

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS	i
TABLE DES MATIERES	ii
LISTE DES ACRONYMES ET ABREVIATIONS	iv
LISTE DES FIGURES.....	v
LISTE DES TABLEAUX	vi
LISTE DES FORMULES.....	viii
LISTE DES ANNEXES	ix
INTRODUCTION.....	1
PARTIE I.....	2
GENERALITES SUR LES RESEAUX DE NIVELLEMENT.....	2
I-1. PRESENTATION DU SUJET :.....	3
I.1.1. Objectifs du sujet.....	3
I.1.2. Résultats attendus.....	3
DEFINITIONS ET RAPPELS	4
I.2.1. Nivellement.....	4
I.2.2. Géoïde.....	4
I.2.3. Nivellement dans le système dynamique ou normale et orthométrique	4
PARTIE II.....	5
TRAVAUX DE PREPARATION.....	5
II-1 DOCUMENTATION	6
II.1.1 Fiche signalétique :	6
II.1.2 Carte :	6
II-2 VISITE ET RECONNAISSANCE :	6
II.2.1 Visite :	6
II.2.2 Reconnaissance :.....	6
II-3 MATERIALISATION :.....	7
II-4 PERSONNEL:	7
II.4.1 Chef de brigade operateur :.....	7
II.4.2 Secrétaire :.....	7
II.4.3 Portes mires :	8
II-5 QUELQUES INSTRUMENTS UTILISENT EN NIVELLEMENT DE PRECISION :	8
II.5.1 Mire invar:	8

II.5.2 Niveau :	9
II.5.3 Trépied	10
II.5.4 Crapauds :	11
II-6 REGLAGE DE NIVEAU :	11
II.6.1 Erreur de collimation :	11
II.6.2 Réglage de niveau :	11
PARTIE III	16
TRAVAUX SUR TERRAIN	16
Introduction:	17
III.1. ETUDE DE STABILITE DES POINTS	17
III.1.1 Généralités :	17
III.1.2 Causes d'instabilité d'un point	26
III.2. CHEMINEMENT PROPREMENT DIT	26
III.2.1 Choix de la méthode utilisée :	26
III.2.2 Principe de la méthode de double station	26
III.2.3 Avantages de cette méthode	39
III.2.4 Difficultés de la méthode :	39
III.3. Matérialisation	40
REPRESENTATION DES BORNES AU SEIN DE L'E.S.P.A	40
PARTIE IV	46
TRAVAUX DE BUREAU	46
IV.1. LES TRAVAUX DE BUREAU	47
VI.1.1 Vérification des carnets de terrain	47
VI.1.2 Calcul de fermeture	48
VI.1.3 Corrections orthométriques et compensations	48
VI.1.4 Calcul des altitudes définitives	48
IV.2. BUDGETISATION	53
IV.2.1. Déroulement des travaux	53
IV.2.2. Temps	53
RECOMMANDATIONS	57
CONCLUSION	58
REFERENCE ET BIBLIOGRAPHIES	59
AXES DU CHEMINEMENT	I
INFORMATIONS	III

LISTE DES ACRONYMES ET ABREVIATIONS

E.S.P.A. : Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo

I.G.F : Information Géographique et Foncière

F.T.M: Foiben- Taosaritanin'i Madagasikara

N.G.M. : Nivellement Général de Madagascar

I.G.N: Institut Géographique National

I.G.N 1950 : Type de niveau utilisé

G.P.S: Global Positioning System

WGS84: World Geodetic System 1984

G.R.S.80: Geodetic Reference System 1980

LAV1: Lecture avant de l'échelle I (petite graduation) de la mire avant

LAV2: Lecture avant de l'échelle II (grande graduation) de la mire avant

LAR1: Lecture arrière de l'échelle I (petite graduation) de la mire arrière

LAR2: Lecture arrière de l'échelle II (grande graduation) de la mire arrière

$\frac{1}{2}$ **D1** : demi-distance 1 (Différence entre le fil supérieur et le fil niveleur de la mire)

$\frac{1}{2}$ **D2** : demi-distance 2 (Différence entre le fil niveleur et le fil inférieur de la mire)

Cte1: constante 1 de la mire qui est la différence entre les deux fils niveleurs de l'échelle I et de l'échelle II de la mire sur le premier cheminement

Cte2: constante 2 de la mire qui est la différence entre les deux fils niveleurs de l'échelle I et de l'échelle II de la mire sur le deuxième cheminement

DN1: Dénivelée 1 entre deux points sur la première graduation d'une mire

DN2: Dénivelée 2 entre deux points sur la deuxième graduation d'une mire

DN 1 moyenne : Moyenne de Dénivelée pour le cheminement N1

DN 2 moyenne : Moyenne de Dénivelée pour le cheminement N2

DN moyen : Moyenne de Dénivelée pour le cheminement

DN corg: Dénivelée corrigée pour chaque cheminement

Z : Altitude d'un point

Zobs : Altitude observée

Z réel : Altitude existante

D: Distance

St°: Station

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : mire invar	8
Figure 2 : Niveau de précision de type I.G.N 1950	10
Figure 3: trépied.....	10
Figure 4 : crapaud	11
Figure 5 : Représentation des vis R et R'.....	12
Figure 6 : Principe de réglage de niveau	13
Figure 7 Croquis de trois repères de nivellement existants à Alakamisy-Fenoarivo.....	18
Figure 8: représentation des repères de nivellement.....	25

Rapport-gratuit.com 
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Récapitulatif des résultats obtenus par levés entre Eglise Catholique Fenoarivo et le point Aqueduc Mlle 10 Alakamisy par la méthode de double station du cheminement N °1	19
Tableau 2 : Récapitulatif des résultats obtenus par levés entre Eglise Catholique Fenoarino et Mlle 10 par la méthode de double station du cheminement N°2	20
Tableau 3 : Résultats obtenus par levés entre l'Eglise Catholique Fenoarivo et Le point l'aqueduc Mlle 10 Alakamisy par la méthode de DOUBLE STATION	21
Tableau 4 : Récapitulatif des résultats obtenus par levé entre le point Aqueduc Mle 10 et point Aqueduc Mlle 11 par la méthode de CHOLESKI du cheminement N 1	23
Tableau 5 : Récapitulatif des résultats obtenus par levés entre le point Aqueduc Mle 10 et point Aqueduc Mlle 11 par la méthode de CHOLESKI du cheminement N 2	23
Tableau 6 : Résultat obtenu par levé entre le point Aqueduc Mle 10 et le point l'aqueduc Mlle 11 Alakamisy par la méthode de CHOLESK	24
Tableau 7 : Récapitulation des données pour l'étude de stabilité des points d'appui entre L'Eglise catholique Romane Fenoarivo et le point Aqueduc Mle 10 et Mle 11 Alakamisy	25
Tableau 8 : Récapitulatif des résultats obtenus par levés entre le point AQUEDUC Mle 11 Alakamisy et le POINT FIXE I par la méthode de DOUBLE STATION du cheminement N° 1	28
Tableau 9 : Récapitulatif des résultats obtenus par levés entre le point AQUEDUC Mle 11 Alakamisy et le POINT FIXE I par la méthode de DOUBLE STATION du cheminement N °2	29
Tableau 10 : Récapitulatif des résultats obtenus par levés entre le POINT FIXE I ET LE POINT FIXE II par la méthode de DOUBLE STATION du cheminement N1	30
Tableau 11 : Récapitulatif des résultats obtenus par levés entre le POINT FIXE I et LE POINT FIXE II par la méthode de DOUBLE STATION du cheminement N °2	31
Tableau 12 : Récapitulatif des résultats obtenus par levés entre le POINT FIXE II ET LE POINT FIXE (PONT) III par la méthode de DOUBLE STATION	32
Tableau 13 : Récapitulatif des résultats obtenus par levés entre le POINT FIXE II Et LE POINT FIXE III (PONT) par la méthode de DOUBLE STATION	33
Tableau 14 : Récapitulatif des résultats obtenus par levés entre le POINT FIXE III ET Le REPERE A (I.G.F42006) par la méthode de DOUBLE STATION	34
Tableau 15 : Récapitulatif des résultats obtenus par levés entre le POINT FIXE III ET LE REPERE A (I.G.F42006) par la méthode de DOUBLE STATION	35

