

REPUBLIQUE DU TOGO  
PROJET DE LA MISE EN VALEUR DES EAUX SOUTERRAINES  
COMPTE RENDU DES INVESTIGATIONS POUR L'ETUDE DE BASE

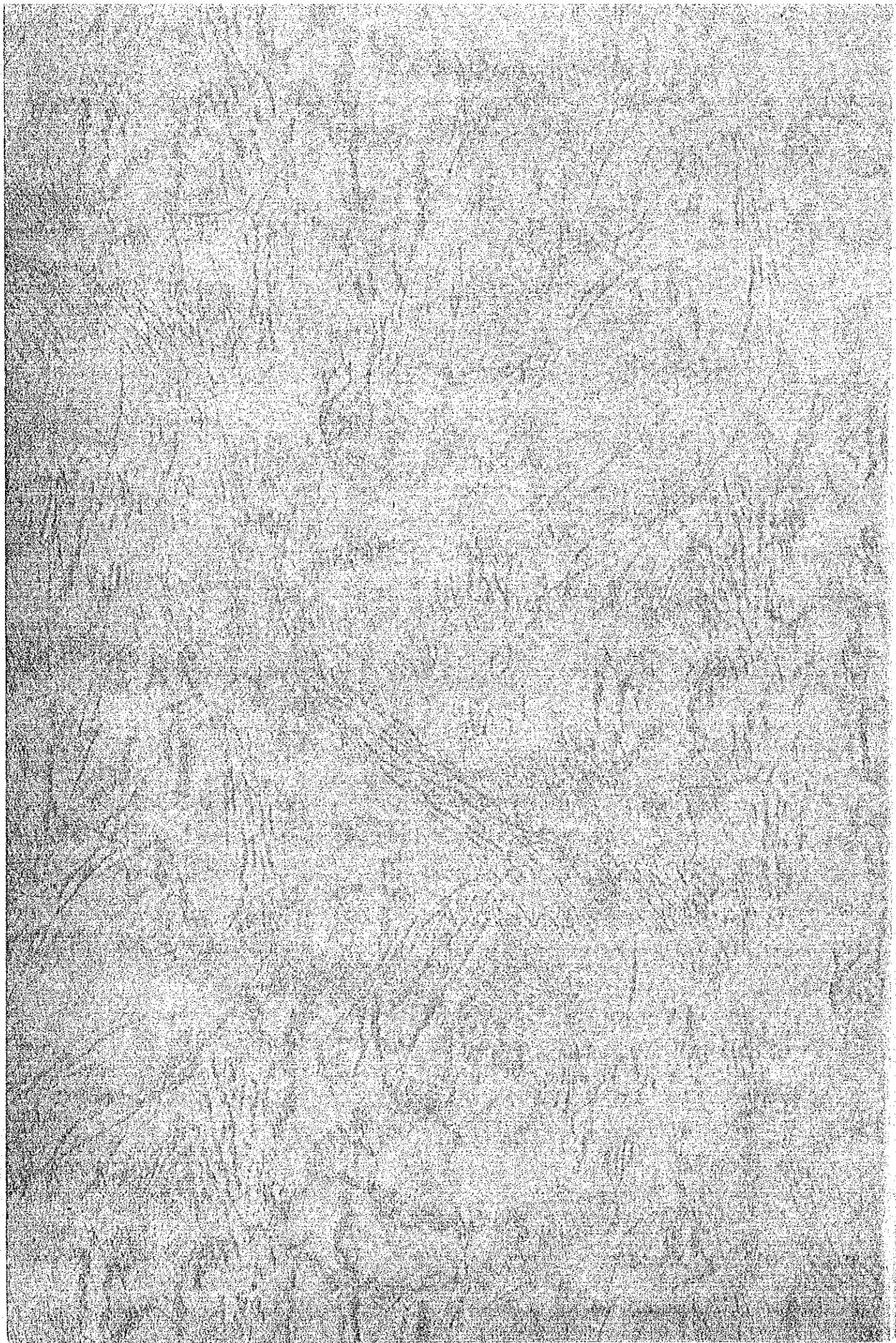
SEPTEMBRE 1980

AGENCE JAPONAISE POUR LA COOPERATION INTERNATIONALE

SDS

80-149

10  
18  
25



No.

530  
61.8  
SDS  
14294

REPUBLIQUE DU TOGO  
PROJET DE LA MISE EN VALEUR DES EAUX SOUTERRAINES  
COMPTE RENDU DES INVESTIGATIONS POUR L'ETUDE DE BASE

JICA LIBRARY



1018243[4]

SEPTEMBRE 1980

AGENCE JAPONAISE POUR LA COOPERATION INTERNATIONALE

SDS
CR(2)
80-149

国際協力事業団

受入 月日	'84. 9. 26	530
		61.8
登録No.	9116	SPS

## AVANT-PROPOS

A la demande du Gouvernement Togolais, le Gouvernement japonais a décidé de procéder à des investigations relatives au projet de la mise en valeur des eaux souterraines pour assurer les eaux de première nécessité aux villages togolais, et a confié l'exercice à l'Agence japonaise pour la Coopération Internationale (JICA).

La JICA a envoyé au Togo, du 11 au 24 février 1980, une mission d'investigations pour l'étude de base. Cette mission a été composée de 5 membres et conduite par Monsieur Akira NAKAZAWA (Section Assistance Exploitation, Office Coopération Economique, Ministère des Affaires Etrangères).

Les investigations avaient pour objet de;

- étudier des points jusqu'alors peu clarifiés, tels que la région du Projet, la portée des études et les caractéristiques hydrauliques et géologiques;
  - examiner et confirmer avec le Gouvernement Togolais la nécessité et la factibilité du Projet;
- et discuter avec le Gouvernement Togolais pour que le Projet soit réalisé sur la voie bonne et efficace.

Espérant que le présent Compte Rendu sera utile à l'élaboration et à la réalisation du projet ultérieur, nous exprimons nos remerciements sincères au Gouvernement Togolais qui a bien voulu faciliter notre tâche d'investigations, à l'Ambassade du Japon au Togo (Côte d'Ivoire), au Ministère Français de la Coopération (Paris) ainsi qu'à tous les autres organismes compétents.

Fait à Tokyo, Septembre 1980

Agence Japonaise pour la  
Coopération Internationale  
Directeur

Kazuto NAKAZAWA



## TABLE DES MATIERES

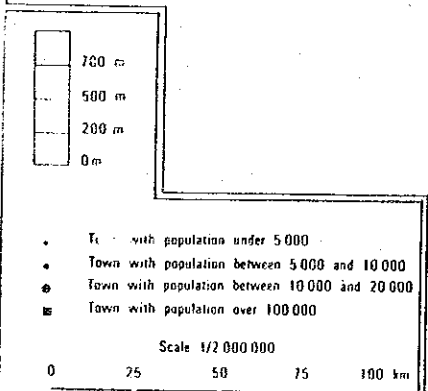
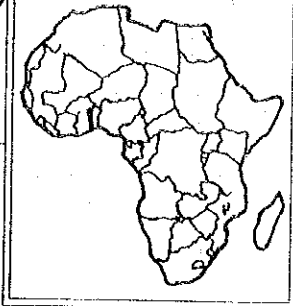
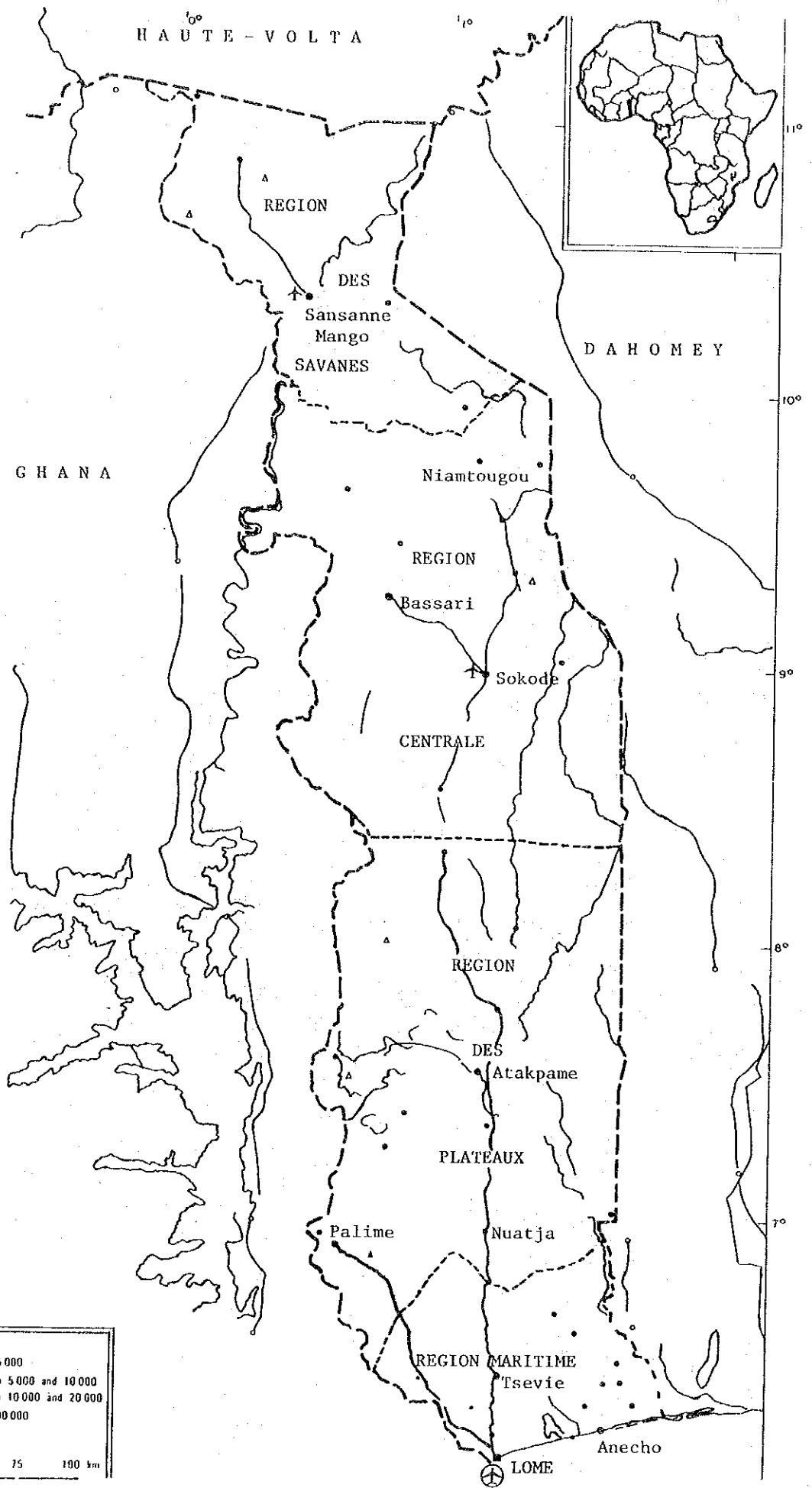
	PAGE
AVANT-PROPOS	
\$1 GENERALITES.....	1
1-1 Résumé et Conclusion .....	1
1-1-1 Aperçu historique de la Demande et Objectif du Projet .....	1
1-1-2 Région du Projet .....	2
1-1-3 Démarche et Contenu de la Coopération.....	3
1-1-4 Effets du Projet .....	4
(1) Effet primaire .....	4
a) Alimentation régulière en eau de première.....	4
nécessité	
b) Allègement des travaux de puisage .....	5
(2) Effet secondaire extensif.....	5
a) Amélioration sanitaire et hygiénique .....	5
b) Effet Préventif contre l'exode villageoise .....	5
c) Transfert de Technologie .....	6
1-2 Sommaire des Investigations .....	6
1-2-1 Objet des Investigations.....	6
1-2-2 Organisation de la Mission d'Investigations .....	7
1-2-3 Calendrier des Investigations.....	7
\$2 INVESTIGATIONS .....	8
2-1 Situation actuelle de Besoin et alimentation en eau, .....	8
et normes du plan d'alimentation en eau	
2-2 Région du Projet .....	10
2-3 Démarche et Contenu de la Coopération .....	10
2-4 Effets détaillés du Projet.....	14
2-4-1 Effet primaire .....	14
(1) Alimentation régulière en eau de Première .....	14
Nécessité	
(2) Allègement des Travaux de Puisage.....	16
2-4-2 Effet Secondaire Extensif.....	17
(1) Amélioration Sanitaire et Hygiénique .....	17
(2) Effet Préventif contre l'exode villageoise.....	18
de la jeunesse	
(3) Transfert de Technologie .....	18
(4) Autres Effets.....	19

2-5	Environnement du Projet .....	19
2-5-1	Milieu Naturel .....	19
	(1) Situation et Topographie .....	19
	(2) Géologie du Togo .....	20
	a) Roches de Fond .....	20
	b) Terrains Primaires .....	21
	c) Roches Sédimentaires .....	21
	(3) Caractéristiques de Couche Aquifère .....	21
	a) Niveau d'Eau Souterraine, Volume de Puisage et Qualité de l'eau .....	23
	b) Structure de Puits .....	25
	(4) Climat .....	25
2-5-2	Situation Sociale .....	32
	(1) Population .....	32
	(2) Industries .....	34
	(3) Transport et Communication .....	36
2-6	Analyse Technique du Projet de la Mise en Valeur des Eaux Souterraines .....	37
2-6-1	Organisme Responsable et Niveau Technique .....	37
2-6-2	Organisation .....	37
2-6-3	Capacité Technique .....	38
2-6-4	Capacité Administrative .....	39
2-6-5	Installations et Equipements Existants .....	39
2-7	Planning des Travaux .....	40
2-7-1	Aperçu sur les Installations des Eaux de Première Nécessité .....	40
2-7-2	Planning d'Avancement des Travaux et Assistance Technique .....	41
2-7-3	Planning du Personnel .....	43
2-7-4	Sélection de Chantier de Travaux .....	44
2-7-5	Base Critère et Construction de Puits .....	44
	(1) Sélection de crépine .....	45
2-7-6	Procédé de Forage .....	48
2-7-7	Moyens d'exhaure et Installations .....	51
	(1) Petit Puits .....	51
	(2) Grand Puits .....	51
2-7-8	System de Gestion et Entretien et Transport-Communication .....	52



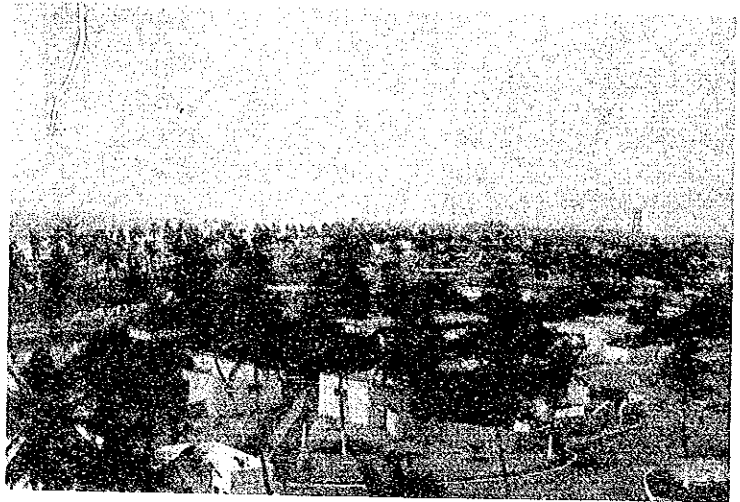
§3 ANNEXE.....	55
1. Persones Interviewees .....	56
2. Documents Attachés.....	57
3. Documents Obtenus .....	68







Vue de Lomé



Village de la région Côtière

Canal d'écoulement  
(Il n'y a pas d'eau pendant  
la saison sèche)

