

## Annexe 7 Résultats de l'étude consignée à nouveau sur place



# LABORATOIRE NATIONAL DES TRAVAUX PUBLICS ET DU BATIMENT

Alarobia - ANTANANARIVO MADAGASCAR



DOSSIER N° 04 SF 06

MATSUDA CONSULTANTS INTERNATIONAL CO.LTD

43-3 Yoogi 3-chome shibuya-ku, Tokyo Japan

Tél: 81-3-3047-3561

Fax: 81-3-3407-3413

Email: shimada @matsucon.co.jp

EPP AMPEFILOHA AMBODIRANO  
TRAVAUX DE RECONNAISSANCE GEOTECHNIQUE DE SOLS  
DE FONDATION

—oOo—

Antananarivo, le **11 MAR 2004**

THE/rh

A-33

## SOMMAIRE

- I. – GENERALITES
- II. – APERÇU GEOLOGIQUE
- III. – DESCRIPTION SOMMAIRE DU PROJET
- IV. – RECONNAISSANCE DU TERRAIN
  - IV.1. – Travaux de reconnaissance
  - IV.2. – Résultats de la reconnaissance
    - IV.2.1. Pénétrogrammes
    - IV.2.2. Coupe du sol
    - IV.2.3. Paramètres pressiométriques
  - IV.3. – Synthèse des résultats
- V. – ETUDE DE FONDATION
  - V.1. – Hypothèses de calcul
  - V.2. – Résultats des calculs
  - V.3. – Schéma de principe du matelas de substitution
  - V.4. – Résultats des calculs sur matelas
- VI. – CONCLUSIONS

## ANNEXES

- I. – PLAN DE SITUATION GENERALE
- II. – PLAN DE SITUATION DES POINTS DE SONDAGES
- III. – DIAGRAMMES DES SONDAGES PENETROMETRIQUES
- IV. – DIAGRAMME DU SONDAGE PRESSIOMETRIQUE
- V. – COUPE SYNTHETIQUE DES SOLS

## **I. – GENERALITES**

Suivant le contrat entre MATSUDA CONSULTANTS INTERNATIONAL CO.LTD et le Laboratoire National des Travaux Publics et du Bâtiment (L.N.T.P.B.), ce dernier a réalisé l'étude géotechnique du site devant recevoir une Ecole Primaire Publique à Ampefiloha Ambodirano CISCO d'Antananarivo.

Le présent rapport rend compte des résultats des investigations ainsi que l'interprétation des résultats.

## **II. – APERCU GEOLOGIQUE**

Le site du projet repose sur les formations du socle cristallin d'âge précambrien de Madagascar. Il se trouve près du pied de colline constituée par les formations de la ride granito-migmatitique de la région centrale et dans la vaste plaine de la région d'Antananarivo. Les couches superficielles sont formées de l'argile et de limon argileux

## **III. – DESCRIPTION SOMMAIRE DU PROJET**

Le site du projet se trouve dans une zone remblayée séparée de la digue du canal d'irrigation du Génie Rural par un caniveau. L'ouvrage projeté est un bâtiment à un étage couvrant une surface de 288 m<sup>2</sup>. Un petit local servant de toilettes sera également construit dans l'enceinte du site.

## **IV. – RECONNAISSANCE DU TERRAIN**

### **IV.1. – Travaux de reconnaissance**

La reconnaissance géotechnique s'appuie sur les types d'investigations suivantes :

Trois (03) sondages au pénétromètre dynamique pour apprécier l'homogénéité du site et déterminer les caractéristiques mécaniques globales des formations rencontrées :

Un (01) sondage à la tarière manuelle pour connaître la coupe du sol couplé à des essais au pressiomètre Ménard tous les mètres pour déterminer les caractéristiques mécaniques, bases des calculs de prédimensionnement des fondations.

Le plan d'implantation des sondages est figuré en annexe.