Tableau 16 : Contrôle et Résultats par levés ou mesure des points entre LE POINT AQUEDUC MLE 11 Alakamisy Et LE REPERE A (I.G.F42006) au sein de L'E.S.PA par la méthode de DOUBLE STATION.....	36
Tableau 17 : Récapitulatif des résultats obtenus par levés entre le REPERE A (I.G.F42006) Et Le REPERE B (ARPENTAGE) par la méthode de DOUBLE STATION du cheminement N 1.....	40
Tableau 18 : Récapitulatif des résultats obtenus par levés entre le REPERE A(I.G.F42006) Et LE REPERE B (ARPENTAGE) par la méthode de DOUBLE STATION du cheminement N2.....	41
Tableau 19 : Résultat des opérations entre Le REPERE A (I.G.F4-2006) Et LA REPERE B (ARENTAGE) DE L'E.S.P.A PAR LA METHODE DE DOUBLE STATION	41
Tableau 20 : Récapitulatif des résultats obtenus par levé entre le REPERE A (I.G.F42006) Et Le REPERE C(I.G.FL32008) de l'E.S.P.A par la méthode de DOUBLE STATION du cheminement N1.....	43
Tableau 21 : Récapitulatif des résultats obtenus par levés entre le REPERE A (I.G.F42006) Et Le REPERE C(I.G.FL32008) de l'E.S.P.A par la méthode de DOUBLE STATION du cheminement N2.....	43
Tableau 22 : Résultat des opérations entre le REPERE A Et Le REPERE C DE L'E.S.P .A PAR LA METHODE DE DOUBLE STATION	44
Tableau 23 : Résultat final des opérations par deux méthodes différentes de nivellement de précision : CHOLESKI et DOUBLE STATION.....	49
Tableau 24 : Fiche signalétique du point A (I.G.F4-2006)	50
Tableau 25 : Fiche signalétique du point B (ARPENTAGE).....	51
Tableau 26 : Fiche signalétique du point C (I.G.FL3 2008).....	52
Tableau 27 : Récapitulatif du Coût du Cheminement	56

LISTE DES FORMULES

$$\text{Constante 1} = \text{LAR2-LAR1}$$

$$\text{Constante2} = \text{LAV2-LAV1}$$

$$\text{DN 1} = \text{LAR 1} - \text{LAV1}$$

$$\text{DN 2} = \text{LAR 2} - \text{LAV2}$$

$$\text{DN moyenne} = (\text{DN 1} + \text{DN 2})/2$$

$$\text{Z arrivé} = \text{Z de départ} + \sum \text{DN}$$

LISTE DES ANNEXES

Annexes N 1 : Fiche signalétique existante au sein du F.T.M dans la commune Fenoarivo

Annexes N 2 : Modèle de carnet de nivellement de précision par la méthode de double station

Annexes N 3 : axes du cheminement

INTRODUCTION

Vu la précision millimétrique demandée dans le nivellement de précision, tous les matériels utilisés et la méthode préconisée sont très spécifiques. C'est pourquoi nous avons choisi de traiter le sujet « ETABLISSEMENT DES REPERES DE NIVELLEMENT AU SEIN DE L'Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo » comme thème de mémoire de fin d'étude pour l'obtention de diplôme Licence Es Sciences Techniques.

Ce sujet va nous permettre de comprendre et de maîtriser des nouvelles méthodes, de nous familiariser à d'autres concepts, de faire la différence entre les divers types d'altitudes.

Dans ce mémoire, j'ai opté pour la méthode de nivellement de précision dite double station, pour déterminer trois points de nivellement rattachés au Nivellement General de Madagascar avec une précision millimétrique et dans le système orthométrique.

Notre plan comporte quatre grandes parties :

- La première partie, « Généralités sur le réseau de nivellement, »
- La seconde partie « Travaux de préparation de la réalisation du travail »
- La troisième partie « travaux sur terrain »
- Nous terminons par « Travaux de bureau suivi d'une budgétisation »

PARTIE I

GENERALITES SUR LES RESEAUX DE NIVELLEMENT

I-1. PRESENTATION DU SUJET :

I.1.1. Objectifs du sujet

Dans l'enceinte de l'école supérieure polytechnique d'Antananarivo, il existe déjà deux (2) bornes matérialisées connues en (X; Y) dans les deux systèmes Laborde et WGS84, ainsi que la hauteur de ces points au dessus de l'ellipsoïde de révolution GRS80. La détermination des points de nivellement dans l'enceinte de l'ESPA a pour objectifs :

- L'obtention des points connus en z de précision millimétrique dans le système de nivellement orthométrique, rattachés au nivellement général de Madagascar, points qui seront utilisés pour les travaux pratiques des étudiants.
- La détermination du géoïde dans la zone autour de l'ESPA par rapport à l'ellipsoïde GRS80.
- La maîtrise des méthodes de nivellement de précision qui ne sont pas vraiment développées pendant les cours théoriques.

I.1.2. Résultats attendus

Ce projet de fin d'étude à pour but de déterminer trois (3) bornes du nivellement connu en Z rattachées au N.G.M (nivellement général de Madagascar) dans le système orthométrique avec une précision millimétrique. Ces nouveaux points seront déterminés par deux (2) méthodes différentes de nivellement de précision : la méthode dite double station et la méthode dite Choleski.

L'altitude définitive sera donc la moyenne des deux (2) cotes.

Des fiches signalétiques seront établies et disponibles pour tous les utilisateurs.

DEFINITIONS ET RAPPELS

I.2.1. Nivellement

C'est l'ensemble des opérations qui permet de déterminer l'altitude des points du terrain. Il a pour but de déterminer la différence d'altitude ou la dénivelée entre deux points par rapport au niveau moyen de la mer. Le nivellement de précision sera effectué par un niveau de précision avec micromètre couplé à une lame à faces parallèles et des mires invar étalonnées. L'appareil doit être contrôlé avant chaque opération.

I.2.2. Géoïde

Le géoïde est la surface équipotentielle du champ de pesanteur qui correspond au niveau moyen de la mer. C'est la surface de référence utilisée dans la topographie. Cette surface n'est pas une surface mathématique. Notons que les différentes surfaces équipotentielles ne sont pas parallèles du fait de la variation de la pesanteur.

I.2.3. Nivellement dans le système dynamique ou normale et orthométrique

L'altitude d'un point liée à la pesanteur est appelée altitude dynamique utilisée par les aviateurs. Plus on monte, plus la pesanteur diminue. Comme les surfaces équipotentielles ne sont pas parallèles, deux points de même altitude dynamique n'ont pas les mêmes distances métriques par rapport à la surface de référence géoïde.

La cote orthométrique d'un point est la distance métrique suivant la verticale du point par rapport à la surface de référence géoïde. Deux points de même cote orthométrique peuvent donc ne pas avoir les mêmes potentiels d'où la correction orthométrique à appliquer lors d'un nivellement de précision.

Tandis que la hauteur d'un point déterminée par GPS est la hauteur du point par rapport à l'ellipsoïde GRS80.

Le Nivellement General de Madagascar est un système orthométrique.

PARTIE II

TRAVAUX DE PREPARATION

II-TRAVAUX DE PREPARATION

II-1 DOCUMENTATION

La documentation est très importante pour la préparation du travail.

Nous avons pu trouver aux archives du FTM les documents suivants :

II.1.1 Fiche signalétique :

Les points du réseau de Nivellement de Madagascar sont repérés dans des fiches au FTM qu'on appelle fiche signalétique concernant chaque point, elle indique le lieu d'emplacement exact de la borne ou repère et toutes les informations concernant chaque point : cote, position, distance kilométrique, schéma de repérage ...

II.1.2 Carte :

C'est une représentation conventionnelle d'une surface, d'une zone, d'une région ou d'un pays, donnant diverses indications géographiques. Elle est utilisée pendant la préparation d'exécution des travaux sur terrain pour les choix de l'itinéraire du cheminement, les choix de l'emplacement du repère etc.....

II-2 VISITE ET RECONNAISSANCE :

II.2.1 Visite :

La visite permet de vérifier l'existence effective des repères du nivellement sur terrain. Elle est effectuée par le chef de Brigade. En effet, de l'existence des repères dépend le choix des points de départ du cheminement. Il faut assurer que ce repère de départ soit stable.

II.2.2 Reconnaissance :

C'est une descente sur terrain qui a pour but de collecter toutes les informations utiles :

- ❖ Variation du terrain : dénivelée, végétation, accessibilité ;
- ❖ Approvisionnement : ciment, carburant, électricité, vivre ;
- ❖ Main d'œuvre : manœuvre (porte mire, secrétaire,.....) ;
- ❖ Point de ralliement, quartier général ;
- ❖ Etc.

II-3 MATERIALIZATION :

On matérialise les points de nivellement par des bornes ou repères dans un endroit stable et bien assuré, c'est-à-dire qui ne risque pas d'être détériorés lors des entretiens éventuels des infrastructures. Le choix de l'emplacement du point dépend :

- De la distance entre les points. Généralement, les repères ou bornes sont implantés tous les kilomètres (Km) environ afin d'assurer une densification suivant les normes internationales ;
- De la nature du terrain. Sur un itinéraire où il n'existe pas des infrastructures on plante des bornes en béton ($\phi 20 \times 50 \text{ cm}$) avec au centre un fer de béton de 60 cm de longueur ; dans les ouvrages existants (pont, église...) des consoles seront incrustées ;
- Tous les 10 km environ, à l'intersection des routes on plante des bornes témoins en béton de 1m*1m*1m avec deux repères. Pour les bornes témoins qui sont réputées stables, on n'a plus besoin de faire de stabilité.

II-4 PERSONNEL:

Pour assurer le bon fonctionnement des opérations sur terrain, une équipe bien formée est indispensable .Elle est composée de :

II.4.1 Chef de brigade operateur :

Le chef de brigade dirige tous les travaux.

