sable argileux gris anguleux surtout très gros,	
100-104	sable bien argileux fin à très gros grains,	Mésozoïque
104-114	sable argileux moyen à très gros, gris; peu argileux et surtout très gros entre 100-111 et 112-114,	

114-117	sable argileux moyen à très gros, blanc,	
117-120	sable argileux surtout très gris jaunâtre,	
120-125	roche cristalline altérée puis granodiorite.	Migmatite

(3) Système Paléogène (Série de la Lama)

On appelle globalement série de la Lama les sédiments d'éocène et d'oligocène du tertiaire. Cette série se composant des grès, roches de boue et des roches calcaires affleure seulement entre Adabio, Dagbat et Animabio, au sud de Tabligbo. D'autre part, les calcaires de phosphate se composant principalement des roches de boue et peu de grès avec des niveaux calcaires et des niveaux phosphatés feuilletés (matière première de l'industrie de phosphate) affleurent aux environs d'Animabio de la vallée de Haho.

Les pendages sont faibles vers S-SE. D'après les sondages, la série de la Lama se trouve presque partout dans la plaine maritime. L'épaisseur maximale est de l'ordre de 200m devient mince vers l'ouest. D'après le sondage de Sagnra, près de Sanguera, la série de la Lama est recouverte par le continental terminal dont l'épaisseur est de 0-26m, en voici la coupe de forage.

0	- 26,00m	Continental terminal de la série des plateaux,
26,00-	29,00	argile bariolée grise et ocre jaune,
29,00-	30,00	argile grise à gros sable anguleux,
30,00-	32,00	argile et marne finement feuilletées gris clair,
32,00-	33,00	sable très argileux moyen à gros, gris,
33,00-	34,00	argile sableuse beige,
34,00-	35,00	marne un peu sableuse beige à ocre jaune,
35,00-	42,00	argile beige,
42,00-	42,50	argile sableuse beige,
42,50-	45,00	argile feuilletée grise et sable argileux,
45,00-	46,00	sable et gravier,
46,00-	47,00	sable argileux très gros avec gravier,
47,00-	56,00	argile noire,
56,00-	61,00	argile grise noire à passées jaunes, quelques niveaux marneux,
61,00-	62,00	argile grise foncée,
62,00-	66,00	argile feuilletée grise claire,
66,00-	69,50	marne feuilletée grise claire,
69,50-	74,00	calcaire détritique fissuré très coquillier à la base,

74,00- 79,35	calcaire pyriteux et glauconieux blanchâtre et gris, marne noire à sable fin,
79,35- 85,50	marne grise limoneuse à taches jaunes,
85,50- 89,05	marne grise et calcaire détritique,
89,05- 91,00	sable moyen argileux gris avec débris charbonneux,
91,00- 97,65	calcaire plus ou moins gréseux avec intercalation de marne grise à sable très fin,
97,65-103,75	marne grise foncée à sable très fin.

(4) Système Néogène (Continental Terminal)

Les formations de la série sédimentaire néogène recouvrent les séries mésozoïque et de la Lama sur toute l'étendue de la plaine maritime et encore sur le territoire du Ghana et celui du Bénin.

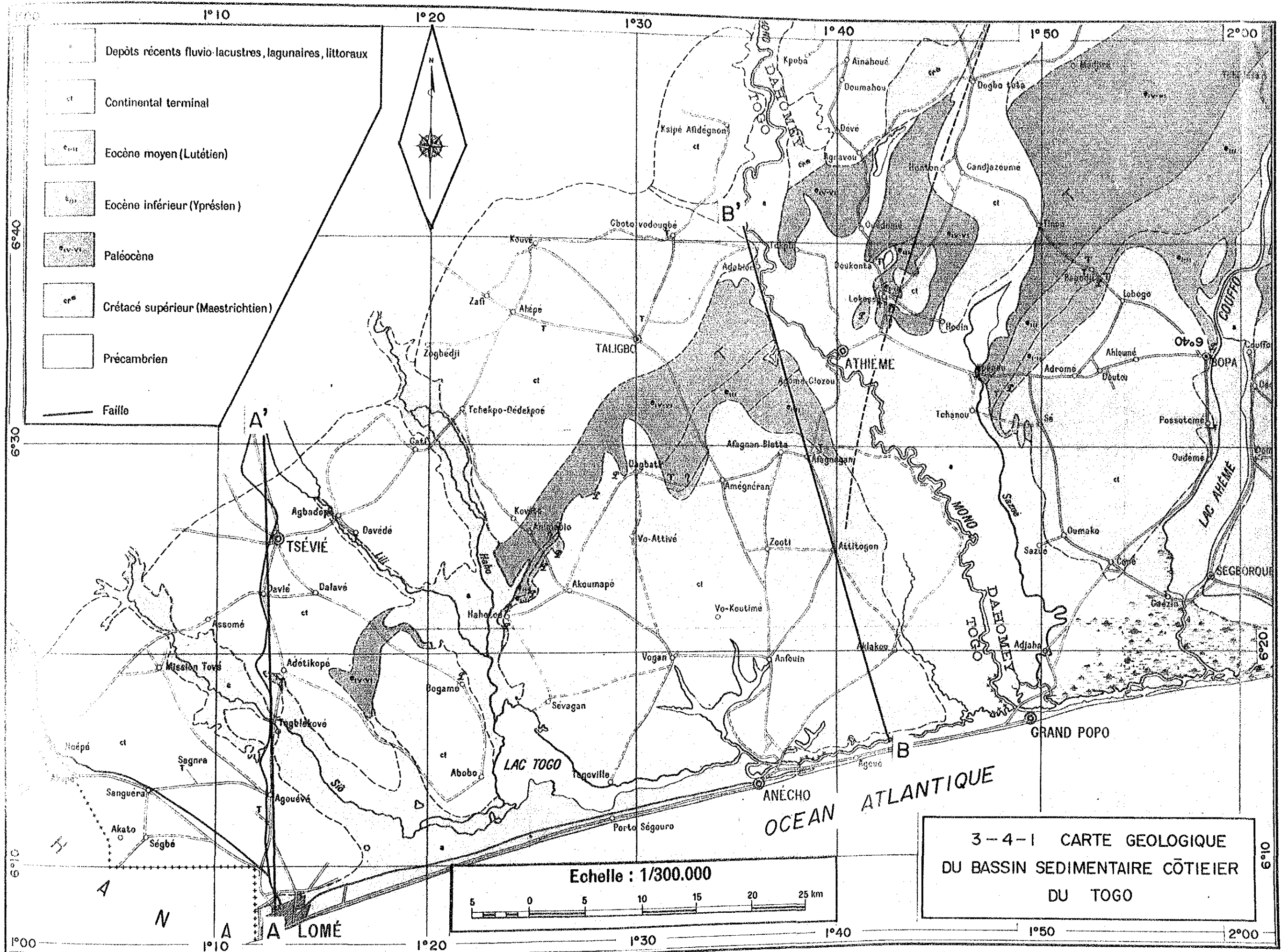
Son épaisseur atteint entre 50 à 150m (au maximum 150m). Cette série se compose principalement des roches sableuses avec des calcaires et grès dont l'agrégation est beaucoup plus légère par rapport à celle des séries mésozoïque et de la Lama.

Les sondages donnent les données concernant l'épaisseur comme suit; 70m à Agavé de Tsévié, 80 à 100m à Lomé, 60m aux environs de Dagkho et 45m aux environs de Tabligbo.

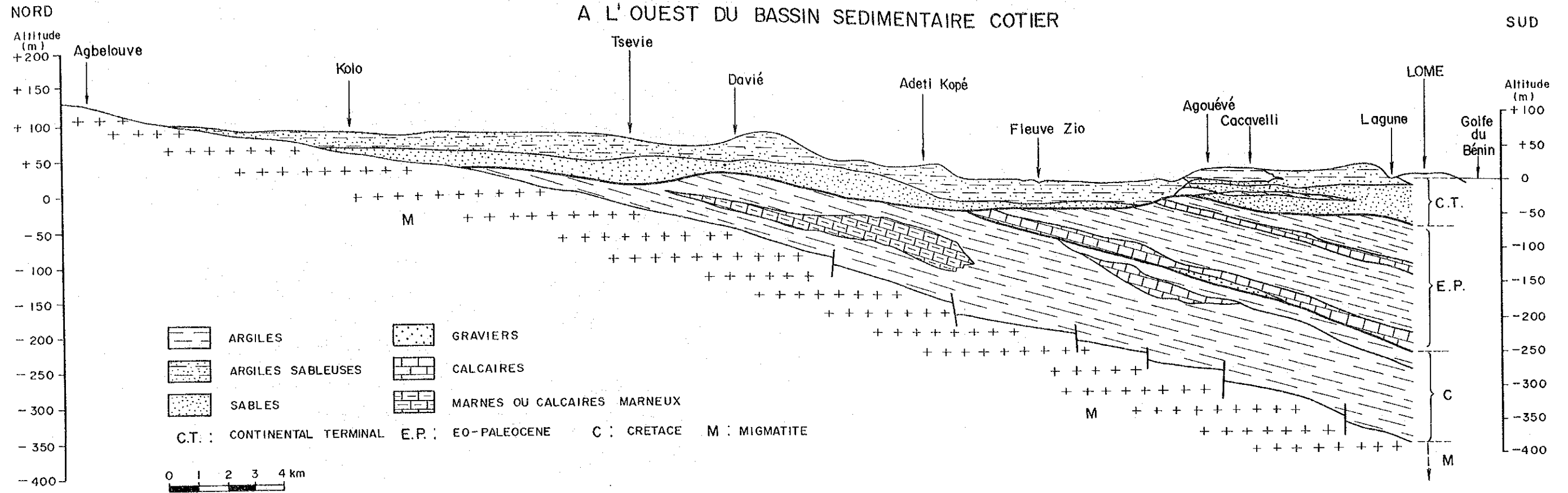
Et un sondage à la station de pompage d'Agouévé donne une coupe de la série;

0-10m	argile sableuse brune-rouge (terre de barre),
10-21	sable argileux à grain varié beige et rosé,
21-24	sable très gros et gravier blanc,
24-25	sable fin argileux blanc,
25-28	sable grossier et gravier,
28-29	sable argileux à grain varié rose,
29-33	sable rosé très gros et gravier arrondi,
33-37	sable argileux très gros rosé,
37-38	argile sableuse rose,
38-39	sable argileux rose,
39-40	sable un peu argileux fin à très gros et gravier,
40-42	sable argileux jaune orangé,
42-52	sable très gros et gravier,
52-60	sable argileux très gros et gravier,
60-68	sable très gros jaunâtre,
68-71	sable très fin à très gros et gravier.

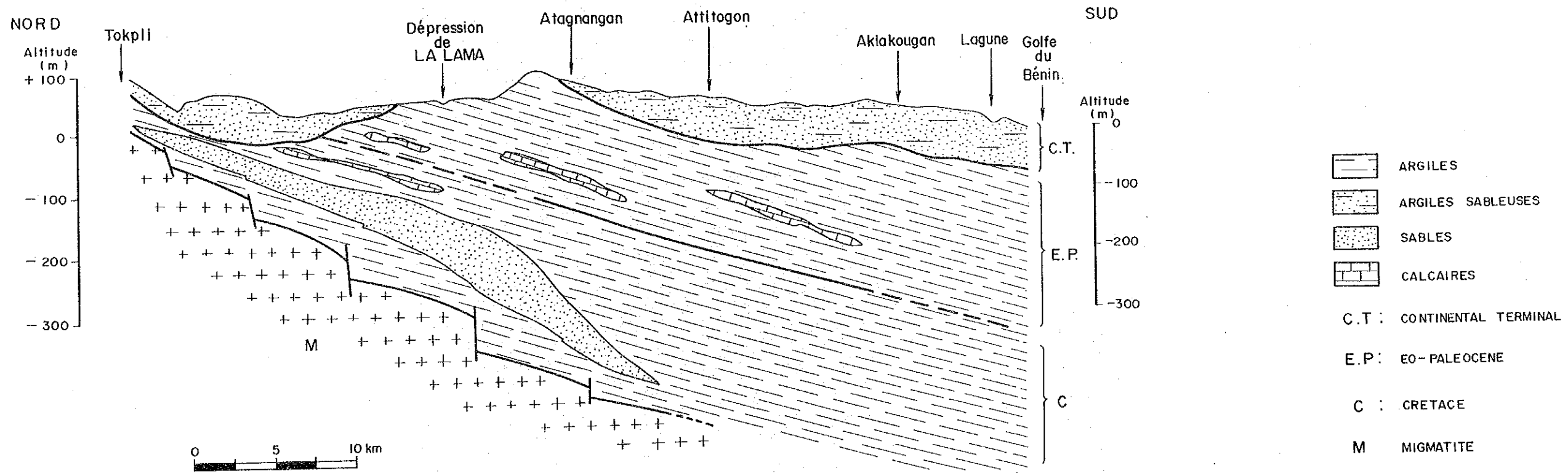
Signalons qu'en tenant compte de l'épaisseur, l'étendue, la nature des roches et l'état solide, le continental terminal se fait une couche aquifère la plus exploitable dans cette région.



3-4-2 COUPE GEOLOGIQUE TRANSVERSALE N.S. (A)  
A L' OUEST DU BASSIN SEDIMENTAIRE COTIER



COUPE GEOLOGIQUE TRANSVERSALE N.S. (B)  
A L' EST DU BASSIN SEDIMENTAIRE COTIER





## (5) Quaternaire

Etant les formations récentes de pléistocène et d'holocène, la série quaternaire est formée des sédiments fluviaux et des dunes littorales. Les sédiments fluviaux sont des sables, argiles et grès sableux non coagulés. Son épaisseur est de l'ordre de 50m.

Ces formations se trouvent largement dans les vallées de Mono, Zio et Haho. Elles ont de 10 à 15m d'épaisseur à Lomé et sont composées de sable marin moyen ou fin, plus ou moins argileux, avec des niveaux à coquillages, à gravier ou à végétaux.

### 3.5 Situation Générale de la Distribution de l'Eau

#### 3.5.1 Etat Actuel de l'Alimentation en Eau de Première Nécessité

Dans la région Maritime, on reconnaît deux systèmes principaux de l'alimentation en eau de première nécessité tels que la distribution de l'eau par robinet administrée par la Régie Nationale des Eaux du Togo (dans les villes) et la distribution de l'eau directement par les puits à eau profonds gérés par la Direction Hydraulique et d'Energies (tels que les puits munis de la pompe manuelle dans les villages et les bonnes fontaines dans les petites villes). En deux cas, les ressources en eau sont des eaux souterraines.

Le taux de la couverture du système de distribution d'eau étant peu élevé, beaucoup de gens se trouvent en face de la difficulté d'assurer de l'eau de première nécessité. Ils doivent utiliser les puits simples manuellement forés, les puits à eaux météoriques ainsi que les eaux des rivières et marais. Ceci pose un grand problème même au point de vue de l'environnement hygiénique.

Les ressources en eau dans la région Maritime sont récapitulées comme ce qui suit;



Tableau 3-5-1

**ETAT ACTUEL DE L'ALIMENTATION  
EN EAU DANS LA REGION MARITIME**

Système	Res- source	Q'té	Pompe	Bénéfici- aires	Population Totale	Taux de Desserte
Branchement parti- culier (Distribution de l'eau de robinet)	Puits	22	Pompe à moteur	209.350	502.110	42%
Bonne fontaine	Pro-	Environ 20	Pompe à moteur	60.000 (estimé)	115.000 (estimé)	52%
Puits profond muni de la pompe manuelle	fond	449	Principalement Pompe à pied	152.100	396.000	38%
Puits moderne		58	Sans pompe			
Res- source	Puits pleureur	Environ	100	Sans pompe	-	-
second- aire	Puits à eaux météoriques	Environ 70 à 100	Sans pompe	-	-	-

(1) Distribution de l'Eau de Robinet

Dans les cinq chefs-lieux, Lomé, Aného, Tsévié, Vogon et Tabligbo, il y a des réseaux de la distribution de l'eau de robinet.

Toutes les ressources en eau sont des puits. Et comme montré le tableau 3-5-1, on compte 22 puits comme ressources en eau (dont 12 à Lomé). Les taux de la desserte actuels sont peu élevés; 44% à Lomé, 34% à Aného, 43% à Tsévié, 27% à Vogon et 17% à Tabligbo.

Leurs consommations par habitant sont sensiblement plus importantes par rapport à celle moyenne du Togo montrée dans l'annexe II-6-4. A savoir, 46ℓ/j à Lomé, 26ℓ/j à Aného, 39ℓ/j à Tsévié, 29ℓ/j à Vogon et 45ℓ/j à Tabligbo.

(2) Distribution de l'Eau par les Puits Profonds

Dans les régions excepté les villes où il y a des réseaux de la distribution de l'eau de robinet, on trouve partout le système de la distribution de l'eau par puits. Et le système de la distribution de l'eau par puits se divise encore en deux systèmes,

à savoir, système de la distribution par la bonne fontaine avec le réservoir à eau et la pompe à moteur dans les petites villes et système de la distribution par la pompe manuelle dans les villages ruraux. Le dernier surpasse en nombre le premier.

On compte 469 puits dans la région Maritime dont les 20 environ sont les ressources en eau des bonnes fontaines et les 449 sont les puits profonds munis de la pompe manuelle.

Le taux de la distribution de l'eau par les puits y compris les puits pleureurs n'atteint que 40% à l'égard du besoin en 1.320 puits en 1985 (visé à la couverture totale de desserte pour la population de 396.000, 1 puits par 3.000 habitants).

Surtout dans la région nord où les villages sont comparativement centralisés, étant la zone rocheuse portant des eaux souterraines difficiles à exploiter, ils se trouvent devant un problème grave sur l'alimentation en eau de première nécessité. Et ils ont souvent une difficulté d'obtenir une quantité minimale nécessaire à la vie (3 à 5 l/j/personne) dans certains endroits. Dans la partie est de la préfecture Zio et toute l'étendue de la préfecture Yoto par exemple, le problème du manque d'eau de première nécessité est le plus grave.

### (3) Autres Ressources de la Distribution de l'Eau

Dans les régions dépourvues du système de la distribution de l'eau par puits, s'il leur manque de l'eau, les habitants utilisent des eaux des rivières, sauvages et météoriques.

Il y a deux sortes des puits pleureurs, soit les puits pleureurs cimentés dits puits moderne, soit les puits simples et privés à quelques mètres de profondeur. La plupart des puits simples et privés sont détériorés et très impropres.