Le tableau suivant récapitule le nombre et la profondeur des sondages effectués :

Sondages au pénétromètre Dynamique	Sondage à la tarière manuelle	Sondage au pressiomètre Ménard
Pd1= 14.20 m		
Pd2= 14.00 m		
Pd3= 15.00 m	Tr1= 10,50 m	Pr1= 10.00 m

## IV.2. – Résultats de la reconnaissance

### IV.2.1. Pénétrogrammes

Les résultats sont présentés sous forme de diagramme donnant la résistance  $q_d$  en profondeur. Ces diagrammes sont consignés en annexe. Ils peuvent être résumés comme suit :

- ✓ De 0 à 1.00 m : couche de moyenne résistance
  - $2 < q_d < 11$  MPa ;
- ✓ De 1.00 à 3.20 m : couche de faible résistance
  - $q_d \approx 2$  Mpa ;
- ✓ De 3.20 à 7.80 m : couche de moyenne résistance
  - $2 < q_d < 11$  MPa ;
- ✓ Au delà de 7.80 m : couche de moyenne à forte résistance
  - $4 < q_d < 26$  MPa.

### IV.2.2. Coupe du sol

La coupe de sol obtenue est la suivante :

De 0.00 à 1.00 m	Limon argileux marron avec de l'argile grisâtre
De 1.00 à 6.00 m	Argile tourbeuse grise noirâtre
De 6.00 à 8.00 m	Sable tourbeux noirâtre
De 8.00 à 10.50 m	Sable fin à moyen grisâtre assez compact.

La nappe phréatique a été décelée vers 0.50m de profondeur.

### IV.2.3. Paramètres pressiométriques

Les diagrammes pressiométriques sont consignés en annexe

Les paramètres pressiométriques mesurés dans le sondage sont :

Profondeur (m)	Sondage Pr <sub>1</sub> /Pd <sub>3</sub>	
	Module pressiométrique E (Mpa)	Pression limite Pl (Mpa)
1	0.91	0.06
2	1.57	0.08
3	1.78	0.09
4	2.21	0.10
5	1.74	0.13
6	1.76	0.17
7	1.79	0.26
8	3.57	0.69
9	3.16	0.72
10	3.12	0.78

### IV.3. – Synthèse des résultats

A l'examen des diagrammes pénétrométriques, il est constaté que plus on s'éloigne du remblai de digue côté est, plus les résistances à la pénétration dynamique diminuent. Ceci est dû probablement au fluage du remblai de la digue lors de sa mise en œuvre.

Le site se trouve dans une zone moue où on rencontre en principe une succession de :

- argile tourbeuse plus ou moins argileuse de très faible résistance à la pénétration ;
- sable fin à moyen argileux ;
- sable grossier.

### V. – ETUDE DE FONDATION

#### V.1. – Hypothèses de calcul

Le prédimensionnement a été basé sur les résultats des sondages  $Pr_1/Pd_3$ .

La méthode de calcul utilisé pour déterminer le taux de travail du sol est la NOTICE D60 relative à la méthode pressiométrique conforme au Document Technique Unifiée (DTU 13.2).

Le calcul a été mené avec les hypothèses suivantes :

- semelle isolée carrée et filante de largeur variant de 0,80 à 1,50 m ;
- ancrage des semelles fixé à 0,50 m, dans la couche d'argile. En deçà de cette profondeur, ou risque de se trouver dans la couche de l'argile tourbeuse, matériau inconstructible, ou la nappephréatique.