Il choisit les points de station et les points à matérialiser, la méthode et l'appareil à utiliser.

Il manipule l'appareil c'est-à-dire qu'il procède au centrage, calage et lecture.

Il doit former aussi le secrétaire sur les particularités et les précautions à prendre pour mener à bien toutes les opérations.

II.4.2 Secrétaire :

Il assiste l'opérateur, tient le carnet d'observation en notant les lectures annoncées par l'opérateur, et en les répétant de façon que ce dernier puisse rectifier une lecture erronée. Il calcule et annonce toutes les lectures hors tolérance, détecte les fautes et vérifie que toutes les opérations ont respecté la procédure préétablie.

II.4.3 Portes mires :

Ils placent les mires sur les points à lever. Ils assurent la verticalité de la mire. Ils se déplacent suivant l'ordre de l'opérateur. Ils plantent aussi les crapauds et assure que ces derniers n'ont pas bougé durant toutes les opérations.

II-5 QUELQUES INSTRUMENTS UTILISENT EN NIVELLEMENT DE PRECISION :

Les instruments utilisés en nivellement de précision sont très spécifiques. En effet la précision demandée est millimétrique.

Nous avons utilisé alors un niveau de précision avec système de lame à faces parallèles couplé à un micromètre. Les mires utilisées sont des mires invar et l'utilisation des crapauds s'avère indispensable.

II.5.1 Mire invar:

Représentation de la mire invar :

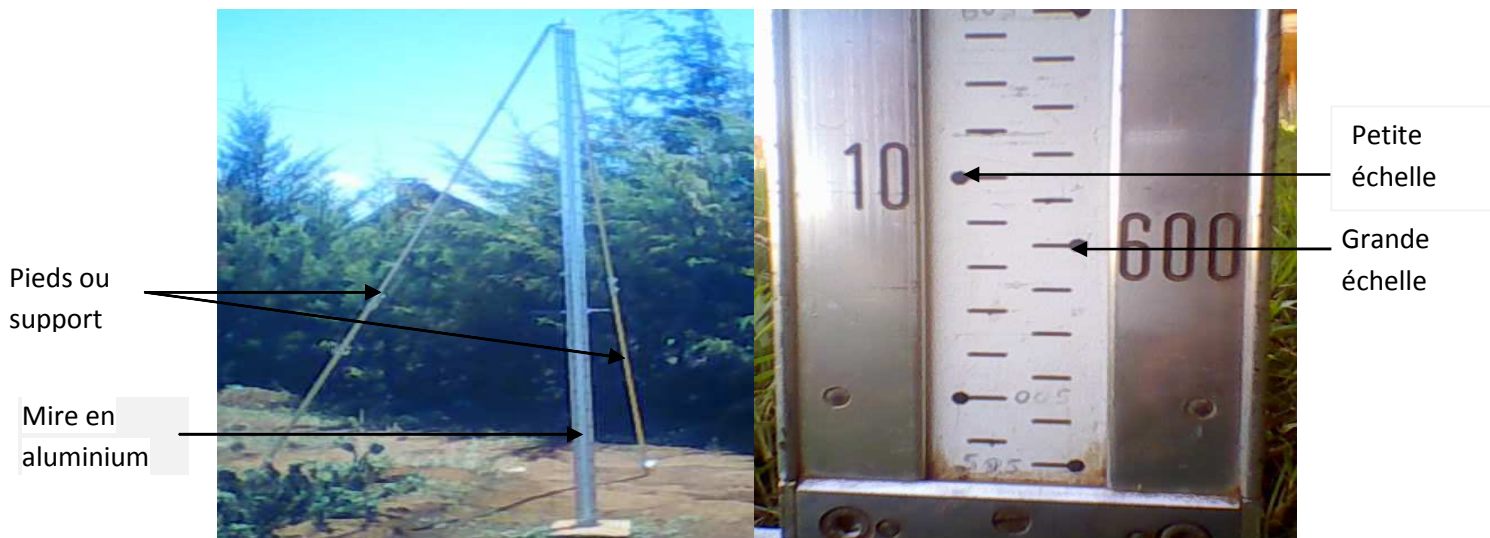


Figure 1 : mire invar

Les mires invar sont réalisées au moyen de fer –nickel (FeNi) dont la dilatation à la température est pratiquement nulle, tendues sur un socle en bois ou en aluminium. Le ruban d'invar comporte deux (02) échelles graduées, décalées l'une par rapport à l'autre (constante de la mire) ;

Ce qui a l'avantage :

- D'éliminer les fautes ;
- De diviser l'erreur par $\sqrt{2}$.

En effet, on fait une lecture sur la première graduation, puis une deuxième lecture sur l'autre graduation. La différence entre ces deux lectures doit être égale à la constante de la mire.

Remarque :

Pendant le cheminement, les mires de nivellement ne sont pas posées sur le sol mais sur des supports métalliques stables : crapauds ou piquets.

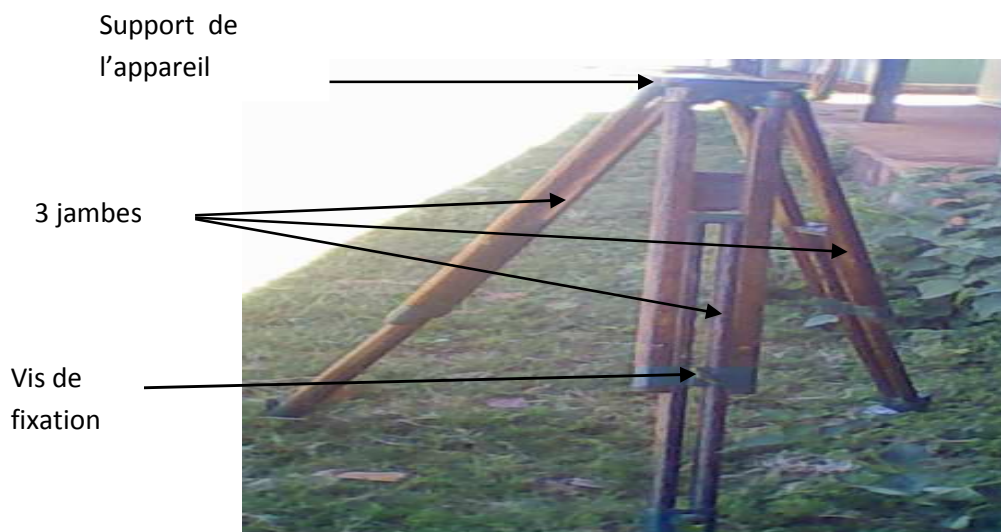
II.5.2 Niveau :

Le niveau utilisé lors de travaux de ce projet est un niveau de précision de type IGN1950. On n'apprécie plus la lecture mais à l'aide d'une vis micromètre reliée à la rotation d'une lame à faces parallèles. On peut lire facilement le 1/100 mm. Notons toutefois que la lecture au 1/100mm ne signifie pas que la précision du niveau est de 1/100mm. En effet, à cette erreur de lecture il faut composer toutes les erreurs accidentelles, à savoir :

- ✓ L'erreur de parallaxe,
- ✓ L'erreur de pointé,
- ✓ L'erreur de verticalité de mire,
- ✓ L'erreur due à la réverbération,
- ✓ L'erreur de la mise de la bulle entre ses repères.

Représentation du niveau**Figure 2 : Niveau de précision de type I.G.N 1950****II.5.3 Trépied**

C'est un instrument topographique qui supporte l'appareil (Niveau de précision). Il est composé de 3 jambes. Les jambes qui sont coulissantes facilitent la mise en place de l'appareil et assure aussi sa stabilité:

Représentation du trépied :**Figure 3: trépied**

II.5.4 Crapauds :

Le crapaud est une masse de fer dont la partie supérieure comporte une bosse sur laquelle est placée la mire. On enfonce le crapaud dans le sol ce qui permet d'assurer une précision de 1/10mm.

Représentation du crapaud :

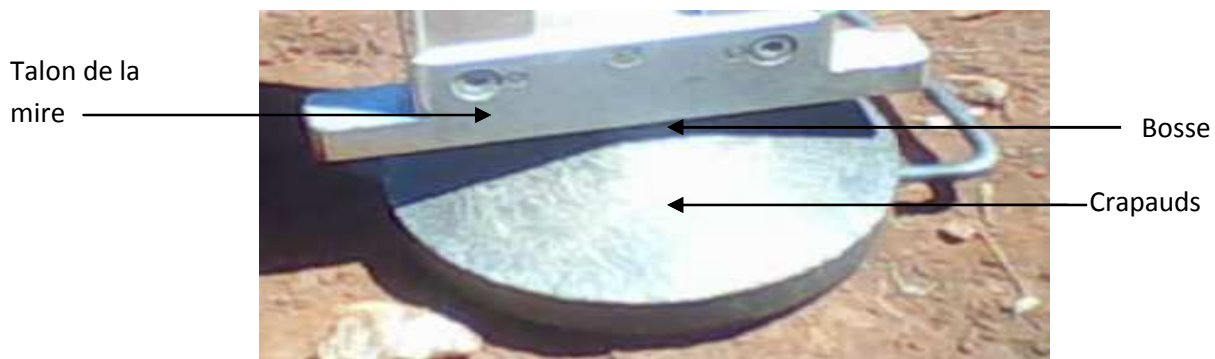


Figure 4 : crapaud

II-6 REGLAGE DE NIVEAU :

II.6.1 Erreur de collimation :

L'erreur de collimation notée ϵ est l'angle de l'axe optique de la lunette avec la directrice de niveau. C'est une erreur systématique qu'il faut éliminer par la méthode de visées égales (distance de visée avant = distance de visée arrière). Néanmoins, on doit et on peut limiter au maximum cette erreur systématique. En effet, il existe des vis pour le réglage.

