

structure synclinale. Ces formations contiennent du fer et jaillissent naturellement au terrain bas.

b. Réservoirs mésozoïques et tertiaires

La cuvette tectonique Bénoué et les grès éparpillés sont aquifères. La quantité d'eau est assez grande pour utiliser sur une vaste échelle. La profondeur maximale est d'environ 200 m. (Voir les figures 3-2, 3-3)

c. Réservoirs quaternaires

Par la facilité de creusement et de prise d'eau, ces réservoirs sont très utilisés par les habitants, aussi bien dans les bassins sédimentaires que dans la zone de socle, pour leur alimentation que pour celle de leur bétail. Cependant, la plupart de ces réservoirs se dessèchent dans la saison sèche, parce que le niveau d'eau descend notablement. Et aussi, les eaux risquent d'être polluées.

### 3-8 Conditions des puits et des forages existants

#### 1) Sorte

Au Cameroun, l'ouvrage hydraulique est divisé en deux sortes par le moyen de creusement et par le diamètre; puits et forage.

Et on peut morceler comme le tableau 3-1 par la forme, le moyen de creusement et de puisage. Au point de vue de l'utilisation, généralement on peut diviser en deux; puits pour les villageois et forage équipé de pompe pour le peuple nomade.

Puits et Forage

Division	Petite division	Moyen de puisage	Nappe	Remarque
Puits ouvrage par des forces humaines	Puits traditionnel	Puisage à main avec une corde	Nappe phréatique	Il est nécessaire de réparer parce qu'il est fréquent que les puits s'effondrent au moment de la fouille sans étayage. Il est possible de tarir les puits à cause de la faible profondeur.
	Puits type Ministère de l'Agriculture	Puisage à main avec une corde	Nappe phréatique	Diamètre de $\phi$ 1,6m. Ce type de puits qui est en béton armé endurant, est le plus populaire. Dans le cas du terrain dur, on peut utiliser le marteau-piqueur.
Forage ouvrage par une foreuse	Forage équipé de pompe	Pompe à main ou à pied	Nappe phréatique	Le niveau dynamique est si élevé qu'il n'est pas préférable de construire ce type de forage au niveau quantitatif. Mais ce forage est hygiénique et permet de diminuer le travail. En cas de panne, la réparation est assez difficile.
		Pompe à moteur	Nappe phréatique, nappe captive	Le débit est comparativement abondant. Essentiellement ce type est utilisé pour l'hydraulique urbaine et pastorale.
	Forage coulant naturellement	Couler naturellement	Nappe captive	Les forages coulants naturellement se trouvent localement au point de vue hydrogéologique. Le débit est abondant et certaines servent pour l'irrigation agricole.

## 2) Forme et Mécanisme

La forme et le mécanisme varient selon les conditions géologiques, le niveau d'eau et le volume d'eau.

Nous montrons les cartes sommaires d'un puits et d'un forage sur les figures 3-4, 3-5.

## 3) Etat d'utilisation des ressources en eau

L'état d'utilisation des ressources en eau est divisé grosso modo comme suit, d'après les conditions hydrogéologiques.

- i) On utilise l'eau infiltrée et filtrée des cours d'eau temporaires nommés "Mayo" et du fleuve Bénoué. Leur nappe s'étale entre quelques mètres et une dizaine de mètres sous terre. Ce qui fait qu'il est facile de construire des puits. Mais, ces puits se tarissent facilement pendant la saison sèche et aussi ils ont des problèmes de la qualité d'eau.

Ce type de puits, appelés "puits traditionnel" et le "puits du type Ministère de l'Agriculture", existe dans chaque village.

- ii) On utilise l'eau de fracture formée dans la couche de socle qui se trouve souvent dans la zone du projet en extrayant des puits ou bien des forages.

Les puits creusés par des forces humaines sont peu profonds et fréquemment séchés.

iii) On profite de la nappe captive dans les réservoirs paléozoïques, mésozoïques et tertiaires qui ont une profondeur inférieure à 200 m. La nappe est exploitée par une foreuse et puisée par une pompe.

Et partiellement, il y a des forages coulant naturellement qui servent aux besoins agricoles. Les forages ont assez de débit, mais leur qualité d'eau n'est pas très bonne.

#### 4) Puisage et Transport de l'eau

On voit de différentes façons de puisage variées en fonction des niveaux d'eau.

##### i) Puits

Au cas du niveau d'eau inférieur à 20m, une personne puise de l'eau avec une corde.

##### ii) Forage

a. Dans le cas où le niveau dynamique serait haut et le débit serait faible, on puise de l'eau en pompe à pied ou on pompe à roue (pompe hollandaise).

b. Dans le cas où le niveau dynamique serait bas et le puisage serait fort, on puise de l'eau en pompe submersible. Et on installe une conduite d'eau.

c. En cas du forage coulant naturellement, on obtient de l'eau directement par conduite d'eau. Une partie est utilisée pour les besoins agricoles, car l'eau coule naturellement durant 24 heures par jour.

### Moyen du transport de l'eau

L'installation de la distribution d'eau ne se généralise pas tellement dans la zone du projet, si bien que généralement le transport de l'eau est fait aux moyens suivants.

#### i) Village muni de puits ou de forages

On transporte de l'eau dans un seau, un pot ou unealebasse mis sur la tête. Et on en porte, de temps en temps, à l'aide d'une palanche.

Les puits et les forages sont souvent situés à un extrémité d'un village.

#### ii) Village sans puits ni forage

On utilise de l'eau infiltrée des cours d'eau temporaires pendant la saison des pluies. Mais pendant la saison sèche, on transporte de l'eau mise dans les outres, lesalebasses ou bien les tonneaux en fer, par les ânes ou par les charettes. La distance du transport varie de quelques kilomètres à 20 kilomètres.

Pendant la saison des pluies, les habitants ne sont pas en difficulté pour assurer de l'eau. Mais pendant la saison sèche, ils économisent leur consommation en eau jusqu'à 1 ou 2 litres par jour par personne.

5) Examen de la qualité d'eau

Nous avons fait un examen de la qualité d'eau pour 4 puits et un forage, au village Bibémi dans le département de la Bénoué.

Les résultats sont indiqués dans le tableau.

Résultat de l'examen

Matières d'analyse	1	2	3	4	5
Types de puits ou de forage	Puits du type M.A. puisage avec le sac en gomme	Forage équipé d'une pompe à roue	Puits du type M.A., équipé une pompe à main	Puits du type M.A., équipé une pompe à pied	Puits traditionnel
Odeur	néant	néant	néant	néant	néant
Goût	bon	bon	bon	bon	bon
Température de l'eau	27°C	27°C	27°C	27°C	27°C
Ammoniaque (colorimètre)	1,5 ppm	0,1 ppm	0,1 ppm	0,3 ppm	0,1 ppm
Fer (colorimètre)	UD	UD	UD	UD	UD
Chlore (colorimètre)	UD	0,05 ppm	UD	0,05 ppm	0,05 ppm
Manganèse (colorimètre)	UD	UD	UD	0,05 ppm	0,05 ppm
Valeur de PH (Méthode d'électrode)	8,1	8,1	8,1	8,0	8,2

Le goût des eaux analysées cette fois est bon sans turbidité, ni odeur.

Suivant le critère de l'OMS, elle est remplie les conditions pour être potable, sauf l'eau du puits du type M.A. (N° 1) qui correspond l'ammoniacale de 1,5 ppm.

Généralement, la qualité d'eau dans la zone du projet, surtout dans la zone de socle, est bonne. Cependant, il y a quelques forages dans le bassin sédimentaire du Mayo Louti qui ne convient pas à être utilisée comme eau potable, en raison de la haute teneur du fer ou du chlore.





Puits tra-  
ditionnel  
au village  
Bibémi

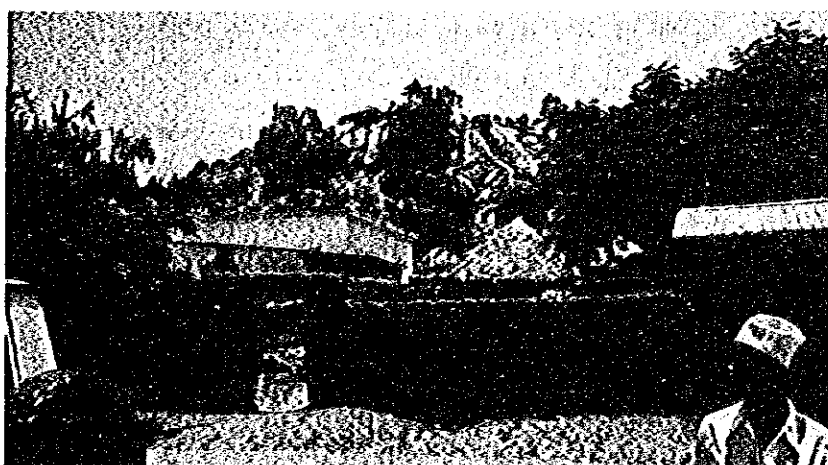


Intérieur  
du puits  
ci-dessus

Instabilité  
sans mur  
latéral



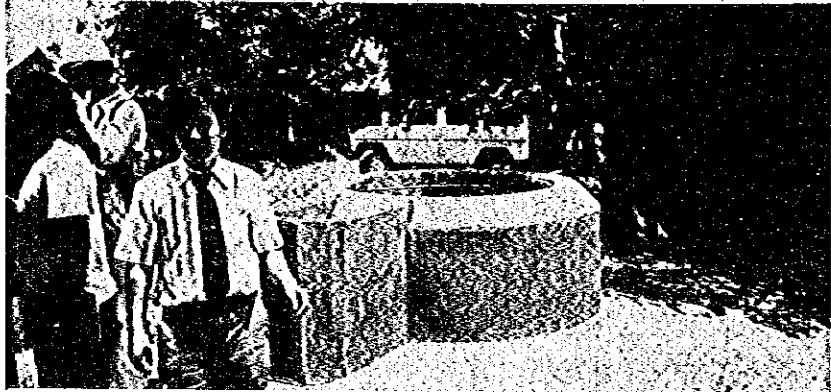
Guider dans le département du Mayo Louti  
Affleurement des granites  
Nombreuse fentes dans les granites





Puits type du Ministère de l'Agriculture au même endroit ci-dessus

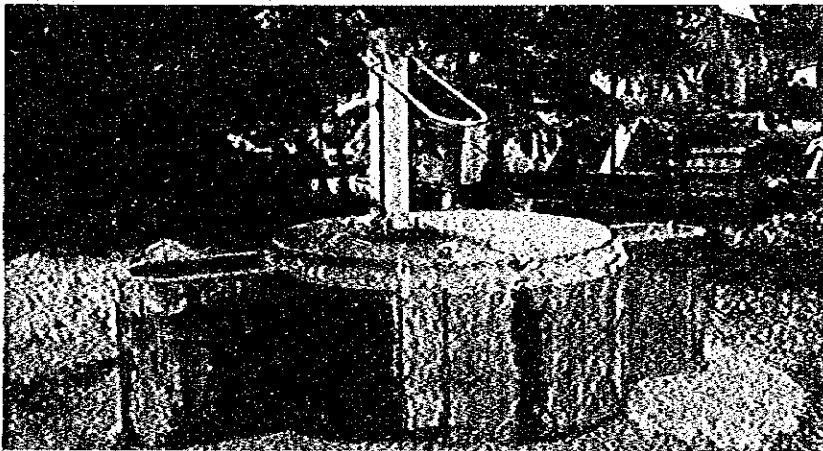
On peut voir le fond parce que l'eau est transparente. La profondeur est d'environ 8 m.



Nombreux puits type du Ministère de l'Agriculture sont équipés de pompe.

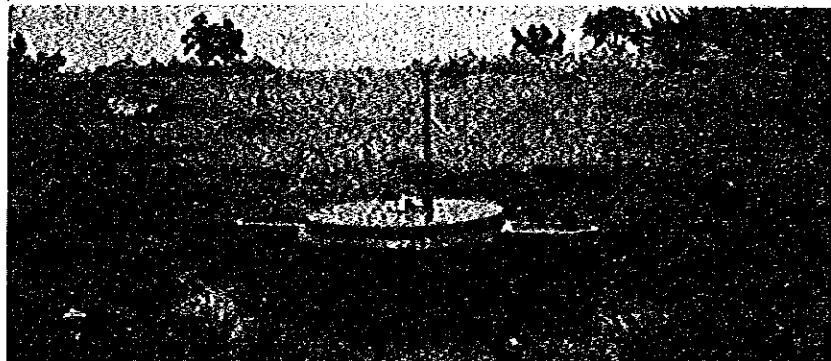
Ce puits type du M.A. qui a une pompe à main, et qui a des attentions à l'hygiène et au travail

La profondeur est inférieure à 10 m.