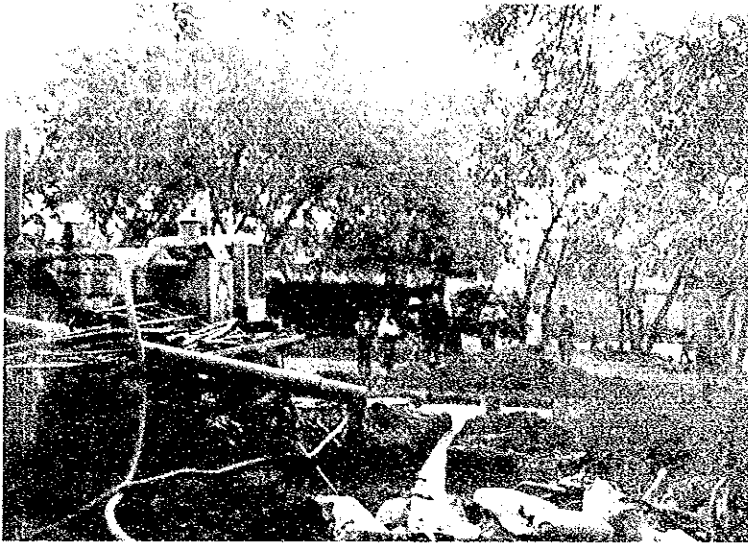
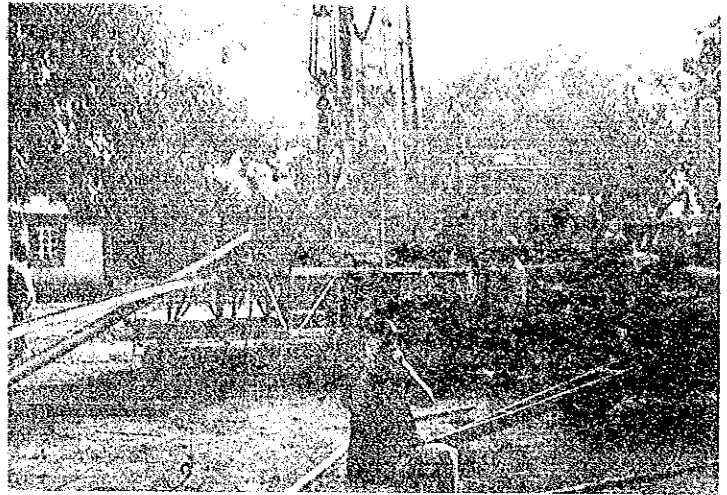
Puit de la région côtère

Bonne qualité de p'eau  
profondeur totale 10m



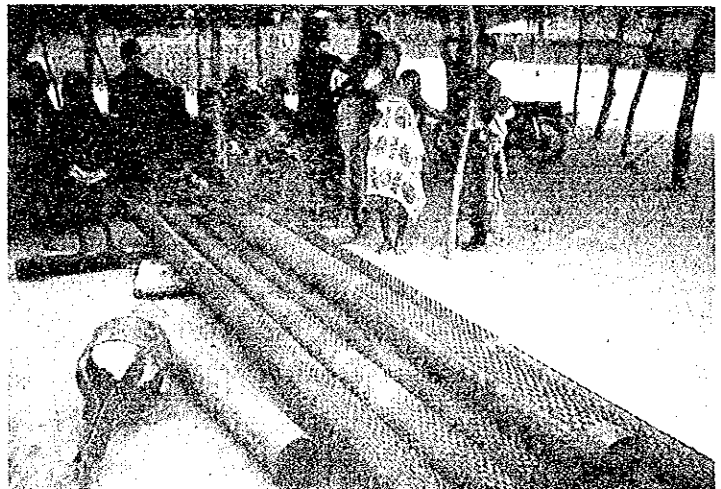


Chantier de sondage  
financé par l'aide Canadienne



Chantier de sondage  
financé par l'aide Canadienne

Partie est de la région cotière  
Crépine à alésoir







## §1 GENERALITE

### 1-1 Résumé et Conclusion

#### 1-1-1 Aperçu Historique de la Demande et Objet du Projet

La République du Togo se trouve dans une difficulté à assurer les ressources en eau, et, en particulier, le manque d'eau potable l'empêche de faire avancer son plan de promotion sociale.

Assurer les eaux de première nécessité aux villages, objectif principal du Projet, est désigné comme un des projets les plus prioritaires, Plan Quinquennal de Développement (1976 - 1980) du Togo, lequel est en cours d'avancement dans le cadre de quatre plans quinquennaux de 1965 à 1985. Le Gouvernement Togolais décide de mener à bien tous ces quatre plans durant vingt ans de manière que ses industries puissent enfin "décoller".

Parmi trois projets relatifs aux eaux dans le plan quinquennal: les eaux de première nécessité, les eaux d'irrigation et les centrales hydro-électriques, la priorité est donnée au premier projet. Ceci indique que le Togo doit, avant tout, assurer les eaux de première nécessité pour réaliser son plan de promotion sociale.

Le Gouvernement Togolais a fait tous ses efforts pour obtenir des financements étrangers en plus de ses propres fonds, mais tous les organismes excepté le Fonds Européen du Développement étaient trop passifs pour lui donner la réponse affirmative. D'autre part, l'introduction de technique était retardée et les opérations de forage demandent un énorme fonds en raison de vaste repartition géologique de roches métamorphiques à haute dureté dans le pays. Il en résulte que le Togo n'a réalisé que 500 installations d'alimentation en eau sur 4.250 demandées.

Dans de telles circonstances, le Gouvernement Togolais a fait appel à la "Mission d'Investigations sur la Coopération Economique", envoyé par le Gouvernement Japonais au mois de décembre 1978, de fournir des foreuses et d'autres matériels et équipements indispensables au forage et à la construction des installations pour assurer aux villages l'approvisionnement en eau.

En réponse de cet appel, le Gouvernement Japonais a décidé de coopérer pour le Projet et il a détaché une mission d'investigations pour l'étude de base.

Les documents et renseignements annexes de la demande du Gouvernement Togolais nous ont amené, d'une part, à juger que l'exploitation des eaux souterraines serait bien possible et que le Projet serait certainement réalisable avec l'appui des études détaillées sur les eaux souterraines, établies par le Programme du Développement des Nations-Unies. D'autre part le Gouvernement Japonais a pris en considération du fait que le Projet, nécessitant des mesures urgentes à prendre, possédait la première priorité au Togo. Une telle considération a permis au Gouvernement Japonais de constituer une mission d'investigations pour l'étude de base.

L'équipe d'investigations était chargée de faire des recherches sur terrain et analyser de façon sommaire les documents obtenus avant l'exercice japonais 1979 pour faire une analyse détaillée et établir le planning de coopération japonaise pour l'exercice 1980.

#### 1-1-2 Région du Projet

Parmi 5 départements administratifs au Togo, le Togo et le Japon ont été convenus que la localité faisant l'objet de coopération serait la Région Maritime, où l'exploitation produirait un grand effet et que le forage serait relativement facile.

La Région Maritime, incluant la capitale Lomé, se situe à l'extrême sud du Togo, et souffre du manque d'eau permanente à cause de la forte densité de sa population. Elle est donc une région de première priorité. Elle est divisée en trois zones pour le Projet de la mise en valeur des Eaux de Première Nécessité; zone Lomé qui entoure la capitale; zone Tsévié à rive droite du fleuve Ano, laquelle s'étend de la Plaine Ouest jusqu'au voisinage de la Région des Plateaux; zone Roches Sédimentaires Est à rive gauche du fleuve Ano.

La Région Maritime, à une superficie d'environ 6.100 kilomètres carrés, est située entre 6°55' de latitude nord et entre 0°54' et 1°48' de longitude est.

Les fleuves principaux à travers cette région sont le fleuve Ano coulant au milieu du nord au sud et le fleuve Mono le long de la frontière avec le Bénin.

### 1-1-3 Démarche et Contenu de la Coopération

La structure d'accueil que la Mission d'Investigations sur la Coopération Economique avait hautement appréciée lors de sa visite à la République, a été bien coordonnée pour la présente mission. Non seulement la capacité administrative mais aussi la compétence technique du Service des Ressources en Eau sont suffisamment hautes pour aider à des recherches efficaces. Nous pensons donc que la coopération pourra abtir à un résultat satisfaisant par la fourniture de matériels et équipements ainsi que par l'envoi des spécialistes au court terme.

En ce qui concerne les 300 puits dont la construction a été initialement demandée par le gouvernement togolais, la réalisation de ces ouvrages n'est pas tout à fait adaptable à la région du Projet déterminée. Par conséquent, nous avons établi le contenu de coopération dans l'intention de pouvoir prendre des mesures les plus économiques et immédiates qui s'adaptent à la situation actuelle de la structure d'accueil togolaise.

La fourniture de matériels et équipements sera composée de foreuses, matériels de puits, pompes de puisage, installations d'alimentation en eau ainsi que pièces de rechange à une quantité suffisante pour construire 30 puits pendant un an. Cette quantité ont été calculées sur la base de deux équipes, chacune utilisant une foreuse pour la construction de 15 puits par an. Nous avons aussi tenu compte suffisamment des installations existantes et des procédés spécifiques au Togo.

Nous pourrons renforcer l'effet de la coopération en complétant les pièces interchangeables pour une foreuse rotative que possède le Service des Ressources en Eau.

L'assistance technique sera pour;

- (1) Orientation technique du maniement des équipements et du forage de puits
- (2) Plan des Installations d'alimentation en eau ainsi que gestion et entretien des ouvrages et des équipements.
- (3) Etablissement du planning du Projet.

L'assistance technique à court terme sera bien suffisante sauf le contrôle et l'entretien figurant dans la (2).

Par ailleurs, il est souhaitable que les cadres techniciens et quelques techniciens responsables pour les travaux sur chantier fassent leurs stages

au Japon en plus de l'assistance technique ci-dessus mentionnée.

Le coût nécessaire pour la coopération est estimé approximativement à une somme total 460 millions de yen comme il est indiqué dans le Tableaux 2-2 "Coût estimé", qui comprends les coûts suivants: deux foreuses, tubage de puits, pompes de puisage etc. pour 45 puits, véhicules de transport, installations de camping, pièces de rechange, transport maritime etc.

#### 1-1-4 Effets du Projet

A l'exception de la capitale Lomé, la banlieue de Lomé et les villages sont considérablement sous-développés et manquent en permanence d'eau de première nécessité indispensables à la promotion sociale.

Dans la Région Maritime, la saison sèche dure 2 à 4 mois et les villageois vivent dans de sévères conditions naturelles. Si l'alimentation régulière en eau de première nécessité pour les villageois est rendue possible, elle donnera un grand impact au milieu régional.

Durant la réalisation du Projet, la capacité de l'exploitation des eaux souterraines de la part des Togolais sera beaucoup améliorée tant matériellement que techniquement. A l'avenir, les Togolais pourront développer par eux-mêmes les régions au nord du Plateau Central.

Tenant compte du caractère d'utilité publique du Projet, on ne pourra faire supporter aux villageois la redevance de l'abonnement d'eau. C'est pourquoi le Projet sera hautement apprécié au point de vue socio-économique et humanitaire en libérant les villageois de la pénurie d'eau.

Assurer les eaux de première nécessité est un projet de première prioritaire dans le plan quinquennal de promotion sociale du Gouvernement Togolais, et le Projet en cause est prioritaire parmi les divers projets de coopération que le dernier avait demandé au Japon.

#### (1) Effets primaires

##### a) Alimentation régulière en eau de première nécessité

Le Projet permettra l'alimentation en eau potable et fera disparaître le souci causé par la pénurie de l'eau, ce qui conduira à l'amélioration de la vie sociale.

45 points d'eau à construire sont destinés à 22.500 d'habitants, chaque point pour 500 d'habitants en moyenne. Ceci signifie que, si le Togo peut approvisionner avec ses propres fonds les pièces supplémentaires et les matériels de puits, il pourra réaliser autant d'installations tous les ans.

La quantité de référence d'alimentation en eau est 25 litres par personne par jour au Togo. Le critère d'installation de points d'eau compte une proportion d'un ouvrage par 500 d'habitants.

b) Allègement des travaux de puisage

A présent, le puisage au moyen de cordes et sacs en cuir ainsi que le transport des eaux sont les travaux journaliers pour les femmes et les enfants. On estime que les femmes généralement s'occupent du puisage/transport quatre heures par jour en moyenne. A la saison sèche un puits peu profond a un niveau d'eau bas ou se tarit, et elles doivent souvent aller chercher de l'eau jusqu'à un autre point éloigné de 10 à 15 kilomètres.

Si une installation d'alimentation régulière est construite à un endroit optimum, plus proche du village, la durée de travail requise par le puisage sera réduite moins d'un quart. D'après l'estimation du Gouvernement Togolais, la production pourrait augmenter de 15 à 20% au cas où les heures disponibles ainsi dégagée seraient affectées aux travaux agricoles.

(2) Effet secondaire extensif

a) Amélioration sanitaire et hygiénique

Les eaux disponibles plus proche de chez soi faciliteront le lavage des alimentations et vaisselles. La pratique de bains et lessive pourra maintenir l'environnement hygiénique. Enfin on peut espérer la diminution des maladies et la régression de la mortalité des enfants.

b) Effet préventif contre exode villageois

Comme partout dans le monde entier, la concentration de population en ville provoque un grave problème social au Togo.

A Lomé, les chômeurs s'accroissent à cause de l'afflux de la surpopulation et le taux de chômage est estimé au-dessus de 11%.

L'aménagement et la modernisation du milieu social réalisés par l'alimentation régulière en eau servira d'une des mesures effectives pour prévenir l'exode villageois de la jeunesse.

c) Transfert de technologie

Les procédés et techniques modernes du Japon, introduits au Togo par le Projet, permettront aux secteurs intéressés togolais de progresser des considérablement.

Non seulement l'exploitation des eaux souterraines s'améliorera techniquement, mais aussi le Projet offrira des occasions de former les techniciens pour contrôler et entretenir les ressources en eau et les ouvrages. De même, l'administration des installations apprendra aux habitants d'élever le niveau de vie en guise d'exemple à suivre.

## 1-2 Sommaire des Investigations

### 1-2-1 Objet des Investigations

A la demande du Gouvernement Togolais et dans le but d'examiner la coopération financière non-remboursable pour plan d'alimentation en eau de première nécessité par l'exploitation des eaux souterraines, les investigations ont pour objet de;

- (1) comprendre l'aperçu historique de la demande;
- (2) confirmer la région du projet;
- (3) saisir la capacité de planning et travaux, et la compétence technique, l'organisme responsable de l'exécution du projet;
- (4) vérifier sur place les conditions d'utilisation d'eaux etc. dans la région sèche;
- (5) et établir l'étude de base et clarifier la portée de coopération japonaise sur la base des résultats obtenus par les recherches sur place.

## 1-2-2 Organisation de la Mission d'Investigations

<u>Responsabilité</u>	<u>Nom et Prénom</u>	<u>Organisme</u>
Administration (Chef de la mission)	NAKAZAWA, Akira	Office Coopération Economique, Ministère des Affaires Etrangères
Coordination des Activités	BIYAJIMA, Katsuhiko	JICA
Evaluation Socio- Economique	KATSUMATA, Makoto	Japan Engineering Consultants Co., Ltd.
Hydraulique Puits	KUROSAKI, Mikio	Japan Engineering Consultants Co., Ltd.
Géologie	MURAYAMA, Kazutsura	Japan Engineering Consultants Co., Ltd.

## 1-2-3 Calendrier des Investigations

<u>No. du jour</u>	<u>Date</u>	<u>Trajet et Détail des Investigation</u>
1er	11 Fév.	Tokyo
2ème	12 Fév.	Paris, Ministère Français de la Coopération
3ème	18 Fév.	Lomé, Togo, Entretien Préliminaire avec les Ministères Intéressés
4ème	19 Fév.	Entretien avec le Ministère du Plan, Etudes sur le terrain
5ème	20 Fév.	Réunion avec les Ministères Intéressés, Echange de vues
6ème	21 Fév.	Lomé — Côte d'Ivoire. Ambassade du Japon. Banque Africaine du Développement.
7ème	22 Fév.	— Paris, Achat de Documents
8ème	23 Fév.	Paris — Ministère Français de la Coopération
9ème	24 Fév.	/ -- Tokyo

## §2 INVESTIGATIONS

### 2-1 Situation Actuelle de Besoin et Alimentation en Eau, et Normes du Plan d'Alimentation en Eau

Malgré la Priorité assignée par le Gouvernement Togolais, l'approvisionnement en eau de première nécessité se trouve retardé. Ce retard est dû à des problèmes techniques et du manque de fonds comme ils ont été mentionnés plus haut.

Jusqu'en 1977, les Togolais construisait en général des puits peu profonds pour les eaux superficielles. Mais ils ont eu beaucoup de difficultés à forer à la main, parce que tout le pays est couvert de roches dures, composées de roches cristallines telle que les roches métamorphiques. D'autre part, les matériels de forage comme dynamite sont très chers et par conséquent il fallait plus d'un mois pour forer un puits de 25 à 30 mètres de profondeur.

A partir de 1978, les Togolais se sont mis à construire en principe des puits profonds au moyen de la foreuse surtout pour les raisons suivantes: 1) les conditions hygiéniques étaient mauvaises à cause de la pollution par la surface; 2) l'investigation hydraulique était difficile; 3) et le forage à la main devenait de plus en plus pénible à cause de la profondeur de niveau d'eau souterraine.

Jusqu'à fin 1979, quelque 500 puits peu profonds et modernes (cimentés) ont été réalisés sur tout le territoire du Togo. Cependant, le fait qu'une partie de ces puits est déjà détériorée et que les puits sont relativement peu profonds, nous mène à supposer que l'alimentation en eau à la saison sèche sera bien inférieure au volume initialement prévu, soit 12,5 m<sup>3</sup> par jour calculés sur la base de 25 litres/homme/jour pour plus de 500 personnes. Dans d'autres régions, les femmes et les enfants doivent tous les jours puiser et transporter de l'eau aux marigots, mares ou puits traditionnels forés à la main.