II.6.2 Réglage de niveau :

Avant chaque mission, il est indispensable de régler le niveau. Pendant le transport il se pourrait que le niveau se dérègle. Ce qui a été fait dans de ce mémoire (voir fiche de réglage de niveau en annexe n°1) :

- 1-on choisit deux points A et B à peu près de même niveau.
- 2- on stationne exactement au milieu de AB et on prend les lectures l_a et l_b . On obtient $h = l_b - l_a$.
- 3-On change de station en hauteur, dans ce cas $h' = l'_b - l'_a$ et on calcule $(h+h')/2$.

4-On stationne à quelques mètres de A. on lit les lectures sur A. Puisque la distance entre la station et A est minime, l'effet de l'erreur est négligeable. On fait alors une erreur sur la lecture l'B. Par contre, connaissant la nouvelle lecture de A la1 et la dénivelée entre A et B qui est $(h+h')/2$; on devrait trouver la lecture sur B lb1= $(h+h')/2+la1$. On agit alors sur les vis R et R' pour lire sur la mire B la lecture lb1. On relit la lecture sur A et on recalcule la lecture qu'on doit trouver sur B. Si nécessaire, agir sur R et R'.



Figure 5 : Représentation des vis R et R'

5-On stationne à quelques mètres de B. On prend la lecture sur B lb et on vérifie que la lecture sur A =la=lb- $(h+h')/2$. Cette fiche doit faire partie du dossier du terrain

Principe de réglage de niveau :

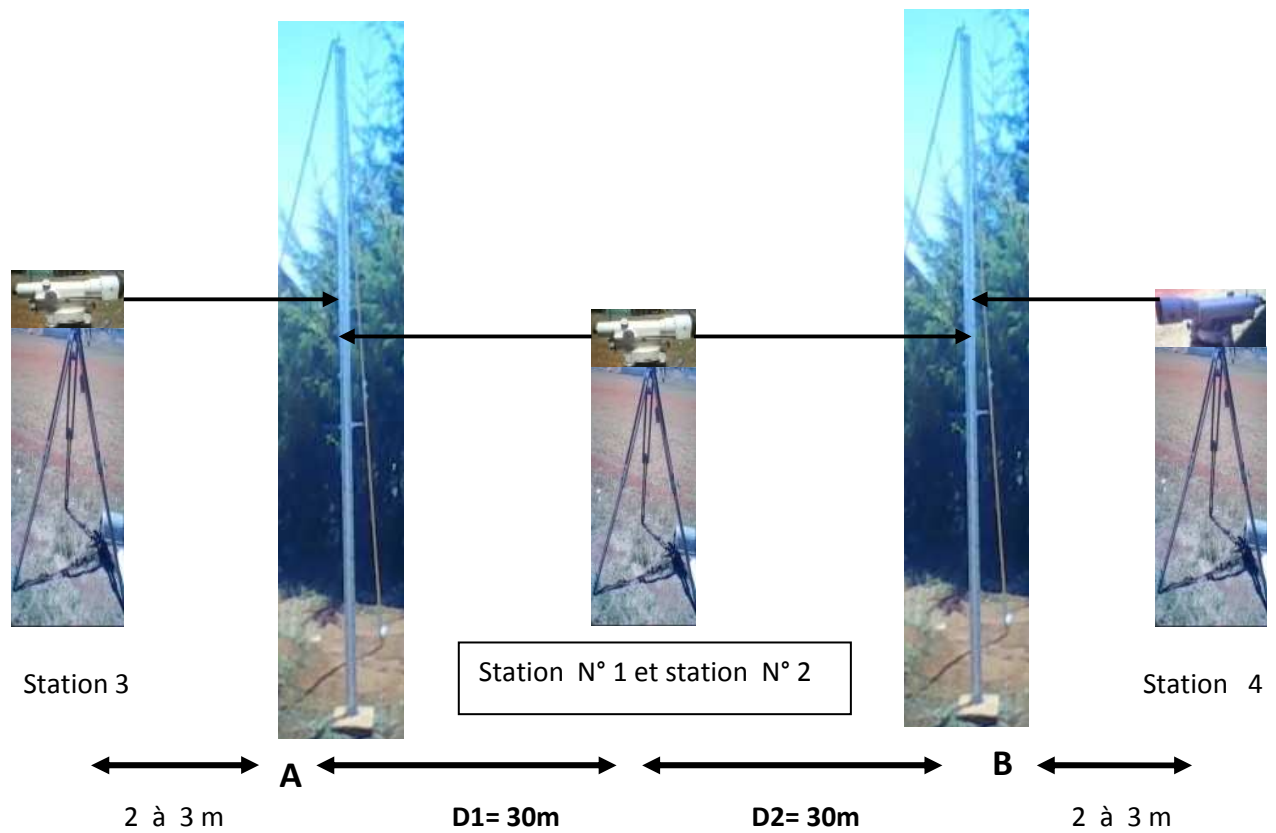


Figure 6 : Principe de réglage de niveau

FICHE DE REGLAGE DE NIVEAU**RESULTATS OBTENUS PAR LEVE OU MESURE SUR TERRAIN DE LA PREMIERE STATION****Station 01**

LAR1(A)	LAR2(A)	Cte 1	LAV1(A)	LAV2(A)	Cte 2	DN1	DN2	DN 2 moyen
167178	758680	591502	116182	707686	591504	50996	50994	50995

RESULTATS OBTENUS PAR LEVE OU MESURE SUR TERRAIN DE LA DEUXIEME STATION**Station 02 :**

LAR1(A)	LAR2(A)	Cte 1	LAV1(A)	LAV2(A)	Cte 2	DN1	DN2	DN 2 moyen
159884	751382	591498	108926	700428	591502	50958	50954	50956

Calcul :

$$\text{Constante 1} = \text{LAR2} - \text{LAR1}$$

$$\text{Constante 2} = \text{LAV2} - \text{LAV1}$$

$$\text{DN1} = \text{LAR1} - \text{LAV1}$$

$$\text{DN2} = \text{LAR2} - \text{LAV2}$$

$$\text{DN1moyenne} = (\text{DN1} + \text{DN2}) / 2 \text{ du cheminement N}^\circ 1 (\text{station1})$$

$$\text{DN 2 moyenne} = (\text{DN1} + \text{DN2}) / 2 \text{ du cheminement N}^\circ 2 (\text{station2})$$

$$\begin{aligned} \text{DN moyenne (dénivelée exacte)} &= (\text{DN1} + \text{DN2}) / 2 \text{ moyenne} \\ &= (50995 + 50956) / 2 = 50975.5 \text{ mm} \end{aligned}$$

Stationné à quelque mètre de A

Après on fait la lecture sur A (nouvelle lecture de A)

$$\text{LAR1 (A)} = 119117$$

$$\text{LAR2 (A)} = 710612$$

$$\text{Constante} = \text{LAR1 (A)} - \text{LAR2 (A)} = 591495$$

On sait que LAV1 réelle (B) = DN moyenne – LAR1 (A)= 68142

LAV2 réelle (B) = DN moyenne – LAR2 (A)= 659637

OR LAV1 observée sur (B) = 68021

LAV2 observée sur (B) = 659511

Donc, ils y a des erreurs

$\epsilon_1 = \text{LAV1 observe (B)} - \text{LAV1 réel (B)} = -1.21\text{mm}$

$\epsilon_2 = \text{LAV2 observe (B)} - \text{LAV2 réel (B)} = -1.25\text{mm}$

Donc, on règle alors les vis R et R' pour obtenir les lectures réelles

Stationné à quelques mètres de B :

Après on refait la lecture sur B

LAR1 (B) = 124158

LAR2(B) = 715650

Constante = 591492

On sait que LAV1 réelle (A)= DN moyenne + LAR1 (B)=175133

LAV2réelle (A) =DN moyenne + LAR2 (B)=766625

OR LAV1 observe (A) =175142

LAV2 observe (A) = 766632

Donc, Il y a des erreurs

$\epsilon'_1 = \text{LAV1 observe (A)} - \text{LAV1réel (A)} = 0.09\text{mm}$

$\epsilon'_2 = \text{LAV2 observe (A)} - \text{LAV2 réel (A)} = 0.07\text{mm}$

L'ERREURE EST MINIME, DONC ACCEPTABLE, LE NIVEAU EST REGLE.