Ce puits type du M.A. a une pompe à pied.

La profondeur devient inférieure à 10 m dans la saison sèche.

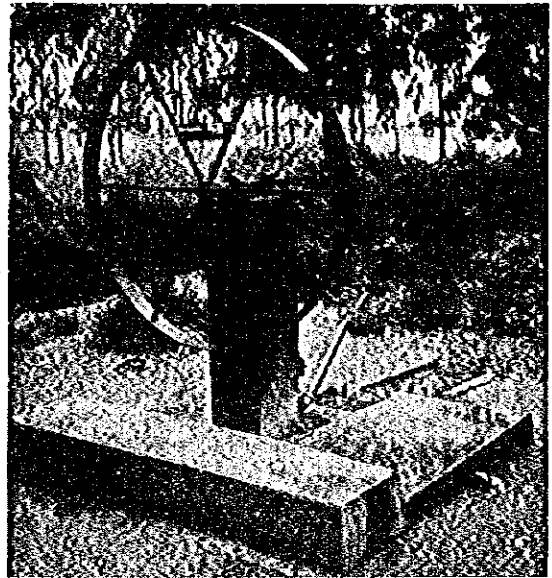




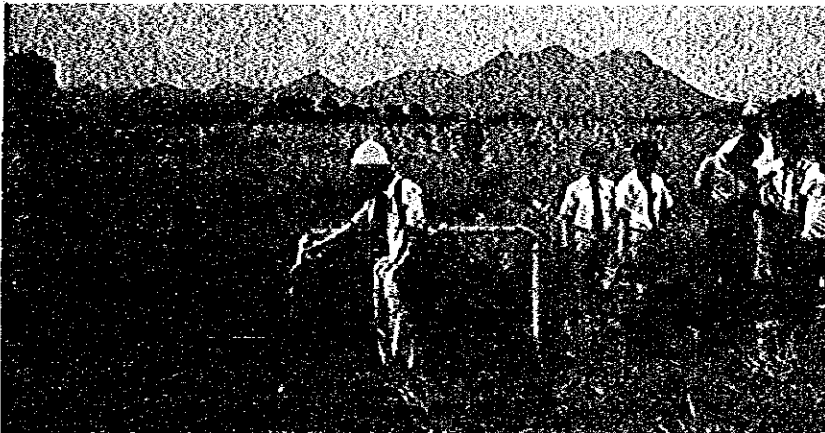
Forage équipé de pompe  
à roue

Diamètre de la roue  
est de 1,5m.

INSTO Pompe DOLANTA  
Jansen vemboder B.V.  
wijhe Holland



Forage coulant naturellement au sud de Guider



La profondeur de creusement est de 164 m.

La hauteur de chute est GL + 2 m.

Prise des eaux vitales au Mayo Oulo  
(saison des pluies)





### 3-9 Etat actuel de l'alimentation d'eau dans les régions autres que la Province du Nord

Dans les provinces autres que celle du Nord, à savoir la Province du Littoral, la Province du Sud-Ouest, celle du Nord-Ouest, celle de l'Ouest, celle du Centre-Sud, et celle de l'Est, les précipitations annuelles sont de 2.000 ~ 4.000 mm, comme elles se trouvent dans la zone équatoriale. Les conditions sont donc plus favorables que celles de la Province du Nord.

C'est sous ces conditions que les puits ne sont pas desséchés même pendant la saison sèche. Dans les grandes villes, le système d'alimentation d'eau est assuré par les forages, et dans les villages, par les puits ou par les cours d'eau, si bien qu'on n'y connaît pas le problème de manque d'eau, dont souffre la Province du Nord.

La Province de l'Est, où la structure hydrogéologique est relativement favorable, est plutôt en retard dans son développement à cause de jungles et des montagnes qui occupent une vaste zone de la région.

Figure 3-4 Puit type Ministère de l'Agriculture

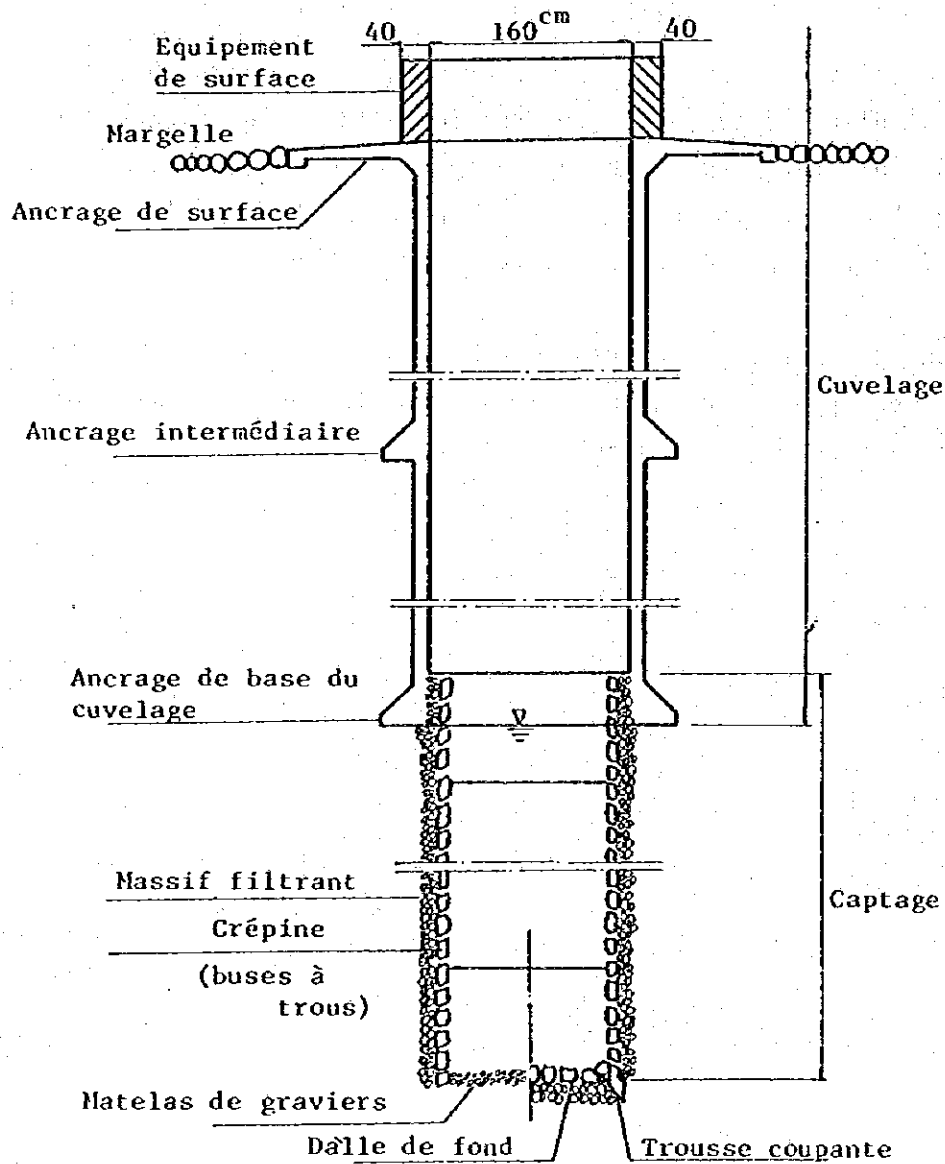
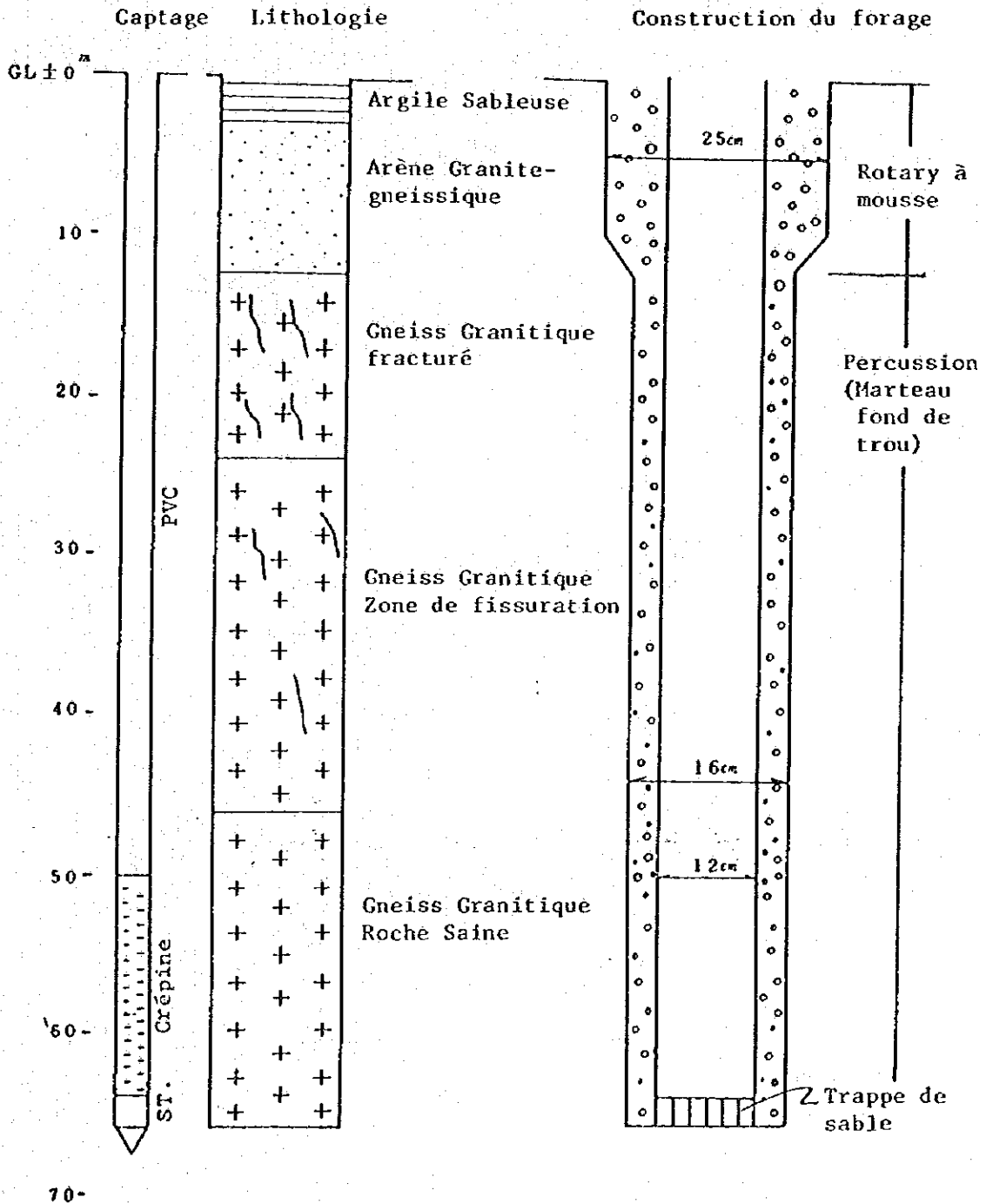




Figure 3-5 Forage exemplaire dans la Zone de socle

Ville de Mindif 5	Date 1-2-'80	Echelle	1:400
Massif filtrant 1.05m <sup>3</sup>		Crépines	15m
Durée effective 15h 30min		PVC	52m





## CHAPITRE 4 PROJET



## CHAPITRE 4. PROJET

### 4-1 Objet du projet

Selon le dernier recensement, la population de la zone est d'environ 541.000 dont 344.000 habitent dans le département de la Bénoué et 197.000 dans le département du Mayo Louti.

La population urbaine qui est déjà alimentée en eau courante dans ces deux départements, est estimée à environ 138.000 habitants. En conséquence, la population rurale à alimenter est d'environ 403.000 habitants pour les deux départements. Pour ces 403.000 habitants, le Gouvernement camerounais a un projet de l'exploitation des eaux souterraines en vue de les alimenter d'eau, puisée des forages, qui ne seront pas desséchés même pendant la saison sèche. Ce projet correspond à la construction de 700 forages en 5 ans, dont 446 forages pour le département de la Bénoué et 254 forages pour le département du Mayo Louti. On répartira les forages selon la proportion des populations desdits départements.