Les puits pleureurs dits puits moderne sont les puits ronds cimentés ayant un diamètre de 1,00 à 1,50m et une profondeur de 10 à 30m. Ils ont été construits par les aides étrangères jusqu'à l'année 1976, ils étaient les installations les plus remarquables à l'époque. On en compte 58 dans les villages de la région Maritime.

Les puits modernes n'étant pas munis de pompe, les villageois y puisent de l'eau au moyen du seau de puits. En cas du niveau d'eau très bas (25 à 30m au plus bas), le temps consacré au puisage et les efforts sont très importants.

D'autre part, ce sont des eaux souterraines des couches peu profondes dont le niveau d'eau se varie selon les saisons. Quelques uns sont complètement taris en saison sèche. Pour cette raison, sa valeur comme installation de la distribution de l'eau est peu élevée et on n'en construit plus depuis l'année 1976.

Dans la plupart des villages de la région Maritime, le manque d'eau de première nécessité les oblige à utiliser les eaux sauvages et météoriques en plus de l'eau des puits profonds.

Et dans les régions dépourvues de l'installation de la distribution d'eau, les habitants utilisent les eaux sauvages et météoriques comme eau potable.

On trouve telles régions dans la partie est de la préfecture Zio et toute l'étendue de la préfecture Yoto, étant rocheuses, ils boivent des eaux sauvages du système du réseau des fleuves Mono, Haho en filtrant d'une manière simple et des eaux météoriques sans traitement.

### **3.5.2 Programme Futur de la Distribution de l'Eau**

Le Gouvernement du Togo a dressé le programme à l'horizon 1990 pour la couverture totale de l'alimentation en eau de première nécessité pour la région Maritime, indiqué au tableau ci-dessous.

Tableau 3-5-2 ETAT ACTUEL ET PROGRAMME D'ALIMENTATION  
EN EAU POUR L'AVENIR DANS LA REGION MARITIME

Item	1982 (Eau de Robinet) 1985 (Puits)	1990
Population	209.350	601.032
Distribution de l'eau de robinet		
Alimentation	17 à 44%, 30% en moyenne	79 à 98%, 91 en moyenne
Taux de desserte	8.132.000m <sup>3</sup> /an	12.740.000m <sup>3</sup> /an
Consommation par personne	26 à 46l/j/p, 37l/j/p en moyenne	32 à 57l/j/p, 40l/j/p en moyenne
Augmentation de l'alimentation	-	4.600.000m <sup>3</sup> /an
Taux d'augmentation	-	-
Nbre de puits	527	1.525
Besoin en puits	1.320	1.525
Manque	793	-
Eau par les puits		
Population	396.000	457.500
Taux de desserte	40%	100%
Nbre de puit nécessaire à construire avant la fin de 1990	-	998
Nbre de puits constructibles avec les fonds acquis	-	365

D'après le programme, il a pour objectif d'augmenter la desserte de l'eau de robinet en 1990 à 79 à 98%. La consommation par personne en 1990 est estimée à 32 à 57l/j et il faut exploiter nouvellement une quantité de 4.600.000m<sup>3</sup> des eaux souterraines chaque année.

Et quant à l'alimentation en eau par les puits, on prévoit 457.500 habitants à l'année 1990 et il faut construire 998 puits pour atteindre l'objectif de la couverture de 100%. Chaque année il faut donc construire 200 puits.

Le Gouvernement du Togo veut avoir recours aux aides étrangères afin de construire les puits. Mais les fonds acquis sont à l'heure actuelle seulement pour 365 puits dont 200 puits par CUSO/ACDI, 145 puits par FAC/CCCE et 20 puits par le JAPON (fournis en 1981).

Il lui reste les fonds à rechercher pour 633 puits et les pronostics d'acquisition ne sont pas favorables.

Il nous semble qu'il est impossible de construire 633 puits par les Togolais seuls en tenant compte de la disponibilité des matériels et du budget pour le forage de puits.

### 3.5.3 Critère du Programme Relatif à l'Alimentation en eau de Première Nécessité

Le programme relatif à l'alimentation en eau de première nécessité fait par le Gouvernement du Togo vise à assurer 25ℓ/jour de l'eau par habitant et à construire un puits pour 300 habitants.

La valeur visée de 25ℓ/j/h est égale à  $7,5\text{m}^3/\text{j}/300$  habitants d'une part. D'autre part une pompe à pied installée au puits existant peut assurer un débit d'environ 18ℓ par minute.

Donc il suffit de faire marcher la pompe 7 heures par jour pour avoir une quantité d'eau presque équivalente à la valeur nécessaire (En cas de la pompe dont  $Q = 15\ell/\text{min}$  à  $H = 40\text{m}$ ).

A ce propos, le besoin minimal en eau potable fixé par l'Organisation Mondiale de la Santé est de 15ℓ/j/h et celui fixé par les Nations-Unis est de 25ℓ/j/h.

La valeur pour les villages visée par le Gouvernement du Togo se fait un objectif considérablement élevé en vue du résultat obtenu.

Les détails de 25ℓ sont suivants; 30% pour la cuisine et l'eau potable, 70% pour l'autre eau ménagère et l'eau minimale nécessaire à la vie (eau potable) est de 3 à 5ℓ/j/h.

Les puits étant peu nombreux dans les villages, il y a beaucoup de personnes qui ont à peine une quantité d'eau minimale nécessaire à la vie et qui doivent consacrer l'importance du temps et les efforts énormes afin d'en assurer.

Concernant le critère de l'alimentation en eau de robinet pour les villes, le Gouvernement du Togo est en train d'étudier les normes nationales et de les déterminer législativement.

D'après le résultat et la statistique de la Régie National des Eaux du Togo, la consommation par jour et par habitant est de 26 à 46ℓ en 1982 et le programme vise à atteindre 32 à 57ℓ en 1990. Ces valeurs obtenues et visées sont beaucoup plus élevées que celles de critère pour les villages.

### 3.5.4 Etat Actuel de l'Exploitation des Eaux Souterraines

On peut considérer que dans la région Maritime les ressources en eau de tous les usages sont des eaux souterraines et elles sont consommées comme eau de première nécessité pour la plupart. La consommation en eau pour l'agriculture, principalement pour la culture des légumes dans les villages ruraux est peu importante par rapport à celle en eau de première nécessité. D'autre part, la consommation en eaux industrielles y compris celle en eaux de divers usages pour les entreprises et buildings est assez importante au regard du total d'utilisation du Togo, surtout à Lomé et à ses banlieues. Bien qu'il n'y ait pas de données exactes concernant la consommation en eaux industrielles et ses ressources, on peut l'estimer à un tiers par rapport à celle en eau de première nécessité.

Ici on estime le volume de puisage des eaux souterraines actuel dans la région Maritime. La consommation en eau de robinet actuelle (en 1982) est estimée à environ  $8.100.000\text{m}^3$  par an (Voir le tableau 3-5-2). Si une bonne fontaine alimente 2.000 habitants en moyenne à raison de 25ℓ par habitant par jour, le volume de puisage est estimé à environ  $365.000\text{m}^3$  par an. Et le volume de puisage par la pompe manuelle et le puits pleureur est estimé à  $1.064.340\text{m}^3$  par an en mettant qu'un puits alimente 300 habitants à raison de 20ℓ par habitant par jour ( $6\text{m}^3$  par jour par puits).

C'est-à-dire, le volume de puisage de l'eau souterraine se fait environ  $10.000.000\text{m}^3$  par an pour la consommation en eau potable et ménagère et on estime à environ  $13.000.000\text{m}^3/\text{an}$  ( $41.000\text{m}^3/\text{j}$ ) le volume de puisage total pour toutes les usages y compris les eaux industrielles et agricoles à la région Maritime. Dans cette région, il y a deux types des eaux souterraines tels que des eaux souterraines dans les roches sédimentaires (eaux en forme de couche) et des eaux souterraines dans les roches métamorphiques (eaux de fracture). Le premier type surpasse le dernier en volume et en qualité. D'après le résultat de forage des puits existants, on peut compter sur un débit de 200 à 400ℓ/min. en moyenne par un puits foré dans les roches sédimentaires. Le taux de la réussite de forage dans les roches sédimentaires est presque 100%. Par contre dans les roches métamorphiques, les puits forés sont parfois stérils et ses débits souvent très petits à cause des conditions hydrogéologiques défavorables.

Le tableau 3-5-3 ci-dessous montre un résultat des forages de puits exécutés par les aides étrangères.

Tableau 3-5-3                      **RESULTAT DES FORAGES DE PUIITS**  
**DANS LA ZONE DES ROCHES METAMORPHIQUES**

Puits Réussis	Puits Réussis Après Quelques Forages	Puits Non Reussis Même Après Quelques Forages	Taux de la Réussite (%)
37	26	9	51

Quant au résultat de forage de puits par les matériels et matériaux fournis par le JAPON, on compte 19 puits réussis sur 31 forages, soit 61% du taux de réussite. En conséquence, le taux de réussite du forage de puits dans la zone des roches métamorphique est entre 50 et 60%.

En ce qui concerne le critère du débit minimal pour le puits réussi, le débit approximatif comme repère de critère est 10l/minute.

### 3.6 Etat Actuel des Puits Existants

On peut classer les types des puits en examinant les caractéristiques des puits existants dans la région Maritime comme montrés dans les plans 3-6-1 à 4.

#### 3.6.1 Types des Puits et leur Répartition

Il y a plusieurs types des puits tels que puits pleureur, puits profond, puits à eaux météoriques dont les types représentatifs sont montrés dans les plans 3-6-1 à 4. Le puits pleureur appelé puits moderne, ayant une profondeur de 10 à 30m et un diamètre de 1 à 1,5m, est un puits manuellement foré et cimenté. Les puits construits avant l'année 1976 sont tous de ce type et il y en a environ 60 dans la région Maritime. Il y a encore comme puits pleureur les puits particuliers manuellement forés ayant une profondeur de quelques mètres dont la plupart sont détériorés et impropres.

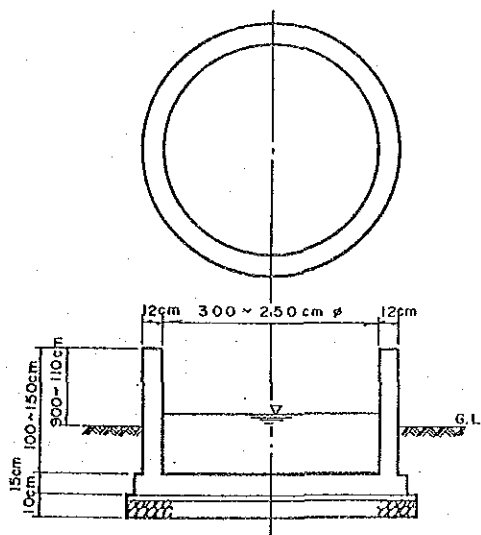
Le puits profond, ayant une profondeur de plus de 30m et un diamètre de 100 à 250mm et étant équipé du tubage en fer ou en P.V.C, est

un puits authentique foré au moyen de l'appareil de forage. On a commencé à forer les puits profonds depuis l'année 1976 et il y en a déjà environ 465 dans la région Maritime.

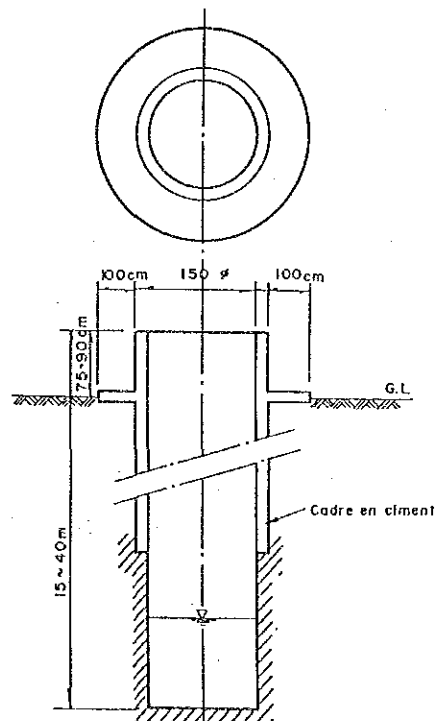
Le puits à eaux météoriques, ayant une profondeur de 3 à 4m et un diamètre de l'ordre de 3m, est un réservoir à eaux météoriques ramassées principalement par la gouttière. Les villageois utilisent souvent ce type de puits comme ressources en eau complémentaire. Il semble qu'il y en a environ 70 à 100 dans la région Maritime.

Les puits pleureurs et profonds existent beaucoup dans les préfectures Golfe, Vo et Lacs et dans la partie ouest de la préfecture Zio. Ils existent très peu dans la partie est de la préfecture Zio et dans la préfecture Yoto. Autrement dit, les puits sont répartis d'une manière étendue dans la région sud des roches sédimentaires. Les eaux souterraines y sont largement exploitées. Par contre, les puits sont peu nombreux dans la région des roches métamorphiques excepté la partie ouest de la préfecture Zio et les habitants pour la plupart utilisent les eaux sauvages, les puits pleureurs etc. Il serait souhaitable qu'on exploite activement les eaux souterraines dans cette région.

3-6-1 Plan standard du puits à eaux météoriques

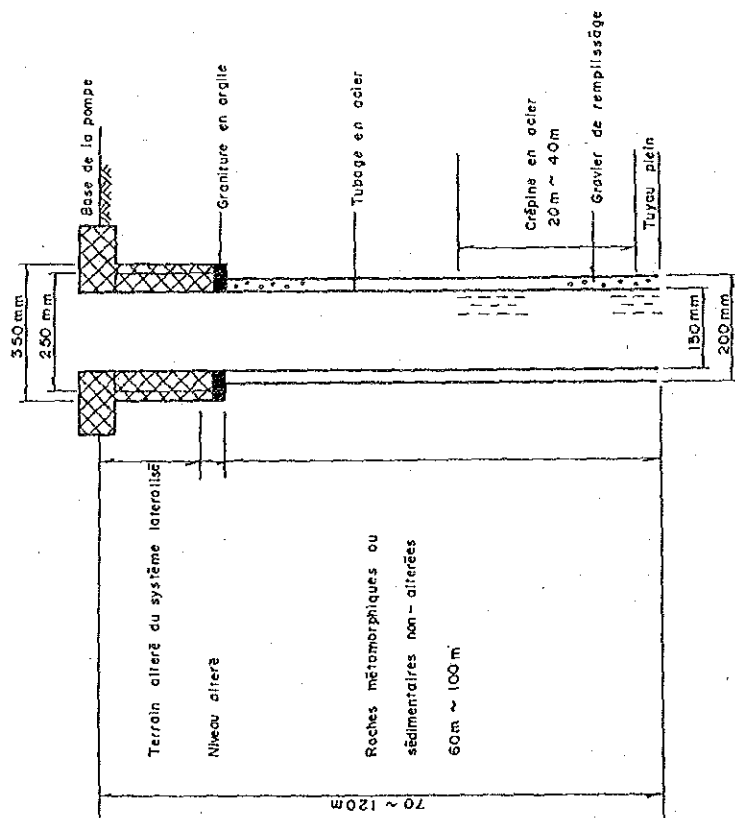


3-6-2 Plan standard du puits pleureur



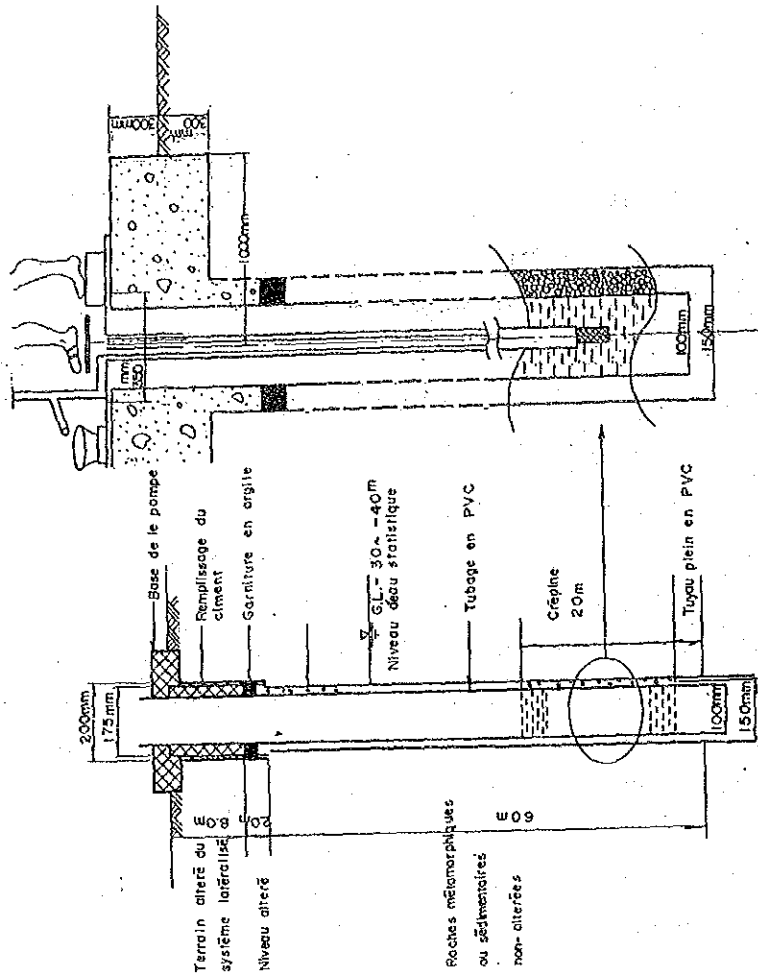


3-6-3 Plan standard du puits munis de la pompe à moteur



- Diamètre initial : 350mm
- Diamètre du tuyau de guidage : 175mm
- Diamètre final : 200mm
- Diamètre du tuyau de finition (tubage en acier) : 150mm
- Gravier de remplissage : 50m~100m
- Longueur de la crépine : 20m
- Ouverture de la crépine : 10-15%

3-6-4 Plan standard du puits munis de la pompe manuelle



- Diamètre initial : 200mm
- Diamètre du tuyau de guidage : 175mm
- Diamètre final : 150mm
- Diamètre du tuyau de finition : 100mm
- Gravier de remplissage : 50m~100m
- Longueur de la crépine : 20m
- Ouverture de la crépine : 5-5%

### 3.6.2 Types des Pompes

C'est uniquement le puits profond qui est muni de la pompe. On puise donc de l'eau aux puits pleureurs au moyen du seau de puisage. Les types des pompes utilisés pour le puits profond dans la région Maritime sont suivants.