Dans un des village de la Région Maritime faisant objet de nos investigations, les femmes en général transportent de l'eau, vase sur la tête, trois fois par jour sur un trajet de quelques kilomètres. Toutefois, la consommation d'eau était 10 à 15 litres par homme par jour, ce qui est très inférieur à 25 litres, besoin minimum prévu par le Gouvernement Togolais.



D'après le plan d'alimentation en eau de première nécessité pour les villages, une installation devra être mise en oeuvre afin d'assurer 25 litres d'eau par homme par jour pour 500 d'habitants. Conformément au plan, la Table 2-1 indique le nombre requis des installations réparties en régions, qui s'élève à 4.250 au total.

Quoique 500 installations soient déjà réalisées, le Togo devra encore construire plus de 4.000 installations en considérant la détérioration de puits et la hausse de besoin entraînée par la croissance de population.

Table 2-1 Nombre Requis des Installations

Région	Circonscription	Nombre Requis
Maritime	Anécho	240
	Lomé	110
	Tsévié	395
	Vogan	200
	Tabligbo	145
	Total région	1.090
des Plateaux	Akposso	360
	Atakpamé	440
	Rlonto	330
	Nuatja	170
	Total région	1.300
Centrale	Sokodé	155
	Bafilo	65
	Bassari	240
	Sotouboua	190
	Total région	650
de la Kara	Randé	95
	Lama-Kara	210
	Niantougou	120
	Pagouda	100
	Total région	525
des Savanas	Dapango	510
	Mango	175
	Total région	685
Total global		4.250

## 2-2 Région du Projet

La Région Maritime a été choisie comme objet du Projet, parce que;

- (1) il fait plus sec que dans d'autres régions, en raison d'une faible précipitation et d'une courte durée de pluies. Et, la population dense et le manque permanent d'eau imposent une priorité plus grande.
- (2) les investigations antérieures telles que celles du Programme du Développement des Nations-Unies confirment la factibilité de l'exploitation des eaux souterraines. Du point de vue hydraulique et géologique, la Région Maritime est appropriée techniquement grâce à sa répartition répandue de la couche aquifère, constituée généralement de roches sédimentaires.
- (3) Lomé est située dans la Région Maritime, et le transport et la communication sont favorables. Il est également très commode d'approvisionner les matériels, d'établir la communication avec le Gouvernement, et enfin de s'installer, ce qui signifie l'administration efficace du Projet.
- (4) Pour le premier Projet de la coopération par un seul pays avec le Togo, sélection de la Région Maritime abritant la capitale produira un grand effet sur la publicité vis-à-vis des pays étrangers, et est rentable pour deux pays.

## 2-3 Démarche et Contenu de la Coopération

La Portée de Coopération sera;

- (1) fourniture de matériels et équipements nécessaires pour le forage de puits,
- (2) fourniture de matériels, pompes de puisage, équipements etc. pour la construction de puits,
- (3) assistance technique pour le maniement d'équipements, la construction de puits, l'essai etc.
- (4) assistance et formation pour le contrôle, l'entretien et la technique des installations et équipements,

- (5) assistance technique pour l'établissement du planning des travaux de Projet et la méthode de contrôle de matériels et équipement, et
- (6) complément de pièces interchangeables pour une sondeuse rotative existante en cours d'utilisation dans la Région Maritime.

Le Gouvernement Togolais avait initialement demandé au Japon de réaliser 300 installations d'alimentation en eau. Au cas où 60 puits par an seraient réalisés pendant 5 ans, quatre équipes de forage seraient nécessaires, à supposer qu'une foreuse permette la construction de 15 puits par an.

Pourtant, à en juger par la propre capacité technique et économique ainsi que la compétence individuelle de l'organisme responsable, nous pensons qu'il vaudrait mieux organiser deux nouvelles équipes en plus des installations existantes pour procéder à la réalisation.

Nous pensons également que notre proposition ci-dessus est raisonnable du point de vue de la portée optimale de la Coopération et de ses effets induits.

En ce qui concerne les matériels de puits, il sera commode de fournir une quantité nécessaire pour une année, compte tenu de problème de stock. La quantité à fournir sera donc pour 45 puits, dont 30 réalisations seront prévues par les deux nouvelles équipes et 15 par le tour de forage rotatif et le tour de forage par percussion existants.

Par conséquent, la portée détaillée de Coopération sera;

- (1) fourniture de matériels et installations de pourpage pour 45 puits et de matériels et équipements requis pour organiser deux nouvelles équipes capables de forer 15 puits par an, et
- (2) fourniture de pièces interchangeables à compléter pour élever le rendement de la sondeuse rotative existante.

Les pièces à compléter pour le tour de forage rotatif seront des pièces interchangeables comme outillage de forage, y compris pièces de moteur et pièces de rechange pour la pompe. Le tour de forage et le moteur sont fabriqués aux Etats-Unis, mais ces pièces de rechange seront plus faciles à approvisionner au Japon qu'au Togo. Les pièces interchangeables possèdent l'interchangeabilité avec les équipements à fournir par le Japon à l'aide d'adaptateurs, ce qui permettra de suppléer la quantité des articles à

fournir. Quant aux matériels de puits, les matériels à fournir par le Japon sont également utilisables en commun.

Il est à rappeler que les deux pays pourront renforcer davantage l'entente dans d'autres domaines que techniques de manière à mener à bien sans à-coups le Projet, si les responsables et ingénieurs Togolais font leurs stages dans des firmes et usines intéressées du Japon préalablement à la mise en oeuvre du Projet.

Les coûts de matériaux équipements et transport ainsi que les frais de technique sont estimés approximativement 460 millions de yen au total, comme ils sont indiqués dans le Tableau 2-2.

Table 2-2 Coûts de Matériaux et Equipements à Fournir et Frais de Prestations et Services

		(Unité=1.000 yen)
A.	Matériaux et Equipements pour le forage de puits	176.000
1.	Foreuse (Camion-Foreuse)	
	Capacité: Rang de 300 mètres de profondeur;	2 unités 74.000
2.	Pièces composantes pour la foreuse, pour 300 mètres par unité (y compris les pièces interchangeables pour l'équipement existant);	3 unités 48.000
3.	Installations pour l'essai de pompage (y compris pompes et compresseurs);	1 unité 9.000
4.	Consomptibles pour le forage, pour 45 puits, 120 mètres de profondeur en moyenne par puit;	1 unité 45.000
B.	Matériaux de puits et Equipements de puisage	97.000
1.	Cuvelage de puits et crépine;	1 unité 35.000
	Tuyau $\phi$ 300 mm : 450 mètres	
	Tuyau $\phi$ 150 mm : 4.050 mètres	
	Crépine $\phi$ 150 mm : 1.350 mètres	
2.	Installations de puisage;	1 unité 62.000
	Pompe à main : 80 (pour 40 puits)	
	Pompe de fond : 5 (pour 5 puits)	

(commandée par moteur Diesel)		
Matériaux pour baches,		
salles des machines et tuyauterie :	5 unités	
C. Véhicules de transport et appareils de télécommunication		39.000
1. Véhicules		33.000
Camion-Grue (4 x 4) : 2		
Camion-citerne (4 x 2) : 2		
4 x 4 Camionnette : 2		
4 x 4 Break : 1		
4 x 4 Véhicule de Service:1		
2. Installation de Télécommunication		6.000
Office de Base à Lomé : 1		
Base Mobile sur chantier : 2		
Equipée à Véhicules : 10		
D. Installation de camp et Equipement d'atelier d'exploitation		35.000
1. Installation de camp		17.000
Bureau Mobile : 2		
Tente et Lit : 12 unités		
Container : 4		
Bâche et Cordage : 8 unités		
2. Equipement d'atelier d'exploitation		18.000
Générateur : 3		
Compresseur d'air : 1		
Soudeuse par moteur Diesel : 3		
Autres : 1 unité		
E. Pièces de rechange	1 unité	20.000
F. Transport Maritime	1 unité	44.000
G. Autres frais (frais de Technique, voyages etc.)	1 unité	49.000
Total Global		460.000

## 2-4 Effets Détaillés du Projet

La fourniture des matériaux et équipements indispensables à la mise en valeur des eaux souterraines pour assurer les eaux de première nécessité ainsi que l'assistance technique comme la formation des techniciens sur le chantier permettront aux autorités Togolaises d'améliorer sensiblement la capacité de la mise en valeur de l'eau souterraine tant sur le plan matériel que technique. De plus, les travaux du Projet leur permettront d'apprendre les techniques nécessaires pour développer, à l'avenir, par eux-mêmes les régions au nord du Plateau Central.

Quoique la coopération du Japon soit limitée à la Région Maritime et que le volume de la coopération ne couvre qu'une partie de besoins en quantités, elle sera pour le Togo la première à mettre en oeuvre par un seul pays. Nous nous permettons de vous signaler que le Projet, en initiant les Togolais à des savoir-faire dans divers domaines, contribuera considérablement à l'exploitation des eaux souterraines et à l'ensemble du plan d'Alimentation en eau de première nécessité.

L'approvisionnement en eau de première nécessité est un impératif fondamental pour l'existence de tous les êtres humains, ce qui attribue à cette action le caractère d'utilités publiques et humanitaires.

Or, il se trouve qu'au Togo, non seulement l'infrastructure n'est pas encore aménagée mais aussi qu'il n'y a aucune industrie importante. A l'état actuel où même les eaux de première nécessité sont insuffisantes à la zone rurale, l'agriculture n'est pas encore entrée dans une phase de production de produits de rente. Il n'est pas donc à espérer que les habitants régionaux pourront tous seuls résoudre le problème du manque d'eau au point de vue économique et technique.

Cet état de choses nous permet de dire que la coopération japonaise pour le Projet aura une grande signification et que les effets qui'en résulteront seront considérables.

### 2-4-1 Effet Primaire

#### (1) Alimentation régulière en eau de première nécessité

La Région Maritime est un pays plat à faible précipitation. Pendant la saison sèche (durant 2 à 4 mois en année normale), elle manque de l'eau

superficielle ou de l'eau de puits peu profonds, dont la qualité devient facilement insalubre. Bref, elle a de la difficulté à assurer les eaux de première nécessité.

D'autre part, il n'est pas commode économiquement, à quelques exceptions, d'utiliser le barrage ou le réservoir, parce que les populations y sont dispersées.

Dans ces conditions actuelles, l'exploitation des eaux souterraines sera une solution la plus économique et adéquate.

Comme on estime qu'une quantité suffisante de l'eau souterraine existe dans la Région Maritime, l'exploitation lui permettra l'alimentation régulière même au temps de sécheresse.

Le plan global du Togo divise la Région Maritime en trois zones:

(a) zone Lomé (b) zone Tsévié et (c) zone Roches Sédimentaires Est.

Le nombre des points d'alimentation est réparti selon la priorité, comme elle est indiquée dans le Tableau 2-3.

Table 2-3 Le Nombre des Points d'eau à Réaliser Selon la Priorité, et la Population dans la Région Maritime

Division	Population Intéressée	Priorité			Sous-total
		1ère	2ème	3ème	
(a) Lomé (67 villages)	40.000	15	49	43	107
(b) Tsévié (168 villages)	140.000	193	98	72	363
(c) Roches Sédimentaires Est (118 villages)	175.000	105	161	16	282
Total	355.000	313	308	131	752

Le tableau nous montre la base du plan, soit 374 d'habitants par point dans la zone Lomé, 386 d'habitants par point dans la zone Tsvévié et 620 d'habitants par point dans la zone Roches Sédimentaires Est.

Puisque quelques points d'entre eux ont été déjà construits par le F.E.D. (Fonds Européen du Développement), il est plus pratique de déterminer le calendrier de réalisations au moment de l'agrément de la coopération, compte tenu de l'urgence et la certitude parmi les points faisant objet du Projet.

Pour exercer les travaux du Projet, la sélection sera faite parmi 105 points donnés de première priorité dans la zone Roches Sédimentaires Est. Sur la base d'environ 600 d'habitants par point, si 45 points sont accompli pendant un an, 27.000 d'habitants bénéficieront de ces ouvrages. La base du Projet étant fixée pour 500 d'habitants pour un point d'eau, pour les ouvrages dépassant 500 d'habitants, il faudra installer des pompes motorisées et prolonger les heures de pompage. Dans ces 45 points sont inclus 15 points à réaliser au moyen de l'assistance technique pour les équipements existants.

Une pompe motorisée pourra avoir le débit de  $80 \text{ m}^3$  pour 4 heures d'exploitation par jour. Cette capacité permettra l'alimentation à quelques 3.200 d'habitants sur la base de 25 litres par homme par jour. De tels puits et installations d'une taille relativement importante seront construits dans 5 grandes communes ayant plus de 1.000 d'habitants.

Ce chiffre n'est pas complètement ajusté, et la Région Maritime, compte, à présent, 130 communes à plus de 1.000 d'habitants, dont la plupart possède une installation quelconque. En examinant l'importance économique de l'ensemble du Projet, nous avons déterminé les 5 points, nombre minimum que nous estimons nécessaire pour l'administration de l'installation tels que services d'entretien.

Les autres 40 points devront être étudiés sur la base de 500 à 600 d'habitants par point.

(2) Allègement des travaux de puissage

D'après les recherches faites par le Gouvernement Togolais, le point d'eau est éloignée de 10 à 15 Kilomètres de la residence.



Ce qui est inimaginable, ce sont les travaux physiques et les heures requis pour puiser de l'eau d'un puits profond de 40 m avec un seau en cuir et cordages. Pour remplir un vase d'eau à transporter, il faut répéter 5 fois le puisage avec un sac en cuir de contenance d'environ 3 litres, ce qui exige quelques 20 minutes de travail.

A cet égard, un des membres de notre mission a tenté ce puisage, et enfin nous avons été convaincus que l'on arrivait à peine à le faire une seule fois.

En outre, il faut transporter un vase d'eau pesant plus de 15 Kilogrammes sur la tête jusqu'à une citerne de la maison. Ainsi, on dirait qu'une femme puise et transporte de l'eau pendant 4 heures par jours. De plus, le puisage et transport est un travail journalier des femmes et des enfants de l'école primaire. Il nous semble qu'un problème social important s'impose là-dessus.

Le Projet vise à construire une installation d'alimentation en eau plus proche de la maison, à permettre un puisage indirecte par la mise en place des pompes et enfin à raccourcir considérablement des heures de puisage en libérant les habitants des travaux pénibles.

D'autre part, les habitants ont dû mettre beaucoup de temps à approfondir le puit et à trouver de l'eau à la saison sèche. Ils ont également dû endurer le temps de sécheresse avec quelques 5 litres d'eau par homme par jour, volume minimum indispensable à la subsistance, en raison à la fois du manque d'eau et de ressource d'eau plus éloignée.

Il va de soi qu'ils sont contraints à vivre dans une condition insalubre sans aucune eau pour bains et lessives.

Le plan d'alimentation en eau de première nécessité, résolvant un tel problème, produira un grand effet afin de jouer un rôle significatif dans le cadre du Plan de Promotion Sociale.

#### 2-4-2 Effet Secondaire Extensif

##### (1) Amélioration sanitaire et hygiénique

D'après la statistique du Gouvernement Togolais, 30% des causes de décès et 40% des causes de maladie, sont dûs aux maladies contagieuses et

parasitaires considérées comme relatives à la pollution de l'eau. Et la mortalité des enfants s'élève à 12,7%. Certes, le manque absolu d'hôpitaux, cliniques et médecins est un phénomène commun dans les villages régionaux des pays en voie de développement. Mais l'alimentation en eau sûre de première nécessité aura un effet préventif.

Les eaux propres en quantité suffisante faciliteront le lavage de l'alimentation et la lessive et rendront ainsi meilleure l'hygiène alimentaire.

La pratique de bains et lessives, la maladie dermatologique se diminuera.

Une fois ces conditions sont satisfaites, il deviendra possible d'apprendre l'hygiène publique et l'hygiène d'environnement.

(2) Effet préventif à la jeunesse contre l'exode rurale

La promotion sociale sera stimulée du fait que les conditions seront bien ordonnées pour encourager l'agriculture à haute productivité et que la porte de l'éducation deviendra plus ouverte aux Togolais, y compris les femmes et les enfants, grâce à l'amélioration du cadre de vie et au raccourcissement des heures de travail improductif. Il en résultera que ceci empêchera l'augmentation du chômage causé par l'affluence de la population rurale dans la ville.

(3) Transfert de technologie

Le niveau de technique Togolais est relativement haut à comparaison des autres pays ouest-africains. Toutefois, du point de vue du niveau du développement du Togo, il manque aux Togolais d'expérience et de technique pour forer les roches cristallines, principalement composées des roches métamorphiques, desquelles abondent la région montagneuse et les périphéries des roches sédimentaires.

