

B2.0003

(1)



SL19B1/5B

REPUBLIQUE POPULAIRE REVOLUTIONNAIRE  
DE GUINEE

Projet OMM-NUD-GUI-74-014

PLAN GENERAL  
D'AMENAGEMENT HYDRAULIQUE  
DE LA MOYENNE GUINEE

DOSSIER FINAL  
VOLUME III  
GEOLOGIE

BRATISLAVA OCTOBRE 1981  
POLYTECHNA-PRAQUE-TCHECOSLOVAQUIE

*1<sup>ère</sup> Partie*

Projet OMM - PNUD - GUI - 74 - 014



PLAN GENERAL D'AMENAGEMENT HYDRAULIQUE DE LA MOYENNE GUINEE

Dossier final

Géologie

Bratislava  
Octobre 1981

Volume N° III

P O L Y T E C H N A  
Agence pour la coopération technique

Panska ulice N° 6  
112 45 PRAGUE - 1, B.P. 834

Tchécoslovaquie

TABLE DES MATIERES

1.0. INTRODUCTION	1
1.1. Objet des prospections et leur ampleur	1
1.2. Données de base utilisées	2
1.3. Travaux exécutés au terrain	6
2.0. QUELQUES CARACTERISTIQUES DE LA MOYENNE GUINEE	12
2.1. Géomorphologie	12
2.2. Stratigraphie	14
2.3. Tectonique	20
2.4. Hydrogéologie	22
3.0. GEOLOGIE DES SITES "PRIORITAIRES"	36
3.1. Foulasso sur Kokoulo	36
3.2. Kokoulo - pont sur Kokoulo	57
3.3. Tiambata sur Sala	73
3.4. Dionfo sur Dombélé	90
3.5. Gaya sur Dombélé	103
3.6. Doureko sur Samenta	106
3.7. Fello Sounga sur Tominé	111
4.0. CARACTERISTIQUES GEOLOGIQUES DES SITES "AVENIR PROCHE"	116
4.01. Natibali sur Sala	117
4.02. Grand Kinkon sur Kokoulo	119

4.03. Ouésséguélé sur Ouésséguélé	122
4.04. Mababou sur Bantaïa	124
4.05. Gaoual sur Komba	127
4.06. Tiouri sur Dimma	129
4.07. Kouli sur Liti	131
4.08. Madina Kouta sur Gambie	134
4.09. Koukoutamba sur Bafing	137
4.10. Boureya sur Bafing	139
5.0. CARACTERISTIQUES GEOLOGIQUES DES SITES "AVENIR LOINTAIN"	140
6.0. CONCLUSION	145

LISTE DES FIGURES

- 1.0. Carte géologique schématique
- 2.0. Carte des sites de barrages prioritaires et avenir proche
- 3.0. FOULASO - site de barrage
  - 3.1. FOULASO - coupe géologique
  - 3.2. FOULASO - coupe géologique du forage BT - 1
  - 3.3. FOULASO - coupe géologique du forage BT - 2
  - 3.4. FOULASO - coupe géologique du forage BT - 3
  - 3.5. FOULASO - coupe géoélectrique et isoohmique
  - 3.6. FOULASO - sondes électriques
- 4.0. KOKOULO - pont - site de barrage
  - 4.1. KOKOULO - pont - coupe géologique
  - 4.2. KOKOULO - pont - coupe géologique du forage KP - 1
  - 4.3. KOKOULO - pont - coupe géologique du forage KP - 2
  - 4.4. KOKOULO - pont - coupe géoélectrique et isoohmique
  - 4.5. KOKOULO - pont - sondes électriques
- 5.0. TIAMBATA - site de barrage
  - 5.1. TIAMBATA - coupe géologique
  - 5.2. TIAMBATA - coupe géologique du forage DJ - 1
  - 5.3. TIAMBATA - coupe géologique du forage DJ - 2
  - 5.4. TIAMBATA - coupe géoélectrique et isoohmique
  - 5.5. TIAMBATA - sondes électriques

## 6.0. DIONFO - site de barrage

- 6.1. DIONFO - coupe géologique
- 6.2. DIONFO - coupe géologique du forage DF - 1
- 6.3. DIONFO - coupe géologique du forage DF - 2
- 6.4. DIONFO - coupe géologique du forage DF - 3
- 6.5. DIONFO - coupe géoélectrique et isoohmique
- 6.6. DIONFO - sondes électriques
- 6.7. GAYA - coupe géologique
- 6.8. GAYA - coupe géoélectrique et isoohmique
- 6.9. GAYA - sondes électriques

## 7.0. DOUREKO - sites de barrages

- 7.1. DOUREKO - coupes géologiques
- 7.2. DOUREKO - coupe géoélectrique et isoohmique
- 7.3. DOUREKO - sondes électriques

## 8.0. FELLO SOUNGA - site de barrage

- 8.1. FELLO SOUNGA - coupe géologique
- 8.2. FELLO SOUNGA - coupe géoélectrique et isoohmique
- 8.3. FELLO SOUNGA - sondes électriques

## 9.01. NATIBALI - site de barrage

## 9.02. GRAND KINKON - site de barrage

## 9.03. OUESSEGUELE - site de barrage

## 9.04. MABABOU - site de barrage

## 9.05. GAOUAL - site de barrage

9.06. TIOURI - site de barrage

9.07. KOULI - site de barrage

9.08. MADINA KOUTA - site de barrage

9.09. KOUKOUTAMBA - site de barrage

9.10. BOUREYA - site de barrage

10.0. Carte des sites de barrages avenir lointain

## 1.0. INTRODUCTION

### 1.1. Objet des prospections et leur ampleur

Le présent rapport géologique comprend et présente les résultats des observations géologiques et des prospections exécutées dans le cadre du projet: Plan général d'aménagement hydraulique de la Moyenne Guinée - GUI/014/74.

Du contrat N° 527-78 GUI/014 1197-76 du 19.12.1978 est ressorti le devoir d'exécuter, sur les sites prioritaires, une prospection par sondage mécanique totalisant 350 m de forages carottés. Au cours des travaux, la Direction du Projet a demandé d'augmenter la totalité des forages à 410 m (le complément du 18.2.1980) parce qu'il a fallu exécuter des forages plus profonds comme il était proposé initialement.

En somme, dans le cadre de ce projet on a exécuté les travaux suivants:

- le forage de dix trous carottés d'une longueur totale de 405,5 m sur quatre sites de barrage,
- les mesures géophysiques sur 7 sites de barrage,
- les prospections sur le terrain à la recherche des matériaux pour la construction des digues sur 17 sites,
- l'étude des données d'orientation pour les autres sites de barrage.

Les conditions géologiques des sites prioritaires de barrage étaient analysées seulement par 2-3 sondages de carotte et des mesures géophysiques. Donc, les résultats qui ont été obtenus donnent alors seulement un aperçu en matière de géologie qu'il faudra étudier plus en détails dans les étapes suivantes.

## 1.2. Données de base utilisées

Les données de base géologiques et hydrogéologiques représentent 31 notes, commentaires, études, rapports et projets, de même que cinq sortes de cartes géologiques aux échelles différentes.

La plupart de ces documents existants ont eu pour but de résoudre une tâche fixée d'avance. Il n'y a que quelques uns qui portent sur la géologie régionale. Il s'agit d'études plus ou moins générales.

La description détaillée de la répartition stratigraphique et la tectonique du territoire sont comprises dans la carte géologique à l'échelle 1:200 000 et dans les rapports respectifs, qui ont été élaborés par le groupe des géologues soviétiques et guinéens.

Les résultats plus détaillés des prospections géologiques se trouvent dans l'avant-projet des barrages Amaria et Souapiti sur Konkouré et dans l'avant-projet détaillé du barrage Koukoutamba sur le Bafing.

Les données de base sont les suivantes:

- 1 - AMENAGEMENT du Samou supérieur. Projet de barrage de Malea. Esquisse géologique - par J.P. Lajoinie; jan. 1954
- 2 - AMENAGEMENT du Konkouré inférieur (note sur la géologie des sites de Sakhé, Kondékouré et Amaria) - par J.P. Lajoinie; mars 1954
- 3 - Note sur l'adduction d'eau de Labé - par J.P.Lajoinie; jan.1954

- 4 - Note sur l'adduction d'eau de Mamou - par J.P.Lajoinie; janvier 1954
- 5 - LE KONKOURE. Aménagement de Souapiti, étude géologique par J.P.Lajoinie; août 1955
- 6 - Adduction d'eau de Labé, Forécariah et Coyah - par J.P. Lajoinie; juillet - août 1955
- 7 - Adduction d'eau de Labé - par J.P.Lajoinie; juillet 1955
- 8 - Note sur l'alimentation en eau de Labé - par Dunquennois; février 1958 (manuscrit)
- 9 - Rapport géologique sur la Moyenne Guinée (manuscrit anonyme)
- 10 - Possibilités d'utilisation des ressources hydroénergétiques du fleuve Bafing. Rapport techno-économique. Techno-export, Sofia; février - avril 1961
- 11 - Mission microcentrales, rapport sur la reconnaissance des sites possibles pour l'aménagements hydroélectriques par Motor Columbus S.A.Baden; septembre 1965
- 12 - Centrale hydroélectrique de Mali. Bassin de retenue de Lougambé. Commentaires sur la géologie, la géotechnique, l'hydrologie. WAKUTI GMBH. Ingénieurs conseils - ZUG, Suisse; juin 1968
- 13 - Etude de préinvestissement pour la régularisation du fleuve Sénégal. Projet d'un système de contrôle des débits dans le bassin du haut-Sénégal, Bafing supérieure. Sénégal-Consult; août 1969
- 14 - Aménagements hydroélectriques du Konkouré et du Fatala. Etude d'orientation. Elektroconsult Milano; janvier 1970
- 15 - Etude de l'aménagement hydro-agricole de la plaine de la Kolloun. Energoprojekt Beograd 1971.

- 16 - Avant-projet pour la construction d'un barrage destiné à l'alimentation en eau de la Cimenterie de Lébékéré (R.A. de Mali). LASUEN ASOCIADOS S.A. / Madrid; août 1974
- 17 - Situation d'eau pour les besoins domestiques dans les régions touchées par la sécheresse et observations sur les ressources d'eau dans le nord de la Guinée - par W.D.Romig décembre 1974
- 18 - Aménagement hydroélectrique, du Konkouré. Etude de la première phase. Avant-projet de l'aménagement d'Amaria. Mémoire géologique - SICAI, Rome; octobre 1975
- 19 - Esquisse géologique de la Moyenne Guinée - par T. Sakho; février 1976
- 20 - Esquisse géographique de la Moyenne Guinée - par M. Kana-Diallo, février 1976
- 21 - Etude hydrogéologique, Feuille Labé - par T. Sakho; février 1976
- 22 - Etude hydrogéologique, Feuille Kinkia - par T. Sakho; février 1976
- 23 - Aménagement hydroélectrique de Koukoutamba. Avant-projet détaillé. Energoprojekt Beograd 1976
- 24 - Note sur l'hydrogéologie des MDR de Boké, Labé, Faranah et Kankan - par M. Diallo; avril 1977
  - Extrait de la revue la Houille blanche; mars - avril 1947
  - Afrique occidentale - carte géologique. Echelle 1:2,000.000 (Copie de xerox)
- 25 - Recherches d'eau souterraine pour l'alimentation des centres. Note préliminaire. BURGEAP; juin 1978
- 26 - Projet de création de brigades de puits. Rapport préliminaire. BURGEAP; novembre 1978

- 27 - Alimentation en eau de Conakry et de 7 centres de l'intérieur. Compte rendu de Mission de L. Bourguet; mai 1979
- 28 - Alimentation en eau des 7 centres de l'intérieur. Fiches de projet succinctes; juin 1979
- 29 - Projet eaux souterraines. Résultats des travaux 1978-1979. Program 1979-80. BURGEAP; août 1979
- 30 - Alimentation en eau de 7 centres de l'intérieur à partir des eaux souterraines BURGEAP; novembre 1979
- 31 - Recherches hydrogéologiques en vue de l'approvisionnement en eau potable de dix-huit chefs-lieux de régions de l'intérieur - par B. Sourisseau, BRGM; décembre 1979
- 32 - Prospection des ressources hydro-électriques. Carte géologique. Echelle 1/1.000.000 E.D.F. Service des Etudes d'Outre-Mer; février 1950
- 33 - Carte géologique de la Guinée. Echelle 1/1.250.000. Dressé par A. Mikhailov; 1963
- 34 - Carte des gisements et indices minéraux. Service des Mines 1975. Complétée par J. Sakho. Echelle 1/1.000.000
- 35 - Schéma géologique de la Guinée avec les gisements de fer précambrien. D'après le professeur Dr. Von Gaertner. Echelle 1/2.000.000
- 36 - Carte géologique de la République de Guinée. Echelle 1/200.000. Les rapports Labé, Kindia, Gaoual, Dabola.

### 1.3. Travaux exécutés au terrain.

#### 1.3.1. Travaux géologiques.

Les données sur la constitution géologique de la Moyenne Guinée ont été acquises par l'étude des documents existants sur ce sujet d'une part, et par les travaux de reconnaissance effectués sur le terrain, d'autre part.

La prospection géologique de cette étude a été exécutée dans le but de:

- déterminer les conditions géologiques du site de barrage,
- déterminer la zone d'altération,
- déterminer la fissuration des roches et leur perméabilité,
- déterminer les caractéristiques géotechniques, des roches et des sols,
- le choix de la fouille d'emprunt,
- délimitation des différentes couches sur les mesures géophysiques.

Pour la solution des sujets présentés on a effectué des forages de carottes avec des essais d'eau sous pression, des mesures géophysiques, des études de la morphologie de chaque site de barrage, des études des affleurements naturels des roches, des choix des gisements de matériaux pour la construction etc.

De certaines carottes ont été prélevés des échantillons des roches (7 échantillons) pour des analyses pétrographiques dans le but de connaître leur composition et leur désignation précise. Les analyses des échantillons ont été effectuées en Tchécoslovaquie (Institut des prospections géologique et hydrogéologique / IGHP Zilina).

### 1.3.2. Travaux de forage

Dans le rapport de reconnaissance Polytechna a proposé d' exécuter la prospection géologique par des sondages carottés sur trois sites, parce que de la longueur contractée, 350 m, il a été impossible de traiter plusieurs sites de barrage (vu l'épaisseur de la zone altérée.)

En complément l'étendue des travaux de forage a été élargie. En totalité ont été forés 405,5 mètres de forages sur 4 sites: Tiambata, Foulaso, Kokoulo - pont et Dionfo. Dans le cadre de la prospection ont été forés 10 forages carottés, à la profondeur de 26,0 à 59,0 m. Les forages ont été faits par Stavebni geologie de Prague dans la période du 6.12.1979 au 23.3.1980 avec une machine foreuse de carotte ZIF 300 M.

De tous les forages, en continuité, ont été prélevés des carottes qui ont été déposées dans des collecteurs standards et après la clôture des travaux remis à la Direction du Projet.

Dans les trous de forage en continuité de haut en bas, on a exécuté les essais d'eau sous pression, au total 73 essais avec des pressions jusqu'à  $10 \text{ kp/cm}^2$  (critère de Lugeon). La hauteur des tranches d'essai, vu l'état de la fissuration des roches était de 3 à 5 m. La profondeur des forages était fixée d'après les résultats des essais d'eau sous pression, le forage fut interrompu seulement quand les fuites d'eau constatées pendant l'essai étaient inférieures à  $3 \text{ l/min/m}$  à la pression de  $10 \text{ kp/cm}^2$ .

La répartition des forages d'après les sites, la profondeur, le nombre d'essais sous pression, leur situation etc. sont présentés dans le tableau suivant:

N°	Site	Rivière	Forage	Profondeur /m/	Essais d'eau en pression			Situation du forage
					du /m/	au /m/	Nombre	
1	FOULASO	Kokoulo	BT - 1	41,5	15,5	41,5	8	talus droite
2			BT - 2	36,0	7,8	36,0	8	rive droite
3			BT - 3	59,0	23,0	59,0	12	talus gauche
4	KOKOULO- -PONT	Kokoulo	KP - 1	54,0	13,0	54,0	11	rive droite
5			KP - 2	45,0	15,0	45,0	9	talus gauche
6	TIAMBATA	Sala	DJ - 1	33,0	14,0	33,0	5	talus gauche
7			DJ - 2	42,0	7,5	42,0	9	rive droite
8	DIONFO	Dombélé	DF - 1	32,0	23,0	32,0	3	rive gauche
9			DF - 2	26,0	7,0	26,0	4	talus gauche
10			DF - 3	37,0	23,0	37,0	4	talus droite

### 1.3.3. Prospection géophysique

La prospection géophysique a été réalisée de janvier à mars 1980 dans ces sites de barrage: FOULASO, KOUKOULO - pont, TIAMBATA, DIONFO, GAYA, DOUREKO, FELLO SOUNGA.