- |                    |                      |
|--------------------|----------------------|
| (1) Type manuel    | - Pompe à pied       |
|                    | - Pompe à main       |
| (2) Pompe à moteur | - Pompe d'avaleresse |
|                    | - Pompe immergée     |

Les pompes à moteur sont installées sur les puits à eau qui sont des ressources en eau de robinet par raccordement et des ressources en eau pour les bonnes fontaines munis du réservoir à eau. On estime qu'il y en a à peu près 40 dans la région Maritime (dont 22 sont pour les ressources en eau de robinet). Parmi ces pompes, quelques unes sont les pompes immergées. Les autres puits profonds (d'environ 400) sont équipés de la pompe manuelle, soit pompe à pied, soit pompe à main ou à plongeur dont 90% sont du type à pied.

### 3.6.3 Structure du Puits Profond

La structure (profondeur, diamètre etc.) du puits profond qui est le puits dominant au Togo est variable selon le type de la couche aquifère et selon la région. Les puits forés dans la zone des roches métamorphiques (migmatite) ont une profondeur de 30 à 110m. 90% ont une profondeur de 40 à 80m. Ils ont un diamètre de l'ordre de 100mm et sont équipés du tubage en P.V.C. La plupart des puits dans la zone des roches métamorphiques, ayant un petit diamètre, sont équipés de la pompe manuelle.

La structure des puits forés dans la région côtière des roches sédimentaires est diversifiée suivant son but d'utilisation. La profondeur se variant de 30 à 200m selon la région, il y a deux groupes principaux, l'un de 40 à 80m et l'autre de 100 à 150m. Et la profondeur a une tendance à s'approfondir en s'approchant de la côte. Ils ont un diamètre de 100 à 200mm. Parmi ces puits, les gros puits ayant 200mm de diamètre sont équipés du tubage en fer.

### 3.6.4 Volume de Puisage

La capacité de puisage par un puits est largement variable selon la nature de la couche aquiphère. D'après le résultat des essais de pompage effectués au temps d'accomplissement du forage de puits, le volume de puisage des puits forés dans la zone des roches métamorphiques est de 7 à 150ℓ/minute et les puits ayant de 10 à 50ℓ/min. occupent 60%. Leur valeur en moyenne est environ 30ℓ/min. Dans la zone des roches sédimentaires le volume de puisage est largement variable de 10 à 500ℓ/min. selon la grandeur du puits. Les puits ayant de 100 à 500ℓ/min. de volume de puisage occupent la plupart et leur valeur en moyenne est de 200 à 400ℓ/min.

Par conséquent, les puits des roches sédimentaires ont une capacité de jaillissement dix fois plus grande que celle des puits des roches métamorphiques.

## 3.7 Caractéristiques des Eaux Souterraines

### 3.7.1 Constitution de la Couche Aquifère et Caractéristiques des Eaux Souterraines

D'après la constitution géologique et les données des puits profonds existants, la couche aquifère de la région faisant l'objet du projet se divise comme suit;

- 1) Sable et graviers du système quaternaire.
- 2) Sable et graviers du système néogène (Continental terminal).
- 3) Grès et roche calcaire du système paléogène au système mésozoïque.
- 4) Couche altérée et couche fissurée des roches métamorphiques (Migmatite).

La capacité de la couche aquifère est définie en fonction du captage d'eau souterraine (grandeur de la couche aquifère), de la perméabilité, de l'étendue des ressources en eau souterraine etc. La plus importante des couches aquifères de la région est celle de 2) en suite 1), 3) et dernièrement 4) en vue de la constitution géologique de la région. D'autre part les couches aquifères se divisent en deux groupes, l'un des roches métamorphiques 1) dans la région nord et l'autre des roches sédimentaires ( 2), 3), et 4) )par la ligne de Noépe-Tsévié-Gati-Tabligbo.

(1) Eau Souterraine du Système Quarternaire

Dans les vallées de Mono, Haho et Zio se développent les couches sédimentaires fluviales, argireuse et comprenant les couches des sables et graviers. Il y existe des eaux souterraines importantes. Le niveau de l'eau souterraine de cette région excepté la partie côtière est peu profond. Cette eau ayant la salinité peu importante et la dureté peu élevée est douce et donc très potable. Signalons que la région où il existe cette eau souterraine se forme une plaine de basses terres parfois marécageux et les installations seraient inondées par endroits en saison de pluie. Il faut déterminer les endroits de forage en faisant beaucoup d'attention.

(2) Eau Souterraine du Continental Terminal.

Dans la plaine de la partie sud de la région sont réparties d'une manière étendue les couches du continental terminal, couche aquifère la plus importante, dont l'épaisseur est de 50 à 100m. Cette eau souterraine ayant une nappe phréatique continue en forme de couche est prééminente en volume et en qualité. Il est à rappeler que cette couche faisant l'objet de l'exploitation de l'eau souterraine est exploitée activement et il s'est provoqué dans une partie de la zone côtière la pénétration de l'eau de mer due au puisage excessif. Il faut donc déterminer les endroits de forage en faisant attention. Le niveau phréatique est largement variable entre 5 et 50m selon la région. Le niveau en moyenne est d'environ 20 à 40m. La capacité (de volume) de puisage est aussi largement variable entre 10 et 500ℓ/min selon l'état de répartition de la couche aquifère. La capacité en moyenne est de 200 à 400ℓ/min/puits.

(3) Eau Souterraine du Système  
Paléogène au Système Mésozoïque

Dans la zone des grès ou des roches calcaires formant les couches aquifères, il existe de l'eau souterraine de couche profonde. Cette eau souterraine est inférieure en volume et en qualité à celle du Continental terminal. Dans la zone des roches

calcaires, il existe de l'eau souterraine à haute dureté. Mais il n'y a pas de problème particulier dans la région. La présente couche aquifère est répartie au niveau peu profond dans la région près de la savane où le migmatite est réparti et elle s'enfonce plus en plus vers la côte. Il en résulte qu'on doit forer plus de 100m et les frais de forage sont coûteux dans la zone côtière.

#### (4) Eau Souterraine du Migmatite (Des Roches Métamorphiques)

Comme le migmatite est en général le socle des roches solides imperméables, l'eau souterraine existe en forme de l'eau de fracture dans la zone altérée et dans la fissure. Par conséquent les conditions de puisage dépendent beaucoup des circonstances géologiques et l'exploitation en eau souterraine agit selon les éléments peu sûrs. Le niveau phréatique est moins profond que celui des roches sédimentaires et est en moyenne de 10 à 20m. L'eau souterraine ayant une profondeur de plus de 30m existe très rarement. Le volume de puisage par puits est de 6 à 150l/min. Les puits ayant le volume de puisage de 10 à 50l/min. occupent 60%. Et leur valeur en moyenne est 30l/min. Sa capacité est un dixième de celle des roches sédimentaires.

En général, la teneur en sel est haute et la conductibilité électrique est très importante, plus de 500  $\mu\text{v}/\text{cm}$  par exemple. Les puits ayant la conductibilité électrique de plus de 2.000  $\mu\text{v}/\text{cm}$  occupent 15% de l'ensemble des puits. C'est-à-dire, cette eau souterraine est celle du type "minéralisé" à basse vitesse de circulation. Elle est impotable dans certains endroits.

#### 3.7.2 Niveau Phréatique

Le Niveau phréatique est peu profond dans la zone des roches métamorphique et profond dans la zone des roches sédimentaires. Celui dans la zone des roches métamorphiques est de 5 à 40m. 80% ont un niveau de moins de 20m et son niveau est en moyenne de 10 à 20m. Et celui dans la zone des roches sédimentaires se varie largement de 5 à 50m selon la profondeur variée des couches aquifères. 80% des couches aquifères ont un niveau de 20 à 40m. Comme montrent les données en annexe, le changement saisonnier de l'eau souterraine (déplacement saisonnier) est très petit en

raison de l'eau souterraine à haute profondeur. La différence du niveau saisonnière (par le changement de la saison de pluie en celle sèche) est à peine 2 à 4m et très rarement plus de 5m.

### 3.7.3 Qualité de l'Eau

Contrairement au système de l'analyse des eaux basé sur la loi des eaux japonaise (Voir l'annexe II-10-1), on ne fait que les analyses des eaux souterraines de migmatite en conductibilité électrique, en pH, en température de l'eau etc. au Togo. Durant le séjour des études sur place, nous avons effectué les analyses des eaux en 13 items dont le résultat est présenté dans l'annexe II-10-2. En voici le résumé du résultat de l'analyse et des données existantes des eaux souterraines de la région faisant l'objet du Projet.

#### (1) Température de l'eau

La température de l'eau est en général de 26 à 29°C et elle est presque égale à la température atmosphérique moyenne. Elle ne subit pas d'influence caractéristique de la nature de la couche aquifère.

#### (2) pH

pH se trouve presque neutre entre 6,5 et 8,0. Il n'y a pas de problème sur pH.

#### (3) Conductibilité Electrique

Pour la plupart des cas, la conductibilité électrique des eaux dans les roches sédimentaires est normale avec une valeur de moins de 500  $\mu\text{V}/\text{cm}$ . Celle dans les roches métamorphiques est de 200 à 15.000  $\mu\text{V}/\text{cm}$ . La plupart ayant une valeur moyenne de 1.000 à 2.000  $\mu\text{V}/\text{cm}$  sont très élevées. Les eaux ayant la conductibilité de plus de 2.000  $\mu\text{V}/\text{cm}$  occupent environ 15%. Le résultat dit que les eaux souterraines dans les roches métamorphiques comprennent l'importance d'ion électrolytique, surtout ion de chlore et que sa conductibilité électrique est plus élevée que celle des autres eaux souterraines.

(4) Métal Lourd

La valeur obtenue concernant le métal lourd ne pose pas de problème pour la potabilité.

(5) Bactéries Générales et Colibacille

Notons que les bactéries et colibacilles ont été détectées dans les eaux souterraines de plus de moitié des puits analysés.

(6) Divers

Quoique la valeur en ion de chlore dépasse le critère (de la loi sur les eaux japonaise) dans certaines puits, il est jugé qu'il n'y a pas de problème particulier sur la qualité. Vu que la valeur obtenue en ion de chlore est de 350 à 410p.p.m, les eaux sont potables sans problème.

Le résultat de l'analyse des eaux dit qu'il n'y a pas de problème grave sur la potabilité des eaux souterraines.

Vu qu'il y a certainement des eaux souterraines ayant une haute conductibilité électrique on une haute teneur en ion de chlore et malgré qu'il soit difficile de juger ses caractéristiques régionales d'après le résultat de l'analyse, on pense qu'il est nécessaire à faire au moins les analyses en ion de chlore et de la dureté totale lorsqu'on exploite les eaux souterraines dans la zone des roches de migmatite.

#### 3.7.4 Obstacle des Eaux Souterraines

Il se provoque un obstacle des eaux souterraines dû à la pénétration de l'eau de mer dans la partie côtière de Lomé à Aného. C'est à cause du puisage excessif par l'exploitation importante des eaux souterraines pour les ressources en eau potable et en eaux industrielles. Les couches aquifères qui subissent la pénétration de l'eau de mer sont les couches alluviale et de Continental terminal. En conséquence, il est nécessaire d'éviter dans cette région le puisage plus beaucoup que celui actuel et d'établir le système adéquat du contrôle des eaux. Il est à noter qu'il n'y a pas d'obstacle des eaux souterraines dû au puisage excessif dans les autres régions.

### 3.7.5 Etude sur l'Exploitation des Eaux Souterraines

Les remarques sur l'exploitation des eaux souterraines dans la région Maritime sont suivantes.

- a) Remarque sur l'exécution de forage de puits.
- b) Remarque du taux de réussite de forage de puits.
- c) Remarque d'obstacle des eaux souterraines.
- d) Examen sur la qualité de l'eau et du niveau d'eau.

Concernant la rubrique a), les roches métamorphiques sont hautement solidifiées et les roches sédimentaires ont une tendance de s'effondrer. Il faut requérir une technique d'ordre supérieur du forage. Il est également nécessaire d'exécuter les travaux en considération des natures des roches, surtout en choisissant les trépan appropriés. Et il faut avoir un jugement hautement élevé afin de prendre les mesures contre les problèmes de forage.

Concernant la rubrique b), il n'y a pas de problème pour le forage de puits effectué dans la zone des roches sédimentaire. Par contre, dans la zone des roches métamorphique le taux de réussite est peu élevé, de 50 à 60%, en raison de la difficulté de sondage des eaux souterraines qui sont celles de fracture en forme de veine. En tout cas, il faut faire une investigation suffisante telle que le sondage électrique, l'analyse des photos aériennes etc.

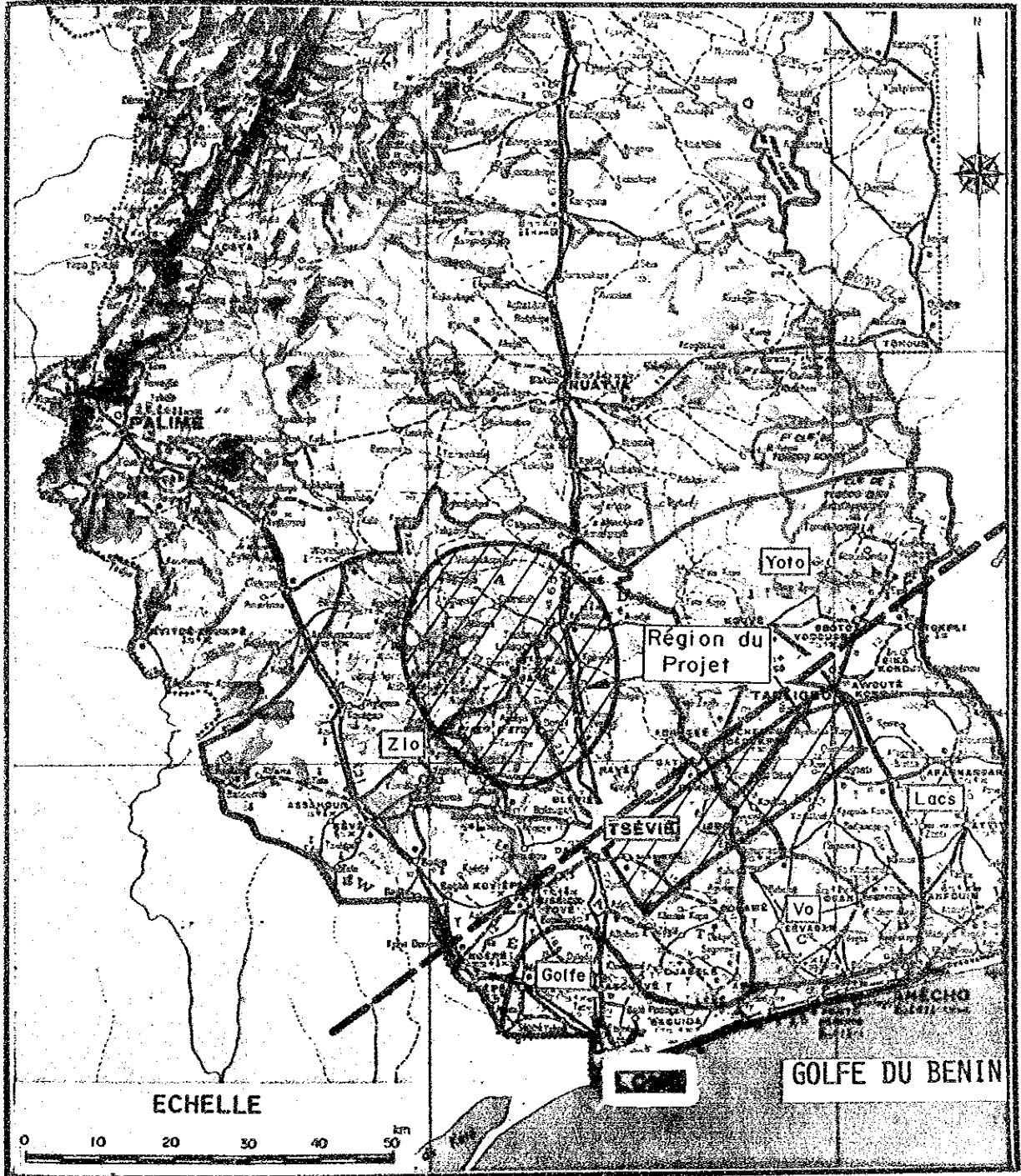
En suite, concernant la rubrique c), obstacle des eaux souterraines, on reconnaît la pénétration de l'eau de mer seulement dans la partie cotière qui ne fait pas l'objet direct du Projet. Il faut cependant prêter attention à la pénétration de l'eau de mer qui ne cesse à se développer. L'important, c'est d'établir le système d'investigation des eaux souterraines pour étudier le bilan des eaux et le système de contrôle des eaux dans cette région.

Finalement, concernant la rubrique d), il n'y a rien de problème sur le niveau à moins de 20m dans la zone des roches métamorphiques pour installer les pompes manuelles. Et dans la zone des roches sédimentaires, 80% des puits ayant un niveau de moins de 40m, il n'y pas de problème particulier. En ce qui concerne la qualité de l'eau, la salinité est élevée dans une partie limitée des roches métamorphiques. A part cela, il n'y a pas de problème particulier.





4-1-1 Plan de la Région Faisant l'objet du Projet





## CHAPITRE IV



## CHAPITRE IV

### CONTENU DU PLAN

#### 4.1 Directives

##### 4.1.1 Essentiel du Plan

Le Gouvernement du Togo a établi les plans d'exploitation des eaux souterraines ayant pour but d'élever le taux de desserte à 100% à l'horizon 1990 et les a effectués jusqu'ici.

Malgré cela, comme on a mentionné dans le premier chapitre "Introduction" et dans le Chapitre II "Aperçu historique du projet", l'exploitation des eaux souterraines ne s'est pas avancée contrairement à ce qu'on attendait à cause de l'insuffisance financière national et étranger et de la difficulté de l'exploitation des eaux souterraines dans la zone des roches métamorphiques très étendue et on se trouve dans les circonstances où il est difficile à atteindre le but.

Dans de telles circonstances, le Gouvernement du Togo a demandé au Gouvernement Japonais une coopération financière non-remboursable pour fournir un appareil de forage de puits et des matériels et matériaux nécessaires à construire 60 puits. Au cours de l'étude sur place par la Mission Japonaise, le Gouvernement du Togo a demandé, en plus de la fourniture des matériels et matériaux, d'exécuter les travaux de construction des puits dans le cadre de la coopération financière non-remboursable du Gouvernement Japonais et de fournir les pièces de rechange pour les matériels et matériaux dernièrement fournis afin de les faire valoir ainsi que de construire les installations de distribution de l'eau en utilisant les pompes à moteur dernièrement fournis dans les petites villes régionales et ceci en considération du niveau de la technique de forage du Togo et de l'état de ses finances.

En considération de la Demande, on juge optimal le présent projet qui consiste en exécution des rubriques écrites ci-dessous.

