



TOGETHER
for a sustainable future

OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50th anniversary of the United Nations Industrial Development Organisation.



TOGETHER
for a sustainable future

DISCLAIMER

This document has been produced without formal United Nations editing. The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries, or its economic system or degree of development. Designations such as “developed”, “industrialized” and “developing” are intended for statistical convenience and do not necessarily express a judgment about the stage reached by a particular country or area in the development process. Mention of firm names or commercial products does not constitute an endorsement by UNIDO.

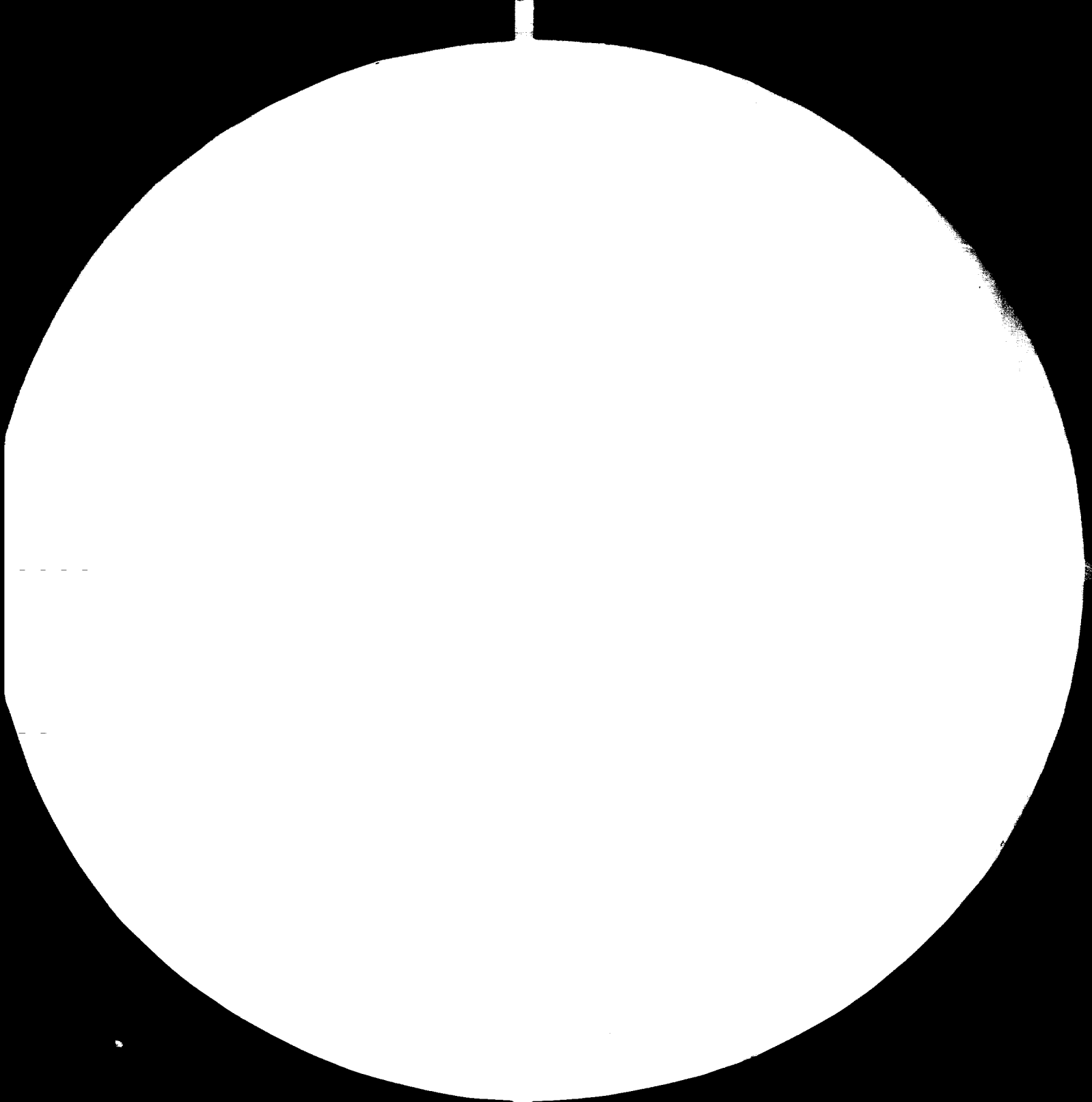
FAIR USE POLICY

Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

CONTACT

Please contact publications@unido.org for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at www.unido.org





4.5



MICROCOPY RESOLUTION TEST CHART

NATIONAL BUREAU OF STANDARDS-1963-A

borghi e baldo ingg.
s.p.a.

09538

UNITED NATIONS INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION

000891

CAMPAGNE DE SONDAGES POUR LA PREPARATION D'UNE CIMENTERIE
DANS MAYO KEBBI AU TCHAD

(UNIDO CONTRAT N°78/97- PROJET N° DP/CHD/76/010)

MILAN, FEVRIER 1980

borghi e baldo ingg.

s.p.a

I N D E X

	P.
1. <u>INTRODUCTION</u>	1
2. <u>REPARTITION DES TRAVAUX</u>	3
2.1. <u>Travaux de campagne</u>	3
2.2. <u>Travaux de cartographie</u>	4
2.3. <u>Analyses chimiques et essais techniques</u>	5
2.4. <u>Rapport conclusif</u>	6
3. <u>EXECUTION DES TRAVAUX</u>	7
• 4. <u>LEVE TOPOGRAPHIQUE</u>	8
4.1. <u>Temps d'exécution</u>	8
4.1.1. <u>Durée des travaux</u>	8
4.2. <u>Opérations préliminaires</u>	8
4.2.1. <u>Inspection du milieu</u>	8
4.2.2. <u>Détermination du point base</u>	9
4.3. <u>Opérations de débroussaillage du terrain</u>	9
4.4. <u>Base topographique et quadrillage</u>	9
4.4.1. <u>Base topographique</u>	9
4.4.2. <u>Orientation et détermination du Nord géographique</u>	10
4.4.3. <u>Réseau des points de jalonnement</u>	11
4.4.4. <u>Matérialisation des points sur le terrain</u>	12
4.4.5. <u>Correction des données du levé topographique</u>	12

borghi e baldo ingg.

s.p.a

	p.
4.5. <u>Altimétrie</u>	13
4.5.1. <u>Evaluations altimétriques</u>	13
4.5.2. <u>Détermination de la cote du point base</u>	13
4.5.3. <u>Détermination de la cote des points levés</u>	13
4.6. <u>Instruments employés</u>	14
4.6.1. <u>Boussole</u>	14
4.6.2. <u>Altimètre</u>	14
4.6.3. <u>Théodolite et télémètre</u>	15
4.7. <u>Cartographie</u>	15
4.7.1. <u>Cartographie de base</u>	15
• 5. <u>RECHERCHE GEOLOGIQUE DE SURFACE</u>	16
5.1. <u>Formations calcaires</u>	16
5.1.1. <u>Zone de Tagobo Foulbé NW</u>	20
5.1.2. <u>Zone Tagobo Foulbé Sud</u>	22
5.1.3. <u>Zone Louga</u>	23
5.1.4. <u>Zone de Doué</u>	23
5.1.5. <u>Observations conclusives sur les roches calcaires présentes dans les zones des environs de Baoaré</u>	26

borghi e baldo ingg.

s.p.a

	P.
5.2. <u>Formations argileuses</u>	27
5.2.1. <u>Zone à N-NW de Baoaré</u>	28
5.2.2. <u>Zone au SW de Baoaré</u>	29
5.2.3. <u>Observations conclusives sur les dépôts argileux environnants le chantier de Baoaré</u>	31
5.3. <u>Observations hydrogéologiques</u>	32
5.3.1. <u>Conditions hydrologiques régionales</u>	32
5.3.2. <u>Observations sur certains puits cimentés</u>	34
5.4. <u>Voies de communication</u>	38
• 6. <u>CHANTIER DE BAOARE</u>	40
6.1. <u>Levé géomorphologique de surface</u>	41
6.1.1. <u>Examen superficiel au moyen de puits et tranchée</u>	45
6.2. <u>Sondages</u>	57
6.2.1. <u>Critères opérationnels</u>	58
6.2.2. <u>Echantillonnage et préparation des échantillons</u>	60
6.2.3. <u>Observations sur la stratigraphie</u>	61
6.2.4. <u>Observations hydrographiques</u>	63
• 7. <u>ESTIMATION DES GISEMENTS DE BAOARE</u>	67
7.1. <u>Projets de carrière pour les deux gisements de Baoaré</u>	71

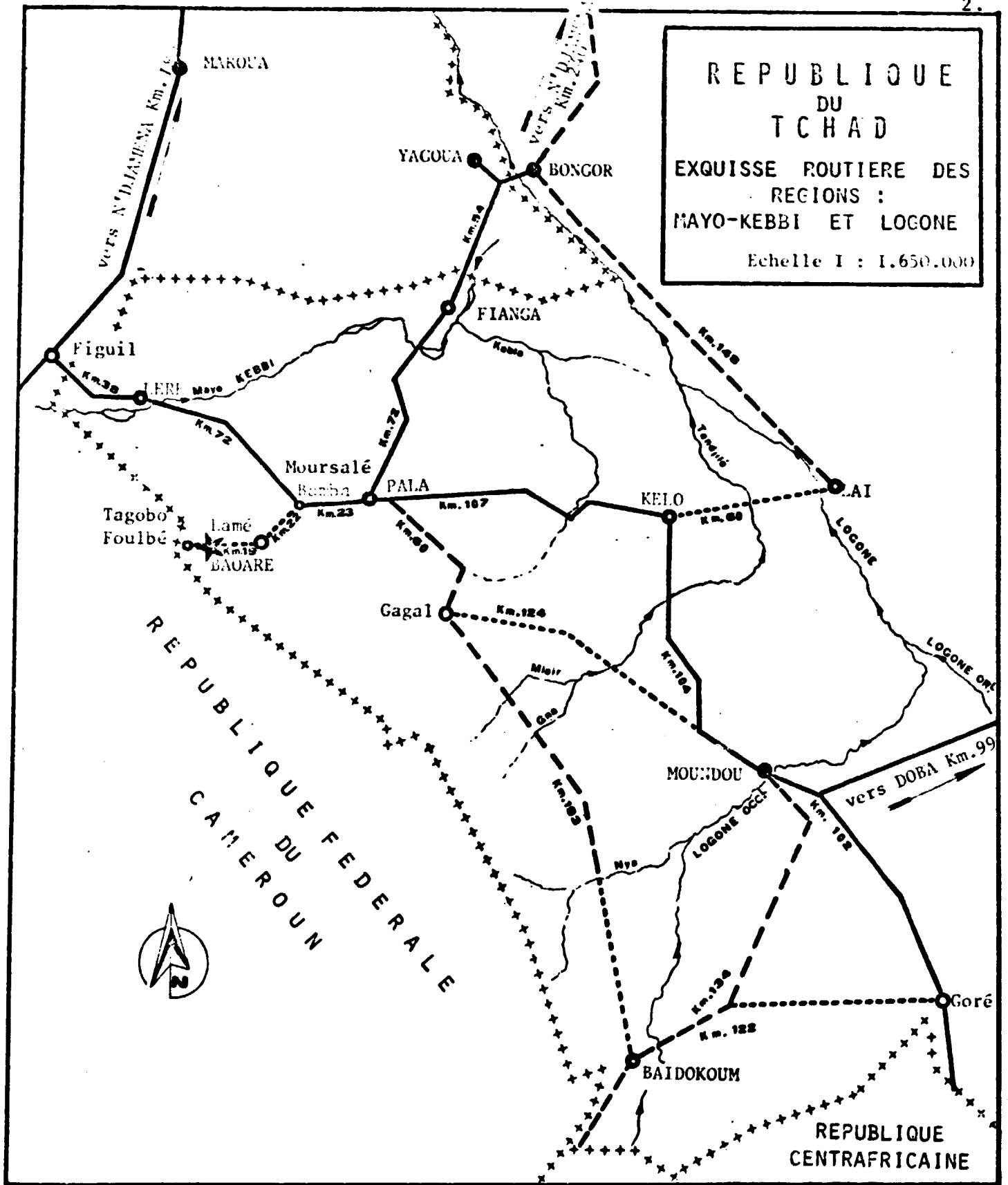
1. INTRODUCTION

Cette prospection géologique nous a été confiée par l'U.N.I.D.O. de Vienne dans le cadre du projet d'assistance au Bureau de Promotion Industrielle du Tchad (DP/CHD/76/010), contrat N° 78/97, dans le but d'étudier en détail, au moyen de sondages, les dépôts de calcaires que nous avons décrit dans notre rapport préliminaire de 1977 (projet CHD/72/009).

Dans le présent rapport sont décrits les résultats provenant d'une recherche de détail sur les principales matières premières nécessaires pour la production de ciment, soit: roches calcaires, sédiments argileux et eau; et cela, en rapport avec la possibilité d'envisager la construction d'une usine à ciment dans un territoire compris dans la région du Mayo Kebbi (zone sud-occidentale de la République du Tchad).

Plus particulièrement, la zone étudiée est située au Sud de Baoaré à 64 kms environ du centre habité de PALA, et l'on peut y accéder en parcourant la piste qui, de Mursalé Bamba - localité située à 24 kms de PALA, le long de la route cotonnière Pala-Léré - rejoint les villages de LAME, BAOARE, TAGOBO MUDANG et TAGOBO FOULBE; ce dernier village étant proche de la frontière avec la République du Caméroun (voir table 1).

Au moyen de sondages et de puits, nous avons étudié la surface située immédiatement au Sud du village de BAOARE 2, tandis que nous avons fait des itinéraires et des levés géologiques avec échantillonnages dans les zones environnantes et proches des villages de DOUE, de TAGOBO MUDANG; nous avons enfin parcouru encore une fois les dépôts calcaires de TAGOBO FOULBE.



L E G E N D A

- Chef-lieu de Préfecture
- Chef-lieu de Sous-Préfecture
- Chef-lieu de Canton
- Village important
- ★ Gisements calcaires de BAOARE
- Distances en Kilomètres
- Route, aménagée, praticable toute l'année
- - - Route, aménagée, praticable en saison sèche
- · · · · Route, peu ou pas aménagée, praticable en saison sèche
- ~ Cours d'eau
- ++++ Limite d'Etats

TABLE 1

2. REPARTITION DES TRAVAUX

En rapport avec ce qui a été convenu dans les différents points du contrat les travaux ont été repartis en plusieurs phases et ont été exécutés par des opérateurs et techniciens spécifiques pour chaque domaine: une équipe de topographes s'est chargée de la matérialisation de plusieurs alignements, au moyen de piquets, dans la zone de BAOARE, l'équipe de géologues a complété le levé morphologique et géologique et s'est occupé de l'assistance pendant la campagne de sondages, tout en opérant des échantillonnages dans les zones voisines du chantier de BAOARE; des chimistes et des experts dans la production du ciment, ont collaboré dans l'évaluation des résultats acquis par les analyses et par les sondages.

Considérons, donc, les phases suivantes:

2.1. Travaux de campagne:

- levé topographique détaillé de la zone située au Sud de BAOARE ?;
- matérialisation d'une maille dont les noeuds sont représentés par des piquets métalliques numérotés, distribués le long d'une série de profils E-W, et le long d'une série de profils perpendiculaires aux précédents, sur une surface totale de 4.000.000 de m²; la restitution sur carte topographique de ces travaux a été faite aux deux échelles de 1:5000 et de 1:2000;
- exécution de 71 sondages mécaniques pour une profondeur totale de 981 m;
- excavation de puits et d'une tranchée pour un total de 45 m;
- sondage de reconnaissance de la nappe d'eau souterraine, qui a été arrêtée à 104 m de profondeur;
- contrôle du niveau hydrostatique dans les sondages principaux et opportuns;

borghi e baldo ingg.

s.p.a.

- levé et contrôle des niveaux hydrostatiques de certains puits de la zone PALA-BAOARE;
- levé et échantillonnage des roches calcaires et argileuses dans les zones environnantes le chantier de sondages;
- stratigraphie des sondages et des puits avec étude préliminaire des carottes et préparation des échantillons relatifs pour les analyses de laboratoire.

Le travail sur le terrain a débuté le 4 novembre 1978 par l'étude et le levé topographique et a continué pendant la campagne de sondages, confiée à la société SOTRAHY, et a été terminé le 1er mai 1979, date à laquelle nous avons expédié les derniers échantillons en Italie.

La deuxième partie du travail de campagne a été prolongée au delà des temps prévus, à cause surtout des difficultés surgies avec la guerre débutée le 12 février. Cette guerre, ayant isolé le chantier de N'djamena, a dépourvu de tout soutien technique et matériel le chantier même; à ce propos, à l'égard des difficultés rencontrées, nous renvoyons au précédent rapport de chantier, transmis à l'U.N.I.D.O. de Vienne en date du

2.2. Travaux de cartographie

A la suite des travaux de levé topographique et géologique, nous avons préparé les cartes suivantes, relatives à la zone de BAOARE:

Carte n. 1 - position des piquets, profils et mailles, à l'échelle de 1:5000;

Carte n. 2 - carte topographique reportant les piquets posés, à l'échelle de 1:2000;

Carte n. 3 - carte géologique avec le contour des gisements de BAOARE, à l'échelle de 1:2000;

borghi e baldo ingg.

s.p.a.

Carte n. 4 - profils géologiques E-W (de 600 à 1300) concernant le gisement de BAOARE-OUEST, à l'échelle de 1:2000, en horizontale et de 1:500, en verticale;

Carte n. 5 - profils géologiques E-W (de 200 à 1000), concernant le gisement de BAOARE-EST, aux mêmes deux échelles que la carte n. 4;

Carte n. 6 - carte avec le projet de carrière pour le gisement de BAOARE-OUEST, à l'échelle de 1:2000;

Carte n. 7 - carte avec le projet de carrière pour le gisement de BAOARE-EST, à l'échelle de 1:2000;

Nous avons inséré, en outre, dans le corps du rapport, des cartes explicatives, soit:

- a) ESQUISSE ROUTIERE DES REGIONS: MAYO KEBBI ET LOGONE, à l'échelle de 1:1.650.000;
- b) ESQUISSE GEOLOGIQUE REGIONALE, à l'échelle de 1:200.000;
- c) ESQUISSE STRUCTURALE, à l'échelle de 1:50.000;
- d) Itinéraires géologiques à travers le "série de Lamé" - Route Moursalé Bamba - Doué -, à l'échelle de 1:50.000.

2.3. Analyses chimiques et essais techniques

Sur les échantillons prélevés, après avoir caractérisé les différents types de roches calcaires et de sédiments argileux, suivant les habituels principes de sélection, on a opéré les analyses chimiques.

En plus, nous avons étudié certains mélanges de clinker en rapport aux matières premières existantes dans l'aire objet d'étude.

2.4. Rapport conclusif

Ce volume est complété par un rapport technique concernant l'encadrement géologique, l'étude et les caractéristiques de la nappe d'eau, l'estimation des gisements réperés et le projet de carrière d'exploitation, le tout, en vue d'une possible production de ciment et en y ajoutant des observations et des recommandations conclusives à propos des matières premières disponibles.

Le travail d'interprétation et d'évaluation des données qui nous ont été fournies par les résultats analytiques des échantillons prélevés dans le courant de la prospection; ayant débuté en septembre 1979, à cause d'autres difficultés produites par le retardement de la clôture de la campagne d'étude (voir notre rapport n. 3, ci-joint), est arrive à conclusion à la date de ce rapport.

La Société Borghi e Baldo demande la compréhension pour le retard sur les travaux et la remise des rapports relatifs, en rappelant que nous avons fait tous les efforts qui nous étaient possible pour porcer à conclusion une campagne qui a risqué d'être interrompue pour une cause imprévisible (une guerre).

La Société Borghi e Baldo est reconnaissante pour l'aide fourni à ses techniciens, réussite des travaux, envers les Autorités du Tchad, soit de N'djamena soit de Pala, envers le personnel du Service des Mines et de Géologie.

Nous remercions en même temps les experts des N.U. et du Laboratoire FARCHA pour leur collaboration. Un remerciement particulier aux Membres de l'Evêché de Pala et à la population des villages de LAME, BAOARE et de TAGOBO FOULBE, pour leur aimable accueil.

borghi e baldo ingg.

s.p.a.

3. EXECUTION DES TRAVAUX

Il est nécessaire de dire, tout d'abord, que, dans le courant d'une phase de préparation du travail de campagne, nous avons pourvu en Italie à l'organisation du travail topographique et à une enquête d'information relative à la recherche et à l'étude bibliographique concernant les matières premières objet de notre mission.

Le temps dédié à l'étude des rapports existants au sujet des calcaires de la région du Mayo Kebbi, a été, évidemment, bref, en considérant que l'actuelle prospection géologique fait suite à notre précédent rapport de 1977; on s'est, donc, limité à intégrer les connaissances déjà acquises avec une enquête ayant pour but de cueillir dans les différents rapports des renseignements utiles concernant l'hydrogéologie et les dépôts argileux de la zone. Nous signalons, à ce propos, les suivantes publications que nous avons consulté:

- pour la géologie structurale régionale: "RECHERCHE MINIERE DANS LE MAYO KEBBI" - Géomap Florence - Italie 1975;
- pour l'hydrogéologie: "NOTICE EXPLICATIVE DE LA FEUILLE MOUNDOU" - par H. Torrent - B.R.G.M. 1965;
- pour les matières premières: "SIX SUBSTANCES MINERALES A DEVELOPPEMENT INDUSTRIEL POSSIBLE" - O.D. Abdoul, J. Becker; M.L. Ferrante - 1973.

D'autres renseignements ont été recueillis à travers les colloques et les contact avec des techniciens et des bureaux de N'djamena.

A la suite de cette phase préparatoire, les travaux de campagne ont été articulés en plusieurs points dont nous rapportons les modalités opératives et les conclusions dans les paragraphes qui suivent.

borghi e baldo ingg.

s.p.a.

4. LEVE TOPOGRAPHIQUE4.1. Temps d'exécution4.1.1. Durée des travaux

La campagne topographique relative aux gisements de calcaires de Baoaré II et Tagobo-Foulbé s'est déroulée au cours du mois de novembre 1978, et précisément du 1er novembre, jour du départ de l'Italie, au 20 novembre, jour de la rentrée en Italie.

L'exécution du levé topographique du gisement de Baoaré II et la conséquente matérialisation du quadrillage sur le terrain, ainsi bien que l'alignement d'une suite de points avec direction ouest/est sur les affleurements de calcaires de Tagobo-Foulbé, ont requis 195 heures de travail effectif sur place (Tchad) et 135 heures de travail de bureau (Italie).

Les opérations au Tchad ont été effectuées du 5 au 19 novembre inclus, pendant 15 jours de travail sans interruption, la durée de travail étant de 13 heures par jour (de 5 heures, départ de la Mission de Pala à 18 heures, retour à la mission).

4.2. Opérations préliminaires4.2.1. Inspection du milieu

Le 5 novembre nous avons effectué, avec Monsieur Ferrante, géologue en chef, un premier tour d'inspection du gisement de Baoaré II.

Notre but était d'individuer les zones les plus intéressantes et les plus importantes au point de vue du futur sondage, et de vérifier, en outre, la nature du sol afin d'évaluer les opérations de déblayage nécessaires à l'exécution du levé topographique.

Le terrain se présentait densément boisé et recouvert d'une verdure touffue, en proximité des "Mayo" surtout. Les hautes herbes de la brousse étant encore vertes, il apparaissait impossible de les détruire par le feu.

4.2.2. Détermination du point base

Le même jour nous avons établi le point base (indiqué ensuite par les coordonnées 0/1200) qui devait constituer le point de départ par où faire passer la ligne de base (0/0 - 0/2400).

Cette ligne de repère, orientée ouest-est, a été tirée à 150 mètres environ au sud du village de Baoaré II, dans une zone partiellement en relief (voir 4.4.1.).

4.3. Opérations de débroussaillage du terrain

Puisque les arbres de moyen et haut fût, tout comme les arbustes atteignant parfois 3-4 mètres, empêchaient la visée et le tracement des lignes orthogonales du quadrillage, de la main d'oeuvre locale fut engagée pour débroussailler le terrain.

Les ouvriers africains employés pendant tous les 15 jours des travaux, en nombre s'élevant de 12 à 15 par jour, détruisirent la végétation tout au long des alignements qui venait de se préciser, en ouvrant ainsi des "couloirs" dans la broussaille.

Les opérations de dégagement du terrain étant assez longues, le levé topographique en fut ralenti, du moment que, pour pouvoir installer les instruments il fallait souvent attendre jusqu'à ce que le "couloir visuel" fût tracé.

4.4. Base topographique et quadrillage

4.4.1. Base topographique

Sur la ligne de base, longue de 2400 mètres et tracée de la façon décrite au paragraphe 4.2.2., nous avons fixé une série de points

borghi e baldo ingg.

s.p.a.

éloignés de 100 mètres l'un de l'autre, et matérialisés sur le terrain par des bornes portant l'inscription de repérage (les coordonnées des points considérés).

Cette inscription est constituée par deux chiffres séparés par une barre transversale: le premier chiffre, s'agissant de la ligne de base même, sera nécessairement 0 (zéro); le deuxième chiffre indique la distance, en mètres, à partir de la borne située à l'extrémité ouest de la ligne de base.

0/0 est donc l'inscription du point le plus occidental de la ligne de base et 0/2400 celle du point le plus oriental.

(Voir les plans annexes à l'échelle de 1:5000 et 1:2000).

4.4.2. Orientation et détermination du Nord géographique

L'orientation de la ligne de base a été déterminée d'abord par la boussole montée sur trépied, sans tenir compte de la déclinaison magnétique indiquée sur la carte à l'échelle de 1:200.000 de l'I.G.M. de Brazzaville.

La correction de la déclinaison magnétique a été effectuée par la suite au moyen du théodolite, qui consent une lecture plus précise du petit angle azimutal qui représente la valeur de la déclinaison même ($3^{\circ}08'$).

Toutefois, en considération de l'imprécision de la boussole, ce qui entraîne la possibilité d'erreurs, même de l'ordre de quelques degrés, dans la détermination du nord magnétique, le premier alignement a été contrôlé et corrigé à la suite d'observations faites sur les étoiles la nuit du 6 au 7 novembre.

Nous avons procédé par les phases suivantes:

- Observation d'une étoile avant sa culmination et lecture de son angle zénithal et azimutal

borghi e baldo ingg.

s.p.a.

- Nouvelle lecture de l'angle azimutal, l'angle zénithal restant constant, au moment où l'étoile se trouve dans le réticule de l'instrument, à culmination avenue. Afin de minimiser les erreurs de lecture, nous avons considéré une longue partie du parcours de l'étoile en question et par conséquent un grand angle azimutal (4 heures de temps entre les deux lectures).
- Calcul de la différence entre les deux lectures successives. La valeur correspondant à la moitié de cette différence indique la position du Nord géographique.
- Exécution du même procédé sur une deuxième étoile.
- la moyenne des deux valeurs obtenues du Nord géographique, leur différence étant d'ailleurs minime, a été prise comme Nord Géographique Définitif.

Au cours des opérations susmentionnées nous avons contrôlé la température lors du début et de la fin des lectures afin d'apercevoir les différences éventuelles de valeur dans la réfraction. En revanche, nous n'avons pas jugé nécessaire de prendre en considération l'humidité relative de l'air.

4.4.3. Réseau des points de jalonnement

A partir de la base topographique (voir 4.4.1. et 4.4.2.) et en correspondance des points 0/400 - 0/800 - 0/1200 - 0/1600 - 0/2000, nous avons tracé, de nord à sud, des lignes perpendiculaires à la base même et de longueur variable entre 1200 et 1600 mètres.

Nous avons obtenu ainsi un alignement de points placés à 100 mètres l'un de l'autre sur lesdites lignes et un quadrillage auquel se référer au moment des sondages et du prélèvement des échantillons.

Par la suite, nous avons coupé ces lignes par d'autres parallèles à la base, dans le but de vérifier la précision de l'alignement même et de matérialiser d'autres points.

D'après ce contrôle nous avons remarqué des erreurs, dans la distance des points, de 5 cm. au maximum sur 400 mètres.

Quant aux angles azimutaux, aucune différence n'était à signaler.

4.4.4. Matérialisation des points sur le terrain

Les points du quadrillage topographique ont été matérialisés sur le terrain en y enfonçant des bouts de tuyau métallique portant l'inscription de repérage sur une plaque en tôle zinguée.

Dans le cas où le point à matérialiser se trouvait sur un affleurement de calcaires, la plaque a été fixée par des clous plantés avec un pistolet et a été rendue facilement repérable grâce à un cercle tracé tout autour avec de la peinture au minium.

L'inscription a été effectuée avec un encre indélébile et résistant au soleil et à la pluie.

4.4.5. Correction des données du levé topographique

Le moment venu d'élaborer les données du levé, nous avons opéré la résolution de la plygonation tout en tenant compte des fautes éventuelles d'excentricité et de pointage ainsi que l'effet de la réfraction, de la température et de la pression barométrique.

Ces deux derniers éléments ont été mesurés à des intervalles réguliers pendant la journée.