PARTIE III

TRAVAUX SUR TERRAIN

Introduction:

Les travaux sur terrain comportent trois grandes parties :

- L'étude de stabilité
- Le cheminement proprement dit
- La matérialisation

Les points à déterminer sur le site de l'ESPA sont des repères de nivellement, rattachés au réseau de nivellement de Madagascar qui est dans le système orthométrique. Il est à noter qu'on doit appliquer des corrections orthométriques aux altitudes des repères. Il faudra donc commencer chaque cheminement à partir d'un repère de départ connu dans le système orthométrique et fermer ce cheminement par un repère connu dans le même système. Dans le cas où on ne peut pas fermer le cheminement sur d'autre point, il faut refermer sur le même point de départ en faisant un cheminement aller et retour et fermer le cheminement à zéro. Encore faut-il que ces points de départ et d'arrivée soient stables c'est-à-dire que ces points n'ont pas bougé.

III.1. ETUDE DE STABILITE DES POINTS**III.1.1 Généralités :**

L'étude de stabilité comporte deux étapes :

- 1- La vérification visuelle de l'état de la console ou du repère sur son emplacement.
- 2- La mesure de dénivelée entre ces points.

Dans le cadre de ce mémoire, nous avons fait l'étude de stabilité de trois repères dans la commune rurale de Fenoarivo.

La console de l'église catholique Romane de Fenoarivo, le repère de l'Aqueduc Mle10 à l'Espace Finaritra et le repère Mle11.

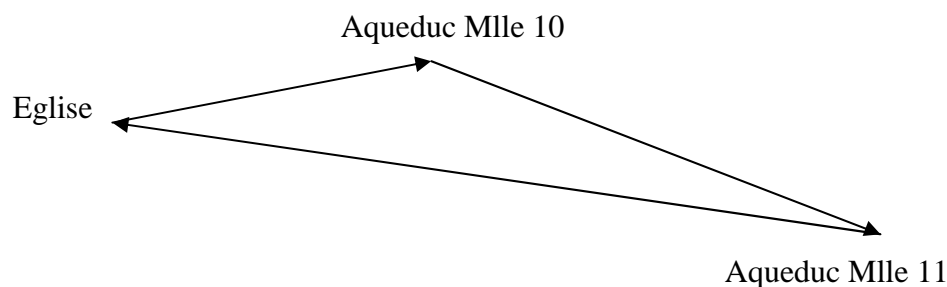


Figure 7 Croquis de trois repères de nivellement existants à Alakamisy-Fenoarivo.

En effet, il faudra au minimum trois points pour vérifier la stabilité des points.

On va comparer les dénivelées mesurées entre : Eglise- Mle10 ; Eglise -Mle11 ; Mle10-Mle11 par rapport aux dénivelées obtenues à partir des fiches signalétiques établies par F.T.M Si par exemple la dénivelée entre Eglise-Mle10 a changé et que la dénivelée entre Mle10-Mle11 a aussi changé de la même proportion mais de signe contraire et que les dénivelées église-Mle11 restent conformes. C'est que le point Mle10 a bougé donc non stable.

D'après notre mesure lors de ce stage

TABLEAUX RECAPITULATIFS DES RESULTATS OBTENUS PAR LEVES SUR TERRAIN

I. ETUDE DE STABILITE DU POINT PAR LA METHODE DE DOUBLE STATION ENTRE l'Eglise Romane Catholique Fenoarivo et le point Aqueduc Mle 10 Alakamisy

CHEMINEMENT N°1(Aller)									
	Lecture ARRIERE			Lecture AVANT					
St°	LAR1	Cte	LAR2	LAV1	Cte	LAV2	DN1	DN2	DN 1 moyenne
1	28372	591500	619872	273842	591504	865346	-245470	-245474	-245472
2	37160	591494	628654	266790	591500	858290	-229630	-229636	-229633
3	32021	591501	623522	235022	591496	826518	-203001	-202996	-202998,5
4	60339	591503	651842	224428	591500	815928	-164089	-164086	-164087,5
5	24275	591506	615781	170409	591490	761899	-146134	-146118	-146126
6	132074	591504	723578	131352	591497	722849	722	729	725,5
7	131462	591505	722967	134122	591500	725622	-2660	-2655	-2657,5
8	141346	591509	732855	102508	591504	694012	38838	38843	38840,5
9	169022	591498	760520	46632	591504	638136	122390	122384	122387
10	129676	591502	721178	130079	591505	721584	-403	-406	-404,5
11	134858	591502	726360	129707	591502	721209	5151	5151	5151
12	211765	591496	803261	60487	591504	651991	151278	151270	151274
13	252571	591491	844062	79458	591500	670958	173113	173104	173108,5
14	198539	591496	790035	85254	591497	676751	113285	113284	113284,5
15	280748	591494	872242	24538	591500	616038	256210	256204	256207
16	234446	591504	825950	67712	591499	659211	166734	166739	166736,5
17	253802	591490	845292	22702	591500	614202	231100	231090	231095
18	204942	591506	796448	145146	591494	736640	59796	59808	59802
Somme	2657418		13304419	2330188		12977184	327230	327235	327232,5

Tableau 1 : Récapitulatif des résultats obtenus par levés entre Eglise Catholique Fenoarivo et le point Aqueduc Mlle 10 Alakamisy **par la méthode de double station** du cheminement N °1

CHEMINEMENT N° 2 (retour)									
	Lecture ARRIERE			Lecture AVANT					
St°	LAR1	Cte	LAR2	LAV1	Cte	LAV2	DN1	DN2	DN 2 moyenne
1	29192	591502	620694	274630	591508	866138	-245438	-245444	-245441
2	38850	591510	630360	268467	591505	859972	-229617	-229612	-229614,5
3	32978	591490	624468	236078	591478	827556	-203100	-203088	-203094
4	58032	591496	649528	222081	591503	813584	-164049	-164056	-164052,5
5	28151	591495	619646	174340	591501	765841	-146189	-146195	-146192
6	134682	591490	726172	133952	591508	725460	730	712	721
7	131438	591502	722940	134149	591509	725658	-2711	-2718	-2714,5
8	139060	591486	730546	100242	591494	691736	38818	38810	38814
9	175244	591506	766750	52905	591496	644401	122339	122349	122344
10	137952	591490	729442	138375	591500	729875	-423	-433	-428
11	137148	591494	728642	131956	591500	723456	5192	5186	5189
12	213800	591491	805291	62489	591510	653999	151311	151292	151301,5
13	253338	591493	844831	80183	591506	671689	173155	173142	173148,5
14	199013	591508	790521	85712	591508	677220	113301	113301	113301
15	280471	591490	871961	24232	591510	615742	256239	256219	256229
16	232272	591500	823772	65482	591496	656978	166790	166794	166792
17	253588	591502	845090	22492	591510	614002	231096	231088	231092
18	205830	591504	797334	146021	591499	737520	59809	59814	59811,5
Somme	2681039		13327988	2353786		13000827	327253	327161	327207

Tableau 2 : Récapitulatif des résultats obtenus par levés entre Eglise Catholique Fenoarino et Mlle 10 par la **méthode de double station** du cheminement N°2

**Résultat obtenu par lève entre l'Eglise Catholique Romane Fenoarivo et Le point
l'aqueduc Mlle 10 Alakamisy par la méthode de DOUBLE STATION**

	Dénivelé
DN1 moyenne du Cheminement N 1 (aller)	327232,5
DN2 moyenne du Cheminement N 2 (retour)	327207
Dénivelée moyenne = (DN1 + DN2 moyenne)/2	327220
	Cote en mètre (m)
Point de départ (Eglise catholique Fenoarivo) : (cote existant)	1260.838
Point d'arrivée (Aqueduc Mlle 10 Alakamisy) : cote existant	1264.109
Point d'arrivée observée (Aqueduc Mlle 10) = Somme DN observées (aller et retour) + cote existant du point de départ (Eglise)	= 3.27220 + 1260.838 = 1264.1102
Fermeture (différence entre altitude observée et altitude existant)	= 1264.1102 - 1264.109 = 0.0012

Tableau 3 : Résultats obtenus par levés entre l'Eglise Catholique Fenoarivo et Le point l'aqueduc Mlle 10 Alakamisy par la méthode de **DOUBLE STATION**

Calcul

$$\text{Constante} = \text{LAR2} - \text{LAR1}$$

$$\text{Constante} = \text{LAV2} - \text{LAV1}$$

$$\text{DN1} = \text{LAR1} - \text{LAV1} \text{ de l'échelle I}$$

$$\text{DN2} = \text{LAR2} - \text{LAV2} \text{ de l'échelle II}$$

$$\text{DN 1 moyenne} = (\text{DN1} + \text{DN2})/2 \text{ du cheminement N°1}$$

$$\text{DN 2 moyenne} = (\text{DN1} + \text{DN2})/2 \text{ du cheminement N° 2}$$

$$\text{DN moyenne} = (\text{DN1 moyenne} + \text{DN2 moyenne})/2$$

$$\text{Z Observe du point d'arrivée (Mlle10)} = \text{Z réel du point de départ (Eglise)} + \text{DN moyenne}$$

$$\text{Avec DN moyenne} = (\text{DN1 moyenne} + \text{DN2 moyenne})/2 = (327232,5 + 327207)/2 = 327220$$

$$\text{Z Observe (Mlle10)} = 1260.838 + 3.27220 = 1264,1102$$

$$\text{Fermeture} = \text{Z observe (Mlle10)} - \text{Z réel (Mlle10)} = 1264,1102\text{m} - 1264,109\text{m}$$

$$= 0.0012\text{m} = 1.2\text{mm}$$

Or la tolérance $T = 2,7 * 0,5 * \sqrt{L}$

Avec $L = 0,98$ km (distance entre 2 points de départ et d'arrivée)