- a) Fourniture d'une unité de l'appareil de forage de puits.
- b) Fourniture des matériels et matériaux nécessaires à construire 60 puits.

- c) Suppléance des pièces de rechange pour les matériels et matériaux dernièrement fournis.
- d) Construction des réservoirs à eau et salles de pompe dans cinq petites villes en utilisant les pompes à moteur dernièrement fournis.
- e) Construction de 60 puits à munir de la pompe manuelle fournie par le présent projet dans les villages régionales.

La construction des puits sera effectuée en participation des ingénieurs togolais en vue du transfert de la technologie dans le cadre de la coopération financière non-remboursable.

#### 4.1.2 Région du Projet

La région faisant l'objet de l'aménagement des installations de la distribution de l'eau demandée par le Gouvernement du Togo comprend les villages et petites villes de la région Maritime.

La région Maritime où se trouve Lomé, capital du Togo, est un centre socioéconomique. Malgré son importance, la situation d'alimentation en eau n'est pas satisfaisante dans toute la région Maritime. C'est pareil à Lomé et aux autres chefs-lieux de préfecture. Et la situation d'alimentation en eau étant imminente en saison sèche surtout dans les villages ruraux, l'amélioration de la situation d'alimentation en eau est désignée comme un des projets les plus prioritaires parmi les plans de développement nationaux.

Après avoir discuté avec les responsables du Gouvernement du Togo et examiné la situation de la distribution de l'eau, les circonstances des eaux souterraines et le résultat des études faites sur place, on a choisi comme région faisant l'objet du projet les régions écrites ci-dessous et ceci en tenant compte de leur importance et leur urgence.

- a) Zone des roches métamorphiques de la partie nord de la préfecture de Zio de la région Maritime (où l'on construit 40 puits munis de la pompes à moteur).
- b) Zone des roches sédimentaires entre Tsevié et Tabligbo se trouvant presque au centre de la région Maritime et étant à cheval sur trois préfectures Yoto, Vo et Zio (où l'on construit 20 puits munis de la pompe à main).

Comme les Tableaux 4-1-1, 4-1-2 indiquent les noms des villages et ses populations, 55 endroits sont choisis par la D.H.E comme site possible

pour 40 puits munis de la pompe manuelle dans la zone des roches métamorphiques et également 4 endroits pour la construction des installations de la distribution de l'eau équipées de la pompe à moteur. Mais dans la zone des roches sédimentaires les sites ne sont pas prévus.



Tableau 4-1-1 LISTE DES VILLAGES CHOISIS PAR LA D.H.E  
 COMME SITE DE FORAGE DE PUIITS MUNI DE LA POMPE  
 A MAIN DANS LA REGION DES ROCHES METAMORPHIQUES

No. de Puits	Village	Population	Canton	Observation	No. de Puits	Village	Population	Canton	Observation
1.	Adjoni-Kope	59	Agbelouvé		27.	Toumonou	-	Assahoun	
2.	Agbodjekpone	433	- dito -		28.	Tomegbe	-	Agbelouvé	
3.	Ago-Kope	652	Gapé		29.	Tudome	692	- dito -	
4.	Adangbe	2.825	Village		30.	Tokpevie	175	- dito -	
			idépédant		31.	Gapé-Centre Ceg	-	Gapé	
5.	Aholou-Kopé	430	Gapé		32.	Etoe	261	- dito -	
6.	Bogan	-	Agbelouvé		33.	Gapé-Deve	210	- dito -	
7.	Bogan-Afoundé	-	- dito -		34.	Dekema	124	- dito -	
8.	Dona	-	- dito -		35.	Dzaticpo	179	- dito -	
9.	Ekpo-Kope	-			36.	Avelebe	954	- dito -	
10.	Vly	2.740	Village		37.	Egbe	286	- dito -	
			independant		38.	Hové	-	- dito -	
11.	Gamegbale	1.875			39.	Kouavé	-	Bouloukpeta	
12.	Hedj	835	Zolo		40.	Begme	243	Agbelouvé	
13.	Gapé-Aloyi	-			41.	Kporavé	128	Boloukpeta	
14.	Kpenwi	-	Agbelouvé		42.	Hedoume	-	- dito -	
15.	Kouni	-	- dito -		43.	Gatibble	658	- dito -	
16.	Kolo-Kope	-	Gapé		44.	Akolikope	166	Gapé	
17.	Kpodji	849	Gapé		45.	Tchuita	-	- dito -	
18.	Kpabla	654	Agbelouvé		46.	Bolou-Kpese	-	Bolou-Kpeta	
19.	Kodje	557	- dito -		47.	Bodjé	-	Agbelouvé	
20.	Kanyikpedje	518	- dito -		48.	Ban-Kope	-		
21.	Kove	616	- dito -		49.	Kpedomé	-		
22.	Lonvo	357	- dito -		50.	Nyativé	196		
23.	Lili-Kope	569	- dito -		51.	Kouniko	-		
24.	Nyigbe	488	- dito -		52.	Agbenou	-		
25.	Taklave	-	Assahoun		53.	Ati	187		
26.	Eklo-Kope	-							

Tableau 4-1-2 LISTE DE PETITES VILLES CHOISIES PAR LA D.H.E  
 COMME SITE DU FORAGE DE PUIITS MUNI DE LA POMPE A MOTEUR

No.	Petites Villes Régionales	Population	Canton et Préfecture
1.	Ago-Kope et villages périphériques	2.712	Gapé de Zio
2.	Adokpoé et villages périphériques	1.943	Agbelouve de Zio
3.	Kpevego et villages périphériques	1.154	Agbelouve de Zio
4.	Agadja et villages périphériques	1.014	Gapé de Zio

## 4.2 Conception de Base

### 4.2.1 Planning des Installations

Le présent plan consiste à construire les installations de la distribution de l'eau qui se divisent en deux systèmes, tels que le système muni de la pompe à main pour les villages ruraux et le système muni de la pompe à moteur pour les petites villes régionales.

#### (1) Plan des Installations de la Distribution de l'Eau pour les Villages Ruraux

##### a) Système et Plan de la Distribution de l'Eau

D'après l'investigation de la D.H.E, la plupart des villages ruraux comptent 300 à 500 habitants. Le taux d'accroissement démographique du Togo est de 2,8% en moyenne. Celui de Lomé, capital du Togo, est de 6,0% par suite de la concentration sensible de la population. Bien qu'il n'y ait pas de données en détail, on peut estimer que le taux d'accroissement démographique des villages de la région Maritime est moins élevé que celui national en moyenne, à cause du dépeuplement de jeunes gens.

Loin de viser à assurer suffisamment l'alimentation en eau par rapport à la population, la situation actuelle de l'aménagement des installations de la distribution de l'eau pour les villages ruraux du Togo nécessite de construire au moins un puits à eau dans chaque village. Malgré qu'il soit important de viser à assurer suffisamment l'alimentation en eau par rapport à la population, le présent plan a aussi pour but de construire un puits dans chaque village.

Le plan du Gouvernement du Togo concernant la distribution de l'eau pour les villages ruraux a pour objectif de construire un puits profond par 300 habitants. Supposant que le critère de la distribution de l'eau pour les villages ruraux du Togo est 25ℓ par jour par habitant, l'alimentation en eau d'un village à 300 habitants se calcule à 7,5m<sup>3</sup> par jour. Afin d'avoir cette quantité en marchant la pompe pendant 7 heures chaque jour, il faut environ 18ℓ/min. du débit. S'il ne s'agit qu'une valeur de cet ordre, il est

possible de puiser de l'eau au moyen de la pompe manuelle. C'est ainsi qu'on adopte l'utilisation de la pompe manuelle comme système de la distribution de l'eau dans les villages ruraux, dont la ressource en eau est du puits profond.

b) Sélection des Villages

On construit 60 puits dans les villages ruraux dont 40 dans la zone des roches métamorphiques et 20 dans la zone des roches sédimentaires. D'après le résultat du forage, le taux de réussite de forage de puits (avec le débit minimal) est de 50 à 60% dans la zone des roches métamorphiques. Il faut donc 67 forages pour avoir 40 puits réussis (40 divisé par 60%) en mettant que le taux de réussite de présent projet est de 60%.

Dans la zone des roches métamorphiques, 55 parmi 67 forages prévus ont été choisis comme site possible par la D.H.E. (Le tableau 4-1-1 représente la liste des sites de forage de puits muni de la pompe manuelle dans la zone des roches métamorphiques). Il importe cependant de choisir les villages ayant une haute possibilité de réussite autant que possible en effectuant le sondage électrique, l'analyse des photos aériennes et les études sur place, car il est difficile de vérifier l'existence des eaux souterraines dans la zone des roches métamorphiques. Dans la zone des roches sédimentaires il est comparativement plus facile de vérifier les eaux souterraines, et pourtant il faut choisir les villages en effectuant une étude suffisante. Il est à noter que le taux de réussite est 100% dans la zone des roches sédimentaires d'après le résultat des forages (USAID, ACIDI, etc.). Les forages du présent projet sont planifiés avec le taux de réussite de 100% dans la zone des roches sédimentaires. Par conséquent, on exécute 87 forages dans les villages ruraux (67 forages de puits munis de la pompe manuelle dans la zone des roches métamorphiques et 20 forages de puits munis de la pompe manuelle dans la zone des roches sédimentaires).

c) Puits Profond

Le puits profond est une installation pour obtenir régulièrement de l'eau potable propre. Il s'agit donc d'assurer la qualité de l'eau et d'avoir une profondeur intarissable même en sécheresse.

Les puits munis de la pompe manuelle et construit jusqu'ici au Togo ont, pour la plupart, de 100 à 200mm du diamètre et d'environ 70m de profondeur. En se référant aux logs (coupes de forage) des puits existants et au résultat des puits réussis et en tenant compte de l'adoption de la pompe manuelle pour le présent projet, on construit les puits dont le diamètre de forage est 150mm, le diamètre de finition (du tubage) est 100mm et la profondeur est 70m. Voir la Figure 4-2-1 pour la structure du puits.

d) Pompe de Puisage

Pour avoir une quantité suffisante de l'eau en mettant en service la pompe pendant 7 heures au regard d'un village ayant 300 à 500 habitants, le débit nécessaire de la pompe est de l'ordre de 18 à 29,7ℓ/min.

$((300 \text{ à } 500 \text{ habitants}) \times 25\ell/\text{j.h} + 7 \text{ heures} + 60\text{min./h})$

Vu la population peu nombreuse d'un village rural et la praticabilité de la pompe manuelle qui ne demande pas de combustible, il est très raisonnable d'utiliser la pompe manuelle au point de vue économique et le présent projet adopte donc la pompe manuelle. D'ailleurs, les puits existants se trouvant dans la région faisant l'objet du présent projet ont moins de 30m de niveau dynamique de l'eau d'après les données des puits existants et la hauteur d'élévation maximale de la pompe manuelle avec le débit de 18 à 29,7ℓ/min. est de 30 à 40m. Il en résulte que l'utilisation de la pompe manuelle ne pose pas de problème.

Les pompes manuelles qui sont utilisées pour le moment au Togo sont les pompes à pied, pompes à plongeur et pompes à soufflet. Les pompes à pied sont largement répandues, mais

plus de 50% environ sont en panne. Comme les ingénieurs de la D.H.E le disent, il y a des inconvénients à entretenir et à réparer les pompes à pied. Par contre les pompes à plongeur qui sont moins répandues et qui sont adoptées pour le projet exécuté avec les fonds de la Banque Mondiale pour la partie nord du Togo sont en service normal avec peu de panne. Ayant une garantie de 5 ans, elles ont une bonne réputation.

Le Tableau 4-2-1 montre les caractéristiques en comparaison de ces trois types des pompes manuelles utilisées actuellement au Togo. Les trois types ont des avantages et des inconvénients. Mais, tombant rarement en panne et ayant une capacité du puisage et de la hauteur d'élévation comparativement grande, la pompe à plongeur à main sera adoptée au présent projet et ceci en tenant compte de la facilité de l'obtention des pièces de rechange et d'une ardente demande de la D.H.E du Togo.

Figure 4-2-1 Plan standard du puits muni de la pompe manuelle

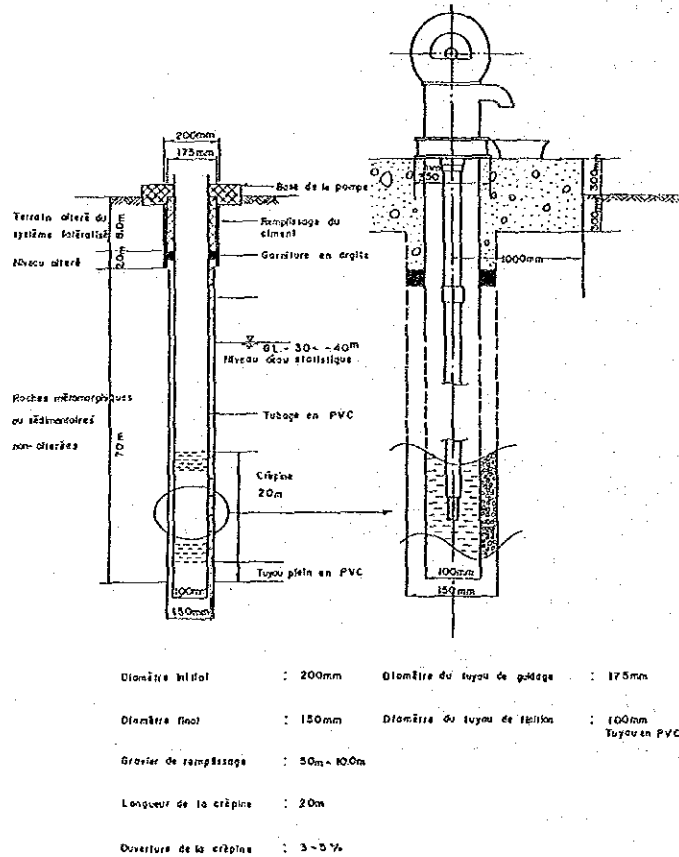


Tableau 4-2-1

CARACTERISTIQUES EN COMPARAISON DES  
POMPES MANUELLES UTILISEES AU TOGO

Type Caractéristique	Pompe à Pied (Française)	Pompe à Soufflet (Américaine)	Pompe à Plongeur (Belgique)
Système de puisage	Système à diaphragme	Système à souffle	Système à plongeur
Transmission	Hydraulique	Câble	Tige
Entraînement	Poussée à main/ A pied	Poussée à main	Rotation à main/ poussée à main
∅ du cylindre (mm)	92	89	60 à 80
Diamètre minimal du puits (mm)	100	100	100
Débit (l/min.) /Hauteur d'élé- vation (m)	20/30	18/30	24/40
Manoeuvre	léger	léger	un peu lourd
Entretien	difficile	facile	facile
Fourniture des pièces de rechange dans le Togo	comparativement difficile	difficile	moyenne
Observation	Ayant tendance de tomber en panne au niveau du dia- phragme, il y a des incovenients à entretenir.	Moins de panne mais peu répandues. Il est difficile d'acquérir les pièces de rechange.	Moins de panne et très répandues au Togo. Il est compa- rativement facile à acquérir les pièces de rechange.
Evaluation	Mauvaise	Moyenne	Bonne

(2) Plan des Installations de la Distribution de l'Eau pour les Petites Villes Régionales

a) Capacité de Puisage des Pompes à Moteur Dernièrement Fournis

Les caractéristiques principales du moteur et de la pompe à moteur dernièrement fournis sont comme ce qui suit;

Pompe

Type: Pompe de forage OHGDC 6-6-10  
Diamètre:  $\phi 150\text{mm}$  (6")  
Nombre des étages: 10

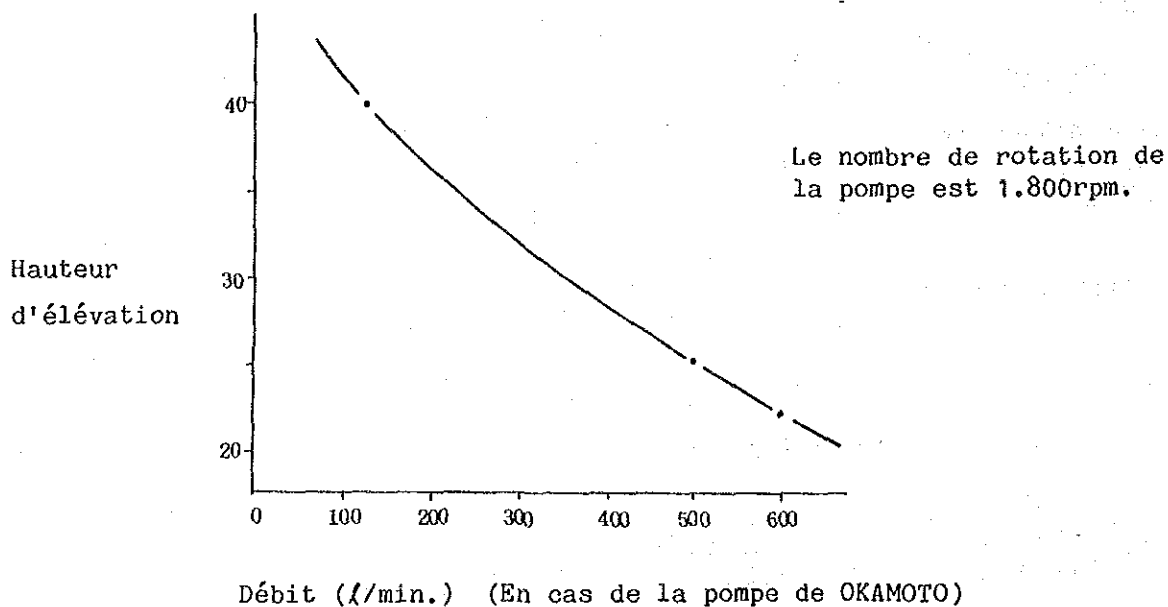
Moteur

Puissance: 15HP

La figure suivante représente une courbe de la capacité de puisage de la pompe combinée au moteur.

Figure 4-2-2

**CAPACITE DE PUISAGE DE LA  
POMPE A MOTEUR DERNIEREMENT FOURNI**



Les données des puits munis de la pompe motorisée existants nous montrent que les niveaux dynamiques d'eau, plus ou moins variables suivant les puits, sont de 30 à 35m

au dessous du sol dans les zones des roches sédimentaires et métamorphiques lors de 120 à 130 l/min. du puisage.