L'analyse des facteurs susdits a permis d'obtenir la plus grande précision dans la détermination des angles et de la distance entre les jalons.

4.5. Altimétrie

4.5.1. Evaluations altimétriques

Nous avons déterminé les cotes de plusieurs points très éloignés l'un de l'autre (Pala, Lamé, Lac de Léré et Baoaré bien sûr) et nous les avons comparées à celles marquées sur la carte de l'I.G.N. de Brazzaville afin d'étalonner et de contrôler l'altimètre dont nous disposions.

Nous avons effectués ces contrôles en jours différents et à heures différentes de sorte à pouvoir parvenir à une moyenne assez précise des lectures grâce à la série de données ainsi obtenues.

4.5.2. Détermination de la cote du point base

La cote du point base (0/1200), calculée par une succession de lectures faites pendant nombreux jours consécutifs et à heures différentes, est de + 320,00 mètres sur le niveau de la mer.

Les cotes de tous les autres points ont été déterminées par rapport à celle du point base, mais elles ont été indiquées sur la carte et sur les profils en valeur absolue, c'est-à-dire en se référant au niveau de la mer.

4.5.3. Détermination de la cote des points levés

Nous avons déterminé les cotes des points levés en tenant compte de quelques facteurs qui en pouvaient affecter la valeur, tels que la réfraction, la courbure terrestre et la température.

Nous avons, par contre, négligé d'autres facteurs, tels que l'altération de la projection et la différence de fréquence.

borghi e baldo ingg.

s.p.a.

Nous avons donc appliqué les formules suivantes:

$$D = S \cdot \sin Z (1+Km)$$

$$\Delta H = S \cdot \cos Z + E - R + i - s$$

D = distance horizontale

Km = correction météorologique en mm. ($\div 5$ mm/100 mt)

S = distance oblique

ΔH = dénivelée

E = influence de la courbure terrestre

$$E = \frac{D^2 \cdot \sin^2 Z}{2 \cdot r}$$

$$R = x \cdot E$$

R = influence de la réfraction

r = rayon terrestre (Km. 6370)

x = coefficient de réfraction (de 0,11 à 0,13)

i = hauteur de l'axe de basculement du théodolite
sur le repère au sol

s = hauteur de l'axe de basculement du réflecteur sur le repère
au sol

On peut donc regarder les erreurs comme tout à fait négligéables.

4.6. Instruments employés

4.6.1. Boussole

Nous avons employé une boussole montée sur trépied et douée de cli-
simètre et de clinomètre.

4.6.2. Altimètre

L'altimètre employé était un "Everest" doué d'échelle altimétrique
et de pression barométrique.

4.6.3. Théodolite et télémètre

Pour les opérations topographiques nous avons utilisé un théodolite centésimal KERN DKM 2-A pourvu d'un télémètre électronique DM 501 à diodes à l'arséniure de gallium.

Le théodolite ayant un compensateur automatique, il a été possible d'atteindre une considérable précision dans la lecture du cercle zénithal aussi bien que de celui azimutal pour la détermination des angles. Il est à remarquer que les valeurs d'approximation sont de 0,5 cc (sécondes centésimales), contre 0,5 c (minutes centésimales), valeurs d'approximation données par l'employé d'un tachéomètre de type normal.

L'usage du télémètre électronique permet en outre d'éviter les fautes possibles dans la lecture du stadia ainsi que d'obtenir une précision de 5,5 mm. environ sur 100 mètres; en employant, par contre un tachéomètre normal on n'arrive qu'à une précision de 10 cm. à peu près sur 100 mètres.

Les erreurs que l'on peut faire dans la lecture des angles et des distances sont donc à retenir pour négligéables.

4.7. Cartographie

4.7.1. Cartographie de base

Les seules cartes du site que nous avons pu trouver sont une carte à l'échelle de 1:200.000 de l'I.G.N. de Brazzaville et une carte géologique à l'échelle de 1:50.000 du "Geomap" de Florence.

Nous avons remarqué des différences importantes entre les deux: sur la carte française le village de Baoaré I n'est pas marqué; en revanche, sur celle italienne c'est le village de Baoaré II qui n'est pas indiqué.

Des discordances sont encore à signaler pour ce qui concerne la valeur des coordonnées géographiques: à peu près 25" de différence en longitude.

5. RECHERCHE GEOLOGIQUE DE SURFACE

Comme nous avons dit dans la partie introductive, le programme de levé géologique intégré par des itinéraires dans certaines aires environnantes la zone de Baoaré, dans le but de vérifier et contrôler les rapports structuraux mis en évidence par les sondages et dans le but de trouver des affleurements des matières premières principales et d'analyser l'aspect hydrogéologique et morphologique de la zone, dans le courant de ces levés nous avons exécuté un échantillonnage systématique des lithotypes plus significatifs et nous avons également étudié les caractéristiques d'un certain nombre de puits d'eau.

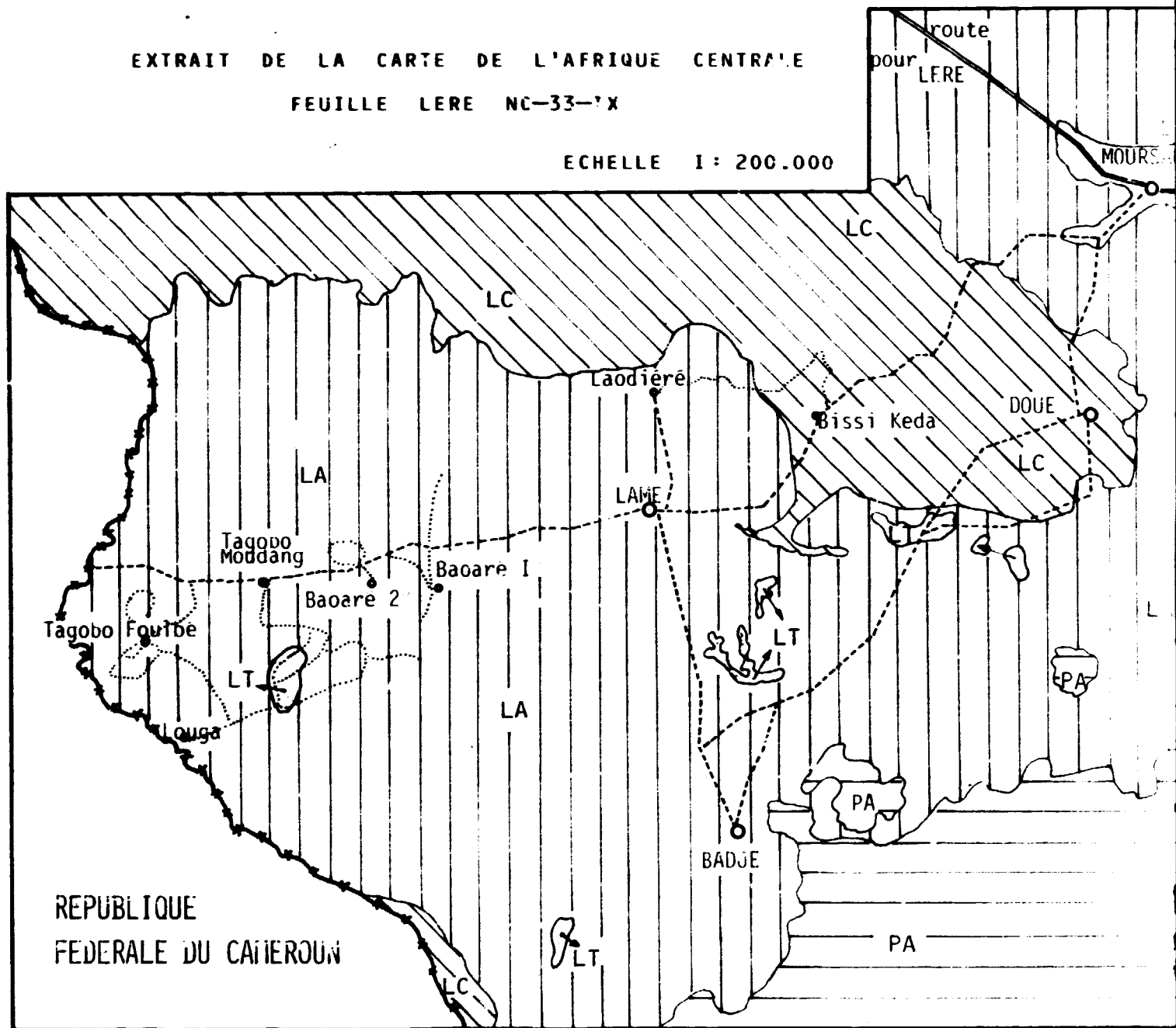
Dans les aires étudiées, les plus intéressantes, et en faisant distinction des lithotypes, on peut déduire les conclusions suivantes:

5.1. Formations calcaires

Dans la région au SW de Pala, comme représenté dans la table n. 2, la formation conglomératique et gréso-calcaire de Lamé a une grande extension superficielle, mais elle s'est révélée pauvrement caractérisée par des bancs exclusivement calcaires, étant donnée la prédominance des facies conglomératiques et gréseuses. Le recouvrement quaternaire est, du reste, prévalent dans ces territoires caractérisés par une morphologie peu accidentée; par conséquent, compte tenu des nombreuses visites effectuées pendant les années précédentes, il est pratiquement improbable de pouvoir trouver d'autres affleurements de calcaires ayant une extension et des caractéristiques dignes d'éveiller de nouveaux intérêts. Dans cette zone nous avons donc cherché, plutôt que de nouveaux gisements, les rapports intra-formationnels, et cela, suite à la présence de nombreuses failles et des intrusions basaltiques qui, hélas, caractérisent la région (voir table n. 3).

EXTRAIT DE LA CARTE DE L'AFRIQUE CENTRALE
FEUILLE LERE NC-33-IX

ECHELLE 1 : 200.000



LEGENDA



LT COUVERTURE LATERITIQUE

PA FORMATION GRESEUSE PALEOTCHADIENNE

LA SERIE CONGLOMERATQUE ET GRESO-CALCAIRE DE LAME

LC GRANITES CALCOALCALINS AMPHIBOLITQUES

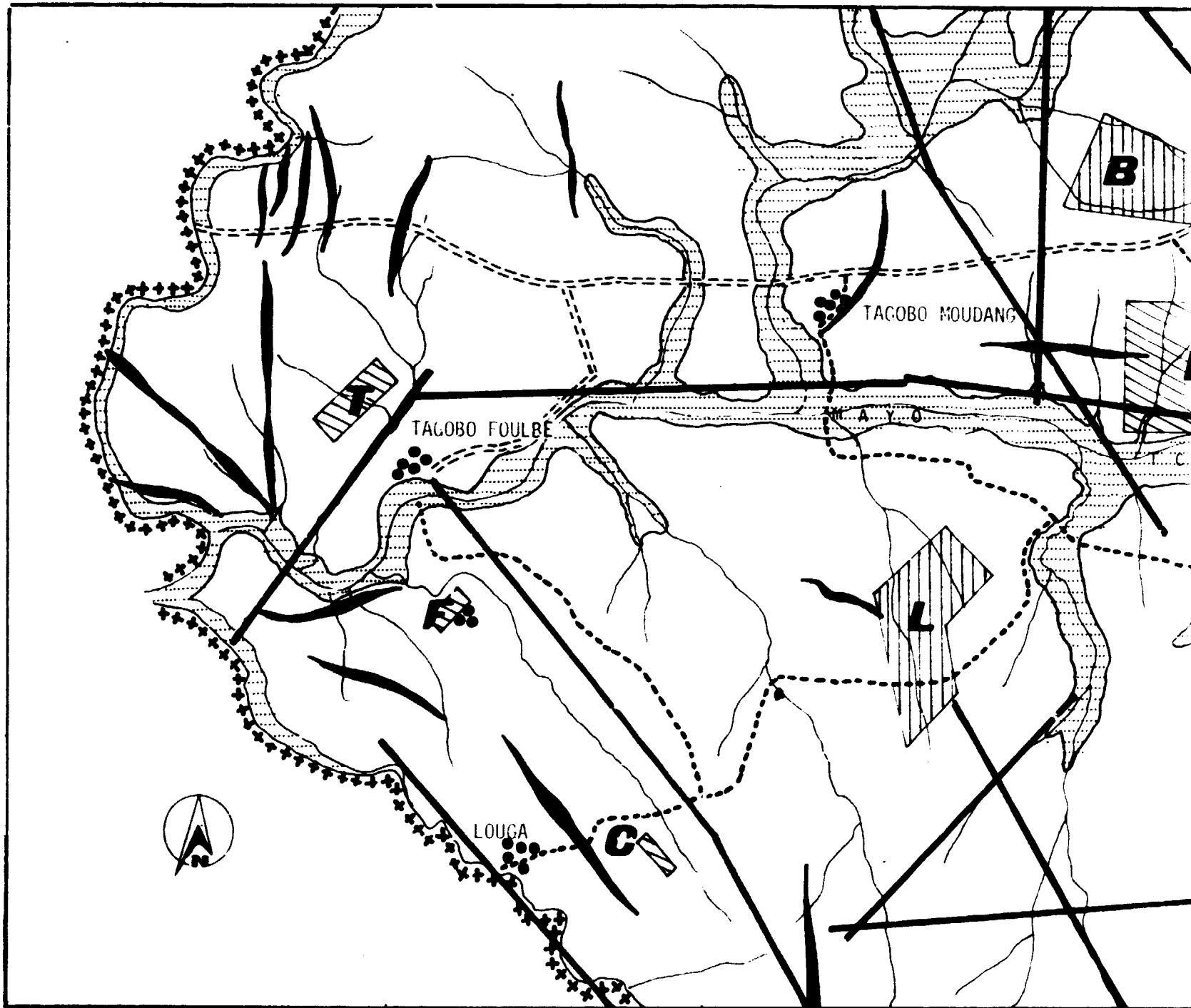
ROUTE

ROUTE

PISTE

LIMITES

SECTION 1



L E G E N D A



AIRE DES CALCAIRES ESTIME
DES GISEMENTS DE BAOARE



GISEMENTS DE CALCAIRES DE
TAGOBO FOULBE - NO-



GISEMENTS DE CALCAIRES DE
TAGOBO FOULBE - S-



AFFLEUREMENTS DE CALCAIRES



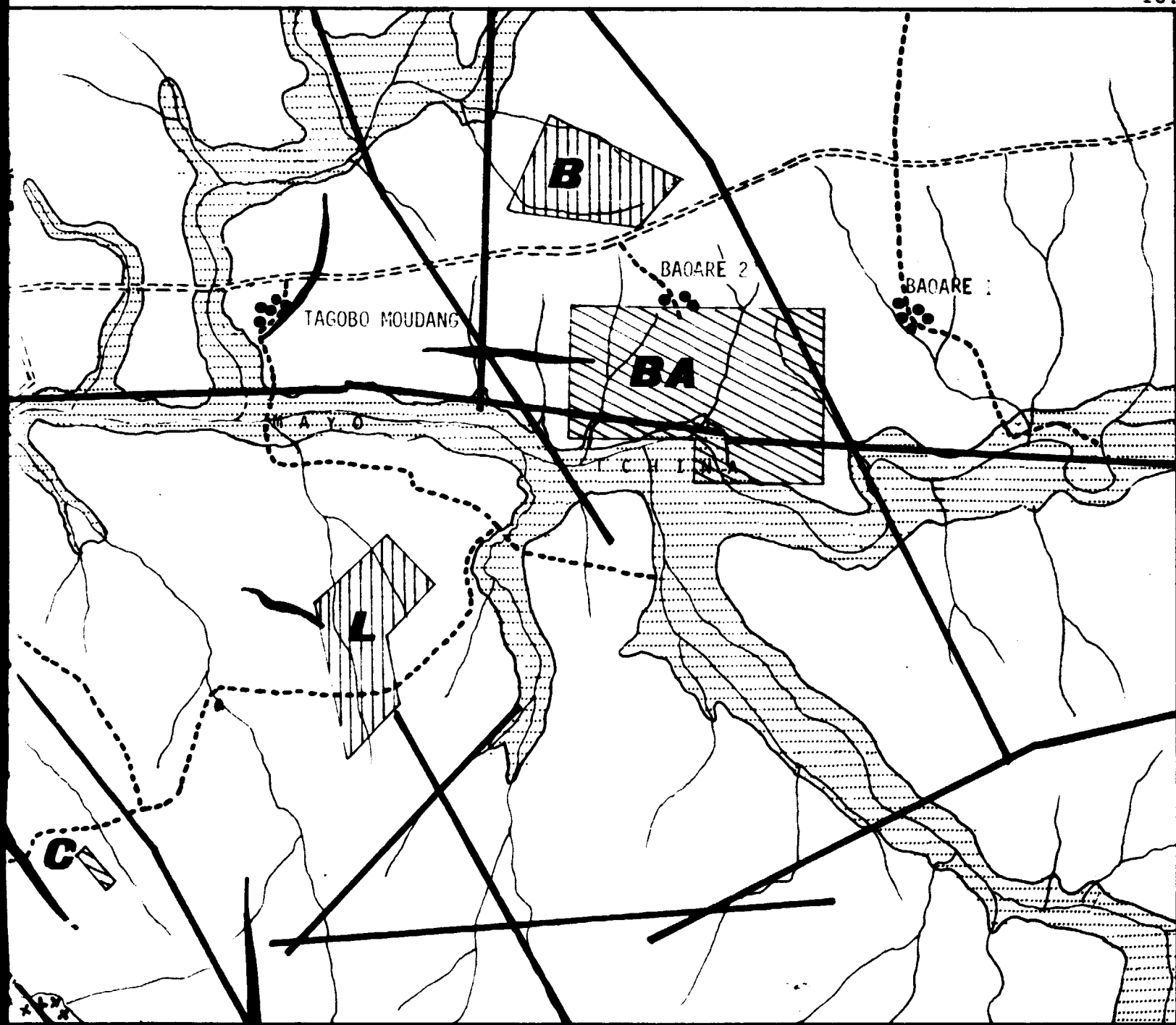
CARAPACE LATERITIQUE



DEPOT D'ARGILLES SABLONNEUSES

EXCUISSSE STRUCTURALE

SECTION 1



G. E N D A

C AFFLEUREMENTS DE CALCAIRES

L CARAPACE LATERITIQUE

B DEPOT D'ARGILLES SABLONNEUSES

~ BASALTES FILONIENS

— FAILLES PRINCIPALES

⋯ DEPOT DE SABLES QUARTZEUX
- LITS DES RIVIERES -

ECHELLE 1 : 50.000

TABLE 3

SECTION 2

Le cadre régional complet de la tectonique se manifeste, dans l'ensemble, caractérisé par des intrusions filiniennes basaltiques post-cambriennes et par un réseau très serré de fissurations et failles locales et régionales qui, dans l'ensemble, a eu un effet négatif sur la continuité des formations, en les dialoquant suivant un fractionnement en blocs, même si à des niveaux différenciés.

Le quaternaire ancien (ou continental) et le plus récent, ont recouvert de très vastes surfaces des terrains plus anciens - tertiaires surtout - avec la conséquence que les affleurements de roches calcaires, en quantité décidément inférieure en rapport aux autres lithotype tertiaires, sont éparpillés sur des amples surfaces et fréquemment ne présentent aucune continuité au dessous de l'épais recouvrement conglomératique-sablonneux qui les sépare.

La présence des intrusions basaltiques et des formations granitiques et métamorphiques acides a déterminé, en outre, une "acidification" progressive des formations tertiaires avec lesquelles elles sont venues en contact; c'est la raison pour laquelle on peut remarquer souvent des procédés de silicification intense. Et c'est un deuxième facteur négatif pour la continuité des caractéristiques chimiques du calcaire en général, qui est souvent enrichi en silice aux niveaux plus profonds.

En se basant sur ces considérations et en se référant au plus récent des rapports cités: "SIX SUBSTANCES MINÉRALES..." il est très peu probable de pouvoir repérer des aires calcarifères dont les réserves soient supérieures à celles trouvées dans la zone au Sud de Baoaré, où le calcaire affleure sur des amples surfaces et, tout en n'étant pas, topographiquement, l'idéal pour une exploitation, il reste le seul gisement ayant des caractéristiques économiques suffisamment valides en vue d'une exploitation industrielle.

L'étude de surface, menée avec un esprit critique et appuyée sur les critères cités, a mis en évidence les facteurs suivants:

5.1.1. Zone de Tagobo Foulbé NW (voir table n. 3 - gisement T)

Dans cette zone on a repéré six affleurements principaux ayant une étendue superficielle complexe de 4,3 ha. en plus de nombreux petits affleurements disséminés sur une surface de 80 ha. environ.

Le calcaire fossilifère affleure en bancs discontinus d'épaisseur comprise entre 1 et 2 mètres se présentant en larges dalles, sub-horizontaux, avec une légère pente vers SE (5-10°).

L'ensemble de ces formations est trop disséminé pour en permettre une exploitation économique à l'échelle industrielle. L'épaisseur du recouvrement détritique qui sépare les principaux affleurements est élevée et, souvent, elle dépasse les 4 mètres; en outre, après certains sondages d'étude effectués au cours de précédentes missions, leur continuité a été souvent définie incertaine si non absente.

Les excellentes caractéristiques chimiques constatées en surface, au vu des analyses effectuées pour le gisement de Baoaré situé tout près, ne se reproduisent pas dans les niveaux inférieurs, si bien que leur intérêt par rapport au stérile et à la discontinuité des affleurements perd tout intérêt pour une exploitation intensive au profit d'une cimenterie.

Analytiquement le calcul des pourcentages moyens pour les calcaires présents dans cette zone, et relatifs aux niveaux superficiels, donne les résultats suivants:

perte au feu :	43,13%
CaO	: 54,68%
MgO	: 0,11%
SiO ₂	: 2,40%
Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃	: 0,23%

borghi e baldo ingg.

s.p.a.

L'excès en silice, prévu d'ailleurs, qu'on remarque dans les niveaux inférieurs - interstratifiés avec des grès arkosiques - fournit, en ligne générale, une farine à clinker bonne mais pauvre en fondants ce qui annule la possibilité d'un emploi dans l'industrie du ciment à cause de la basse économicité des différents gisements. On peut par contre en prévoir l'utilisation, à un niveau artisanal, pour la production de chaux, pour la taille en dalles ou en blocs pour l'édifice, en tant que matériel de revêtement ou, mieux, vue la nécessité de construire un réseau routier local, ce matériel peut être considéré convenable pour la préparation des socles routiers en tant que pierrailles. A cet effet, d'ailleurs, il est raisonnable de considérer également le recouvrement sablonneux et les niveaux argile-sableux présents dans les différents affleurements étant donné que l'emploi d'une brèche calcaire mélangée à un liant sablonneux, avec de faibles pourcentages de matériel fin, argileux, représente un excellent mélange granulaire.

L'exploitations en carrière des trois affleurements principaux, en utilisant exclusivement les bancs superficiels, peut fournir 90.000 mc environ de calcaire; en utilisant le matériel tout-venant, toujours pour la construction de routes, ces affleurements peuvent fournir 200.000 mc environ de mélange granulaire.

Nous confirmons, de toute façon, les réserves de 1.200.000 tonnes de calcaire précédemment estimées. Toutefois, si nous considérons que l'extraction des bancs profonds et ainsi que de ceux qui sont ensevelis par le recouvrement quaternaire comporte l'asportation d'un recouvrement stérile excessif et, surtout, étant donné la présence des réserves autrement intéressantes du proche gisement de Baoaré, nous déconseillons l'exploitation de ce gisement.

borghi e ba!do ingg.

s.p.a.

5.1.2. Zone Tagobo Foulbé Sud (voir table n. 3 - gisement F)

Dans cette zone, tout comme dans la précédente, nous avons repéré plusieurs affleurements de calcaire dont trois seulement se présentent avec une étendue superficielle d'un certain intérêt.

La surface totale dans laquelle sont compris les différents affleurements est de 20 ha. environ mais le total des surfaces où la roche calcaire affleure effectivement n'est que de 4,5 ha.

D'une manière analogue à ce qui a été dit dans le paragraphe précédent, et toujours par rapport aux bien meilleures disponibilités des gisements de Baoaré, compte tenu de la discontinuité des bancs et de la masse du recouvrement stérile, ces affleurements ne sont pas économiquement exploitables malgré les bonnes caractéristiques chimiques des calcaires; on peut répéter ici ce que nous avons dit plus haut quant à une utilisation artisanale de ce matériel.

Sans tenir compte des niveaux plus profonds, pour lesquels il faudrait prévoir des critères d'extraction selective, on peut noter que les seuls bancs affleurants soient d'extraction facile, ayant une puissance maxima de 2 mètres; les réserves s'élèvent à 65.000 mc environ.

Voici les moyennes des résultats des analyses des calcaires prélevés dans ces affleurements:

perte au feu	:	42,48%
CaO	:	53,55%
MgO	:	0,08%
SiO ₂	:	2,25%
Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃	:	0,16%

Pour conclure, pour ce gisement également nous confirmons les 350.000 tonnes de calcaire en réserve (estimation de 1977) mais nous en déconseillons l'extraction pour alimentation de cimenterie.

5.1.3. Zone Louga (voir table n. 3 - gisement C)

Dans cette zone, proche de la frontière avec le Cameroun, le long d'un escarpement qui descend vers le fleuve et qui côtoie la frontière, affleurent de nombreux niveaux de roches calcaires, souvent d'extension insignifiante et dont le plus étendu se trouvent dans l'aire dessinée dans la table n. 3. Stratigraphiquement, ces affleurements de roches calcaires correspondent à ceux qu'on a signalé dans la zone de Tagobo Foulbé sauf que ceux de Louga sont redressés et écrasés entre deux dérangements tectoniques caractéristiques de cette zone. Même l'aspect macroscopique de ces calcaires, très durs et compacts, témoigne d'un procès de acidification analogue à celui qu'on remarque dans les formations calcaires de Doué (voir paragraphe suivant); c'est la raison pour laquelle nous avons abandonné toute autre recherche dans cette zone.

5.1.4. Zone de Doué (voir table n. 4)

Le long de la piste qui va de Moursalé Bamba à Doué, sur une longueur de 3 kms environ, affleure la série gréso-calcaire de Lamé délimitée au Nord par le recouvrement éluvial et latéritique et au Sud par l'intrusion granitique précambrienne. Etant donné la continuité des affleurements c'est la zone où il est plus aisé de suivre la stratigraphie gréso-calcaire de la série de Lamé: c'est la présence de certains bancs de calcaire qui nous a suggéré d'en faire une recherche plus attentive et un échantillonnage des lithotypes principaux.

La présence des failles, phénomène tectonique qui caractérise toute la Région (voir table n. 3) casse la continuité des bancs et en cause le parcellement en plusieurs blocs, disloqués même à des côtes différentes et exposés à des phénomènes d'érosion et de sédimentation différenciés. Le voisinage avec de formations acides, comme les granites, et les phénomènes dynamométamorphiques qui caractérisent les formations de la région, altèrent profondément la structure minéralogique des différents lithotypes.



ITINERAIRE GEOLOGIQUE
A TRAVERS LA SERIE
GRESO-CALCAIRE DE LAME


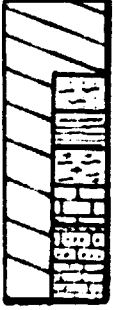






ROUTE :
MOURDALE BAMBA - DOUE



Echelle 1 : 50.000

Extrait, modifié, de la
CARTE PHOTOGEOLOGIQUE
feuille P A L A n° 4
CEOMAP - FLORENCE 1975

L E G E N D A

- | | | | |
|---|------------------------------|---|-------------------------------|
|  | DEPOTS ALLUVIONNAUX QUARZEUX |  | SERIE GRESO-CALCAIRE DE LAME |
|  | COUVERTURE LATERITIQUE | | facies: argille-sablonneuse |
|  | GRANITES CALCOALCALINS | | facies: grés-arkosique |
|  | GNEISS | | facies: quartzite |
|  | FAILLES PRICIPALES |  | N° ECHANTILLON |
| | |  | PENDAGE MESURE SUR LE TERRAIN |

Puisqu'il s'agit d'une étude qui a pour but la recherche de calcaire à ciment, de chaque échantillon on a immédiatement analysé le contenu en CaO et, étant cette valeur très en dessous aux minimums prévus, nous avons comme même fait un contrôle analytique. En suivant l'ordre d'échantillonnage et en partant du faciès génétiquement plus jeune, la série stratigraphique basée sur l'observation des huit échantillons prélevés, peut être ainsi décrite:

- échantillon n. 1 - grès compact jaunâtre avec traces d'oxydes de fer et avec moins de 5% de CaO;
- échantillon n. 2 - grès arkosique;
- échantillon n. 3 - quartzite;
- échantillon n. 4 - calcaire gréseux avec de nombreuses intercalations de grès et quartzites. L'échantillon prélevé et correspondant aux seuls niveaux calcaires, contient le 52% de CaO;
- échantillon n. 5 - grès grossier avec 8% de CaO, passant vers le bas à grès arkosique;
- échantillon n. 6 - grès arkosique;
- échantillon n. 7 - grès calcaire contenant 35% de CaO;
- échantillon n. 8 - grès calcaire contenant 28% de CaO.

D'après ces indications analytiques des échantillons prélevés le long des bandes de terrain reportées dans la table n. 4, aucun des bancs examinés ne présente les conditions prévues; par conséquent toute autre évaluation serait inutile.