Le but de la prospection géophysique a été de:

- délimiter les couches dans le sous-sol des barrages,
- déterminer la zone d'altération.

Pour la prospection géophysique on a utilisé les mesures géoélectriques par la méthode du sondage de la résistance électrique du sous-sol. Sur les sept sites énumérés on a fait au total les mesures de 50 sondes électriques.

#### 1.3.31 La méthodique de la prospection géophysique

La prospection géophysique a été réalisée par des mesures géoélectriques, modifiées pour les sondes électriques qui consistent à déterminer la résistance spécifique apparente en rapport avec la profondeur. Cette méthode est utilisée le plus souvent pour déterminer l'épaisseur des couches horizontales. Mais il peut arriver que les couches géoélectriques ne se recouvrent pas obligatoirement avec les couches géologiques (par exemple deux couches et aussi un plus grand complexe géologique de séries de couches d'une composition litologique diverse ou de différent âge peuvent présenter une résistance spécifique égale).

Les mesures ont été faites avec un appareil géoélectrique à courant continu PKE - 8 (de fabrication polonaise) avec une disposition symétrique des électrodes (méthode de Schlumberger) et d'une distance maximale de 400 m. Les paramètres techniques de base de l'appareil PKE - 8:

Mesure de la tension, de 1 à 3000 mV en 8 degrés

Mesure du courant 0 à 3A en 6 degrés

Précision = 1,5%

Compensation des tensions polarisées  $\pm$  600 mV

Résistance d'entrée  $\geq$  3M Ohm

Comme électrodes de saturation on a utilisé des barres d'acier d'un diamètre de 28 mm, enfoncées à un mètre de profondeur.

Dans les grandes résistances de passage on a utilisé de deux électrodes et l'arrosage avec une solution de NaCl. Dans certains sites (par exemple Gaya, Kokoulo-pont) la couche de surface sur une partie du profil transversal est constituée d'une croûte latéritique où il n'était pas possible d'enfoncer les électrodes à une profondeur suffisante, donc il était impossible de faire les mesures.

D'autres conditions géologiques ont aussi négativement influencé les distances entre les sondes électriques qui ont varié de 45 à 60 m. Les électrodes ont été disposées symétriquement perpendiculairement à l'axe du barrage.

Avant de commencer les mesures géophysiques il a fallu de débroussailler le terrain dans l'axe de la disposition des électrodes.

Les valeurs mesurées ont été traitées encore pendant les travaux dans le terrain et préparées en interprétations préliminaires.

1.3.32 Méthode de l'évaluation des mesures

Les résultats des mesures géoélectriques ont été valorisés par la méthode graphique et numérique. Les valeurs de la résistance spécifique ont été calculées d'après la fonction:

$$\rho = K \frac{U}{I}$$

- $\rho$  = résistance spécifique apparente (Ohm m)  
U = tension mesurée (mV)  
I = courant mesuré (mA)  
K = constante de la disposition des électrodes

Les résultats ont été reportés sur du papier logarithmique double de module 6,25. Les courbes ainsi obtenues ont été qualitativement interprétées par la méthode de comparaison avec les courbes théoriques de B.K. Matvejev. Sont apparues les courbes de sondage électrique pour trois à cinq couches, le plus souvent du type K, Q, H et leur combinaison, voir figure graphique "Sondes électriques".

A partir des valeurs de la résistance spécifique apparente, on a fait pour chaque site des coupes géométriques dans une échelle linéaire.

A partir des sondes électriques évaluées on a élaboré pour chaque site mesuré une coupe géoélectrique dans le sens de l'axe du barrage et marqué les couches géoélectriques et interprété pour une profondeur maximale de 40 à 50 m au-dessous de la surface. Les limites interprétées en plus grande profondeur auraient des fautes résultantes de la méthode de mesure.

## 2.0. QUELQUES CARACTERISTIQUES DE LA MOYENNE GUINEE

### 2.1. Géomorphologie

La Guinée Moyenne est formée du massif Fouta Djallon, d'abaissments intermontagneux, de plaines des piedmonts et de la plaine au Nord-Ouest du territoire.

Fouta Djallon est un plateau accidenté soulevé dont l'altitude varie entre 800 et 1280 m. Le sommet le plus haut le Mont Loura (1538 m) se trouve dans sa partie Nord dans la région de Mali. Les couches horizontales ont créé des conditions favorables pour la formation de vastes plateaux étendus à différentes altitudes, donc le relief du territoire a dans le fond une structure en gradins. Au total il est possible de distinguer quelques surfaces d'aplanissement séparées par des pentes abruptes. Ces gradins sont l'expression des principaux cycles de la formation du relief du territoire de l'Afrique de l'Ouest. D'après les reconnaissances précédentes (36) ont été reconnues ces reliefs: Jurassique supérieur, Crétacé, Paléogène, Miocène, Pliocène et Pliocène-Quaternaire.

Le massif Fouta Djallon est fortement sillonné de vallées des rivières qui y prennent source. Les directions prédominantes de l'écoulement de leurs eaux sont la Sudouest-Nordest, Nordest-Sudouest, un peu moins Nord-Sud. La structure du relief en gradins

a une influence sur le caractère et l'hydrodynamique des rivières. Sur les pentes qui séparent les surfaces d'aplanissement les rivières ont une grande dénivellation, les profils des vallées sont en cañons avec des rapides et des chutes d'eau. Dans les limites des surfaces d'aplanissement elle-mêmes la dénivellation est faible, les rivières ont un courant calme et, de part et d'autres, elles forment des méandres. Les vallées sont larges, plates et comprennent d'habitude un complexe de terrasses basses.

Les abaissements intermontagneux sont représentés par des larges plateaux situés entre les niveaux surélevés des surfaces d'aplanissement. La forme des dépressions est plate, ondulée, concave, leur altitude se situe entre 400 et 750 mètres au-dessus du niveau de la mer. D'après leur caractère ce sont des abaissements érosifs dénudés représentant les restes d'anciennes vallées de rivières.

Les plaines de piedmonts représentent des territoires plats aplanis au pied du massif Fouta Djallon avec une altitude de 180 à 350 m.

La plaine occupe la pointe Nord-Ouest du territoire et forme une surface relativement plate avec une faible pente vers l'Ouest et le Sud-Ouest d'une hauteur allant jusqu'à 70 m au-dessus du niveau de la mer.

Le relief de la surface étudiée a commencé à se former à la fin du Mésozoïque après l'époque de l'activation tectonomagmatique du continent africain. Le soulèvement n'était pas permanent. Les ralentissements et les arrêtes stimulaient le processus de dénudation formant le relief de divers niveaux. Les soulèvements ultérieurs ou leurs accélérations entraînaient des processus linéaires de la démolition du relief et la formation des pentes et des vallées d'ordre différent.

Le climat tropical formé au Cainozoïque a conditionné les processus intenses de la transformation chimique des roches et la formation des croûtes d'altération.

## 2.2. Stratigraphie

Sur le territoire de la Moyenne Guinée on a différencié jusqu'à présent plusieurs formations sédimentaires qui, d'après leur âge, ont été classées dans l'Archéen, le Protérozoïque le Paléozoïque et le Quaternaire. Les roches intrusives qui sont très répandues appartiennent aussi à des différentes époques d'âge, ce sont: les intrusions archéennes, protérozoïques et mésozoïques.

### 2.2.1. Socle cristalin

Les roches du socle cristalin sont représentées par les roches archéennes du territoire étudié et sont répandues dans sa partie Sud-Est. Il s'agit d'une formation assez monotone de roches fortement métamorphisées composées surtout de gneiss, de schistes cristallins et de migmatites. Sur la base de la différente intensité du métamorphisme on a différencié deux séries - la série de Dabola et la série de Cambui. La direction constante des couches Nord-Ouest est assez bien conservée et le pendage assez fort (jusqu'à 60 - 70°) indique le caractère du plissement linéaire.

### 2.2.2. Protérozoïque

La plus grande abondance des roches du Protérozoïque a été cartographiée dans la partie Nord et Nord-Est de la Moyenne Guinée. De tout le complexe on a différencié plusieurs séries histologiquement assez différentes:

- Dans la partie Nord du territoire dans la zone de Bassaris c'est une série vulcano-sédimentaire composée surtout des roches pyroclastiques, sédimentaires et effusives, c'est à dire de pelites, de grès quartzeux et de quartzites, d'aléu-

rolites de tufogrès, de tufites, de porphyres liparitiques et de leurs tufs. Ce qui est caractéristique pour ces roches c'est leur coloration bariolée. La série est appelée la suite Panampou et on lui attribue l'âge du Protérozoïque moyen /36/.

- La partie Nord-Est du territoire est formée de grès quartzeux et quartzitiques à grains fins et moyens. Les roches sont d'habitude à stratification horizontale, mais on rencontre aussi certaines intercouches à stratifications obliques. Tout le complexe de roches est appelé la suite Kanta.

- Sur le bord extrême de l'Est se trouvent des fines stratifications des séries de couches d'une composition multiple. Il s'agit d'une alternation rythmique des argillites, des aléurolites, des grès à grains fins, des dolomites, des calcaires dolomités et des gravelites. Cette série de couches est appelée la suite Dira.

Dans la région Mali, mais aussi au Sud de Dalaba est développée une formation sédimentaire composée d'argillites monotones avec des intercouches d'aléurolites, des aléurolites avec des intercouches de grès, des aléurolites alternant avec des argillites et des grès oligomictes. La formation est appelée la suite Mali et d'après sa constitution histologique elle est différenciée en trois sous-suites.

- Au Nord-Ouest de la Moyenne Guinée dans la zone Gaoual-Youkounkoun se présente une série tufo-sédimentaire composée de grès arkosiques, de conglomérats tufogènes, de tufs et d'aléurolites. Cette série de couches est appelée la suite Boundou.

- Les formations volcanogènes de la suite Koubia sont représentées par les effusives de composition basique, rarement neutres. Ce sont en général des basaltes, des porphyres basaltiques, des andésites et leurs tufs. Ils se trouvent au Nord-Ouest du territoire en bande étroite sur les suites Boundou et Mali.

### 2.2.3. Paléozoïque

Les dépôts du Paléozoïques sont représentés exclusivement par les formations sédimentaires de l'âge ordovicien, silurien et dévonien, du point de vue structural ces formations sont sub-horizontales.

- Système ordovicien: la suite Pita est largement développée dans l'Ouest du territoire étudié, dans les bassins des cours supérieurs de rivières Kokoulo, Sala, Kakrima, Ouésséguélé, Tominé, Fétoré et autres. Les dépôts de la suite Pita sont représentés par des grès quartzeux et oligomictes à ciment siliceux avec un nombre moindre d'entrecouches d'aléurolites de gravelites et des lentilles de conglomérats. Suivant les particularités lithographiques les dépôts de la suite Pita se subdivisent en trois sous-suites (inférieure, moyenne, supérieure) qui sont en règle bien exprimées dans le relief. L'épaisseur de la suite Pita n'est pas constante. Elle varie de 300 à 700 m en augmentant vers le Sud.
- Le système silurien: la suite Télimélé n'est répandue que dans la partie Ouest du territoire. Elle se compose surtout d'aléurolites, de grès à grain fin avec des argillites. Les dépôts sont à stratifications fines horizontales, nettement enlités avec des intercouches micassées.
- Le système dévonien: la suite Faro est développée à l'extrême Ouest du territoire. Les dépôts de la suite Faro sont représentés par des aléurolites des argillites et des grès à grains fins. Pour eux est caractéristique la stratification fine, vague, parallèle, ainsi que la présence des couches à stratifications onduleuses. Ces dépôts sont les plus jeunes sédiments paléozoïques dans la région étudiée, leur âge est déterminé par leur gisement concordant sur les roches siluriennes et par la présence des fossiles de brachiopodes et de trilobites (36).

#### 2.2.4. Formations intrusives

Parmi les formations intrusives dans le cadre du territoire étudié sont distingués quatre groupes d'intrusions différentes par la composition et par l'âge.

- Les intrusions archéennes se composent surtout de roches ultra-basiques du type hyperbasiques, charnochites, moins de granitogneiss et de magmatites. Elles se présentent dans les roches du socle cristalin, c'est à dire dans la partie Sud et Sud-Est du territoire.
- Les intrusions protérozoïques (supérieures tardiprotérozoïques) ont une extension limitée seulement dans la région Kindia et sont représentées par des complexes de roches basiques - gabbro-diabases, gabbro-dolérites et granitoïdes - granites, granodiorites.
- Les intrusions mésozoïques sont liées à l'époque de l'activation tectono-magmatique du continent africain. Tous les terrains décrits ci-dessus ont été injectés de roches effusives intrusives en forme des corps laccolitiques, sills et dykes. Ils sont largement répandus dans la partie Nord-Est et Sud-Ouest du territoire étudié. Il est évident que la plus grande partie des roches intrusives est représentée par des dolérites, des gabbro-dolérites et les kongadiabases. On rencontre plus rarement les différenciations acides - les diorites quartzesuses, les granodiorites et les granites biotitiques. Les différenciations ultrabasiques se trouvent très rarement et sont représentées par les pyroxénites et les péridotites.

### 2.2.5. Quaternaire

Les dépôts quaternaires sont largement répandus sur les massifs plats et leurs pentes, sur les terrains aplanis du relief et dans les vallées des rivières. Selon la génèse se distinguent les dépôts alluviaux de terrasses fluviales, les dépôts éoliens et proluviaux. D'après l'âge ce sont des sédiments quaternaires moyens, moyens-supérieurs, supérieurs, supérieurs-actuels et actuels.

Ils sont remarquables par une composition très diverse d'après la localité de leur présentation. Très répandus sont les argiles, les limons, les sables, plus rares sont les graviers. Dans les lits des rivières, surtout dans les cours supérieurs en montagne on trouve des rochers voire des blocs. Substantiellement ils se composent des roches participant à la structure géologique du territoire par laquelle ~~se~~ déversent les rivières. Le plus souvent ce sont des dolérites, des grès, des schistes cristallins, des aléurolites ou des latérites. L'épaisseur de ces dépôts est très variable et varie entre 2 et 10 m. Il est possible de supposer des épaisseurs plus grandes dans les lieux de dépression des terrains.

Très répandus sont aussi les dépôts qui se présentent au pied des pentes. Ils se composent de fragments hétérogènes à arêtes tranchantes et de blocs avec argile-sableuse.

### 2.2.6. Croûte d'altération

Toutes les roches éruptives et sédimentaires, compactes ou stratifiées sont recouvertes d'un épais manteau d'altération superficielle. La croûte d'altération la plus répandue est du type latéritique. Leur formation est liée à l'hydrolyse, au lessivage de la roche-mère et à l'accumulations des hydroxydes

d'aluminium et de fer dans une croûte latéritique ou bauxitique. Elle est absente seulement sur les pentes fortes (plus de 15 - 20°) et dans les vallées profondes des cours d'eau (sur les lits majeurs et les premières terrasses).

La composition et la structure de la croûte d'altération dépendent de leur position géomorphologique et de la composition de la roche-mère. Dans une croûte d'altération latéritique, en général, on distingue deux zones principales (classification J.P.Lajoinie):

- une zone inférieure formée de matériaux meubles argileux ou argilo-silteux qui débute au-dessus de la roche-mère et qui se termine avec l'apparition des premières concrétions. La structure de la roche-mère est toujours évidente,
- une zone supérieure - pierreuse, caractérisée par la disparition totale de la structure d'origine et par la très grande concentration des nodules ferrugineux qui donnent des terres rouges gravillonnaires, puis de cuirasses ou des carapaces d'un aspect bréchique.

La transition entre ces deux zones est souvent graduelle formée par la zone intermédiaire.

L'épaisseur de la croûte d'altération est souvent de 10 à 25 m, plus rarement de 30 à 50 m. Sur les schistes et les dolérites se forme une plus épaisse croûte d'altération que sur les grès, où par endroits elle est réduite seulement en une simple croûte ferrugineuse. C'est sur les plateaux qu'elle est la plus développée et son épaisseur baisse avec l'agrandissement de la pente.