En considération d'une perte de charge de l'intérieur du tubage et de la hauteur du réservoir à eau, la hauteur d'élévation est de 35 à 40m. Par conséquent, le débit possible du puits, en cas de la mise en place de la pompe à moteur dernièrement fourni, sera de 125 à 225 l/min. suivant la courbe de la capacité de puisage présentée par la Figure 4-2-2 et la quantité de l'eau puisée par jour sera de 52,5 à 94,5m<sup>3</sup> en mettant la pompe en service pendant 7 heures.

b) Système et Plan de la Distribution de l'Eau

Le plan de la distribution de l'eau pour les petites villes régionales du présent projet consiste à mettre en valeur les pompes à moteur dernièrement fournis. La capacité de puisage de la pompe à moteur est de 52,5 à 94,5m<sup>3</sup>/j. Cette quantité peut alimenter 2.100 à 3.780 habitants en tant que le critère de l'alimentation en eau par jour par habitant au Togo est 25 l/j.h. Il est donc préférable que les pompes à moteur dernièrement fournis soient utilisées dans les petites villes à moins de 2.000 habitants.

La distribution de l'eau pour les habitants des petites villes sera assurée par le système de réservoir à eau à robinets alimenté en eau par la pompe à moteur depuis le puits profond. L'aperçu du système de la distribution est montré dans le Plan 4-2-3.

c) Sélection des Petites Villes faisant l'Objet

Il est à noter qu'on choisira les petites villes à moins de 2.000 habitants où l'on construit les installations de la distribution de l'eau en utilisant les pompes à moteur dernièrement fournis.

Etant donné que 5 unités des pompes à moteur (moteurs compris) ont dernièrement été fournis, 5 endroits seront choisis. 4 villes sont présentées comme site possible par la D.H.E comme montrées dans le Tableau 4-2-2 ci-dessous.



Tableau 4-2-2 LISTE DE PETITES VILLES CHOISIES PAR LA D.H.E  
 COMME SITE DU FORAGE DE PUIITS MUNI DE LA POMPE A MOTEUR

No.	Petites Villes Régionales	Population	Canton et Préfecture
1.	Ago-Kope et villages périphériques	2.712	Gape de Zio
2.	Adokpoé et villages périphériques	1.943	Agbelouve de Zio
3.	Kpevego et villages périphériques	1.154	Agbelouve de Zio
4.	Agadja et villages périphériques	1.014	Gape de Zio

Il serait souhaitable que Kpevego et Agadja ayant peu d'habitants soient omis dans la liste.

Quant à Ago-kope et Adokpoé se trouvant dans la zone des roches métamorphiques, mais ayant de l'eau souterraine sans doute, les habitants sont déjà alimentés en eau par les pompes manuelles. Cependant les habitants sont très nombreux et on a l'intention de changer les pompes manuelles en les pompes à moteur afin de répondre à la demande importante. Comme aucun essai de pompage n'a été effectué, leur capacité de puisage est inconnue. Alors il est nécessaire d'effectuer les essais de pompage en utilisant les puits munis de la pompe manuelle existants afin de vérifier s'il y a un débit répondant à la capacité de puisage de la pompe à moteur.

En outre il convient de choisir les autres chantiers dans la zone des roches sédimentaires, car il est difficile d'exploiter de l'eau souterraine dans la zone des roches métamorphiques.

d) Puits Profond

On construit 5 puits à munir de la pompe motorisée dans les petites villes régionales dont 4 sites possibles sont déjà choisis par la D.H.E dans la zone des roches métamorphiques. Ce sont des endroits dont l'existence des

eaux souterraines est bien vérifiée du fait qu'il y a des puits munis de la pompe manuelle. Il est cependant nécessaire d'exécuter une étude assez profonde afin de savoir s'il y a une quantité suffisante, avant d'attaquer la construction des puits. A en juger par les données existantes, il serait souhaitable de choisir les autres sites dans la zone des roches sédimentaires.

Les puits à pompe motorisée existants ont une structure ayant 150mm du diamètre, 70 à 120m de profondeur, le tubage en fer ou en P.V.C et la crépine en acier. La structure des puits du présent projet sera la même que celle des puits à pompe motorisée existants. Etant donné qu'on utilise les matériels dernièrement fournis et tenu compte du résultat des puits réussis et de ses coupes de forage, on construira les puits avec le diamètre de 150mm et la profond de 70 à 120m en utilisant les tubages en fer et les crépines en acier de  $\phi$ 150mm. Voir le plan 4-2-4 pour la structure du puits profond.

e) Pompe de Puisage

Comme pompe de puisage, on utilise les pompes à moteur dernièrement fournis. Les spécifications principales telles que la capacité de puisage sont décrites ci-après dans l'article 4-2-1, (2), a).

f) Réservoir à eau

La pompe à moteur étant utilisée comme pompe de puisage, il se provoque une différence entre le volume de puisage et la consommation. Pour mettre la pompe en service d'une façon efficace, la distribution de l'eau sera donc faite par l'intermédiaire du réservoir à eau à robinets qui sert à réserver de l'eau puisée par la pompe.

Après avoir calculé le bilan hydrologique basé sur le puisage et l'alimentation à condition qu'on met la pompe à moteur en service pendant 7 heures par jour, (voir Annexe II-14 pour le détail), et en se référant au volume en moyenne du château d'eau (volume de 2 heures de puisage) qui se

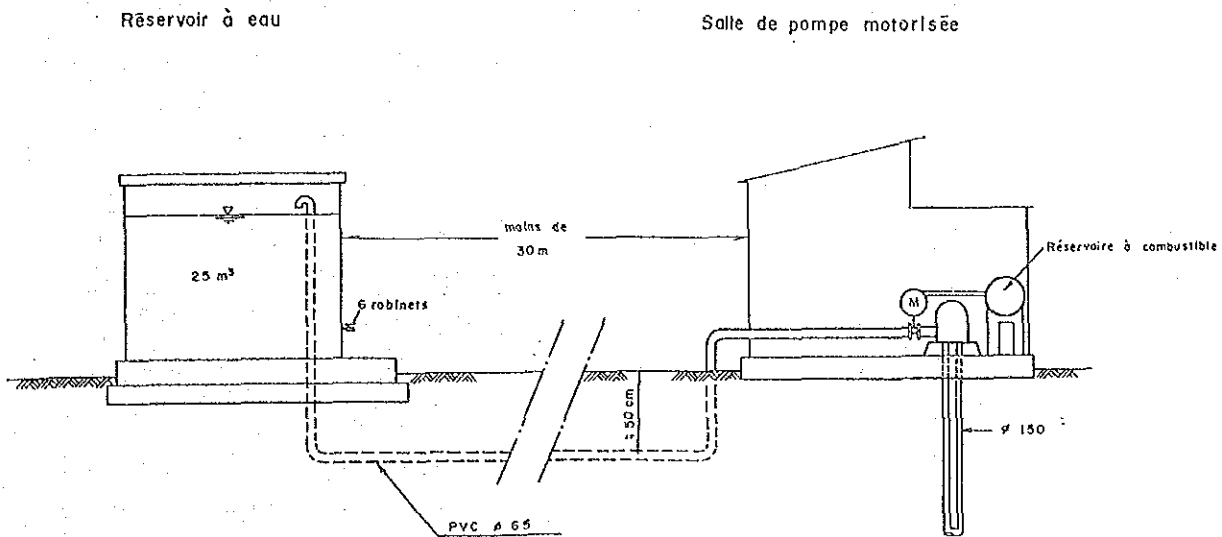
trouve aux villages des pays en voie de développement, et au volume standard du réservoir à eau installé pour l'installation de distribution de l'eau équipée de la pompe motorisée dans le Togo, le volume du réservoir à eau est défini à 25,0m<sup>3</sup>.

Le réservoir à eau sera un ouvrage en béton armé construit sur le sol. Et le réservoir sera équipé de 6 robinets à 20mm de diamètre.

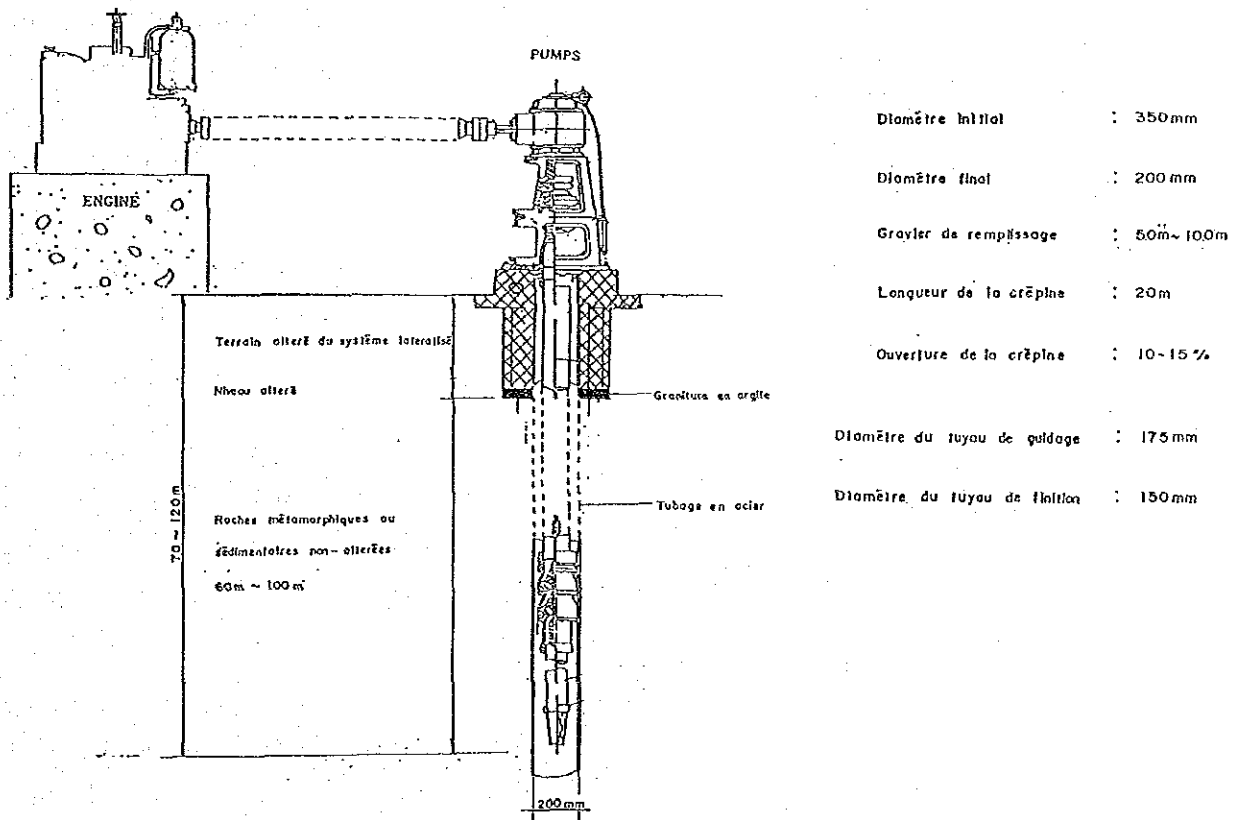
g) Salle de Pompe

On construit la salle de pompe ayant 10m<sup>2</sup> de la superficie au sol afin de pouvoir installer la pompe à moteur, le moteur Diésel (15HP) et le réservoir à combustible (200l) et en tenant compte d'un espace nécessaire à l'entretien. La salle de pompe est indispensable pour abriter l'installation mentionnée ci-avant contre la chaleur du soleil et la température très élevée. Le toit doit avoir une structure facilement démontable pour permettre de faire le remplacement de la pompe à moteur à l'aide d'une grue. Les murs de la salle de pompe seront faites avec les blocs de ciment.

Plan 4-2-3 Situation générale de l'installation de l'alimentation en eau



Plan 4-2-4 Plan standard du puits muni de la pompe à moteur



#### 4.2.2 Planning des Matériels et Matériaux

##### (1) Sélection des Matériels Principaux

###### 1) Appareil de Forage

Il y a plusieurs méthodes de forage de puits profond. Mais il n'y a pas de méthode parfaite et universelle. Elles ont donc des avantages et des inconvénients aux regards de la difficulté de procédé et de finition, de l'applicabilité à la couche, du diamètre et de la profondeur de puits et de l'exécution économique.

Les méthodes qui sont actuellement appliquées au forage de puits se divisent généralement en trois systèmes tels que système à percussion, système à rotation et système à deux fonctions de percussion et de rotation. Et les plusieurs types des appareils de forage ayant ces fonctions de forage sont exploités, à savoir, appareil de forage à câble comme type à percussion, celui à broche (très répandu au Japon), celui à table tournante (adapté au forage profond) et celui à tête d'entraînement (applicable largement aux procédés divers de forage) comme type à rotation. On a encore comme type à percussion à rotation l'appareil de forage à tige qui est du type variant de l'appareil à broche et l'appareil à tête d'entraînement. Voir le Tableau 4-2-3, Comparaison des procédés de forage et des types d'appareil de forage.

En cas où l'appareil de forage est adapté aux conditions géologiques, le type à percussion est éminent au point de vue de la vitesse de forage et du coût de marche. S'il n'est pas adapté aux conditions géologiques, il a des inconvénients de ne pas s'avancer. Le type à percussion à rotation montre sa puissance avec la roche à haute dureté. L'appareil de forage du type à rotation est à même d'adapter à toutes les conditions géologiques. Mais sa vitesse est très petite et le coût de sa marche est cher.

Comme la géologie de la région Maritime est expliquée dans le Chapitre III, la couche altérée (couche de latérite) à épaisseur d'environ 10m est partout répartie au niveau le

plus supérieur et en se séparant en deux zones, zone des roches métamorphiques et zone des roches sédimentaires, les roches à haute dureté sont réparties en dessous. Etant donné que la région faisant l'objet du présent projet comprend ces deux zones, il serait à souhaiter d'utiliser l'appareil pouvant s'adapter aux couches diversifiées solides ou douces et assurant un bon rendement de forage moins coûteux. Il doit être également doué à la fois du type à rotation et du type à percussion. Aussi la D.H.E du Togo souhaite utiliser le type combiné à tête d'entraînement et à marteau pneumatique en tenant compte des conditions géologiques mentionnées ci-dessus. Et après avoir étudié sur place, la Mission d'études a jugé convenable le type ayant les mêmes spécifications que celles demandées par la D.H.E.

Supposé que la profondeur maximale dans la zone des roches métamorphiques est environ 120m, l'appareil de forage doit être capable de forer 200m au maximum lors de 8,5 pouce de diamètre de forage. Egalement pour augmenter le rendement, l'appareil de forage sera du type installé sur le camion muni de la pompe à boue et du mât de forage d'essai hydraulique.

Conformément à la Demande, un appareil de forage sera fourni.

Tableau 4-2-3

COMPARAISON DES PROCÉDES DE FORAGE  
ET DES TYPES D'APPAREIL DE FORAGE

Type de Forage	Système de Transmission	Type de l'Appareil	Couche Adaptée	Caractéristiques
Type à percussion	Câble	Appareil de forage à câble à percussion	Couche de grès, couche non solidifiée et faiblement solidifiée	Le frais de marche n'est pas coûteux. Apte au forage dans la couche de grès. Il nécessite une quantité importante de l'eau de forage.
Type à percussion et à rotation	Tige et marteau pneumatique	Broche ou usage simultané avec le type à tête d'entraînement	Roche à haute dureté	Le frais de marche est coûteux. Le plus apte au forage de la roche à haute dureté à la profondeur de moins de 200 à 300m. Il ne nécessite pas d'eau de forage.
Type à rotation	Broche	Type à broche	Toutes les couches	Le frais de marche est comparativement coûteux. La vitesse de forage est lente. Il est apte à l'investigation géologique, car on peut prendre un échantillon en forme originale.
	Table tournante	Type à table tournante	Toutes les couches excepté de celles non solidifiée et faiblement solidifiée	Sa capacité de forage étant importante, il est apte au forage profond. Il nécessite de l'eau de forage
	Tête d'entraînement	Type à tête d'entraînement	Toutes les couches	Il est largement apte aux procédés de forage divers. La vitesse de forage est grande. Il nécessite de l'eau de forage selon le cas

## 2) Marteau Fond-de-Trou et Trépans

Comme mentionné dans l'article précédent concernant la sélection de l'appareil de forage, dans le présent projet on exécute les forages dans la zone des roches métamorphiques ainsi que dans la zone des roches sédimentaires et on adopte donc un appareil de forage à tête d'entraînement qui s'adapte aux couches variables et qui permet d'utiliser le procédé de forage à percussion et à rotation. Dans la zone des roches métamorphiques, il faut utiliser le marteau fond-de-trou pour le forage à percussion et à rotation. En on utilise comme trépan de forage les trépans du marteau fond-de-trou. Par contre dans la zone des roches sédimentaires, étant possible de forer avec le système à rotation, il n'est pas nécessaire d'utiliser le marteau fond-de-trou et il suffit d'utiliser le trépan tricône ou le trépan à lames. Les trépans du marteau fond-de-trou, tricône et à lames sont expliqués en détail dans l'annexe.

Il convient de noter que parmi les matériels dernièrement fournis les trépans tricônes non-utilisés sont stockés auprès de la D.H.E et en utilisant ces trépans tricônes il est bien possible d'exécuter 20 forages dans la zone des roches sédimentaires. Par conséquent, les forages dans la zone des roches sédimentaires seront réalisés en utilisant les trépans tricônes dernièrement fournis sans les compter dans les matériels et matériaux à fournir nouvellement.

Le nombre de forage dans la zone des roches métamorphiques pour le présent projet et celui de forage non-exécutés au temps de la fourniture dernière des matériels et matériaux sont comme ce qui suit;

### a) Forages à exécuter avec les matériels et matériaux nouvellement fournis.

- Forage pour les puits munis de la pompe manuelle: 67
  - Forages pour les puits munis de la pompe à moteur: 5
- 72 forages au total.

b) Forages des puits pour 40 pompes manuelles  
dernièrement fournis non-utilisées:

67

c) 139 forage au total

Pour exécuter le forage par le trépan du marteau fond-de-trou, on utilise normalement 3 gammes de trépan du marteau en tant que les tubages sont mis afin de parer à l'imprévu durant le forage tel que l'effondrement. A en juger par le résultat des forages et leurs logs, on adopte pour le présent projet les trois gammes des trépan du marteau suivants;

- a) Trépan de 6"                      Ayant le diamètre du forage de puits prévu, on fore 70% de la profondeur totale avec ces trépan.
- b) Trépan de 8"                      On utilise ces trépan pour le forage de la partie supérieure équivalente à 30% de la profondeur totale et susceptible de s'effondre.
- c) Trépan de 10"                      On utilise ces trépan pour le forage de la couche de latérite de la partie la plus supérieure.