La présence de roches acides et d'un léger métamorphisme permet de déduire que sur la continuation de cette bande ne peuvent pas exister des bancs de calcaire avec une plus haute teneur de CaO utilisables, donc, pour la fabrication de ciment.

borghi e baldo ingg.

s.p.a.

Les bancs de grès plus ou moins calcaireux (éch. n. 4, 7 et 8) présentent une immersion vers NW avec un pendage moyen de 12° et ils recouvrent une extension superficielle de 100 ha. environ; on n'en voit d'autre utilisation que, en tant que mélange granulaire, pour des chantiers routiers.

5.1.5. Observations conclusives sur les roches calcaires présentes dans les zones des environs de Baoaré

Comme conclusion de tout ce que nous venons de dire, les roches calcaires repérées dans les quatre zones peuvent être divisées en deux lithotypes chimiquement différenciés par leur teneur en silice aux frais du groupe CaCO_3 et par conséquent l'on passe des calcaires presque purs, comme ceux des affleurements de Tagobo Foulbé, à des grès calcaireux; les pourcentages des autres composants chimiques sont, en général, bas, homogènes et ne caractérisent pas le lithotype: les oxydes de Mg, de Na et de K sont toujours contenus en des pourcentages inférieurs à 5%, les sulphates, toujours en traces, sont négligeables; les oxydes de Fe et Al apparaissent toujours en des pourcentages inférieurs aux limites prévus pour intervenir en tant que fondants; de ce fait, quelque soit le type de calcaire, il faudrait toujours prévoir des inégrations, surtout des oxydes de fer, pour obtenir une farine de clinker utilisable.

Si du point de vue de la composition chimique les calcaires de Tagobo Foulbé ne sont pas à exclure pour la production de ciment - tout en les mélangeant avec des argiles opportunes - ils sont pourtant inutilisables à cause de leur dissémination dans un territoire trop étendu sinon par leurs réserves totales (plus de 1.000.000 de tonnes). Enfin le matériel stérile serait de + 40%.

Quant aux alternatives pour l'utilisation des calcaires, surtout de Tagobo Foulbé, nous résumons ce que nous avons déjà conseillé, soit: production de chaux avec des fours de petites dimensions; transformation en matériel de revêtement pour le bâtiment; utilisation de différents petits gisements pour produire du matériel routier, dans un plus vaste programme régional lié à la mise en oeuvre d'une cimenterie dans la zone de Baoaré.

5.2. Formations argileuses

Les analyses des calcaires prélevés en surface, soit dans la zone de Tagobo Foulbé, soit dans celle de Baoaré dans le courant des missions précédentes, ont donné des teneurs en silice généralement bas, inférieures à 3%; de ce fait on conseillait l'ajoute d'argile qui aurait enrichi le mélange pour le clinker à ciment en fondants et, surtout, en silice.

Pendant la campagne de sondages dans la zone de Baoaré, il a été confirmé que la composition chimique du calcaire était susceptible de variations sensibles dans la teneur en silice. En effet, tout de suite après les premières analyses, nous avons constaté que la composition chimique moyenne des bancs calcaires est proche à celle d'une farine à clinker manquant de fondants, donc un oxyde de Al et de Fe.

Donc le problème du repérage du matériel argileux est basé sur la recherche d'une argile spécifique, rare dans les dépôts de la région, où le pourcentage en silice du puissant recouvrement est toujours très élevé.

Dans le chantier de Baoaré nous avons repéré un certain nombre de dépôts argileux, trois surtout, dont nous parlerons dans la partie concernant les prospections du chantier; l'inconnu de l'aptitude chimique de ces argiles en tant que matériel additif et surtout leur

comportement dans les essais techniques de cuisson étant inconnu au moment de la prospection, nous avons étendu la recherche également sur d'autres dépôts situés dans les environs; le choix de ceux-ci de telle façon que les caractéristiques macroscopiques soient différentes de celles des argiles du chantier de manière à avoir un cadre complet des différents types de dépôts argileux présents dans la zone. En définitive, nous en avons repéré deux ayant des caractéristiques extrêmement contrastantes.

5.2.1. Zone à N-NW de Baoaré (voir table n. 3 - gisement B)

La zone se trouve à 2 kms environ du chantier de Baoaré et elle côtoie la piste qui porte à Tagobo Foulbé; il s'agit d'une surface sans reliefs, entaillée par de petites rivières qui mettent en évidence la stratigraphie sur un front de 3-4 mètres.

Nous distinguons deux niveaux. Le premier est constitué par un sable argileux, peu plastique, de couleur gris-noisette, dont la puissance mesurée le long des parois des incisions et dans un petit puits creusé à la main, est moyennement de 1,80 mètres.

L'échantillon représentatif de ce niveau (éch. P/B/1) ne possède pas les qualités requises.

A la base de ce niveau paraissent des grès arkosiques très fins, blanchâtres, avec un pourcentage très faible d'argile.

La puissance de la formation, mise à jour, est d'environ 2 mètres, mais on peut supposer qu'elle ait une épaisseur plus importante. Les échantillons représentatifs ont été unis en un seul échantillon (éch. P/B/2).

La surface prospectée est de 50 ha. mais elle est beaucoup plus étendue parce qu'elle recouvre tout le territoire compris entre la piste de Tagobo Foulbé et le Mayo de Tagobo Moundang et elle est à l'Est et à l'Ouest par deux failles que l'on peut voir tracées sur la table n. 3.

borghi e baldo ingg.

s.p.a.

Voici les valeurs moyennes d'un mélange de 8 échantillons prélevés le long de la zone étudiée:

éch.	p.a.f.	SiO ₂	CaO ₃	MgO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	K ₂ O
P/B/1	14,73	79,38	0,71	0,47	1,28	2,23	0,11	0,18
P/B/2	5,42	91,96	0,76	0,50	0,85	0,21	0,04	0,20

La disponibilité en mc de la seule partie étudiée s'élève à:

- sable argileux type P/B/1 : 900.000 m³
- grès arkosique type P/B/2 : 1.000.000 m³

Comme l'on peut déduire de ces résultats ce produit n'est pas idoine pour l'industrie du ciment. Toutefois l'échantillon P/B/2 révèle un matériel utilisable pour une industrie de la verrerie, mais il faudrait en vérifier les analyses granulométriques que nous serions à même d'exécuter sur demande de l'U.N.I.D.O.

5.2.2. Zone au SW de Baoaré

En alternative aux sédiments argileux repérés dans la zone de Baoaré, nous avons prospecté une surface recouverte par une carapace latéritique, dans le but de vérifier si le contenu en Al et Fe était sensiblement plus élevé par rapport aux sédiments argileux de l'épais recouvrement de la plaine du Mayo Tchina. A cause de leur distance, nous n'avons pas prospecté les dépôts latéritiques situés au Sud de Moursalé Bamba (voir table n. 4), tandis que les dépôts situés dans une zone proche du chantier de Baoaré, à 3 kms environ, de l'autre côté du Mayo.

La zone actuellement peut être rejointe en parcourant la piste qui descend du village de Tagobo Moundang au Mayo Tchine; le dépôt s'étend sur une surface de 139 ha. et affleure en gros îlots découpés par de petites incisions; compte tenu de la végétation plutôt rare, l'on peut retenir très prudemment l'épaisseur de 1,40 mètres mesurée pendant cette première excursion.

borghi e baldo ingg.

s.p.a.

Malheureusement, la nécessité de conclure plutôt rapidement les travaux, la guerre s'approchant de la zone du chantier, ne nous a pas permis de creuser des puits plus profonds. Toutefois on peut déduire que la zone contient une réserve largement suffisante à couvrir la demande d'une cimenterie locale.

Les échantillons prélevés le long de deux itinéraires perpendiculaires traversant l'affleurement indiqué sur la table n. 3, donnent les suivants résultats:

<u>éch.</u>	<u>p.a.f.</u>	<u>SiO₂</u>	<u>Al₂O₃</u>	<u>Fe₂O₃</u>	<u>CaO</u>	<u>MgO</u>	<u>SO₃</u>
A/TM/1	4,80	63,20	18,75	4,06	3,35	1,15	0,05
A/TM/2	6,95	59,20	18,52	5,40	5,34	0,94	0,10

De ces résultats nous obtenons les valeurs suivantes pour le module siliceux (MS) et le module fondant (MF):

- A/TM/1	2,77 (MS)	4,61 (MF)
- A/TM/2	2,47 (MS)	3,43 (MF)

Tout en n'étant pas excellent, à cause du faible contenu en Fe, on peut déduire que, avec le type de calcaire de Baoaré, ce type de latérite soit satisfaisant pour un mélange pour clinker à ciment, tout au plus, ce ciment sera de couleur claire, presque blanc, facteur que tout compte fait le rend plus prisé d'un ciment Portland normal.

Pour le moment sont en cours les essais de cuisson nécessaires, avec des mélanges différents de calcaire et en utilisant ce matériel latéritique: les résultats seront exposés en annexe.

5.2.3. Observations conclusives sur les dépôts argileux environnants le chantier de Baoaré

A la lumière des résultats de nos études, nous pouvons conclure que le problème de la repérabilité des argiles a été plus complexe de ce qu'on avait pensé; et cela en rapport avec la nécessité de trouver une argile ayant des fondants et des éléments ferreux pour une farine de calcaire déjà riche en silice, dans une région où chaque lithotype sédimentaire contient toujours un pourcentage très élevé de silice.

La composition des gisements argileux ressent évidemment des caractéristiques chimiques, structurales et d'ambient du recouvrement détritique régionales, donc, le manteau argileux est toujours conditionné par le remaniement et par l'altération des sédiments gréseux plus ou moins calcareux et des lithotypes arkosiques; il est donc plus correct dire que la région au SW de Pala est caractérisée par des sables argileux très fins avec un pourcentage élevé de silice et avec des argiles de type surtout kaolinique.

D'après les échantillons prélevés dans la zone, les argiles contiennent des teneurs en silice toujours supérieures à celles d'une argile standard avec des valeurs toujours faibles, au contraire, en Al et en Fe.

En conclusion, le repérage de dépôts argileux idoines au mélange avec le calcaire à disposition a été problématique et nous avons choisi, en définitive, les faciés principales présentes dans la zone.

Après une première sélection en fonction de leur composition chimique, nous avons préféré le test de cuisson, dont nous attendons les résultats.

Il faut de tout façon souligner que le seul gisement latéritique décrit au point 5.2.2. promet une consistante possibilité d'emploi pour une cimenterie.

borghi e baldo ingg.

s.p.a.

Tous les argiles plus ou moins sablonneuses repérées dans la zone sont généralement peu plastiques; on peut donc exclure à priori leur emploi pour la production de briques.

Rappelons enfin que les sables quartzeux repérés dans la zone au N-NW de Baoaré (voir paragr. 5.2.1.) pourraient être utilisés pour l'industrie du verre.

5.3. Observations hydrogéologiques

Les travaux de recherche et d'étude des caractéristiques hydrogéologiques se sont déroulés en plusieurs phases, soit: recherche des données pluviométriques régionales dans les bureaux météorologiques de Pala et de N'djamena, examen du réseau hydrographique régional et son interaction avec les formations géologiques traversées, contrôle des principaux puits cimentés présents dans la région. L'examen de ces éléments et l'interprétation des sondages ont déterminé le choix de l'emplacement du sondage de reconnaissance pour la recherche d'eau dont nous parlerons dans le chapitre concernant le chantier de Baoaré.

5.3.1. Conditions hydrologiques régionales

Toute la zone étudiée est située sur le bord occidental de la ligne de crête principale du vaste bassin hydrographique qui conflue dans le fleuve Logone. Dans le détail la zone est caractérisée par de petites vallées secondaires plus ou moins creusées qui convoient les eaux vers le bassin secondaire du Mayo Kebbi dont la ligne de partage, non bien définie, détermine dans les saisons de portée minima et moyenne, un transport des eaux vers le bassin du fleuve Bénoué, tandis que, dans la période de pleine, on a un débordement vers le fleuve Logone; on a, en définitive, un phénomène de capture saisonnière, alternatif, vers deux grands bassins contigus.

borghi e baldo ingg.

s.p.a.

Le régime hydrologique régional est influencé, la plupart du temps, par les caractéristiques climatiques locales, avec des portées maxima pendant la période avril-novembre et minima pendant la période février-mars. Dans la table annexée, nous avons inscrit les valeurs pluviométriques mensuelles et totales de la région de Pala, relatives à la période 1968-1978, et aux années où les précipitations ont été supérieures au 1000 mms, à partir de 1947 (données provenant du bureau météorologique de Pala et de N'djamena).

Il apparaît évident que pendant la période examinée (1947-1978) la valeur moyenne des précipitations oscille autour des 1000 mms par an, avec des pointes maxima et minima comprises, respectivement, entre les valeurs de 1246,9 mms et 858,3 mms, pendant les années 1948 et 1973.

L'examen de ces valeurs est nécessaire afin d'avoir une idée correcte des caractéristiques régionales des nappes souterraines dont la dépendance des précipitations atmosphériques est déterminante dans l'étude et l'évaluation des ressources de la zone étudiée.

La plus grosse partie des eaux météoriques est dispersée par l'évapotranspiration et seulement un pourcentage minimum alimente les nappes.

Les formations du Crétacé et du Quaternaire occupent la totalité de la zone et, étant donnée leur constitution lithologique, elles confèrent au bassin hydrologique souterrain des caractéristiques de moyenne et, parfois, de faible perméabilité. Cela est dû à la présence dans les sables arkosiques de pourcentages élevés de minéraux argileux de type kaolin; par conséquent nous aurons une discrète perméabilité dans les niveaux où le dilavement souterrain a été plus intense.

Le bassin du Mayo Tchina, le fleuve principal qui traverse de l'Est à l'Ouest la zone, est responsable, avec ses nombreux affluents, du drainage des nappes locales, et subit saisonnièrement de fortes variations de portée en atteignant, en saison sèche, les plus hauts niveaux du lit fluvial presque aride.

borghi e baldo ingg.

s.p.a.

Notre étude s'est occupée des nappes superficielles, ainsi que des nappes profondes, présentes dans la zone et elle a été étendue à la zone comprise entre Pala et Lamé, en ce qui concerne les niveaux plus superficiels.

Sans tenir compte des petits puits saisonniers creusés dans le lit ou le long des rives des petits Mayos, où les niveaux hydrostatiques sont superficiels mais de durée et de portée insignifiantes, nous nous sommes occupés des principaux puits cimentés qui, par leur profondeur et par leur caractéristiques de puisage, peuvent fournir des garanties suffisantes pour l'étude des nappes plus superficielles.

5.3.2. Observations sur certains puits cimentés

Ci de suite nous citons des données relatives aux principaux puits cimentés existants dans la région Sud-Occidentale de Pala:

Zone de Pala

	prof. mts	Ø mts	niv.hy.	portée lt/min.
1 - Puits Coton Tchad (usine)	34,80	1,40 - 10,00		12,32
2 - Puits Coton Tchad (habitations)	20,86	1,40 - 9,18		13,86
3 - Puits Evêché	13,01	1,25 - 9,95		2,64
4 - Puits marché (x)	40,00	1,40 - 21,98		-
5 - Puits abattoir	5,94	1,05 - 5,80		très faible

(x) Mesures relatives à une seule lecture; profondeur du puits difficilement déterminable à cause des abondantes résidus boueux.

TABLE DE LA PLUVIOMETRIE EN mms. DE PALA

Données recueillies au Bureau de climatologie de N'djamena
et de l'aéroport de Pala

Années	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Total
1968	-	-	-	70,3 (5)	102,2 (11)	175,3 (11)	188,7 (14)	245,8 (20)	166,5 (16)	6,2 (1)	1,0 (1)	-	956
1969	-	-	3,7 (2)	47,1 (8)	82,5 (7)	141,8 (11)	237,8 (20)	348,2 (16)	157,3 (13)	88,4 (11)	-	-	1106,8
1970	traces	-	-	18,1 (6)	51,8 (7)	142,6 (12)	142,8 (11)	302,6 (21)	247,1 (15)	18,2 (2)	-	-	923,2
1971	-	-	-	8,1 (6)	99,8 (13)	118,0 (11)	182,3 (18)	381,6 (21)	160,5 (13)	48,5 (3)	-	-	998,8
1972	-	-	traces	61,6 (6)	50,0 (10)	82,8 (13)	283,0 (14)	307,6 (18)	113,3 (10)	32,1 (4)	8,4 (1)	-	938,8
1973	-	-	-	35,3 (9)	84,7 (8)	123,8 (10)	121,2 (14)	304,1 (19)	163,6 (13)	25,6 (5)	-	-	858,3
1974	-	-	-	82,6 (9)	54,8 (12)	117,1 (8)	357,7 (17)	178,7 (17)	179,0 (16)	25,4 (6)	-	-	995,3
1975	-	-	traces	16,0 (3)	137,1 (11)	137,1 (10)	254,2 (16)	284,0 (26)	303,6 (19)	76,0 (6)	-	-	1208,0
1976	-	-	2,0 (1)	19,9 (4)	200,3 (11)	144,4 (10)	100,6 (13)	162,6 (16)	203,0 (15)	141,3 (11)	-	-	974,1
1977	-	-	-	traces	73,2 (9)	159,3 (12)	181,9 (13)	133,1 (15)	101,7 (10)	9,9 (2)	-	-	659,1
1978	-	-	1,5-(1)	87,8 (7)	180,2 (8)	108,3 (7)	198,4 (17)	277,3 (18)	214,7 (16)	31,5 (6)	21,6 (1)	-	1121,3

*7 = nr.de journées de pluie

ANNEES DANS LESQUELLES LA PLUVIOSITE TOTALE EST SUPERIEURE A 1000 mms.

1947 = 1156,2	1952 = 1024,6	1957 = 1220,6	1962 = 1117,5
1948 = 1246,9	1953 = 1068,8	1958 = 1053,4	1963 = 1103,3
1949 = 1013,7	1954 = 1042,1	1959 = -	1964 = 1043,3
1950 = 1187,7	1955 = 1004,5	1960 = 1026,3	1965 = 1021,0
1951 = 1098,1	1956 = -	1961 = 1181,7	1966 = 1161,3
			1967 = -

borghi e baldo ingg.

s.p.a.

Zone Pala-Moursale Bamba

	prof.mts	Ø mts	Niv.hy.	portée lt/min.
6 - Puits Pala-Erdé	7,30	1,00 - 5,54		faible (sec $\frac{\text{mar}}{\text{mai}}$)
7 - Puits Badjé	12,47	1,40 - 4,94		" (sec $\frac{\text{avri}}{\text{mai}}$)
8 - Puits Bado'an	13,08	1,40 - 3,55		" (sec id.)

Zone au SW de Moursale Bamba

9 - Puits Lamé	7,70	1,40 - 3,10		0,5 lt/s.
10 - Puits Badjé	11,10	1,40 - 5,46		1,35 lt/s.
11 - Puits Badouan	12,80	1,40 - 7,20		1,43 lt/s.

Des onze puits cités, nous avons contrôlé les 8 premiers pendant le trimestre décembre 1978 - février 1979; et de ceux-ci, seulement des 3 premiers nous avons mesuré les portées, étant donné que dans les autres puits il n'a pas été possible faire les essais de pompage. Les profondeurs constatées sont toujours référées au niveau actuel réel des puits et, par conséquent il existe des différences entre les mesures citées dans les rapports précédents, dans lesquels on se réfère à la profondeur du fond du puits sans tenir compte des sédiments boueux qui se sont déposés entre-temps. Les essais de portée que nous avons effectué sont déduits de la moyenne d'un certain nombre de mesures opérées pendant le trimestre cité; les valeurs relevées sont en fort contraste avec celles relatives aux trois derniers puits, dont les données proviennent d'un rapport du Bureau des Eaux.

Les données ci-dessus, tout en étant incomplètes, permettent de tirer d'importantes conclusions qui justifient le choix de l'emplacement du sondage d'exploration de la nappe dans le chantier de Baoaré (voir chapitre 6).

borghi e baldo ingg.

s.p.a.

La nappe phréatique qui alimente les puits profonds 10-15 mts, a des caractéristiques de portée et de niveau extrêmement variables dans la région examinée. La zone marginale du bassin du Mayo Tchina (Pala-Moursalé Bamba) révèle des abaissements de la nappe très élevés pendant la période mars-mai et souvent les puits creusés le long de la bande voisinant la route Pala-Léré sont carrément secs et de faible utilité pendant cette période.

La vitesse de percolation dans ces terrains est très basse comme le démontrent les essais effectués dans des puits de la Coton Tchad; ces puits sont à même de fournir moyennement les 25-30 mc d'eau par jour nécessaires pour le fonctionnement de l'usine, après l'avoir recueillie dans deux citernes de 15 mille litres chacune avec des pompes journaliers qui, spécialement en saison sèche, vident les réserves cumulées dans les puits. A ce propos, il arrive fréquemment que, pendant la période mars-mai, les deux puits ne se rechargent pas suffisamment dans les 24 heures et il est nécessaire, par conséquent, recourir à un approvisionnement au moyen d'auto-citernes.

Ceci étant dit, l'on conçoit que, même en pêchant à des niveaux plus profonds, la nappe ressent des variations saisonnières avec un rabattement d'environ 5 mètres du niveau hydrostatique.

Bien plus favorable est la zone qui descend vers le cours du Mayo Tchina où le bassin hydrographique convoie la plus grande partie de l'eau de percolation et d'infiltration coulant dans les nombreuses zones du lit souterrain représentées par le réseau très serré de petits mayos qui convergent vers l'axe du bassin.

Les essais de portée relatives aux puits existents dans la zone plus centrale du bassin, confirment cette plus grande disponibilité d'eau dans la nappe phréatique superficielle.

Tous les autres indications recueillies dans les localités proches du Mayo Tchina ont eu un caractère informatif plutôt relatif s'agissant de petits puits; en effet, pour l'étude détaillée de la nappe présente dans le chantier de Baoaré, nous renvoyons au chapitre 6.

borghi e baldo ingg.

s.p.a.

5.4. Voies de communication

Nous référant à la table n. 2, le chantier de Baoaré, interprété comme site pour la construction de la cimenterie, se trouve en position décentrée par rapport à la région du Mayo Kebbi, mais situé à 41 km de la route principale qui unit les centres plus importants de la région; Léré, Pala, Fiange, Gagat et Kelo sont compris dans un rayon de 120-150 kms, tandis que Bongor et Moundou sont à environ 170 et 250 kms respectivement et N'djamena se trouve à 450 kms environ.

Pas toujours, d'ailleurs, les liaisons entre ces deux localités sont possibles dans le courant de la saison des pluies; la zone de Baoaré est pratiquement isolée dans cette saison et l'on peut la rejoindre avec difficulté même au début de la saison sèche; cela nous l'avons constaté nous mêmes dans la période octobre-janvier, soit jusqu'à ce que la piste soit à nouveau parcourible après les réparations en vue de la récolte du coton.

Le long du parcours entre Baoaré et Moursalé Bamba il y a deux obstacles qui empêchent une praticabilité continue de la piste: le fond argileux et l'absence de ponts ou de gués permanents pour traverser les mayos plus importants. Il est donc nécessaire de prévoir, en cas de réalisation de la cimenterie, ou d'une autre industrie, la construction d'une route surélevée sur de longues sections, en recourant donc au matériel pierreux calcaire présent dans la zone; matériel inutilisable d'ailleurs par une cimenterie comme nous avons dit plus haut. Avec ces travaux il faut également aménager les traversements des mayos qui, actuellement sont inefficients et de durée presque saisonnière (voir photo n. 1 table 6).

Signalons à ce propos que la zone qui nécessite d'une première intervention peut être limitée à la section Lamé-Bissi-Kéda, et nous conseillons de toute façon une étude spécifique pour les choix des interventions et des éventuelles alternatives de parcours.



PHOTO N° I

Dans la photo on peut observer les travaux d'aménagement de la traversée du Mayo, près de LAME (effectué en décembre 1978-janvier 1979); l'oeuvre composée par des grandes cages, pourvue d'un tube unique d'écoulement, d'environ 1 mètre de diamètre, est destiné à être emporté à la première crue qui, avec ses tourbillons sur les rives a tendance à creuser et à emporter le barrage tout comme vérifié au par avant.

TABLE 6

borghi e baldo ingg.

s.p.a.

6. CHANTIER DE BAOARE

Comme déjà signalé dans les paragraphes précédents la zone au Sud de Baoaré a été préférée pour une recherche détaillée des affleurements calcaires qui, dans cette partie recouvrent des surfaces carrément plus amples que dans la région dont nous venons de parler.

Dans les rapports précédents au 1970, on a signalé la présence de calcaires en bancs discontinus, peu homogènes et en petite quantité, qui, par conséquent étaient non exploitables. Aucune estimation n'avait été avancée à l'époque.

En 1973, au cours d'une recherche relative aux ressources minières ayant un intérêt industriel sur le territoire du Tchad, on a réexaminé également les calcaires de Baoaré (voir rapport cité au paragraphe 3).

Les conclusions, en résumé, signalent que dans la zone existaient 2.475.000 m² de calcaire affleurant en surface, soit 6.450.000 de tonnes sans stérile à emporter (dans notre estimation nous avons tenu compte d'une densité de volume de 2,642) et l'ancienne estimation était basée sur une épaisseur de 1 mètre.

Les analyses chimiques des échantillons prélevés en surface confèrent à ces calcaires de bonnes caractéristiques, favorables, sauf mélange avec des argiles, pour la production de ciment.

Notre mission de 1977 a réexaminé ces dépôts calcaires et nos conclusions étaient en accord de principe avec les résultats de la mission précédente sur l'existence à Baoaré des plus étendus affleurements de calcaire de la région du Mayo Kebbi. Après en avoir sélectionné les deux plus vastes situés au SW et au SE de Baoaré, séparés par le Mayo Tchorum, nous en avons estimé l'extension de surface totale à 195 ha. environ. N'étant pas à connaissance de la puissance en profondeur, nous en avons formulé une évaluation indicative en recourant de la méthode de la pyramide renversée; par cette méthode, ayant pris comme surface de base de la pyramide la surface même du gisement et, comme hauteur, 1 mètre pour chaque hectare de surface, nous avons calculé les valeurs suivantes:

borghi e baldo ingg.

s.p.a.

- Gisement de Baoaré Ouest (ou SW):

$$\frac{750.000 \text{ m}^2 \times 7,5 \text{ m} \times 2,6 \text{ (densité)}}{3} = 4.875.000 \text{ tonnes}$$

- Gisement de Baoaré Est (ou SE):

$$\frac{1.200.000 \text{ m}^2 \times 12 \text{ m} \times 2,6 \text{ (densité)}}{3} = 12.480.000 \text{ tonnes}$$

Cette méthode, habituelle quand on ne possède pas les renseignements nécessaires sur la géologie du sousol, a été, en définitive, satisfaisante; par conséquent, compte tenu de l'extension de surface, des caractéristiques topographiques et du tonnage actuellement estimé, nous avons amplement justifié le fait d'avoir concentré tous nos efforts pour en développer les réserves réelles au moyen de sondages.

C'est en accord avec ce que nous venons de dire que, en novembre 1978, nous avons matérialisé sur le terrain, au moyen d'une série d'opérations topographiques une maille de piquetage recouvrant une surface de 3.840.000 m² (384 ha.), sur les deux affleurements calcaires principaux. Sur cette maille, en proximité des noeuds, nous avons perforé 68 sondages pour étudier la géologie des formations calcaires, tout en étudiant le recouvrement argilo-sablonneux au moyen d'un certain nombre de puits d'exploration, creusés à la main; nous avons parachévé les travaux avec un sondage de reconnaissance pour l'étude de la nappe souterraine.

6.1. Levé géomorphologique de surface

Dans le but de mieux organiser le chantier et de distribuer le plus économiquement possible les sondages nous avons effectué un levé géologique et morphologique de surface des formations présentes dans la zone et nous les avons transféré sur la carte n. 3 annexée.

La localisation de cette aire est référée à la carte de l'Afrique Centrale, feuille NC-33-IX, en aval du point trigonométrique ayant les coordonnées: 9° 13' 38", 50 Nord/14° 27' 35", 83 Sud, situé immediate-

borghi e baldo ingg.

s.p.a.

ment au Sud du village de Baoaré 2 (voir photo n. 2 table 7). Ce point, matérialisé au centre de la ligne de base, orientée de E vers W et longue 2.400 mts, est indiqué sur le terrain avec un piquet métallique, profondément enfoncé dans le sol, portant l'étiquette gravée 1200/0; la côte du point est de 320 mètres s.n.m. Les profils N-S, perpendiculaires donc à la base E-W, ont été matérialisés par 146 piquets métalliques et ils s'étendent jusqu'au Mayo Tchina, recouvrant une surface de plus de 300 ha, avec une dénivellation maxima de 40 mts.

La morphologie est caractérisée par des phénomènes érosifs causés par de petits mayos qui descendent en direction N-S vers le mayo principal (Mayo Tchina), qui modèlent les dépôts incohérents par des incisions plus ou moins profondes et de petits vallons.

Le Mayo Tchorum, le principal de ces petits mayos secondaires, prend origine dans une aire à petits calanques située au N-E de Baoaré et sépare le chantier et les affleurements calcaires en deux parties que nous avons dénommé: GISEMENT DE BAOARE OUEST et GISEMENT DE BAOARE EST.