Par ailleurs, les coopérations antérieures, telles que celle du Programme du Développement des Nations-Unies (U.N.D.P.) et celle du Canada, ayant pour objet en principe des investigations, les sondeuses qui ont été offertes n'étaient pas adaptable pour la situation actuelle du gouvernement togolais et il semble, dans les derniers projets, pusils ont été indifférents des problèmes de gestion et entretien.

La coopération proposée par le Japon, compte tenu de gestion et entretien des équipements, matériels, pièces composantes et pièces de rechange, devra sûrement élever le niveau de technique plus que jamais.

Après l'achèvement des installations, leur administration apprendront les habitants à améliorer la qualité de vie en guise d'exemple à suivre.

(4) Autres effets

Le Projet à entreprendre par le Gouvernement servira, au moyen de l'assistance technique comme service d'entretien, de dispositif de promouvoir les industries privées telles que foreurs, pompiers et d'autres industries relatives, car le Togo a besoin de réaliser environ 4.000 points d'alimentation en eau.

2-5 Environnement du Projet

2-5-1 Milieu Naturel

(1) Emplacement et topographie

La République du Togo est située à l'est du Ghana et sa superficie est environ 56.000 km<sup>2</sup>. Le territoire forme un rectangle dont un côté court, 56 km le long du bord de la mer, donne sur la Baie Benin au sud, et un côté long, quelques 540 km, s'étend de la côte vers le nord.

La Région Maritime, faisant objet du Projet, à l'extrême sud du pays, a une superficie de 6.200 km<sup>2</sup>, équivalente à un neuvième du territoire. Elle est entourée de la Région des Plateaux au nord, de l'océan Atlantique au sud, du fleuve Mono, frontière du Benin, à l'est et de la frontière du Ghana à l'ouest. Lomé est situé au bord de la mer près de la frontière du Ghana.

La surface de la Région Maritime est en général plat et, au nord-est, des montagnes en plateau à moins de 100 m d'altitude descendent vers le sud en versant doux naturel qui se transforme en plaine côtière. A l'est s'étend une plaine composée de roches sédimentaires laquelle on pourrait appeler plaine fluviale du Mono. Le long du bassin se forme une lagune de 1,2 km de largeur au milieu de laquelle se trouve le Lac Togo, origine du nom de pays. Les Rivières Haho et Sio se versent dans ce lac.

La Région Maritime, où des nouvelles roches sédimentaires se sont développées depuis le mésozoïque, abonde en eaux souterraines. Grâce à son doux relief, facilitant la communication, elle est convenable à l'agriculture et à l'élevage et ainsi considérée comme une région importante pour l'industrie.

## (2) Géologie du Togo

Les terrains précambriens, ayant la plus grande superficie d'exposition dans le continent africain et formant une masse de terrains stable, représentent plus de 70% du territoire Togolais dont notamment la Région Massif Central et le Plateau Central sont tous constitués de tels terrains primaires rocheux. Sur les montagnes en plateau au nord est de la Région Maritime sont exposées des roches de fond cristallines précambriennes, lesquelles disparaissent sous le sol de la plaine en s'inclinant doucement vers le sud et sont remplacées de roches sédimentaires supérieures, formant la plaine côtière. Les roches sédimentaires, formées après le crétacé, sont peu épaisses au nord et deviennent de plus en plus épaisses vers la côte.

### (a) Roches de fond

Les roches de fond, couvertes de roches sédimentaires dans la plaine côtière au sud, sont répandues du nord de la Région Maritime à la Région des Plateaux septentrionale pour occuper la plus grande superficie du territoire, comme elles sont mentionné plus haut. Parmi les roches métamorphiques précambriennes, la migmatite et le gneiss granitique sont essentiellement répartis partout dans le Plateau Central. La migmatite, gneiss granitique métamorphosé par compression, est facile à se désagréger et répartie au sud du Plateau Central, où elle forme un plateau de 100 à 150 m d'altitude. Le gneiss granitique occupe la moitié septentrionale du Plateau laquelle a 150 à 300 m d'altitude, plus haute que le plateau formé de la migmatite. Aux endroits déterminés il existe aussi des roches granitiques, n'ayant presque pas de structure gneisseuse, accompagnées de roches pyroxéniques et amphiboliques. Quant au gneiss granitique, il existe, comme facies de roches, le gneiss muscovite, le gneiss biotite, le gneiss micacé, la granulite, le gneiss amphibolique et micacé, etc.

Il est à rappeler que la migmatite et les gneiss acides sont désignés sous un nom générique "Système Dahoméen". Dans le Massif Central sont réparties des roches métamorphiques primaires telles que la quartzite, le schiste quartzeux et le schiste séricite d'origine précambrienne sous un nom générique "Système Atacorien". Elles se développent à travers le pays, du sud-est des Plateaux au nord-nord-ouest.

(b) Terrains primaires

Les terrains primaires, formant les plateaux au nord-ouest de la chaîne de montagnes Togolaise, sont constitués de phyllites, ardoises argileuses et grès d'origine de sédiments sableux et argileux. Ils sont classifiés cambro-ordoviciens comme ère géologique.

(c) Roches sédimentaires

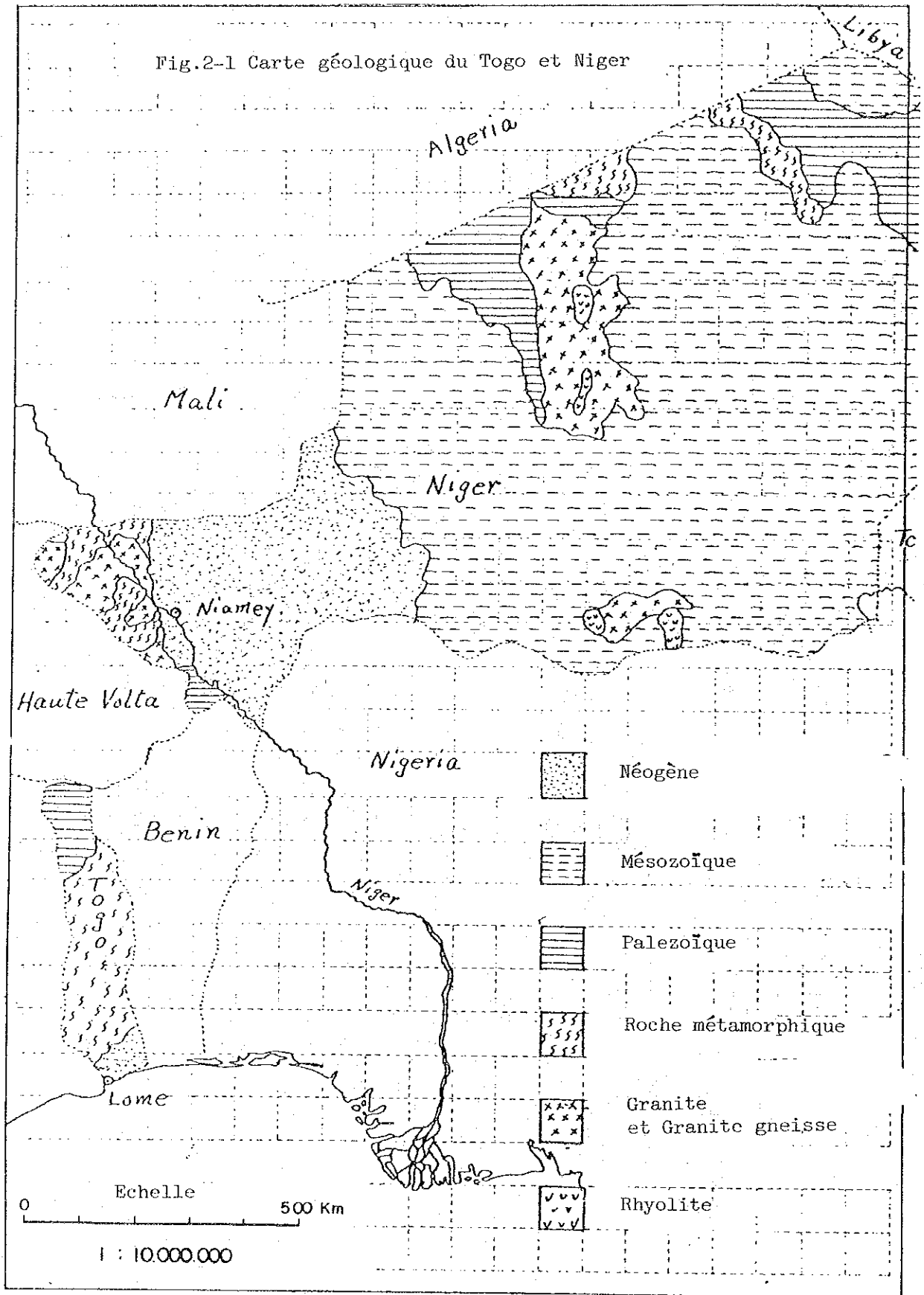
Les sédiments amoncelés depuis le crétacé de l'ère mésozoïque forment une couche aquifère principale de la plaine côtière. Les roches sédimentaires, région faisant objet du Projet, est considérées la région géologique la plus importante en raison de la richesse en eaux souterraines.

(3) Etat de la couche aquifère

Comme il est montré dans le plan conceptif géologique (Fig. 2-1), approximativement 90% de 56.000 km<sup>2</sup> de superficie totale est constitué des terrains primaires et précambriens dont les plus exposés sur terre sont la migmatite, les gneiss, les schistes, la granite, la quartzite etc. d'origine précambrienne.

Les régions montagneuses et en plateau, formées de ces roches, nous offrent la possibilité d'exploiter les eaux souterraines, relativement peu profondes et développées par les fentes telles que la faille et la cassure à l'intérieur des roches. Même dans la région montagneuse, où des graviers et petits cailloux désagrégés s'amoncellent sur des plateaux et zones formant des vallées, des prospections physiques antérieures etc., confirment qu'il existe des acquifères peu profondes.

Fig.2-1 Carte géologique du Togo et Niger



Le reste du 10% du territoire est la plaine de la Région Maritime, objet principal du Projet, dont la nature du terrain est en général le suivant.

	Profondeur (m)	Epaisseur (m)	Nature	Classification
1	0 ~ 50	50 max.	Sédiments côtiers comme alluvions sable, argile, limon	Quaternaire
2	0 ~ 150	150 max.	Alternance des couches de sables gros, graviers et argiles	Néogène (Continental Terminal)
3	100 ~ 300	200 max.	Argile Marneuse parfois introduite de couche calcaire et grès	Paléogène (Rhamacirie)
4	50 ~ 300	250 max.	Supérieur: argileux Inférieur: sableux	Crétacé
5	Plus de 300	Roches de fond	Roches Cristallines	

(La profondeur et l'épaisseur ci-dessus mentionnées pour chaque terrain n'est qu'un exemple représentatif parce qu'elles varient selon la distance à partir de la côte.)

Ce qui peut constituer une couche aquifère, ce sont (1) Couche sableuse Quaternaire, (2) Couche Continental Terminal (3) Grès crétacé, mais la couche Continental Terminal (2) est la plus importante et produit une grande quantité d'eau. De tels terrains de roches sédimentaires se développent continuellement au Ghana et au Benin, pays voisins du Togo, et constituent une couche aquifère considérable.

La perméabilité de la couche aquifère sableuse est  $1,1 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{sec.}$  -  $3,7 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{sec.}$  La plupart des puits ont un jaillissement spécifique de  $1 - 10 \text{ m}^3/\text{h/m.}$

(a) Niveau d'eau souterraine, volume de pompage et qualité de l'eau

La plus importante des couches aquifères du Togo est l'alternance des couches de sables gros, graviers et argiles, dite le continental terminal correspondant au Néogène. Le niveau d'eau souterraine varie considérablement selon l'emplacement et le type de couche aquifère, de 10 à 30 m de profondeur de la surface pour un niveau haut naturel, à 40 à 50 m de profondeur de la surface pour un niveau bas naturel. Cependant le niveau d'eau naturel est généralement

en moins de 40 m de profondeur, ce qui signifie que la pompe à main est utilisable.

La qualité de l'eau est généralement bonne, mais concernant la couche aquifère calcaire on dirait que la teneur en calcium est un peu haute et que la salinité a une tendance à s'accroître à mesure qu'elle s'approche de la côte. Quoiqu'il n'y ait pas de données fiables pour la qualité de l'eau, on peut supposer qu'elle sera bien potable.

Le volume d'eau pompable, dépendant de la structure de puits et du moyen d'exhaure, est en général 20 - 100 m<sup>3</sup> par jour (10 heures). La quantité d'eau requise se modifie selon la taille de communes. Pourtant, si une installation de base pour une unité de 500 d'habitants assure 12,5 m<sup>3</sup> de pompage par jour (volume équivalent à celui qu'assureront assez aisément deux pompes à main pourvu qu'une pompe soit mise en marche 8 heures par jour), elle pourra fournir 25 litres d'eau par homme par jour, qui sont critère gouvernemental.

Table 2-4 Résultats de l'Essai de Pompage pour les Puits d'Essai et les Puits d'Exploitation dans la Région Maritime (d'après le Programme du Développement des Nations-Unies)

No. de Puits	Niveau d'eau Statique (m)	Profondeur (m)	Jaillissement Spécifique (m <sup>3</sup> /h/m)
<u>Zone 1</u>			
B - 2	28,65	57,5	9,8
B - 3	40,6	75	3,99
B - 5	40,8	87,8	4,7
B10-11	29,1	52	9,9
B - 15	27,1	56	27,3
B - 16	10,6	83,7	2,4
B - 17	32,6	119	
C - 3	38	170	1
C - 4	34,8	85	1,6
WIF38-39	51,6	119	1,5
W3F-29	9	261	8
W - 9	18	252	1,6
W - 10	31	158	4,6



No. de Puits	Niveau d'eau Statique (m)	Profondeur (m)	Jaillissement Spécifique (m <sup>3</sup> /h/m)
WN-3	42,7	62	3,16
WN4-5	31,3	178	9,5
<u>Zone 2</u>			
B - 18	14,3	92	1,6
W7-7 bis	11,9	146	3
<u>Zone 3</u>			
B - 12	27,1	43	6,6
C - 7	24,5	250	7
<u>Zone 4</u>			
A - 2	32	118	8
A - 7	6	76,6	2,4
<u>Zone 5</u>			
B-24 8-8	27,5	63,5	24,8

(b) Structure de puits

En ce qui concerne les puits en cours de forage par le Fonds Européen du Développement dans la Région Maritime, leur cuvelage supérieur a un diamètre de 200 mm et leur cuvelage de milieu et de fond un diamètre de 150 mm. Le revêtement de puits est en acier ordinaire et la crépine, en pont ou en volet, est remplie de graviers. La bouche de puits a un diamètre de 300 à 400 mm. Après l'achèvement de forage, une dalle en béton et des graviers de remplissage restant sont posés sur la terre périphérique. L'environnement hygiénique est bien maintenu à cause de la protection par des câbles en fer ou une clôture.

(4) Climat

Le Climat de Région Maritime est du type équatorial-tropical. Il se classe en quatre saisons; c'est-à-dire, la saison longue des pluies (de mars à juillet), la saison courte sèche (de juillet à septembre), la saison courte des pluies (de septembre à novembre) et la saison longue sèche (de novembre à mars).

Il fait le plus humide en juin, et en mars on enregistre la température maximum. La précipitation moyenne annuelle à Lomé (780 mm) est beaucoup moins que celle de la région intérieure du Togo (1.500 mm). C'est la Région Maritime qui a la précipitation la plus inférieure dans l'Afrique de l'ouest excepté le Sahaire.