En tenant compte de 10% du pièces de réserve jugé par le résultat des forages effectués en utilisant les matériels dernièrement fournis, on doit fournir les trépan comme ce qui suit:

a) Trépan du marteau de 6"

$$\frac{139 \text{ forage} \times 70\% \times 1,1}{2,5 \text{ forages/trépan}} = 43$$

b) Marteaux de 6"

$$\frac{43}{5} = 9 \text{ (Il faut avoir 1 marteau pour 5 trépan)}$$

c) Trépan du marteau de 8"

$$\frac{139 \times 30 \times 1,1}{2,5 \text{ forages/trépan}} = 19$$

d) Marteaux de 8"

$$\frac{19}{5} = 4$$



- e) Trépans du marteau de 10" 2  
f) Marteau de 10" 1

3) Compresseur à Haute Pression

En cas d'utilisation du marteau fond-de-trou, l'important est de choisir la capacité du compresseur. Il est nécessaire d'évacuer du déblai fait par le marteau au dehors du trou sans en laisser au fond. Si la capacité du compresseur n'est pas suffisante, le marteau doit creuser les déblais stagnés à plusieurs reprises de la façon que le rendement du forage s'abaisse sensiblement.

Le compresseur dernièrement fourni, ayant  $10,5\text{kg/cm}^2$  de la pression d'air et  $13,5\text{m}^3/\text{min}$ . de refoulement n'a qu'une capacité faible au regard du résultat de forage, il en résulte que le trépan s'use très sensiblement. Il n'est pas convenable aussi au point de vue à long terme. Nous présentons ci-après la comparaison de l'usure des trépans suivant la capacité du compresseur. En tenant compte du résultat de la comparaison, on adopte pour le présent projet un compresseur ayant une capacité de  $17,5\text{kg/cm}^2$  de la pression d'air et  $21\text{m}^3/\text{min}$ . de refoulement ou plus.

4) Pompe de Puisage

En tenant compte du prix de revient, du coût de marche, de la facilité d'entretien par les habitants et de la quantité d'alimentation en eau, la pompe manuelle est une pompe la plus convenable pour les puits profonds construits aux villages ruraux.

A l'heure actuelle les pompes à pied sont largement répandues au Togo. Mais parmi les pompes à pied installées, environ 50% sont hors de service. Leur réparation n'avance pas du tout. En plus des pompes à pied, les pompes à main telles que pompe à soufflet, pompe à plongeur sont utilisées.

Notons que la pompe à plongeur à main a été adoptée au projet par les fonds de SOTOCO dans la partie nord du Togo. En tombant très rarement en panne, elles marchent bien pour

l'instant. La D.H.E, tenant le projet exécuté dans la partie nord du Togo en grande estime, demande cette fois-ci de fournir les pompes à plongeur à main.

Ayant une garantie de 5 ans et un bon résultat de la marche, les pompes à plongeur à main seront adoptées pour le présent projet selon la Demande. 60 unités des pompes à plongeur à main seront fournies.

Concernant le tuyau de puisage, on utilise le tuyau en cuivre galvanisé de  $\phi 2,5''$ . La pompe sera installée à la profondeur de 40m depuis le sol. En tenant compte d'une perte d'environ 10% due au dommage des tuyaux durant le transport et la mise en installation, il faut fournir 2.600m ( $40 \times 60 \times 1,10 = 2.600$ ) du tuyau.

Pour la construction des installations équipées de la pompe à moteur dans les petites villes régionales, on utilise les pompes, moteurs, tuyaux de puisage et accessoires dernièrement fournis non-utilisés.

##### 5) Tuyau de Tubage et Tuyau de Crépine

Comme le diamètre du tuyau de puisage de la pompe manuelle est de l'ordre de 60mm, il suffit de fournir le tuyau de tubage à 100mm du diamètre. Vu que le débit de puisage de la pompe est environ 20l/min., l'ouverture de la crépine n'est pas en question à l'égard du débit. En conséquence, le tuyau de crépine coûteux (tel que tuyau en acier inoxydable, tuyau en laiton etc.) n'est pas nécessaire. Il y a avantage à usiner le tuyau de P.V.C en crépine dans l'atelier de la D.H.E conformément aux circonstances du puits au point de vue de l'économie. Pour cette raison, on fournit deux perceuses d'établi électriques. Ces perceuses électriques peuvent être également utilisées pour réparer les autres matériels.

On doit fournir les tuyaux de tubage et les tuyaux de crépine nécessaires à construire 100 puits au total dont 40 dernièrement demandés mais non-réalisés et 60 demandés cette fois-ci. La construction de 100 puits nécessite 7.700m du

tuyau de P.V.C à grande épaisseur y compris une perte de 10% due au dommage durant le transport et la mise en place ainsi que les manchons.

6) Véhicules de Soutient

Pour le forage et la construction de puits, il est nécessaire d'avoir recours aux véhicules de soutient afin de transporter les matériels et matériaux de la construction de puits, les pièces consommables, les appareils de l'essai de pompage ainsi que l'appareil de forage et de transporter le personnel.

En considération des circonstances des routes au Togo, les véhicules de soutient à 4 x 4, à volant gauche seront fournis. Leurs types et nombres sont indiqués ci-dessous.

a) Camion-transport à grue de 4 tonnes

(Capacité de charge: 5,5 tonnes, pour transporter l'outillage de forage et le compresseur)

b) Camionette "Pick up"

(Camionette à capote, capacité de charge: 1 tonne, pour transporter l'outillage de forage et le personnel et pour la communication)

c) Jeep berline

(Corps long, pour le transport personnel et la communication)

7) Matériels de l'Analyse des Eaux

D'après le résultat de l'analyse des eaux effectuée durant l'étude sur place par la Mission, il n'y a pas de problème de la qualité de l'eau des puits munis de la pompe manuelle et de la pompe à pied et ceci à part les puits pleureurs manuellement forés (appelés puits moderne au Togo).

Donc il suffit d'analyser deux items, conductibilité électrique et pH.

8) Appareil de Sondage Electrique du Terrain et Indicateur du Niveau d'Eau

Il serait souhaitable de fournir pour investigation de l'eau souterraine un appareil de sondage électrique qui est

capable de sonder le terrain. Comme la profondeur du puits est de l'ordre de 70m en moyenne, l'appareil doit avoir une capacité de 100m de sondage et il faut donc 100m du câble de sondage électrique du terrain.

9) Appareil d'Essai de Pompage

La Demande désigne la fourniture d'un appareil d'essai de pompage, mais un appareil d'essai de pompage du type d'élévateur à air comprimé dernièrement fourni est actuellement en usage d'une façon efficace pour l'essai de pompage des puits à équiper de la pompe manuelle. Et il est en bon état. Nous pensons qu'il n'est pas nécessaire de fournir l'appareil, si seulement on fournit les pièces de rechange pour 2 ans et les pièces pour la révision générale.

10) Boues

Il faut utiliser Bentenite et C.M.C pour préparer de l'eau de boue de circulation au temps du forage effectué dans la zone des roches sédimentaires.

Pour forer 20 puits à profondeur de 10m en moyenne à diamètre final de 150mm, il faut préparer 8,4 tonnes de Bentenite à raison de la consommation de 5kg par mètre, y compris une perte de boue de 20% durant le transport, le magasinage et la préparation.

$$(20 \text{ puits} \times 70\text{m} \times 5\text{kg} \times 120\% = 8,4 \text{ tonnes})$$

De la même manière, il faut 0,2 tonnes de C.M.C à raison de la consommation d'environ 0,1kg par mètre (20 puits x 70m x 0,1kg x 120%).

Dans la zone des roches métamorphiques, on exécute 67 forages pour construire 40 puits. Le forage est effectué avec le marteau fond-de-trou qui nécessite d'utiliser l'agent moussant. Il faut préparer environ 0,6 tonnes d'agent moussant à raison d'environ 1kg par dix mètres.

$$(67 \text{ forages} \times 70\text{m} \times 10\text{m} \times 120\%)$$

11) Appareils pour Renforcer l'Atelier de Réparation

Il y a un atelier de réparation sous la direction de la D.H.E. Les appareils qui se trouvent dans l'atelier de réparation ne suffisent pas à l'équipe de réparation pour bien réparer les matériels dernièrement fournis et à fournir nouvellement. Au cours des discussions avec les responsables de la D.H.E, ils ont demandé de fournir la machine-outil pour l'usinage des vis pour tige, tuyau de tubage, collet de tige, joint de tige etc. Mais nous jugeons qu'il n'est pas nécessaire de la fournir, car il manque des techniciens, de l'installation d'atelier où l'on place la machine-outil etc., en somme le système d'entretien et gestion n'est pas bien établi pour utiliser la machine-outil d'une part et d'autre part il y a des ateliers de réparation privés administrés par la participation de l'entreprise française et ces ateliers, ayant les techniques assez élevées, sont en état capable de faire les réparations.

A l'atelier de réparation de la D.H.E, l'état de magasinage des pièces n'est pas assez bon. Il est donc nécessaire de préparer les étagères pour le magasinage des pièces et matériaux de forage et de préparer les articles de bureau pour la mise en ordre et l'inventaire des pièces. Normalement ces articles tels que les étagères, les articles de bureau doivent être préparés par la Gouvernement du Togo. Pourtant, à en juger par l'état des finances de la D.H.E., il serait souhaitable de les compter dans les matériels et matériaux à fournir. Outre le transfert de la technologie du forage de puits et de la manoeuvre des appareils en utilisant les matériels et matériaux fournis, l'établissement du système de gestion des pièces et matériels dans l'atelier de réparation sert à produire un bon résultat du forage de puits et de l'effet sur la coopération.

Comme matériels nécessaires à l'atelier de réparation sont fournis deux perceuses électriques d'établi ( $\phi 13\text{mm}$  à  $13\text{mm}$ ), une affûteuse électrique d'établi ( $\phi 200\text{mm}$ ), un compresseur ( $40\text{ l/min}$ , 7 à  $9\text{ kg/cm}^2$ ), une grue installée dans l'atelier (3 tonnes), deux générateur à moteur (25kVA) etc.

(2) Spécifications des Matériels et Matériaux Principaux

Les spécifications des matériels et matériaux principaux nécessaires à construire les puits, à compléter les matériels et matériaux dernièrement fournis et à construire les installations de la distribution de l'eau sont définis comme indiqués dans le tableau ci-dessous.

Tableau 4-2-4      SPECIFICATIONS DES MATERIELS ET MATERIAUX

Matériels et Matériaux	Quantité	Spécifications
1. Appareil de forage monté sur le camion 4x4	1	- Capacité de forage 23/8" (tige) x 300m - Muni du dispositif capable d'utiliser le marteau fond-de-trou - Capacité de suspension du mât: 10 tonnes - Hauteur du mât: 11m - Poussée vers le bas: 6 tonnes - Couple de rotation: 0,5 tonnes - Avec le dispositif de lavage du lubrifiant
2. Pompe à boue et mélangeur de boue	1	- Type à deux pistons (pompe) débit: 600l/min. pression: 25kg/cm <sup>2</sup> - Mélangeur de boue à deux citernes: 250l x 2
3. Compresseur	2	- Pression: 17kg/cm <sup>2</sup> - Débit: 21m <sup>3</sup> /min. - Avec le dispositif de lavage
4. Pompe manuelle	60	- Hauteur d'élévation: 40m - Refoulement: 20l/min.
5. Appareil de sondage électrique du terrain, indicateur du niveau d'eau	1 unité	- Capacité de sondage électrique du terrain: 100m
6. Véhicules		
a) Camion 4x4 à grue	2	- Moteur Diesel avec le dispositif de lavage du lubrifiant - Grue: 4 tonnes - Capacité de charge: 5,5 tonnes
b) Jeep	1	- Moteur Diesel, type berline
c) Jeep (camionette)	2	- Moteur Diesel, type "Pick up"

- |   |                   |   |
|---|-------------------|---|
| 7. Matériels de forage de forage standard (excepté des tiges et colles)                     | 1 lot             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 lot des matériels adaptés au vis intérieur 3,5" IF monté sur la tige F.J 12,7 de diamètre extérieur</li> <li>- Tuyaux de guidage adaptés au marteau de 6", 8"<br/>1,5m x 10 tuyaux et 3m x 15 tuyaux de tubage de forage SW, 1,5m x 10 tuyaux de tubage de forage SW</li> </ul>  |
| 8. Marteau fond-de-trou et ses accessoires (pour le forage des roches solides)              | 1 lot             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Marteau de 6": 52</li> <li>- Corps de marteau de 6": 10</li> <li>- Marteau de 8": 22</li> <li>- Corps de marteau de 8": 5</li> <li>- Marteau de 10": 2</li> <li>- Corps de marteau de 10": 1</li> <li>- Appareil de meulage des trépan à boutons: 2</li> <li>- Disques de meulage des trépan à boutons: 1.000</li> <li>- Outillage du démontage et du montage: 2 lot</li> </ul>  |
| 9. Matériaux consommables de forage   | 1 lot             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Matériaux consommables de forage nécessaires aux forages de 8.100m par le marteau de 6" et 3.500m par le marteau de 8" dans les roches métamorphiques dont 1.500m par le trépan tricône dans les roches sédimentaires</li> <li>- Bentenite: 8,4 tonnes</li> <li>- C.M.C: 0,2 tonnes</li> <li>- Agent moussant: 1,2 tonnes</li> <li>- Huile pour le système hydraulique: 1,2m<sup>3</sup></li> <li>- Huile d'engrenage: 0,8m<sup>3</sup></li> <li>- Huile de moteur: 1,2m<sup>3</sup></li> <li>- Graisse: 0,5 tonnes</li> <li>- Câble: 12,5mm x 200m</li> <li>- Autres matériaux nécessaires</li> </ul> |
| 10. Tuyau de tubage de puits  | pour<br>100 puits | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tuyau de P.V.C à grande épaisseur, manchons et colles<br/>ø intérieur 100mm x 7.700m</li> </ul>  |
| 11. Appareils pour l'atelier de réparation<br><br>(Avec les pièces consommables pour 2 ans) | 1 lot             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Perceuse électrique d'établi ø1,0 à 13mm: 2</li> <li>- Affûteuse électrique d'établi ø200mm: 1</li> <li>- Coupe-tube (type d'établi) ø de tube: 1" à 6": 1</li> <li>- Compresseur 40l/min., 7 à 9kg/cm<sup>2</sup>: 1</li> <li>- Machine à nettoyer à vapeur (à haute pression): 1</li> </ul>  |

- Affûteuse portative: 2  
ø200mm
  - Refenteuse: 1  
1,5mm à 3mm de la largeur
  - Grue installée dans l'atelier à 3 tonnes: 1
  - Générateur à moteur: 2  
35kVA
  - Machine à lavage de l'huile: 1  
(pour l'huile du système hydraulique)  
50 à 100l
  - Matériels pour le dépannage du pneu: 1 unité
  - Matériels pour la réparation du système hydraulique: 1 unité
  - Matériels pour la réparation du moteur à essence: 1 unité
  - Matériels pour la réparation du moteur Diesel: 1 unité
  - Outillage mécanique et hydraulique: 1 unité
  - Découpeuse à gaz, matériaux: 1 unité
  - Soudeuse à gaz, matériaux: 1 unité
  - Etagères en fer pour loger les outils et pièces: 80  
Hauteur: 1,8m  
Largeur: 0,5m  
Longueur: 0,9m
  - Articles de bureau pour l'entretien et la gestion: 1 unité
  - Chargeur de batterie: 1  
220V
12. Pièces de rechange et consommables pour 2 ans 1 lot - Pièces de rechange et consommables pour 2 ans nécessaires aux matériels de 1 à 7
13. Pièces pour la révision générale pour les matériels dernièrement fournis 1 lot - Appareil de forage Top-200 (TONE BORING)  
- Compresseur PDSH 500 (HOKUETSU)  
- Camion WA-211 (HINO)  
- 4 soudeuses DP-350 (OSAKA SEIMITSU)  
- Compresseurs à moteur Diesel KAJI, WTA-15/MITSUI-DEUTZ"F2L912"



#### 4.2.3 Planning de l'Exécution des Travaux

##### (1) Planning de la Construction des Installations de la Distribution de l'Eau

Pour construire les installations de la distribution de l'eau, on procède à exécuter le forage de puits et la finition et on exécute la mise en place de la pompe et à la fin l'essai de pompage.

Le délai d'exécution du forage de puits, ayant 70m de la profondeur en moyenne, est estimé comme ce qui suit:

a) Transport de l'appareil de forage et préparation du forage:	1,5 jours
b) Forage du puits:	2,5 jours
c) Tubage, remplissage de graviers et encaissement:	1 jour
d) Finition:	1 jour
e) Démontage et dégagement des matériels	1 jour
<hr/>	
Total	7 jours

Les travaux de la fondation pour la pompe en 1 jour, l'essai de pompage en 0,5 jours et la mise en place en 1 jour sont exécutés ailleurs à part par l'autre équipe. En conséquence, le délai d'exécution total de la construction du puits sera 7 jours. Il est donc possible de construire 4 puits en un mois.

Pour construire 60 puits dans les villages ruraux et 5 puits dans les petites villes régionales, on exécute 92 forages en tenant compte du taux de réussite des forages faits dans les roches métamorphiques.

Si l'on fait les travaux de forage à raison de 4 forages par mois, il faut 23 mois au total pour effectuer 92 forages. Les travaux sont donc exécutés en 13,5 mois par l'appareil de forage nouvellement fourni et en 9,5 mois par l'appareil de forage dernièrement fourni.

##### (2) Planning du Personnel Pour la Construction des Puits

Le personnel Japonais est chargé de la tradition des matériels, matériaux de forage de puits et appareils accessoires

fournis par le Japon aux fins de la réalisation du projet et de leurs montage, installation, manipulation et entretien quotidien ainsi que du transfert de la technologie sur l'exploitation des eaux souterraines telle que le forage, la gestion des travaux, le planning du projet de l'exploitation des eaux souterraines et l'administration du projet.

A cet effet, les personnels japonais et togolais exécutent en collaboration l'amélioration de la technique de forage de puits, le transfert de la nouvelle technologie, la surveillance des travaux, la préparation, l'analyse et la mise en valeur des données de forage.

Ci-après sont indiqués le nombre nécessaire des personnels japonais et togolais et leur fonction.