Le Mayo Tchina limite au Sud la surface étudiée et il est caractérisé par un lit du type à méandres, avec des bandes, d'inondation, caractérisées par des sédiments fins argileux.

La topographie est, dans son ensemble, peu accidentée dans la partie moyenne-inférieure, tandisqu'elle est caractérisée par un terrassement alluvional dans la partie haute, qui est modélée en bosses ondulées et petits vallons. La différence de côte entre ce terrassement et la zone des affleurements calcaires varie autour des 20 mts.

Dans la carte géologique annexée (voir carte n. 3) le seuil de ce terrassement est représenté par la limite inférieure des formations sablo-caillouteuses, avec débris de quartz; suit une formation de grès arkosiques jaunâtres caractérisant l'escarpement et l'aire à calanques de Mayo Tchorum et qui se prolongent vers le Sud où il forment une espèce de dos qui sépare les deux gisements.



PHOTO N° 2

Borne du point 0/I200 de la base Est-Ouest de BAOARE (coordonnées géographiques: $14^{\circ}27'35,83$ Est- $9^{\circ}13'38,50$ Nord). L'on peut voir, à l'arrière du trepied rudimental de signalisation, les environs du village de BAOARE.

TABLE 7

borghi e baldo ingg.

SPA

Sur le contour des affleurements calcaires il y a des dépôts d'argiles sablonneuses, avec des plages plus ou moins étendues de débris quartzeux en surface, des calcaires passant du noisette clair au brun, des sédiments argileux recouvrant les creux d'inondation du Mayo Tchina.

Le fond du lit des mayo sont caractérisés par un recouvrement de sable grossier exclusivement quartzeux.

La formation calcaire superposée aux grès arkosiques affleure du recouvrement argilo-sableux de la bande d'inondation et occupe de larges surfaces de la zone moyenne-inférieure, dans le gisement Ouest, et de la zone moyenne supérieure du côté Est du Mayo Tchorum; la direction des bancs est presque toujours NE-SW et le pendage compris entre 5° et 10° vers le SE. Des pendages d'environ 20° se manifestent uniquement dans les bancs situés à la limite des affleurements en correspondance des zones de faille.

L'action de l'érosion superficielle a délavé partiellement les affleurements calcaires et a intéressé d'une façon différente les bancs plus superficiels en favorisant la disgrégation et le brisement qui a donné origine à un modeste recouvrement détritique, généralement inférieur à 0,50 m., qui n'est pas signalé sur la carte géologique.

Le calcaire, du type fossilifère, est distribué sur d'amples surfaces, en dalles fissurées; macroscopiquement il est caractérisé par une pâte gris-clair, avec des résidus de coquillages d'ambiance marine appartenant au Crétacé Moyen, parmi lesquels on peut reconnaître la "Venericardia cuneata", qui permet d'attribuer ces formations au Cénomaniens-Albien.

Interstratifiés à ce type de calcaire qui prédomine, on trouve des calcaires plus clairs, presque blanc, et des bancs rosâtres, à pâte cristallisée, cette cristallisation se manifestant surtout à la base de la bande plus orientale du gisement Ouest.

La surface des calcaires affleurants est de 50,44 ha, pour le gisement Ouest, et de 24,08 ha, pour le gisement Est.

borghi e baldo ingg.

s.p.a.

6.1.1. Examen superficiel au moyen de puits et tranchée

En même temps que la campagne de sondages, nous avons effectué des travaux de prospection de surface, consistant en creusement de puits et tranchée dans trois zones différentes, dans le but de vérifier la continuité des bancs de calcaire, la puissance et la composition des sédiments incohérents du recouvrement.

ZONE A: elle est située en un seul point et précisément sur la rive droite du Mayo Tchorum (voir photo n. 3, table 8), au NE du piquet 1200/1200 où, le long d'une section de l'escarpement du lit, nous avons échantillonné certaines argiles sablonneuses, gris-verdâtre, en approfondissant la recherche avec un petit puits de 0,80 m. Malgré l'aspect macroscopique prometteur - granulométrie très fine avec des niveaux ayant une bonne plasticité - les analyses chimiques des 5 échantillons prélevés, comme l'on peut constater ci-dessous, ont révélé des caractéristiques plutôt mauvaises sur certains niveaux; par conséquent nous n'avons pas poussé outre l'étude.

Les valeurs des analyses de ces échantillons sont:

<u>Echantillon</u> p.a.f.	SiO ₂	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	K ₂ O	
P.A 1/SA 1	8,99	80,32	4,59	0,29	1,86	0,80	0,03	0,11
P.A 1/A 2	13,52	80,52	1,86	0,43	1,13	2,21	0,05	0,19
P.A 1/A 3	13,70	67,76	6,19	0,43	9,90	1,52	0,0 ^o	0,18
P.A 1/AS 4	17,86	73,86	2,08	0,35	1,52	1,79	0,03	0,12
P.A 1/A 5	8,40	75,20	5,16	0,32	8,59	2,19	0,03	0,09

N.B. - Les initiales des échantillons prélevés dans les puits sont précédés de la lettre P., suivie par la lettre alphabétique correspondant à la zone; suit le numéro du puits, le numéro du niveau de prélèvement, précédé par des sigles caractérisant le lithotype (A = argile; AS = argile sabl.; SA = sable argileux; C = calcaire).



PHOTO N° 3

STRATIGRAPHIE DE LA
RIVE DROITE DU MAYO
TCHORUM.

ECHELLE I : 25

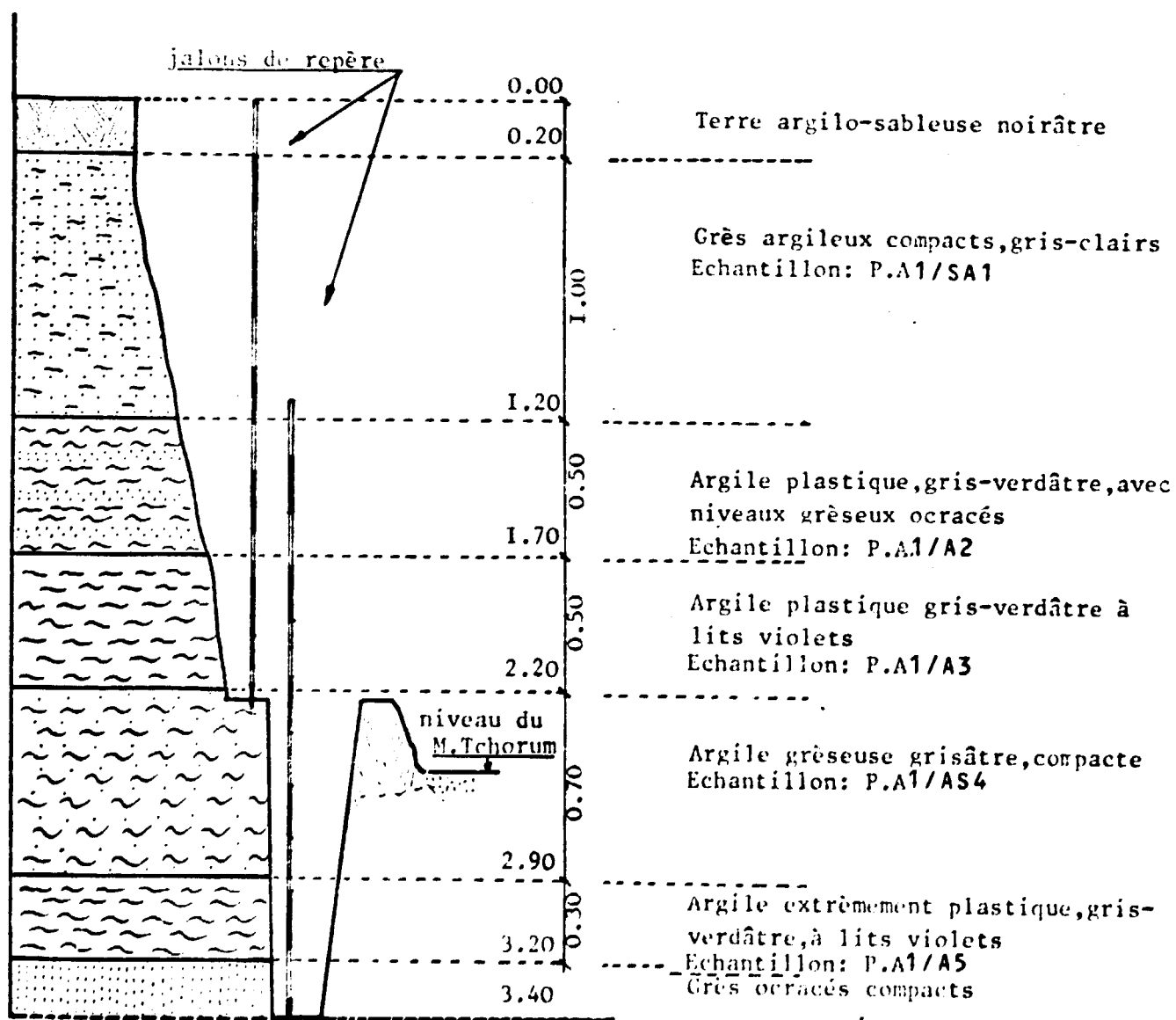


TABLE 8

borghi e baldo ingg.

s.p.a.

ZONE B: non développée puisque hors de la zone du chantier - voir para graphe 5.2.1.

ZONE C: elle est située sur la limite orientale du gisement de Baoaré Ouest, en aval de l'alignement compris entre les piquets 0/800 et 200/800 (voir carte n. 3). Dans cette zone nous avons creusé 4 puits ayant un diamètre de 1,20 m et une tranchée longue 10 m et large 0,80 m, dans le but de vérifier la puissance du recouvrement détritique et les caractéristiques de la formation calcaire. Comme l'on peut constater dans les stratigraphies annexées (tables 7, 8 et 9), le seul puits P.C 4 a trouvé le calcaire au dessous d'un recouvrement de terrain végétal de 0,50 m, tandis que les deux puits P.C 2 et P.C 3 ont révélé un recouvrement su périeur aux 3 m, en accord à ce que l'on peut déduire de l'allure de la formation calcaire suivie dans l'excavation de la tranchée (voir photo n. 4 - table n. 9).

A l'exception du puits P.C 1, extérieur à la bande de calcaire, et qui a mis en évidence la présence d'un puissant banc de sable quartzeux avec un contenu en granules siliceux élevé, les formations argile-sableuses et sablo-argileuses repérées dans la bande plus intérieure, possèdent des caractéristiques chimiques suffisamment bonnes; par conséquent nous avons effectué un mélange de ces deux lithotypes avec le calcaire pour en vérifier les caractéristiques à la cuisson.

Le volume des formations étudiées est de 94.500 mc et on peut en prévoir une bonne réserve en vérifiant de plus près toute la for mation.

Nous référant à la zone de prélèvement indiquée dans les relatives stratigraphies annexées, les analyses des échantillons prélevés dans les excavations opérées dans cette zone sont les suivantes:



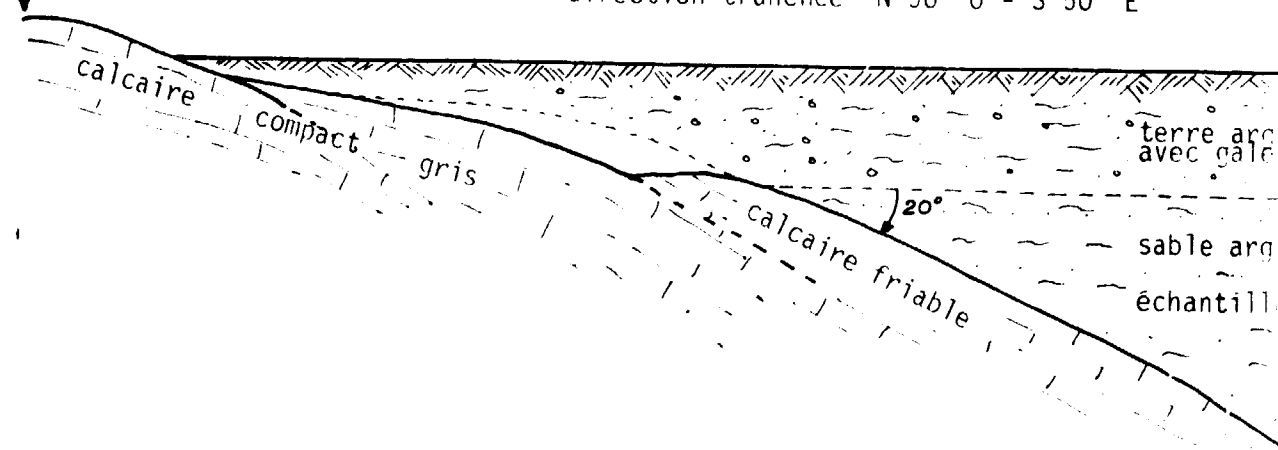
ZONE

PHOTO
Vue, en

ESQUISSE STRATIGRAPHIQUE TRAN
Position: du piquet 0/800, en direction N 50° E, à 150 mts

point de vue de la photo

direction tranchée N 50° O - S 50° E



SECTION 1

TABLE 9

ZONE C

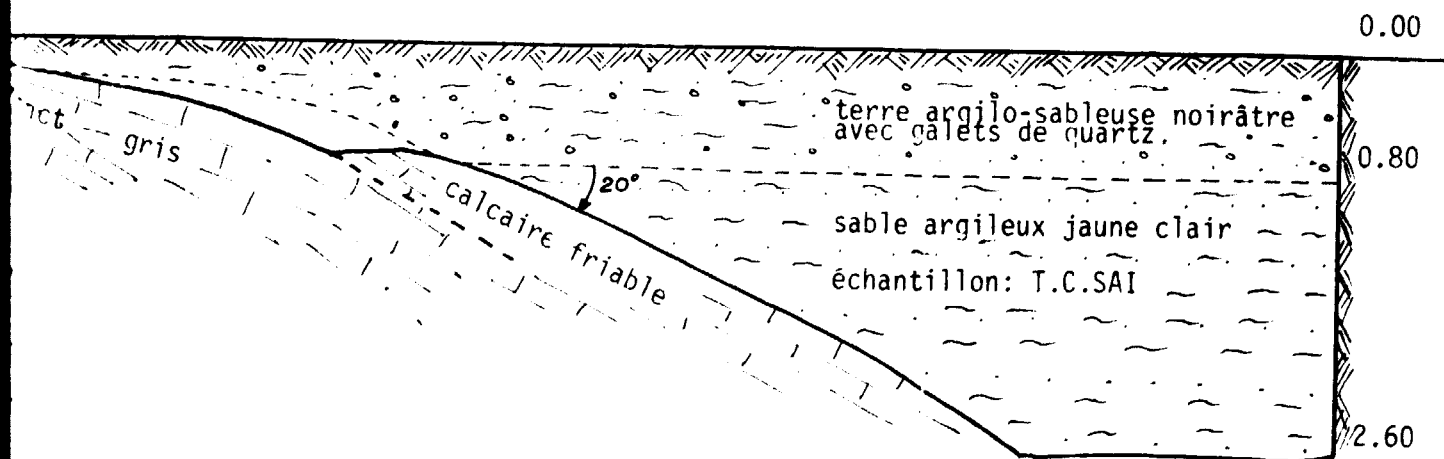
PHOTO N° 4

Vue, en direction SE, de la tranchée.

ESQUISSE STRATIGRAPHIQUE TRANCHEE
Position: du piquet 0/800, en direction N 50 E, à 150 mts. au Sud

photo

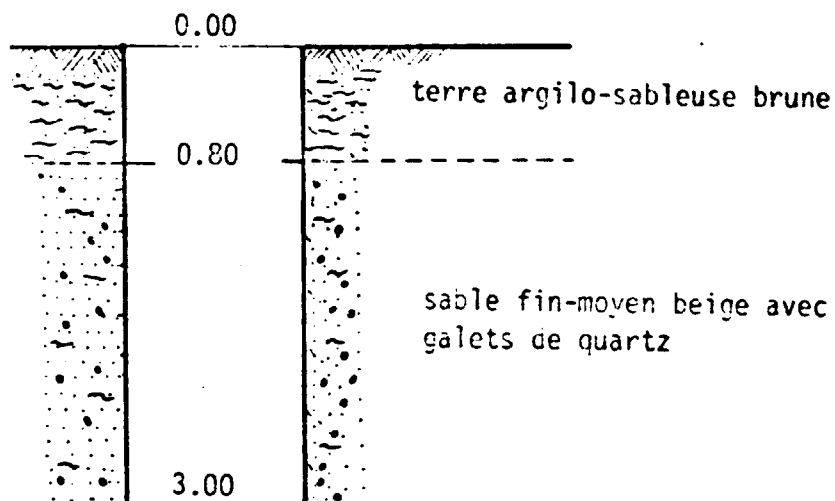
direction tranchée N 50 O - S 50 E



SECTION 2

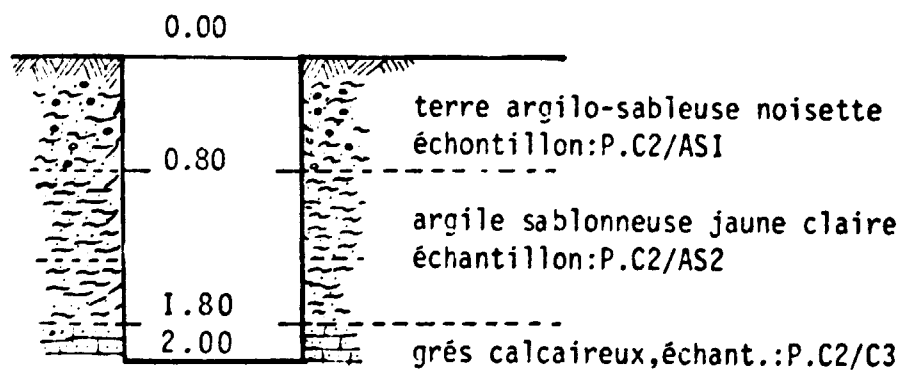
TABLE 9

STRATIGRAPHIE DES PUIITS DE LA ZONE C
Echelle 1:50



PUIITS N° P.C.1

LOCALITE: du piquet -100/800, en direction N 30° E, à 150 mt. au Sud.

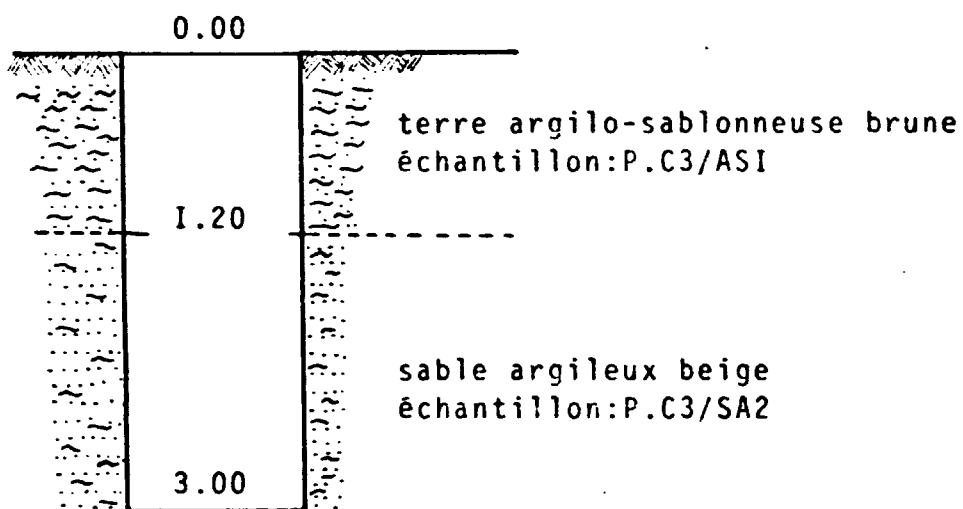


PUIITS N° P.C.2

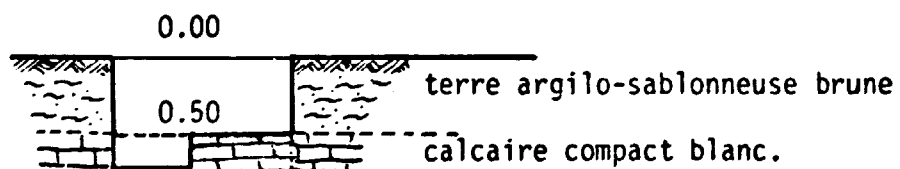
LOCALITE: du piquet 100/800, en direction Ouest, à 16 mt.

STRATIGRAPHIE DES PUIITS DE LA ZONE C

Echelle 1:50

**PUITS N. P.C3**

LOCALITE: coordonnées du quadrillage 35/955

**PUITS N. P.C4**

LOCALITE: coordonnées du quadrillage 150/950

TABLE II

<u>Echant.</u>	P.F.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	MS	MF
T.C 1/SA 1	3,05	71,69	14,52	1,76	3,87	0,39	0,10	4,40	8,25
P.C 2/SA 1	15,93	55,57	11,96	3,16	11,27	0,79	0,15	3,68	3,78
P.C 2/AS 2	5,61	63,88	16,76	2,78	4,71	1,06	0,10	3,26	6,02
P.C 2/C 3	22,96	37,47	7,25	0,72	29,15	-	0,10	-	-
P.C 3/AS 1	6,67	73,02	11,16	2,88	4,25	0,85	0,10	5,20	3,87
P.C 3/SA 2	5,76	62,15	17,85	3,49	5,35	0,81	0,10	2,91	5,11

ZONE D: elle est située en deux bandes qui délimitent au Nord et au Sud le gisement de Baoaré Ouest.

- Dans la bande plus méridionale (voir carte n. 3) nous avons creusé 3 puits (P.D 1, P.D 2 et P.D 3) qui ont mis en évidence la puissance du recouvrement argilo-sableux et l'allure du banc de calcaire sousjacent. Stratigraphiquement, après 0,80 m de terrain végétal argileux noirâtre, suit une formation argilo-sableuse lenticulaire de couleur noisette claire, dont la puissance est comprise entre 0,40 et 1,80 m, suivie par des sables argileux jaunâtres superposés au calcaire. En considérant exclusivement l'aire explorée et d'après les sondages S.2, S.40, S.58, S.61, S.63, cette portion de terrains argilo-sableux, dont la puissance s'élève à 7,80 m en correspondance du sondage S.61, peut contenir 281.250 mc, correspondant à 534.000 tonnes de tout-venant dont les caractéristiques chimiques sont acceptables comme l'on peut voir aux données relatives aux échantillons des deux niveaux: argilo-sableux le premier, et sablo-argileux le sousjacent (voir table n. 12).
- Dans la partie NE du gisement calcaire nous avons creusé 10 puits de profondeur variable, qui ont étudié et permis l'échantillonnage du recouvrement argileux superposé aux grès arkosique et au calcaire, le long d'une bande distribuée autour de l'affleurement.

borghi e baldo ingg.

s.p.a.

Les puits P.D 4, P.D 5, P.D 8, P.D 9 ont mis en évidence à moins d'un mètre de profondeur le sousbassement calcaire qui est interrompu, un peu plus en amont de cette ligne de puits, par une grosse fissuration localisée, repérée, d'ailleurs, par les sondages et par les autres puits creusés plus en amont (voir carte n. 3).

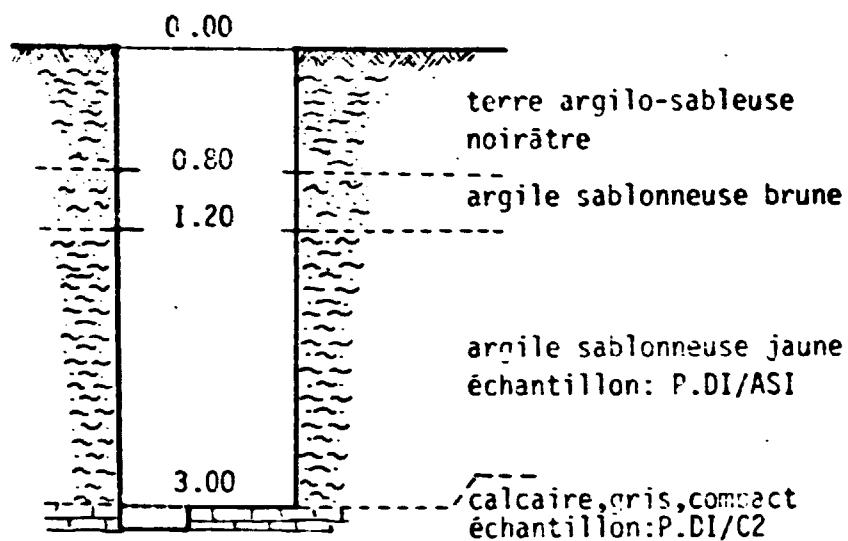
Les argiles du recouvrement localisées dans la zone des puits cités, et celles trouvées dans les autres puits jusqu'à un niveau moyen de 3 m de la surface, ont révélé complexivement de bonnes qualités chimiques.

L'extension en surface de ce recouvrement argileux peut être estimée à 30 ha. environ et, en considérant une épaisseur moyen ne de 2,50 m, le volume de ce matériel argileux est de 750.000 mc, soit 1.400.000 tonnes environ; c'est-à-dire que dans cette zone il y a une disponibilité presque double de celle requise pour une cimenterie éventuelle, qui exploiterait à peu près 5 millions de tonnes de calcaire.

En considérant le fait que dans cette zone les argiles constituent une partie du recouvrement de la formation calcaire et que elles sont aussi de grande et facile disponibilité, en bordure du gisement, et avec des caractéristiques chimiques satisfaisantes, nous les considérons comme étant les plus idoines pour être mélangées au calcaire existant; nous attendons une confirmation de cette impression favorable par les essais de cuisson qui sont en cours.

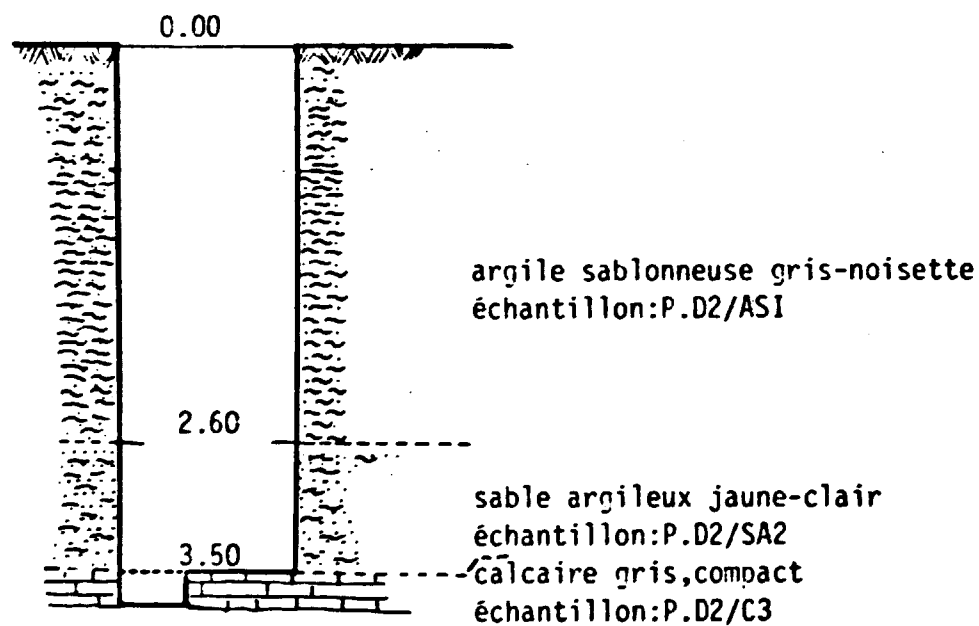
Ci de suite, et dans les tables n. 12-15 annexées, nous reportons les résultats d'analyses et les stratigraphies des puits cités dans ce paragraphe:

Echelle 1 : 50



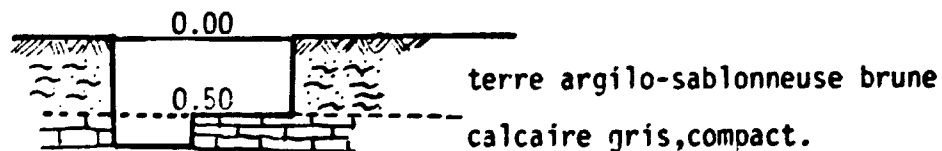
PUITS N. P.D.I

LOCALITE: à 70 mt. du piquet 400/I300, en direction Ouest



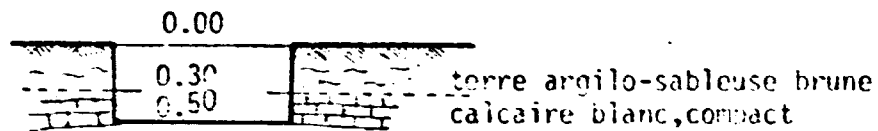
PUITS N. P.D.2

LOCALITE: à 85 mt. du piquet 500/I200, en direction Sud.