On enregistre beaucoup de pluies en mai, juin et octobre dont la hauteur moyenne mensuelle atteint 100 mm à 200 mm. La température moyenne à Lomé est montrée dans la table suivante:

Table 2-5 La Température et Précipitation  
moyenne Mensuelle à Lomé  
(d'après M. CHELIN)

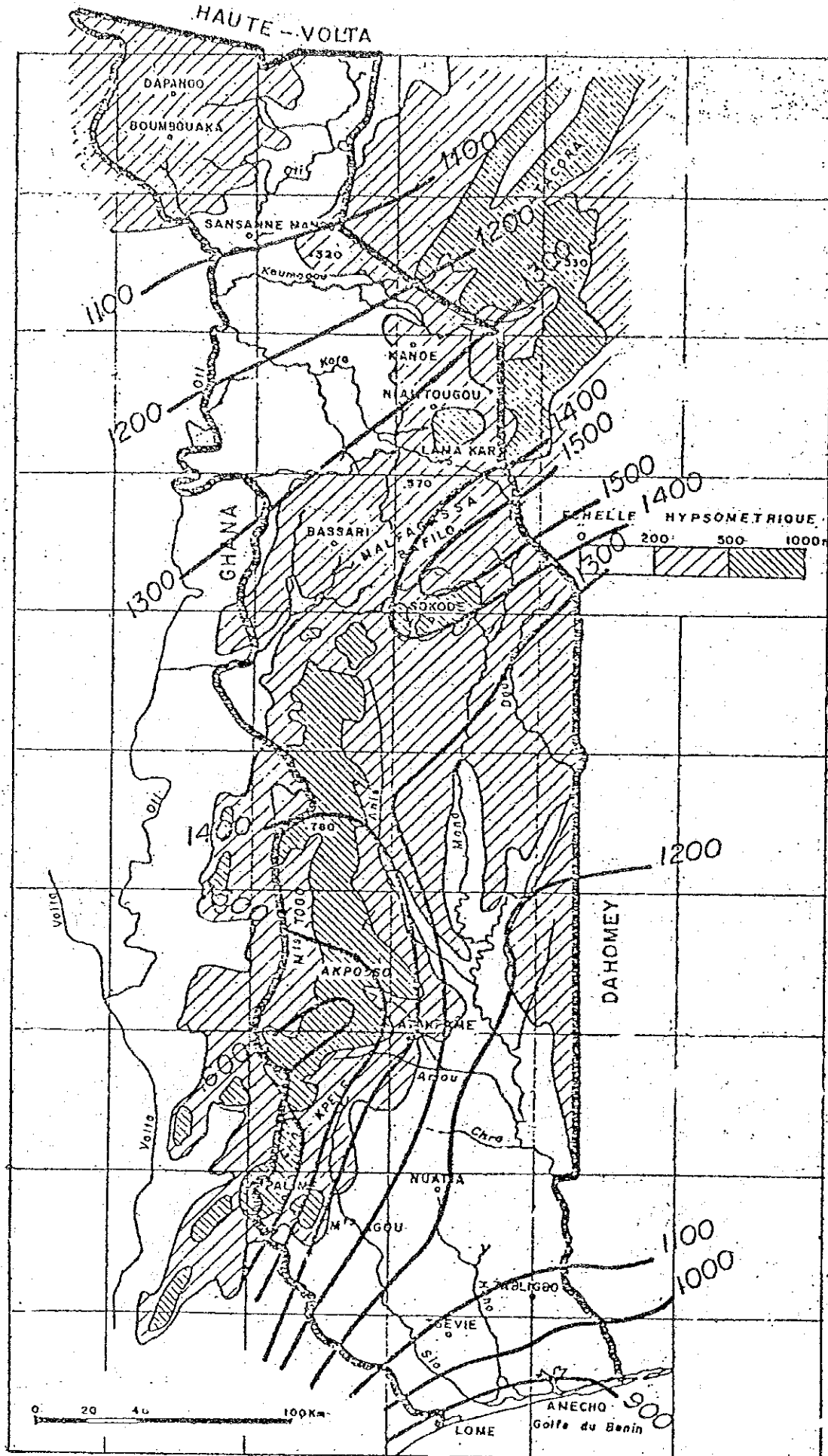
Mois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Température maximum	31	31	32	31	31	29	27	27	28	30	31	31	(°C)
Température minimum	23	24	25	24	24	23	23	22	23	23	23	23	(°C)
Précipitation	A	A	B	B	C	C	B	A	A	C	A	A	

A : 0 ~ 50 mm

B : 50 ~ 100 mm

C : 100 ~ 200 mm

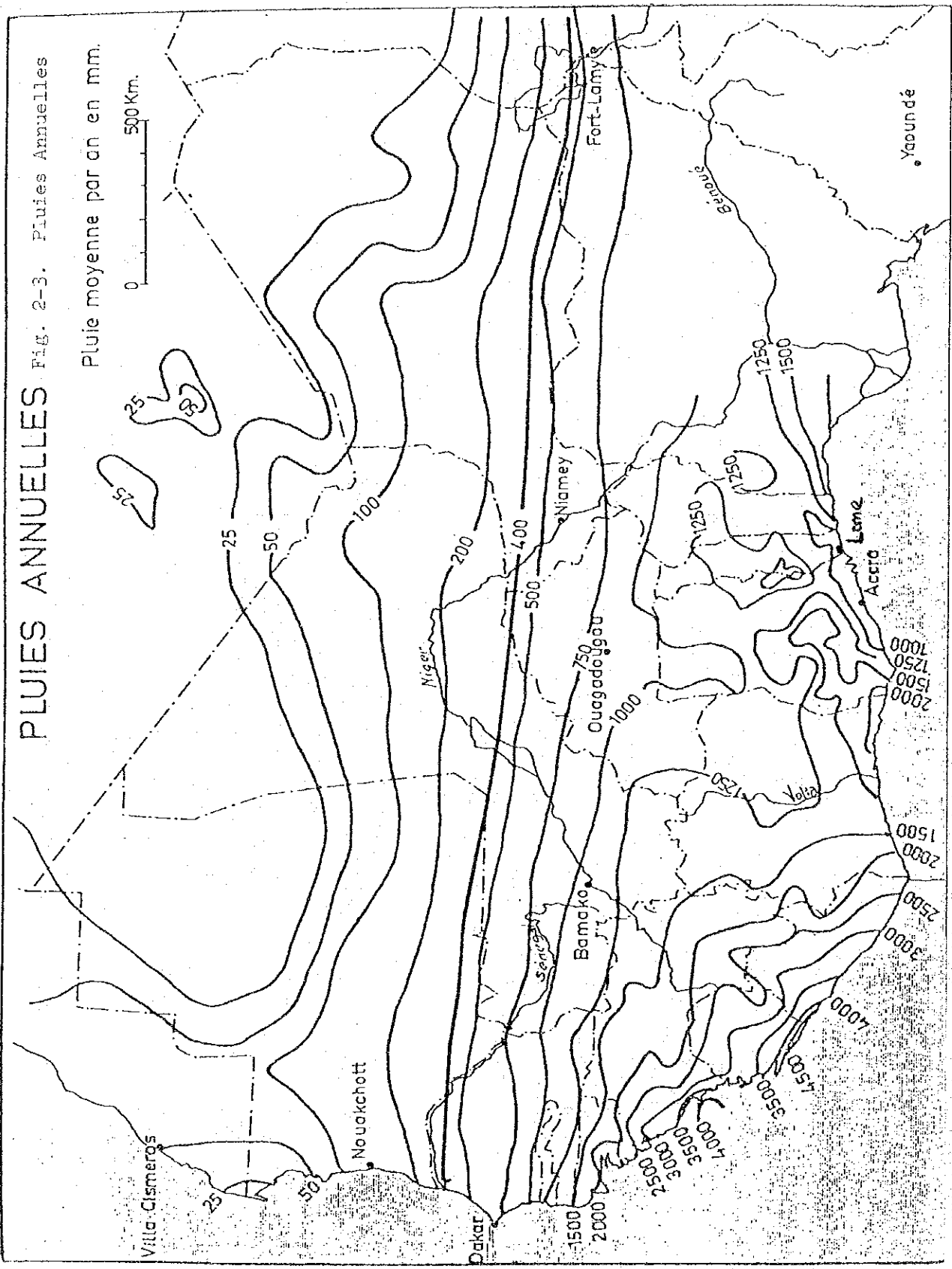
Fig. 2-2. Pluviometrie Moyenne Annuelle (d'après O.R.S.T.O.M.)



# PLUIES ANNUELLES

Fig. 2-3. Pluies Annuelles

Pluie moyenne par an en mm.



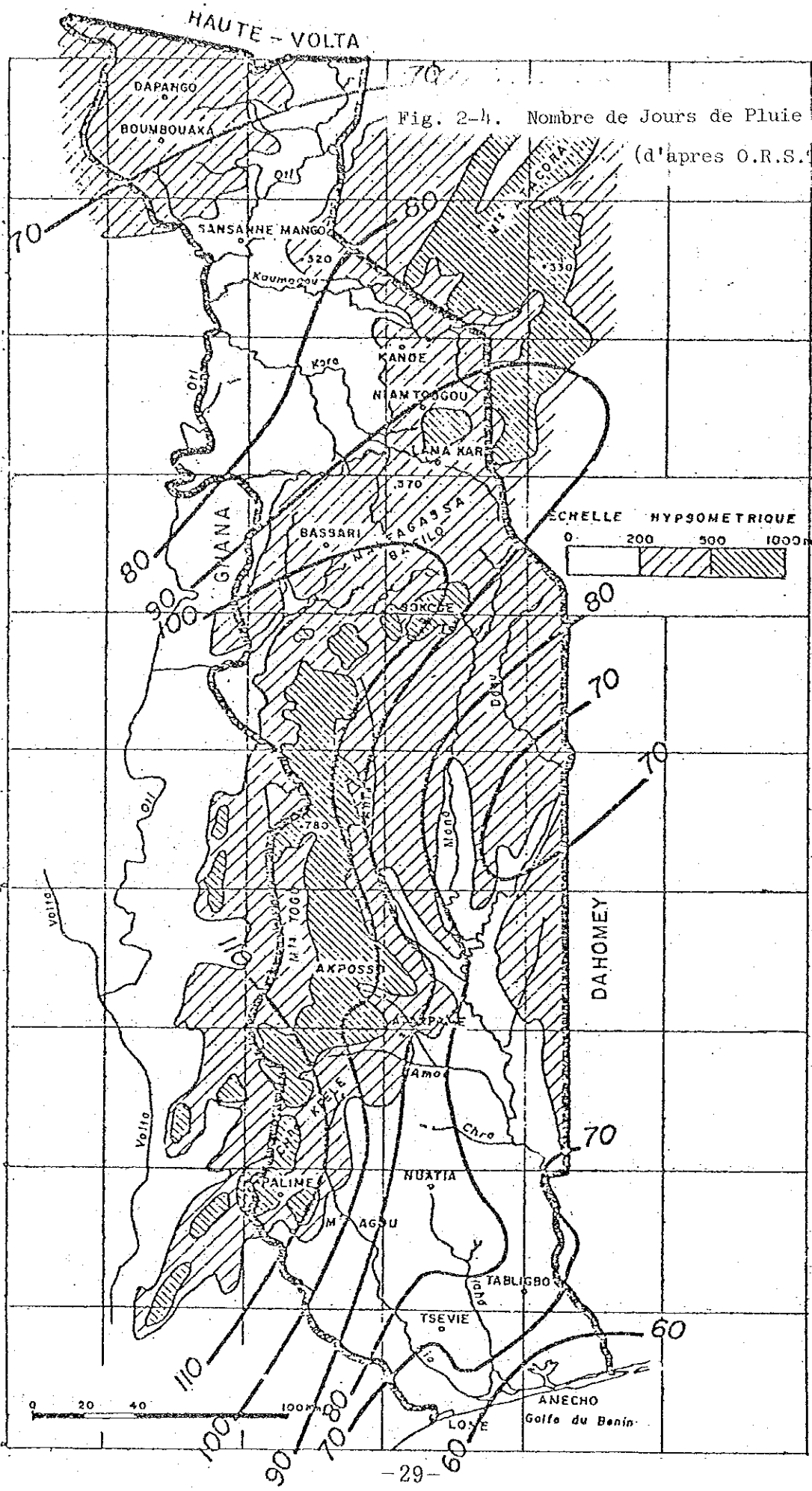


Fig. 2-4. Nombre de Jours de Pluie Annuels (d'après O.R.S.T.O.M.)

Fig. 2-5. Diagrammes Ombro-Thermiques de Quelques Stations (d'après O.R.S.T.O.M.)

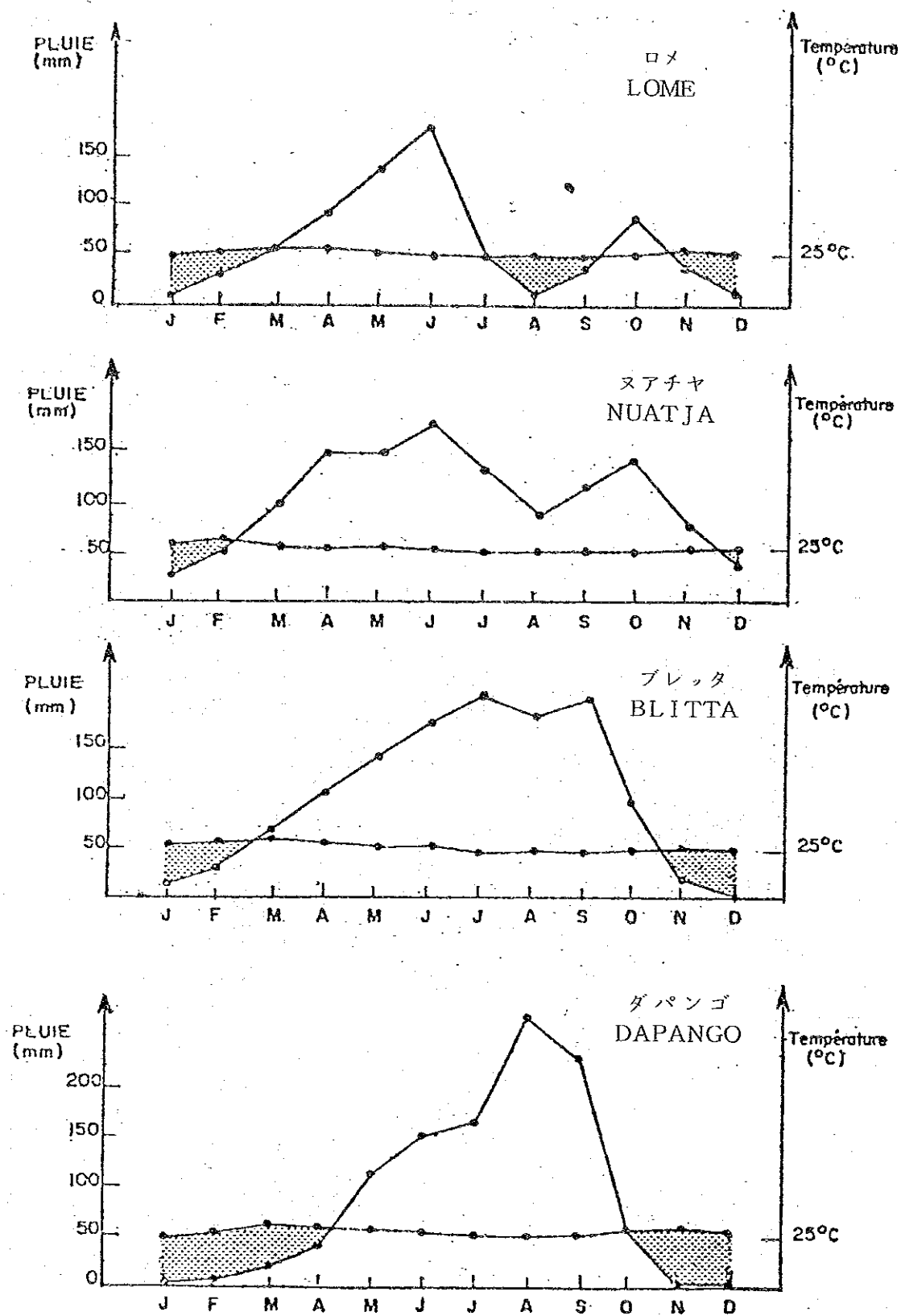
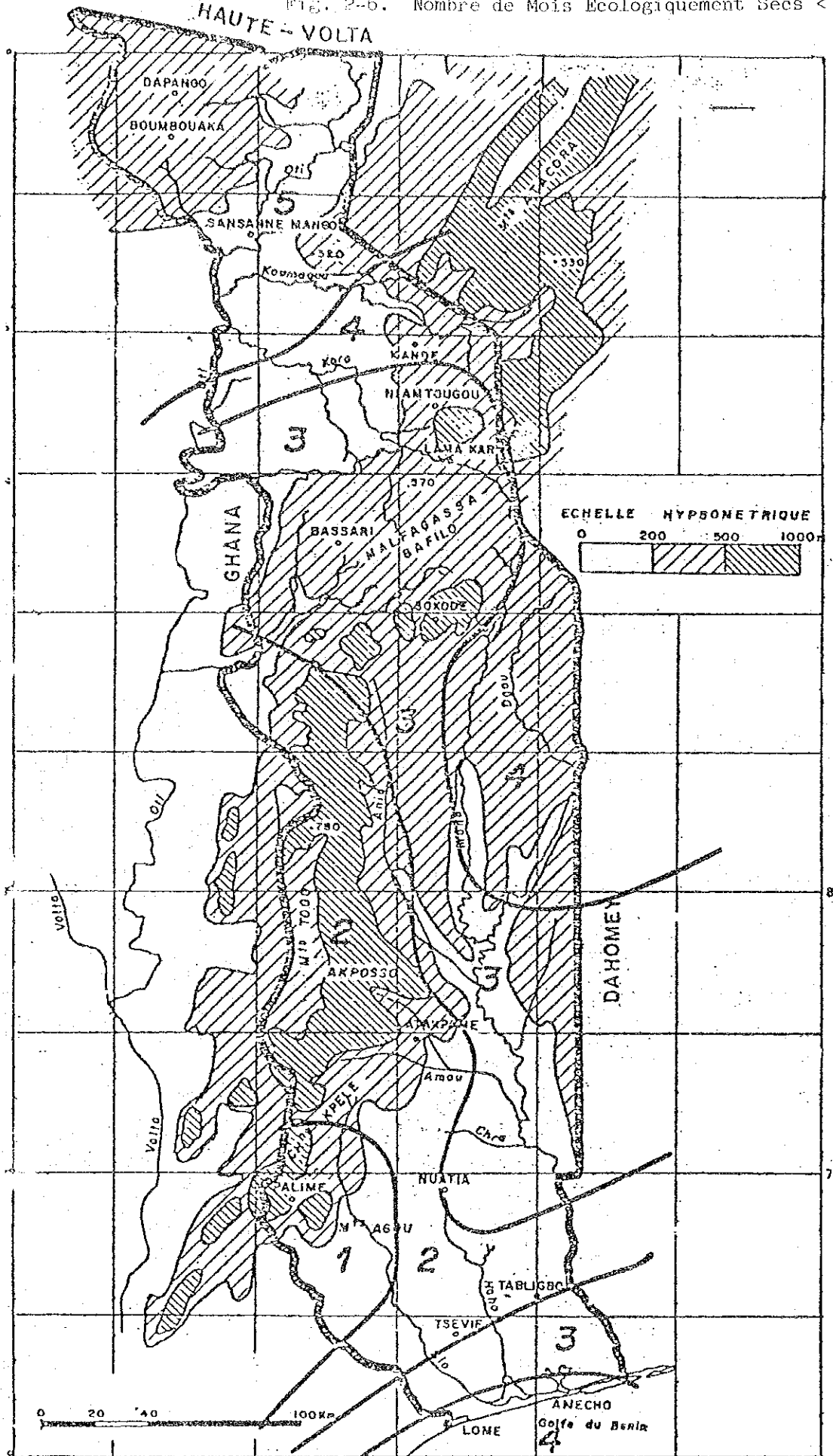