Contenu de Travail	Fonction	Japonais	Togolais
Sondage électrique et sondage électrique du terrain pour la sélection des chantiers, décision de la structure du puits, gestion des données des puits et surveillance des travaux	Hydrogéologue	1	2
Coordination des affaires du projet entre la République du Togo et le Japon	Coordinateur	-	1
Chargé du forage par chaque appareil de forage	Foreur	1	2
Gestion et entretien des appareils de forage	Ingénieur-mécanicien	1	2
Assistance du foreur	Assistant de foreur	-	6
Assistance de l'ingénieur-mécanicien	Mécanicien du chantier	-	2
Conduite du véhicule et travail accessoire	Chauffeur etc.	-	4
Gestion et réparation des matériels et matériaux	Mécanicien de l'atelier de réparation	-	4
Dactylographe, établissement de la liste d'inventaire, assistance d'écriture des rapports	Personnel de bureau	-	1
<b>Total</b>		<b>3</b>	<b>24</b>

### (3) Procédé du Forage de Puits

Les villages prévus où l'on construit les puits sont sélectionnés selon l'importance de nécessité de l'installation de la distribution de l'eau par la D.H.E, mais sans tenir compte de la situation hydrogéologique.

Car il est très difficile de tirer une conclusion par le procédé général du sondage de l'eau souterraine sur les avantages et les inconvénients du chantier de forage dans la zone des roches métamorphique de la région Maritime. A cet effet, on exécute le forage après avoir vérifié techniquement une possibilité d'exploitation de l'eau souterraine en exécutant l'analyse des photos aériennes et le sondage électrique.

Dans la zone des roches sédimentaires, les villages ne sont pas sélectionnés. On peut cependant forer dans n'importe quel village le puits qui assure le débit requis au moyen de la pompe manuelle. Il reste le problème de la qualité de l'eau. Mais il est matériellement impossible de résoudre ce problème par le sondage préalable.

Après la discussion avec la D.H.E, nous avons choisi les chantiers prévus de forage et la structure du puits dont le critère de sélection est suivant:

#### 1) Critère de Sélection des Chantiers

Population et distance: Les villages ayant la population de 100 à 500 sont en première priorité. On fore deuxième puits pour quelques villages où il y a plus de 500 habitants. On construit le puits presque au centre de chaque village.

Sondage de l'eau souterraine: En tant qu'on exécute certainement l'analyse des photos aériennes et le sondage électrique, si l'on reconnaît une possibilité d'exploitation de l'eau souterraine qui se fait particulièrement en état de l'eau de fracture dans un endroit de la zone des roches métamorphique, on le désigne comme chantier de forage.

## 2) Jugement de la Couche Aquifère

Dans la zone des roches métamorphiques le forage étant effectué au moyen du marteau fond-de-trou sans utiliser de l'eau de forage (de boues), on peut savoir tout le temps la quantité de jaillissement de l'eau souterraine provenant de la couche aquifère.

D'après les expériences de forage dans la zone des roches métamorphiques de la région Maritime, le débit maximum après la finition du puits atteint une quantité environ 1,3 fois plus beaucoup que le jaillissement mesuré au temps du forage.

Il est très difficile de distinguer les couches géologiques et de juger le niveau exact de la couche aquifère à l'aide de l'échantillon géologique (échantillon du déblai de forge). Lors de l'exécution du présent projet, on effectue le sondage électrique du terrain et en définit la position de la crépine conformément au résultat de la mesure de jaillissement faite pendant le forage.

## 3) Evaluation de la Qualité et de la Quantité de l'Eau Souterraine

On considère puits réussi un puits foré dont le débit atteint le critère (plus de 17l/min.) et le niveau statique est moins de 40m pour la pompe manuelle. Et pour la pompe à moteur, on considère puits réussi un puits foré dont le débit atteint 120l/min. et le niveau statique est moins de 30m.

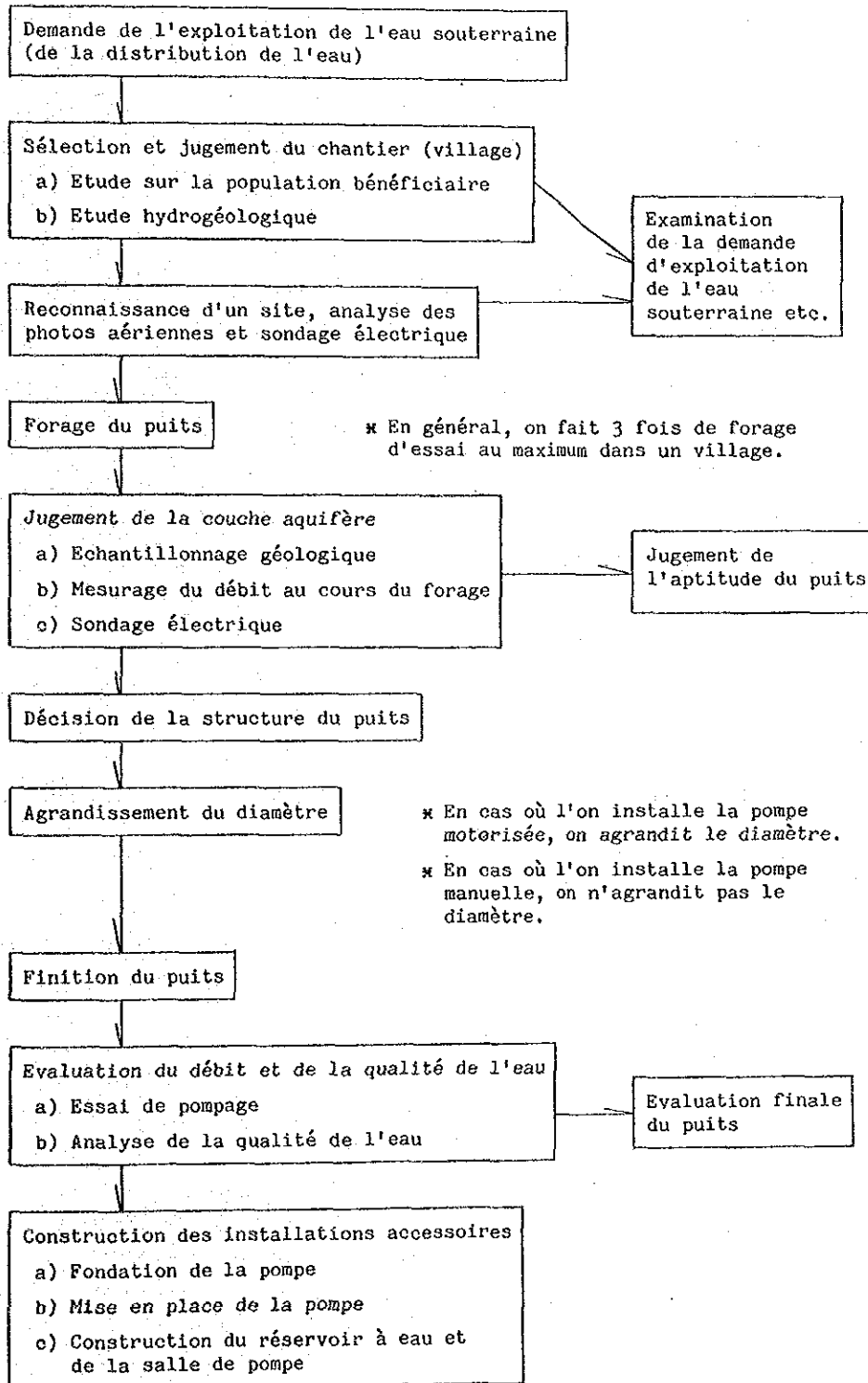
On analyse la qualité de l'eau en utilisant l'unité commode d'analyse des eaux qu'on fournit cette fois-ci. En cas où l'on détecte une anomalie exerçant une grande influence sur le corps humain, on demande au laboratoire de l'Université de Bénin au Togo de l'analyser en précision.

## 4) Mise en Place de la Pompe

Après avoir fait la finition du puits, on injecte du ciment pour la fondation de la pompe et installe la pompe manuelle ou la pompe motorisée. Il faut prêter attention au

remplissage du ciment dans l'alentour du tubage et dans l'excavation pour prévenir l'infiltration des eaux usées.

Le procédé général de l'exploitation de l'eau souterraine est indiqué ci-après.



(4) Planning de la Construction du Réservoir à Eau et de la Salle de Pompe

Pour la construction du réservoir à eau et de la salle de pompe, on adopte le type qui est répandu dans la région Maritime. Les réservoirs à eau avec salle de pompe se trouvant nombreux dans la région Maritime ont été construits par les constructeurs togolais. Et leur structure est très simple.

Par conséquent, on commande au constructeur togolais de construire les réservoirs à eau et les salles de pompe et l'ingénieur du Japon contrôle son exécution.

On construit 5 réservoirs à eau et 5 salles de pompe. Une installation du réservoir à eau avec la salle de pompe pouvant être construite en 1 mois environ et en tenant compte des travaux d'exécution à la fois sur deux chantiers, on compte 3 mois comme délai d'exécution total pour construire 5 installations.

**4.3 Frais d'Entreprise Approximatifs**

Les frais d'entreprise approximatifs du côté du Togo sont estimés comme ce qui suit;

- 1) Montant total: 15.391.600 FCFA
- 2) Contenu: Les frais d'entreprise du côté du Togo sont les frais de personnel de 4 (quatre) personnes envoyées de la D.H.E, à savoir un hydrogéologue, un mécanicien et deux techniciens de forage. Le détail est suivant:

Un hydrogéologue

1 personne x 644 jours x 9.500 FCFA  
= 6.118.000 FCFA (3.303.720 yen)

Un mécanicien

1 personne x 644 jours x 4.800 FCFA  
= 3.091.200 FCFA (1.669.248 yen)

Deux techniciens de forage

2 personnes x 644 jours x 4.800 FCFA  
= 6.182.400 FCFA (3.338.496 yen)

Total 15.391.600 FCFA (8.311.464 yen)

## CHAPITRE V





## CHAPITRE V

### PLANNING D'EXECUTION DU PROJET

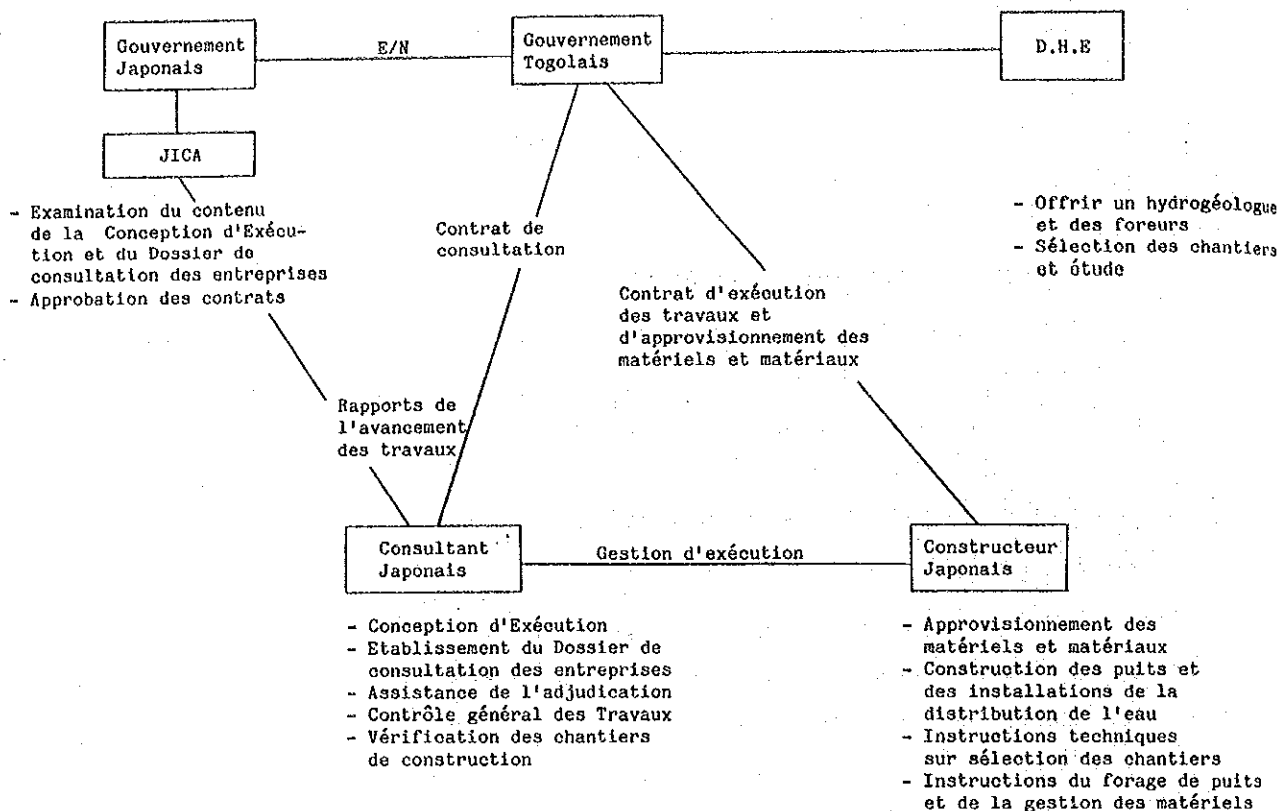
#### 5.1 Système d'Exécution du Projet

Le Maître d'oeuvre du présent projet est la Direction Hydraulique et d'Energies (D.H.E) du Ministère de l'Equipement des Mines et des Postes et Télécommunications de la République du Togo. Après avoir fait l'Echange des Notes entre le Gouvernement du Togo et le Gouvernement du Japon, le contrat de la consultation sera passé entre le Gouvernement du Togo et le Consultant japonais.

Le Gouvernement du Togo fait une adjudication des entrepreneurs japonais en collaboration du Consultant et conformément à la Conception d'Exécution et aux spécifications détaillées des matériels et matériaux établies par le Consultant. Le contrat des travaux du présent projet se fait sous forme de "clé en main".

Suivant le résultat de l'adjudication, le constructeur japonais passe avec le Gouvernement du Togo un contrat d'exécution des travaux et procède à exécuter les travaux. Le constructeur japonais effectue l'approvisionnement des matériels et matériaux et les transporte au Togo. Après l'arrivée des matériels et matériaux au Togo, ils sont livrés au Gouvernement du Togo. Le constructeur japonais envoie les ingénieurs à temps selon l'arrivée des matériels et matériaux et exécute les travaux de la construction des installations de la distribution de l'eau en utilisant les matériels et matériaux fournis. Après avoir achevé les travaux, les installations sont remis en mains du Gouvernement du Togo.

Ci-après sont expliqués au moyen du graphique la relation globale entre le Gouvernement du Togo, le Gouvernement du Japon, le Consultant et le constructeur japonais et leurs affaires.



## 5.2 Charge de deux Parties

### 5.2.1 Charge du Gouvernement Japonais

Dans l'exécution du présent projet le Gouvernement Japonais est chargé des rubriques suivantes.

- 1) Approvisionnement d'une unité d'appareil de forage.
- 2) Approvisionnement des matériaux nécessaires à construire 60 puits.
- 3) Frais de la suppléance des pièces pour les matériels et matériaux de forage de puits dernièrement fournis.
- 4) Frais du transport et prime d'assurance des matériels et matériaux mentionnés dans les rubriques 1), 2) et 3) depuis le Japon ou le tiers pays jusqu'au port de Lomé.
- 5) Frais des travaux de construction de 60 puits.
- 6) Frais des travaux de construction de 5 puits munis de la pompe à moteur et des installations de la distribution de

l'eau telles que les réservoirs à eau, les salles de pompe etc.

7) Frais de l'établissement de la Conception d'Exécution et du contrôle général des travaux.

### **5.2.2 Charge du Gouvernement Togolais**

Dans l'exécution du présent projet, le Gouvernement Togolais est chargé des rubriques suivantes.

1) Exonération des taxes et frais douanières des matériels et matériaux fournis.

2) Traitement de faveur pour les ingénieurs japonais tel que l'exonération des taxes etc.

3) Détention et présentation des terrains nécessaires à construire les puits et les installations de la distribution de l'eau.

4) Investigation et sélection des chantiers de construction des puits et des installations de la distribution de l'eau.

5) Nivellement des terrains de chantier de la construction des puits et des installations de la distribution de l'eau et arrangement des accès aux chantiers pour le transport des matériels et matériaux.

6) Mobilisation des ingénieurs et foreurs nécessaires à la construction des puits.

7) Transport intérieur des matériels et matériaux fournis du port de Lomé aux chantiers.

8) Entretien et gestion des matériels de forage et des installations de la distribution de l'eau après la fin de la coopération.

### **5.3 Planning d'Approvisionnement des Matériels et Matériaux**

On s'approvisionne des matériels et matériaux nécessaires au présent projet dans l'intérieur du Togo autant que possible. Les articles

qu'on ne peut pas obtenir au Togo peuvent être importés du Japon ou de tiers pays.

(1) Approvisionnement dans le Togo

Tous les matériels et matériaux nécessaires à la construction des réservoirs à eau et salles de pompe et les matériaux tels que les graviers comme filtre de puits et le ciment pour puits seront obtenues au Togo.

(2) Approvisionnement du Japon et du Tiers Pays

Les articles qui sont fournis depuis le Japon sont les matériels et matériaux de forage de puits, véhicules de soutien, appareils de sondage, matériels pour l'atelier de réparation et les matériels et matériaux des équipements de 60 puits.

Les articles qui sont fournis depuis le tiers pays sont les pompes à main etc.

Les matériels et matériaux approvisionnés au Togo, au Japon et au tiers pays sont récapitulés dans le Tableau 5-3-1 ci-dessous. Et il faut les examiner avant l'exécution d'approvisionnement.

Tableau 5-3-1 RECAPITULATION DE L'APPROVISIONNEMENT

Articles	Pays	Japon	Togo	Tiers Pays	Observation
Matériels et matériaux pour le forage de puits		- Appareil de forage de puits - Pièces de l'appareil de forage de puits - Pièces accessoires nécessaires au forage de puits - Pièces consommables nécessaires au forage de puits			Il est possible d'approvisionner les matériels et matériaux conformes aux spécifications d'une façon économique au Japon
Véhicules de soutien		- Camion-transport à grue - Jeep - Camionnette			- Dito -
Tubage		- Tuyaux à grande épaisseur en P.V.C			- Dito -
Pompes manuelles				Pompes à plongeur à main en Belgique	Ayant d'excellente qualité, elles ont un bon résultat d'utilisation au Togo
Matériels pour l'atelier de réparation et appareils de sondage		- Générateur de petit format, perceuses électriques, machine à nettoyer à vapeur etc. - Appareil de sondage électrique du terrain			Il est possible d'approvisionner les matériels conformes aux spécifications d'une façon économique au Japon
Matériels et matériaux pour les travaux			- Ciment - Armature, charpente de fer et matériaux pour le cadre - Grues, camions		En raison du produit national  La quantité nécessaire étant peu importante, ils sont approvisionnés d'une façon économique au Togo En location moins coûteuse

#### 5.4 Conception d'Exécution et Planning du Contrôle Général des Travaux

Dès la conclusion de l'Echange des Notes, le Consultant établit la Conception d'exécution et le Dossier de consultation des entreprises. Conformément à la Conception d'exécution et au Dossier de consultation des entreprises, le Gouvernement du Togo fait l'adjudication en collaboration du Consultant afin de choisir les entreprises japonaises pour la fourniture des matériels et matériaux et les travaux de construction. Avant l'expédition des matériels de forage de puits, on fait une inspection des matériels dans l'usine au Japon. Après l'arrivée des matériels et matériaux, on procède à construire les puits et les installations de la distribution de l'eau équipées de la pompe à moteur.