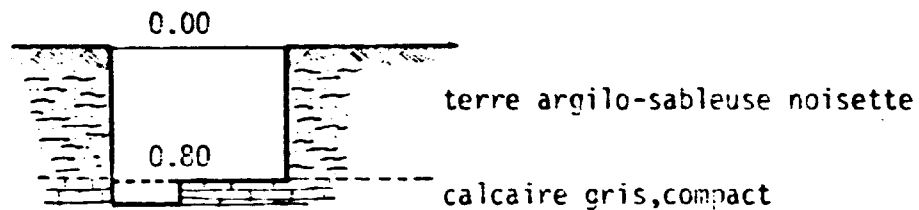
PUITS N. P.D.3

LOCALITE: coordonnées du quadrillage 640/I270



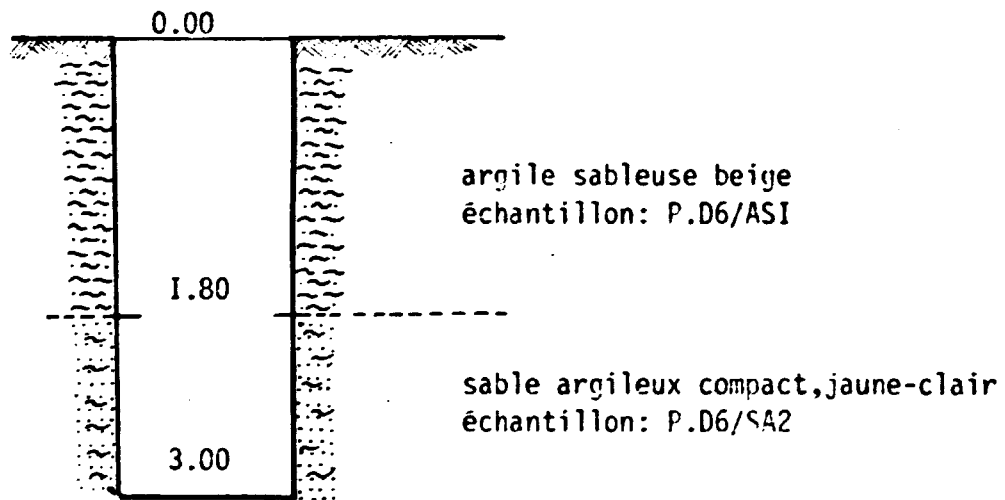
PUITS N. P.D4

LOCALITE: coordonnées du quadrillage 560/800



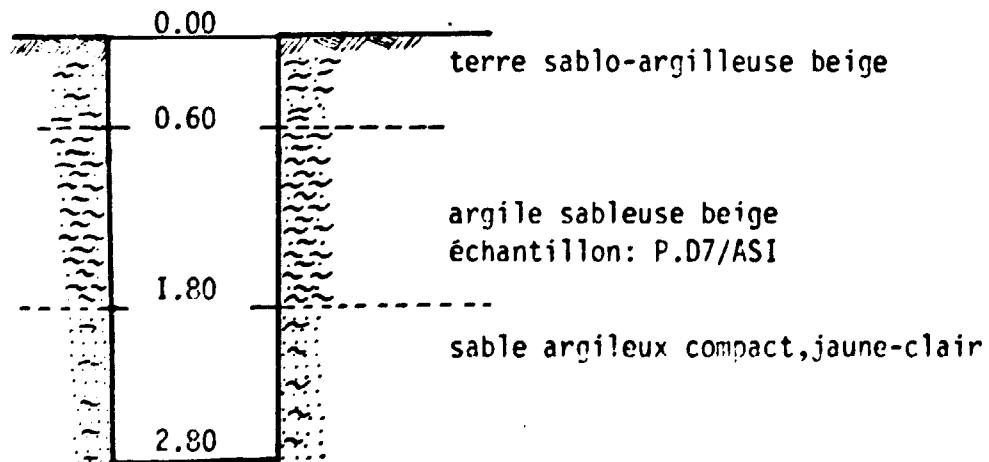
PUITS N. P.D5

LOCALITE: coordonnées du quadrillage 744/610



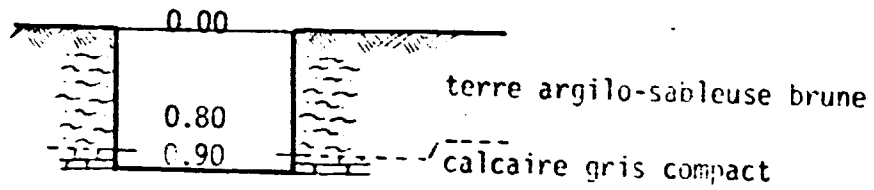
PUITS N. P.D6

LOCALITE: coordonnées du quadrillage 578/721



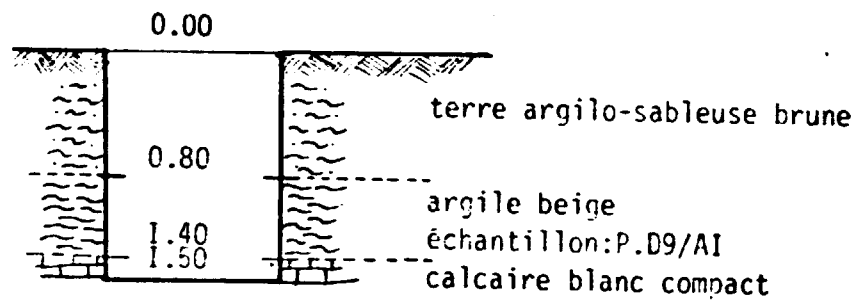
PUITS N. P.D7

LOCALITE: coordonnées du quadrillage 624/657



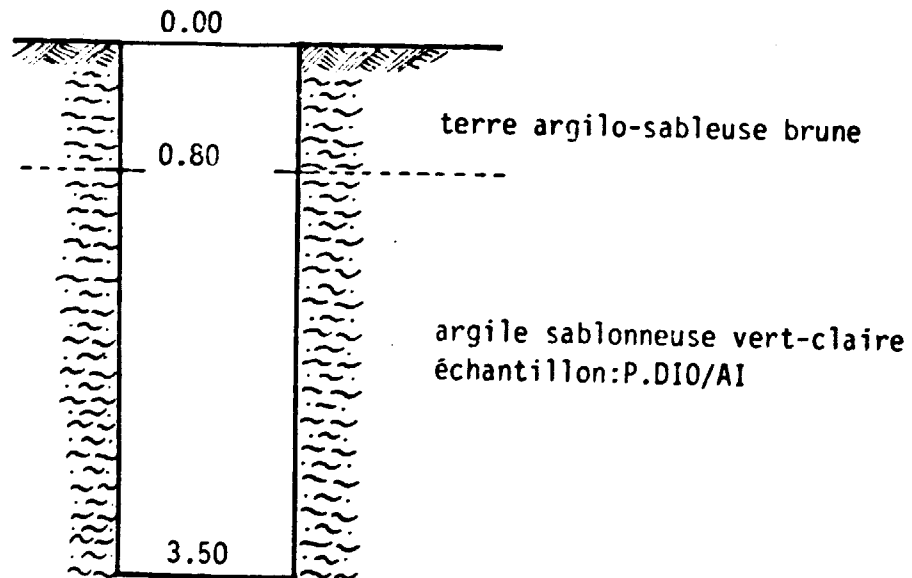
PUITS N. P.D8

LOCALITE:coordonnées du quadrillage 666/694



PUITS N. P.D9

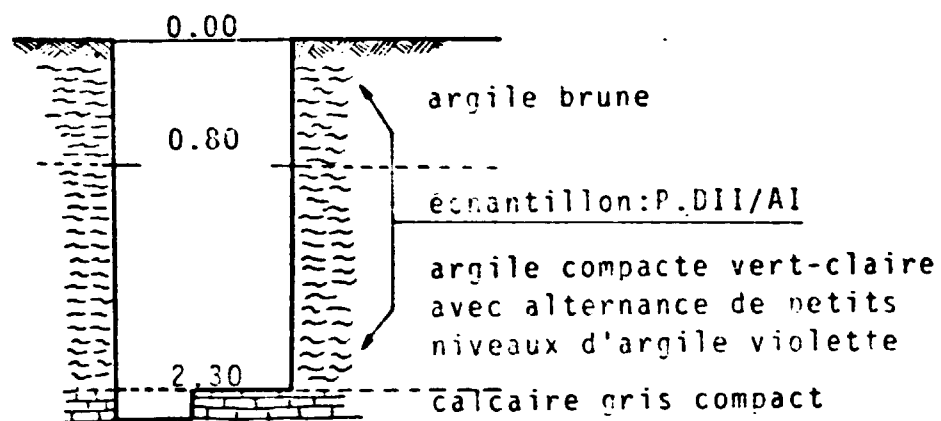
LOCALITE:coordonnées du quadrillage 660/800



PUITS N. P.D10

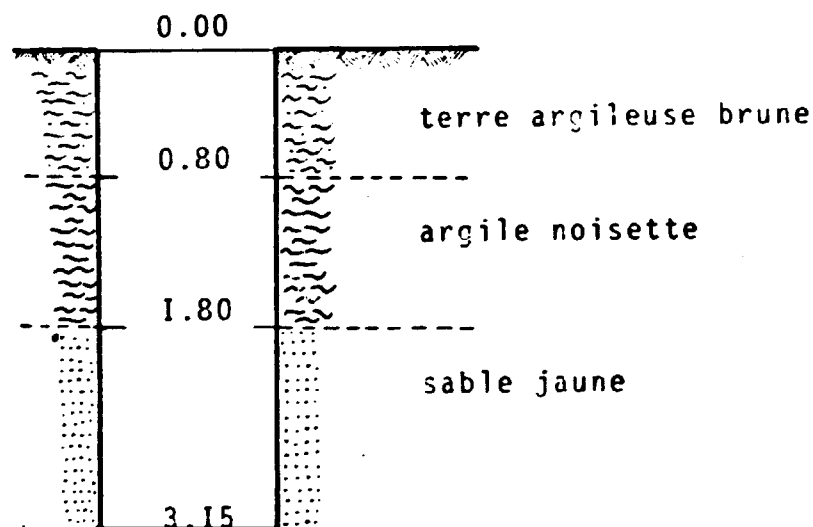
LOCALITE:coordonnées du quadrillage 660/910

STRATIGRAPHIE DES PUIITS DE LA ZONE D
Echelle 1 : 50



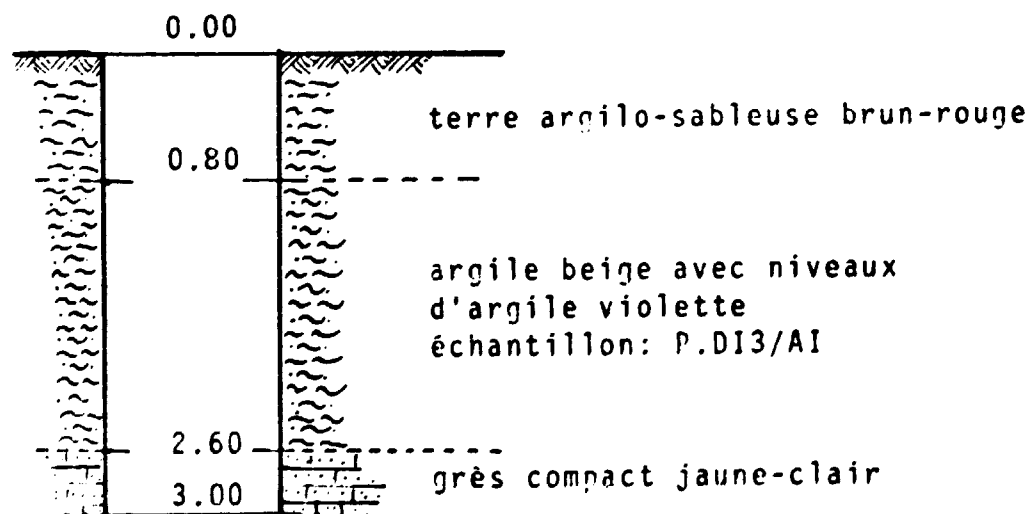
PUITS N. P.D.II

LOCALITE: coordonnées du quadrillage 790/910



PUITS N. P.D.I2

LOCALITE: coordonnées du quadrillage 555/760



PUITS N. P.D.I3

LOCALITE: coordonnées du quadrillage 740/520

TABLE 15

<u>Echant.</u>	P.F.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	MS	MF
P.D 1/AS 1	5,40	64,30	17,70	3,26	2,94	1,15	0,10	3,07	5,43
P.D 2/AS 1	3,37	84,22	7,22	3,02	2,02	-	0,10	8,22	2,39
P.D 2/SA 2	3,63	77,88	11,40	1,76	2,35	0,18	0,10	5,85	5,94
P.D 6/AS 1	6,63	68,70	14,36	3,58	3,24	0,76	0,10	3,82	4,01
(*) P.D 6/SA 2	6,21	63,47	17,36	2,20	4,37	0,73	0,15	3,24	7,89
P.D 9/A 1	15,32	60,95	9,20	3,82	9,88	0,85	0,10	4,68	2,41
P.D 10/A 1	10,08	53,33	15,74	5,02	9,59	1,81	0,10	2,57	3,13
P.D 11/A 1	10,13	53,64	17,56	6,90	5,59	2,60	0,10	2,19	2,54
P.D 13/A 1	12,75	52,68	14,92	6,04	10,35	1,30	0,10	2,51	2,46
P.D 1/C 2	38,14	9,99	1,48	0,26	48,96	-	0,10	-	-

(*) l'analyse est relative au mélange des échantillons prélevés dans les puits P.D 6 et P.D 7 au niveau SA 2 et SA 1 respectivement (voir table n.13).

6.2. Sondages

Dans les pages précédentes nous avons pris en considération la formation calcaire de surface et, en ce qui concerne son échantillonnage, que nous avons effectué déjà en 1977, il était superflu de la refaire étant donné que la recherche par sondages en profondeur permet un échantillonnage continu permettant un encadrement meilleur et plus réel des caractéristiques chimiques et stratigraphiques des différentes formations. Font exception certains échantillons de calcaire prélevés sur le fond des puits, comme exposé dans les tables précédentes.

Les sondages, exécutés par la Société Sotrahy de N'djamena sous notre direction, ont demandé 4 mois de travail et ont été interrompus de temps en temps à cause de certaines difficultés techniques qui ont été de solution difficile surtout dans la période de la guerre.

La moyenne journalière de perforation a été de 8,5 m contre les 20 m que nous avons prévus; ce ralentissement important a été déterminé par l'impossibilité de pouvoir opérer avec deux sondeuses comme nous avions programmé.

Les sondages ont été du type à rotation - à circulation d'eau - avec double carottier du type B.T.U. de 63 mms qui fournit des carottes de 35 mms.

Dans chaque sondage nous avons récupéré les carottes des formations plus compactes tandis que, au traversement des formations incohérentes, nous avons prélevé également les boues; on a confectionné aussi des caisses pour contenir ces échantillons, carottes et boues, suivant la disposition stratigraphique naturelle.

Au total, on a perforé 981 m répartis en 71 sondages; ces sondages ont été placés sur la carte n. 3 avec la lettre S. suivie du numéro progressif. Il faut ajouter que trois de ces sondages, à cause de difficultés d'avancement, ont été arrêtés et repris dans une position légèrement déplacée en ajoutant au numéro le mot "bis".

Tous ces sondages ont étudié les formations calcaires en général; un autre sondage, profond 104 m, a été destiné à l'étude de la nappe d'eau profonde.

6.2.1. Critères opérationnels

Comme l'on peut voir dans les colonnes stratigraphiques annexées, la profondeur des sondages relatifs à l'étude des calcaires a été poussée à 30 m pour les premiers sondages de grandes mailles (situés aux noeuds principaux du quadrillage topographique), dans le but d'avoir un cadre stratigraphique local le plus profond possible.

Sauf certains cas, la plupart des autres sondages a été limitée entre les 12-15 m de profondeur parce que l'on a constaté que les formations calcaires sont limitées en des niveaux superficiels et, généralement, à non plus de 10 m de profondeur. Au dessous de ce niveau, les bancs

borghi e baldo ingg.

s.p.a.

de calcaire, rares et de puissance réduite, sont inutilisables étant donné l'épaisseur du recouvrement stérile.

Le forage des sondages a été précédé par des travaux de préparation des voies d'accès au chantier, avec l'aménagement de trois traverses de mayos près de Lamé, et de préparation de pistes pour les déplacements des sondeuses et de l'appareillage auxiliaire dans les différents points du chantier.

Comme nous avons déjà dit, le chantier a été divisé en deux parties (gisement Ouest et gisement Est). Cette division a été concrétisée au cours des sondages S.22, S.23 et S.24, qui ont accusé la discontinuité structurelle des deux gisements, séparés par une large bande fissurée, correspondante à une zone de faille avec direction NE-SW. Après avoir ainsi détecté cette anomalie structurelle et après avoir achevé en premier lieu les sondages d'exploration dans les deux gisements, nous avons procédé avec une série de sondages de développement des réserves de calcaire, le long de ces sections qui nous étaient suggérées par les sondages des grandes mailles.

A la suite des premiers événements qui se sont produits au Tchad, à partir du 12 février, les sondages ont été dirigés et localisés dans le but de faire avancer les travaux de prospection géologique le plus rapidement possible et de manière de récolter le plus possible ces éléments utiles pour estimer les réserves de la zone, ne pouvant pas prévoir jusqu'à quand le chantier aurait pu rester en activité; nous avons donc programmé les travaux de forage de semaine en semaine jusqu'au jour où la sécurité du chantier a été suffisamment garantie.

Heureusement nous avons pu achever l'étude de détail sur les deux gisements même si de certaines zones marginales nous n'avons pas tous les renseignements souhaités. Plus précisément, la présence de deux failles aux deux extrémités du chantier s'étant manifestée, nous avons programmé un certain nombre de sondages de recherche alignés avec la section E-W 800 dans des points extrêmes du quadrillage (plus ou moins aux coordonnées -400/800 et 2800/800) et dans la zone comprise entre ces points et la partie en aval, jusqu'au Mayo Tchina.

Les retardements dûs à des causes techniques et la situation qui s'est créée dans le Pays, n'ont pas permis de réaliser ce programme.

6.2.2. Echantillonnage et préparation des échantillons

Les échantillons prélevés par les sondages appartiennent à deux types:

- échantillons dans les formations cohérentes, dont on a pu récupérer un pourcentage en carottes compris entre 80 et 100%;
- échantillons dans les formations incohérentes desquels on n'a pas toujours pu obtenir des carottes continues, et qui ont été intégrés aux boues de remontée.

Du premier type d'échantillons, correspondant aux formations calcaires en général, on a effectué une coupe dans le sens de la longueur au moyen d'un core-spit (casse-carottes) à la main; nous avons donc dû casser toutes les carottes en morceaux de 10 cm afin de pouvoir les couper. On a ainsi obtenu deux échantillons: un, confectionné en sachets après avoir été écrasé dans un mortier, et expédié en Italie pour être analysé; l'autre est conservé dans les caisses à carottes et à disposition dans les magasins de Sotrahy.

Des terrains incohérents nous avons prélevé soit les boues, soit les carottes résiduelles, qui ont été mélangées de façon à obtenir des échantillons représentatifs des formations argileuses plus superficielles, surtout, en négligeant les formations décidément sablonneuses. Ces échantillons ont été également confectionnés en sachets pour les analyses à effectuer en Italie, tout en laissant le témoin au Tchad dans les caisses respectives.

Au total nous avons confectionné 170 échantillons de roche calcaire et 65 de sédiments argileux. Le programme que nous avons prévu au départ pour la coupe, la confection et l'expédition des échantillons a dû être complètement modifié étant donné qu'on n'a pas pu disposer de la scie à carottes qui se trouvait à N'djamena (voir le rapport de chantier).

borghi e baldo ingg.

s.p.a.

Il nous faut aussi signaler que, non seulement les difficultés du chantier, mais le manque d'un soutien administratif et d'organisation de la part de l'U.N.I.D.O. tchadienne également, a causé des retardements très sensibles, puisqu'on a dû souvent recourir à des personnes non qualifiées; par exemple, la caisse contenant les échantillons stratigraphiques du sondage à eau, préparée au début du mois de juin, confiée à l'aéroport de Garoua le 16 août '79, est arrivée à destination en Italie le 18 octobre; on peut donc comprendre combien sont justifiables ces retardements dans l'achèvement de notre rapport, dont les conclusions dépendent toujours de notre connaissance de toutes les données analytiques relatives aux échantillons prélevés.

6.2.3. Observations sur la stratigraphie

D'après les levés de surface et les corrélations stratigraphiques des sondages, la géologie de la zone est caractérisée par les lithotypes suivants, du haut vers le bas:

- 1 - Sable quartzeux avec cailloutis de quartz et intercalations de sable argileux.
- 2 - Sable quartzeux, moyen et fin, jaunâtre, avec pourcentage très bas d'argile du type kaolin.
- 3 - Sédiments argilo-sablonneux beige.
- 4 - Calcaires fossilifères compacts gris-clair.
- 5 - Calcaires fossilifères blancs.
- 6 - Calcaires plus ou moins métamorphosés, rosâtres.
- 7 - Grès calcaire compact beige.
- 8 - Grès arkosique.
- 9 - Sables plus ou moins incohérents à granulométrie moyenne et fine, avec niveaux argileux bariolés.

La puissance de toutes ces formations varie:

5 - 15 mètres pour les formations quaternaires 1, 2, 3;

2 - 7 mètres pour les bancs exclusivement calcaires 4, 5, 6;

2 - 4 mètres pour les bancs de grès calcaireux.

Pour les lithotypes 8 et 9, la puissance est extrêmement variable et de toute façon importante et supérieure aux 10 mètres. Dans aucun sondage on n'a rencontré le sousbassement cristallin ancien: on peut donc exclure de pouvoir le trouver à une profondeur inférieure aux 10 mètres.

Les caractéristiques structurales des formations sont typiques d'un bassin de sédimentation intéressé par des phénomènes de fissuration et de décollement des différents bancs plus durs (calcaires surtout) à la suite de poussées et de pressions, même faibles, conséquence des intrusions basaltiques et des failles.

La stratification originare - subhorizontale - du bassin n'a pas subi des modifications importantes, tandis que importantes sont les dislocations des amples mottes qui ont subdivisé le bassin suite aux glissements des plans de failles.

Les deux gisements de Baoaré sont en effet disloqués soit dans le sens horizontal soit dans le sens vertical, sur des plans différents et, le plus occidental, semble être intéressé par des phénomènes érosifs superficiels moins accentués par rapport à celui qui se trouve à l'Ouest.

La formation calcaire de la zone de Baoaré Ouest est généralement plus puissante et elle conserve mieux la stratification des différents bancs de calcaire. Complexivement, les deux gisements ont l'aspect d'une petite conque de sédimentation caractérisée par une réduction de la puissance des bancs de calcaire vers les bordures, tectoniquement non dérangées, tandis que le long des plans de faille, la cassure des bancs est nette et ces bancs conservent leur puissance originale.

Les fissurations remarquées en surface et rencontrées également dans les sondages à plusieurs niveaux, ont déterminé des phénomènes d'altération chimique et physique, surtout dans les bancs de calcaire où les petites cavernosités et les décollages sont d'habitude remplis par des sédiments argilo-sableux, d'origine sédimentaire et, en partie, produits par l'altération des calcaires.

6.2.4. Observations hydrographiques

Le chantier, délimité au Sud par l'ample lit du Mayo Tchina, est caractérisé par un réseau hydrographique secondaire d'extension limitée; le Mayo Tchorum est le seul à présenter un lit bien défini et encaissé dans les formations sablo-gréseuses.

Le bassin hydrographique qui alimente le Mayo Tchina, relativement à la section du fleuve coulant dans la région du Mayo Kebbi, a une surface d'environ 1700 km² et dans cette surface est contenue la presque totalité du réseau hydrographique qui recueille et convoie les eaux dans la zone de Baoaré. En particulier, on a remarqué que le Mayo Dari, affluent, peut être le plus important, provenant de la zone de Badjé, a sa confluence avec le Mayo Tchina un peu plus à l'Est du chantier de Baoaré. Dans ces deux mayos, sauf pendant des années exceptionnellement sèches, l'écoulement des eaux se vérifie toujours, même s'il y a de fortes variations saisonnières dans l'écoulement de toute l'année. Pendant la saison des pluies ces mayos débordent et envahissent les bandes latérales, où souvent l'on trouve les dépôts argilo-sableux, noirâtres, produits par la sédimentation des eaux troubles qui caractérisent les fleuves locales pendant les périodes de pleine. Dans le chantier de Baoaré, en effet, on note sur le terrain cette zone d'inondation qui recouvre et délimite au Sud les gisements de calcaire (voir carte n. 3).

Là où l'écoulement turbulent est continu, et à l'intérieur des anses du fleuve, on a d'amples surfaces de sables, exclusivement quartzeux,

à granulométrie grossière (largement supérieure au 0,5 mm de diamètre); ces dépôts sablonneux caractérisent également le fond des lits des petits mayos secondaires et une analyse d'un échantillon prélevé à plusieurs endroits de la zone comprise entre la confluence du Mayo Tchorum et du Mayo Dari avec le Mayo Tchina, a donné les analyses chimiques suivantes:

P.F.	SiO ₂	CaO	Fe ₂ O ₃	MgO	Al ₂ O ₃	Na ₂ O	K ₂ O
1,27	97,12	0,50	0,36	traces	traces	traces	traces

La puissance de ces dépôts est variable et comprise entre 0,5 et 1 mètre dans les lits secondaires, tandis qu'ils constituent un recouvrement uniforme du lit du Mayo Tchina avec une puissance moyenne supérieure aux 2 mètres, en formant même de nombreux îlots et cordons de sable qui fractionnent et séparent les différents parcours du Mayo principal.

Ces formations sableuses sont limitées à la zone du lit, comme l'on voit des puits creusés le long de la bande argileuse qui délimite la zone d'inondation.

Leur sélection chimique et physique est en rapport avec le délavement des dépôts tertiaires conglomératico-gréseux très abondants dans la région.

Au niveau de la surface sont rares les formations de sable lavé, c'est-à-dire, sans ou à faible contenu argileux; font exception les zones de faille et, surtout, les sables présentes dans l'ample zone qui sépare les deux gisements de calcaire, où passe une faille importante.

Les failles, piège naturel des eaux de percolation dans le sous-sol, sont, dans le sens hydrologique, le siège le plus propice pour la captation des eaux et dans ce sens il faut dire que le Mayo Tchina a de longues sections de son lit sur une zone de faille; de même le Mayo Tchorum et le Mayo Dari semblent suivre d'autres failles qui butent sur la précédente.

borghi e baldo ingg.

s.p.a.

Les terrains non cohérents situés au dessous des formations calcaires et gréseuses, révèlent un pourcentage élevé en argile mais, à certains niveaux et, surtout, le long des zones de faille, est fréquente la rencontre avec des niveaux de sable presque lavé et, de toute façon, doté d'une remarquable perméabilité.

Au cours des perforations se sont vérifiées ces caractéristiques de variation de perméabilité qui ont mis en évidence comme la couverture argilo-sableuse est faiblement perméable - elle demande des temps relativement longs pour absorber les eaux de circulation pompées dans le forage pendant les opérations de sondage - tandis que les sables plus délavés ont rendu nécessaire une cimentation des parois du forage afin de contenir la dispersion trop rapide de l'eau pompée; ces cas de perte rapide se sont vérifiés surtout le long des zones intéressées par des failles.

A la suite des mesures des niveaux hydrostatiques effectuées dans les sondages principaux, on a remarqué que la nappe phréatique oscille entre les 4 et les 5 mètres et est sensiblement drainée par les mayos.

Même la bande de terrain qui longe le Mayo Tchina a présenté un niveau hydrostatique qui, pendant la période décembre-mai, a varié de 3 mètres, en passant de moins de 2,60 à 6 mètres, à la fin de la saison sèche.

Le choix de l'emplacement pour l'étude de la nappe phréatique, et des nappes plus profondes, a été opéré sur la base des caractéristiques lithologiques et structurelles notées dans le cours de la campagne de sondages, justement en correspondance de la zone de faille à proximité du piquet 1200/1200; dans cette zone, en effet, on avait rencontré les meilleures caractéristiques hydrologiques: voisinage avec la confluence des mayos, terrains sableux en grande partie incohérents et délavés, zone de convergence de plusieurs plans de failles.

borghi e baldo ingg.

s.p.a.

Les essais de pompage n'avaient pas encore été effectués, à cause de l'abandon du chantier, à cause des évènements, quelques jours après l'achèvement du sondage de reconnaissance, parvenu à 104 mètres de profondeur. Les formations rencontrées sont presque exclusivement de type sableux, avec des niveaux argileux plus ou moins compacts à des profondeurs variables; la granulométrie de type moyen-grossier est prévalente, avec des intercalations sablo-argileuses fines au dessus des niveaux argileux (voir table n.). Les zones plus intéressantes pour une captation d'eau sont les suivantes: entre 15 et 29 mètres, entre 35 et 45 mètres et au delà de 78 mètres. Sur la base de ces indications, nous conseillons de prévoir une série d'essais de pompage, en exploitant les deux niveaux compris entre 45 mètres de profondeur.