Voici les raisons pour lesquelles on a déduit le chiffre de 700 forages.

$$\begin{aligned} \text{Besoins en eau} &: 403.000 \text{ habitants} \times 50\ell \times 1 \text{ jour} \\ &= 20.150.000 \ell/\text{jour} \end{aligned}$$

En supposant que chaque forage produisent 60ℓ/minute et qu'on puisse assurer 8 heures de pompage par jour.

$$\begin{aligned} \text{Quantité d'eau puisée par jour} &: 60\ell/\text{minute} \times 60 \times 8 \\ &= 28.800 \ell/\text{jour} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Nombre de forages nécessaires} &: 20.150.000\ell/\text{jour} \div 28.800\ell/\text{jour} \\ &\doteq 700 \text{ forages} \end{aligned}$$

Pour effectuer ce projet de construction des forages, il nécessite absolument deux équipes complètes dans l'hypothèse où chaque équipe construise 70 forages par an.

$$\begin{aligned} \text{Projet de construction des forages} &: 70 \text{ forages} \times 5 \text{ ans} \times 2 \text{ équipes} \\ &= 700 \text{ forages} \end{aligned}$$

#### 4-2 Projet de l'exploitation de la Province du Nord établi par la Banque Mondiale

La Banque Mondiale a un projet de construction de mille points d'eau susceptibles, afin de desservir l'eau potable pour la population et le bétail sédentaire des villages de moins de 2.000 habitants dans la Province du Nord. (Voir la tableau 4-2)

Dans un document (mai 1983), la Banque Mondiale a donné le nombre de 5.909, comme celui de points d'eau nécessaire par tranche de village et de population sur les dix départements dans la Province du Nord. (Voir le tableau 4-1) Sur la base d'une consommation en eau de 10ℓ/jour par habitant et par unité de gros bétail et de 5ℓ/jour par unité de petit bétail et d'une production moyenne journalière de 700ℓ/heure pendant 12 heures par ouvrage, ils ont estimé qu'un point d'eau pouvait satisfaire une population de 250 personnes.

Finalement ce document conclut que le nombre de points d'eau nécessaire est de 1.500, dont 848 pour le département de la Bénoué et 652 pour le département du Mayo Louti. Ces chiffres sont considérablement importants.

Concernant le choix de la zone d'intervention, la Banque Mondiale a déterminé sept départements de l'extrême nord, en considérant la possibilité de concentration des travaux et la facilité d'entretien d'après la réalisation du projet. Et, elle a composé un programme concret de la construction de mille points d'eau dans ces sept départements.

Selon ce programme, la construction de 142 points d'eau est prévue pour le département du Mayo Louti. (Le département de la Bénoué n'est pas compris dans la zone envisagée par la Banque Mondiale.)

C'est-à-dire que la différence du nombre de points d'eau entre le projet du Gouvernement camerounais (254 points d'eau) et le projet de la Banque Mondiale (142 points d'eau) est de 112. Nous précisons que la Banque Mondiale a déterminé la condition suivante concernant le

débit du forage; si un forage ne fournit pas un débit minimum de  $1m^3$  par heure, il faut réaliser un deuxième forage.

Actuellement, la Banque Mondiale est en train d'essayer de concrétiser son projet de l'exploitation des eaux souterraines pour les six départements excepté le département du Mayo Louti.

Le projet de creusement de 5.909 puits dans les 10 départements du nord a été réduit en 1.000 puits dans les 6 départements de l'extrême nord pour la raison suivante.

Le nombre de points d'eau nécessaires, soit 1.000 puits a été déduit par l'hypothèse de la nécessité d'un puit pour chaque unité de 250 habitants. Pourtant, si on met une importance sur la rentabilité, il faut construire seulement 1.000 puits, en envisageant uniquement les villages de 1.000 à 1.999 habitants dont le nombre atteint tout au plus 177. Ce qui fait que 93% de village ayant besoin de nouveaux puits ne bénéficient pas du projet.

Par contre le projet du Gouvernement camerounais envisage les villages de moins de 500 habitants qui se trouvent dans la régions Bénoué et Mayo Louti où le projet de la Banque Mondiale ne s'applique pas afin de résoudre le problème perpétuel de manque d'eau. Le projet de creusement de 700 puits ne recouvrent que les 47% de 1.500 puits nécessaires.

#### 4-3 Etat actuel de l'organisation hydraulique du Cameroun

Pour l'organisation hydraulique, le Ministère de l'Agriculture se charge de l'exploitation des puits et le Ministère des Mines et de l'Energie se charge de l'exploitation des forages. Ces deux ministères coopèrent sous forme d'envoi des géologues et d'aide technique, pour l'opération des affaires hydrauliques villageoises. (Voir la figure 4-1)

#### 4-3-1 Organisation de l'exploitation des forages

L'organisation du Ministère des Mines et de l'Energie et l'effectif du personnel des travaux attachés à l'exploitation des eaux souterraines dans la Province du Nord sont indiqués sur la figure 4-2 et sur le tableau 4-3. Les travaux de construction des forages dans la Province du Nord sont effectués par le Projet Eaux Souterraines qui est dirigé par trois équipes de creusement, un bureau et une section de développement. (Voir la figure 4-2, le tableau 4-3)

L'équipe de creusement est censée mener les travaux efficaces de façon à construire autant de forages que possible. Et l'équipe de développement est chargé de l'accomplissement des forages déjà creusés, de l'appui de première équipe et de qualification des forages.

Actuellement trois foreuses sont à la disposition du Projet Eaux Souterraines, mais l'une d'entre elles est trop vieille pour l'utilisation et la deuxième est en panne. Le fait que deux équipes de creusement se trouvent en repos et que les 5 géologues d'une technique assez élevée pour diriger les chantiers nous permet d'affirmer la possibilité de notre projet, si nous leur offrons le matériel de creusement nécessaire.

Nous ajoutons que le nombre du personnel (88 en tout) est largement suffisant pour notre projet.

#### 4-3-2 Equipement et nombre de machines

Sur la Province du Nord, le Projet Eaux Souterraines à Garoua possède un magasin de stockage et un atelier de réparations. Et aussi il possède trois foreuses du type top drive du modèle perfectionné (Voir le tableau 4-4), mais deux d'entre elles, réservées à la percussion à l'air sont en panne, et seule la troisième du type mixte reste en service. Ces trois foreuses sont fabriquées par différents fabricants et naturellement leurs types sont différents.



Dans l'atelier de réparations, nous avons vu des soudeuses, des polisseurs etc. préparés pour les pannes. Et les pièces de rechange sont réservées dans un magasin de stockage, mais les matériaux de forages sont laissés en dehors. A la fin, le responsable de cet atelier nous a demandé de prendre en considération de l'approvisionnement des pièces de rechange et des matériaux parce que la réalisation des eaux souterraines est empêchée par le manque des pièces et par la vétusté des machines.

#### 4-3-3 Niveau technique et Expériences des travaux

Les documents relatifs au creusement des puits de toute région et les résultats des études géologiques financées par les pays étrangers sont conservés au Projet Eaux Souterraines et on s'en sert comme données de base pour tout projet de l'exploitation des eaux souterraines, et les intéressés ont une bonne connaissance des conditions hydrogéologiques. Grâce à ces données, en général, ils sont exemptés de la prospection électrique et du sondage en cas de construction d'un niveau forage.

Concernant la construction des forages, il n'y a pas de problème technique, car actuellement les personnels camerounais les effectuent sans problème. Les personnels camerounais sont capables de creuser 15 m par jour dans les formations sédimentaires et 22 m par jour dans la zone de socle. D'après les résultats de la construction des forage du P.E.S., une équipe de creusement peut construire 8 forages par mois.

Mais, si on introduit une nouvelle foreuse, il faudra organiser un stage ou une orientation concrète et efficace sur le terrain d'une durée de 1 à 3 mois.

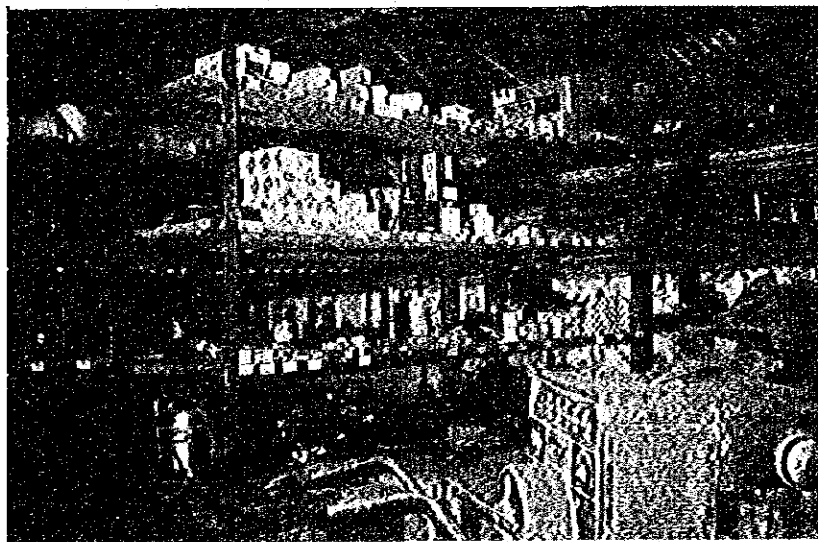


Garage pour  
les foreuses  
et les camions  
de transport



Atelier de  
réparations  
voisin du  
garage

Magasin de  
stockage  
attaché à  
l'atelier de  
réparations





#### 4-4 Etudes de plan

La Banque Mondiale a évalué le nombre nécessaire de points d'eau pour les départements du Mayo Louti et de la Bénoué à 1.500 points d'eau dont 654 pour le département du Mayo Louti et 848 pour le département de la Bénoué.

Mais elle a excepté ces deux départements de son projet de 1.000 points d'eau du fait que la rentabilité n'est pas assurée. D'autre part, le Gouvernement camerounais a évalué le nombre nécessaire de points d'eau pour les départements du Mayo Louti et de la Bénoué à 700 points d'eau dont 254 pour le département du Mayo Louti et 446 pour le département de la Bénoué.

Le plan du Gouvernement camerounais diffère nettement en nombre de forages à construire de celui de la Banque Mondiale, à cause de leur point de départ et de leurs points de vue différents.

- i) Dans la région envisagée, les villages d'une faible population (maximum 100 ~ 500 habitants, sinon moins de 100 habitants) sont éparpillés sur une zone très vaste. Cette dispersion empêche l'exploitation efficace des eaux souterraines et oblige la Banque Mondiale à exclure de son plan cette région. Mais Gouvernement camerounais considère comme urgent le développement de cette région.
- ii) Le résultat du recensement de la population, effectué par le Gouvernement camerounais, ne représente pas tout à fait la réalité, car la superficie est trop vaste et dépasse la capacité des services locaux. Tous les deux plans mentionnent le nombre de forages à construire pour chaque département, sans précision d'emplacement, ni avant-projet, d'où la difficulté d'établir un plan précis.
- iii) Même les études fondées sur les données précises, si elles se reposent sur des hypothèses pour une grande partie, ne nous permettent pas de prévoir les choses exactes. La différence

des chiffres entre ces deux plans s'explique ainsi, la difficulté de juger lequel des deux plans est juste.

C'est ainsi que nous n'avons pas pu établir l'emplacement exact des 700 puits. Nous espérons le définir avant juin 1984, après avoir mené les enquêtes aux hameaux dépourvus de puits, sur leur niveau de vie, la population et l'état actuel des eaux souterraines. Le Projet Eaux Souterraines nous a communiqué leur intention de faire les préparatifs nécessaires pour recevoir l'aide de matériel de forages de la part du Gouvernement japonais.

Ainsi nous avons vu que les chiffres ne sont pas suffisamment précis, mais c'est d'après les enquêtes que nous avons menées sur place, que nous avons constaté les faits suivants.

- i) Il y a actuellement 10 fois plus de puits que les forages, dans les départements envisagés. Dans notre projet, les chiffres détaillés disent que, dans le département de Mayo Louti, il n'y a pas de forages mais 245 puits; et dans le département de Bénoué, il y a 97 forages contre 683 puits.

Les puits, beaucoup plus nombreux que les forages, qui jouent un rôle important, sont desséchés presque tous pendant la saison de sécheresse, et les habitants ont de la difficulté à s'assurer d'eaux vitales. Dans certains villages, les habitants sont obligés d'aller chercher l'eau à 15 kilomètres de distance.

- ii) Dans la région en question, le nombre de hameaux monte à 330 dans le département de Mayo Louti, et à 1.008 dans le département de Bénoué. Quant aux puits et aux forages, il y en a 245 à Mayo Louti, et 780 à Bénoué. Mais il y a tout de même des puits ou des forages communs à plusieurs hameaux; donc le nombre de hameaux qui ne possèdent ni puits ni forages monte à plus de 85 dans le département de Mayo Louti, et à plus de 313 dans le département de Bénoué.