# CARTE GEOLOGIQUE SCHEMATIQUE DE LA MOYENNE GUINEE

ECHELLE 1 : 2 000 000

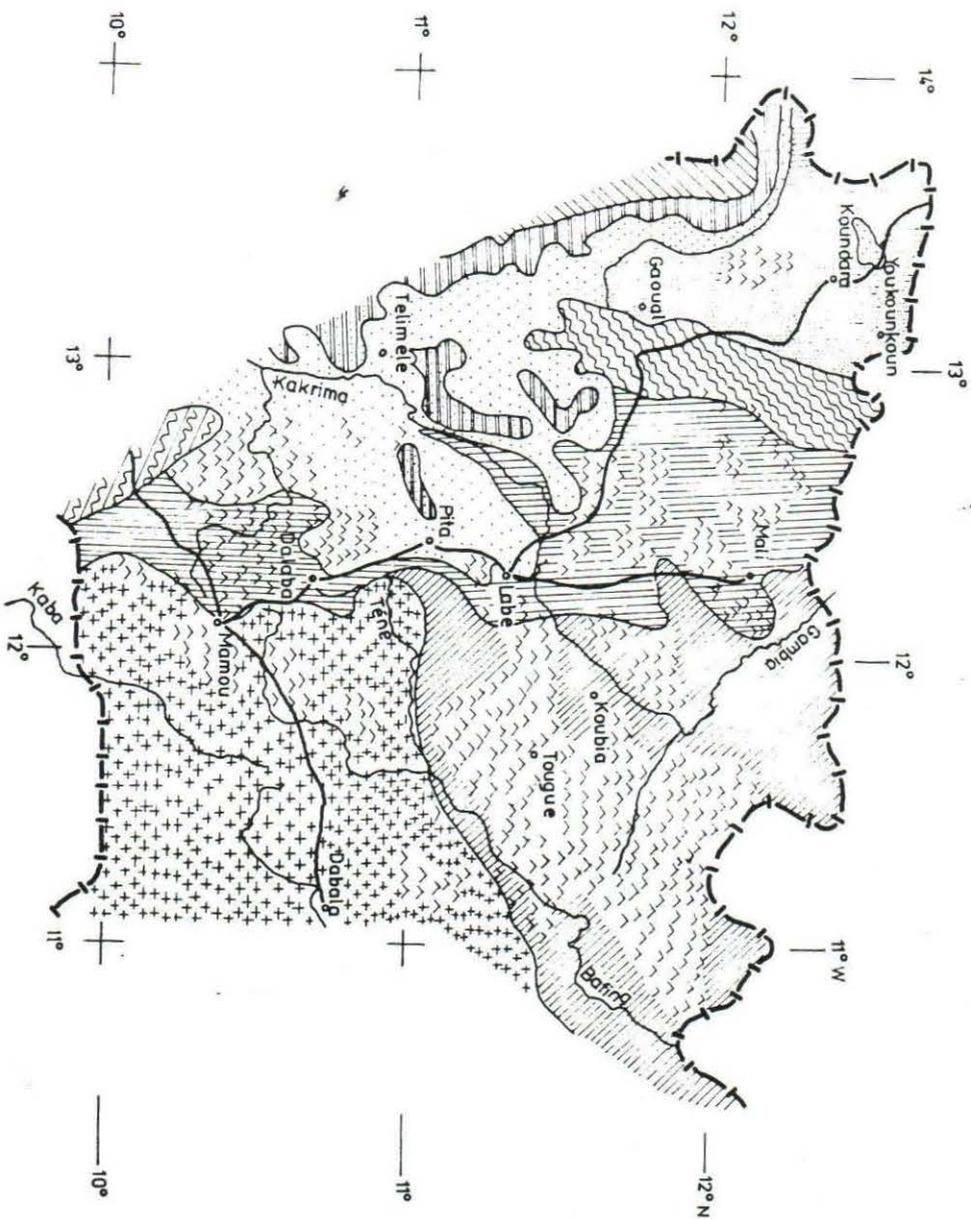


FIGURE No. 10

## LEGENDE

 INTRUSIONS DOLEMITIQUES  
POST PRIMAIRES

### PALEOZOIQUE

 ALEURULITES, ARGILITES  
DE LA SERIE DE FARO

 GRES, ALEURULITES DE LA SERIE  
DE TELIMELE

 GRES DE LA SERIE DE PITA

### PROTEROZOIQUE

 BASALTES, ANDESITE, TUFFOGRES  
GRES DE LA SERIE KOUNBIA ET BOUNDOU

 ARGILITES, ALEURULITES  
DE LA SERIE DE MALI

 GRES, ALEURULITES, ARGILITES

 TUFFALEURULITES, TUFFITES, GRES  
DE LA SERIE DE PANAMPON

 GRES, CONGLOMERAT  
(SERIE DES ROKELIDES)

### ARCHEEN

 GRANITES, GRANITO-GNEISS

Le résultat du processus d'altération des dolérites sont des argiles dans lesquelles prédomine le montmorillonit et le chlorite. Les grès se dégradent en sable argileux avec du kaolinite et haloïzite (36).

### 2.3. Tectonique

Au point de vue tectonique, le territoire de la Guinée situé au Sud-Ouest de la plate-forme Nord-Africaine est constitué de roches plissées du socle d'âge archéen-éoprotérozoïque et de formations subhorizontales et de la couverture d'âge protérozoïque supérieur-paléozoïque.

Le socle cristallin est constitué de blocs de roches archéennes unis les uns aux autres par les formations intrusives-métasomatiques. Ce socle comprend aussi les granitoïdes du Protérozoïque supérieur et les intrusions trapéennes du Mésozoïque.

Les structures de la couverture de la plate-forme sont composées de trois formations structurales: sédimentaires, tuffogènes-sédimentaires et volcanogènes correspondant successivement aux étapes du Protérozoïque supérieur, du Paléozoïque et du Mésozoïque. Le pendage général des couches est vers l'Ouest-Nord-Ouest sous l'angle de 5 à 10°.

Toutes les structures plissées ou non sont brisées par des séries de failles en blocs de différentes dimensions. Dans les zones non plissées dominant les failles de direction Nord-Est et Nord-Ouest. Pour la zone plissée des Bassaris, les plus caractéristiques sont les failles méridionales. Les failles les plus représentatives ont des pentes fortes (70 - 80°) et des amplitudes de déplacement des blocs souvent de quelques dizaines de mètres (rarement 100 - 200 m). Elles sont formées de systèmes

de fissures subparallèles, le long desquelles on n'observe ni cataclase, ni mylonitisation. Beaucoup d'elles sont coupées de dolérites formant des dykes. Plusieurs des contacts entre les corps intrusifs doléritiques et les roches encaissantes ne présentent pas de discontinuité structurale, car ils sont bien fermés et cimentés.

La fracturation tectonique est particulièrement soulignée par les directions générales des vallées qui sont essentiellement NE - SO et NO - SE, partiellement Nord-Sud, Est-Ouest. Les failles sont bien visibles dans les grès ordoviciens tandis que, en schistes, elles sont masquées par la carapace ou la croûte latéritique.

Vers le début du Cénozoïque, les mouvements tectoniques se sont relativement atténués, ce qui se dessine sur le fond d'un soulèvement général du territoire. Dans ce temps-là, débute la formation des surfaces d'aplanissement et des croûtes d'altération, qui continue actuellement.

Comme il a été mentionné au-dessus la Moyenne Guinée est incluse dans la plate-forme de l'Afrique Occidentale. Sur son territoire n'ont pas été enregistrées des formations tertiaires et des mouvements tectoniques récents. Pour cela elle peut être considérée comme une région aiséismique, ou avec un séisme très modéré, du point de vue pratique sans importance.

#### 2.4. Hydrogéologie

Les conditions hydrogéologiques de la Moyenne Guinée ressortent avant tout de la constitution géologique et tectonique du territoire, de l'articulation de sa surface et des éléments climatiques.

La nappe des eaux souterraines se trouve d'une part dans les séries de couches supérieures (alluvion, croûte d'altération) et d'autre part insérée dans les systèmes de fissures et de failles des roches.

Les niveaux des nappes phréatiques suivent les parcours de la morphologie et dépendent directement des variations climatiques des saisons. Pendant la saison des pluies les roches, les croûtes d'altération et les formations quaternaires meubles sont saturées d'eau et le niveau phréatique commence à s'élever à atteindre son maximum. Dans la saison sèche on remarque l'abaissement graduel du niveau de la nappe phréatique.

Les zones de fissuration et les failles dans les roches sont les lieux d'accumulation des eaux infiltrées pendant la période de pluies. Etant donné que les lignes de failles atteignent des grandes profondeurs, il est possible de supposer que le long de ces failles se forme une plus abondante nappe d'eaux souterraines. Dans des conditions convenables après ces eaux émergent sur les talus dans la forme de sources de fissures, ou de couches, ou bien elles sont drainées directement par les rivières.

La morphologie du territoire, le caractère des roches, leur fissuration et leur altération ce sont les éléments qui influencent la circulation des eaux souterraines.

#### 2.4.1. Caractéristique des eaux souterraines et leur gisement

Selon les conditions de la circulation des eaux il est possible de discerner plusieurs types d'eaux souterraines dont les plus importantes sont:

- les eaux interstitielles de gisement
- les eaux de diaclase - gisement

D'après les données de base (36), toutes les catégories des eaux sont en général d'un goût agréable, inodores, avec une faible opalescence. La température des eaux est relativement élevée et varie entre 25 et 28°C.

##### Les eaux interstitielles de gisement

Parmi ces eaux on distingue des complexes aquifères des dépôts quaternaires et des croûtes d'altération. Le complexe aquifère des dépôts quaternaires est développé dans les vallées des rivières sous forme de terrasses et de remplissages des lits majeurs (graviers, sables, limons sableux). La nappe phréatique est en relation directe avec le niveau d'eau de la rivière et avec les conditions climatiques. En saison de pluies, la nappe se trouve presque au niveau du terrain, à la fin de la saison sèche, à une profondeur de 10 - 15 m. Dans ces dépôts, on peut supposer un débit de 0,1 l/s. Seulement sur les terrains d'extension des sables alluviaux à grains variés atteint 1 - 2 l/s (36).

Le complexe aquifère des croûtes d'altération est développé partout. Les roches aquifères sont représentées par les cuirasses alumino-ferrugineuses, les bauxites et divers produits d'argiles et plus rarement de sables des croûtes d'altération

méso-cainozoïques développées sur les couches du Paléozoïque, du Protérozoïque et sur les intrusions de Mésozoïque. Les roches compactes ou certaines variétés d'argiles de la croûte servent de couche impénétrable. La profondeur de la nappe phréatique est en rapport direct avec les conditions climatiques et morphologiques et est sujette aux variations saisonnières. Pendant la saison des pluies, sur les versants des bowés apparaissent de nombreuses sources provisoires. En saison sèche, la nappe phréatique baisse jusqu'à 10 - 15 m, et le débit des sources est de 0,01 - 0,1 l/s, rarement à 1 l/s. A cause de la grande extension des produits argileux dans les croûtes d'altération, ces eaux ont des conditions difficiles de circulation et de décharge, ce qui explique le faible débit des sources et des puits.

Les eaux des dépôts quaternaires et des croûtes d'altération sont douces, de réaction faiblement acide (36).

#### Les eaux de diaclase - gisement

Les complexes aquifères des dépôts dévoniens, siluriens, ordoviciens, protérozoïques supérieurs et intrusions mésozoïques sont largement répandus sur le territoire de la Moyenne Guinée. Les roches renfermant de l'eau sont les grès et les roches effusives fissurés, plus rarement les aléurolites et les argillites. Les eaux de ces complexes circulent dans la zone de fissuration intense et dans les zones de failles. Les variétés compactes de ces mêmes roches servent de couche impénétrable. Les eaux de ces complexes sont en liaison hydraulique avec les eaux interstitielles de gisement des dépôts meubles. Dans les vallées fluviales, la décharge d'eau s'effectue en général sous forme de sources descendantes à faible débit. Les complexes aquifères sont plus en profondeur que les zones d'altération et varient de 25 - 50 m (36). Le débit des sources

varie de 0,1 à 0,5 l/s, il s'agit par exemple des dépôts du Protérozoïque supérieur (suite Dira, Mali, Koubia), Siluriens (suite Télimélé) et des intrusions mésozoïques. Ce débit ne dépasse pas en général 1 l/s, par exemple dans les dépôts Dévonien (suite Faro) et Ordovicien (suite Pita). Par le caractère de la minéralisation des eaux sont douces, faiblement acides ou neutres (36)

#### 2.4.2. Les nappes d'eaux souterraines et les possibilités de leur utilisation en eau potable

Les besoins en eau potable sont de première importance en Moyenne Guinée et cela surtout dans la période de sécheresse, quand les sources naturelles situées plus haut et les cours des ruisseaux tarissent. En premier lieu pour procurer ces eaux l'attention s'oriente sur les nappes d'eau souterraines. Comme nous l'avons cité dans le précédent les nappes d'eaux souterraines se trouvent dans les dépôts d'alluvions et dans les croûtes d'altération, dans les zones des roches fissurées et dans les failles.

Les dépôts d'alluvions sont constitués en majorité de limons et d'argiles, dans de roches peu perméables. Les dépôts sableux et de graviers d'une épaisseur plus grande qui sont une promesse de sources d'eau plus abondante sont rares dans les vallées des cours supérieurs des rivières.

Les croûtes d'altération sont dans la partie supérieure constituées de blocs de fragments et de grains de latérite avec de différentes additions d'argiles. Dans la partie inférieure se trouvent des sables argileux et une couche d'argile. Les croûtes d'altération formées sur les grès où les aléurolites ont un plus grand teneur en eaux, du fait que dans ces roches prédominent des produits d'altération à gros grains.

Même lorsque l'épaisseur de la zone d'altération des dolérites et des argillites est plus grande, elle est formée en majorité d'argiles. Les argiles représentent les couches imperméables, au-dessus desquelles s'accumulent les eaux infiltrées des précipitations. A travers ces couches les eaux prolifèrent seulement très lentement dans les pores et les fissures du sous-sol. Vu le volume limité des provisions en eaux souterraines et une faible perméabilité du milieu, la croûte d'altération n'offre pas des conditions très favorables pour obtenir des plus grandes quantités d'eaux.

Les aléurolites et les argillites ne sont pas très fissurées donc on ne peut pas y attendre une importante circulation des eaux souterraines. Les mêmes conditions sont aussi dans les roches intrusives de constitution basiques. Le passage entre la zone d'altération et la roche saine dans les dolérites est très brusque avec une zone de fissuration minimale. La roche est compacte et plus ou moins imperméable pour les eaux.

La série de couches des grès est dans les zones supérieures fortement altérée et fissurée dans une profondeur importante. Par altération les grès se désagrègent en sables fins voire poussiéreux ou bien en argiles et ces éléments ensuite forment le colmatage des fissures et des pores. La circulation des eaux par les fissures et les pores devient plus difficile ce qui influence la continuité du puisage de l'eau d'un puits ou d'un forage. Il est connu que la perméabilité horizontale de ces altérations est substantiellement moins intense que dans le sens vertical. Là où le contenu des argiles est moindre, ou ils sont absents, par altération se forment des sables qui offrent de très bonnes conditions pour les accumulations des eaux souterraines.

Depuis 1978, la compagnie française BURGEAP collabore à la réalisation d'un projet d'hydraulique villageoise qui tente de capter les eaux de la croûte d'altération, voire même de fissuration en vue d'alimenter en eau potable certaines agglomérations par l'intermédiaire de puits creusés de grands diamètres ( $\varnothing = 1,80 \text{ m}$ ) et de captages de sources.

Le rendement des puits et des sources sur la base de pompes et de mesures n'a pas été mise à la disposition de Polytechna en Guinée jusqu'à la clôture des travaux. Même si le rendement de ces sources d'eaux ne sera pas grand (jusqu'à 0,5 l/s) elles peuvent signifier une amélioration dans l'alimentation en eau potable dans la période critique de la sécheresse. Vu le petit rendement elles peuvent avoir seulement une importance locale et ne peuvent être une solution de l'alimentation des plus grandes agglomérations et des industries.

La Direction générale des Mines et de Géologie de Conakry construit dans le périmètre de Koundara des puits forés dans la zone de fissuration de la série de couches des grès. La demande des résultats des travaux adressée par Polytechna à l'organisation d'exécution est restée sans réponse. D'après des informations personnelles la majorité des forages est positive ou convenables à l'utilisation mais avec un rendement faible.