Le niveau hydrostatique en mai 1979 s'est stabilisé autour des 6 mètres de la surface du sol et il est intéressant de remarquer que, au cours du forage, devant vider ou, du moins, baisser le niveau de la nappe afin de récupérer la tête de forage, cela n'a pas été possible malgré un pompage continu.

L'achèvement de l'étude de la nappe à travers des essais de pompage, après avoir posé des tuyaux et des filtres spécialement drainés à proximité de ce sondage, d'après accord avec Sotrah, devrait être effectué dans le courant de cette saison novembre-mai, toujours si la situation dans la région soit revenue à la normalité et permette la réouverture du chantier.

7. ESTIMATION DES GISEMENTS DE BAOARE

L'ensemble des sondages des "grandes mailles" et de ceux de développement perforés, ont permis d'avoir une vision claire et complète de l'étendue, en surface et en profondeur, des gisements de calcaire de la zone de Baoaré.

L'étude de détail de ces gisements, déjà situés et estimés très approximativement lors de notre première mission au Tchad (1977), confirme, en définitive, nos prévisions quantitatives, tout en révélant des caractéristiques tectoniques bien plus tourmentées de celles que l'on aurait pu prévoir grâce à l'étude de surface.

Comme nous l'avons pu illustrer dans la partie du rapport qui précède ce chapitre, les événements tectoniques qui ont intéressé les calcaires du Mayo Kebbi, ont eu une certaine influence surtout sur leurs caractéristiques chimiques, tandis que le dynamométamorphisme n'a pratiquement pas opéré sur ces formations.

En effet cela nous a permis de prédisposer la cartographie classique nécessaire à l'estimation de tout gisement stratifié sans devoir recourir à des extrapolations, toujours aléatoires, qui auraient rendu indispensable l'exclusion de certaines parties des gisements.

Nous avons donc dessiné des coupes verticales à travers les deux gisements de Baoaré, en choisissant la direction Est-Ouest qui nous permettait d'inclure dans ces coupes la presque totalité des sondages et, donc, tous les renseignements utiles à l'interprétation de la réelle consistance qualitative et quantitative des calcaires.

Ayant constaté la continuité des bancs, malgré la présence d'un certain nombre de failles qui découpent en blocs les gisements, nous avons effectué le calcul des surfaces visibles sur les coupes, en tenant compte de la différence des échelles choisies pour les distances horizontales (1:2000) et pour les distances verticales (1:500). Il aurait été, d'ailleurs, extrêmement difficile de calculer des surfaces, avec la précision nécessaire en maintenant la même échelle de 1:2000 pour les profondeurs.

borghi e baldo ingg.

s.p.a.

Les volumes ont été calculés entre une section et l'autre, qui se suivent généralement de 100 mètres en 100 mètres, et les extrémités Nord et Sud des deux gisements ont été calculées comme des pyramides dont l'hauteur est assimilée à la distance, sur la surface du sol, entre la dernière section considérée et la fin du gisement même.

Pour le calcul du tonnage, enfin, nous avons tenu compte de la densité prudentielle de 2,6 tonnes/mc, déjà adoptée par les études précédentes des calcaires du Mayo Kebbi. La moyenne des trois essais physiques que nous avons effectué sur trois différents échantillons de calcaire de nos gisements, a donné effectivement une densité de 2,643 tonnes/mc.

Comme nous avons eu l'occasion de dire dans les chapitres précédents, les calcaires des deux gisements ont été intéressés par une intense fracturation qui a favorisé une circulation saisonnière des eaux extérieures au sein de la roche même. Cette circulation a évidemment eu comme conséquence la production d'une certaine cavernosité dans les calcaires; la cavernosité par attaque chimique est, logiquement, plus importante dans les zones où les calcaires sont plus riches en contenus carbonatés.

En examinant les colonnes stratigraphiques des sondages qui traversent la formation calcaire, l'on constate que très souvent celle-ci est interrompue par des poches de sable qui peut être plus ou moins argileux, ou bien totalement pur, lavé par les eaux d'infiltration.

Il s'agit donc bien de calcaires caverneux où les vacuoles ou les poches d'érosion chimique ont été remplis par les dépôts alluviaux de la surface, entraînés par les eaux météoriques à travers les fissurations macroscopiques de la masse rocheuse.

Un calcul statistique fait sur le rapprochement entre les passages en calcaire et les passages en sable ou argile, ou mélange de ces deux matières, met en évidence la continuité des caractéristiques chimiques des calcaires mêmes des deux côtés des poches traversées par les sondages. Nous avons donc effectué le calcul de la moyenne pondérée des longueurs des forages en calcaire et de la longueur des passages dans les poches de remplissage; le résultat de ce calcul montre que ces dernières intéressent le 18,4% de la masse calcaire.

borghi e baldo ingg.

S.P.A.

La conclusion évidente de ce calcul étant que l'on ne pouvait compter sur une masse compacte de calcaire à ciment, il fallait déduire un tonnage adéquat du total estimé: par mesure prudentielle nous avons déduit, en effet, le 20% du tonnage totalisé par les estimations des deux gisements de Baoaré.

Les tableaux suivants montrent les détails des calculs que nous avons effectué pour estimer séparément ces deux gisements.

De plus, ces deux mêmes tableaux sont reportés intégralement au pied des cartes n. 4 et n. 6 qui concernent respectivement les profils géologiques d'estimation du gisement Ouest et du gisement Est de Baoaré.

A - Tableau d'estimation des calcaires du gisement de Baoaré Ouest:

Sections E.O.	Surfaces m ²	Moyennes m ²	Distances m	Volumes m ³	Densité : 2,6 tonnes
500	--	1380	80	110400	287.040
600	1380	1390	100	139000	361.400
700	1400	3050	100	305000	793.000
800	4700	5990	100	599000	1.557.400
900	7280	8150	100	815000	2.119.000
1000	9020	6840	100	684000	1.778.400
1100	4660	5440	100	544000	1.414.400
1200	6220	5500	100	550000	1.430.000
1300	4780	4780	20	95600	248.560
1400	--				

3842000	9.989.200
	- 1.991.360 (20%)
	<hr/>
	7.991.360

borghi e baldo ingg.

S.p.A.

Le total estimé pour ce gisement, après avoir déduit le 20% dû à la cavernosité des calcaires, est donc de presque 8 millions de tonnes, exploitable par une carrière ayant une profondeur comprise entre les 10 et les 20 mètres du niveau de la surface du sol naturel.

Sur la carte n. 4, à côté du tableau d'estimation des calcaires, nous avons reporté un tableau identique comprenant l'estimation des argiles superposées à une partie de l'affleurement.

Des caractéristiques de ces argiles nous avons déjà traité dans ce rapport et il n'est pas exclu qu'elles puissent être employées comme additif pour la fabrication d'un ciment.

B - Tableau d'estimation des calcaires du gisement de Baoaré Est:

Sections E.O.	Surfaces m ²	Moyennes m ²	Distances m	Volumes m ³	Densité : 2,6 tonnes
100	--	1080	100	108000	280.800
200	1080	1990	100	199000	517.400
300	2900	3830	100	383000	995.800
400	4760	3230	100	323000	839.800
500	1700	2340	100	234000	608.400
600	2980	2370	100	237000	616.200
700	1760	2460	100	246000	639.600
800	3160	2300	200	460000	1.196.000
1000	1440				
1100	--				
				2218800	5.768.880
					- 1.153.780 (20%)
					<hr/> 4.615.100

Le total estimé pour ce gisement, après avoir déduit le 20% dû à la cavernosité des calcaires, est donc de 4,6 millions de tonnes, exploitable par une carrière ayant une profondeur maxima de 15 mètres du niveau de la surface du sol naturel.

Le recouvrement de sables et d'argiles étant tout à fait négligeable sur les calcaires de ce gisement, nous avons omis de le représenter sur les sections du plan n. 6.

7.1. Projets de carrière pour les deux gisements de Baoaré

Les plans n. 5 et n. 7 représentent, respectivement, le projet de carrière d'exploitation du calcaire du gisement Ouest et celui du gisement Est.

Ces projets, comme d'habitude, tout en ayant les caractéristiques d'un plan définitif pour les opérations d'extraction, ne peuvent prévoir la phase finale de l'extraction même qui doit être suivie pas à pas par l'exploitant jusqu'à l'épuisement total des possibilités des réserves en place.

Pour les deux projets nous avons prévu une zone d'entrée pour les engins de transport du matériel d'extraction et ces entrées s'ouvrent toutes les deux du côté de la large bande comprise entre le gisement Ouest et le gisement Est.

Les différents niveaux d'exploitation sont étudiés de façon à se suivre sans interruption intermédiaire en vue de faciliter les respectives voies d'accès. Les plans inclinés qui constituent lesdites voies ont des inclinaisons comprises entre 4% et 10%. La presque totalité des inclinaisons est, de toute façon, de 5%. L'accès et la circulation des bonnes de n'importe quelles dimensions est donc très aisée, d'autant plus que les voies ont une largeur de 30 mètres.

borghi e baldo ingg.

s.p.a.

Compte tenu du voisinage du Mayo Tchina et de ses tributaires et du niveau hydrostatique, il faut prévoir un certain degré d'imprégnation du sol et même des possibilités d'inondations de certains niveaux d'exploitation. Pour cela, il est prévu que dans ces carrières doivent être installées des stations de pompage mobiles de façon à être déplacées au fur et à la mesure de l'avancement de l'extraction, jusqu'à rejoindre les niveaux plus profonds des deux carrières:

- pour le gisement Ouest, le niveau de pompage se situe à la côte 280, qui longe la limite Sud de la carrière;
- pour le gisement Est, le niveau de pompage se situe à la côte 290, à l'extrémité Ouest de la carrière, aux environs des coordonnées locales 1600/400.

borghi e baldo ingg.

s.p.a

A N N E X E 1
=====

COLONNES STRATIGRAPHIQUES ET ANALYSES CHIMIQUES

Dans les pages suivantes sont reproduites - en 76 tables - les colonnes stratigraphiques relatives aux 71 sondages effectués dans les deux zones de Baoaré, divisées en Baoaré Ouest et Baoaré Est.

Trois sondages : 1 bis, 3 bis et 53 bis - ont été effectués à un intervalle très rapproché de leur correspondants 1, 3 et 53, à cause des difficultés d'avancement rencontrées au cours de ces derniers et qui en ont causé l'interruption à une profondeur très limitée.

En tête de chaque table il y a l'indication de la localité, du numéro, de la profondeur et des coordonnées locales (x;y;z) de la position du trou relatifs à chaque sondages, pour en permettre l'individuation sur les cartes y jointes.

Chaque table a été aussi subdivisée en 6 colonnes, indiquant les éléments suivants :

1ère colonne	:	profondeur progressive des divers lithotypo
2ème "	:	épaisseur de chaque lithotypo (sur quelque table il est aussi indiqué le niveau hydrostatique résultant du calcul de la moyenne de trois lectures exécutées au cours de la campagne - exemple: NH 2,30)
3ème "	:	représentation graphique et symbolique de la stratigraphie
4ème "	:	numero de l'échantillon analysé
5ème "	:	description synthétique des divers lithotyps
6ème "	:	données analytiques les plus significatives des échantillons analysés.

En ce qui concerne la nomenclature rapportée en 5ème colonne, on a eu recours soit à une interprétation macroscopique soit à une caractérisation résultante par l'analyse chimique.

La roche calcaire est subdivisée en trois groupes essentiellement :

- calcaire proprement dit, calcaire arénacé et grès calcaire, dont la différenciation est surtout caractérisée par le rapport et le pourcentage de CaO et SiO_2 .

Les argiles sableuses comprennent généralement les niveaux argile-marneux et marne proprement dit.

borghi e baldo ingg.

S.P.

En 6ème colonne sont indiqués en synthèse les pourcentages des principales données chimiques analytiques résultantes des analyses des échantillons prélevés, dont les valeurs sont, en détail, rapportées dans les 12 tables successives qui comprennent toutes les valeurs chimiques déterminées par les analyses de laboratoire.

TABLES DES DONNEES CHIMIQUES

Dans les 12 tables ci-jointes sont indiquées les valeurs en pour-cent de chaque composant chimique indiqué en tête, relatives aux échantillons correspondants aux sondages notés en 1ère colonne.

Comme on peut remarquer par la distribution des données, pour quelques échantillons on a déterminé seulement les pourcentages des oxydes plus déterminants (Ca et Si) pour vérifier la continuité ou la non-continuité du banc auquel ils appartiennent, prenant comme référence des échantillons intermédiaires analysés d'une façon plus complète.

On a adopté la méthode analytique classique, qui prévoit - après la préparation et la dilution - une détermination des ions par absorption atomique, en employant des lampes spécifiques.

Nous soulignons le fait que pendant les différentes phases de dessiccation et de calcination (la première à 105 °C et la deuxième à 900°C) quelques composants tels que les carbonates, les oxydes hydratés, les silicates complexes et l'eau de combinaison - en plus des substances organiques en général - se révèlent volatilisés et ils incident, avec le résidu insoluble, sur les calculs stœchiométriques globaux.

borghi e baldo ingg.

s.p.a.

ROCHES DU TYPE CALCAIRE

La recherche des ions sus-mentionnés et l'évaluation en pourcentage des oxydes relatifs, a été faite sur un premier group de 38 échantillons correspondants aux 13 sondages exploratifs des 2 aires principales dont le gisement de Baoaré est composé.

Les analyses ont révélé l'absence de phosphates et de chlorures avec traces de sulfates, ce dernier élément résultant toute somme faite impondérable ou au moins inférieur au 0,10%.

Les oxydes de sodium et potassium s'y trouvent en pourcentages négligeables et en tout cas inférieures en moyenne au 0,10%.

Les oxydes d'aluminium et fer rarement atteignent le 1% et ils se maintiennent en moyenne sur le 0,5% - 0,4% respectivement; l'oxyde de magnésium se trouve en pourcentages largement inférieures à 1% et il paraît négligeable ou du moins ayant peu d'incidence dans le calcul du CaCO_3 .

Seulement les composants CaO et SiO_2 résultent donc avoir une valeur déterminante dans la caractérisation des roches explorées; les pourcentages de ces composants en tenant compte aussi de la perte à feu, atteignent, en moyenne, le 94 - 95% du calcul stoechiométrique global.

On a donc 4 types lithologiques de roches calcaires différenciés surtout par la teneur en silice et par conséquent on passe d'un calcaire presque pur à un grès quartzeux qui contiennent quand même des pourcentages de CaCO_3 peu inférieures au 50%.

En bref le 4 types lithologiques peuvent être ainsi différenciés:

1) - CALCAIRE avec valeurs de:

CaO compris entre 44 - 51%

CaCO_3 supérieur à 80%

SiO_2 inférieur à 3%

2) - CALCAIRE ARENACE avec valeur de:

CaO compris entre 40 - 44%

CaCO_3 compris entre 75 - 80%

SiO_2 inférieur à 15%

borghi e baldo ingg.

S.P.A.

3) - GRES CALCAIRE plus ou moins marneux avec valeurs de:

CaO compris entre 35 - 40%

CaCO₃ compris entre 70 - 80%

SiO₂ inférieur à 25%

4) - GRES (ARKOSICHE) avec valeurs de:

CaO inférieur à 30%

CaCO₃ inférieur à 60%

SiO₂ supérieur à 30%.

Dans la distribution stratigraphique les roches calcaires du type 1) et 2) intéressent presque exclusivement les bancs supérieurs tandis que l'augmentation de silice est progressif par rapport à la profondeur.

RÖCHES DU TYPE ARGILEUX

En cette catégorie sont compris les sédiments de couverture des affleurements rocheux et ceux interstratifiés entre les différents bancs calcaires et on a fait une première sélection macroscopique en relation à la granulométrie et au grès de plasticité manifestés; ils sont donc classifiés en sédiments argileux, argile-sableux et sables argileux.

Analytiquement les sédiments sus mentionnés résultent être caractérisés par une faible pourcentage en oxydes de fer (3% environ) avec oxyde de magnésium et sulfates inférieur à 1%.

Les composants principaux de sédiments résultent être les oxydes de Si (55 - 60%) de Al (10 - 17%) et de Ca (10 - 15%).

Les analyses de boues répérés au cours des différents sondages on été comparées pour quelques échantillons avec les analyses des échantillons des puits et elles révèlent généralement une légère augmentation au détriment des composants argileux (kaolin surtout), ce dernier phénomène étant prévisible et dépendant de l'érosion des sédiments; malgré cela les boues peuvent fournir des informations efficaces sur la continuité stratigraphique des formations sédimentaires.

BAOARE OUEST

PHOTO N° . 5

Sonde située sur sondage
N° . S.6.



PHOTO N° . 6

Excavation de puits exploratif
N° . D.P2.



TABLE 16

borghi & baldo ingg.

S.p.A.

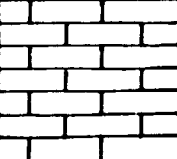
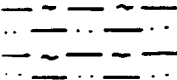
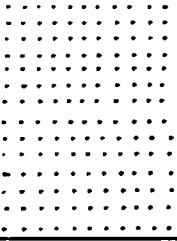
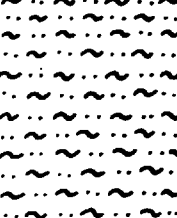
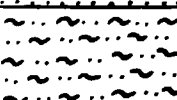
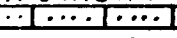

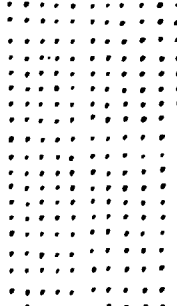
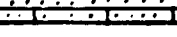
LOCALITE : BAJARE OUEST

TYPE D'EXCAVATION : SONDAGE N : **1/bis**

COORDONNEES LOCALES : X = 398.8 Y = 807.55 Z = 297.22 s.n.m.

PROFONDEUR TOTALE : mt. 30.00

ECHELLE I : 100

PROFONDEUR de...à	EPAISSEUR COUCHES	COLONNE STRATIGR.	CAROTTE N	NATURE DU TERRAIN	ANALYSES				
					P.F.	CaO	CaCO ₃	R2O3	SiO ₂
0.00	2.10		C.1	CALCAIRE GRIS COMPACT	35.41	44.60	80.11	13.95	
2.10									
3.40	1.30			GRES QUARTZEUX AVEC DES NIVEAUX SABLE-ARGILEUX					
6.75	3.35			SABLE QUARTZEUX BEIGE					
9.80	0.20		C.2	ARGILE SABLONNEUSE BEIGE	15.23	10.08	25.73	12.66	60.94
10.00									
11.65	1.65			ARGILE SABLONNEUSE NOISETTE					
11.80	0.15			CALCAIRE GRESEUX					
14.00	2.20			ARGILE SABLONNEUSE GRISE					
18.50	4.50			SABLE MOYEN-FIN GRIS					
18.70	0.20			CALCAIRE GRESEUX					

borghi & baldo ingg.
S.p.A.

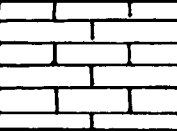
LOCALITE : BAOARE OUEST

TYPE D'EXCAVATION : SONDAGE N° : 3

COORDONNEES LOCALES : X = 800 Y = 1203.2 Z = 291.54 s.n.m.

PROFONDEUR TOTALE : mt.1.70

ECHELLE I : 100

PROFONDEUR de...à	EPAISSEUR COUCHES	COLONNE STRATIGR.	CAROTTE N°	NATURE DU TERRAIN	ANALYSES				
					P.F.	CaO	CaCO ₃	R2O3	SiO ₂
0.00	1.70		C.1	CALCAIRE VACUOLAIRE GRIS A REPLISSAGE ARGILO-SABLEUX	33.04	46.21	79.80		11.76
1.70									

borghi & baldo ingg.
S.p.A.

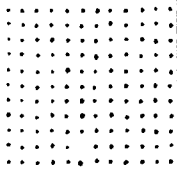

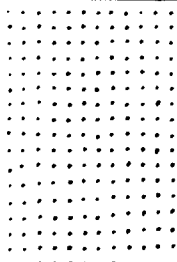
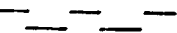
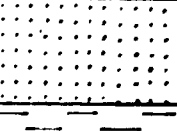
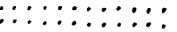
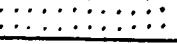

LOCALITE : BAOARE OUEST

TYPE D'EXCAVATION : SONDAGE N : 4 SUITE

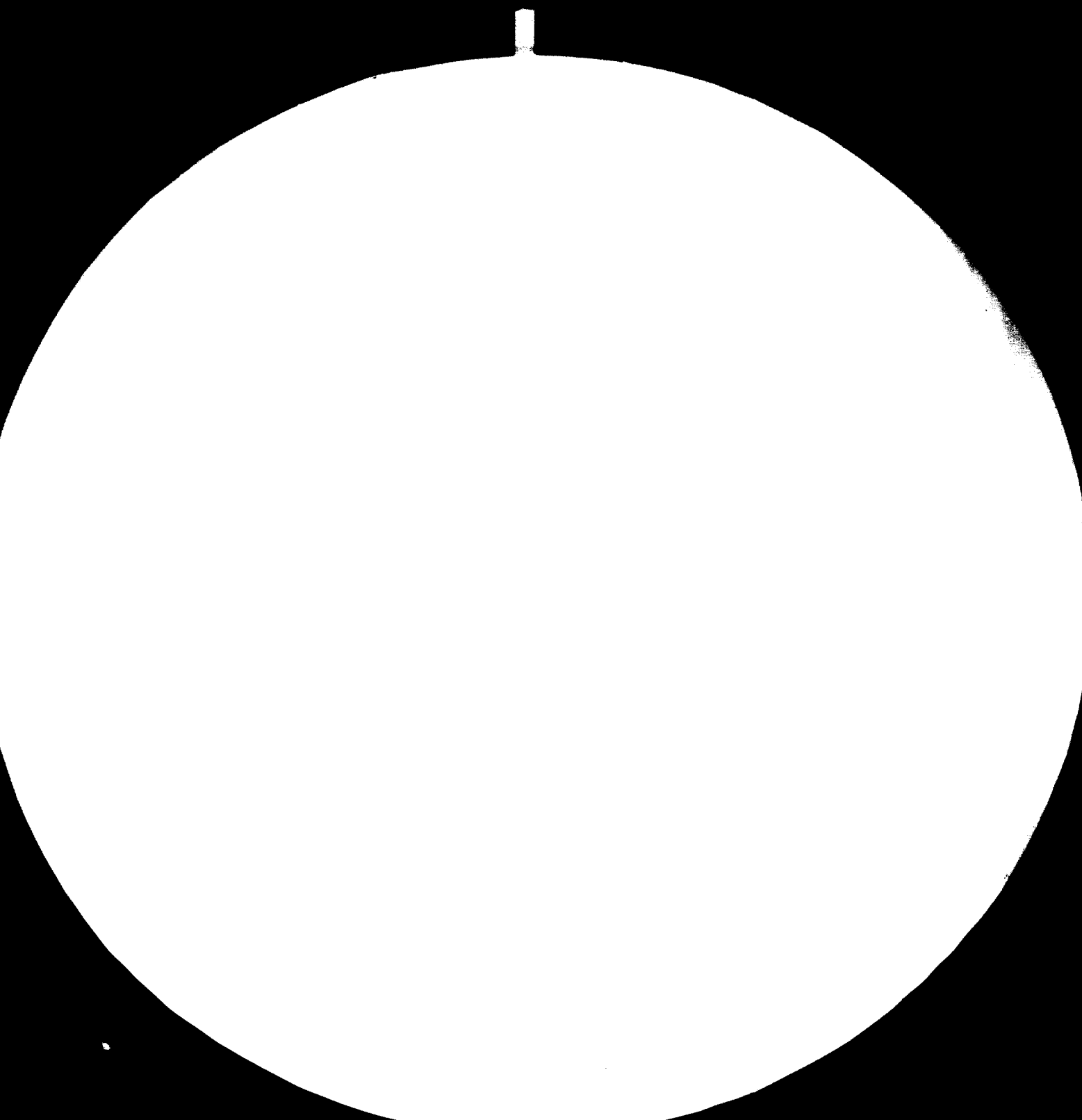
COORDONNEES LOCALES : X = 800 Y = 803.20Z = 301.80 s.n.m.

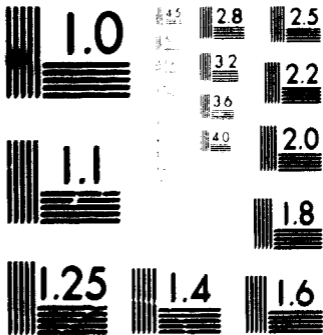
PROFONDEUR TOTALE : mt. 30.00

ECHELLE I : 100

PROFONDEUR de...à	EPAISSEUR COUCHES	COLONNE STRATIGR.	CAROTTE N°	NATURE DU TERRAIN	ANALYSES				
					P.F.	CaO	CaCO ₃	R2O3	SiO ₂
18.95									
	2.45			SABLE FIN PEU ARGILEUX GRIS					
21.40									
22.10	0.70			GRES CONGLOMERATIQUE QUARTZEUX					
	3.60			SABLE FIN PEU ARGILEUX GRIS					
25.70									
26.30	0.60			GRES CONGLOMERATIQUE QUARTZEUX					
	1.40			SABLE FIN QUARTZEUX GRIS					
27.70									
28.10	0.40			GRES COMPACTE GRIS					
	1.05			SABLE FIN QUARTZEUX GRIS					
29.15									
30.00	0.85			GRES COMPACTE VERT-CLAIR					

910034





MICROCOPY RESOLUTION TEST CHART

NATIONAL BUREAU OF STANDARDS-1963-A

borghi & baldo ingg.

S.p.A.

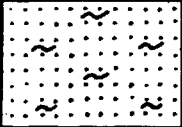
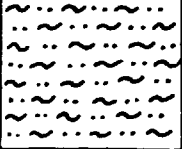
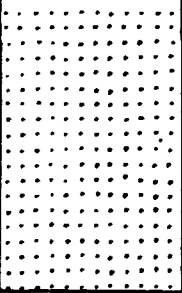
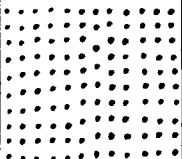
LOCALITE : BAOARE OUEST

TYPE D'EXCAVATION : SONDAGE N° : 6

COORDONNEES LOCALES : X = 400 Y = 404.16 Z = 303.45 s.n.m.

PROFONDEUR TOTALE : mt. 9.80

ECHELLE I : 100

PROFONDEUR de...à	EPAISSEUR COUCHES	COLONNE STRATIGR.	CAROTTE N°	NATURE DU TERRAIN	ANALYSES				
					P.F.	CaO	CaCO ₃	R2O3	SiO ₂
0.00									
1.65	1.65			SABLE ARGILEUX AVEC NODULES QUARTZEUX 2-5 MMS Ø					
3.70	2.05			ARGILE SABLONNEUSE VERT-CLAIRE					
7.55	3.85			SABLE QUARTZEUX FIN BEIGE					
9.80	2.25			SABLE QUARTZEUX GROSSIER JAUNE-CLAIR					

borghi & baldo ingg.

S.p.A.

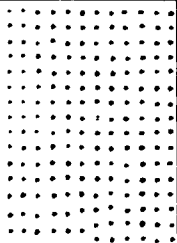

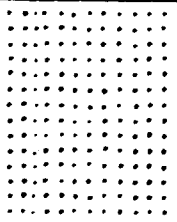

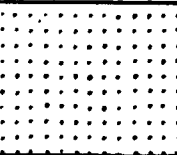

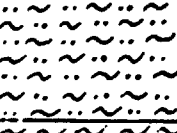
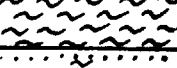
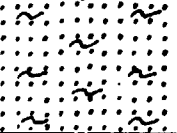

LOCALITE : BAOARE OUEST

TYPE D'EXCAVATION : SONDAGE N° : 7

COORDONNEES LOCALES : X = 3.50 Y = 800 Z = 293.50 s.n.m.

PROFONDEUR TOTALE : mt. 15.15

ECHELLE I : 100

PROFONDEUR de...à	EPAISSEUR COUCHES	COLONNE STRATIGK.	CAROTTE N°	NATURE DU TERRAIN	ANALYSES				
					P.F.	CaO	CaCO ₃	R2O3	SiO ₂
0.00									
	3.30			SABLE QUARTZEUX JAUNE-CLAIR MOYEN-GROSSIER					
3.30 3.70	0.40			ARGILE SABLONNEUSE					
	3.05			SABLE QUARTZEUX BEIGE MOYEN- FIN					
6.75 7.55	0.80			GRES SABLONNEUX CALCAIREUX					
	2.05			SABLE QUARTZEUX BEIGE, FIN					
9.60 9.80	0.20			CALCAIRE GRIS BRISE'					
	1.90			ARGILE SABLONNEUSE VIOLETTE					
11.70 12.50	0.80			ARGILE COMPACTE VIOLETTE					
	2.00			SABLE ARGILEUX FIN VIOLET					
14.50 15.15	0.65			SABLE QUARTZEUX GROSSIER JAUNE					

borghi & baldo ingg.
S.p.A.

LOCALITE : BAOARE OUEST

TYPE D'EXCAVATION : SONDAGE N° : 8

COORDONNEES LOCALES : X = 105.7 Y = 780 Z = 294.00 s.n.m.