D'où $T = 2,7 * 0,5 * \sqrt{0,98} = 1,336 \text{ mm} > 1,2 \text{ mm}$

Donc, le cheminement est tolérable

Le nombre 1 : signifie petite graduation ou Echelle I de la mire

Le nombre 2 : signifie grande échelle ou Echelle II de la mire

II. ETUDE DE STABILITE DU POINT PAR LA METHODE DE CHOLESKI ENTRE le point Aqueduc Mlle 10 et le point Aqueduc Mlle 11 Alakamisy

CHEMINEMENT N°1(aller)									
	Lecture ARRIERE			Lecture AVANT					
St°	LAR1	Cte	LAR2	LAV1	Cte	LAV2	DN1	DN2	DN1 moyenne
1	278901	591485	870386	49268	591474	640742	229633	229644	229638
2	223219	591510	814729	31221	591501	622722	191998	192007	192002
3	250365	591490	841855	28447	591494	619941	221918	221914	221916
4	278712	591522	870234	105710	591497	697207	173002	173027	173014
somme	1031197		3397204	241646		2580612	816551	816592	816570

Tableau 4 : Récapitulatif des résultats obtenus par levé entre le point Aqueduc Mlle 10 et point Aqueduc Mlle 11 par la méthode de CHOLESKI du cheminement N 1

CHEMINEMENT N° (retour)									
	Lecture ARRIERE			Lecture AVANT					
St°	LAR1	Cte	LAR2	LAV1	Cte	LAV2	DN1	DN2	DN2 moyenne
1	278901	591485	870386	71491	591515	663006	207410	207380	207395
2	245492	591479	836971	38582	591496	630078	206910	206893	206901
3	257739	591486	849225	30471	591489	621960	227268	227265	227266
4	280742	591510	872252	105710	591497	697207	175032	175045	175038
S	1062874		3428834	246254		2612251	816620	816583	816600

Tableau 5 : Récapitulatif des résultats obtenus par levés entre le point Aqueduc Mlle 10 et point Aqueduc Mlle 11 par la méthode de CHOLESKI du cheminement N 2

**RESULTAT OBTENU PAR LEVE ENTRE LE POINT AQUEDUC MLE 10 ET
L'AQUEDUC MLE 11 ALAKAMISY PAR LA METHODE DE CHOLESKI**

	Dénivelée
Cheminement N 1 (moyenne D1)	8.16570
Cheminement N2 (moyenne D2)	8.16600
Dénivelée moyenne (cheminement N1 et N2)	= (8.16570+8.16600)/2 = 8.16585
Point de départ : Aqueduc Mle 10 Alakamisy Fenoarivo (repère existant)	1264.109
Point d'arrivée : Aqueduc Mle 11 (cote existant)	1272.275
Point d'arrivée : Aqueduc Mle 11 (cote observe) : Somme DN observées + cote existant du point de départ	= 8.16585 + 1264.109 = 1272.27485
Fermeture (différence entre altitude observée et altitude existant)	= 1272.27485 - 1272.275 = - 0.00015

Tableau 6 : Résultat obtenu par levé entre le point Aqueduc Mle 10 et le point l'aqueduc Mle 11 Alakamisy par la méthode de CHOLESK

Calcul

$$\text{Constante} = \text{LAR2} - \text{LAR1}$$

$$\text{Constante} = \text{LAV2} - \text{LAV1}$$

$$\text{DN1} = \text{LAR1} - \text{LAV1} \text{ de l'échelle I}$$

$$\text{DN2} = \text{LAR2} - \text{LAV2} \text{ de l'échelle II}$$

$$\text{DN 1 moyenne} = (\text{DN1} + \text{DN2})/2 \text{ du cheminement N°1}$$

$$\text{DN 2 moyenne} = (\text{DN1} + \text{DN2})/2 \text{ du cheminement N° 2}$$

$$\text{DN moyenne} = (\text{D1 moyenne} + \text{D2 moyenne})/2 = (8.16570 + 8.16600)/2 = 8.16585$$

$$\text{Z observe (Mle11)} = \text{Z réel (Mle10) point de départ} + \text{DN moyenne}$$

$$= 1264, 109\text{m} + 8.16585 = 1272.27485$$

$$\text{Fermeture} = \text{Z observée (Mle11)} - \text{Z réel (Mle11)} = 1272,27485\text{m} - 1272,275\text{m} = - 0,00015\text{m}$$

$$\text{Or la tolérance } T = 2,7 * 0,5 * \sqrt{L} = 0.727\text{mm}, \text{ Avec } L = 0.29 \text{ .Km}$$

$$\text{D'où } T = 0.727\text{mm} > 0.15\text{mm}$$

Donc le cheminement est tolérable

RECAPITULATION DES DONNEES POUR L'ETUDE DE STABILITE DES POINTS D'APPUIS DANS LA COMMUNE RURALE FENOARIVO

points	Altitude (existant m)	Dénivelée(m) Existante	Dénivelée mesurée(m)	fermeture
Eglise catholique Fenoarivo	1260.838	3.271	3.27220	0.00120
Aqueduc Mle10 à Espace Finaritra Alakamisy Fenoarivo	1264.109			
Aqueduc Mle11 à Espace Finaritra Alakamisy Fenoarivo	1272.275	8.166	8.16585	0.00015
Eglise catholique Fenoarivo	1260.838	11.437	11.43805	0.00105

Tableau 7 : Récapitulation des données pour l'étude de stabilité des points d'appui entre L'Eglise catholique Romane Fenoarivo et le point Aqueduc Mle 10 et Mle 11 Alakamisy

De plus d'après la visite effectuée sur le terrain, nous avons pu constater que tous ces points sont intacts dans leur position.

Voici la représentation du repère de nivellement:

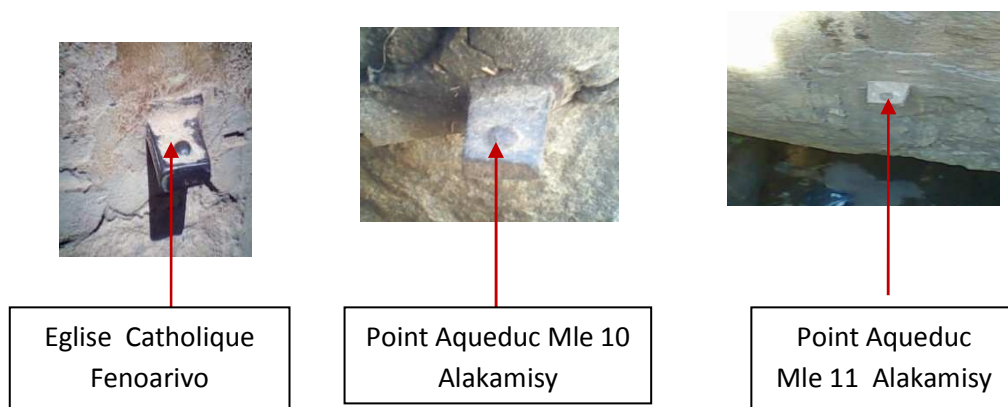


Figure 8: représentation des repères de nivellement

Nous avons donc pu assurer que les trois repères ci-dessus sont stables et nous avons pris comme repère de départ le point Mle11 dont l'altitude est égale à 1272.275m (voir fiche signalétique au F.T.M annexe N° 1).

III.1.2 Causes d'instabilité d'un point

Beaucoup des bornes, repères peuvent être instables. Plusieurs causes peuvent entraîner l'instabilité du point :

- Dégât naturel comme l'érosion, cyclone, catastrophe naturelle ;
- Mauvais choix de l'emplacement du point du Nivellement ;
- Entretien ou aménagement comme la voie de communication : pont, barrage, bâtiment, Eglise ;
- Dégradation des infrastructures sur lesquelles sont implantés les repères ;
- Etc.....

III.2. CHEMINEMENT PROPREMENT DIT

Dans le cheminement de nivellement de précision, il existe deux (2) différentes méthodes :

- ◆ La méthode dite de double station ;
- ◆ La méthode dite de Choleski.

III.2.1 Choix de la méthode utilisée :

Dans le cadre de ce mémoire, nous avons opté d'utiliser la méthode de double station.