- iii) Les hameaux qui ne possèdent pas de puits ni de forages sont d'une population de moins de 500 habitants, et ils se dispersent sur une vaste zone sous forme de petits hameaux. Dans tous ces hameaux défavorisés en conditions géographiques et économiques, les mesures que le Projet Eaux Souterraines doit prendre contre le manque d'eau sont importantes et urgentes.
- iv) A plus de 20 mètres de profondeur qui correspond à la profondeur maximum d'un puits, gît une formation de roches solides, ce qui est caractéristique à cette région. C'est pour cette raison que la méthode de creusement actuellement adoptée au Cameroun demande des forces humaines, et qu'elle ne permet que de creuser jusqu'à 20 mètres.
- v) Le Projet Eaux Souterraines chargé de la construction des forages dispose d'un niveau technique suffisamment élevé, mais il lui manque seulement les foreuses et les matériaux.

Région envisagée département de:	Forages à construire	① Puits existants	② Hameaux de puits dépourvus	① + ②
Mayo Louti	254	245	plus de 85	plus de 330
Bénoué	446	683	plus de 228	plus de 911
Total	700	928	plus de 313	plus de 1241

Dans la région en question, il y a plus de 313 hameaux qui ne possèdent pas de puits, mais seulement 928 puits qui sont desséchés pendant la saison de sécheresse. Notre projet, qui envisage la construction des forages et de transformer les puits existants en forages (au total 700 forages de construction) est tout à fait réalisable, au point de vue de son nombre de forages proposé et calculé d'après la quantité d'eau demandée (cf. 5-1). La Banque Mondiale, qui attache son importance à la rentabilité, ne s'est pas intéressée à financer ce projet, qui envisage les hameaux qui sont éparpillés sur une vaste étendue. Mais en fait, si on compare cette région aux autres départements de

l'extrême nord, les conditions hydro-géographiques et géographiques ne sont pas particulièrement défavorables. Pour mener à bien toutes les opérations, il est important d'avoir une vue globale sur les endroits potentiels pour la construction de forages.

Pour la région sur la rentabilité de laquelle on ne peut pas compter, il sera difficile de réaliser une exploitation des eaux, sans coopération financière du Japon ou un essor économique du Cameroun. D'après le principe de la coopération financière non remboursable, nous croyons que la signification de notre présent projet est inestimablement importante.



Tableau 4-1

## Besoins en points d'eau dans la province du Nord

(Sur la base d'un point d'eau par tranche de population de 250 habitants  
\* Zone concernée)

Département	Nombre de villages par tranche de population						Points d'eau nécessaires/ 250 hb.
	100 hb.~ 250 hb.	250 hb.~ 499 hb.	500 hb.~ 749 hb.	750 hb.~ 999 hb.	1000 hb.~ 1400 hb.	1500 hb.~ 1999 hb.	
* Bénoué	311	117	39	19	14	5	848
* Mayo Louti	98	87	50	30	14	5	652
M'bam et Djérem	48	31	20	8	10	4	283
Adamaoua	144	79	36	20	29	12	728
Kaélé	107	64	22	8	17	16	531
Diamaré	133	67	36	14	22	5	584
Logone et Chari	214	85	29	6	11	3	575
Mayo Tsanaga	17	33	21	23	25	19	499
Mayo Sava	87	77	38	19	17	7	570
Mayo Danay	23	34	38	35	33	17	637
Total province	1.182	674	329	182	192	93	5.909

Tableau 4-2

Projet de 1000 points d'eau  
fait par la Banque Mondiale

\* Zone concernée

Département	Géologie		Total (forage)
	Scote	Sédimentaire	
Diamaré	132	97	229
Logone et Chari	-	203	203
Mayo Tsanaga	185	0	185
*Mayo Louti	132	10	142
Mayo Sava	83	34	117
Mayo Danay	0	92	92
Kaélé	25	7	32
Total	557	443	1.000

Ce projet excepté le département du Mayo Louti est en cours de réalisation.

Figure 4-1

Système de l'hydraulique villageoise

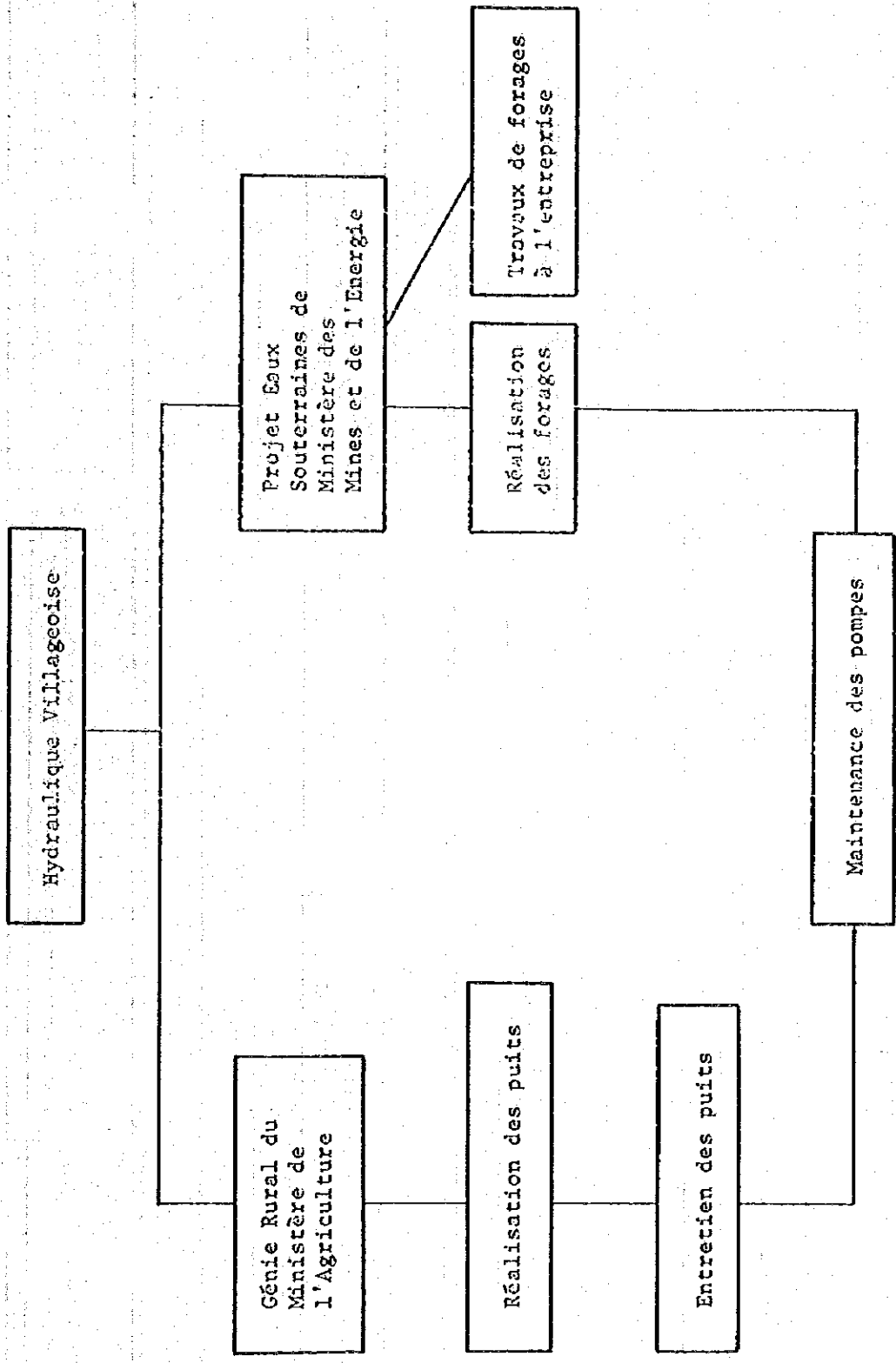


Figure 4-2 Organisation du Ministère des Mines et de l'Énergie

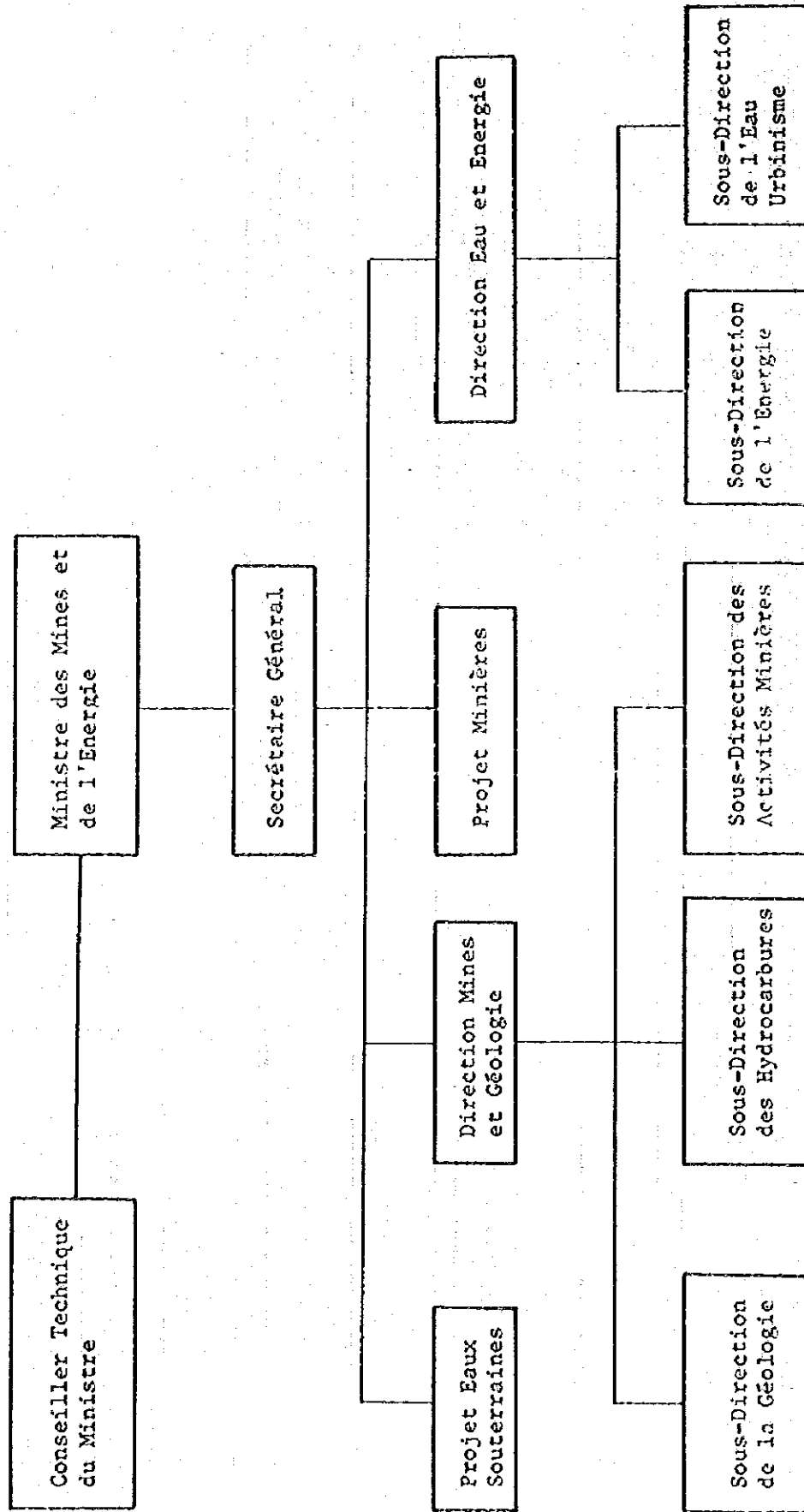


Tableau 4-3 Personnels du Projet Eaux Souterraines

Division Poste	Equipe de Ingersoll Rand	Equipe de Stenuick	Equipe de Forage Failing	Equipe de Développement	Autres	Total
Directeur, Chef de Section Forage, Administrateur					3	3
Chef de chantier (Géologiste)	1	1	1	1	1	5
Chef de poste	1	1	1	1		4
Mécanicien	1	1	1	1		4
Chauffeur	7	5	3	3	4	22
Manoeuvre	6	5	3	4	2	20
Gardien	3	2	3	1	4	13
Soudeur	1	0	2	0		3
Cuisinier	1	1	1	1		4
Personnel de bureau					7	7
Agent de liaison					3	3
Total	21	16	15	12	24	88