PROFONDEUR TOTALE : mt.12.85

ECHELLE I : 100

PROFONDEUR de...à	EPAISSEUR COUCHES	COLONNE STRATIGR.	CAROTTE N°	NATURE DU TERRAIN	ANALYSES				
					P.F.	CaO	CaCO ₃	R2O3	SiO2
0.00									
1.20	1.20		C.1	CALCAIRE COMPACT BLANC	40.30	50.90	91.3		4.54
3.70	2.50		C.2	ARGILE SABLONNEUSE FINE BEIGE	15.39	11.72	17.59		55.75
3.85	0.15			GRES CONGLOMERATIQUE					
4.50	0.65			ARGILE VERDATRE					
4.90	0.40			CALCAIRE VACUOLAIRE					
5.80	0.90			SABLE ARGILEUX GRIS					
7.10	1.30		C.3	CALCAIRE GRIS COMPACT	38.00	47.90	86.1		8.90
9.00	1.90		C.4	CALCAIRE GRESEUX BEIGE	18.24	21.09	39.46		58.38
9.80	0.80			ARGILE SABLONNEUSE BEIGE					
12.85	3.05			SABLE QUARTZEUX FIN BEIGE					

borghi & baldo ingg.
S.p.A.

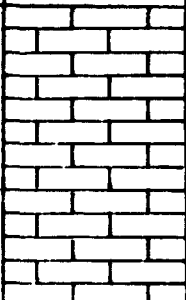
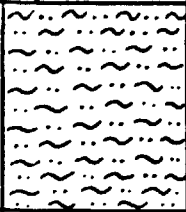
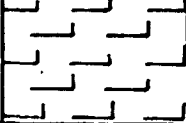
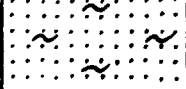
LOCALITE : BAOARE OUEST

TYPE D'EXCAVATION : SONDAGE N : 9

COORDONNEES LOCALES : X = 200 Y = 794.9 Z = 293.50 s.n.m.

PROFONDEUR TOTALE : mt.9.80

ECHELLE I : 100

PROFONDEUR de...à	EPAISSEUR COUCHES	COLONNE STRATIGR.	CAROTTE N°	NATURE DU TERRAIN	ANALYSES				
					P.F.	CaO	CaCO ₃	R2O3	SiO ₂
0.00	4.00		C.1	CALCAIRE VACUOLAIRE A REM- PLISSAGE DE SABLE ARGILEUX	40.10	48.72	88.88	0.56	5.16
4.00					5.81	5.71	11.99	18.63	63.98
6.75	2.75		C.2	ARGILE SABLONNEUSE BEIGE	23.56	29.28	52.93	0.81	47.07
8.50	1.75		C.3	GRES CALCAIREUX BEIGE	1.30				
9.80	1.30			SABLE ARGILEUX MOYEN-FIN GRIS					

borghi & baldo ingg.
S.p.A.

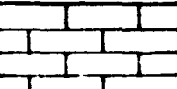
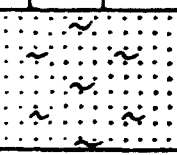
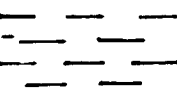
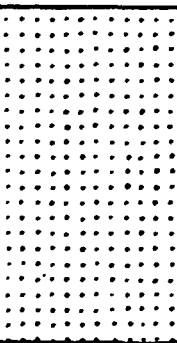
LOCALITE : BAOARE OUEST

TYPE D'EXCAVATION : SONDAGE N° : **10**

COORDONNEES LOCALES : X = 298.7 Y = 796.5 Z = 294.00_{s.n.m.}

PROFONDEUR TOTALE : mt. **8.80**

ECHELLE I : 100

PROFONDEUR de...à	EPAISSEUR COUCHES	COLONNE STRATIGR.	CAROTTE N°	NATURE DU TERRAIN	ANALYSES				
					P.F.	CaO	CaCO ₃	R2O3	SiO ₂
0.00									
1.20	1.20		C.1	CALCAIRE GRIS COMPACT	32.80	41.30	74.30		21.00
3.10	1.90			SABLE ARGILEUSE BEIGE					
4.40	1.30 <small>NM 3.55</small>			GRES CONGLOMERATIQUE AVEC NIVEAUX DE SABLE GROSSIER					
8.80	4.40			SABLE QUARTZEUX FIN BEIGE					

borghi & baldo ingg.

S.p.A.

LOCALITE : BAQARE OUEST

TYPE D'EXCAVATION : SONDAGE N : 14

COORDONNEES LOCALES : X = 447.7 Y = 1100 Z = 294.45 s.n.m.

PROFONDEUR TOTALE : mt. 13.50

ECHELLE I : 100

PROFONDEUR de...à	EPAISSEUR COUCHES	COLONNE STRATIGR.	CAROTTE N	NATURE DU TERRAIN	ANALYSES				
					P.F.	CaO	CaCO ₃	R2O3	SiO ₂
0.00									
1.00	1.00		C.1	CALCAIRE BLANC COMPACT	40.60	51.20	91.92		4.60
2.80	1.80		C.2	SABLE ARGILEUX GRIS-VIOLET	4.62	2.53	7.29	12.52	76.93
5.00	2.20		C.3	CALCAIRE GRIS COMPACT	38.65	48.70	87.50		8.90
6.00	1.00		C.4	GRES CALCAIREUX BEIGE					
7.20	1.20		C.5	GRES SABLONNEUX VERDATRE	8.20	3.12	25.90		
8.70	1.50			ARGILE SABLONNEUSE VERTE					
12.00	3.30		C.6	CALCAIRE GRIS VACUOLAIRE A REPLISSAGE D'ARGILE	33.21	45.69			
12.90	0.90		C.7	GRES COMPACTE GRIS-CLAIR	12.04	12.62			
13.50	0.60			SABLE MOYE N-FIN NOISETTE					

borghi & baldo ingg.

S.p.A.

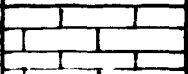
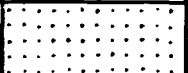

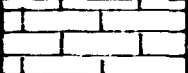
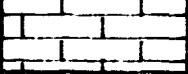
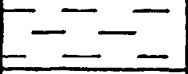

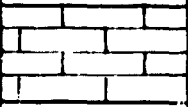
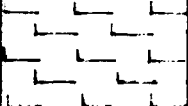

LOCALITE : BAOARE OUEST

TYPE D'EXCAVATION : SONDAGE N : 15

COORDONNEES LOCALES : X = 485.0 Y = 1176 Z = 291.80 s.n.m.

PROFONDEUR TOTALE : mt. 12.85

ECHELLE I : 100

PROFONDEUR de...à	EPAISSEUR COUCHES	COLONNE STRATIGR.	CAROTTE N	NATURE DU TERRAIN	ANALYSES				
					p.F.	CaO	CaCO ₃	R2O3	SiO2
0.00									
1.00	1.00		C.1	CALCAIRE BLANC COMPACT	31.80	39.95	71.9		22.40
2.00	1.00			SABLE MOYEN-FIN GRIS					
4.00	2.00		C.2	CALCAIRE A NIVEAUX MINCES GREUSSEUX	34.90	43.80	78.90		12.40
5.00	1.00		C.3	CALCAIRE BLANC COMPACT	41.80	52.80	94.70		32.4
6.00	1.00		C.4	CALCAIRE GRIS VACUOLAIRE A REMPLISSAGE ARGILO-SABLEUX	40.14	50.62	90.9		5.50
7.00	1.00		C.5	GRES MARNEUX VERT	10.93	9.14			
9.20	2.20			ARGILE SABLONNEUSE GRIS-VERTE					
10.50	1.30		C.6	CALCAIRE VACUOLAIRE A REMPLISSAGE ARGILO-SABLEUX	32.80	40.43	73.40	1.34	15.80
12.10	1.60		C.7	GRES CALCAIREUX VERDATRE	13.94	13.52			
12.85	0.75			SABLE JAUNE COMPACT					

borghi & baldo ingg.

S.p.A.

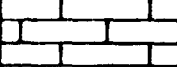
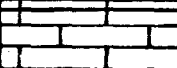
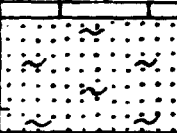
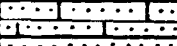
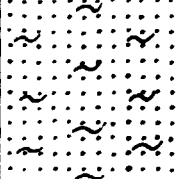
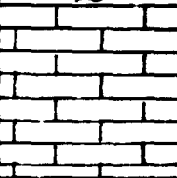
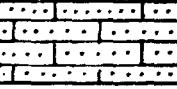
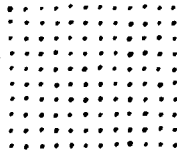
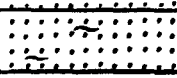
LOCALITE : BAOARE OUEST

TYPE D'EXCAVATION : SONDAGE N° : **18**

COORDONNEES LOCALES : X = 798.6 Y = 1294.5Z = 287.3 s.n.m.

PROFONDEUR TOTALE : mt. 12.85

ECHELLE 1 : 100

PROFONDEUR de...à	EPAISSEUR COUCHES	COLONNE STRATIGR.	CAROTTE N°	NATURE DU TERRAIN	ANALYSES				
					P.F.	CaO	CaCO ₃	R2O3	SiO ₂
0.00									
1.00	1.00		C.1	CALCAIRE GRIS COMPACT	4120	5210	9360		380
2.00	1.00		C.2		4014	5060	9090		560
3.50	1.50			SABLE FIN ARGILEUX BEIGE					
4.00	0.50			CALCAIRE GRESEUX BEIGE	18.10	22.50	40.80		55.40
6.50	2.50			SABLE FIN ARGILEUX BEIGE					
8.80	2.30		C.4	CALCAIRE VACUOLAIRE A REPLISSAGE DE SABLE AR- GILEUX	35.00	43.70	79.00		15.45
9.80	1.00		C.5	CALCAIRE GRESEUX VERT	19.01	20.73			
12.10	2.30			SABLE MOYEN-FIN BEIGE					
12.85	0.75			SABLE GROSSIER PEU ARGILEUX					

borghi & baldo ingg.

S.p.A.

LOCALITE : BAOARE OUEST

TYPE D'EXCAVATION : SONDAGE N° : **19**

COORDONNEES LOCALES : X = 800.8 Y = 1101.8 Z = 294.6 s.n.m.

PROFONDEUR TOTALE : mt. 12.50

ECHELLE I : 100

PROFONDEUR de...à	EPAISSEUR COUCHES	COLONNE STRATIGR.	CAROTTE N°	NATURE DU TERRAIN	ANALYSES				
					P.F.	CaO	CaCO ₃	R2O3	SiO ₂
0.00									
0.80	0.80		C.1	CALCAIRE COMPACTE BLANC	42.25	53.40	95.71		2.75
3.10	2.30			SABLE ARGILEUX GRIS MOYEN-FIN					
3.70	0.60			SABLE GROSSIER BLANCHATRE					
4.70	1.00			SABLE ARGILEUX GRIS MOYEN-FIN					
6.80	2.10		C.2	CALCAIRE GRIS COMPACT	37.00	46.34	83.59		11.70
7.80	1.00		C.3	GRES TRES PEU CALCAIREUX	16.16	13.06			
8.80	1.00			SABLE MOYEN-FIN GRIS-CLAIR					
9.80	1.00		C.4	GRES TRES PEU CALCAIREUX VERT	10.24	7.29			
11.15	1.35			SABLE ARGILEUX VERT-VIOLET.					
12.50	1.35			GRES A NIVEAUX ARGILEUX VERTS					

borghi & baldo ingg.
S.p.A.

LOCALITE : BAOARE OUEST

TYPE D'EXCAVATION : SONDAGE N° : **20**

COORDONNEES LOCALES : X = 798.5 Y = 1009.6 Z = 297.2 s.n.m.

PROFONDEUR TOTALE : mt.12.85

ECHELLE I : 100

PROFONDEUR de...à	EPAISSEUR COUCHES	COLONNE STRATIGR.	CAROTTE N°	NATURE DU TERRAIN	ANALYSES				
					P.F.	CaO	CaCO ₃	R2O3	SiO ₂
0.00									
1.00	1.00		C.1	CALCAIRE BLANC COMPACT	41.38	48.90			3.31
4.40	3.40		C.2	ARGILE SABLONNEUSE NOISETTE	6.73	2.74	10.00	17.90	67.98
6.10	1.70		C.3	CALCAIRE GRIS	39.00	50.72	89.90	1.09	8.12
7.20	1.10		C.4	CALCAIRE GRESEUX BEIGE	58.98	29.70	69.00		27.08
9.00	1.80			SABLE MOYEN-FIN JAUNE-CLAIR					
10.30	1.30		C.5	GRES A NIVEAUX DE SABLE	13.11	13.45	26.64		70.81
12.00	1.70			SABLE FIN GRIS					
12.85	0.85			GRES CONGLOMERATIQUE VERT					

borghi & baldo ingg.
S.p.A.

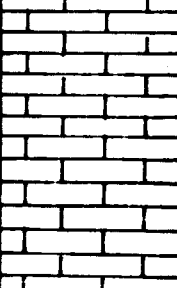
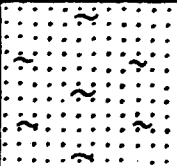

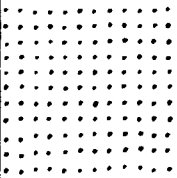
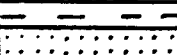
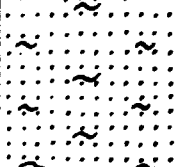
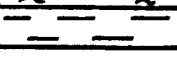
LOCALITE : BAOARE OUEST

TYPE D'EXCAVATION : SONDAGE N° : **21**

COORDONNEES LOCALES : X = 836 Y = 897.3 Z = 300.0 s.n.m.

PROFONDEUR TOTALE : mt. 12.83

ECHELLE I : 100

PROFONDEUR de...à	EPAISSEUR COUCHES	COLONNE STRATIGR.	CAROTTE N°	NATURE DU TERRAIN	ANALYSES				
					P.F.	CaO	CaCO ₃	R2O3	SiO ₂
0.00	4.00		C.1	CALCAIRE GRIS VACUOLAIRE A REPLISSAGE D'ARGILE BEIGE	36.40	46.00	82.55		15.40
4.00									
	2.20			SABLE ARGILEUSE MOYEN-FIN					
6.20	0.60		C.2	CALCAIRE GRESEUX GRIS-VERT	20.96	21.25			
6.80									
	2.70			SABLE FIN JAUNE CLAIR					
9.50	0.30			GRES COMPACTE VERDATRE					
9.80									
	2.70			SABLE ARGILEUX FIN BEIGE					
12.50	0.33			GRES COMPACTE VERT					
12.83									

borghi & baldo ingg.

S.p.A.

LOCALITE : BAOARE ÉUEST

TYPE D'EXCAVATION : SONDAGE N : 24

COORDONNEES LOCALES : X = 1217 Y = 460 Z = 308.5 s.n.m.

PROFONDEUR TOTALE : mt. 18.95

ECHELLE I : 100

PROFONDEUR de...à	EPAISSEUR COUCHES	COLONNE STRATIGR.	CAROTTE N°	NATURE DU TERRAIN	ANALYSES				
					P.F.	CaO	CaCO ₃	R2O3	SiO ₂
0.00									
0.40	0.40	[Pattern: Horizontal lines]	21	CALCAIRE GRIS	44.00	51.80	92.95		4.40
	6.35	[Pattern: Dotted]		SABLE ARGILEUX GRIS					
6.75		[Pattern: Horizontal lines]							
	2.95	[Pattern: Horizontal lines]		GRES ARKOSIQUE BEIGE A NIVEAUX DE SABLE GROSSIER					
9.80		[Pattern: Dotted]							
	3.30	[Pattern: Dotted]		SABLE GROSSIER BLANCHATRE					
13.10		[Pattern: Horizontal lines]							
	2.40	[Pattern: Horizontal lines]		GRES ARKOSIQUE BEIGE A NIVEAUX DE SABLE MOYEN-FIN					
	14.30	[Pattern: Horizontal lines]							
15.50		[Pattern: Wavy lines]							
	2.70	[Pattern: Wavy lines]		ARGILE SABLONNEUSE VIOLET.					
18.20		[Pattern: Wavy lines]							
18.95	0.75	[Pattern: Wavy lines]		ARGILE PLASTIQUE VERTE					

borghi & baldo ingg.
S.p.A.

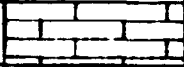
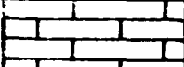
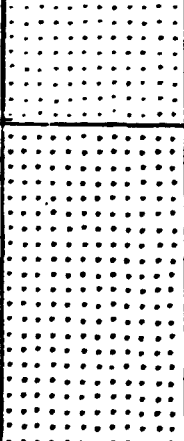
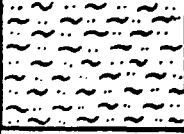
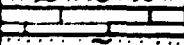
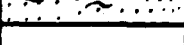
LOCALITE : BAOARE EST

TYPE D'EXCAVATION : SONDAGE N° : 26

COORDONNEES LOCALES : X = 2033 Y = 366.4 Z = 312.5 s.n.m.

PROFONDEUR TOTALE : mt. 15.60

ECHELLE I : 100

PROFONDEUR de...à	EPAISSEUR COUCHES	COLONNE STRATIGR.	CAROTTE N°	NATURE DU TERRAIN	ANALYSES :				
					P.F.	CaO	CaCO ₃	R2O3	SiO ₂
0.00	0.80		C.1	CALCAIRE GRIS VACUOLAIRE					
0.80				SABLE MOYEN-FIN A CONCRETIONS CALCAIREUX					
2.50	1.20		C.1	CALCAIRE GRIS VACUOLAIRE	34.42	40.78	75.36	1.34	15.80
3.70				SABLE FIN GRIS ARGILEUX					
6.80	4.20			SABLE GROSSIER QUARTZEUX BEIGE					
11.00				ARGILE SABLONNEUSE VERTE					
12.90	1.50			ARGILE SABLONNEUSE VIOLETTE					
14.40				CALCAIRE GRIS COMPACT					
14.80	0.40			SABLE ARGILEUX BEIGE					
15.60	0.80								

borghi & baldo ingg.

S.p.A.

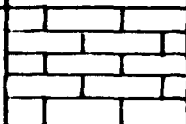
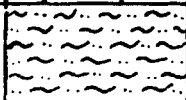
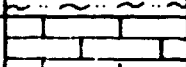
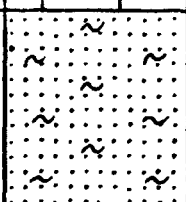
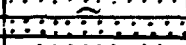
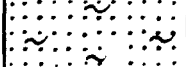

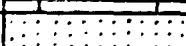
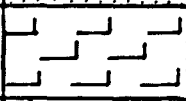
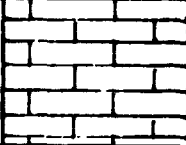
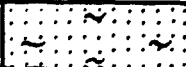
LOCALITE : BAOARE EST

TYPE D'EXCAVATION : SONDAGE N° : **28**

COORDONNEES LOCALES : X = 1960 Y = 824.6 Z = 306.5 s.n.m.

PROFONDEUR TOTALE : mt. 13.20

ECHELLE I : 100

PROFONDEUR de...à	EPAISSEUR COUCHES	COLONNE STRATIGR.	CAROTTE N°	NATURE DU TERRAIN	ANALYSES %				
					P.F.	CaO	CaCO ₃	R2O3	SiO ₂
0.00	1.50		C.1	CALCAIRE BLANC VACUOLAIRE A REMPLISSAGE D'ARGILE SA BLONNEUSE	38.14	47.58	85.82	0.80	8.18
1.50					33.49	47.97	79.60	1.41	14.08
3.00	1.50			ARGILE SABLONNEUSE NOISETTE					
3.80	0.80		C.2	CALCAIRE GRIS COMPACT					
6.50	2.70			SABLE ARGILEUX BEIGE					
6.70									
6.50	0.20			GRES CONGLOMERATIQUE QUARTZEUX					
6.70	1.10			SABLE ARGILEUX BEIGE					
7.80	0.70			CALCAIRE BRISE					
8.50	0.50			SABLE FIN GRIS					
9.00	1.20		C.3	GRES CALCAIREUX GRIS-BEIGE	20.12	24.26	44.41	0.25	52.34
10.20					35.64	41.66	77.45	1.11	16.04
2.20	2.00		C.4	CALCAIRE BLANC COMPACT					
3.20	1.00			SABLE FIN ARGILEUX BEIGE					

borghi & baldo ingg.
S.p.A.

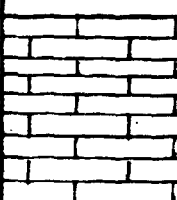
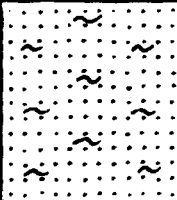
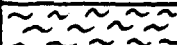
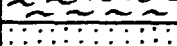
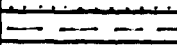
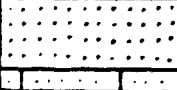
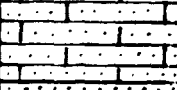
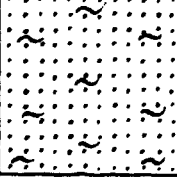
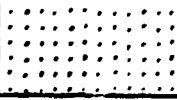
LOCALITE : BAOARE EST

TYPE D'EXCAVATION : SONDAGE N° : 29

COORDONNEES LOCALES : X = 2408.7 Y = 772.2 Z = 306.3 s.n.m.

PROFONDEUR TOTALE : mt. 12.85

ECHELLE I : 100

PROFONDEUR de...à	EPAISSEUR COUCHES	COLONNE STRATIGR.	CAROTTE N°	NATURE DU TERRAIN	ANALYSES				
					P.F.	ClO	CaCO ₃	R2O3	SiO2
0.00									
2.50	2.50		C.1	CALCAIRE GRIS VACUOLAIRE A REMPLISSAGE D'ARGILE SA SABLONNEUSE	33.85	43.97	79.96	1.36	12.27
5.20	2.70			SABLE ARGILEUX A DEBRIS CALCAIREUX					
6.00	0.80			ARGILE VERDATRE					
6.40	0.40			SABLE FIN GRIS					
6.80	0.40			GRES CALCAIREUX					
7.80	1.00			SABLE FIN GRIS					
9.10	1.30		C.2	CALCAIRE GRIS COMPACT	31.57	38.98	70.69	1.13	22.81
11.50	2.40		C.3	SABLE ARGILEUX VERDATRE	10.55	6.70	17.54	2.94	78.26
12.85	1.35			SABLE MOYEN FIN VERDATRE					

borghi & baldo ingg.
S.p.A.

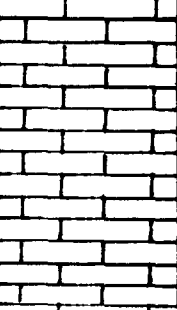
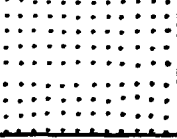

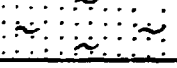
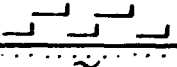
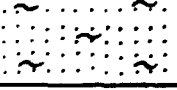
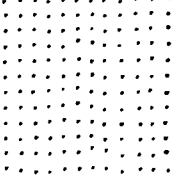
LOCALITE : BAOARE EST

TYPE D'EXCAVATION : SONDAGE N° : 33

COORDONNEES LOCALES : X = 2300 Y = 998 Z = 301 s.n.m.

PROFONDEUR TOTALE : mt. 13.20

ECHELLE I : 100

PROFONDEUR de...à	EPAISSEUR COUCHES	COLONNE STRATIGR.	CAROTTE N°	NATURE DU TERRAIN	ANALYSES				
					P.F.	CaO	CaCO ₃	R2O3	SiO ₂
0.00	4.20		C.1	CALCAIRE BLANC ET GRIS VACUOLAIRE A REMPLISSAGE D'ARGILE SABLONNEUSE	39.78	49.78	89.68	1.18	6.33
4.20									
6.20	2.00			SABLE GROSSIER QUARTZEUX					
6.80	0.60			GRES QUARTZEUX BEIGE					
7.80	1.00			SABLE ARGILEUX GRIS					
8.80	1.00		C.2	GRES CALCAIREUX BEIGE	28.40	33.85	62.43	7.60	32.24
10.50	1.70			SABLE ARGILEUX NOISETTE					
13.20	2.70			SABLE MOYEN FIN GRIS					

borghi & baldo ingg.

S.p.A.

LOCALITE : BAOARE OUEST

TYPE D'EXCAVATION : SONDAGE N° : 34

COORDONNEES LOCALES : X = 1008.1 Y = 989.9 Z = 296.6 s.n.m.

PROFONDEUR TOTALE : mt. 12.85

ECHELLE I : 100

PROFONDEUR de...à	EPAISSEUR COUCHES	COLONNE STRATIGR.	CAROTTE N°	NATURE DU TERRAIN	ANALYSES %				
					P.F.	CaO	CaCO ₃	R2O3	SiO ₂
0.00									
1.00	1.00		C.1	CALCAIRE BLANC COMPACT	35.58	43.72	79.46	0.84	17.20
1.40	0.40			SABLE ARGILEUX GRIS					
3.70	2.30		C.2	GRES CALCAIREUX BEIGE VACUOLAIRE A REMPLISSAGE D'ARGILE	20.67	23.07	43.82	0.61	53.80
6.70	3.00			SABLE FIN JAUNE CLAIR					
7.60	1.00		C.3	CALCAIRE GRIS COMPACT					
9.00	1.40			SABLE MOYEN-FIN VERDATRE					
9.90	0.90		C.3	CALCAIRE GRIS VACUOLAIRE	37.39	44.11	81.61	1.16	12.97
12.85	2.95			SABLE FIN JAUNE CLAIR					

borghi & baldo ingg.
S.p.A.

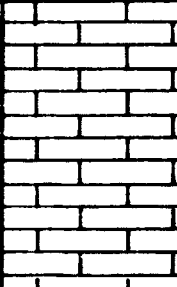
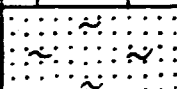
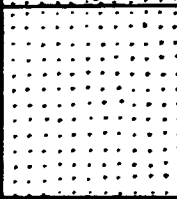
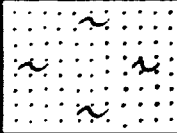
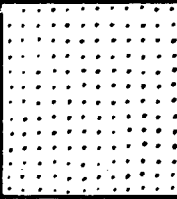
LOCALITE : BAOARE OUEST

TYPE D'EXCAVATION : SONDAGE N° : **36**

COORDONNEES LOCALES : X = 1000 Y = 805 Z = 301.4 s.n.m.

PROFONDEUR TOTALE : mt. 10.85

ECHELLE I : 100

PROFONDEUR de...à	EPAISSEUR COUCHES	COLONNE STRATIGR.	CAROTTE N°	NATURE DU TERRAIN	ANALYSES				
					P.F.	CaO	CaCO ₃	R2O3	SiO ₂
0.00	3.80		C.1	CALCAIRE GRIS VACUOLAIRE A REMPLISSAGE DE SABLE ARGILEUX	36.50	43.88	80.56	1.24	14.33
3.80									
5.00	1.20			SABLE ARGILEUX NOISETTE					
7.50	2.50			SABLE MOYEN FIN GRIS					
9.30	1.80			SABLE FIN PEU ARGILEUX VIOLET					
10.85	1.55			SABLE FIN NOISETTE					

borghi & baldo ingg.
S.p.A.

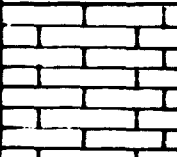
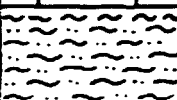
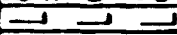
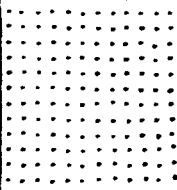
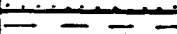
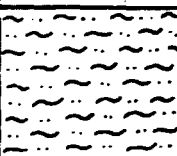
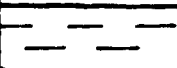
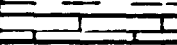
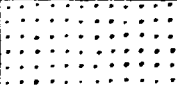
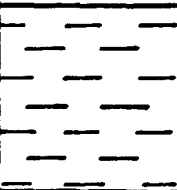
LOCALITE : BAOARE OUEST

TYPE D'EXCAVATION : SONDAGE N : **38**

COORDONNEES LOCALES : X = 1000 Y = 998 Z = 299.5 s.n.m.

PROFONDEUR TOTALE : mt. **13.85**

ECHELLE I : 100

PROFONDEUR de...à	EPAISSEUR COUCHES	COLONNE STRATIGR.	CAROTTE N°	NATURE DU TERRAIN	ANALYSES				
					P.F.	CaO	CaCO ₃	R2O3	SiO ₂
0.00	2.10		C.1	CALCAIRE BLANC VACUOLAIRE A REMPLISSAGE D'ARGILE	36.00	45.90			
2.10									
3.40	1.30			ARGILE A CONCRETIONS CAL CAIREUX					
3.70	0.30			GRES CALCAIREUX					
6.40	2.70			SABLE FIN ARGILEUX BEIGE					
6.75			0.35			GRES SABLONNEUX			
8.80	2.05			ARGILE SABLONNEUSE GRISE					
9.80			1.00			GRES SABLONNEUX GRIS			
10.00	0.20			CALCAIRE GRIS					
11.40	1.40			SABLE FIN GRIS					
13.85			2.45			GRES SABLONNEUX QUARTZEUX			

borghi & baldo ingg.