III.2.2 Principe de la méthode de double station

On place la station S1 au milieu des points de mire A et B :

- ❖ A mire avant sur un crapaud fixé au sol ;
- ❖ B mire arrière :
 1. La règle de visées égales étant de mise,
 2. La lecture sur le fil supérieur au $\frac{1}{100}$ de mm à l'aide du micromètre relié à la lame à faces parallèles = l_{A1sup} ,
 3. La lecture sur le fil médian l_{A1m} ,
 4. La lecture sur le fil inférieur l_{A1inf} .

L'indice 1 signifiant la première station, le secrétaire vérifié que

$$lA1_{sup} - lA1_m = lA1_m - lA1_{inf} = \frac{1}{2} D1 \text{ avant à } 3 \text{ à } \frac{2}{10} \text{ de mm près, la lecture étant au } \frac{1}{100}$$

près mais on admet que la composition avec les autres erreurs, $3 * \frac{1}{10}$ de mm est acceptable ; c'est la première vérification. Tant que cette vérification n'est pas établie on refait les 3 lectures, bien entendu après avoir calé la bulle avant chaque lecture.

Puis on vise la mire B avec les 3 lectures correspondantes $lB1_{sup} - lB1_m = lB1_m - lB1_{inf}$; C'est la deuxième vérification.

Le secrétaire calcule alors la dénivelée entre A et B

$$lB1_m - lA1_m$$

On change alors de station S2 en hauteur (même endroit)

$$lA2_{sup} - lA2_m = lA2_m - lA2_{inf} = \frac{1}{2} \text{ Distance arrière puis}$$

$lB2_{sup} - lB2_m = lB2_m - lB2_{inf} = \frac{1}{2} \text{ Distance avant, Cela constitue les 2 autres vérifications, la 5}^{ème} \text{ et } 6^{ème} \text{ vérification consistent à comparer les deux } \frac{1}{2} \text{ distances des deux stations S1 et S2.}$

$$\frac{1}{2} D1 \text{ avant} = \frac{1}{2} D2 \text{ avant}$$

$$\frac{1}{2} D1 \text{ arrière} = \frac{1}{2} D2 \text{ arrière}$$

Enfin $lB1_m - lA1_m$ et $lB2_m - lA2_m$ au $\frac{3}{10}$ de mm près constitue la 7^{ème} vérification.

Sinon on refait, une troisième station S3.

On refait exactement sur les 2 graduations de la mire (car la mire présente 2 graduations) en station S1 on vise la mire graduation 1 c'est-à-dire $lA1_{sup}$, $lA1_m$, $lA2_{inf}$.

De même sur la graduation 2 d'où les 14 vérifications et enfin on compare la différence entre les lectures sur le fil moyen des 2 graduations qui doit être égale à la constante de la mire d'où les 2 autres vérifications Au total donc on a 16 vérifications par dénivelée.

ETABLISSEMENT DES REPERES DE NIVELLEMENT AU SEIN DE L'E.S.P.A PAR LA METHODE DE DOUBLE STATION

TABLEAU RECAPITULATIF DES RESULTATS OBTENUS

PAR LEVES SUR TERRAIN PAR LA METHODE DE DOUBLE STATION

CHEMINEMENT N 1 (aller)

	Lecture ARRIERE					Lecture AVANT				
St°	LAR 1	Cte	LAR 2	DN 1	DN 2	LAV1	Cte	LAV 2	DN 1 moyenne	DN 1 corrige(m)
1	252936	591485	844421	231744	231731	21192	591498	612690	231737,5	2,317365333
2	261572	591500	853072	239762	239762	21810	591500	613310	239762	2,397610333
3	202853	591498	794351	175105	175101	27748	591502	619250	175103	1,751020333
4	202214	591498	793712	-71368	-71368	273582	591498	865080	-71368	-0,71368967
5	28048	591504	619552	-214024	-214019	242072	591499	833571	-214022	-2,14022467
6	23439	591503	614942	-202433	-202429	225872	591499	817371	-202431	-2,02431967
7	123033	591505	714538	33683	33688	89350	591500	680850	33685,5	0,336845333
8	185741	591499	777240	114063	114065	71678	591497	663175	114064	1,140630333
9	272402	591502	863904	243636	243639	28766	591499	620265	243637,5	2,436365333
10	253325	591505	844830	224430	224432	28895	591503	620398	224431	2,244300333
11	227143	591510	818653	189817	189817	37326	591510	628836	189817	1,898160333
12	279095	591497	870592	223707	223702	55388	591502	646890	223704,5	2,237035333
13	190233	591505	781738	-4470	-4460	194703	591495	786198	-4465	-0,04465967
	2502034		10191545	1183652	1183661	1318382		9007884	11836565	11,83643933

Tableau 8 : Récapitulatif des résultats obtenus par levés entre le point AQUEDUC Mle 11 Alakamisy et le POINT FIXE I **par la méthode de DOUBLE STATION** du cheminement N°1

CHEMINEMENT N 2 (retour)

	Lecture ARRIERE					Lecture AVANT				
St°	LAR 1	Cte	LAR2	DN 1	DN 2	LAV 1	Cte	LAV 2	DN 1 moyenne	DN corrige en mètre(m)
1	259370	591506	850876	231739	231744	27631	591501	619132	231741,5	2,317424667
2	262350	591500	853850	239766	239761	22584	591505	614089	239763,5	2,397644667
3	202751	591499	794250	175106	175107	27645	591498	619143	175106,5	1,751074667
4	202774	591502	794276	-71370	-71365	274144	591497	865641	-71367,5	-0,713665333
5	30792	591498	622290	-214021	-214018	244813	591495	836308	-214019,5	-2,140185333
6	22903	591497	614400	-202429	-202430	225332	591498	816830	-202429,5	-2,024285333
7	124493	591505	715998	33695	33696	90798	591504	682302	33695,5	0,336964667
8	187017	591501	778518	114051	114054	72966	591498	664464	114052,5	1,140534667
9	271032	591502	862534	243654	243651	27378	591505	618883	243652,5	2,436534667
10	256300	591497	847797	224433	224432	31867	591498	623365	224432,5	2,244334667
11	227188	591497	818685	189816	189814	37372	591499	628871	189815	1,898159667
12	280265	591491	871756	223713	223709	56552	591495	648047	223711	2,237119667
13	190396	591489	781885	-4461	-4474	194857	591502	786359	-4467,5	-0,044665333
	2517631		10207115	1183692	1183681	1333939		9023434	1183686,5	11,83699067

Tableau 9 : Récapitulatif des résultats obtenus par levés entre le point AQUEDUC Mle 11 Alakamisy et le POINT FIXE I **par la méthode de DOUBLE STATION** du cheminement N °2

CHEMINEMENT N 1(aller)

	Lecture ARRIERE					Lecture AVANT				
St	LAR 1	Cte	LAR 2	DN 1	DN 2	LAV 1	Cte	LAV 2	DN 1 moyen	DN 1 corrige (m)
1	30772	591509	622281	-245588	-245583	276360	591504	867864	-245585,5	-2,455864667
2	33914	591514	625428	-232058	-232056	265972	591512	857484	-232057	-2,320579667
3	138301	591505	729806	110364	110370	27937	591499	619436	110367	1,103660333
4	265238	591492	856730	236041	236033	29197	591500	620697	236037	2,360360333
5	284544	591494	876038	256334	256328	28210	591500	619710	256331	2,563300333
6	285558	591493	877051	269158	269150	16400	591501	607901	269154	2,691530333
7	284591	591502	876093	235745	235743	48846	591504	640350	235744	2,357430333
8	270448	591494	861942	207166	207166	63282	591494	654776	207166	2,071650333
9	98366	591492	689858	-96280	-96285	194646	591497	786143	-96282,5	-0,962834667
10	17100	591491	608591	-241437	-241452	258537	591506	850043	-241444,5	-2,414454667
11	29702	591510	621212	-184897	-184896	214599	591509	806108	-184896,5	-1,848974667
12	32692	591500	624192	-247220	-247226	279912	591506	871418	-247223	-2,472239667
13	29228	591496	620724	-254634	-254638	283862	591500	875362	-254636	-2,546369667
14	22290	591493	613783	-255382	-255383	277672	591494	869166	-255382,5	-2,553834667
15	11831	591511	603342	-252329	-252324	264160	591506	855666	-252326,5	-2,523274667
	1834575		10707071	-695017	-695053	2529592		11402124	-695035	-6,950495

Tableau 10 : Récapitulatif des résultats obtenus par levés entre le POINT FIXE I ET LE POINT FIXE II **par la méthode de DOUBLE STATION** du cheminement N1

CHEMINEMENT N 2 (retour)