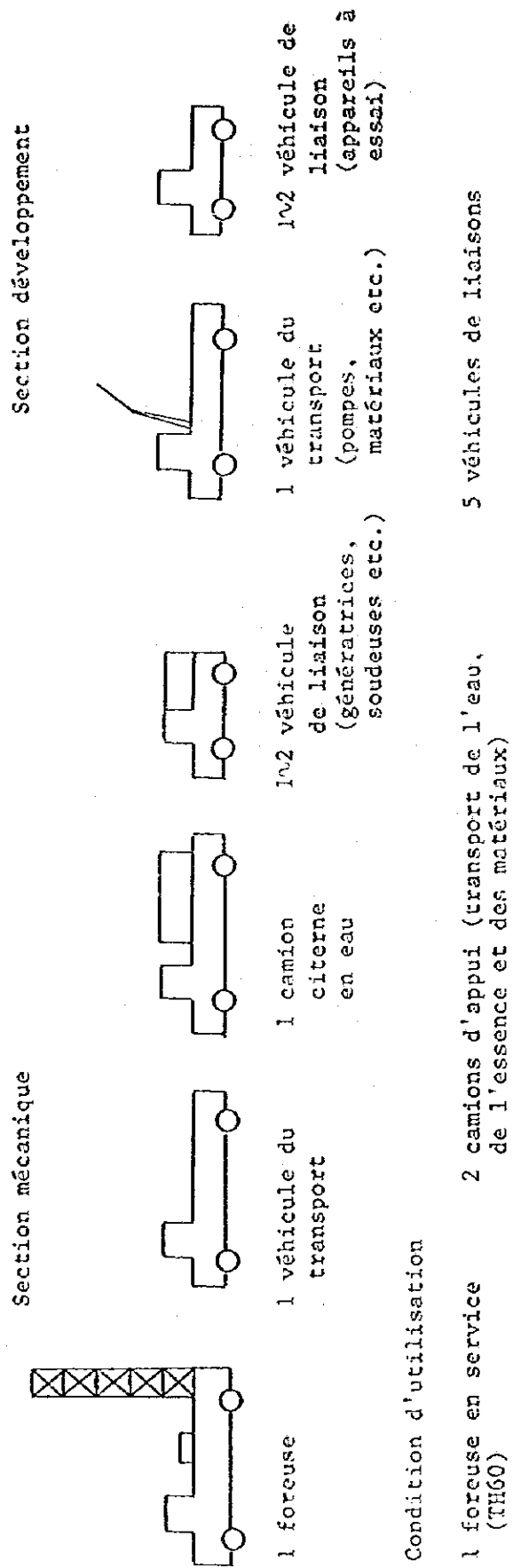
\* Deux foreuses sont hors d'usage: Stenuick (panne), Forage Failing (vieux)

Tableau 4-4

Liste des foreuses

Marque de modèle	Pays de fabrication	Type Capacité	Nombre	Année d'acquisition	Financement	Condition
Failling 1250	Etats Unis	Rotary 80m ~ 90m	1	1972	PNUD	Vieux (arrêté)
Stenuick	Belgique	Marteau fond du trou 60m	1	1974	PNUD	Panne (arrêté)
Ingersoll Rand TH60	Etats Unis	Mixte 300m ~ 500m	1	1978	Banque Mondiale	Bon (en service)

Figure 4-3 Composition standard d'une équipe de forage



## CHAPITRE 5 PLAN DES BASES





## CHAPITRE 5. PLAN DES BASES

### 5-1 Projet de la construction des forages

#### 1) Objet de l'alimentation en eau

Ledit projet consiste à résoudre le problème du manque pertinent d'eaux en transformant les puits existants en forages et en construisant des forages dans des villages qui n'en possèdent pas. Essentiellement ce projet a pour but d'assurer les eaux vitales pour les habitants, en sorte que ledit projet ne porte pas sur le bétail.

#### 2) Population à alimenter en eau

Le plan du Gouvernement camerounais envisage environ 403.000 habitants pour population à alimenter; ce chiffre correspond à la population totale, excepté la population urbaine: 541.000 habitants se trouvent dans les départements de la Bénoué et du Mayo Louti. Notre projet a été fait suivants ce plan.

#### 3) Besoins en eau

Le calcul des besoins totaux en eau se base sur le volume unitaire d'eau par personne (l/jour). Si on met en considération les conditions sanitaires et la culture, il est nécessaire d'assurer plus de 100 litres par jour par personne, au moins. Nous avons supposé les conditions les pires possibles de la saison sèche, (le cas de coupure complète d'alimentation en eau) pour établir notre plan en ce qui concerne le climat, la condition naturelle, l'environnement, la distribution de la population et le moyen d'alimentation en eau souterraine.

Selon les documents obtenus sur place, le Gouvernement camerounais propose 50 litres par jour par personne, la Banque Mondiale en propose 10 litres par jour par personne. Il y a une grande différence apparente entre ces deux plans; mais le plan du Gouvernement

camerounais comprend l'eau potable pour le bétail, et ce plan est établi sous la condition de l'élévation d'eau souterraine abondante en pompe noyée. D'autre part, la Banque Mondiale inscrit l'eau potable de 15 litres pour le bétail à part.

En se reportant à ces deux plans et au plan établi par l'Organisation des Nations Unies pour fournir les réfugiés d'eau (volume envisagé: 30~35 l/jour, cependant au cas de l'exploitation des eaux souterraines: 10~20 l/jour), nous inscrivons 12,5 litres d'eau comme besoins en eau pour assurer la vie humaine. Maintenant nous calculons les besoins en eau.

Besoins totaux en eau (par jour):  $12,5\text{l} \times 403.000 \text{ habitants}$   
 $\hat{=} 5.040\text{m}^3$

#### 4) Le volume d'élévation donné dans le plan

Ce volume est calculé comme suit;

Volume à alimenter = Besoins en eau - Volume alimenté par points d'eau existants dans la saison sèche

Les points d'eau existants qui peuvent être utilisés pendant la saison sèche, ne représentent d'environ 10% (97 forages et 90 puits) du nombre total (928 points d'eau totaux existants).

En supposant que le volume d'élévation moyen par heure soit de  $1,2\text{m}^3$  pour un forage et de  $0,15\text{m}^3$  pour un puits et que le fonctionnement de 8 heures;

Volume d'élévation des points d'eau existants (par jour)

Genre	Nombre	Volume d'élévation par heure	Volume d'élévation des points d'eau existants
Forage	97	$1,2\text{m}^3$	$931\text{m}^3$
Puits	90	$0,15\text{m}^3$	$108\text{m}^3$
Total			$1.039\text{m}^3$

Volume d'élévation envisagé dans le plan (par jour)

Volume unitaire du plan	① Besoins totaux en eau	② Volume d'élévation points d'eau existants	③ = ① - ② Volume d'élévation projeté
12,5ℓ/jour	5.040m <sup>3</sup>	1.039m <sup>3</sup>	4.001m <sup>3</sup>

5) Nombre de forages à construire

Le volume d'élévation de chaque forage varie, par conséquent, on doit attendre le résultat des essais d'un forage pour savoir le volume exact.

Mais on peut estimer ledit volume d'après les données existantes. Selon les conditions que le niveau d'eau moyen est de 35m, le volume d'élévation par heure est de 720 litres (12ℓ/minute). Ce qui fait que le volume d'élévation par forage est de 5,76m<sup>3</sup> en cas du fonctionnement de 8 heures.

Par conséquent, le nombre de forages à construire est évalué à 695;  $4.001\text{m}^3 \div 5,76\text{m}^3 \doteq 695$

Les pompes fonctionneront en général 3 heures le matin et le soir et 2 heures dans la journée, soit 8 heures au total. Comme il faut 12,5ℓ/jour/personne pour garantir la vie des habitants sous les pires conditions naturelles, il faut construire 695 forages. D'après ce résultat d'examen, le nombre de puits existants (928) et le nombre de villages sans puits (plus de 313), le projet Gouvernement camerounais qui prévoit 700 forages n'est point trop important.

6) Eau pour le bétail

Comme c'est indiqué dans le tableau annexe 2-4, les nombres de bovins, d'ovins et caprins, et des autres animaux domestiques sont estimés à 404.210 têtes, à 360.937 têtes et à 6.927 têtes.

Si on suppose qu'un boeuf a besoin de 10 litres par jour et qu'un mouton ou une chèvre a besoin de 5 litres par jour, les besoins en eau pour tout sont estimés à 5.881m<sup>3</sup>. Cependant ledit projet

ne porte pas sur le bétail du fait des raisons suivantes.

- i) L'eau est donnée au bétail dans la savane aux stations de pompage réservées au bétail, ces stations de pompage ont une grande capacité d'élévation d'eau pour l'élevage d'une grande échelle.
- ii) Le bétail va jusqu'aux rivières et aux fleuves qui sont nombreux dans la région de Bénoué pour boire l'eau.
- iii) Le bétail d'une région de mauvaises conditions se déplace vers le sud pendant la saison sèche en vue d'obtenir de l'eau potable.

#### 5-2 Nombre d'équipes de creusement

Notre examen est basé sous les conditions suivantes;

- i) Les taux de distribution des roches sédimentaires et des roches de socle sont de 35% et de 65% respectivement dans la zone du projet.
- ii) Les rendements de creusement de P.E.S. sont de 15m/jour pour les roches sédimentaires et de 22m/jour pour les roches de socle. Avec cette condition on peut augmenter 20% de rendement.  
  
Les rendements moyens de creusement sont de 30~50m/jour pour les roches sédimentaires et de 30~35m/jour pour les roches de socle quand une équipe japonaise travaille dans les mêmes conditions que celles qui sont prévues dans le projet.
- iii) Les profondeurs moyennes à creuser sont évaluées à 100m pour la zone sédimentaire et à 50m pour la zone de socle.
- iv) Nous reclassons les 700 forages, suivant les taux de distribution de qualité de roche comme suit;

Sédimentaire :  $700 \times 0,35 = 245$  forages

Socle :  $700 \times 0,65 = 455$  forages

Concernant le reclassement des forages à construire, le nombre de forages dans la zone sédimentaire peut être inférieur à la valeur établie, si le nombre de puits à améliorer dans la zone de socle dépasse la valeur établie.

Nous nous appuyons sur les conditions établies ci-dessus pour examiner notre projet.

Condition géologique	① Longueur totale de creusement	② Rendement de creusement (m/jour)	Nombre de jours nécessaire pour le creusement ① / ②
Sédimentaire	100m×245 forages=24.500m	15m×1,2=18	1.361 jours
Socle	50m×455 forages=22.750m	22m×1,2=26,4	862 jours
Total	47.250m		2.223 jours

On a calculé le nombre d'équipes de creusement en supposant les conditions comme quoi ce projet doit être réalisé en 5 ans et que l'on peut effectuer du travail seulement pendant 8 mois.

Le nombre de jours nécessaires  $2.223 \text{ jours} \div 5 \text{ ans} = 444,6 \text{ jours}$  pour le creusement (par an)

Le nombre d'équipes nécessaires  $444,6 \text{ jours} \div 8 \text{ mois} \times 26 \text{ jours} = 2,14 \text{ équipes}$

Même le calcul du nombre d'équipes nécessaires d'après les résultats de la construction des forages faits par le P.E.S. a donné une valeur presque identique.

Les résultats du travail de construction des forages (par an):  $8 \text{ forages} \times 8 \text{ mois} \times 1 \text{ équipe} = 64 \text{ forages}$

Le nombre d'équipes nécessaires :  $700 \text{ forages} \div 5 \text{ ans} \div 64 \text{ forages} = 2,2 \text{ équipes}$

En conséquence, nous jugeons que ce projet peut être réalisé en 5 ans, si on forme 2 équipes complètes.

### 5-3 Modèles et nombre de pièces du matériel de forages

Pour que le projet soit effectué sans inconvénient, les choix de modèles et l'estimation du nombre de pièces de matériaux de forages ont été faits en considération des termes suivants.

- 1) Matériel nécessaire au creusement et à la construction de forages.
- 2) Les matériaux seront fournis pour 2 ans.
- 3) Deux équipes de construction seront au service.
- 4) Les conditions naturelles, sociales, économiques, et infrastructuelle de la région seront tenues en compte.
- 5) L'efficacité de creusement, résistance, capacité d'adaptation, valeur restante des matériaux, etc.
- 6) Demande du Gouvernement camerounais et Projet de l'exploitation des eaux souterraines.
- 7) Personnel du Projet Eaux Souterraines, son niveau de technique, expériences pratiques.
- 8) Partage des charges entre le Cameroun et le Japon.
- 9) etc.

#### 5-3-1 Matériel de creusement (à la charge de l'équipe de creusement)

Nous avons choisi, comme foreuses dont le rôle est important, les modèles aptes à deux usages: forage à rotary à l'air et à percussion pour les raisons suivantes.