Le BRGM vise l'exploitation des eaux des lignes de failles, étant donné que les résultats des mesurages géophysiques qui ont été effectués dans les séries de couches des grès de la suite Pita ont indiqué que celles-ci aussi dans la zone d'altération sont peu perméables.

Nous considérons comme promettable l'acquisition locale des eaux souterraines des failles, parce que ces zones peuvent avoir une grande étendue en profondeur et de ce fait aussi un approvisionnement plus effectif de leurs réserves. La recherche de ces failles est liée à une prospection géophysique spécialisée.

Les éléments d'hydrogéologie des périmètres étudiés ne sont pas jusqu'ici traités en détails. Ce qui manque ce sont des

forages de structure plus profonds qui fourniraient des informations non seulement de la stratigraphie, de la structure et de la tectonique des séries géologiques plus profondes d'un périmètre plus large, mais aussi des capacités aquifères des séries de couches particulières, de la circulation des eaux souterraines de leur variations et alimentation etc.

#### 2.4.3. Aperçu hydrogéologique des chefs-lieux régionaux

Les conditions hydrogéologiques de la zone étudiée ont été traitées sur la base des cartes géologiques existantes, des études antérieures visant les nappes d'eaux souterraines et sur la prospection superficielle visuelle des terrains.

##### Labé:

La roche-mère est formée substantiellement d'argilites voire de schistes de la suite Mali. On y trouve aussi des silt de dolérites. Du Nord-Ouest les schistes se submergent sous les grès de la suite Pita. Les roches sont en général fissurées par deux systèmes de fissures. En surface elles sont couvertes d'altérations et de latérite.

Les eaux souterraines se trouvent dans les schistes dans des profondeurs d'environ de 8 à 12 m. La couche peu perméable signale un faible rendement, donc sans perspective d'exploitation. Les schistes et les dolérites ne sont pas suffisamment saturés d'eau pour pouvoir en débiter une plus grande quantité.

Du point de vue du développement de la ville il faudra s'orienter à la prise des eaux des cours d'eaux de surface (Sala, Kokoulo).

Mamou:

La ville de Mamou et ses environs est fondée sur les plus anciennes roches, surtout de gneiss, de schistes cristallins et de migmatites. Les roches conservent la direction Nord-Ouest des couches et un pendage assez abrupte. Des roches ultrabasique s'y trouvent comme des intrusions d'entrecouche.

La roche-mère est recouverts d'altérations et de latérites. Les altérations de la phase ultime ont un caractère d'argiles presque sableux, donc de terres de perméabilité minime. Les eaux souterraines qui se trouvent dans ces altérations forment seulement des réserves très faibles. Les puits ont des rendements médiocres. Ce fait est confirmé aussi par les forages antérieurs de puits réalisés dans ce but dans les environs de la ville.

De même les alluvions de la rivière Mamou ne laissent pas à supposer de plus grandes réserves d'eaux souterraines.

En prenant en considération la grandeur de la ville et ses perspectives futures de développement, il faudra s'orienter à une prise d'eau de la rivière Mamou.

Telimélé:

Les plus larges environs de la ville sont formés de la suite des grès de Pita. Les couches de grès sont pratiquement horizontales, elles sont altérées par des fissurations et plusieurs systèmes de failles profondes. En surface elles sont couvertes d'altérations et de latérites qui de part et d'autre forment une cuirasse. L'épaisseur de la couverture peut atteindre 10 à 15 m, mais la portée de l'altération est expressivement plus profonde.

A partir de la morphologie du territoire il est possible de supposer que le niveau de la nappe des eaux souterraines sera dans des grandes profondeurs. L'eau s'infiltré dans les profondeurs par les fissures et les failles qui la mènent dans les vallées environnantes.

De ce fait il faudra s'orienter directement à une prise d'eau d'un cours d'eau.

#### Gaoual:

Les environs de la ville Gaoual ont une structure géologique variée. Ce sont: la suite tufo-sédimentaire de la suite Boundu (grès arkosiques, tufs, aléurolites), la suite volcanique de Koubia (basaltes, porphyres basaltiques, andésites) et la suite Mali (argilites, aléurolites). A l'Ouest de la ville ont été identifiés des grès ordoviciens de la suite Pita. Dans la carte géologique de base sont indiqués plusieurs contacts tectoniques entre les suites particulières, ainsi que la présence de roches intrusives. Les couches sont en général horizontales, ou avec un pendage de 15 à 20° vers le Sud-Est.

La surface de la roche-mère est fissurée et altérée, dans la partie la plus supérieure elle est couverte de latérite. Le produit ultime de l'altération - les argiles - est la cause du colmatage des fissures, ce qui substantiellement diminue la perméabilité de la zone désagrégée.

Le niveau d'eau des nappes souterraines se trouve dans les altérations à profondeur d'environ 10 à 12 m. et varie selon les facteurs climatiques. Vu la faible perméabilité des couches altérées il n'y a pas de prémisse d'un plus grand débit d'eaux des forages.

Pour cela nous recommandons de résoudre l'alimentation en eau potable de la rivière Tominé.

Pita:

Les environs de la ville Pita sont constitués de grès quartzeux et oligomites à granulation fine et moyenne avec des insertions d'aléurolites, de gravelites et de lentilles de conglomérats.

La sous-couche de grès, dans la partie supérieure, est fortement altérée en une profondeur notable, et pénétrée de failles. De part et d'autre les grès se désintègrent en sables fins voire des argiles, ces éléments causent le colmatage des fissures. La circulation des eaux devient difficile et influence la possibilité d'obtenir une plus grande quantité d'eau du même forage. Sur les lieux où le contenu des argiles est moindre se forment des conditions favorables à la circulation des eaux souterraines.

Les failles forment dans la roche-mère altérée une espèce de drainage qui draine les eaux des zones supérieures. Dans des conditions climatiques convenables l'eau émerge au pied des talus en sources de failles ou de terrasses, ou bien elle est directement drainée par les cours d'eau.

Les rendements des forages particuliers seront faibles aussi dans ces roches et le niveau stable de la nappe des eaux souterraines sera dans une plus grande profondeur. Plus promettables en rendements pourraient être les lignes de failles, mais elles n'ont pas été suffisamment identifiées jusqu'ici. Il sera plus sûr de s'orienter sur les prises d'eau des cours d'eaux de Koubi, Kokoulo, qui ont un débit permanent pendant toute l'année.

Lelouma:

La ville est située sur une colline constituée de grès ordoviciens de la suite Pita avec des insertions d'aléurolites et de gravelites. Dans la partie supérieure les grès sont altérés et fissurés, ou ils ont pénétrés des failles. Où ils sont liés par des ciments quartzeux ils sont plus résistants à l'altération et affleurent en surface sous la forme de dénudations. Les couches ont en général une stratification horizontale.

Dans les environs de la ville il y a quelques sources à faible débit, environ 0,1 à 0,3 l/s, ce qui témoigne d'une couche peu perméable d'aléurolites dans les grès. Il est possible de supposer des débits plus importants sur les lieux des lignes de failles, dont les parcours ont été seulement préliminairement indentifié au cours des prospections du B.R.G.M. Mais il faudra encore identifier ces suppositions par des forages.

Actuellement nous présumons qu'il est plus avantageux de s'orienter à la prise d'eau sur la rivière Lelou, où il serait suffisant d'aménager une digue.

Tougué:

Toute la région est constituée de grès, d'aléurolites et d'argilites de la suite Dira-Kanta ou bien de Ségou-Madina Kouta. Très souvent se présentent des intrusions mésozoïques surtout des dolérites. En général les roches sont très altérées et fissurées, en surface couvertes de latérite.

Les eaux souterraines se trouvent dans les altérations peu perméables, dans une profondeur d'environ de 8 à 12 m. Nous ne supposons pas qu'il soit possible d'obtenir une plus grande quantité d'eau d'un seul forage.

Il sera plus avantageux d'assurer l'eau potable du cours de la rivière Samenta, ou bien de la retenue Gaigui qui est proposée dans le cadre de ce Plan général.

Dalaba:

Le territoire accidenté témoigne d'une constitution géologique variée. D'une part les grès ordoviciens de la suite Pita sont présents et d'autre part ce sont les argilites et les aléurolites de la suite Mali. Entre ces suites il y a de nombreuses présences de sils de dolérites.

La surface du territoire est recouverte de latérite sous laquelle la roche-mère est altérée et fissurée. La zone d'altération peut atteindre des profondeurs allant de 20 à 30 m.

Le niveau de la nappe des eaux souterraines est probablement assez profondément dans les altérations, ce qui est correspondance avec les terrains accidentés. Les altérations comme telles, sont peu perméables ce qui ne permet pas de présumer des plus importants débits d'eaux. Les plus promettables pourraient être les zones de failles plus expressives, mais elle n'ont pas été identifiées dans le cadre de nos travaux.

Actuellement nous proposons de s'orienter à la prise d'eau de la rivière Téné, sur laquelle, dans ce but, une digue serait aménagée.

Koubia:

Les plus larges environs de la ville sont constitués de la suite de Dira-Kanta, de grès, d'aléurolites et d'argilites. Dans les dénudations se présentent souvent aussi des dolérites. Les roches sont altérées et recouvertes de latérites.

Déjà, les roches-mères témoignent que la zone d'altération sera peu perméable et qu'il n'y a pas de prémisses d'une accumulation plus importante des eaux souterraines. La ville est située sur la ligne de partage des eaux, donc les eaux souterraines sont drainées vers les deux vallées.

Sur la base de ces réalités il sera plus convenable de s'orienter à une prise d'eau du ruisseau Sougué.

#### Mali:

C'est la ville la plus haut située en Moyenne Guinée. Ses environs sont constitués des roches de la suite Mali, surtout d'argilites et d'aléurolites, avec des petites insertions de grès. Il y a là aussi des dolérites. L'épaisseur de la suite est de quelques cent mètres. En général les couches sont horizontales. Dans les parties supérieures elles sont fissurées, altérées et recouvertes de dolérites.

La composition des roches ne forme pas des conditions favorables à l'accumulation d'importants volumes d'eaux. L'eau peut être présente seulement dans la zone d'altération. Les eaux sont approvisionnées seulement pendant les pluies. De ce fait il n'y pas de prémisses d'assurer une quantité suffisante d'eau nécessaire à la ville par des puits. Nous recommandons de s'orienter à des prises d'eau des cours d'eau.

#### Koundara:

La ville est située sur une plaine où le substrat est constitué de grès de la suite Boundou. Il s'agit de grès rouges ou bruns avec des feldspaths agglomérés par un ciment quartzieux qui affleurent dans le lit de la rivière Koulountou. Les grès désagrègent en sable plus ou moins argileux et en latérite. De part

et d'autre il y a une cuirasse latéritique. En profondeur les roches sont fissurées, en général en deux principaux systèmes de fissures. Dans les environs de la ville n'ont pas été enregistrées de plus expressives lignes de failles durant les projections géophysiques.

Les eaux souterraines s'accablent dans la zone d'altération qui, par sa composition ne représente pas les meilleures conditions pour la circulation et pour la formation de plus grandes réserves d'eaux. Des forages particuliers il est impossible d'obtenir un débit d'eau plus important, ce fait est du reste confirmé aussi par les résultats obtenus jusqu'ici.

Les plus promettantes pourraient être les lignes<sup>11</sup> de failles, mais elles n'ont pas été identifiées.

Actuellement la prise d'eau la plus réelle est des sources d'eaux de surface.



### 3.0. GEOLOGIE DES SITES PRIORITAIRES

#### 3.1. Foulasso sur Kokoulo

##### 3.1.1. Données générales

Le site de barrage est situé sur la rivière Kokoulo, environ à 150 m en amont de son confluent avec la Garambé. On propose pour la digue une hauteur de 30 - 35 m.

Dans le cadre de la prospection ont été forés trois trous de carotte, Ø 175 - 112 mm, à la profondeur de 36,0 à 59,0 m, au total 136,5 m.

Dans les formations de la couverture et partiellement aussi dans la zone d'altération les forages ont été tubés et dans le premier étage de 3 m de la roche, a été fait un plafond en béton, dans lequel a été ancré le tubage qui devait servir aussi à l'isolation des fuites d'eau dans la roche altérée. Les exécutions des forages sont indiquées dans le tableau suivant:

Forage	Profondeur (m)	Tubage définitif		
		du - au (mm)	diamètre (mm)	au-dessus du terrain /m/
BT - 1	41,5	0,00-12,00	152	+0,50
BT - 2	36,0	0,00- 6,10	133	+0,50
BT - 3	59,0	forage comblé et cimenté		

Les forages ont été faits dans la période du 5.1.1980 au 14.2.1980. Pendant les forages on a exécuté les essais d'eau souspression, au total 28 essais. La hauteur des tranches d'essai, vu la forte fissuration des roches était de 3 m. Des carottes ont été pris trois échantillons pour les analyses pétrographiques. Pendant les travaux de forage ont été effectués aussi les mesures géophysiques.

### 3.1.2. Morphologie

La vallée de la rivière Kokoulo dans le lieu du site est asymétrique. Le talus gauche est beaucoup plus abrupt avec un pendage irrégulier dans la vallée jusqu'au forage BT - 3 la moyenne d'inclinaison est de 30°. Plus haut l'inclinaison passe en un plateau avec une pente modérée.

Le côté droit a une inclinaison moyenne de 5 à 7°, mais il a une structure morphologique plus variée. Au-dessus du lit de la rivière le talus s'élève en une hauteur de 4 - 5 m, la première terrasse large d'environ 25 - 30 m est remplie de sédiments alluviaux. Après continue un talus abrupte (environ 20°) qui est formé de blocs de la cuirasse latéritique d'une hauteur d'environ 12 m. La largeur de cet étage est de 150 - 200 m, il est recouvert d'un limon de petite épaisseur. Tous les deux étages pourraient appartenir aux plus basses terrasses de la rivière Kokoulo.

En amont du site dans la cuvette les deux talus sont assez articulés, parce que dans la vallée de Kokoulo se versent beaucoup de vallées latérales avec de nombreux ruisseaux. La rive gauche garde un pendant plus abrupt environ en une distance de 3 km jusqu'à la vallée du ruisseau Mahgol. La rive droite à toujours des talus plus modérés. Plus en amont la vallée s'élargit et les talus deviennent plus plats. Dans la cuvette, la rivière garde sa pente douce et forme beaucoup de méandres.

L'orientation générale de la rivière Kokoulo dans le site de la cuvette est E - NE, O - OS et presque toutes les vallées latérales sont perpendiculaires au cours principal c'est à dire: N - NO, S - SE.

En une distance d'environ de 600 m du site en amont de la rivière la vallée se rétrécit et morphologiquement forme un lieu convenable pour l'emplacement du barrage. Mais la profonde vallée latérale sur la rive droite qui afflue sur ce lieu se rapproche de très près au cours principal et de ce fait forme des conditions pour les fuites d'eau de la cuvette à travers les roches altérées.

\*

### 3.1.3. Géologie du site et de la cuvette

A partir des reconnaissances, ainsi que des forages exécutés dans le site du profil proposé a été élaborée une coupe géologique du profil transversal (figure N° 3.1.). De la coupe il est évident, que les plus récents sédiments se trouvent dans la couche alluviale. Ils sont constitués surtout de limon sablo-argileux et d'argile sabloneuse avec une épaisseur totale 6,10 m d'après la sonde BT - 2. A la surface le limon est brun foncé en profondeur il change en brun et gris. La consistance des limons est à la surface dure (dans la période de sécheresse), en profondeur solide et à partir de la profondeur de 4 m plastique. Dans les limons on trouve irrégulièrement des couches de sable argileux d'une épaisseur de 20 - 30 cm. A la base des sédiments alluviaux se trouve la couche de galets (graviers) d'une épaisseur de 10 cm environ.

Sur le talus droit où est développée la terrasse d'érosion se trouve une couverture de limons d'une petite épaisseur d'environ d'un mètre. Il s'agit d'un limon brun d'une consistance dure.

Le talus gauche est aussi recouvert d'un limon sabloneux, qui contient une grande quantité de grains de grès et de latérites. Il a un caractère de limon de talus et de part et d'autre il peut passer jusqu'aux éboulis. Son épaisseur n'est pas grande, dans le lieu de la sonde BT - 3 c'est 1,3 m, mais dans les zones inférieures du talus, il est d'une épaisseur plus grande.