Concernant le service de consultation, il est effectué tous les quelques mois à temps partiel. Le contenu de service sur le contrôle général des travaux est donc limité. En général, le contrôle général des travaux consiste à contrôler principalement le planning opérationnel, la qualité des travaux et le décompte des travaux. Le Consultant, travaillant à temps partiel sur place, est obligé de contrôler la qualité et le décompte des travaux suivant les rapports du constructeur japonais. Le Consultant fait donc principalement le contrôle du planning opérationnel.

La Conception d'exécution et le contenu du contrôle du planning opérationnel sont comme ce qui suit:

##### (1) Conception d'Exécution et Adjudication

- 1) Figures planes des chantiers de la construction des installations de la distribution de l'eau et levés de plan.
- 2) Conception d'Exécution.
- 3) Etablissement du Dossier de consultation des entreprises.
- 4) Adjudication et assistance de la formalité du contrat.

Etant confié par le Gouvernement Togolais, le Consultant le remplace dans la formalité du contrat des travaux.

(2) Contrôle Général des Travaux

1) Inspection des Matériels et Matériaux  
à Fournir au Japon

Avant l'emballage, les matériels et matériaux approvisionnés sont inspectés s'ils sont conformes aux spécifications.

2) Inspection de Livraison des  
Matériels et Matériaux

Le Consultant effectue l'inspection des matériels et matériaux arrivés en faisant les essais de marche s'ils ne sont pas endommagés pendant le transport et assiste à la livraison des matériels et matériaux au Gouvernement du Togo.

3) Participation à la Mise en Train des Travaux

Avant la mise en train des travaux, le Consultant assiste les hydrogéologues de la D.H.E et les ingénieurs du constructeur dans le procédé de l'investigation sur place pour sélection des chantiers. Les chantiers sont cependant sélectionnés sous la responsabilité de la D.H.E et du constructeur.

4) Inspection Intermédiaire

on effectue deux fois l'inspection intermédiaire au cours du délai d'exécution des travaux (15 mois). L'inspection intermédiaire consiste à contrôler l'avancement des travaux suivant le planning et à recevoir les rapports du constructeur concernant la gestion de la qualité et du décompte des travaux. Après avoir vérifié le décompte des travaux sur place suivant ses rapports, le Consultant assiste le Gouvernement du Togo dans l'émission du certificat de règlement partiel pour le constructeur.

Aussi, en recevant le résultat d'investigation pour sélection des chantiers fait par les ingénieurs de la D.H.E et du constructeur, le Consultant les assiste dans la sélection des chantiers.

Tableau 5-5-1 PLANNING OPERATIONNEL DU PROJET D'EXPLOITATION  
DES EAUX SOUTERRAINES EN REPUBLIQUE TOGOLAISE

Item	Mois																												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
1. Echange des Notes (E/N)																													
2. Contrat de la Consultation																													
3. Etablissement du plan d'exécution et du dossier de consultation des entreprises	Etablissement																												
4. Examen des Titres	Annonce																												
5. Adjudication	Examen																												
a) Explication des chantiers et livraison des plans																													
b) Durée de l'estimation																													
c) Ouverture des Soumissions																													
6. Evaluation des Soumissions et Contrat																													
7. Mise en train des affaires																													
8. Durée des affaires																													
a) Approvisionnement des matériels et matériaux nouvellement fournis																													
b) Approvisionnement des pièces pour suppléer les matériels et matériaux dernièrement fournis																													
c) Construction des puits (Accomplissement de 60 puits munis de la pompe manuelle et 5 puits munis de la pompe motorisée: 92 forages)																													
d) Construction de 5 installations de la distribution de l'eau																													
9. Inspection de la livraison des matériels et matériaux																													
10. Participation à la mise en train des travaux et collaboration de la sélection des chantiers de construction de puits																													
11. Inspection intermédiaire et collaboration de la sélection des chantiers de construction de puits																													
12. Inspection finale																													



#### 5) Inspection Finale

Après avoir fini les travaux de construction de puits, on effectue l'inspection finale. S'il n'y a pas de défaut. Le Consultant assiste dans la réception des installations. Egalement le Consultant assiste le constructeur et le Gouvernement du Togo dans la réception des matériels qui sont utilisés pour les travaux, après avoir vérifié leur entretien. D'autre part, le Consultant soumet le rapport de l'inspection finale et assiste le Gouvernement du Togo dans l'émission du certificat d'achèvement des travaux.

En outre, les données géologiques des puits construits dans le présent projet seront mises en ordre et jointes au rapport d'inspection finale.

#### 5.5 Programme d'Exécution des Travaux

L'exécution du présent projet s'accomplit en 26 mois après la conclusion de l'Echange des Notes. Ce délai d'exécution comprend 1,5 mois pour le contrat de la consultation après l'Echange des Notes, 1,5 mois pour l'établissement de la conception d'exécution et la préparation du Dossier de consultation des entreprises, 2 mois pour l'adjudication, 7 mois pour l'approvisionnement et le transport des matériels et matériaux et 14 mois pour l'exécution des travaux.

Le Tableau 5-5-1 représente le planning opérationnel d'exécution.

#### 5.6 Système d'Entretien après la Fin de la Coopération

##### 5.6.1 Système d'Entretien des Matériels de Forage

Après avoir accompli les travaux de construction par la coopération financière non-remboursable, les matériels de forage de puits seront remis en mains de la Direction Hydraulique et d'Energies du Togo. Après la fin de la coopération du Gouvernement Japonais, la Division Hydraulique Urbaine et Rurale et le Service Hydraulique Rurale de la D.H.E gèrent les matériels et matériaux fournis et continuent à construire les puits par les fonds nationaux et/ou par les fonds étrangers.

Comme effectif de l'équipe de forage de puits excepté le cadre, il faut un hydrogéologue, deux techniciens de forage, un mécanicien et dix autres personnes telles que chauffeur, foreurs, assistants de foreur etc. Comme il y a deux appareils de forage fournis, il faut organiser deux équipes de forage. En outre des équipes de forage, il faut avoir recours à l'équipe de réparation. A en juger par l'état actuel de la D.H.E, elle est capable de mobiliser l'effectif nécessaire.

A propos du transfert de la technologie, les membres togolais peuvent apprendre les techniques des ingénieurs du constructeur chargé des travaux au cours de l'exécution du présent projet.

D'autre part, lorsque le Gouvernement du Togo construit les puits avec les fonds nationaux après la fin de la coopération du Gouvernement du Japon, les frais de la construction d'un puits (avec la mise en place d'une pompe) sont estimés à environ 1.870.000 F.CFA (1.009.000 yen) et ceci sans tenir compte du taux d'inflation.

Si l'on continue à forer à raison d'environ 4 forages par mois (40 forages par an) après la fin du présent projet, les frais d'entretien annuels des appareils de forage, comprenant principalement frais d'approvisionnement des pièces de rechange et frais de personnel dus à la réparation, sont calculés comme ce qui suit;

1)	<u>Frais d'Approvisionnement des Pièces de Rechange</u>	
a)	Pièces de rechange pour le cylindre hydraulique du mât, le vérin hydraulique et les tuyaux hydrauliques:	1.850.000 F.CFA
b)	Pièces de rechange pour le chariot pivotant et la pompe hydraulique:	2.127.500 F.CFA
c)	Pièces de rechange pour le frein, l'embrayage et l'engrenage:	925.000 F.CFA
d)	Pièces de rechange pour la pompe à boue:	2.590.000 F.CFA
e)	Pièces de rechange pour le camion:	822.500 F.CFA
f)	Pièces de rechange pour le compresseur:	601.300 F.CFA
g)	Pièces de rechange pour le générateur:	138.800 F.CFA
	Total	9.065.000 F.CFA (4.900.000 yen)

## 2) Frais de Personnel

On calcul ici les frais de personnel dus à la réparation des appareils de forage fournis par le Japon pendant leur réparations. Supposent qu'on fait une réparations qui dure un mois après le service de 5 mois. Il faut deux mois de réparation par an pour chacun de deux appareils de forage.

Les frais de personnele sont;

$$120.000 \text{ F.CFA/mois} \times 3 \text{ personnes} \times 2 \text{ mois} \times 2 \text{ appareils} \\ = 1.440.000 \text{ F.CFA/an}$$

A la fin si l'on estime les frais de construction de puits effectué par l'équipe de forage togolais par les fonds nationaux après la fin de la coopération du Gouvernement Japonais, ils sont estimés à environ 1.870.000 CFA (1.009.000 yen) par puits (avec la pompe) et ceci sans tenir compte du taux d'inflation.

### 5.6.2 Entretien des Installations de la Distribution de l'Eau

L'entretien quotidien de l'installation de l'eau équipée de la pompe manuelle ou de la pompe à moteur sera fait par chaque village ou chaque petite ville régionale qui est propriétaire de l'installation, mais leur réparation sera effectuée par la D.H.E.

Son équipe de réparation comprenant un chef d'équipe et huit travailleurs est chargé de la réparation. Lorsque les puits nombreux sont réalisés et les installations de la distribution de l'eau sont répendues, la demande des réparations augmente sûrement. Dans ce cas-là, l'effectif actuel étant insuffisant pour de grandes réparations, il faut renforcer et réorganiser l'équipe de réparation.

Concernant le calcul des frais d'entretien, les frais d'entretien quotidien effectué par le village sont peu importants et on ne les incrit pas aux frais d'entretien. Car on estime les frais d'entretien, en calculant les frais de réparation de 60 pompes et en supposant qu'il se provoque une réparation par un an et demi par pompe, à environ 600.000 F.CFA par an.

## CHAPITRE VI



## CHAPITRE VI

### EVALUATION DU PROJET

Dans la région Maritime du Togo, la plupart des villages se trouvent devant une difficulté grave à assurer l'alimentation en eau potable et ceci empêche de faire avancer le plan de développement national.

Ces villages sont situés dans la zone rocheuse portant de l'eau souterraine peu abondante. Malgré cela, il est convenable d'exploiter les eaux souterraines pour l'alimentation en eau potable qui n'exige pas beaucoup. Notamment dans les villages ruraux disséminés ayant de 200 à 500 habitants il est favorable d'utiliser de l'eau souterraine au moyen du puits.

La réalisation du présent projet permettra alimenter environ 28.000 habitants de la région Maritime (300 habitants x 60 puits munis de la pompe manuelle et 2.000 habitants x 5 puits munis de la pompe à moteur) en eau potable et dynamiser l'activité des villageois. On peut estimer que le plan d'alimentation en eau potable produira de grands effets social et économique de la région faisant l'objet du Projet.

En outre, on peut continuer l'exploitation des eaux souterraines par le Togo lui-même après la fin du présent projet en utilisant les matériaux et les pièces de rechange, si seulement on fournit les matériaux et pièces consommables et on fait les fonds de finance national tels que les frais de forage. Et en adjoignant les matériaux du présent projet, la capacité d'exploitation des eaux souterraines du Togo augmente fortement.

En tenant compte de son grand effet sur de divers secteurs tels que les secteurs social et économique, la vie quotidienne des villageois etc., et de ses effets secondaires, on peut estimer que le présent projet est très appréciable.

Si l'on souhaite noter les effets;

#### (1) Alimentation Régulière en Eau de Première Nécessité

La réalisation du Projet permettra alimenter environ 28.000 villageois en eau de première nécessité et améliorer l'environnement et leur vie.

(2) Allègement des Travaux de Puisage et Transport

En général, le puisage et transport est une tâche des femmes et filles, le point d'eau est éloigné de 15 à 20km de la résidence en saison sèche dans certains endroits. Il leur faut consacrer un grand temps et dépenser une somme énorme de travail.

La réalisation du Projet permettra à alléger les travaux et à raccourcir des heures de travail de façon qu'on peut tourner les travaux qui étaient consacrés au transport de l'eau vers ceux agricoles. A ce propos, le Gouvernement du Togo estime qu'en tournant les efforts qui étaient affectés au transport de l'eau vers l'agriculture, la production agricole augmente de 15 à 20%.

(3) Amélioration de l'Environnement Hygiénique

La plupart des causes des maladies sont dus aux eaux et les habitants d'environ un tiers de la population totale sont malades d'une maladie quelconque. Son taux de mortalité est très élevé.

Le plan d'alimentation en eau potable propre produira sûrement un grand effet et jouera un rôle significatif dans l'amélioration de l'environnement hygiénique.

(4) Effet Préventif Contre le Dépeuplement

La région Maritime se trouve devant le problème grave du dépeuplement.

L'alimentation régulière en eau de première nécessité est une des remèdes efficaces qui permettra de prévenir la désolation des villages, de dynamiser l'activité agricole en améliorant l'environnement de la vie quotidienne et de prévenir le dépeuplement des jeunes gens surtout (chômeurs pour la plupart) qui vont aux villes.

(5) Amélioration du niveau technique

Le Togo est très ardent à l'exploitation des eaux souterraines, mais ses techniques et connaissances de forage de puits sont encore inexpérimentées.

On peut estimer que la réalisation du présent projet permettra d'élever fortement le niveau des techniques diverses

telles que les techniques d'entretien des matériels et matériaux, de réparation et gestion des pièces, de sondage des eaux souterraines et de forage de puits en transférant la technologie dans le cadre de la coopération financière non-remboursable de telle façon que le Togo puisse effectuer les forages de puits sans aide étranger et en fin on peut apprécier le présent projet très efficace et fructueux.





## CHAPITRE VII



## CHAPITRE VII

### CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

#### 7.1 Conclusion

Le présent projet est destiné à la région Maritime qui est une région la plus peuplée au Togo où il manque gravement de l'eau de première nécessité. Il a pour but d'assurer les villageois ruraux d'alimenter régulièrement de l'eau de première nécessité. Et la réalisation du Projet permettra d'alléger les travaux de transport de l'eau pour les femmes et filles, d'augmenter le bien-être, de dynamiser l'activité socio-économique des villages ruraux et de produire de grands effets secondaires. Par ailleurs, il contribuera à atteindre l'objectif du programme de développement national du Gouvernement du Togo.

En outre, il est possible, en exécutant le Projet, d'augmenter le niveau des techniques diverses telles que forage de puits, sondage des eaux souterraines, entretien et réparation des matériels et des installations de la distribution de l'eau. En conséquence, il jouera un rôle important pour que le Togo puisse réaliser son programme d'exploitation des eaux souterraine par ses propres efforts sans aide étrangère.

En tenant compte des effets du présent projet en totalité, il est certain que le présent projet qui est effectué par le Gouvernement du Japon dans le cadre de la coopération financière non-remboursable est bien apprécié. Nous recommandons donc de procéder à l'exécution du Projet dans les meilleurs délais.

#### 7.2 Recommandations

A l'égard de l'exécution du Projet, nous soumettons les recommandations et les rubriques qui doivent être prises par le Gouvernement du Togo comme ce qui suit;

##### (1) Concernant l'Exécution du Projet

- 1) La zone des roches métamorphiques où la construction de deux tiers des puits est prévue, n'ayant que de l'eau de

fracture difficile à exploiter, il faut déterminer les endroits de forage à haute possibilité après avoir fait une expertise suffisante des eaux souterraines telle que l'analyse des photos aériennes, le sondage électrique etc.

La D.H.E doit délibérer avec les hydrogéologues du constructeur suivant les instructions du Consultant et exécuter les expertises pour la sélection des chantiers de forage d'autant mieux que le Consultant ne séjourne pas pendant toute la période de l'exécution des travaux.

2) Comme mentionné dans l'article des charges de deux parties, les charges du côté du Togo doivent être prises sans retard de façon qu'on peut procéder aux travaux de forage de puits dès que les matériels et matériaux seront arrivés au Togo.

3) Il est nécessaire d'apprendre au personnel togolais les techniques sur expertise d'exploitation de puits, forage de puits, entretien et réparation des matériels en exécutant le Projet et dans le cadre de la coopération financière non-remboursable.

(2) Concernant l'Administration et l'Entretien Après la Fin du Projet

1) Après avoir terminé l'exécution du Projet, tous les matériels et matériaux seront gérés par la D.H.E et seront utilisés pour la construction de puits effectuée par le Togo lui-même.

Afin de mettre en valeur les matériels et matériaux fournis et de continuer à construire les puits conformément au plan, les frais nécessaires doivent être intégrés dans le budget.

2) Il est difficile de transférer pleinement les techniques, surtout les techniques d'entretien et réparation des matériels pendant la période courte de l'exécution. D'autre part, il sera nécessaire d'effectuer de grandes réparations lorsque les matériels seront fréquemment utilisés

pour le futur. Le Gouvernement du Togo doit se résoudre à former le personnel chargé d'entretien et de réparation.

3) L'utilisation de l'eau souterraine comme eau de première nécessité a des avantages sur de divers aspects et on continue toujours à construire les puits. Il s'ensuit que le nombre des puits augmente sans cesse.

Comme l'entretien quotidien de puits est fait par chaque village, l'équipe de réparation de la D.H.E sera très pris par l'augmentation de la demande de réparation. Il faut faire attention à la gestion des puits et à la gestion de puisage pour ne pas laisser tomber les puits en panne irréparable en retardant leur réparation et pour prévenir le tarissement dû au puisage excessif. Il faut également renforcer et réorganiser l'équipe de réparation de la D.H.E ainsi qu'augmenter son niveau de technique selon l'avancement de la construction des puits.

4) Il serait souhaitable qu'on recueille et analyse les données de forage des puits qu'on construit cette fois-ci et dorénavant pour rendre utile le résultat comme des données de base à la sélection des chantiers ultérieure.

(3) Concernant l'Exploitation des Eaux Souterraines Pour le Futur

Dans la zone des roches sédimentaires, l'exploitation des eaux souterraines est déjà largement développée, il se provoque la pénétration de l'eau de mer due au puisage excessif dans une partie. A cet égard, nous recommandons de prêter attention à l'exploitation des eaux souterraines dans cette zone et de faire une enquête du bilan des eaux en faisant une simulation.