- 1) Les qualités du sol de la région envisagée sont, soit d'une formation alluviale qui se constitue en sable, en glaise, et en gravier, soit d'une formation sédimentaire des roches molles, soit d'une zone de socle qui se constitue en schiste cristallin et en granit. Nos modèles doivent être capables de s'adapter aux diverses

qualités du sol.

- 2) Par le moyen de l'évacuation de la boue, les modèles ayant un gros calibre (diamètre de 200 à 300 millimètres) doivent être capables de creuser non seulement les formations fragiles, mais aussi les formations solides, jusqu'à 200 mètres de profondeur.
- 3) Si la manque d'eau ni la fuite d'eau ni encore le danger d'éboulement ne se produisent, et que le niveau d'eau soit maintenu, l'opération par le système "rotary à l'air" par l'air comprimé ou par le mélange de l'air comprimé et de foramosse doit fonctionner.
- 4) Les foreuses à la "percussion à l'air" par marteaux de fond de trou, doivent être assez puissantes pour creuser les roches solides avec une vitesse suffisante.
- 5) Les foreuses que nous utiliserons seront d'une même qualité que celles du Projet Eaux Souterraines; elles doivent être égales aussi aux modèles appliqués dans la région de l'extrême nord pour le projet de l'exploitation des eaux souterraines, dirigé par la Banque Mondiale.
- 6) Les modèles des foreuses doivent être déjà éprouvés pour sa qualité dans des pays de l'Afrique de l'Ouest dont la nature du sol soit similaire.
- 7) Les foreuses doivent être transportables en camion, car les chantiers se dispersent sur une zone très vaste.

Pour remplir les 7 conditions indiquées ci-dessus, les foreuses seront du type power head; (type top drive à l'huile compressée) dont la puissance propulsive recouvre largement la profondeur maximum (200 mètres) et le diamètre de forage prévu dans notre projet (120mm ~ 250mm).

Ce modèle permettra un rendement important avec une grande sécurité pour les travaux. (Voir le tableau 5-2)

Suivant les dimensions des foreuses, les compresseurs, les outillage

de forages et les divers appareils ont été choisis. Pour les véhicules de transport des matériaux, camion citerne pour eau, véhicule de liaison, nous avons appliqué notre choix aux modèles de véhicules et à leur nombre, d'après la formation des équipes du Projet Eaux Souterraines laquelle est indiquée dans la figure 4-3.

#### 5-3-2 Matériel de développement (à la charge de l'équipe de développement)

L'équipe indiquée ci-dessus s'occupe des affaires suivantes:

- 1) L'approvisionnement et le transport du matériel nécessaire assurant l'opération de l'équipe de creusement de sa continuité.
- 2) Le revêtement des forages après creusement effectué par l'équipe de creusement.
- 3) Appréciation des forages selon la qualité et la quantité de l'eau tirée, par le moyen de l'analyse de la nature de l'eau et de forage d'essai.
- 4) Vérification de la profondeur pour installer des crépines et des pompes, par le moyen de l'analyse de "electric logging" et l'analyse de l'eau.

Pour accomplir lesdites opérations, nous avons choisi le matériel nécessaire dont les détails sont indiqués ci-dessous.

- 1) camion équipé de grue
- 2) compresseur, pompe noyée multicellulaire
- 3) outillage pour air lift
- 4) appareil pour "electrical logging", limnimètre, analyseur d'eau
- 5) véhicule de liaison.

#### 5-3-3 Matériaux de forages

Comme matériaux de forages, nous avons choisi, selon les partages de travaux des deux pays; le Cameroun et le Japon, les pompes, les



tubages, et les crépines pour 300 forages. Pour les pompes qui seront en service pour un grand nombre de forage, mais pour une quantité d'eau relativement peu importante, nous avons choisi la pompe à pied.

#### 5-3-4 Installation du système de communication

Le manque de moyen de communication entre le Projet Eaux Souterraines et les chantiers de travaux, séparés d'une grande distance de l'un de l'autre cause de divers inconvénients. Pour résoudre ces problèmes et transporter les matériaux d'un chantier à l'autre, nous aurons à installer un bon système de communication comme suit:

Base de Garoua : un équipement radioélectrique de SSB

Poste au chantier : un équipement de communications de FM et un équipement radioélectrique de SSB

Véhicule de liaison: 4 équipements de communications de FM

#### 5-3-5 Pièces de rechange

Il n'est pas souhaité de fournir à la fois tous les matériaux nécessaires pour 5 ans, à cause de capacité limitée du dépôt, détérioration possible, perte éventuelle. En tenant compte de tout cela, nous avons établi l'inventaire des pièces pour 2 ans seulement.

Matériel à offrir et sa quantité

##### (A) Equipe de creusement

1. Foreuse complète mixte et Outillage pour les forages 2 ensembles
- 1-1 Foreuse complète 2 unités  
Capacité; technique rotary à la boue, diamètre de 150mm → capacité de creusement de plus de 200m  
; technique marteau fond de trou, diamètre de 150mm → capacité de creusement de plus de 100m
- 1-2 Accessoires à foreuse 2 ensembles
- 1-3 Compresseur portable à la technique du marteau fond de trou 2 unités

1-4	Outillage pour les forages (pour 300 forages de la profondeur moyenne de 50m)	2 ensembles
1-4-1	Outillage à la technique du marteau fond de trou	2 ensembles
1-4-2	Outillage à la technique rotary à la boue	2 ensembles
1-4-3	Outillage général	2 ensembles
1-4-4	Pièces de rechange	2 ensembles
2.	Camion benne Capacité; 6,5t	2 unités
3.	Station Wagon 4 x 4 Capacité; 6 personnes + 250 kg	1 unité
4.	Pick up 4 x 4 Capacité; 3 personnes + 1.000 kg	2 unités
5.	Camion citerne en eau Capacité; 6.500 litres	2 unités
6.	Génératrice diesel	2 unités
7.	Soudeuse à l'arc DC	2 unités
8.	Pièces de rechange	1 ensemble
(B) Equipe de développement		
1.	Camion équipé de grue etc.	2 ensembles
1-1	Camion grue (long body) Capacité de grue; 5,6 ~ 6,0 t/m	2 unités
1-2	Compresseur portable	2 unités
1-3	Pompe noyée multicellulaire	2 unités
1-4	Appareil portable pour "electrical logging"	2 unités
1-5	Linnimètre portable	2 unités
1-6	Outillage pour "air lift"	2 unités
2.	Pick up 4 x 4 Capacité; 3 personnes + 1.000 kg	1 unité
3.	Analyseur d'eau	4 ensembles
4.	Pièces de rechange	1 ensemble

(C) Matériaux pour la construction des forages et Pompes

- |                                 |            |
|---------------------------------|------------|
| 1. Pompe d'exhaure à pied       | 300 unités |
| Capacité; 500 ~ 1.300 l/heure   |            |
| Hauteur d'élévation; 20 ~ 40 m  |            |
| 2. Tubage PVC ou FRP            | 12.800 m   |
| Dimension; 4"                   |            |
| 3. Crépine PVC ou FRP           | 3.500 m    |
| Dimension; 4"                   |            |
| 4. Autres (Foramousse, Adhésif) | 1 ensemble |

(D) Equipement de communications

- |   |             |
|---|-------------|
| 1. Equipement radioélectrique de SSB (150 W)<br>pour le camp de base (avec ses accessoires) | 2 ensembles |
| 2. Equipement de communications de FM (25 W)<br>pour le poste au chantier                   | 1 ensemble  |
| 3. Equipement de communications de FM (250 W)<br>pour le véhicule de liaison                | 4 ensembles |
| 4. Pièces de rechange   | 1 ensemble  |

5-4 Procédé de creusement de forage

Nous exposons le procédé du creusement à exécuter sur un exemple dans la zone de socle.

- i) Creusement de la couche arénacée de la profondeur de 10~15m au diamètre de 10 5/8 pouces, par la technique rotary à l'air ou à la boue

Installation de l'équipement de surface du diamètre intérieur de 9 pouces

- ii) Creusement au diamètre de 6 pouces par la technique de percussion à l'air

Utilisation du détergent en vue d'évacuer des boues si on trouve les eaux souterraines.

iii) Extraction des boues après avoir confirmé la couche aquifère

Exécution de "electrical logging" et installation des crépines et des tubages du diamètre de 4 pouces

iv) Pose d'un massif de graviers autour des crépines

v) Pose de l'argile autour des tubages

Finissage par air lift,

Essai de l'élévation d'eau

Arrêt de l'ouvrage par air lift si l'eau devient claire.

vi) Essai de pompage, échantillonnage en eau et examen de la qualité d'eau

Essai de pompage par paliers et par l'observation de la remontée si nécessaire.

vii) Installation de la pompe à pied et des dalles en béton etc. si le résultat des essais indiqués dans (vi) est bon.

Les autres procédés se conforment au cas du creusement des forages dans la zone de socle.

Nous indiquons le sommaire des formes des forages dans la zone de socle et dans les formations sédimentaires. (Voir la figure 5-1)

## 5-5 Calcul approximatif des coûts de travaux

Les coûts de travaux sont constitué par les coûts chargés de la part japonaise: coûts du matériel et coûts des ingénieurs-conseils, et par les coûts chargés de la part camerounaise: coûts des matières nécessaires disponibles sur le marché local camerounais, coût du transport par terre du matériel du projet et coût du personnel. Nous avons indiqué leur bordereau comme suit;

### Bordereau

	(unité, yen)
I. Coûts du matériel	527.530.000
(A) Matériel de forages	442.404.000
(B) Coût du transport dans le Japon	14.455.000
Sous-total (FOB à Yokohama)	456.859.000
(C) Transport maritime et Assurance 226,15 dollars/m <sup>3</sup> × 250 yen × 1.250m <sup>3</sup>	70.671.000
II. Coûts des ingénieurs-conseils	20.050.000
Total (I + II Coûts chargés de la part japonaise)	547.580.000
III. Matières nécessaires disponibles sur le marché local camerounais (gas-oil, gravier, ciment, bentonite etc.)	124.704.000 FCFA
IV. Transport par terre (Douala → Garoua: 1.400 km, 270t)	20.412.000 FCFA
V. Coût du personnel (2 équipes × 15 personnes)	47.520.000 FCFA
Total (III + IV + V Coûts chargés de la part camerounaise)	192.636.000 FCFA
192.636.000 FCFA × 0,6 = 115.580.000 yen	

\* Taux du change : 1 FF = 30 yen = 50 FCFA

## 5-6 Orientation technique

Le niveau technique des ingénieurs du Projet Eaux Souterraines est assez élevé pour qu'ils effectuent les opérations nécessaires, et ils ont déjà des expériences suffisantes de pratique pour les foreuses d'une dimension comparable à celles des nôtres. Pourtant ils ne connaissent pas assez bien les foreuses japonaises qui sont du modèle japonais. Pour que le projet se réalise, il est nécessaire de donner des orientations techniques aux ingénieurs chefs du Projet Eaux Souterraines. Pour cela, deux moyens d'orientation technique sont supposés: 1) un préstage au Japon dans des organisations nationales ou privées, 2) un stage donné au Cameroun par des spécialistes envoyés du Japon. Nous proposerions plutôt le deuxième cas, pour les raisons suivantes.

- i) Le Projet Eaux Souterraines demande un stage d'un à 3 mois, dirigé par des instructeurs japonais pour que les ingénieurs camerounais s'habituent bien aux foreuses japonaises.
- ii) Un stage sur place, permettant d'instruire des ingénieurs plus nombreux du Cameroun qu'un stage au Japon, s'apprêtera mieux à faire prendre des mesures nécessaires contre toutes sortes d'ennuis techniques.
- iii) Les ingénieurs qui ont déjà des connaissances de base pourront directement apprendre les techniques de manoeuvre.