La couverture latéritique est plus répandue. A part de la couche alluviale et du talus abrupte sur la rive gauche elle est répandue partout. Elle a une composition assez variée, et cela surtout sur la rive droite. Dans la sonde BT - 1 a été constatée d'abord la couche de latérite granulaire avec un agglomérat argilo sabloneux, ensuite la cuirasse latéritique sous laquelle se trouve de nouveau la latérite granulaire avec un ingrédient de limon. En profondeur le contenu de la fraction grossière diminue et elle passe en un sable argileux et au fur et à mesure en argile latéritique (figure N° 3.2.). Vers la rivière la cuirasse latéritique affleure en surface de sous les alluvions et cela surtout sur l'arête de l'étage de la terrasse en forme de galets et de blocs. En direction du talus, environ à 50 m du forage BT - 1; directement en surface se trouve la latérite granulaire. Elle atteint une profondeur jusqu'à 6,30 m.

Sur la rive gauche une couverture latéritique de constitution analogue forme la partie la plus supérieure du plateau au-dessus du profil de barrage. Dans la sonde BT - 3 a été identifiée seulement la position de fond, un sable avec des grains de grès et l'argile latéritique. Plus bas sur le talus, vu son pendage abrupte on ne suppose pas de couverture latéritique.

Le fond rocheux dans le site est formé de grès quartzeux fins à grains moyens, avec une coloration variée - blanche, grise, jaunâtre, brune et rougeâtre. Ils sont constitués surtout de grains clastiques de quartz, moins souvent se présentent les grains de plagioclase. Des minéraux accessoires tels que le mus-

kovit ou la pyrite. D'habitude les grains sont liés par un ciment séricitique et argilo-ferrugineux du type d'emballage et de contact.

Les grès sont ou bien massifs ou stratifiés avec un pendage modéré des couches, 4 - 6°, mais de part et d'autre sur les carottes on a enregistré une inclinaison jusqu'à 13 - 15°. Sur les petits affleurements dans le lit de la vallée de la rivière, sous le talus gauche, on a décelé la direction des couches 0 - NO, S - SE et l'inclinaison de 6 - 10° en 0 - SO.

Dans la série de couche des grès se trouvent des petites insertions d'aléurolites et de schistes sableux. Celles-ci ont en général une épaisseur de 10 - 20 cm, mais on a décelé aussi des épaisseurs de quelques mètres (4,60 m dans la BT - 1, 2,70 m dans la BT - 2).

Les couches des schistes ont aussi une épaisseur variable et cela depuis 20 cm jusqu'à 5,40 m dans la sonde BT - 2. Il s'agit de schistes sabloneux, gris foncés jusqu'à noirs qui se désagrègent assez facilement selon les surfaces inclinées des stratifications. La localisation des schistes ne peut être interprétée comme des couches continues, parce que dans chaque forage ils se présentent en une profondeur et une épaisseur différentes.

Dans la partie inférieure des sondes c'est à dire: BT - 1 41,50 m, BT - 2 26,90 m, BT - 3 45,60 m a été décelée une roche à rayures vert-grise et gris-brune à grain fin ou bien avec des petites couches inclinées (16 - 18°). Il s'agit de grès d'un matériel clastique rare avec une prépondérance de grains quartzeux et d'une moindre quantité de feldspath et de grains de roches plus anciennes. Dans les grains on peut distinguer des quartzs, des feldspaths, des schistes et des roches granitoïdes.

Les grains sont cimentés d'un ciment céricitique argilo-ferrugineux de type d'emballage et de contact. Contrairement aux grès supérieurs la roche est moins fissurée et de part et d'autre des fissures sont remplies de quartz blanc. La suite de couche des grès appartient à l'Ordovicien c'est à dire à la sous-suite inférieure de la suite Pita.

Sur le côté droit ces roches à rayures se présentent à peu près au même niveau, avec une inclinaison minimale d'environ  $3^{\circ}$  vers la vallée, mais sur le côté gauche elles ont été identifiées environ à 15 m plus bas. De ce fait il est possible de conclure que, à travers la vallée Kokoulo parcourt une ligne de faille. A cette conclusion contribue aussi le fait que la vallée, à partir du site proposé, jusqu'au bout de la cuvette suit une direction droite, c'est à dire que la rivière suit la ligne tectonique.

L'analyse pétrographique de la sonde BT - 3, à la profondeur de 45,3 m a démontré dans le grès la présence de ciment séricitique ce qui indique un changement épizonal de la roche. La présence de grains de plus anciennes roches dans les grès à rayures témoigne des changements du milieu de sédimentation où la roche sédimentait.

Dans la cuvette la constitution géologique est assez variée. En amont du site dans une distance affleurent les grès de la suite Pita pareillement que dans le site de barrage. En amont lors de l'élaboration de la carte 1:200 000 ont été cartographiées des roches du type d'aléurolites, d'argillites avec des minces couches de grès (36). Ces dépôts ont été classés à la suite Mali comme sous-suite supérieure. Les aléurolites et les argillites se présentent d'une part dans la vallée Kokoulo et d'autre part ils sont plus répandus sur le côté gauche, où ils s'étendent assez profondément dans les vallées des ruisseaux Mahgol et Wala. La suite Mali forme le sous-sol des grès de la suite Pita.

Entre les aléurolites et les argillites de la suite Mali et les grès de la suite Pita sont insérées des intrusions mésozoïques du type gabbro-dolérite, gabbro-diabase. De même toute la partie supérieure de la cuvette (environ 3 km) se trouve dans l'espace des roches intrusives de caractère massif.

Dans le territoire étudié la série de couches de fond sont des aléurolites et des argillites de la suite Mali sur laquelle repose la série de couches des grès Pita sous-suite inférieure, ce fait n'a pas été identifié dans le cadre de nos travaux. Les couches sont logées à peu près horizontalement avec un petit pendage vers le S - O. 44

Dans la partie supérieure de la cuvette intervient un grand corps d'intrusion du type lacolitique qui perce la suite Mali et repose sur elle. Sur les bords il pénètre dans les roches argilito-aléurolitiques plus plastiques, ou bien le long du contact des roches avec les grès du toit comme des intrusions stratiformes - les sills.

On peut plus ou moins prévoir l'existence des failles tectoniques, vu la couverture d'altération unie, de la morphologie du territoire, des résultats des forages dans le site de barrage et de l'existante carte géologique (36). Sur la base de la coupe géologique du profil transversal (Figure N° 3.1.) on peut supposer une ligne de faille dans la direction de laquelle est probablement modelée la vallée de la rivière. Les lignes de failles indiquées dans la carte géologique (36) ont été restituées à partir de photographies aériennes et quand nous prenons en considération l'échelle: 1 mm = 200 m ces données peuvent servir seulement comme une vague source d'informations. Une de ces lignes est dessinée environ à 500 m en amont du site étudiée, mais lors de la reconnaissance du ter-

rain, la morphologie du terrain, surtout du talus gauche, ne le confirment pas particulièrement.

#### 3.1.4. Fissuration et altération des roches

La série de couches des grès est intensivement fissurée et cela dans une importante profondeur. Les fissures sont en majorité verticales, ou en inclinaison abrupte avec une déviation de 4 - 6° de la verticale. Les fissures obliques sont plus rares. Sur quelques carottes était visibles les croisements de deux systèmes de fissures verticales l'une sur l'autre (BT - 2, profondeur 25,0 - 25,7 m).

Dans la partie supérieure de la série de couches les fissures sont ouvertes, bordées d'une assez large zone brun-rouille d'hydroxyde ferrique qui avec la profondeur se rétrécit en une épaisseur de quelques centimètres. En profondeur au fur et à mesure les fissures sont remplies d'argiles qui est labile et pendant les essais d'eau en pression elle se lessivait.

Les sédiments de la suite Pita sont en général très altérés ce qui est conditionné d'une fissuration importante des roches. Dans la zone la plus supérieure ils sont tellement altérés, que lors du forage en carotte ils se désintègrent en sables à grains fins. Il semble que dans la roche dans le processus d'altération il y a d'une part un lessivage complet des ciments et d'autre la décomposition des grains feldspathiques en argiles. L'épaisseur de la zone d'altération n'est pas uniforme elle dépend de l'intensité et du caractère de la fissuration ainsi que de la position morphologique. Sur le côté droit la zone de désagrégation complète atteint une profondeur d'environ 11,0 m (d'après la sonde BT - 1). Sur le talus gauche c'est un peu moins, environ 8,0 m (BT - 3). Dans le lit de la

4

rivière immédiatement sous les sédiments alluviaux, environ à 7,0 m, se trouvent des grès compacts même quand ils sont fissurés et des aleurolites, mais dans les profondeurs de 11,2 à 16,6 m se trouve une couche de schistes sabloneux gris noirs fortement altérés avec des stratifications obliques d'argile sabloneux d'une consistance solide.

Plus en profondeur la roche est plus compacte, la carotte reste en général compacte même si désagrégée en de plus ou moins grandes pièces le long des fissures. L'intensité de la fissuration est encore importante et les abords des fissures sont de couleur rouille brune ce qui témoigne de l'altération de la roche. On y trouve aussi des petites couches complètement désagrégées. Avec la profondeur le nombre de fissures diminue elles deviennent plus fermées ce qui limite la circulation des eaux dans la roche et ainsi l'effet de l'altération. La profondeur de cette zone - la zone d'altération - sur le talus droit et dans le fond de la vallée est environ de 35 m, sur le talus gauche jusqu'à 55 m.

La limite citée ressort des résultats des essais d'eau sous pression. Au-dessus de cette limite la roche dépasse les critères de perméabilité de Jähde et de Lugeon et il va falloir l'étancher.

Sous cette zone les roches sont moins fissurées, les fissures sont assez fermées et en majeure sans des zones d'altération brun-rouille. Sur les carottes sont visibles les agglomérations de certaines fissures en quartz qui forme des veines blanches. On peut considérer la roche comme saine.

### 3.1.5. Hydrogéologie

Etant donnée que dans le profil transversal du site on a identifié une importante épaisseur de la fissuration et d'altération la question de la perméabilité et de l'étanchement des roches de fondation aura un rôle important.

#### Perméabilité des formations de la couverture

Cette question n'a pas été étudiée dans le cadre du projet, étant donnée qu'elle n'était pas comprise dans le programme du projet.

La couverture de limons des talus pour son épaisseur est sans importance. Les sédiments de limons de la terrasse ont une stratification horizontale où ont été identifiés des couches sabloneuses. Cela veut dire que dans le sens de ces couches la perméabilité sera plus importante que dans le sens vertical.

La perméabilité des formations latéritiques sera en dépendance avec leur composition granulaire. Dans les zones supérieure où prédomine la latérite granulaire on peut s'attendre à une perméabilité maximale et en profondeur où augmente le contenu des grains plus fins, la perméabilité va diminuer au fur et à mesure. Sur la base des résultats des prospections plus anciennes (Souapiti, Koukoutamba) il est possible de supposer ces perméabilités:

latérite à grain gros	$k = 10^{-3} - 10^{-4}$ cm/s
latérite à grain fin	$k = 10^{-4} - 10^{-5}$ cm/s
argile latéritique	$k = 10^{-5} - 10^{-6}$ cm/s

## Perméabilité des formations profondes

Pour obtenir un aperçu de la perméabilité des roches dans la fondation, des essais d'eau sous pression ont été effectués en continuité avec le forage. La longueur des tranches d'essai a été fixée à 3 m, seulement dans certains cas elle était moindre. La pression maximale d'essai était 10 kp/cm<sup>2</sup>. Vu la grande perméabilité dans certains étages il a été impossible d'atteindre cette pression. Les résultats des essais d'eau sous pression sont dans les figures N° 3.2. - 3.4. où sont mentionnées les fuites d'eau en l/min/m à la pression de 10 kp/cm<sup>2</sup> (critère de Lugeon) et à la pression de 3 kp/cm<sup>2</sup> (critère de Jähde). Dans la coupe géologique de la vallée sont mentionnés les résultats des essais d'eau sous pression<sup>4</sup> en comparaison à la pression de 3 kp/cm<sup>2</sup>, dont il ressort le changement de la perméabilité des roches avec la profondeur.

La perméabilité des roches dépend directement de leur altération, de l'intensité de la fissuration et de l'agglomération des fissures. La zone la plus haute des grès - la zone de dégradation complète n'a pas été testable parce que les fuites d'eau dépassaient la capacité de la pompe qui était à notre disposition (80 l/minute). Dans le cadre de la **prospection de l'avant-projet** détaillé du barrage Koukoutamba leur perméabilité a été identifiée par les essais d'eau sous pression à  $k = 1,28 - 2,57 \times 10^{-4}$  cm/s.

En profondeur, les roches deviennent de plus en plus compactes, donc il a été possible d'effectuer les essais d'eau sous pression. Mais leur perméabilité est encore grande, jusqu'à la profondeur d'environ 35 m (talus droit et fond de la vallée) et 41 m (talus gauche) il a été impossible d'atteindre la pression dans les tranches d'essai. Dans deux étages de la sonde BT - 3 à 32 - 35 m et à 38 - 41 m les grès sont tellement fissurés qu'il a été impossible de créer une pression.

Les fuites d'eau dans ces étages dépassaient 27 l/min/m (rendement de la pompe). Dans cette sonde à la profondeur de 41' - 53 m on atteint la pression de 10 kp/cm<sup>2</sup>, mais les fuites d'eau étaient assez importantes 8,2 - 4,4 l/min/m. Du précédent il ressort que dans la zone d'altération les roches sont si perméables qu'il sera nécessaire de les étancher. La profondeur atteinte par cette zone est indiquée dans la figure N° 3.1.

Dans les profondeurs plus grandes que 35 m sur le côté droit et dans le fond de vallée, et à 53 m sur le talus gauche se trouvent des roches moins fissurées, donc moins perméables. Des résultats des essais d'eau sous pression il ressort que les fuites d'eau à la pression de 10 kp/cm<sup>2</sup> ne dépassaient pas 3,6 l/min/m ce qui veut dire que la perméabilité des roches à partir de cette profondeur est en global moindre que  $4,6 \times 10^{-5}$  cm/s. En ce qui concerne la cuvette elle-même où les talus sont formés de grès il est possible de supposer les mêmes conditions que celles qui ont été identifiées dans le site. La zone supérieure de la cuvette où affleurent les aléurolites et les argilites ainsi que les roches intrusives peut être considérée comme étanche. Il est possible d'attendre des fuites d'eau de la cuvette surtout dans les environs des ailes du barrage, l'étanchéité peut être assurée par le prolongement des voiles d'étanchement dans les talus.

Vu la grande perméabilité des grès dans la zone d'altération pour cette étape nous recommandons des injections à base de ciment.

#### Niveau de la nappe

Pendant l'exécution des forages on a suivi aussi le niveau de la nappe des eaux souterraines. Dans la sonde BT - 2 le niveau de l'eau se trouvait environ au niveau de la rivière, c'est à dire à une profondeur 5,60m sous le terrain. Sur le ta-

lus droit le niveau d'eau dans la sonde BT - 1 se présentait dans une profondeur d'environ 16 m sous le terrain, c'est à dire de 5,80 m plus haut que dans la sonde BT - 2.

Sur le côté gauche le niveau de l'eau a été identifié à la profondeur de 18,10 m. Mais après le percement du grès compacte le niveau de l'eau baissa à 33,40 m, ce qui est de 5,00 m plus haut que dans la sonde BT - 2. De ces données il ressort que la rivière draine ses environs ce qui est facilité par le fait que la rivière entaille presque verticalement les séries de couches horizontales des grès. Il faut encore noter que les sondages ont été réalisés vers la fin de janvier voire le début de février, c'est à dire environ dans la moitié de la période de sécheresse.

### 3.1.6. Caractéristiques géotechniques

Dans le cadre de la présente étude n'ont pas été programmées des analyses des terres et des roches dans les laboratoires. Pour cela l'étude des qualités géotechniques est faite à partir des caractéristiques visuelles des carottes (décrites déjà dans les chapitres précédents) et sur la base d'analogie avec quelque localités étudiées plus en détails en Guinée. C'est pourquoi on attribue aux terres et aux roches des caractéristiques géotechniques d'orientation. En même temps cette étude les compare avec les classifications fondamentales et les normes usitées en Tchécoslovaquie.