S.p.A.

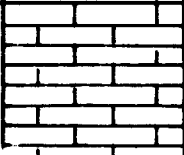
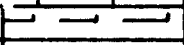
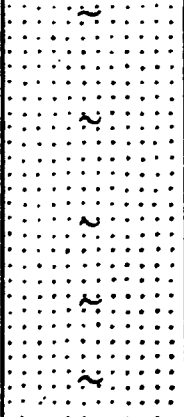
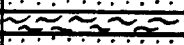
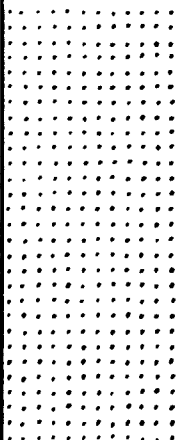
LOCALITE : BAOARE OUEST

TYPE D'EXCAVATION : SONDAGE N° : **44**

COORDONNEES LOCALES : X = 1200 Y = 598 Z = 306 s.n.m.

PROFONDEUR TOTALE : mt. 14.50

ECHELLE I : 100

PROFONDEUR de...à	EPAISSEUR COUCHES	COLONNE STRATIGR.	CAROTTE N°	NATURE DU TERRAIN	ANALYSES :				
					P.F.	CaO	CaCO ₃	R2O3	SiO ₂
0.00	2.00		C-1	CALCAIRE GRIS VACUOLAIRE A REMPLISSAGE D'ARGILE SABLONNEUSE	37.17	47.36	84.90		12.30
2.00									
2.40	0.40		C-2	GRES CALCAIREUX	11.00	14.30			
	4.80			SABLE FIN PEU ARGILEUX GRIS					
8.20									
8.40	0.20			ARGILE VERDATRE					
	6.10			SABLE FIN GRIS					
14.50									

borghi & baldo ingg.
S.p.A.

LOCALITE : **BAOARE EST**

TYPE D'EXCAVATION : **SONDAGE** N° : **45**

COORDONNEES LOCALES : X = 1800 Y = 298 Z = 309.8 s.n.m.

PROFONDEUR TOTALE : **mt. 15.00**

ECHELLE I : 100

PROFONDEUR de...à	EPAISSEUR COUCHES	COLONNE STRATIGR.	CAROTTE N°	NATURE DU TERRAIN	ANALYSES				
					P.F.	CaO	CaCO ₃	R2O3	SiO ₂
0.00									
0.50	0.50		C.1	CALCAIRE GRIS COMPACT	39.45	50.26	89.90		8.10
4.80	4.30			ARGILE SABLONNEUSE NOISETTE					
6.00	1.20		C.2	CALCAIRE BLANC COMPACT	39.38	50.17	89.80		8.05
8.60	2.60			ARGILE SABLONNEUSE VERDATRE					
10.20	1.60		C.3	CALCAIRE GRIS COMPACT	38.33	48.83	87.37		10.15
15.00	4.80			SABLE FIN BEIGE					

borghi & baldo ingg.

S.p.A.

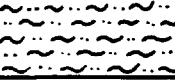
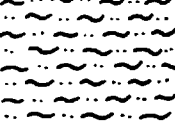
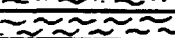
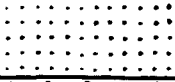
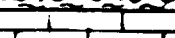
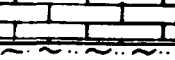
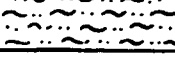
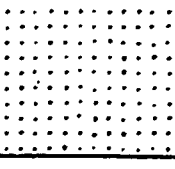

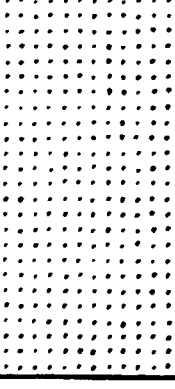
LOCALITE : BAOARE OUEST

TYPE D'EXCAVATION : SONDAGE N° : **46**

COORDONNEES LOCALES : X = 400 Y = 502 Z = 301 s.n.m.

PROFONDEUR TOTALE : mt. 15.00

ECHELLE I : 100

PROFONDEUR de...à	EPAISSEUR COUCHES	COLONNE STRATIGR.	CAROTTE N°	NATURE DU TERRAIN	ANALYSES				
					P.F.	CaO	CaCO ₃	R2O3	SiO ₂
0.00									
1.00	1.00			ARGILE SABLEUSE NOISETTE					
3.00	2.00			ARGILE SABLEUSE GRIS-VERTE					
3.40	0.40			ARGILE VERTE					
4.50	1.10			SABLE MOYEN FIN JAUNE					
4.70	0.20			ARGILE VERTE					
5.70	1.00		C.1	CALCAIRE GRIS	3.8	35.00	4.6	44.5	
6.70	1.00		C.2	ARGILE SABLONNEUSE VERTE					
9.00	2.30			SABLE FIN JAUNE					
10.00	1.00			GRES QUARTZEUX					
15.00	5.00			SABLE FIN BEIGE					

borghi & baldo ingg.
S.p.A.

LOCALITE : BAOARE EST

TYPE D'EXCAVATION : SONDAGE N° : **48**

COORDONNEES LOCALES : X = 1800 Y = 198 Z = 311.4 s.n.m.

PROFONDEUR TOTALE : mt. 14.00

ECHELLE I : 100'

PROFONDEUR de...à	EPAISSEUR COUCHES	COLONNE STRATIGR.	CAROTTE N°	NATURE DU TERRAIN	ANALYSES				
					P.F.	CaO	CaCO ₃	R2O3	SiO ₂
0.00	0.80		C.1	CALCAIRE BLANC COMPACT	38.15	47.55	85.76	1.25	10.95
0.80									
4.00	3.20		C.2	ARGILE SABLONNEUSE NOISETTE A CONCRETIONS CALCAIREUX	16.82	13.00	29.95	2.45	66.00
8.50	4.50			SABLE ARGILEUX BEIGE					
12.50	4.00			ARGILE SABLONNEUSE NOISETTE					
14.00	1.50			SABLE FIN BEIGE					

borghi & baldo ingg.
S.p.A.

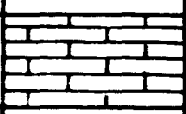
LOCALITE : BAOARE OUEST

TYPE D'EXCAVATION : SONDAGE N : 53

COORDONNEES LOCALES : X = 300 Y = 702 Z = 298.3 s.n.m.

PROFONDEUR TOTALE : mt. 1.20

ECHELLE I : 100

PROFONDEUR de...à	EPAISSEUR COUCHES	COLONNE STRATIGR.	CAROTTE N°	NATURE DU TERRAIN	ANALYSES :				
					P.F.	CaO	CaCO ₃	R2O3	SiO ₂
0.00	1.20		C.1	CALCAIRE GRIS COMPACT	31.40	44.20	75.70		
1.20									

borghi & baldo ingg.

S.p.A.

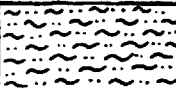
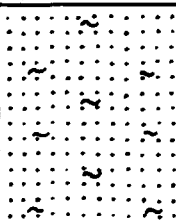
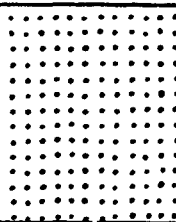

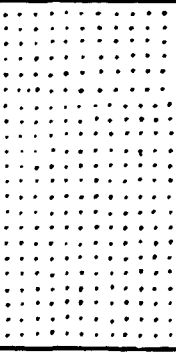
LOCALITE : BAOARE EST

TYPE D'EXCAVATION : SONDAGE N : 54

COORDONNEES LOCALES : X = 2200 Y = 398 Z = 312 s.n.m.

PROFONDEUR TOTALE : mt. 12.00

ECHELLE I : 100

PROFONDEUR de...à	EPAISSEUR COUCHES	COLONNE STRATIGR.	CAROTTE N°	NATURE DU TERRAIN	ANALYSES				
					P.F.	CaO	CaCO ₃	R2O3	SiO ₂
0.00	1.20			ARGILE SABLONNEUSE BEIGE					
1.20	2.90			SABLE FIN ARGILEUX BEIGE					
4.10	2.90			SABLE GROSSIER JAUNE					
7.00	0.50			GRES QUARTZEUX BEIGE					
7.50	5.50			SABLE FIN BEIGE					
12.00									

borghi & baldo ingg.

S.p.A.

LOCALITE : BAOARE OUEST

TYPE D'EXCAVATION : SONDAGE N° : **56**

COORDONNEES LOCALES : X = 200 Y = 898 Z = 295 s.n.m.

PROFONDEUR TOTALE : mt. 13.54

ECHELLE I : 100

PROFONDEUR de...à	EPAISSEUR COUCHES	COLONNE STRATIGR.	CAROTTE N°	NATURE DU TERRAIN	ANALYSES				
					P.F.	CaO	CaCO ₃	R2O3	SiO ₂
0.00	1.00		C.1	CALCAIRE BLANC COMPACT	3430	4366	7823		1740
1.00									
	2.10			ARGILE SABLONNEUSE GRISE					
3.10									
	2.90		C.2	CALCAIRE BLANC ET GRIS COMPACT	40.74	52.03	92.90		
	1.80		C.3	ARGILE SABLONNEUSE VERTE	41.10	52.40	93.50		
6.00									
	1.70		C.4	CALCAIRE GRIS COMPACT	6.9	8.7			
7.80									
	1.90		C.5	CALCAIRE GRESEUX GRIS	37.50	47.78	85.43		10.50
9.50									
	0.60		C.6	SABLE ARGILEUX GRIS	30.00	36.9			
11.40									
12.00	1.54			GRES QUARTZEUX COMPACT					
13.54									

borghi & baldo ingg.
S.p.A.

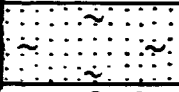
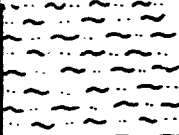
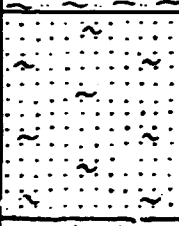
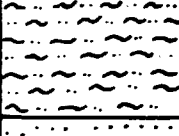
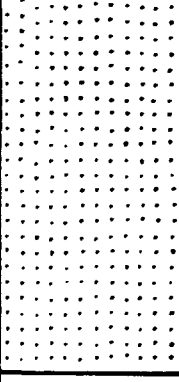
LOCALITE : BAOARE EST

TYPE D'EXCAVATION : SONDAGE N : **62**

COORDONNEES LOCALES : X = 1600 Y = 1598 Z = 304 s.n.m.

PROFONDEUR TOTALE : mt. 12.50

ECHELLE I : 100

PROFONDEUR de...à	EPAISSEUR COUCHES	COLONNE STRATIGR.	CAROTTE N°	NATURE DU TERRAIN	ANALYSES				
					P.F.	CaO	CaCO ₃	R2O3	SiO ₂
0.00									
1.00	1.00			SABLE ARGILEUX BRUN					
3.00	2.00			ARGILE SABLONNEUSE BEIGE					
5.80	2.80			SABLE ARGILEUX BEIGE					
7.40	1.60			ARGILE SABLONNEUSE VERTE					
12.50	5.60			SABLE MOYEN FIN ARGILEUX GRIS					

borghi & baldo ingg.

S.p.A.

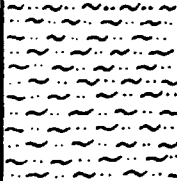
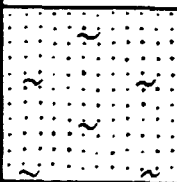
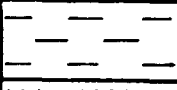
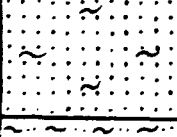
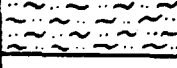
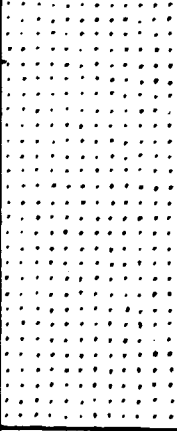
LOCALITE : BAOARE EST

TYPE D'EXCAVATION : SONDAGE N° : **68**

COORDONNEES LOCALES : X = 1600 Y = 968 Z = 303.8 s.n.m.

PROFONDEUR TOTALE : mt. 14.30

ECHELLE I : 100

PROFONDEUR de...à	EPAISSEUR COUCHES	COLONNE STRATIGR.	CAROTTE N°	NATURE DU TERRAIN	ANALYSES				
					P.F.	CaO	CaCO ₃	R2O3	SiO ₂
0.00	2.50			ARGILE SABLONNEUSE GRISE					
2.50									
	2.30			SABLE FIN ARGILEUX GRIS					
4.80									
	1.00		C.1	GRES SABLONNEUX GRIS	12.50	16.30			67.30
5.80									
	1.70			SABLE ARGILEUX BEIGE					
7.50									
	1.00		C.2	ARGILE SABLEUSE VERTE	5.50	6.16			
8.50									
	5.80			SABLE MOYEN FIN GRIS					
14.30									

LOCALITE : BAOARE OUEST

TYPE D'EXCAVATION : SONDAGE EAU

COORDONNEES LOCALES : X = 1165 Y = 1170 Z = 291.8 s.n.m.

PROFONDEUR TOTALE : mt.104

ECHELLE 1 : 250

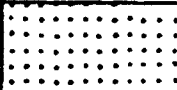
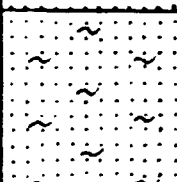
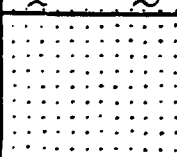
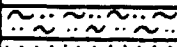
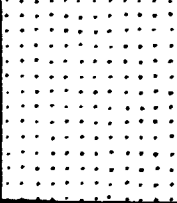
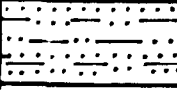
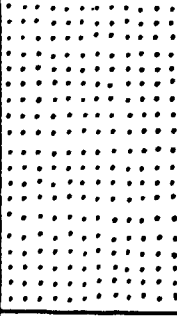
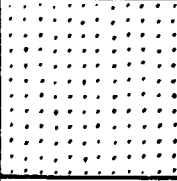
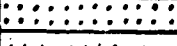
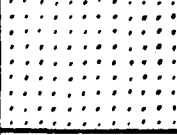
PROFONDEUR de...à	EPAISSEUR COUCHES	COLONNE STRATIGR.	CAROTTE N°	NATURE DU TERRAIN	ANALYSES				
					P.F.	CaO	CaCO ₃	R2O3	SiO2
0.00									
3.00	3.00			SABLE CALCAIREUX BRUN					
6.00	6.00			SABLE FIN ARGILEUX BRUN-CLAIR					
9.00	5.00			SABLE MOYEN-FIN PEU ARGILEUX					
14.00	1.00			ARGILE SABLONNEUSE BEIGE					
22.00	7.00			SABLE MOYEN-FIN QUARTZEUX BEIGE					
25.00	3.00			GRES CONGLOMERATIQUE					
35.00	10.00			SABLE MOYEN-FIN BEIGE					
41.00	6.00			SABLE FIN BEIGE					
42.00	1.00			GRES CONGLOMERATIQUE					
47.00	5.00			SABLE FIN PEU ARGILEUX					

TABLE 16

borghi & baldo ingg.
S.p.A.

LOCALITE : BAQARE OUEST

TYPE D'EXCAVATION : SONDAGE EAU SUITE

COORDONNEES LOCALES : X = 1165 Y = 1170 Z = 291.8 s.n.m.

PROFONDEUR TOTALE : mt. 104

ECHELLE 1 : 250

PROFONDEUR de...à	EPAISSEUR COUCHES	COLONNE STRATIGR.	CAROTTE N°	NATURE DU TERRAIN	ANALYSES				
					P.F.	CaO	CaCO ₃	R2O3	SiO ₂
93.00									
98.00	5.00			SABLE QUARTZEUX MOYEN TRES PEU ARGILEUX					
104	6.00			SABLE ARGILEUX BRUN					

TABLE 1

Sond. N°	Echant. N°	P.a.F.	CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃
S.1	C.1	35.21	44.40	0.30	13.90	0.43	0.44	0.17	0.14	
S.1/bis	C.1	35.41	44.60	0.20	13.95					
	C.2	15.23	10.08	0.84	60.94	9.18	3.48			0.10
S.2	C.1	38.71	51.33	0.09	5.75	0.7	0.19	0.12	traces	
	C.2	33.51	42.90	0.22	18.71	0.47	0.39	0.12	0.10	
	C.3	32.15	39.71	0.36	22.33	1.00	0.60	0.13	0.18	
	C.4	24.73	32.83	0.18	39.38	0.53	0.29	0.1	traces	
	C.5	27.28	33.11	0.31	33.84	0.75	0.71	traces	traces	
S.3	C.1	33.04	46.21	0.31	11.76					
S.3/bis	C.1	38.70	51.88	0.15	6.36	0.28	0.18	traces	traces	
	C.2	4.63	2.35	0.18	76.48	11.40	1.96			0.10
	C.3	35.57	46.80	0.27	13.09	0.50	0.34	traces	0.09	
	C.4	14.60	17.05	0.26	65.74	0.69	0.48	0.09	0.1	
S.4	C.1	16.36	13.29	1.03	52.53	10.82	3.26			0.10
	C.2	35.35	45.93	0.28	23.14	0.45	0.35	traces	0.09	

TABLE 2

Sond. N°	Echant. N°	P.a.F.	CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃
S.4	C.3	19.59	21.18	0.25	57.83	0.63	0.41	traces	0.07	
S.8	C.1	40.30	50.90	0.26	4.54					
	C.2	15.39	11.72	0.97	55.75	11.69	3.16			0.15
	C.3	38.00	47.90	0.36	8.90					
	C.4	18.24	21.09	0.26	58.38					
S.9	C.1	40.10	48.72	0.13	5.16	0.42	0.14	traces	traces	
	C.2	5.81	5.71	0.94	63.98	15.76	2.87			0.10
	C.3	23.56	29.28	0.17	47.07	0.63	0.18	0.14	traces	
S.10	C.1	32.80	41.30	0.30	21.00					
S.11	C.1	17.29	3.23	0.45	75.86	2.52	1.97	traces	0.13	
	C.2	4.63	3.35	0.28	76.58	9.20	2.92			0.15
	C.3	34.10	42.90	0.37	18.20					
	C.4	23.08	25.03	0.52	40.50					
S.12	C.1	37.59	47.72	0.17	11.76	0.22	0.21	traces	traces	
	C.2	35.11	46.56	0.20	13.10	0.52	0.31	traces	traces	

TABLE 3

Sond. N°	Echant. N°	P.a.F.	CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃
S.12	C.3	19.71	24.89	0.23	49.60	0.63	0.34			
	C.4	32.24	44.57	0.26	8.53	0.52	0.34			
	C.5	24.47	30.14	0.19	40.14	0.36	0.29			
S.13	C.1	36.96	45.47	0.18	10.96	0.46	0.20	traces	traces	
	C.2	12.08	10.35	1.51	52.48	14.74	5.90			0.10
	C.3	35.31	43.64	0.26	18.20	0.74	0.30	0.13	traces	
	C.4	15.62	18.36	0.14	63.72	0.88	0.37	0.05	traces	
S.14	C.1	40.60	51.20	0.24	4.60					
	C.2	4.62	2.53	0.28	76.93	10.40	2.12			0.10
	C.3	38.65	48.70	0.30	8.90					
	C.4	21.58	25.90							
	C.5	8.20	3.12							
	C.6	33.21	45.69							
	C.7	12.04	12.62							
S.15	C.1	31.80	39.95	0.31	22.40					

TABLE 4

Sond. N°	Echant. N°	P.a.F.	CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃
S.15	C.2	34.90	43.80	0.33	12.40					
	C.3	41.80	52.80	0.23	3.24					
	C.4	40.14	50.62	0.30	5.50					
	C.5	10.93	9.14							
	C.6	32.80	40.43	0.28	15.80	0.83	0.51	traces	0.09	
	C.7	13.94	13.52							
S.16	C.1	36.51	52.13	0.07	13.38	0.62	0.19	0.09	0.07	
	C.2	4.50	3.94	0.85	64.50	11.85	2.81	0.12	0.10	0.15
	C.3	24.51	39.81	0.36	24.93	1.13	0.60			
	C.4	13.63	14.84	0.12	70.25	0.81	0.35			
S.17	C.1	40.12	50.70	0.26	6.10					
	C.2	40.70	51.40	0.28	5.03					
	C.3	8.07	5.62							
	C.4	37.75	47.37	0.47	8.62					
	C.5	23.00	28.00	0.52	38.50					
S.18	C.1	41.20	52.10	0.25	3.80					

TABLE 5

Sond. ..	Echant. N°	P.a.F.	CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃
S.18	C.2	40.14	50.60	0.30	5.60					
	C.3	18.10	22.50	0.36	55.40					
	C.4	35.00	43.70	0.60	15.45					
	C.5	19.01	20.73							
S.19	C.1	42.25	53.40	0.13	2.75					
	C.2	37.00	46.34	0.50	11.70					
	C.3	16.16	13.06							
	C.4	10.24	7.29							
S.20	C.1	41.38	48.90	0.14	3.31	0.36	0.11	traces	traces	
	C.2	6.73	2.74	0.86	67.80	14.30	3.60			0.10
	C.3	39.00	50.72	0.26	8.12	0.75	0.34	traces	traces	
	C.4	38.98	29.70	0.33	27.08					
	C.5	13.11	13.45	0.16	70.81					
S.21	C.1	36.40	46.00	0.21	15.40					
	C.2	20.96	21.25							
S.24	C.1	41.00	51.80	0.21	4.40					

TABLE 6

Sond. N°	Echant. N°	P.a.F.	CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃
S.25	C.1	37.02	46.09	0.11	8.68	0.55	0.34	traces	traces	
	C.2	28.77	33.76	0.18	29.53	0.62	0.40	0.09	0.1	
	C.3	37.66	46.97	0.17	7.62	0.40	0.19	traces	traces	
S.26	C.1	34.42	40.78	0.32	15.80	0.83	0.51			
S.27	C.1	36.22	44.69	0.14	9.82	0.43	0.24			
	C.2	36.22	44.56	0.14	12.16	0.48	0.24	0.09	traces	
	C.3	36.05	44.11	0.22	12.37	0.75	0.49	0.09	0.09	
S.28	C.1	38.14	47.58	0.19	8.18	0.43	0.37	traces	traces	
	C.2	35.49	43.97	0.27	14.08	0.84	0.61	0.09	0.08	
	C.3	20.12	24.26	0.06	52.34	0.19	0.06	traces	traces	
	C.4	35.64	41.66	0.30	13.04	0.70	0.41	traces	0.09	
S.29	C.1	35.85	43.97	0.27	12.27	0.84	0.52	traces	traces	
	C.2	31.57	38.98	0.27	22.81	0.65	0.48	traces	0.09	
	C.3	10.55	6.7	0.58	78.26	1.39	1.55	traces	0.09	
S.30	C.1	37.73	44.15	0.31	3.12	0.97	0.36	0.09	0.08	
	C.2	28.29	34.36	0.32	35.72	1.69	0.73	0.07	0.05	

TABLE 7

Sond N°	Echant. N°	P.a.F.	CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃
S.30	C.3	29.99	35.85	0.17	31.32	1.16	0.23	0.05	0.02	
	C.4	32.64	39.18	0.36	22.65	1.24	0.63	0.05	0.05	
	C.5	22.31	27.71	0.15	48.01	0.80	0.10	0.05	0.05	
S.31	C.1	39.59	50.25	0.05	5.05	0.14	0.08	0.02	traces	traces
	C.2	39.56	47.57	0.11	5.82	0.43	0.28	0.03	0.02	
S.32	C.1	10.60	13.00	0.35	71.70					
S.33	C.1	39.78	49.78	0.23	6.33	0.87	0.31	0.02	0.03	
	C.2	28.40	33.85	0.36	32.24	1.94	0.66	0.06	0.05	
S.34	C.1	35.58	43.72	0.31	17.20	0.45	0.39	0.02	0.04	
	C.2	20.67	23.07	0.16	53.80	0.35	0.26	0.02	0.04	
	C.3	37.39	44.11	0.22	12.87	0.63	0.53	0.02	0.05	
S.35	C.1	32.99	46.39	0.28	18.90	0.88	0.41	0.03	0.03	
	C.2	19.58	23.32	0.16	54.46	0.98	0.29	0.05	0.04	
	C.3	36.21	43.19	0.31	14.94	1.51	0.80	0.04	0.04	
S.36	C.1	36.50	43.88	0.36	14.33	0.84	0.40	0.03	0.02	
S.37	C.1		41.05	0.36				0.65	0.4	

TABLE 8

Sond. N°	Echant. N°	P.a.F.	CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃
S.37	C.2	21.16	26.96	0.33	47.10					
	C.3	40.00	52.13							
S.38	C.1	36.00	45.90	traces						
S.39	C.1	38.62	49.70	0.76						
	C.2	21.00	27.5							
	C.3	18.00	22.7							
	C.4	39.00	50.4							
S.40	C.1	23.60	29.66	0.17	45.10	1.30	0.31	0.06	0.03	
	C.2	39.75	49.76	0.17	6.55	0.65	0.25	0.03	0.02	
	C.3	32.66	40.80	0.22	22.04	1.35	0.59	0.07	0.04	
	C.4	12.68	12.78	0.17	72.14	0.89	0.46	0.05	0.05	
	C.5	9.29	5.21	0.19	84.23	0.75	0.78	0.05	0.10	
	C.6	37.29	43.06	0.19	11.73	1.00	0.51	0.06	0.05	
	C.7	22.92	29.05	0.24	46.17	1.00	0.55	0.06	0.04	
S.41	C.1	49.01	50.00	0.38						
	C.2	18.00	23.5							

TABLE 9

Sond. N°	Echant. N°	P.a.F.	CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃
S.42	C.1	39.63	47.14	0.29	6.97	0.68	0.31	0.02	0.02	
	C.2	25.44	30.19	0.28	40.85	1.27	0.59	0.06	0.05	
S.43	C.1	25.9	33.10	0.21	39.00					
S.44	C.1	37.17	47.36	0.50	12.30					
	C.2	11.00	14.3							
S.45	C.1	39.45	50.26	0.24	8.10					
	C.2	39.38	50.17	0.30	8.05					
	C.3	38.33	48.83	0.42	10.15					
S.46	C.1	35.00	44.5							
	C.2	3.8	4.6							
S.48	C.1	38.15	47.55	0.12	10.95	0.88	0.37	0.02	0.02	
	C.2	16.82	13.00	0.26	66.00	1.48	0.97	0.04	0.12	
S.49	C.1	34.91	44.98	0.40	16.00					
S.51	C.1	38.20	48.78	0.18						
S.52	C.1	39.30	50.05	traces	8.50					
S.53	C.1	31.40	44.20	0.20						

TABLE 10

Sond. N°	Echant. N°	P.a.F.	CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃
S.53/bis	C.1	33.20	42.40	0.20						
	C.2	24.20	30.87	traces	40.50			0.60	0.35	
S.55	C.1	28.60	36.46	0.29	32.30	0.97	0.58	0.05	0.09	
	C.2	15.48	13.38	0.28	67.45	1.10	0.79	0.05	0.11	
S.56	C.1	34.30	43.66	0.33	17.40					
	C.2	40.74	52.03	0.21				0.25	0.10	
	C.3	41.10	52.40	traces						
	C.4	6.9	8.7							
	C.5	37.50	47.78	0.30	10.50					
	C.6	30.00	36.9							
S.57	C.1	37.50	49.64	0.12						
	C.2	19.5	25.1							
	C.3	26.00	33.5							
S.58	C.1	27.50	35.00	0.15	32.50					
	C.2	35.83	45.90	0.35						
	C.3	14.7	18.3							

TABLE 11

Sond. N°	Echant. N°	P.a.F.	CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃
S.58	C.4	39.87	50.93	0.20						
	C.5	36.50	46.5							
	C.6		1.10							
	C.7	33.00	41.6							
S.59	C.1	39.20	50.22	0.27						
	C.2	20.00	26.00							
S.60	C.1	40.30	51.36	traces						
	C.2	27.80	35.67	0.40	31.65					
S.61	C.1	37.49	47.59	0.12	9.66	0.25	0.18	0.02	0.02	
	C.2	16.72	17.88	0.19	63.15	0.70	0.49	0.03	0.02	
	C.3	39.83	42.41	0.14	6.29	0.39	0.19	0.02	0.02	
S.63	C.1	38.30	48.96	0.60						
	C.2	31.20	39.75	0.15	24.80					
	C.3	40.30	51.43	0.10						
	C.4	3.2	3.3							
	C.5	6.2	7.10							

TABLE 12

Sond. N°	Echant. N°	P.a.F.	CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃
S.65	C.1	38.50	49.04	0.20						
	C.2	36.70	46.81	traces						
S.66	C.1	38.90	49.71	0.25						
	C.2	12.00	13.7							
S.67	C.1	39.50	50.10	traces						
	C.2	38.80	48.57	0.15						
S.68	C.1	12.50	16.30	traces	67.30					
	C.2	5.50	6.16							