#### V.2. – Résultats des calculs

Les calculs ont donné les résultats suivants :

Type de fondation	Ancrage D (m)	Largeur B (m)	$q_a$ (KPa)	$W_a$ (cm)	$\sigma_s$ (KPa)	Q (T ou T/ml)
Isolée	0.50	0.80	35	0.75	34	2
		1.00	35	0.95	35	4
		1.20	35	1.24	35	5
		1.50	34	1.31	34	8
Filante	0.50	0.80	28	1.07	28	2
		1.00	29	1.43	29	3
		1.20	30	1.91	26	2
		1.50	29	2.03	23	2

Avec :  $q_a$  : contrainte admissible vis-à-vis du poinçonnement de la couche argileuse

$W_a$  : tassement induit par  $q_a$  (cm)

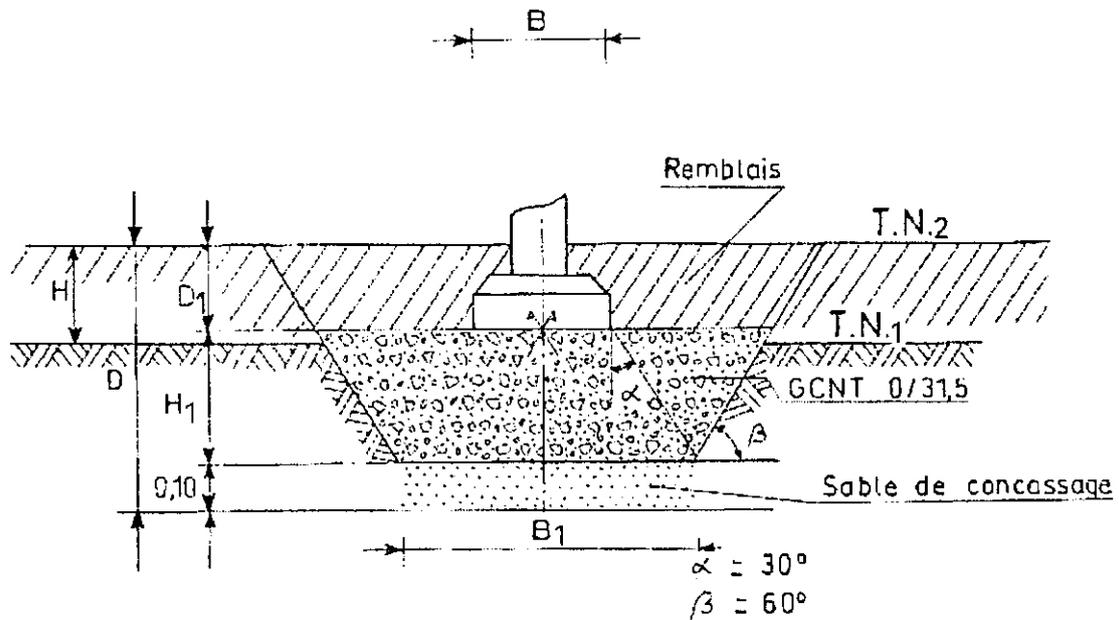
$\sigma_s$  : taux de travail du sol (KPa)

Q : charge admissible sur semelle (Tonnes ou Tonnes/ml)

D'après ces résultats, le site présente un faible taux de travail du sol variant de 23 à 35 KPa. Ainsi, il est préconisé de mettre un matelas de substitution pour améliorer l'assise de fondation. Ce matelas sera en grave concassé non traité (GCNT 0.131.5). Son épaisseur prise en compte dans les calculs est variable de 0.70 à 1.00 m.

Comme il nous faut un ancrage minimum de 0.50 m pour les semelles d'une part et que dépasser cette profondeur équivaldrait à asseoir le matelas sur les couches tourbeuses d'autre part, un remblaiement s'avère nécessaire.

### V.3. – Schéma de principe du matelas de substitution



- D : ancrage du matelas de substitution
- D<sub>1</sub> : ancrage de la semelle = 0.50 m
- H : hauteur du remblai
- H<sub>1</sub> : épaisseur du matelas de substitution
- B : largeur de la semelle
- B<sub>1</sub> : largeur du matelas (B<sub>1</sub> = B + H<sub>1</sub>)
- T.N.<sub>1</sub> : ancien terrain naturel
- T.N.<sub>2</sub> : nouveau terrain naturel après remblai

### V.4. – Résultats des calculs sur matelas

Les pré-dimensionnements avec le remblai supplémentaire et le matelas de substitution ont donné les résultats présentés dans le tableau ci-dessous. La méthode de calcul utilisée est celle de la bicouche basée sur la théorie du bicouche de Burmister et Fox.