Limons alluviaux - décrits dans le chapitre 3.1.3. - il est possible de les désigner comme des terres cohésives à plasticité moyenne et les classer dans le groupe D (d'après CSN<sup>/1/</sup>),

-----  
/1/ CSN - Ceskoslovenska státní norma /la norme d'état tchécoslovaque: La fondation des bâtiments. Les sols sous les fondations superficielles/

ou bien dans le groupe CL (d'après USCS /2/). Leurs caractéristiques sont:

densité	$\gamma_n = 2100 \text{ kg/m}^3$
angle de frottement interne	$\varphi = 22^\circ$
cohésion	$c' = 0,1 \text{ kp/cm}^2$
module de déformation	$E_0 = 100 \text{ kp/cm}^2$

Le limon sablonneux des terrasses et des talus avec les grains peut-être classé parmi les terres cohésives avec une faible plasticité dans le groupe D, classe 19 (CSN) et ses caractéristiques sont:

4

densité	$\gamma_n = 2100 \text{ kg/m}^3$
angle de frottement interne	$\varphi = 27^\circ$
cohésion	$c' = 0,2 \text{ kp/cm}^2$
module de déformation	$E_0 = 150 \text{ kp/cm}^2$

Les formations latéritiques sont le produit de l'altération à la zone tropicale. Leur caractère et leur composition sont très hétérogènes. La cuirasse latéritique se compose ou bien d'une couverture unie, ou de rochers et de blocs d'un caractère de conglomérats mais de faible résistance. La latérite granulaire correspond dans sa composition au gros gravier argileux et appartient donc entre les terres gravilloneuses, groupe B, classe 9 (CSN), ou bien groupe GM (USCS) avec les caractéristiques suivantes:

densité	$\gamma_n = 1840 \text{ kg/m}^3$
angle de frottement interne	$\varphi = 33^\circ$

-----  
/2/ USCS - Unified Soil Classification System

cohésion	$c' = 0$
module de déformation	$E_0 = 500 \text{ kp/cm}^2$

Le sable latéritique est en substance identique avec le sable à grain moyen donc il appartient au groupe C, classe 17 (CSN), ou bien dans le groupe SM (USCS) et ses caractéristiques d'orientation sont:

densité	$\gamma_n = 1650 \text{ kg/m}^3$
angle de frottement interne	$\psi = 27^\circ$
cohésion	$c' = 0 \text{ kp/cm}^2$
module de déformation	$E_0 = 80 \text{ kp/cm}^2$

Argile latéritique par sa composition correspond à une terre cohésive d'une plasticité moyenne, groupe D, classe 20 (CSN), ou bien MH-ML (USCS). Il est possible de supposer ses caractéristiques comme suit:

densité	$\gamma_n = 1900 \text{ kg/m}^3$
angle de frottement interne	$\psi = 22^\circ$
cohésion	$c' = 0,2 \text{ kp/cm}^2$
module de déformation	$E_0 = 80 \text{ kp/cm}^2$

Le sable latéritique et l'argile latéritique sont d'habitude classés dans le même groupe - latérite à grains fins. Mais avec le contenu d'argile changent leurs paramètres surtout dans la résistance de frottement et dans la perméabilité.

Les grès décomposés, d'après les résultats des analyses de laboratoire de l'Energoprojekt Béograde, correspondent au sab-

le à grain fin-moyen avec une plus faible fraction d'argiles (environ 15 - 20%). Leurs caractéristiques sont:

densité	$\gamma_n = 1700 \text{ kp/cm}^3$
angle de frottement interne	$\varphi = 32^\circ$
cohésion	$c' = 0$
module de déformation	$E_0 = 150 \text{ kp/cm}^2$
coefficient de perméabilité	$k = 1,28 - 2,57 \times 10^4 \text{ cm/s}$

Les grès sont des roches massives, ou bien stratifiées et dans la zone d'altération fortement fissurées. D'après la classification usitée en Tchécoslovaquie ils appartiennent au groupe A, classe 3. Il est possible de caractériser leurs qualités comme suit:

densité	$\gamma_n = 2500 \text{ kg/cm}^3$
module de déformation	$E_0 = 1000 - 2000 \text{ kp/cm}^2$

En profondeur l'influence de l'altération diminue et de ce fait les qualités des roches s'améliorent. Cela veut dire que le module de déformation sous la zone limitée de l'altération peut être de  $E_0 = 5000 \text{ kg/cm}^2$ .

### 3.1.7. Evaluation des mesures géoélectriques

Dans le profil transversal du site Foulasso on a mesuré cinq sondes électriques (SE - 1 à 5) dont deux sur le talus gauche et trois sur le talus droit, (Figure N° 3.5.).

Le sous-sol du barrage sur le talus droit est formé en surface d'une couche à très haute résistance électrique avec

des valeurs de la résistance spécifique apparente  $\rho = 15\ 600$  à  $76\ 000$  Ohm. m, lithologiquement correspondante à la latérite granulaire. L'épaisseur de la couche est de 2,5 à 5 m. Sous la couche est interprétée une couche où  $\rho = 5\ 500$  à  $13\ 500$  Ohm.m. Comme la plus profonde, suit une couche où  $\rho = 340$  à  $1\ 380$  Ohm. m. Ces deux dernières couches correspondent à des roches sédimentaires (grès) et la limite de la résistance entre elles est formée par la nappe d'eau souterraine.

Le talus gauche est formé par des sols respectivement de roches avec des qualités électriques semblables au talus droit. Parce que l'inclinaison du talus par rapport aux couches a été plus grande que  $20^\circ$ , l'interprétation précise de la limite des couches n'a pas été possible.

### 3.1.8. Matériaux de construction

L'évaluation des matériaux pour la construction du barrage est faite seulement à partir de la reconnaissance du terrain et de l'estimation visuelle de leur convenance. On y a appliqué l'analogie, parce que les carottes étaient du même type de matériaux qui ont été analysés et évalués sur d'autres localités en Guinée. Il s'agit surtout de latérites, qui sont les plus répandues, les limons de la couche alluviale et des intrusions de dolérites.

#### Latérites

La constitution des latérites et leurs caractéristiques sur place ont été décrites dans les chapitres précédents. De leur convenabilité pour la construction des barrages témoigne le barrage existant Donkea ainsi que les recommandations et les résultats des prospections des barrages Koukoutamba, Amaria et Souapiti /5, 18, 23/.

La cuirasse latéritique représente une roche compacte agglomérée, poreuse qui, probablement va nécessiter des explosifs pour l'exploitation. Ensemble avec la latérite granulaire elle représente un matériau assez perméable qu'il sera possible d'utiliser pour la partie aval de la digue.

D'après les résultats des analyses de Energoprojekt Běgrade pour cette espèce de latérites il est possible de supposer les caractéristiques géotechniques suivantes:

densité du résidu sec	$\gamma_d = 1700 - 1800 \text{ kg/m}^3$
angle de frottement interne	$\varphi = 33 - 35^\circ$
module de déformation	$E_0 = 1200 \text{ kp/cm}^2$
coefficient de perméabilité	$k = 10^{-4} - 10^{-5} \text{ cm/s}$

La partie inférieure de la couverture latéritique est composée en majorité d'une fraction sablonneuse voir argileuse, où le contenu des argiles peut influencer le compactage, la résistance et la perméabilité de la latérite. Sur la base des analyses et des recommandations pour ces matériaux dans les rapports précédents il est possible de supposer ces caractéristiques:

densité du résidu sec	$\gamma_d = 1600 - 1700 \text{ kg/m}^3$
angle de frottement interne	$\varphi = 27 - 30^\circ$
cohésion	$c' = 0$
module de déformation	$E_0 = 120 \text{ kp/cm}^2$
coefficient de perméabilité	$k = 10^{-6} - 10^{-7} \text{ cm/s}$

Vu la faible perméabilité de ces matériaux il serait possible de penser à leur utilisation pour la partie amont de la digue.

Pour la construction de la digue il est possible d'utiliser les matériaux latéritiques qui se trouvent à proximité. Pour la fabrication des graviers pour le béton il est possible d'utiliser les roches doléritiques intrusives situées environ à 17 km du site du barrage, ou bien les grès quartzeux après avoir enlevé la couverture latéritique.

Dans les étapes suivantes des prospections il faudra préciser la géologie du profil, le parcours de la zone d'altération certifier et juger les possibilités de l'étanchéité, évaluer quantitativement et qualitativement les terres recommandées pour la construction de la digue. Faire une prospection des possibilités de fuites d'eau supposées de la cuvette par le col situé au Sud-Est du profil.

Le site étudié en raison de l'épaisseur particulière de la zone d'altération et sa grande perméabilité peut être désigné comme conditionnellement convenable.

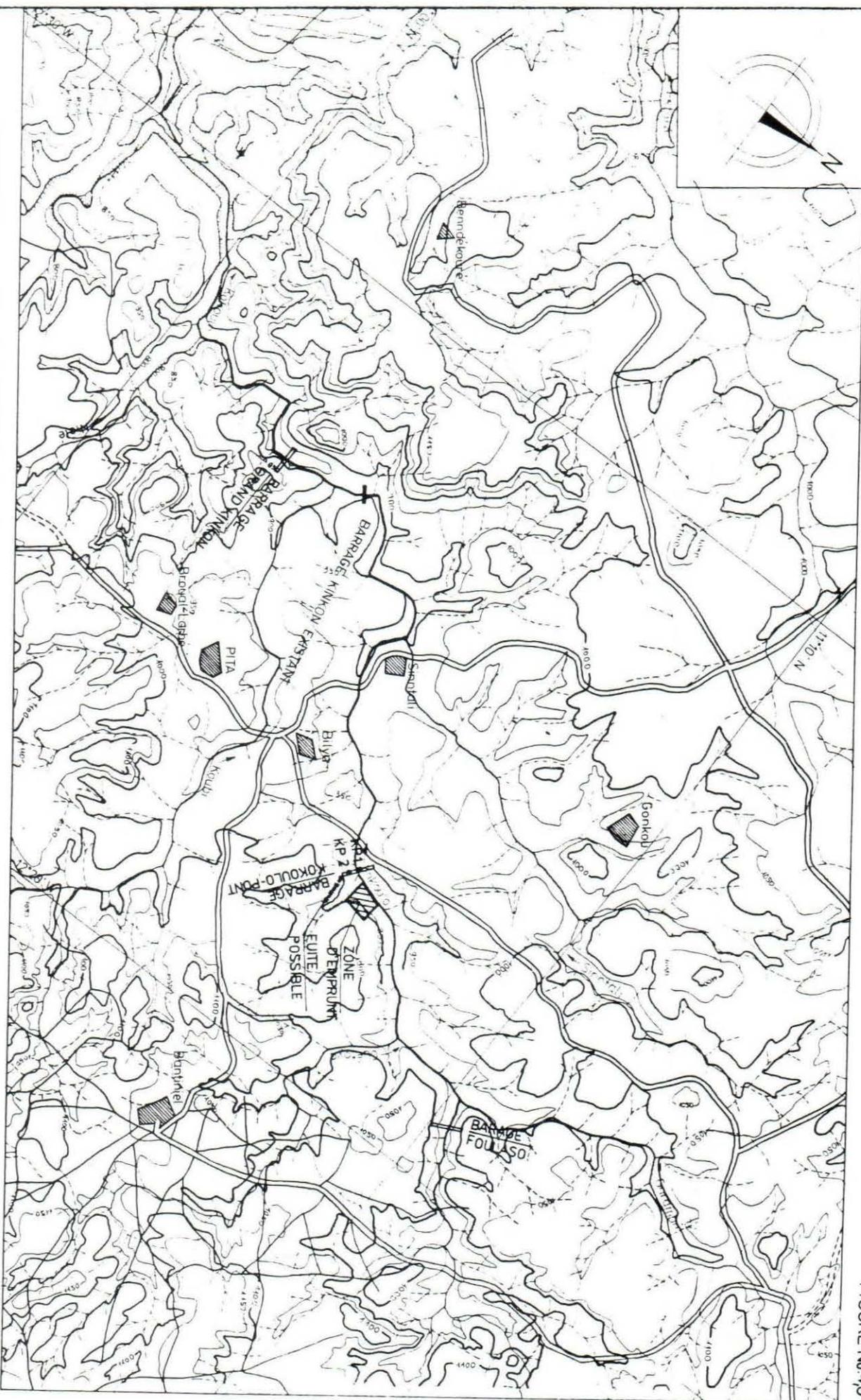


FIGURE No. 40

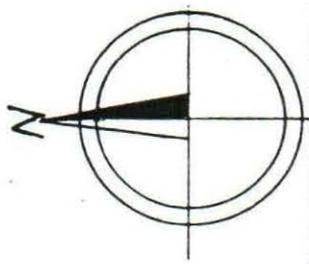
KOKOULO - PONT-SITE DE BARRAGE

ECHELLE 1:100 000

# FOULASO-SITE DE BARRAGE

ECHELLE 1:50 000

FIGURE No 3,0

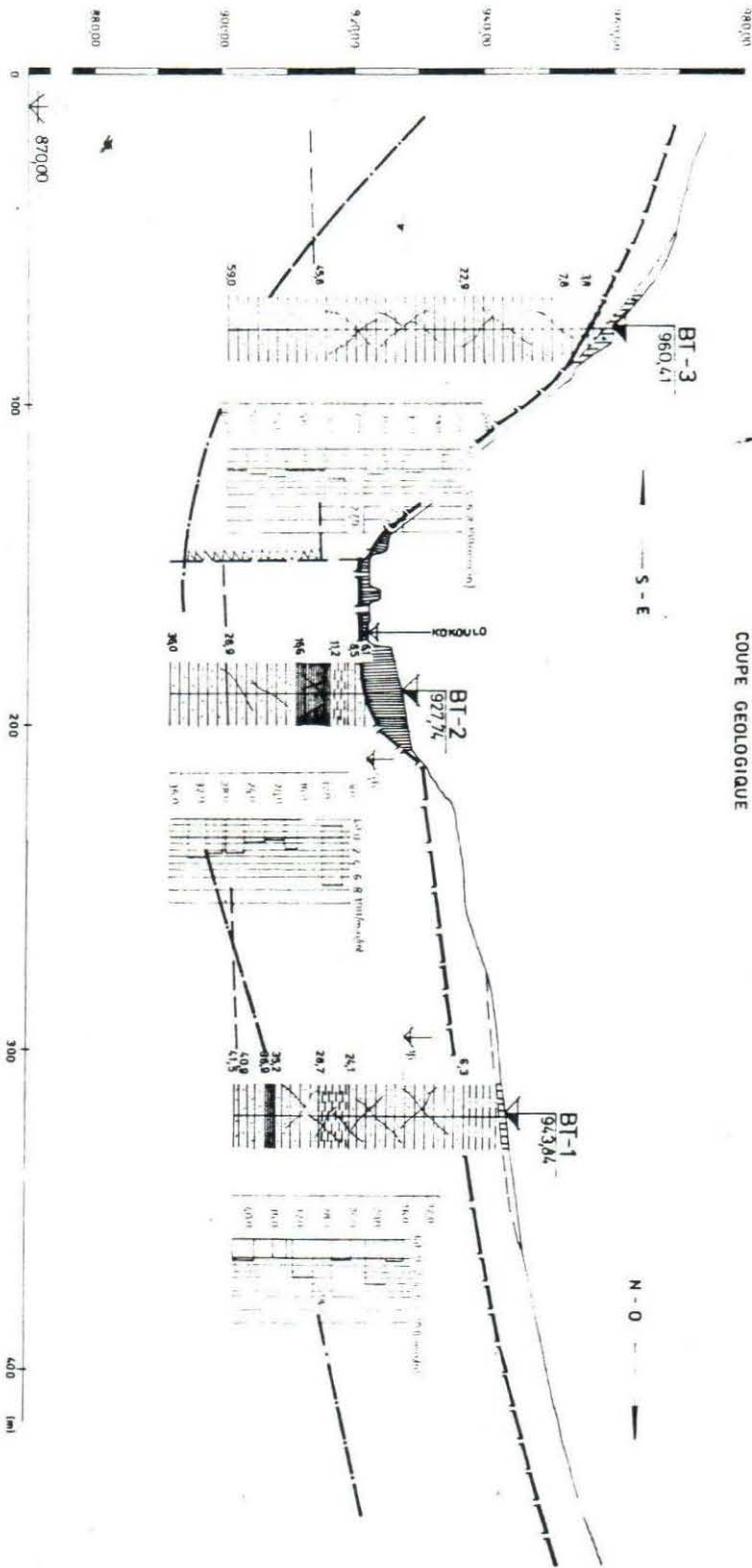


11° 10' N

12° 20' W

# FOULASO

## COUPE GEOLOGIQUE



### LEGENDE:

- TERRAINS D'ALLUVION
- FORMATIONS DE LUVAINES
- TERRES LATÉRIQUES NON DIVISÉES
- GRÈS
- ALEUROULITES
- SCHISTES GRÉSEUX
- NAPPE PHRÉATIQUE
- FOND ROCHEUX
- PROFONDEUR DE LA VOIE D'ÉMANCHETTE
- CONTACT TECHNIQUE SUPPOSÉ