Fig. 2-6. Nombre de Mois Ecologiquement Secs < 30mm



## 2-5-2 Situation Sociale

### (1) Population

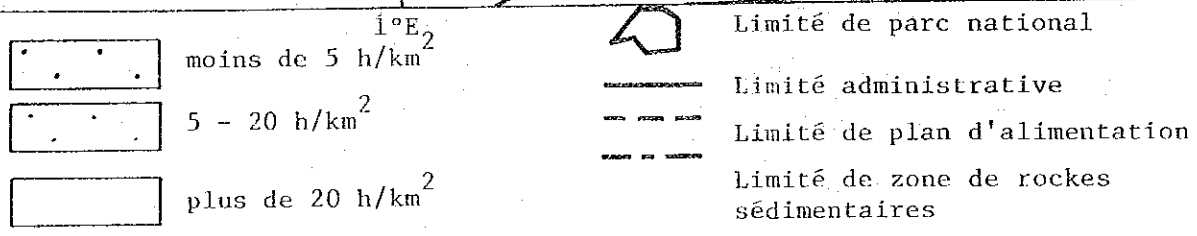
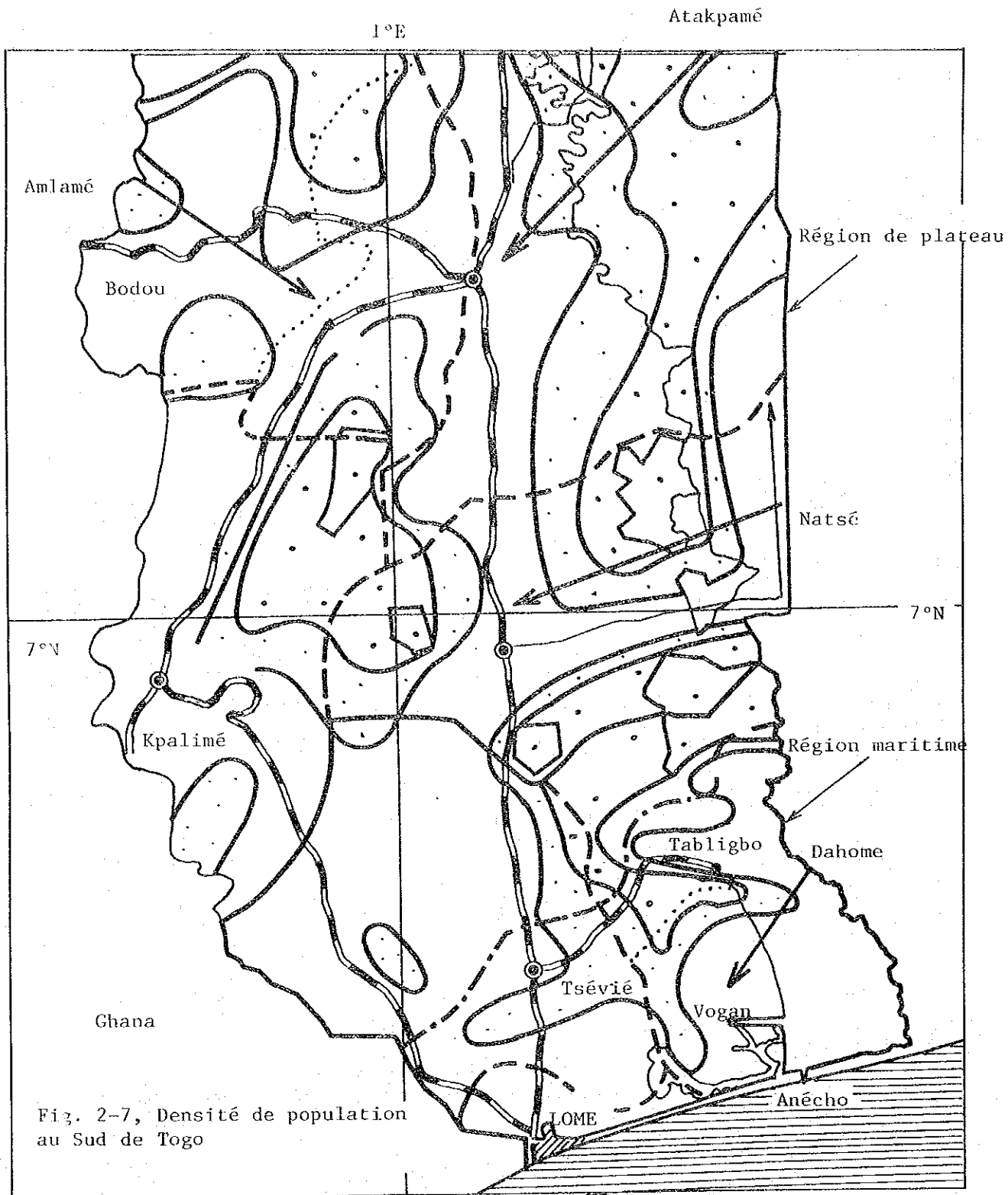
La population du Togo était de 1.953.778 d'habitants d'après le recensement en 1970, cependant, à partir de cette année-là le taux moyen annuel de l'accroissement démographique était de 2,6%, de sorte qu'on pourrait l'estimer environ 2,5 million d'habitants en 1980.

En consultant le tableau démographique (Table 2-6), on peut y trouver deux régions très peuplées --- la Région Maritime du sud et la Région des Plateaux --- dont la population représente 60% de l'ensemble.

Table 2-6 Démographie

Région	Nombre des Communes (endroits peuplés)	Population	
		Nombre des Habitants	%
Maritime	456	710,622	36,4
des Plateaux	928	470,985	24,1
Centrale	388	297,437	15,2
de la Kara	236	235,552	12,1
des Savanes	571	239,182	12,2
	-	-	-
Total	2.579	1,953,778	100





En outre, on prévoit qu'en 1985, la population totale dépassera 2.880.000 d'habitants dont 36% (1.054.855 d'habitants) représentera la Région Maritime, d'après les statistiques des autorités gouvernementales.

La Région Maritime consiste en cinq circonscriptions où il y a 456 communes, dont 50% sont de petits villages de 100 à 500 d'habitants et 71% sont des villages moyens ayant moins de 1.000 d'habitants. (Table 2-7)

Table 2-7 Gradeur de la Population des Villages de la Région Maritime

Circonscription	de 0 à 100	de 100 à 500	de 500 à 1.000	de 1.000 à 2.500	de 2.500 à 5.000	de 5.000 à 10.000	Plus de 10.000	Total
Anécho	0	18	12	23	5	5		63
Lomé	6	55	24	2	1	-		88
Tabligbo	0	9	4	18	6	2		39
Tsévié	15	140	35	37	5	-		232
Vogan	0	4	4	12	5	7	2	34
Région Maritime								
Total	21	226	79	92	22	14	2	456

Quant à la religion, 60% de la nation sont croyants de la religion traditionnelle, 30% catholiques et environ 10% islamiques (d'après l'Annuaire d'Afrique de 1978).

## (2) Industrie

L'industrie-clef du Togo est l'agriculture.

Les travailleurs agricoles représentent plus de 70% de l'ensemble des ouvriers actifs, et la surface cultivée couvre 40% du territoire en sorte qu'on considère le Togo comme un pays agricole typique.

Toutefois, puisque la plupart des travailleurs agricoles s'occupent de l'agriculture de subsistance, la production ne représente que 30% du P.N.B., (Produit National Brut).

Depuis le milieu des années 60, l'agriculture a commencé à décliner, et puis en 1972, la production alimentaire a diminué de 28% par comparaison à celle en 1971.

Ensuite, la production alimentaire reprenait progressivement sa force mais on estime qu'elle restait encore au niveau très bas en 1975, 16% au-dessous de la production moyenne de 1961 à 1965.

La production d'alimentation principale en 1975 était;

Igname	750.000 tonnes
Cassave	780.000 tonnes
Millet et Sorgo	65.000 tonnes
Maïs	120.000 tonnes

Les vivres sont complétés par la pêche (approx. 11.000 tonnes par an) et l'élevage.

Tout insuffisant qu'il soit, l'élevage contribue à la production de la viande et des produits laitiers dans le pays. Le nombre des animaux domestiques en 1975 était;

730.000 ovins
620.000 caprins
255.000 porcins
230.000 bovins

Il y a peu d'accroissement du produit agricole réalisable de telle sorte que la production du grain de café a baissé de l'ordre de 6 mille tonnes par an, ainsi que celle du noyau de palme à l'ordre de 7 mille tonnes, au dessous de la moitié de l'ordre de 18 mille tonnes en 1969. La cacao-houète décroît de 18.000 à 15.000 tonnes, et le coton de 10.000 à 5.900 tonnes.

Après avoir diminué pendant une certaine période, la production du cacao, un des produits principaux pour l'exportation, s'accroît de plus en plus. D'une façon générale, la situation agricole a une tendance à améliorer par comparaison avec celle en 1975.

Ce sont des phosphates naturels qui sont un des produits principaux pour l'exportation du Togo, et qui exerce une grande influence sur la croissance économique du pays. L'exportation des phosphates naturels provenant de la mine Akoupamé était de 199.000 tonnes en 1962, et elle a

atteint jusqu'à l'ordre de 2,87 millions tonnes en 1977 (la sixième dans le monde).

Dans la même région que la mine des phosphates naturels, il y a une réserve considérable de calcaire (200 millions tonnes) qu'on utilise pour la production du ciment (1.200.000 tonnes par an). Quant à l'alimentation en courant électrique, la centrale thermique de Lomé, la centrale hydro-électrique de Palimé et les autres centrales électriques ont fourni 133 millions kwh en 1976, et elles continuent d'augmenter progressivement la capacité d'alimentation.

L'entreprise industrielle est en général de petite taille et sous-développée. Cependant, elle s'accroît récemment dans le domaine des produits agricoles transformés tels que le pressurage de l'huile de palme, le grillage des grains de café, la mouture de la cassave ou la filature du coton. D'autre part, une fabrique coopérative des allumettes a été fondée et a commencé la production en 1971. Et une raffinerie de pétrole était mise en opération en 1977. De toute façon, les activités de cimenterie sont les plus importantes parmi divers projets industriels.

### (3) Transport et communication

Comme le territoire est long et étroit, intercepté de l'est à l'ouest par les Atakoras (de Bénin à Ghana) accompagnées des plateaux montagneux au nord, il y a des difficultés de communication dans tout le pays. Cependant, on fait avancer rapidement des travaux d'aménagement des réseaux routiers (635 km de route en asphalte sur 7.100 km). Les automobiles en possession en 1974 étaient 13.300 voitures de tourisme et 3.746 camions et autobus.

Quant au chemin de fer, la longueur totale est 498 km, et il adopte l'autorail Diesel à 1 m de jauge, voie étroite qui n'est pas convenable au transport de marchandises lourdes.

Le port de Lomé, ayant les quais pour quatre navires, peut accepter un embargement de 600 mille tonnes au plus par an. A la fin de 1977, il était prévu de faire une extension par un quai pour le pétrolier à l'aide de l'Allemagne de l'Ouest et un port de pêche (90 m de quai), afin d'augmenter la capacité de service de la cargaison générale de l'ordre de 750 mille tonnes. Par ailleurs, il y a un quai spécial pour les

phosphates naturels à Kpémé où les cargos japonais font escale deux ou trois fois par mois via Abidjan.

L'aéroport international est situé à Tokohan, la banlieue de Lomé, et l'U.T.A. fait principalement le service aérien international. Et les services inters sont assurés par l'Air Togo.

La Région Maritime se divise en cinq circonscriptions; Lomé, Anecho, Vogon, Tsévié et Tabligbo.

L'étendue contrôlée par le Projet n'est pas trop vaste pour le transport et la communication. Chaque distance entre Lomé et une des villes principales;

de Lomé à Anecho	45 km	par la route côtière
de Lomé à Tsévié	35 km	
de Lomé à Tabligbo	77 km	via Tsévié
de Lomé à Vogon	61 km	via Anecho
de Tabligbo à Vogon	43 km	

## 2-6 Analyse Technique du Projet pour Exploitation des Eaux Souterraines

### 2-6-1 Organisme Responsable et Niveau de Technique

L'organisme responsable pour le Projet Exploitation des Eaux Souterraines est la Direction de l'Hydraulique et de l'Energie appartenant au MIMERHTP (Ministère des Industries, des Mines, de l'Energie, de l'Hydraulique et des Travaux Publics).

A en juger par les investigations sur terrain, nous pensons que le niveau global de technique est assez haut à la Direction pour permettre de sa propre initiative la réalisation du Projet, quoiqu'il n'y ait presque pas de spécialistes étrangers. Pourtant il est souhaitable que nous puissions exercer l'assistance technique, y compris envoi de spécialistes pour une courte durée et assistance pour le service d'entretien au début du Projet.

### 2-6-2 Organisation

La Direction de l'Hydraulique et de l'Energie est organisée de façon (Fig. 2-8).

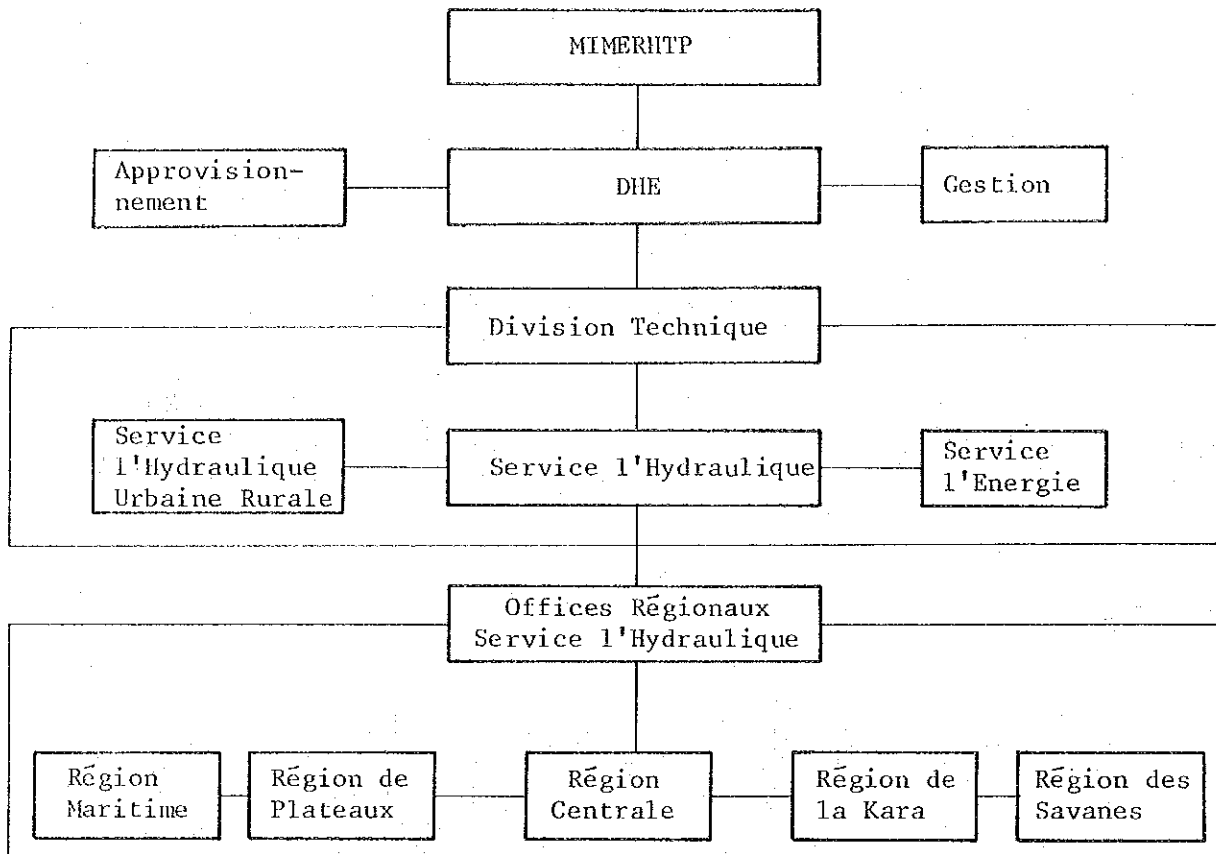


Fig. 2-8 Organigramme de la Direction de l'Hydraulique et de l'Energie

5 offices régionaux devraient bien exister sous la Division Technique mais dans la Région des Plateaux, en fait, il n'y a aucun signe de substance. L'ouverture de son office régional est prévue en fin 1980.