Figure 5-1

Moyen de creusement de forage

Type (A) Rotary;  
formations sédimentaires

Type (B) Percussion;  
Zone de socle

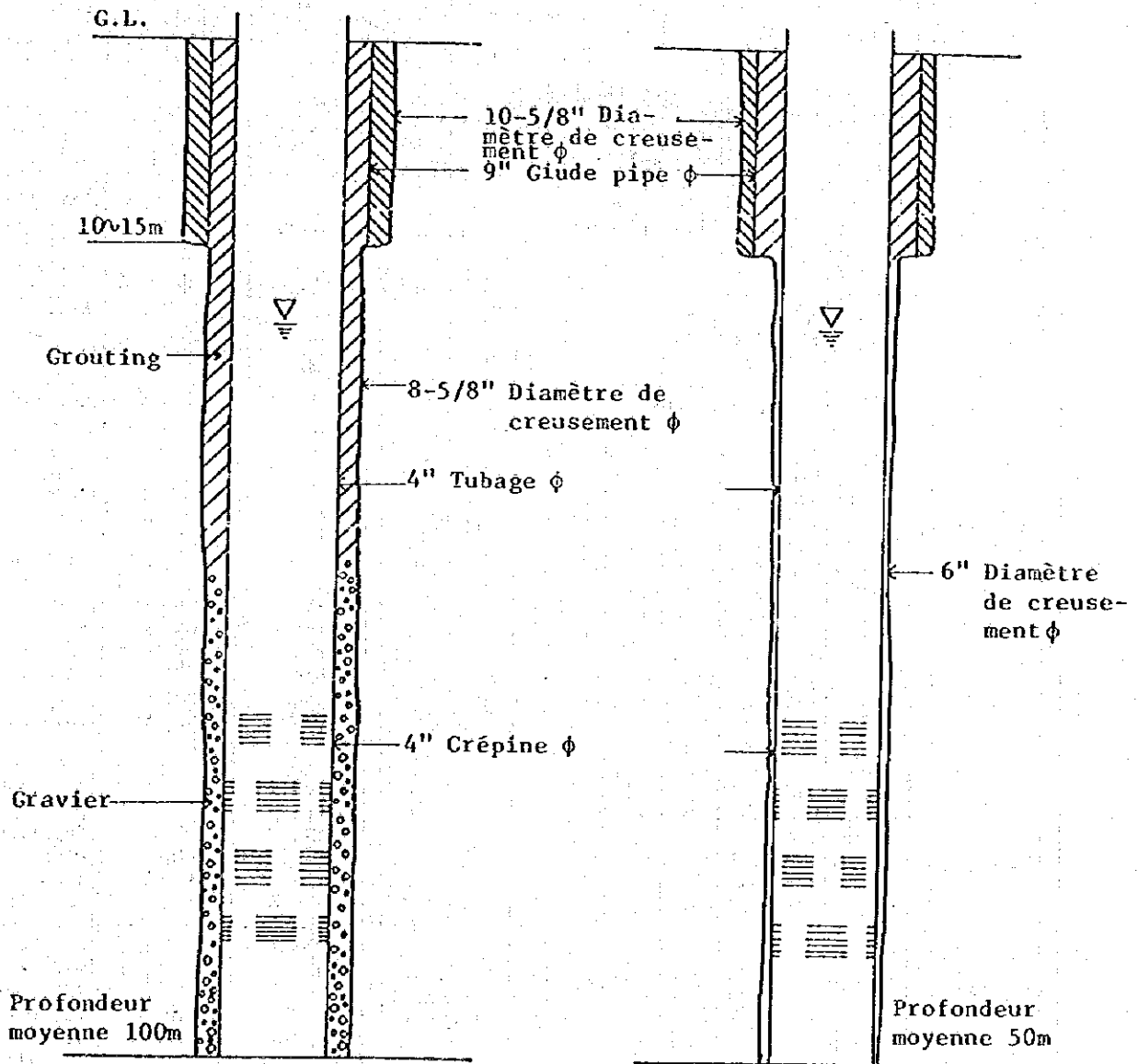


Tableau 5-1



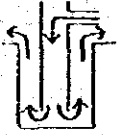
Moyen de creusement					
Division	Caractéristiques	Moyen de creusement	Rotation 	Mouvement vertical 	Evacuation de boue  Circulation normale
Percussion	Creusement par la chute simple du taillant suspendu. Ce moyen est économique mais, impropre à la couche solide.	Percussion	Sans rotation	Wire	Evacuateur de boue
Rotary type spindle	Creusement par la rotation ou le mouvement vertical du spindle. Ce moyen est propre au creusement de carotte.	Rotary	Spindle	Spindle	Eau boueuse Circulation normale
Rotary type table	Creusement par la rotation de turn table et par le mouvement vertical de wire. Ce moyen est propre au creusement d'une grande échelle.	Rotary	Turn table	Wire	Eau boueuse Circulation normale
Rotary type top drive	Creusement par la rotation à moteur hydraulique à la partie supérieure de top drive et par le mouvement vertical du vérin hydraulique. Ce moyen a le bon rendement sur l'opération de drill pipe.	Rotary	Moteur hydraulique	Vérin hydraulique	Eau boueuse Circulation normale
Rebirth Rotary	La circulation de l'eau boueuse est complètement inverse. Ce moyen est propre au creusement relativement d'une grande échelle.	Rotary	Spindle Turn table Moteur hydraulique	Spindle Wire Vérin hydraulique	Eau boueuse Circulation inverse
Rotary à l'air	Evacuation de boue par l'air comprimé au lieu de l'eau boueuse. Ce moyen a le bon rendement mais n'est pas propre au creusement profond.	Rotary	Spindle Turn table Moteur hydraulique	Spindle Wire Vérin hydraulique	Air comprimé Foramousse Circulation normale
Percussion à l'air	Creusement par la rotation et le mouvement vertical du marteau au bout de drill pipe. Ce moyen a le meilleur rendement mais n'est pas propre au creusement profond.	Rotary, Percussion	Spindle Turn table Moteur hydraulique	Spindle Wire Vérin hydraulique	Air comprimé Foramousse Circulation normale



Tableau S-2 Comparaison des types de foreuse

Types de foreuse	Capacité de creusement		Nature du sol		Adapta- tion au niveau plus bas que les eaux souter- raines	Adapta- tion à ① ② ③	Obten- tion des pièces de re- change	Opéra- tions	Réais- sance à l'usure	Entre- tien et ad- mini- stra- tion	Estima- tion future	Prix	Demande	Satisfa- ction géné- rale	
	Profondeur m	Diamètre mm	Forma- tions aréni- formes	Forma- tions sédi- men- taires											Socle
Ⓐ Percussion (Cable tool)	100-200	100-600	○	△	×	○	○	○	△	○	×	moins coûteux	×	×	
Ⓑ Direct rotary (Spindle type)	plus de 500	46-1.500	○	○	△	○	○	○	○	○	○	coûteux	×	×	
Ⓒ Direct rotary (Spindle type)	plus de 500	46-1.500	○	○	△	○	△	○	○	△	○	coûteux	×	×	
Ⓓ Direct rotary (Top drive, power head type)	500	46-1.500	○	⊙	△	○	△	△	○	△	⊙	coûteux	△	×	
Ⓔ Rebirth rotary	100	450-1.500	○	△	×	○	×	△	○	△	○	coûteux	×	×	
Ⓕ Air rotary	100	100-200	⊙	○	×	—	△	△	○	△	○	coûteux	△	×	
Ⓖ Air percussion	100	100-200	×	△	⊙	—	△	△	△	△	⊙	coûteux	△	×	
Ⓗ + Ⓓ + Ⓕ Spindle type Air rotary Air percussion	plus de 500	46-1.500	⊙	○	⊙	—	△	△	○	△	○	le plus coûteux	△	○	
Ⓒ + Ⓔ + Ⓕ Table type Air rotary Air percussion	plus de 500	46-1.500	⊙	○	⊙	—	○	△	○	△	○	le plus coûteux	△	○	
Ⓓ + Ⓒ + Ⓕ Top Drive type Air rotary Air percussion	500	46-1.500	⊙	⊙	⊙	—	△	△	○	△	⊙	le plus coûteux	⊙	⊙	



## CHAPITRE 6. SYSTEME POUR LA REALISATION DU PROJET



## CHAPITRE 6. SYSTEME POUR LA REALISATION DU PROJET

### 6-1 Organisme chargé de la réalisation

Le Projet Eaux Souterraines du Ministère des Mines et de l'Energie forme deux équipes comprenant des géologues qui seront responsables d'une réalisation sans inconvénient du projet.

D'après l'organisation actuelle des personnels, il semble possible de former 2 équipes, si on attribue les personnels des 2 équipes Stenuick et Failing qui ne sont pas en service à cause de la panne et de la vieillesse des appareils. En cas d'inconvénient, on pourra compter sur les techniciens du Génie Rural, appartenant au Ministère de l'Agriculture. (Voir le tableau 4-1)

### 6-2 Plan de la réalisation

- 1) Dans le cas où on exploite les eaux souterraines dans la zone de socle composé de granites et de schistes cristallins, il faut d'abord étudier suffisamment bien la structure hydrogéologique en tenant compte de 25 à 30% de puits qui sont hors service.
- 2) Il est nécessaire d'établir un système d'administration avec une conception rationnelle pour diriger les chantiers, car la distance qui sépare le Projet Eaux Souterraines à Garoua et les chantiers est assez grande. C'est-à-dire que les communications étroites par radio sont nécessaires pour relier le responsable du projet et les chefs de chaque chantier.
- 3) La construction des forages démarrera 1 mois et demi après l'arrivée du matériel au port de Douala.

### 6-3 Sphère du partage

Le côté japonais prend en charge les articles suivants;

- 1) Offre de deux ensembles de matériel pour les forages
  - i) Foreuses équipées de camion (capacité de creusement; 200 m, Type mixte)
  - ii) Véhicules de transport des matériaux, camions citerne pour essence et pour eau
  - iii) Véhicules de liaison (équipement de communications)
  - iv) Pièces de rechange pour i) ~ iii), Matériaux
- 2) Transport maritime matériel du projet du Japon au port de Douala
- 3) Dédouanement dudit matériel au port de Douala  
Vérification et livraison de ce matériel à Garoua
- 4) Orientation technique au chantier pendant 1 ~ 3 mois.

Le côté camerounais prend en charge les articles suivants;

- 1) Assurance de transport du matériel du projet, du port de Douala à Garoua
- 2) Approvisionnement des matières nécessaires, qui sont disponibles au marché local camerounais telles que: bentonite, ciment, armature etc.
- 3) Exonération dudit matériel des droits de douane et des taxes diverses.
- 4) Frais de travaux de construction pour la réalisation du projet
- 5) Assurance de la maintenance et de l'utilisation effective du matériel du projet.

### 6-4 Programme d'exécution

Les travaux de construction du projet commenceront après les étapes suivantes: Signature de la Note d'Echange, Contrat avec l'adjudicataire, Fabrication des matériels, Transport par mer, Transport par terre, Vérification des matériels.

Le programme détaillé est indiqué sur le tableau 6-1 ; 3 mois pour

la signature de la Note d'Echange - le contrat avec l'adjudicataire, 5,5 mois pour la fabrication des matériels, 2 mois pour le chargement du bateau - le transport par mer, 1 mois pour le dédouanement - le transport par terre, 0,5 mois pour la vérification et la livraison matériels. Ce qui fait que les travaux de construction pourront commencer un an après la signature de la Note d'Echange.

#### 6-5 Système d'entretien et d'administration

La structure d'entretien et d'administration est de la plus grande importance non seulement comme système d'appui qui sera indispensable dès la mise en œuvre du projet, mais aussi pour une bonne direction du système d'alimentation des eaux vitales.

Le système d'entretien et d'administration: maintenance des foreuses, des génératrices, des autres machines et des forages, l'administration d'atelier de réparations et du magasin de stockage, disposition des techniciens, est conçu comme suit. Pour l'outillage à machine, les pièces de rechange et les jeeps qui sont nécessaires pour l'entretien et les réparations des machines, nous avons établi l'inventaire pour deux ans.

Il serait souhaitable que le Projet Eaux Souterraines administre le système d'entretien et d'administration de sa propre initiative, car il a un atelier de réparations et un magasin de stockage et le niveau technique suffisants pour l'administration du matériel qui sera offert. Et il est important que la section concernée du Projet Eaux Souterraines prenne la responsabilité de l'entretien et de la réparation périodique des forages et des matériels.

En ce vue, nous nous attendons à une systématisation de la direction, de la formation du personnel au niveau de l'arrondissement ou du village.

Le Projet Eaux Souterraines avait 50.000.000 FCFA comme budget en 1982 et aussi il a assez de techniciens supérieurs qui sont capables de réparer les machines et les forages. Par conséquent, nous estimons qu'ils n'y a pas de problème grave sur le système d'entretien, sauf l'approvisionnement des pièces de rechange des foreuses ou bien des

véhicules qui sont difficiles à fournir sur place.

#### 6-6 Approvisionnement des matériaux

Pour le présent projet, le Cameroun se chargera des matériaux de construction qui se trouvent dans le pays, tels que bentonite, ciment, matière pour armature, etc. et le Japon se charge des autres matériaux de construction.

Comme les matériaux que le Japon va fournir ne peuvent pas se recharger à l'intérieur du Cameroun; le système de ravitaillement des pièces de rechange jouera un rôle clef pour la réalisation du projet. Nous avons établi un inventaire de nombre de pièces de rechange, seulement pour une durée de deux ans, parce que nous ne trouvons pas d'intérêt à apporter tous les matériaux et les pièces de rechange pour la durée de 5 ans, à cause des ennuis d'espace pour déposer, d'altération des pièces, de perte éventuelle.