FIGURE No 31

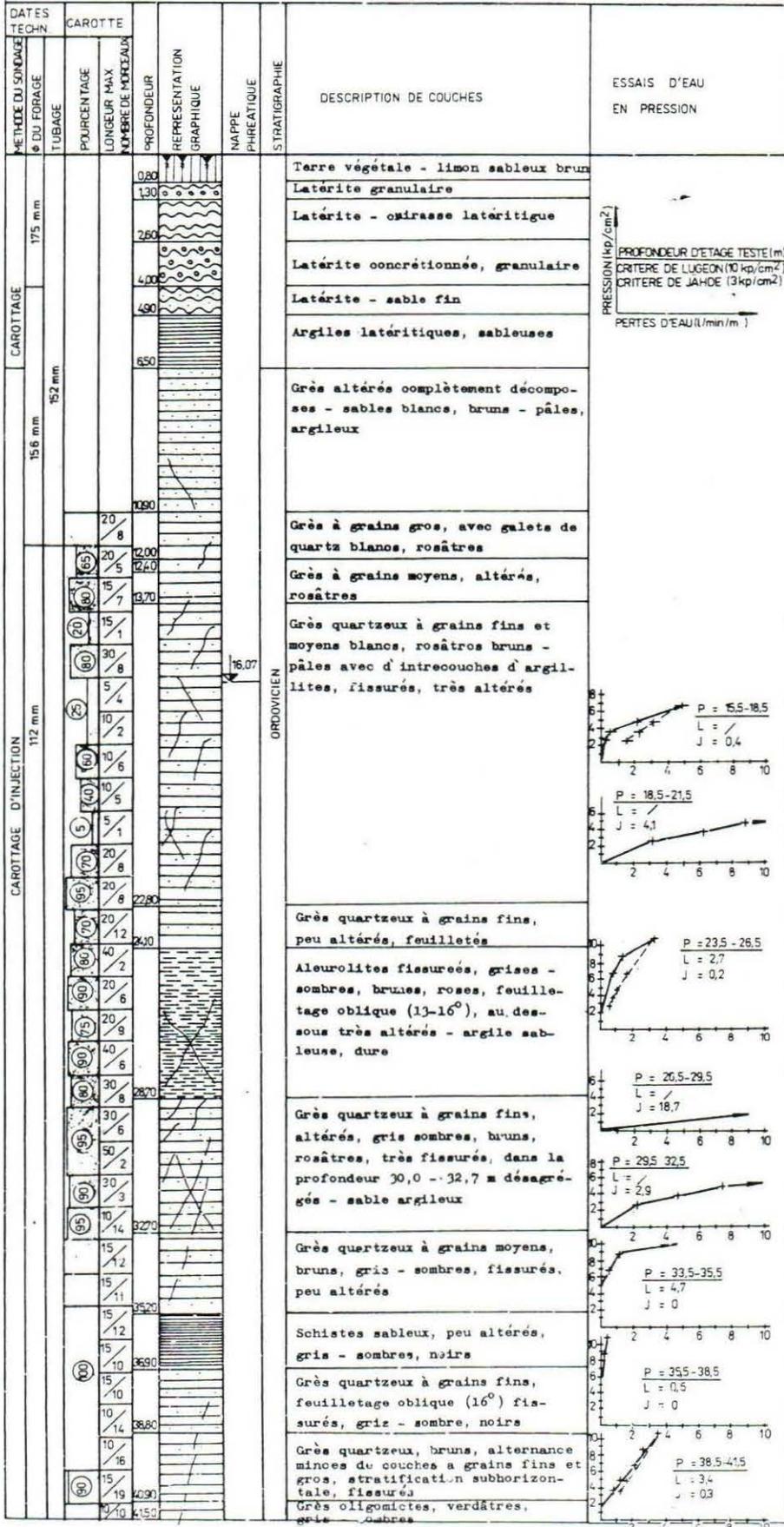
FIGURE No.3,2

# FORAGE No. BT-1

SITE: FOULASO  
REGION: LABE

PROFONDEUR: 41,50 m  
ALTITUDE: 943,84 m.s.m.

FOREUSE: ZIF 300M  
DUREE DU SONDAGE: 8-16.1 '980



# FORAGE No. BT-2

SITE: FOULASO  
REGION: LABE

PROFONDEUR: 36,0m  
ALTITUDE: 927,74 m.s.m.

FOREUSE: ZIF 300 M  
DUREE DU SONDAGE: 17.1-24.1.1980

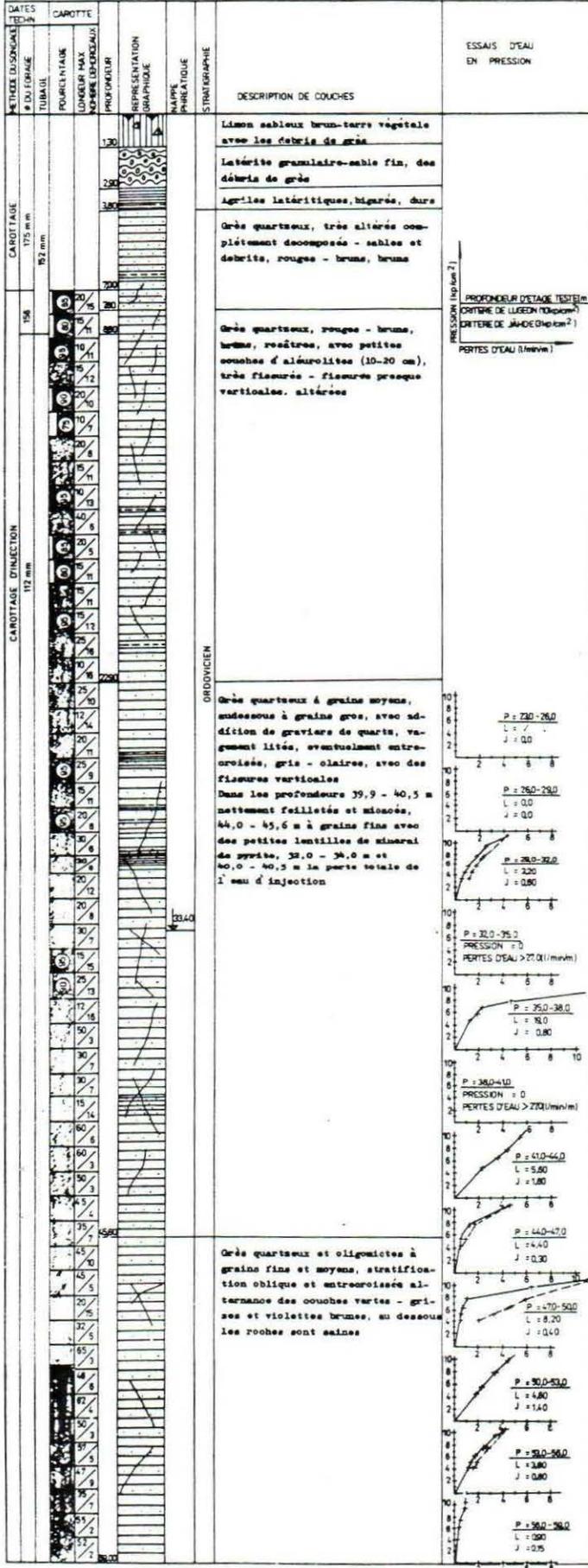
DATES TECH.N.		CAROTTE		PROFONDEUR	REPRESENTATION GRAPHIQUE	NAPPE PHREATIQUE	STRATIGRAPHIE	DESCRIPTION DE COUCHES	ESSAIS D'EAU EN PRESSION
METHODE DU SONDAGE	# FORAGE	TUBAGE	POURCENTAGE						
CAROTTAGE	175mm	133mm					QUATERNAIRE	Limonsableux, brun-terre végétale	PROFONDEUR D'ETAGE TESTE (m) CRITERE DE LUGEONI (10 kpcm <sup>2</sup> ) CRITERE DE JAHDE (3 kpcm <sup>2</sup> ) PERTES D'EAU (l/min/m)
	156mm								
CAROTTAGE D'INJECTION			20/9	20	1,00		ORDOVICIEN	Grès à grains fins, fissurés, altérés gris clairs	
			25/9	25	3,20			Grès quartzeux finement lités, à grains fins, entrecroisés, avec les couches rubanées, altérés	
			30/7	30	4,30			Aléurolites finement feuilletés, altérés, avec petits intercouches de grès, brunes, grises	
			30/9	30	5,60			Schistes grésseux, feuilletage oblique (10-15°), gris-sombres, noirs, très altérés - argiles sableuses	
			30/10	30	6,90				
			30/4	30	7,20				
			40/4	40	8,50				
			70/4	70	11,20				
			50/4	50	12,20				
			20/11	20	15,80				
			10/14	10	16,80				
			10/18	10	17,80				
		5/15	5	18,80					
		10/14	10	19,80					
		7/16	7	20,80					
		10/14	10	21,80					
		10/15	10	22,80					
		15/19	15	23,80					
		10/14	10	24,80					
		20/12	20	25,80					
		60/6	60	26,80					
		50/5	50	27,80					
		25/10	25	28,80					
		35/8	35	29,80					
		30/13	30	30,80					
		20/9	20	31,80					
		37/5	37	32,80					
		30/4	30	33,80					
		35/7	35	34,80					
				36,00					

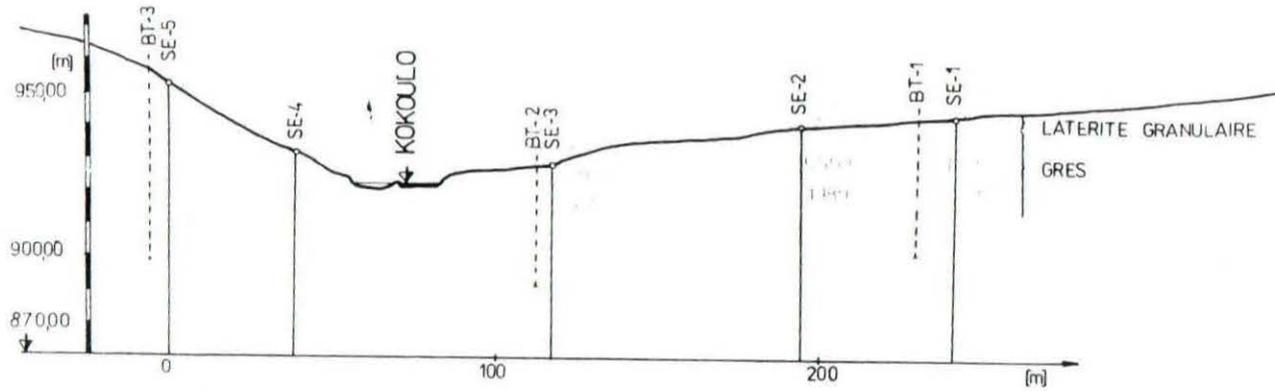
# FORAGE No BT-3

SITE: POUASSO  
REGION: TABE

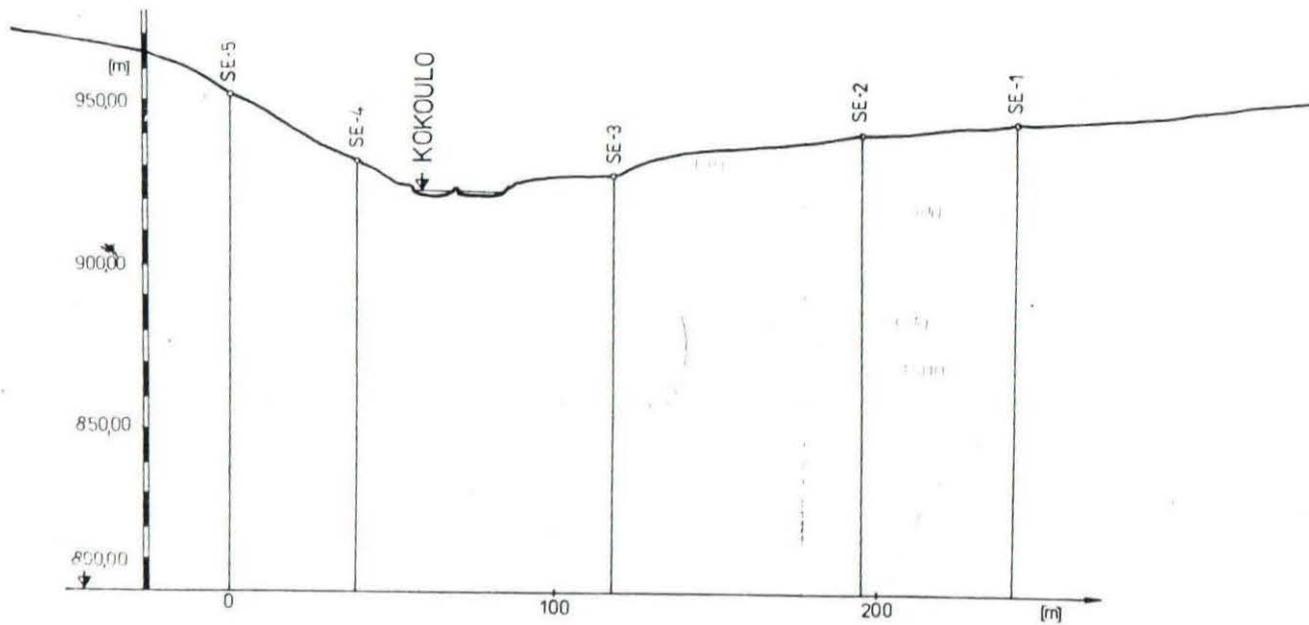
PROFONDEUR: 56,00 m  
ALTITUDE: 960,4 m s.n.m.

FOREUSE ZIF 300 M  
DUREE DU SONDAGE: 251 h 42' 58"





COUPE ISOOHMIQUE



LEGENDE

- TERRAIN
- LIMITES GEOELECTRIQUES
- ↕ NIVEAU D'EAU
- FOND ROCHEUX
- 800,00 ALTITUDE
- ↔ SE 1 SONDES ELECTRIQUES
- BT 2 FORAGE
- COURBE D'ISOHM