### 2-6-3 Capacité Technique

Les travaux de forage, proprement dits, seront à la charge du Service l'Hydraulique Urbaine Rurale de la Division Technique, lequel envoie actuellement un hydrogéologue formé en France et a l'intention d'ajouter 5 personnels hydrogéologiques entre les ingénieurs en stage auprès du Fonds Européen du Développement. Sous la direction de ces ingénieurs sont disposés un grand nombre de techniciens et ouvriers, toutefois nous n'avons vu aucun étranger sauf les Français, surveillants en tournée sur deux chantiers du Fonds Européen du Développement. Ceci signifie que les Togolais font une administration assez autonome et sont aptes à recevoir le transfert de technologie.

#### 2-6-4 Capacité Administrative

L'organisation d'accueil à l'égard de notre mission d'Investigations; qui consiste dans notamment la discussion et l'arrangement avec les autorités intéressées et organismes spécialisés, étaient assurée très efficacement le personnel de la Direction Générale du Plan; Ministère du Plan de Développement Industriel et de la Réforme Administrative. Nos travaux avec la Direction de l'Hydraulique et de l'Energie, eux aussi, se sont déroulés sans à-coups. Le Ministère du Plan s'est occupé ainsi de tout temps de l'accueil, compte tenu de ce que le Togo devait s'efforcer d'incorporer effectivement les efforts de coopération étrangère dans son plan de promotion sociale en intégrant dans un seul organisme la responsabilité de négociations.

En effet, l'effort d'amélioration administrative du Gouvernement Togolais a un des objectifs à atteindre dans le cadre du Troisième Plan Quinquennal. Le plan estime nécessaire que l'administration basée jusqu'ici sur les gestions courantes soit désormais remplacée par celle de développement. Donc, il nous semble qu'il n'y a aucun problème pour la capacité d'exécution administrative.

#### 2-6-5 Installations et Equipements en Possession

La Direction de l'Hydraulique et de l'Energie possède une foreuse rotary par percussion et une foreuse par percussion au câblé, toutes les deux fabriquées aux Etats-Unis et offertes par le Canada lors de ses investigations hydrauliques. Elles sont utilisées actuellement dans la Région Maritime dans le cadre de la coopération du Fonds Européen du Développement. A part ces deux, elle n'a aucune tour de forage.

Les tours de forage étaient chacune accompagnées de véhicules de transport tels que camion-grue, camion transporteur de tuyauterie, camion-citerne et camionnette. En outre, ils étaient équipés de tous les appareils comme générateur, compresseur d'air, soudeuse électrique et découpeur à l'acétylène et l'oxygène.

Les tours de forage et autres équipements, utilisés depuis 1974, étaient très détériorés mais encore utilisables.

En ce qui concerne l'entretien d'équipements, il y avait des garages à Lomé qui garderaient un nombre suffisant de mécaniciens mais ne laisseraient pas de marge d'équipements. En particulier, nous avons remarqué sur tout le

manque de pièces composantes et pièces de rechange. Un tel manque semble être dû à ce que le pays donateur de l'équipement a imposé au Togo des matériels choisis uniquement en fonction des intérêts du premier, de telle sorte qu'après l'octroi des matériels, il est devenu difficile au Togo de se procurer des pièces de rechange comme celles de moteur.

Les tuyaux pour revêtement de puits et les tubes filtres, fabriqués en France, étaient de qualité moyenne et pratique et fournis par le Fonds Européen du Développement. Tous les matériels étaient en acier ordinaire et nous n'avons trouvé de matériels ni en acier inoxydable ni en plastiques.

## 2-7 Planning des Travaux

### 2-7-1 Aperçu sur les Installations des Eaux de Première Nécessité

Les installations d'alimentation en eau se composent de: (1) puits d'eau; (2) pompes; tuyauterie d'alimentation et de distribution; et (3) réservoirs de stockage. Pour les puits source d'eau, nous devons réaliser deux types selon le nombre des utilisateurs, l'un de petite taille destiné à moins de 600 d'habitants et l'autre de grande taille destiné à plus de 600 d'habitants.

Comme moyen de pompage, une pompe à main ou à pied sera mise en place pour un puits de petite taille et une pompe commandée par moteur pour un puits de grande taille, conformément à la situation actuelle de la région en question. La borne fontaine ne sera installée qu'en cas de l'utilisation de pompe par moteur, et un puits de petite taille ne sera aménagé que sur sa périphérie sans aucune borne fontaine ou abreuvoir pour les animaux. Nous avons mis tous nos soins à ce qu'un puits de pompage par moteur soit équipé de réservoir et d'autres équipements hygiéniques, en vue de limiter les heures pour l'utilisation de moteur et de faire face à l'état d'urgence.

En évitant l'équipement complexe nous avons pu établir une telle conception très simple du point d'eau, parce que la condition hydrogéologique est appropriée dans la Région Maritime, et la taille de population communale et que la base d'étude du Togo ne portaient que sur 500 d'habitants. Par conséquent les travaux coûteront moins chers et toute la gestion, y compris l'entretien et contrôle, deviendra facile à exercer aussi techniquement qu'économiquement. Bref, tout est favorable pour faire avancer le Projet.



## 2-7-2 Planning d'Avancement des Travaux et Assistance Technique

Après l'accomplissement des procédures nécessaires comme la signature de l'Echange de Notes par les deux Gouvernements il faudra quelques mois pour la préparation telle que rédaction du cahier des charges pour l'appel d'offre. Ensuite les articles, les quantités à approvisionner et les fournisseurs seront déterminés et la commande sera émise pour les matériels et équipements à fournir en passant par les procédures juridiques de l'administration.

Comme le Projet nécessite beaucoup de véhicules lourds, leur fabrication exigera généralement 5 à 6 mois. Par la suite, il faudra quelques 2 mois pour le transport maritime du Japon et un mois pour la préparation sur place après l'arrivée des matériels. Il faudra donc au total 8 à 9 mois avant le commencement des travaux sur chantier. Il faudra environ 12 mois pour réaliser 30 puits au moyen des équipements et matériels fournis. (compte tenu d'un mois de vacances par an et d'un mois de période d'entretien)

Le planning des travaux et de l'assistance technique est montré dans la Fig. 2-8.

En envoyant 4 spécialistes (23 mois-d'homme au total) pour l'assistance technique, nous exercerons en collaboration de la contrepartie Togolaise le planning de l'administration et l'assistance technique importante telle que contrôle des travaux, forage, entretien et inspection, de manière à faciliter un avancement efficace du Projet.

Par ailleurs, en considérant qu'il y a eu jusqu'à présent peu de relation entre les deux pays, nous pensons qu'il vaudra mieux que la contrepartie Togolaise confie 2 ou 3 personnels aux organismes gouvernementaux et privés du Japon en vue de la formation préalable en profitant de la période de fabrication et transport pour les équipements et matériels.

Table 2-8 Planning des Travaux (Proposition)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	(mois)	
Commande des équipements et matériels					5 mois																	
Fabrication						2 mois																
Transport							1 mois															
Préparation et Mise en Place															12 mois							
Forage																						
Assistance Technique																						
1. Ingénieur de forage (3 <sup>ème</sup> rang)								3 mois														
2. " (4 <sup>ème</sup> rang)								3 mois									2 mois					
3. Mécanicien (4 <sup>ème</sup> rang)									5 mois									2 mois	1 mois			
4. Contrôleur du Planning (3 <sup>ème</sup> rang)								3 mois										2 mois	(Approvisionnement)	1 mois		

### 2-7-3 Planning du Personnel

Comme il est indiqué dans la Fig. 2-8, nous devons détacher quatre spécialistes pour l'assistance technique, soit 2 ingénieurs de forage, 1 mécanicien et 1 contrôleur du planning (23 mois - d'homme au total). La durée de notre planning de formation du personnel peut sembler un peu plus court que d'habitude. Mais de la compétence des Togolais, la présence d'un contrôleur du planning suffira largement s'il est bien capable de se communiquer en français, langue courante du Togo. Une prolongation de la période ne produirait pas d'autant d'efficacité à cause des travaux simples. Pour les autres techniciens, leur aptitude à la langue française n'est pas strictement requise, parce que la plupart des cadres techniciens Togolais comprennent l'anglais. Il vaudra mieux choisir un personnel qui sache parler anglais, en particulier comprendre des termes techniques.

Une équipe de forage sera organisée selon le tableau ci-dessous. Par ailleurs, en raison de la situation actuelle et la coutume du Togo, les travaux de forage seront exercés 10 heures par une équipe par jour.

Organigramme de l'équipe pour une foreuse (2 équipes au total)

Chef Foreur	1
Assistant	2
Aide-foreur	1
Mécanicien	1
Conducteur (cumulant grutier)	1
Manoeuvre (y compris 1 gardien)	3
<hr/>	
Total	9

Il faudra organiser deux équipes, mais il n'est pas toujours nécessaire de placer à une équipe un spécialiste instructeur.

Il faudra également des équipes de transport, équipes d'essai de pompage et équipes de construction de réservoirs dont certains équipiers pourront être remplacés par des équipiers de forage. Donc, il est préférable que les Togolais organisent par eux-mêmes lesdites équipes au moment de l'exécution des travaux. Les spécialistes détachés devront collaborer effectivement en apportant des conseils à la partie togolaise en cas de besoin.

#### 2-7-4 Sélection de Chantier de Travaux

Il n'y a pas d'inconvénient à ce que les Togolais déterminent l'emplacement des points du Projet et la priorité d'entre eux. Les spécialistes devront leur conseiller en retenant attention aux points suivants.

- (1) l'emplacement doit être considéré comme approprié à l'exploitation, avec l'appui des investigations hydrauliques antérieures qui ont déterminé approximativement le débit des eaux souterraines et la qualité de l'eau.
- (2) la distance entre le point d'eau et le village et toutes les autres conditions physiques doivent être convenables et l'emplacement de puits ne doit être sujet à aucun danger, même à l'avenir, ni soumis à la pollution causée par inondation, évacuation, etc.
- (3) la priorité de réalisation doit être déterminée de manière à éviter déplacement ou transport inutile dans l'ensemble du Projet.
- (4) étant donné que c'est aux Togolais de déterminer par eux-mêmes le besoin de l'eau et d'autres conditions, les spécialistes détachés ne doivent pas en principe s'engager à de tels problèmes politiques.

#### 2-7-5 Base d'Etude et Construction de Puits

Nous construisons, en principe, un puits par point d'alimentation en eau, destiné à 500 d'habitants, nombre de base fixée par le Gouvernement Togolais. Cependant nous avons établi un critère de 625 d'habitants par point, en instituant 25% de marge supplémentaire.

En ce qui concerne un grand puits équipé d'une pompe motorisée, bien que les normes dépendent du débit de chaque puit, il sera destiné à 1.400 d'habitants, correspondant à 3 heures de pompage au minimum sur la base de 12 m<sup>3</sup>/h, valeur minimum fixée par le rendement et la longéuité de pompe.

Comme la base d'alimentation en eau est 25 litres par homme par jour, un petit puits devra pomper 1.500 à 2.000 litres d'eau par heure. Un grand puits, dont les normes dépendent de son débit, pompera au maximum 12 m<sup>3</sup>/h.

De ce qui précède, il sera préférable d'utiliser à un petit puits le chlorure de polyvinyle, matériel économique, parce que le débit par heure est très faible et le niveau d'eau souterraine est peu profond. Le diamètre de tubage de puits sera 150 mm, diamètre minimum requis pour la mise en place de pompe.

En raison de grand débit et de meilleur rendement de puits, il faudra, à un puits équipé de pompe motorisé, utiliser un cuvelage de en acier de plus de 150 mm de diamètre et une crépine à haut pourcentage de perforation.

#### (1) Sélection de crépine

Des sables fins mélangés d'argiles minuscules se développent essentiellement dans les couches Continental Terminal et Continental Intercalaire d'origine Tertiaire et Crétacé, qui sont réparties partout dans l'Afrique de l'ouest.

Ces couches ne causeront pas de problème pour le pompage de faible débit par une pompe à main ou à pied. Mais, comme une pompe motorisé exerce 200 litres de pompage par minute, elles y apporteront des obstacles tels que colmatage des perforations de crépine et l'écoulement dans un puits par des substances minuscules. Afin de parer à ces obstacles, il faudra installer un crépine optimum à la partie de prélèvement d'eau, coeur de puits. Puisque la qualité de l'eau est supposée bonne dans la couche aquifère de la Région Maritime, il sera préférable d'utiliser une crépine en fente "V" et en bobinage continu de câble en acier ordinaire. Pour un petit puits de faible débit, le chlorure de polyvinyle ou un matériel similaire sera utilisé au crépine, compte tenu d'économie avant tout. La partie de captage sera en fente ou en perforation ronde, et au moment de l'installation elle sera enroulée de couverture de filet en nylon ou en saran pour empêcher les sables d'entrer dedans. Il est à noter que la méthode de finition de puits varie selon la grosseur de sables dans la couche aquifère.

La dimension de fente de crépine devrait être adoptée en accord de la grosseur des substances dans la couche aquifère. Toutefois, dans le cas présent, comme il faut déterminer la dimension par une grosseur prévue, le remplissage de graviers sera nécessaire selon des résultats de forage.

Par conséquent, les diamètres de forage et de tube de puits, dépendant du type de puits, ne sont pas uniformes. Pourtant nous nous permettons de vous présenter, comme structure de puits standard, un programme de revêtement de puits ci-dessous (Fig. 2-9).