Donc il nous semble souhaitable de réétudier l'état d'utilisation des matériaux après 2 ans de service, pour déterminer l'approvisionnement ultérieur.







## CHAPITRE 7 EVALUATION DU PROJET



## CHAPITRE 7. EVALUATION DU PROJET

Dans la Province du Nord (excepté le chef-lieu Garoua, mais y compris sa périphérie), les villages sont peu développés et le manque permanent des eaux vitales en est la cause, alors que l'assurance des eaux vitales est indispensable au développement de cette zone. Les habitants de ces régions vivent dans des conditions naturelles considérablement rigoureuses avec la période de sécheresse qui dure 7 mois, allant de novembre à mai. Il faut donc donner au moins un moyen d'assurer les eaux vitales, et le projet de développement de cette zone prévu par le Gouvernement camerounais sera bien efficace.

Pourtant les conditions financières de l'Etat et le niveau de l'industrie qui reste très bas n'aident point à résoudre le problème de la fourniture du matériel pour le creusement des forages. Ainsi l'aide financière du Japon pour le Cameroun dans le cadre du projet prioritaire dans le plan quinquennal de la Province du Nord, semble bien efficace et d'une valeur considérable; son estimation en tant qu'entreprise doit être bien importante.

Ledit projet consiste à résoudre le problème du manque pertinent d'eau en transformant les puits existants en forages et en construisant des forages dans des villages qui n'en possèdent pas. Il s'agit de creuser 254 forages dans le département du Mayo Louti, 446 forages dans le département de la Bénoué (au total 700 forages) en 5 ans.

Par la réalisation de ce projet, les résultats suivants sont prévus:

### 1) Assurance de l'alimentation en eaux vitales

Dans les régions envisagées dans le projet, pendant la période de sécheresse, il est difficile d'assurer l'alimentation des eaux vitales par le moyen des cours d'eau et des puits. Il est difficile d'alimenter les villages en eaux par des barrages ou des châteaux d'eau d'une dimension importante car la plupart des villages sont éparpillés sur une zone très vaste. Mais l'approvisionnement au moyen des puits est moins coûteux et plus facile pour

assurer l'alimentation des eaux, même pendant la période de sécheresse.

Notre projet apportera ainsi une amélioration à la culture et à la société, en assurant de l'eau potable et soulagera les habitants de leur soucis de manquer d'eaux vitales.

## 2) Amélioration des conditions sanitaires et d'hygiène

Dans les conditions actuelles où il manque d'hopitaux, d'infirmes et de médecins, l'assurance de l'eau salubre améliorera considérablement les mesures prophylactiques des épidémies, l'hygiène publique et sociale. Par conséquent les maladies causées par des eaux suspectes: maladies de l'oeil, de peau, diarrhée, épidémies, diminueront et la mortalité des nourrissons baissera.

## 3) Facilité de travail

Dans les circonstances actuelles, les femmes et les enfants doivent extraire et transporter de l'eau comme tous les jours, à des endroits destinés aux services des eaux, qui se trouvent à une distance de 5 à 15 kilomètres environ.

Dans ces conditions, soulèvent de graves problèmes sociaux: travail pénible, durée importante de travail, taux de scolarité peu élevé. Les forages qui ne sèchent pas, même pendant la saison sèche, et qui se trouvent à proximité des habitations, soulageront les femmes et les enfants de leur travail pénible et diminueront la durée de leur travail.

## 4) Mesure efficace contre le dépeuplement des villages

La difficulté de maintenir la vie même pour les conditions minimales, à cause du manque d'eau, cause le dépeuplement des villages, et accélère le surpeuplement des grandes villes, ce qui accentue l'accroissement des chômeurs.

L'assurance des eaux vitales contribuera à l'amélioration de la condition de la vie, au raccourcissement de la durée du travail non-productif, au développement de l'agriculture, aux mesures contre le dépeuplement des villages, et surtout contre l'exode rural des jeunes gens.

5) Exécution du projet de l'exploitation des eaux souterraines

Ledit projet appliqué aux régions envisagées, est exclu du plan établi par la Banque Mondiale, est une entreprise si peu rentable, qu'elle n'attire pas assez d'intérêt pour avoir une aide des pays développés, ni pour le présent, ni pour l'avenir.

En pareille circonstance, une aide matérielle pour le creusement des forages, sous forme d'aide financière qui n'appelle pas de remboursement en contrepartie, sera un appui sûr pour la réalisation du plan quinquennal de l'exploitation des eaux souterraines du Gouvernement camerounais, appliqué aux régions du Nord; il contribuera également à solidifier les relations favorables entre le Cameroun et le Japon.





## CHAPITRE 8 CONCLUSION ET SUGGESTION



## CHAPITRE 8. CONCLUSION ET SUGGESTION

Les régions envisagées dans notre projet (deux départements du Mayo Louti et de la Bénoué) ont été exclues, pour diverses raisons, du projet de l'exploitation des eaux souterraines de la région extrême nord, financé par la Banque Mondiale. Sans aide matérielle sous la forme de coopération financière non remboursable de la part du Gouvernement japonais, la réalisation de ce projet dans les deux départements est impossible.

Le Gouvernement camerounais a déjà mis en oeuvre le projet de l'exploitation des eaux souterraines, dans la Province du Nord, en tant qu'un projet prioritaire dans le "Plan Quinquennal". Mais pour la région où se situe le chef-lieu Garoua de la Province du Nord, aucune aide des pays développés n'est prévue ni pour le présent ni pour l'avenir. Avec ce souci sérieux pour l'exploitation des eaux souterraines que le Gouvernement camerounais a demandé au Gouvernement japonais, une aide matérielle pour le creusement des forages, sous la forme de coopération financière qui, d'après le système japonais, n'exige pas de remboursement contre partie.

La mission japonaise a vérifié la demande et a mené des enquêtes sur le terrain, elle a étudié aussi la factibilité du projet, pour dresser un plan optimal pour l'intérêt des deux pays, le Cameroun et le Japon, pour une aide matérielle des forages, sous forme de coopération financière qui, d'après le système japonais, n'appelle pas de remboursement en contrepartie.

En guise de conclusion, comptant sur le Cameroun, nous exprimons notre souhait de pouvoir contribuer au projet quinquennal, pour que les matériels soient bien maintenus jusqu'à l'expiration du projet prévu dans 5 ans, avec les suggestions suivantes.

- 1) Notre projet, ne couvrant pas toute eau nécessaire pour la région, est insuffisant pour résoudre entièrement le problème du manque d'eau; ainsi nous mettons l'accent sur l'importance d'un plan

d'exploitation du couche aquifère où abondent l'eau souterraine.

- 2) Nous solliciterons aux deux pays, le Cameroun et le Japon, de bien diriger les opérations avec un bon système d'information même après l'offre des matériels, car bien des problèmes sont à prévoir au niveau de l'approvisionnement des articles complémentaires, surtout après la première livraison.

## ANNEXES



**ANNEXE - I Procès-verbal**





VISITE DE LA MISSION JAPONAISE POUR L'EXPLOITATION  
DES EAUX SOUTERRAINES DANS LA PROVINCE DU NORD  
EN REPUBLIQUE UNIE DU CAMEROUN

PROCES - VERBAL

En réponse à la demande faite par le Gouvernement Camerounais pour le projet d'exploitation des eaux souterraines ci-après dénomé "Projet", le Gouvernement du JAPON, par l'intermédiaire de l'Agence Japonaise de Coopération Internationale, a envoyé une mission conduite par Monsieur KUNIMOTO MATSUBA du Ministère Japonais des Affaires Etrangères qui a séjourné au CAMEROUN du 10 au 23 Août 1983.

Cette mission avait pour but d'étudier les possibilités de mise en valeur du projet en effectuant une série de visites sur le terrain précédées et suivies d'entretiens avec les autorités compétentes sur ce projet.

A l'issue de ces différentes visites et entretiens, la mission japonaise et les autorités camerounaises compétentes ont convenu de recommander à leurs Gouvernements respectifs l'examen des propositions suivantes pour la réalisation du projet :

- 1°) Pour éviter les interférences avec les autres opérations de même nature prévues dans la Province concernée et notamment le projet FSAR II/Banque Mondiale qui couvre déjà les six (6) départements de l'extrême-Nord, le présent projet se propose de se limiter dans les départements de la Bénoué et du Mayo-Louti qui ne sont pas encore programmés.
- 2°) Dans le cadre de sa coopération financière non-remboursable, le Gouvernement Japonais accepte de fournir au projet Eaux Souterraines du matériel nécessaires à l'exécution des forages

(par exemple : Foreuses, Compresseurs, Tubages, Crépines, Véhicules, pièces détachées etc...).

3°) Le Gouvernement camerounais prendra à sa charge les mesures nécessaires visant à :

- assurer la décharge et la réception des matériels du projet au port de la République Unie du Cameroun ;
- exonérer lesdits matériels des droits de douane et taxes diverses ;
- assurer le transport de ces matériels du port de débarquement jusqu'au lieu du projet ;
- approvisionner le projet en matières nécessaires disponibles sur le marché local camerounais telles que : bentonite, ciment etc... ;
- assurer la maintenance du matériel du projet et l'utiliser effectivement pour les besoins du projet.

4°) La mission japonaise a suffisamment expliqué aux autorités camerounaises compétentes, le système japonais de coopération financière non remboursable.

5°) Les autorités camerounaises compétentes ont pris bonne note de ce système et ont apprécié l'effort de la délégation japonaise à coopérer avec les techniciens camerounais en vue du choix des matériels de forage et d'exploitation des eaux souterraines les mieux adaptés aux réalités de leur pays. /7

Fait à Yaoundé, le 19 Août 1983

LA MISSION JAPONAISE  
LE CHEF DE MISSION :

*Kunimoto Matsuba*  
KUNIMOTO MATSUBA

LE MINISTERE DU PLAN ET DE L'INDUSTRIE  
LE DIRECTEUR DE LA PROGRAMMATION :

*ADAMA MODI*

LE MINISTRE DES MINES ET DE L'ENERGIE  
LE DIRECTEUR DU PROJET EAUX SOUTERRAINES

*Jean Hervé*  
CHENDJOU - YCUNDJE

**ANNEXE - II    Programme de l'étude,  
Liste des membres de la mission**



## Programme de l'étude

Nombre de Jours	Mois	Jour	Jour de semaine	Programme		Séjour	Contenu de l'étude
				Dé.	Ar.		
1	8	7	Dim.	Dé. Tokyo	11:15	Paris	
				Ar. Paris	19:00		
2		8	Lun.	Dé. Paris	10:30	Libreville (Gabon)	Obtention du visa du Cameroun
				Ar. Libreville	17:40		
3		9	Mar.			"	
				Dé. Libreville	10:30		
				Ar. Douala	11:25		
4		10	Mer.	Dé. Douala	16:00	Yaoundé (Cameroun)	
				Ar. Yaoundé	16:35		
5		11	Jeu.			"	Visite aux Ministères concernés Arrangement préalable
6		12	Ven.			"	Arrangement préalable
7		13	Sam.			Yaoundé → Garoua	Etude sur le terrain
8		14	Dim.			"	"
9		15	Lun.			"	"
10		16	Mar.			"	"
11		17	Mer.			Garoua → Yaoundé	Déplacement
12		18	Jeu.			"	Délibération du procès-verbal
13		19	Ven.			"	Signature du procès-verbal
14		20	Sam.			"	Arrangement
				Dé. Yaoundé	15:05	Libreville	MATSUBA, Chef de mission part du Cameroun.
				Ar. Douala	15:35		
15		21	Dim.	Dé. Douala	19:10	Yaoundé	Les autres membres continuent l'étude
				Ar. Libreville	20:05		
16		22	Lun.			"	Rapport à l'Ambassade du Japon par Chef de mission
				Dé. Yaoundé	19:55		
				Ar. Douala	20:45		
				Dé. Douala	23:59		
17		23	Mar.				
18		24	Mer.			Ar. Paris	07:15 Paris
19		25	Jeu.			Dé. Paris	14:00
20		26	Ven.			Ar. Tokyo	15:35

Liste des membres de la mission

Chef de la mission	M. NATSUBA Kunimoto	Ministère des Affaires Etrangères
Responsable des études	M. TAKAMURA Keisuke	Japan Engineering Co., Ltd.
Chargé des machines de forage	M. MORIIZUMI Kenji	idem.
Interprète	M. HARADA Takamitsu	idem.