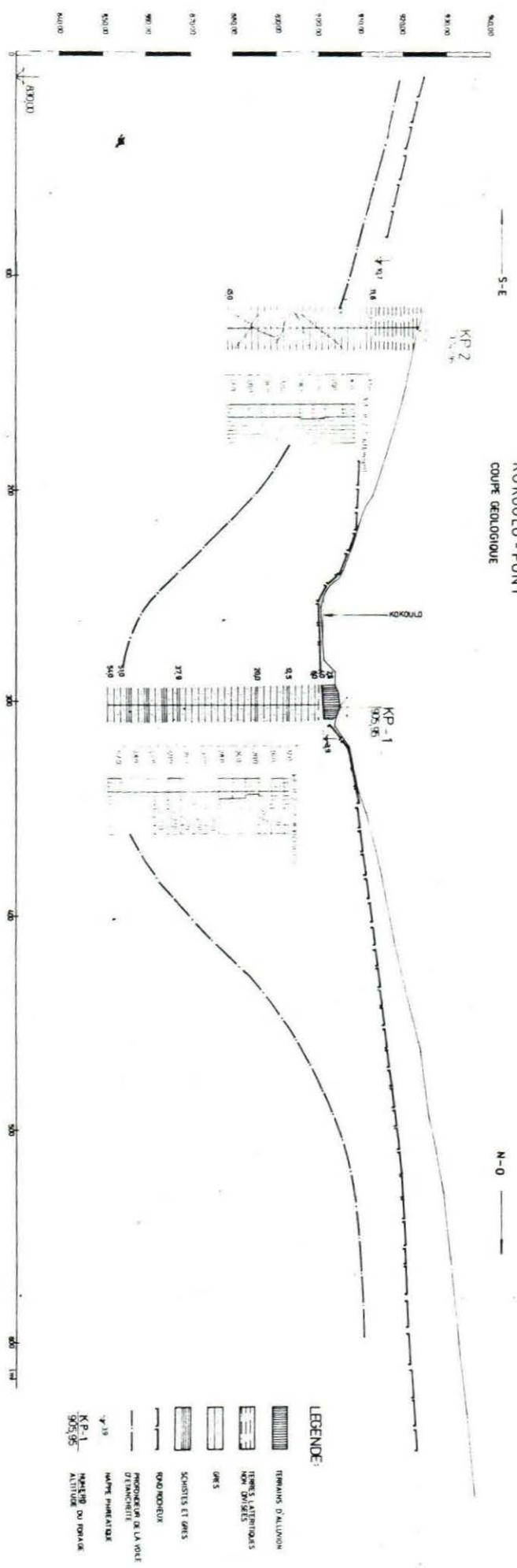


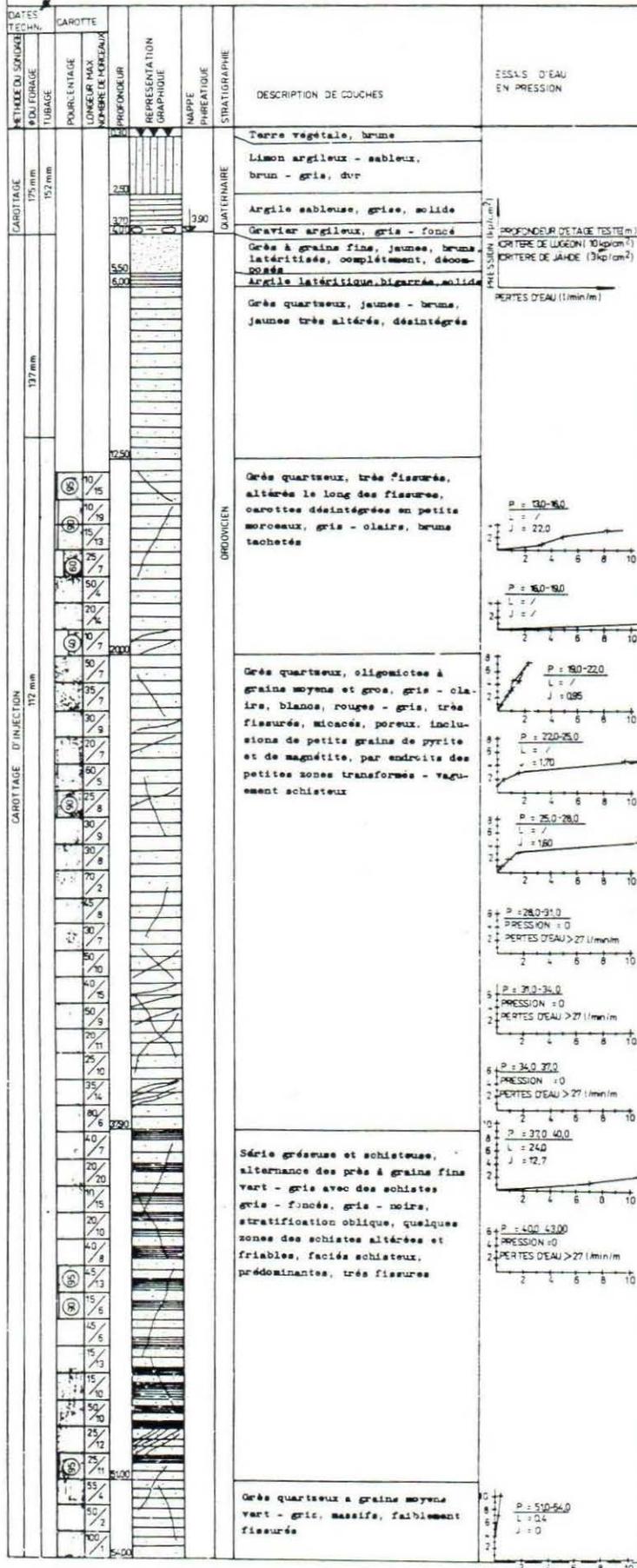
FIGURE No 4,1

# FORAGE No. KP-1

SITE: KONDULO PONT  
REGION: PITA

PROFONDEUR: 5400 m  
ALTITUDE: 905.95 m s.m.

FORÉUSE: JIF 3004  
DUREE DU SONDAGE: 6-16.3.1980

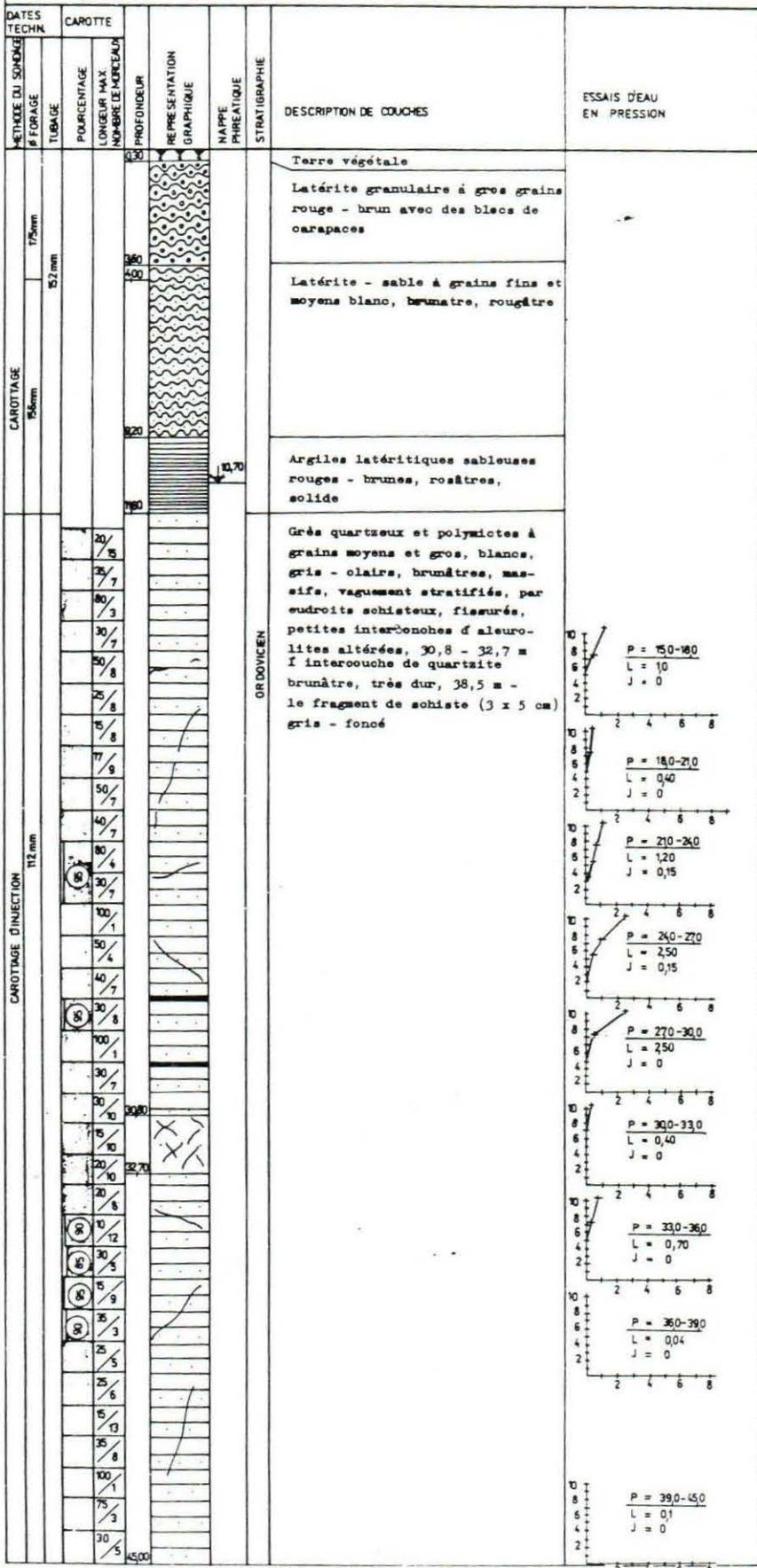


# FORAGE No. KP-2

SITE: KODULO - PONT  
 REGION: PITA

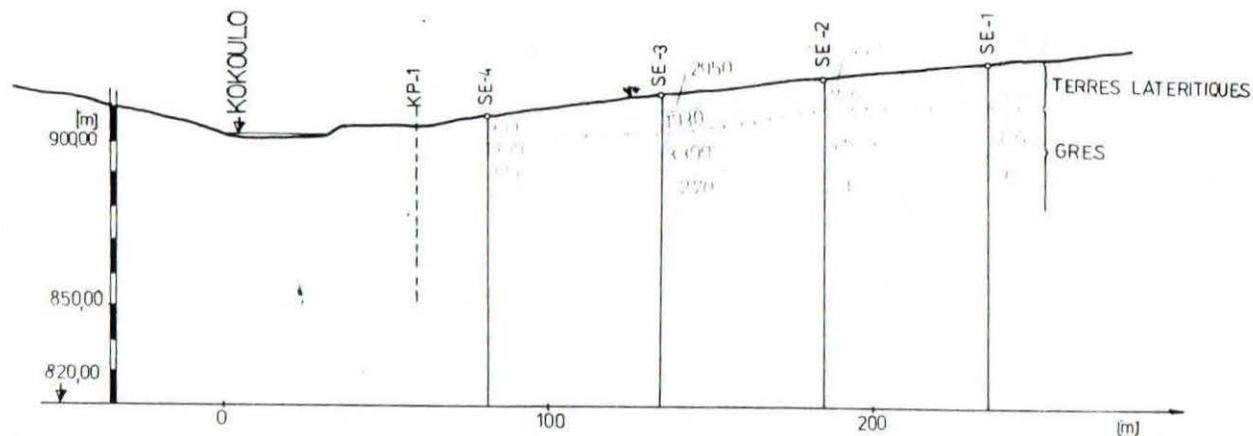
PROFONDEUR: 45,0m  
 ALTITUDE: 924,06 m sm.

FOREUSE: ZIF 300M  
 DUREE DU SONDAGE: 17-23.3.1980

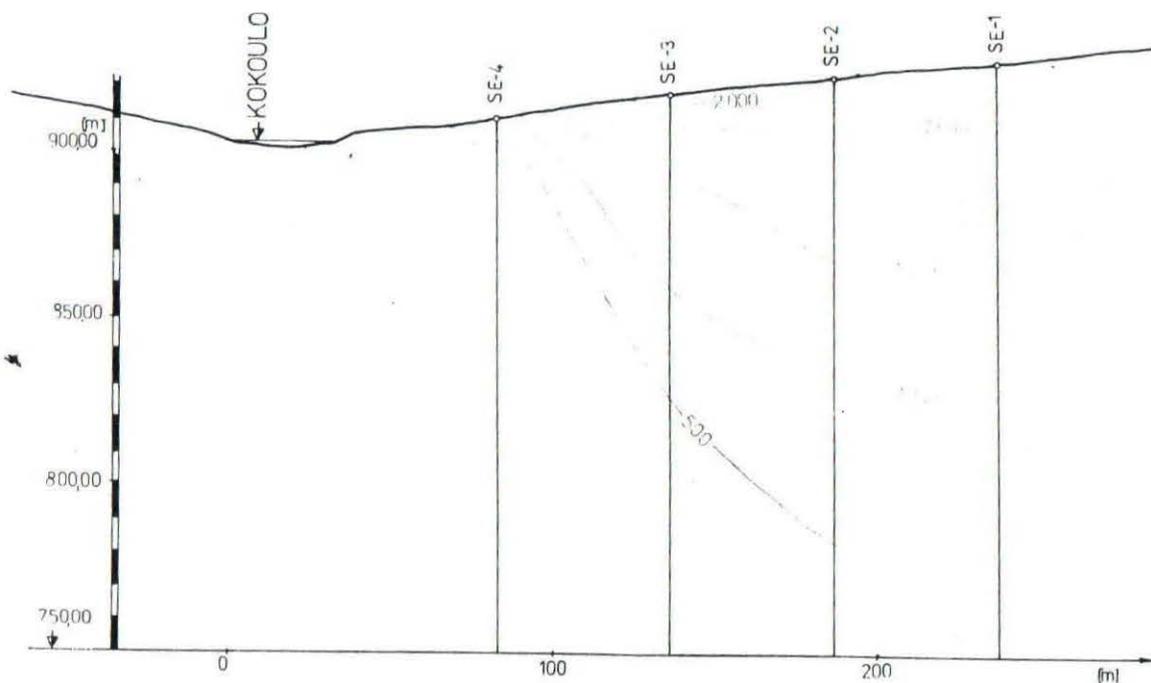


SITE - KOKOULO-PONT

COUPE GEOELECTRIQUE



COUPE ISOOHMIQUE

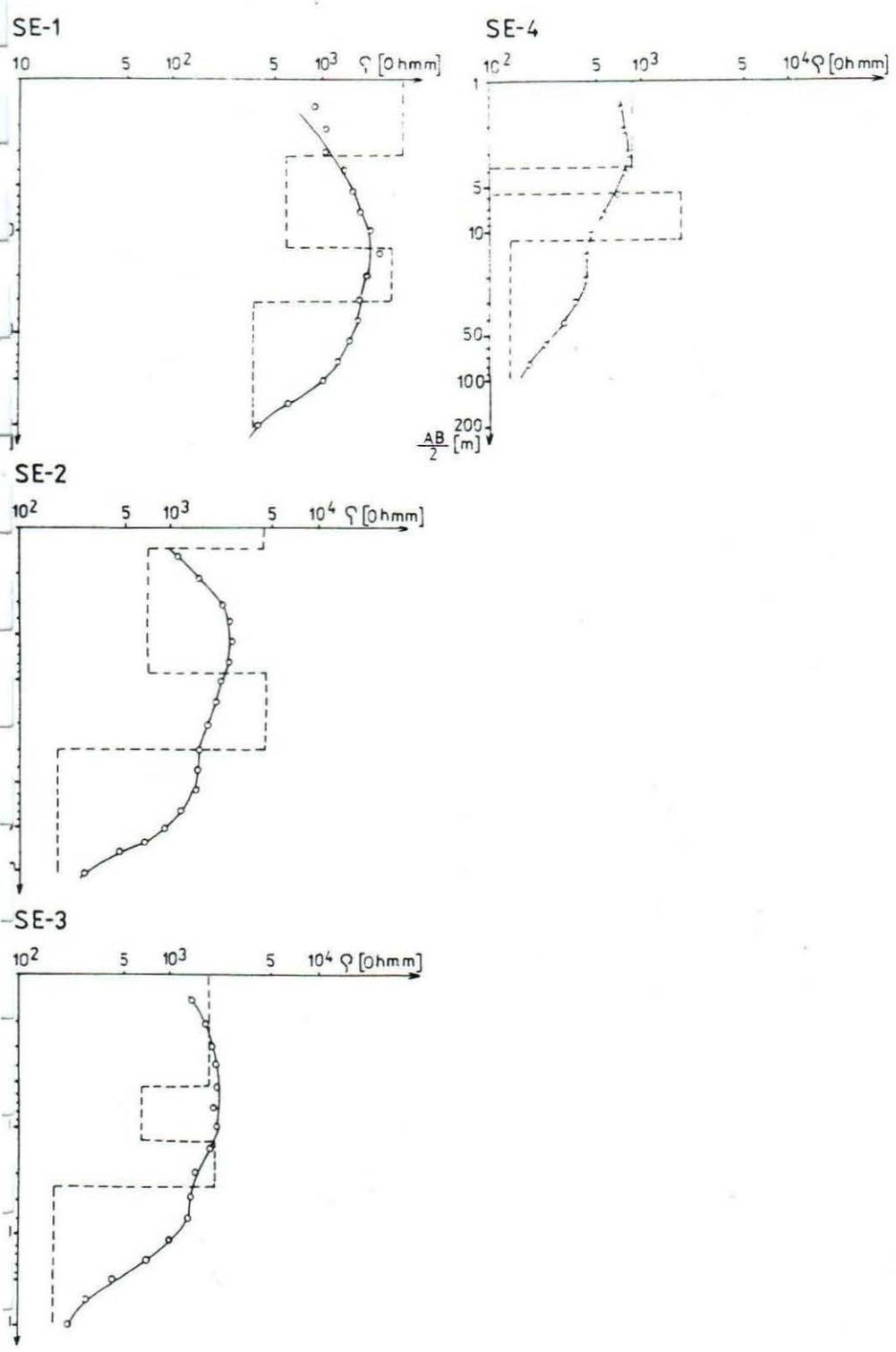


LEGENDE

- TERRAIN
- LIMITES GEOELECTRIQUES
- ▼ NIVEAU D' EAU
- ..... FOND ROCHEUX
- 750,00 ALTITUDE
- SONDES ELECTRIQUES
- FORAGE
- COURBE D' ISOOHM

# SITE KOKOULO PONT-SONDES ELECTRIQUES

E



4  
4

JE

FIGURE No 4,5

III