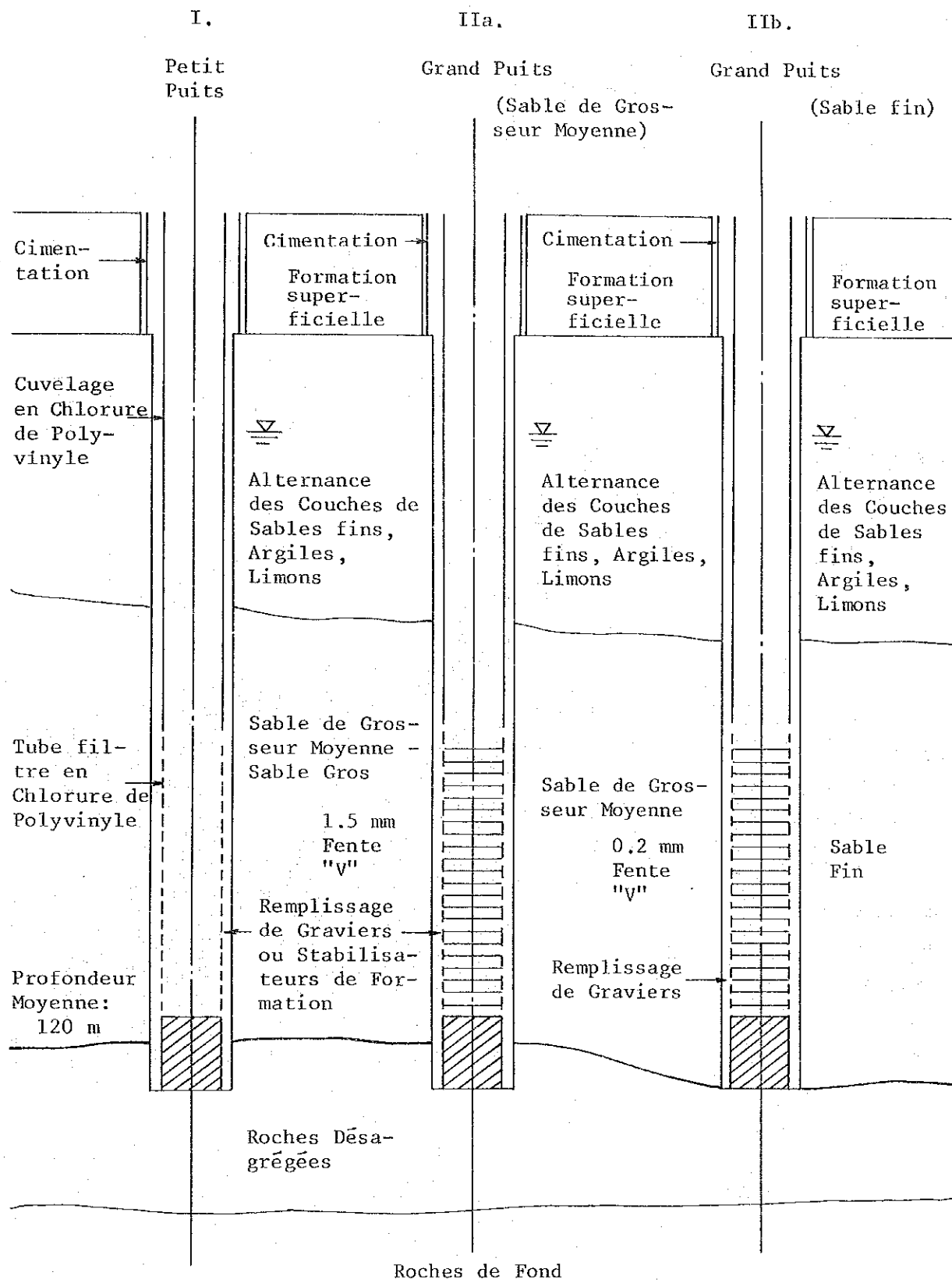


Fig. 2-9 Structure de Puits Standard

## 2-7-6 Procédé de Forage

Le procédé de Forage sera déterminé conformément à la condition géologique dans la région en question, le diamètre et la profondeur de puits et l'expérience locale du pays. Il existe dans la Région Maritime principalement des roches sédimentaires composées de sables et argiles et aussi, dans des endroits déterminés, des calcaires mous et des roches métamorphiques dures près des montagnes. La profondeur de puits est considérée 120 m en moyenne et 250 m au maximum, valeur limite. Le diamètre de puits, en général 250 à 400 mm, sera environ 150 mm pour un puits peu profond dans les roches dures.

Les Togolais ont l'expérience d'utiliser le procédé "Percussion par outillage au câble" (forage par percussion donnée par le mouvement vertical d'un trépan suspendu au bout des cordes) et procédé "Rotary Hydraulique par circulation". Par ailleurs, des foreurs privés français adoptent le procédé "Percussion Rotary" pour forer des roches dures dans la région montagneuse.

Le procédé percussion par outillage au câble, procédé traditionnel caractérisé en particulier de l'économie, a un rendement tellement faible qu'il est en déclin au fur et à mesure que se répand le procédé rotary moderne. Notamment, depuis la mise en valeur de l'outillage de percussion rotary, il est devenu procédé démodé.

En examinant ces situations, nous pensons que pour le Projet il est préférable d'adopter le procédé Rotary Hydraulique par Circulation.

Le Gouvernement togolais a une bonne expérience du procédé rotary et continue une formation de 2 à 3 techniciens en stage. Quant au procédé percussion par outillage au câble, les Togolais prennent une attitude négative parce que ce procédé exige une longue période pour former des techniciens de forage et que les frais de personnel s'accroissent en raison de faible rendement à moins d'organiser une équipe composée de 2 à 3 personnes.

Suivant la méthode actuelle du Togo, chaque étape des travaux sera résumée comme ci-dessous.

- (1) Forage jusqu'à 10 à 15 m de profondeur et d'un diamètre plus de 400 mm, Mise en place du cuvelage à 300 mm de diamètre intérieur jusqu'au fond et Cimentation avec le coulis de ciment autour du cuvelage jusqu'à la surface.



- (2) Après le durcissement suffisant du ciment, Forage jusqu'à la profondeur prévue d'un diamètre de 290 mm. Pour parer à des obstacles comme colmatage dans la couche aquifère, il serait préférable d'utiliser des eaux de circulation équivalentes à l'eau douce à moins que l'éroulement ne soit intense. On doit utiliser en principe l'amincissant pour boues autolytique. En vue de protection des eaux souterraines contre la pollution, on doit désinfecter des eaux utilisées. Un échantillon de terrains doit être prélevé environ 1 litre à tous les 3 mètres de profondeur.
- (3) Une fois la profondeur prévue atteinte, on installera le filtre et le cuvelage après avoir bien nettoyé l'intérieur de puits avec de l'eau de circulation.
- (4) Remplissage sûr de graviers de grosseur appropriée autour du tube filtre, s'il en est besoin. Ou bien, remplissage de stabilisateurs de formation composés de gros sables pour empêcher un éroulement éventuel de terrains.
- (5) Ensuite on doit descendre une tige de forage à l'intérieur de puits et nettoyer dedans en circulant de l'eau douce pure.
- (6) Après le nettoyage, Mise en place du dispositif d'allègement à l'eau et Essai de l'allègement à l'air et de pompage. Lorsque des eaux pompées deviennent eau pure, on doit arrêter l'allègement à l'air et laisser pendant approx. 24 heures, après la mesure du débit et du niveau d'eau.
- (7) Préparation pour l'essai de pompage et exécution de cet essai et du prélèvement d'eau pour l'analyse chimique. On doit exercer l'essai de pompage et l'essai d'emmagasinement à chaque niveau pour la pompe de fond, s'il en est besoin.

Après l'achèvement de construction de puits on doit faire des travaux de génie civil comme le dallage en béton.

Table 2-9 Procédé de Forage à Utiliser

1. Conditions hydrogéologiques ainsi que données principales de puits

Profondeur de puits	: 120 m (en moyenne)
Niveau d'eau statistique	: 30 m (de la surface)
Nature du Terrain	: Roches Sédimentaires (non solidifiées - mi-solidifiées)
Débit Prévu	: 16 m <sup>3</sup> /8h. (8h/jour)
Alimentation par homme par jour	: 25 litres
Population alimentée par point	: Max. 625 d'habitants

2. Durée des travaux standard

	Nombre de Jour
2-1 Aménagement et Montage	1
2-2 Déplacement et Démontage	2
2-3 Forage, Sol de Surface 15 m	1
2-4 Forage 105 m	5
2-5 Sondage électrique du terrain	1
2-6 Montage de tube de puits et Cimentation 15 m	1
2-7 Installation du cuvelage	1
2-7-1 Cuvelage de puits 90 m	
2-7-2 Crepine 30 m	
2-8 Remplissage de Gravier	1
2-9 Finition	2
2-10 Essai de pompage (24 heures continues)	3
2-11 Dalle en Béton et Pose de Gravier etc.	2
(y compris Mise en place de pompe à main)	
Total	20 jours

## 2-7-7 Procédé et Installations de Pompage

### (1) Petit Puits

Nous avons fixé 625 d'habitants comme bénéficiaires d'un petit puits. Le débit par jour sera quelques  $16 \text{ m}^3$ , calculés sur la base de 25 l/homme/jour. Si une pompe est mise en marche 8 à 10 heures par jour, elle devra élever 1.600 à 2.000 litres par heure. Quoiqu'il ne soit pas nécessaire d'équiper un petits puits d'une pompe motoriséé, une pompe à main ou à pied sera difficile à atteindre un tel volume. Donc, il faudra équiper deux pompes par puits. Pour installer deux pompes, on ne peut pas adopter de pompes de fond ordinaires du point de vue mécanique. Il sera préférable de metrrre en place deux pompes de fond avec tuyauterie flexible. Ces pompes consistent en pompe au fond de puits, partie motrice sur la surface et tuyauteries de pilotage et de pompage qui relie de haut en bas. Leur caractéristique est (1) permettre une hauteur d'élévation jusqu'à 60 m (2) plus durable que les modèles classiques (3) des pièces de rechange sont moins chères et faciles à remplacer. Elles se distinguent des pompes courantes à piston plongeur à main sous un aspect de capacité et rendement. Beaucoup de pompes du type similaire sont utilisées et obtiennent d'excellents résultats dans des régions ayant de la difficulté d'entretien et contrôle, telles que le sahel et le Sahara.

Le dallage en béton sera fait autour de la tête de pompe, de manière à faciliter le pompage et rendre hygiénique. La haie doit être installée sur la circonférence à plus de 15 m du puits pour empêcher des animaux domestiques de s'introduire et des sables et graviers seront posés sur la périphérie du puits.

Nous n'installerons pas de réservoir. Il en est de même que dans le projet du Fonds Européen du Développement. Si jamais un réservoir est nécessaire, il devra être construit à la charge des bénéficiaires.

### (2) Grand Puits

Un grand puits, destiné à plus de 1.400 d'habitants, un débit au-dessus de  $12 \text{ m}^3/\text{h}$ , qu'une pompe à main ne peut pas réaliser.

Une commune à alimenter par ce puits doit avoir une grande population et aussi une compétence d'exécution économique et administrative telle que

charge des frais de consommation, entretien et contrôle.

Comme un volume requis sera  $35 \text{ m}^3$  par jour en cas de 1.400 d'habitants, le pompage devra être exercé 3 heures par jour pour un puits de débit de  $12 \text{ m}^3/\text{h}$ . Le réservoir devra être construit parce que les heures d'utilisation d'eau sont en général 8 à 10 heures par jour.

En ce qui concerne la pompe, il sera convenable d'adopter une pompe à turbine verticale par transmission par arbre, compte tenu de longévité, contrôle et entretien facile et rendement énergétique du moteur. Nous pourrions recommander, comme moteur, un moteur Diesel à petite vitesse caractérisé d'excellente durabilité ou un moteur Diesel à refroidissement par air, avantageux pour l'entretien et contrôle. Cependant la sélection doit être faite à condition que le moteur donne une possibilité de service d'entretien au Togo. Puisque le moteur Diesel nécessite un rechange de diverses pièces comme filtre, peu de temps après sa mise en marche, on ne pourra pas l'utiliser sans aucune structure de service d'entretien sur place.

Le réservoir devra avoir une contenance d'environ  $12 \text{ m}^3$  pour réserver un tiers du volume journalier à alimenter sur la base de  $35 \text{ m}^3$  d'alimentation en eau par jour, compte tenu aussi des heures de pointe à  $6 \text{ m}^3$  maximum par heure pendant deux heures. (8 heures d'alimentation/jour) Ce réservoir peut être construit en béton, monté en panneaux ou soudé en acier avec la technique des Togolais. Les matériaux de réservoir, dont certains seraient difficiles à approvisionner au Togo, ont été inclus dans les matériaux à fournir par le Japon, y compris les tuyauteries. La fourniture, basée sur la construction de réservoir en acier économique, sera des tôles, charpentes, tuyauteries, baquettes de soudure etc. La peinture anticorrosive sera disponible au Togo.

La borne fontaine devra être d'utilisation publique et il sera préférable d'instituer un endroit de lessive qui est séparé de la borne fontaine.

#### 2-7-8 Contrôle et Entretien, et Transport et Communication

Le contrôle et entretien est non seulement une structure de soutien indispensable en même temps que le commencement du Projet, mais encore il est un problème à envisager le plus important pour maintenir l'administration des

installations d'alimentation en eau de première nécessité. L'objet de notre coopération est l'alimentation en eau de première nécessité, mais nous devons également mettre tous nos soins à la structure de contrôle et entretien afin d'accomplir cet objet.

Dans la structure sont inclus l'entretien avant, pendant et après la mise en marche, l'inspection et réparation périodique, les installations pour la révision, les magasins des pièces et les techniciens spécialisés.

Nous ferons une formation de sorte que les villages intéressés puissent en principe exercer le contrôle et entretien pour un petit puits.

Il faudra fournir des machines-outils et pièces de rechange nécessaires et suffisantes pour la réparation des machines comme foreuse et machine motrice. D'autre part il faudra des ateliers de réparations et des magasins appropriés pour garder des pièces de rechange. En plus, un atelier mobile ou un véhicule de service itinérant sera très utile.

Une telle structure, à organiser à long terme, devra être gérée d'une façon autonome. Le Projet comporte la fourniture d'un petit véhicule de service et des machines-outils et pièces de rechange en quantité minimum. Nous avons accordé de l'importance à la formation des mécaniciens Togolais qui s'occupent de l'entretien.

Il est à noter que nous installerons à chaque emplacement un bureau-foyer mobile pour le contrôle sur chantier et des tentes pour les travailleurs. Des équipements de radiotélé-communication seront installés à Lomé, chaque emplacement (2) et chaque véhicule pour établir une communication avec la Direction de l'Hydraulique et de l'Energie et donner des directives de travaux.

Chaque tour de forage sera accompagnée d'un camion-grue, un camion-citerne et une camionnette. Nous fournirons au Chef de Projet un break et un véhicule de service itinérant. L'insuffisance de véhicules, s'il en y a, devra être résolue par le prêt entre des équipes. Ainsi nous avons réussi à économiser les frais et réduire le personnel administratif sans surestimer les installations nécessaires.

## Estimation des Frais Approximatifs

Nous vous soumettons notre estimation des frais de construction tels que matériels, équipements et prestations à fournir et des articles à approvisionner au Togo. Il est à rappeler que les frais sur place, présentés juste pour référence, pourront varier selon la fluctuation des prix ou l'organisation de structure.

(Unité = ¥1.000)

(1) Articles à fournir par la coopération Japonaise		¥460.000
a. Matériels et Equipements de Forage		
b. Matériels de puits et Installations de pompage		
c. Véhicules de Soutien et Appareils de Télécommunication		
d. Installations de camp et atelier		
e. Pièces de Rechange		
f. Frais de Transport Maritime		
g. Frais de technique et voyage		
(2) Articles à Approvisionner Localement (pour une année)		¥ 11.890
a. Carburants et Lubrifiants		¥7.240
Essence : 300 jours x 30ℓ @160		¥1.440
Gas-oil : 300 jours x 200ℓ @ 80		¥4.800
Huile, Graisse 1.000 kg		¥1.000
b. Ciment pour 45 puits @80		¥3.600
c. Sables, Graviers (matériaux de soutien)		
	135 m <sup>3</sup>	¥450
d. Graviers pour remplissage	135 m <sup>3</sup>	¥600
(3) Frais de personnel (pour une année)		¥8.160
Chef Foreur	2	¥1.440
Assistant	4	¥1.920
Aide-Foreur	2	¥840
Mécanicien	2	¥1.440
Conducteur	2	¥1.440
Manoeuvre* (payé à la journée)	6	¥1.080
Total	18	

\* Pour 300 jours; y compris un gardien

Nota: Ne sont pas inclus les frais de personnel pour les ingénieurs de la Direction de l'Hydraulique et de l'Energie comme chef foreur et spécialiste hydrogéologique.

### §3 ANNEXE

#### 1. Personnes Interviewées

#### 2. Documents Attachés

Figure 1. République du Togo, Esquisse Hydrogéologique, Potentialités en Eaux Souterraines et Mode d'Exploitation, 1/1.000.000

Figure 2. Hydraulique Villageoise, Unités de Programme

Table 1. Planning des Points d'Alimentation en Eau dans la Région Maritime du Togo ----- Tabligbo

Table 2.	"	"	"	Tsévié
Table 3.	"	"	"	Lomé
Table 4.	"	"	"	Vo (Vogan)
Table 5.	"	"	"	Anecho

#### 3. Documents Obtenus

## 1. Personnes Interviewées

Nom et Prénom	Organisme
Yasuda, Kenji	Ambassadeur Extraordinaire et Plénipotentiaire de l'Ambassade du Japon en Côte d'Ivoire
Shinohara, Katsuhiro	Deuxième Secrétaire de l'Ambassade du Japon en Côte d'Ivoire
Kotaki, Toru	Deuxième Secrétaire de l'Ambassade du Japon en Côte d'Ivoire
Addra, T.C.	Chef de Service du Plan de l'Exploitation Ministère du Plan
Kogbetse, M.	Direction Générale du Plan Ministère du Plan
Aziaha	Chef de Service de l'Infrastructure Ministère du Plan
Adodo, Y.	Directeur de la Coopération Ministère des Affaires Etrangères
Honyiglo, K.S.	Directeur des Mines
Lawson	Directeur de l'Agriculture et du Génie Civil
Kukui	Ministère de l'Aménagement des Villages Agricoles
Osseni	Directeur de la Géologie, des Ressources Minérales, de l'Hydraulique et de l'Energie
Amefia	Ingénieur du Service l'Hydraulique