Type de fondation	Largeur B (m)	Ancrage matelas D (m)	Epaisseur matelas H <sub>1</sub> (m)	Contrainte $\sigma_p$ (KPa)	Tassement W <sub>s</sub> (cm)	Taux de travail $\sigma_s$ (KPa)	Charge Q (T ou T/ml)	Hauteur Remblai H (m)	
Isolée	0.80	1.30	0.70	102	1.17	102	7	1.00	
	1.00			87	1.30	87	9		
	0.80		1.40	0.80	120	1.35	120		8
	1.00				100	1.50	100		10
	1.20	1.50	0.90	92	1.65	92	13		
	0.80			134	1.47	134	9		
	1.00			112	1.60	112	11		
	1.20			97	1.76	97	14		
	0.80			106	0.73	117	8		
	1.00			99	0.86	99	10		
1.20	1.50	1.00	90	1.11	90	13	1.10		
1.40			91	1.35	91	18			
1.50			83	1.41	83	19			
1.60			78	1.36	78	20			

Type de fondation	Largeur B (m)	Ancrage matelas D (m)	Epaisseur matelas H <sub>1</sub> (m)	Contrainte $\sigma_p$ (KPa)	Tassement W <sub>s</sub> (cm)	Taux de travail $\sigma_s$ (KPa)	Charge Q (T ou T/ml)	Hauteur Remblai H (m)		
Filante	0,80	1,30	0,70	85	1,87	85	7	1,00		
	1,00			73	1,80	73	7			
	0,80			1,40	0,80	98	2,13		98	8
	1,00					83	2,05		83	8
	1,20					76	2,26		76	9
	0,80	1,50	0,90	108	1,97	108	9			
	1,00			92	2,18	92	9			
	1,20			80	2,38	80	10			
	0,80			1,50	1,00	82	1,07		82	7
	1,00					71	1,30		71	7
1,20	67	1,73	67			8				
1,40	70	2,15	70	10						
1,50	64	2,27	64	10						
1,60	61	2,13	61	10						

Avec : B : largeur de la semelle (m)  
D : ancrage du matelas à partir du nouveau côté du terrain naturel (m)  
H<sub>1</sub> : épaisseur du matelas (m)  
 $\sigma_p$  : contrainte au niveau du matelas, admissible vis-à-vis du poinçonnement de la couche argileuse  
 $\sigma_s$  : taux de travail du sol retenu en tenant compte d'un tassement absolu de 1.65 cm pour semelle isolée et de 2.50 cm pour semelle filante

## VI. – CONCLUSIONS

Les résultats des reconnaissances du sol de fondation ont permis de conclure que :

- le site est plus ou moins hétérogène du point de vue résistance au pénétromètre dynamique. Sur le côté Est du site, les sols accusent une moyenne résistance probablement dû au fluage du remblai de la digue lors de sa mise en œuvre ;
- les sols en place présentent un faible taux de travail, ainsi la mise en œuvre d'un matelas de substitution en grave concassée non traité GCNT 0/31.5 pour améliorer le sol d'assise des fondations a été préconisée. Cette mise en œuvre sera précédée de celle d'un remblai de 1.00 m ou de 1.10m d'épaisseur selon le cas.

Le remblai et le matelas seront à compacter suivant les règles de l'art.

L'ingénieur chargé de l'étude



TSARAFIAYV Hajanirina Eddy

Le Chef de Département  
Géotechnique et  
Mécanique des Sols



RANDRIAMAMPINANINA Rodolphe RANDRIANARISATA Louis de Gonzague