	Lecture ARRIERE					Lecture AVANT				
St°	L AR1	Cte	LAR 2	DN 1	DN 2	L AV1	Cte	LAV 2	DN moyenne	DN corrige (m)
1	29837	591501	621338	-245605	-245604	275442	591500	866942	-245604,5	-2,456035333
2	34546	591504	626050	-232078	-232075	266624	591501	858125	-232076,5	-2,320755333
3	139661	591483	731144	110346	110343	29315	591486	620801	110344,5	1,103454667
4	264950	591486	856436	236040	236028	28910	591498	620408	236034	2,360349667
5	284948	591490	876438	256324	256319	28624	591495	620119	256321,5	2,563224667
6	284149	591504	875653	269170	269172	14979	591502	606481	269171	2,691719667
7	279192	591490	870682	235730	235725	43462	591495	634957	235727,5	2,357284667
8	272081	591507	863588	207147	207158	64934	591496	656430	207152,5	2,071534667
9	100865	591485	692350	-96250	-96240	197115	591475	788590	-96245	-0,962440333
10	16086	591509	607595	-241446	-241456	257532	591519	849051	-241451	-2,414500333
11	30192	591508	621700	-184899	-184892	215091	591501	806592	-184895,5	-1,848945333
12	34360	591488	625848	-247228	-247240	281588	591500	873088	-247234	-2,472330333
13	29378	591470	620848	-254620	-254641	283998	591491	875489	-254630,5	-2,546295333
14	22235	591511	613746	-255403	-255402	277638	591510	869148	-255402,5	-2,554015333
15	12074	591514	603588	-252307	-252308	264381	591515	855896	-252307,5	-2,523065333
	1834554		10707004	-695079	-695113	2529633		11402117	-695096	-6,950815

Tableau 11 : Récapitulatif des résultats obtenus par levés entre le POINT FIXE I et LE POINT FIXE II par la méthode de DOUBLE STATION du cheminement N °2

CHEMINEMENT N 1 (aller)

	Lecture ARRIERE					Lecture AVANT				
St	L AR1	cte	LAR 2	DN 1	DN 2	L AV1	Cte	LAV2	DN moyenne	DN corrige en mètre(m)
1	35068	591495	626563	-194782	-194787	229850	591500	821350	-194784,5	-1,947854667
2	20064	591496	611560	-172724	-172730	192788	591502	784290	-172727	-1,727279667
3	140426	591516	731942	13176	13189	127250	591503	718753	13182,5	0,131815333
4	192692	591495	784187	155563	155548	37129	591510	628639	155555,5	1,555545333
5	263064	591494	854558	243026	243014	20038	591506	611544	243020	2,430190333
6	251916	591504	843420	209042	209054	42874	591492	634366	209048	2,090470333
7	215346	591492	806838	190481	190464	24865	591509	616374	190472,5	1,904715333
8	262334	591498	853832	236067	236070	26267	591495	617762	236068,5	2,360675333
9	249665	591498	841163	195165	195165	54500	591498	645998	195165	1,951640333
10	284584	591497	876081	255876	255882	28708	591491	620199	255879	2,558780333
11	240690	591508	832198	160592	160592	80098	591508	671606	160592	1,605910333
12	104615	591494	696109	-74398	-74404	179013	591500	770513	-74401	-0,744019667
13	74726	591507	666233	-103202	-103197	177928	591502	769430	-103199,5	-1,032004667
14	85602	591514	677116	-94506	-94504	180108	591512	771620	-94505	-0,945059667
15	56198	591493	647691	-181995	-181999	238193	591497	829690	-181997	-1,819979667
16	42290	591510	633800	-177921	-177904	220211	591493	811704	-177912,5	-1,779134667
17	18735	591509	610244	-264124	-264105	282859	591490	874349	-264114,5	-2,641154667
18	17471	591481	608952	-254817	-254823	272288	591487	863775	-254820	-2,548209667
19	16004	591495	607499	-251537	-251533	267541	591491	859032	-251535	-2,515359667
20	41363	591497	632860	-208035	-208030	249398	591492	840890	-208032,5	-2,080334667
21	44900	591500	636400	-195625	-195630	240525	591505	832030	-195627,5	-1,956284667
22	14466	591484	605950	-262944	-262956	277410	591496	868906	-262950	-2,629509667
23	26186	591508	617694	-222712	-222716	248898	591512	840410	-222714	-2,227149667
24	19770	591514	611284	-258260	-258252	278030	591506	869536	-258256	-2,582569667
25	43658	591512	635170	-225977	-225968	269635	591503	861138	-225972,5	-2,259734667
26	87192	591504	678696	-113816	-113820	201008	591508	792516	-113818	-1,138189667
	2849025		18228040	-1598387	-1598380	4447412		19826420	-1598384	-15,98408633

Tableau 12 : Récapitulatif des résultats obtenus par levés entre le POINT FIXE II ET LE POINT FIXE (PONT) III par la méthode de DOUBLE STATION

du cheminement N 1

CHEMINEMENT N 2 (retour)

	Lecture ARRIERE					Lecture AVANT				
St	LAR 1	Cte	L AR2	DN 1	DN 2	L AV1	Cte	L AV2	DN Moyen	DN corrige (m)
1	34935	591509	626444	-194799	-194785	229734	591495	821229	-194792	-1,947910333
2	20096	591505	611601	-172724	-172722	192820	591503	784323	-172723	-1,727220333
3	140236	591508	731744	13208	13212	127028	591504	718532	13210	0,132109667
4	191888	591503	783391	155546	155537	36342	591512	627854	155541,5	1,555424667
5	262783	591511	854294	242972	242983	19811	591500	611311	242977,5	2,429784667
6	252008	591512	843520	209017	209019	42991	591510	634501	209018	2,090189667
7	215394	591495	806889	190447	190444	24947	591498	616445	190445,5	1,904464667
8	262524	591500	854024	236027	236037	26497	591490	617987	236032	2,360329667
9	250190	591497	841687	195120	195117	55070	591500	646570	195118,5	1,951194667
10	284363	591497	875860	255872	255873	28491	591496	619987	255872,5	2,558734667
11	241172	591512	832684	160630	160630	80542	591512	672054	160630	1,606309667
12	103239	591512	694751	-74418	-74399	177657	591493	769150	-74408,5	-0,744075333
13	74121	591498	665619	-103199	-103196	177320	591495	768815	-103197,5	-1,031965333
14	86390	591511	677901	-94504	-94500	180894	591507	772401	-94502	-0,945010333
15	54860	591504	646364	-181978	-181976	236838	591502	828340	-181977	-1,819760333
16	42790	591500	634290	-177924	-177926	220714	591502	812216	-177925	-1,779240333
17	19278	591481	610759	-264122	-264122	283400	591481	874881	-264122	-2,641210333
18	16778	591490	608268	-254808	-254802	271586	591484	863070	-254805	-2,548040333
19	15762	591508	607270	-251522	-251510	267284	591496	858780	-251516	-2,515150333
20	41292	591498	632790	-208018	-208034	249310	591514	840824	-208026	-2,080250333
21	44834	591504	636338	-195626	-195625	240460	591503	831963	-195625,5	-1,956245333
22	15914	591506	607420	-262924	-262922	278838	591504	870342	-262923	-2,629220333
23	26602	591494	618096	-222728	-222736	249330	591502	840832	-222732	-2,227310333
24	20590	591512	612102	-258252	-258246	278842	591506	870348	-258249	-2,582480333
25	43380	591500	634880	-225996	-225990	269376	591494	860870	-225993	-2,259920333
26	87690	591496	679186	-113778	-113792	201468	591510	792978	-113785	-1,137840333
	2849109		18228172	-1598481	-1598431	4447590		19826603	-1598456	-15,98430867

Tableau 13 : Récapitulatif des résultats obtenus par levés entre le POINT FIXE II Et LE POINT FIXE III (PONT) par la méthode de DOUBLE STATION

du cheminement N 2

CHEMINEMENT N 1 (aller)

	Lecture ARRIERE					Lecture AVANT				
St	L AR1	Cte	LAR 2	DN 1	DN 2	LAV 1	Cte	L AV2	DN moye	DNcorrigé (m)
1	217920	591508	809428	72535	72533	145385	591510	736895	72534	0,725330333
2	85419	591493	676912	-41519	-41537	126938	591511	718449	-41528	-0,41528967
3	125330	591516	716846	-65802	-65798	191132	591512	782644	-65800	-0,65800967
4	92858	591514	684372	-104392	-104378	197250	591500	788750	-104385	-1,04385967
5	110919	591497	702416	-35179	-35190	146098	591508	737606	-35184,5	-0,35185467
6	134312	591504	725816	26357	26354	107955	591507	699462	26355,5	0,263545333
7	214710	591504	806214	191388	191374	23322	591518	614840	191381	1,913800333
8	221443	591504	812947	203691	203699	17752	591496	609248	203695	2,036940333
9	270511	591500	862011	248313	248303	22198	591510	613708	248308	2,483070333
10	270321	591490	861811	254470	254455	15851	591505	607356	254462,5	2,544615333
11	243705	591497	835202	220955	220961	22750	591491	614241	220958	2,209570333
12	266960	591490	858450	238093	238091	28867	591492	620359	238092	2,380910333
13	233394	591492	824886	210375	210362	23019	591505	614524	210368,5	2,103675333
14	232432	591502	823934	195625	195623	36807	591504	628311	195624	1,956230333
15	214802	591508	806310	165645	165671	49157	591482	640639	165658	1,656570333
16	235945	591493	827438	197050	197030	38895	591513	630408	197040	1,970390333
17	208734	591500	800234	168237	168244	40497	591493	631990	168240,5	1,682395333
18	275502	591508	867010	233069	233078	42433	591499	633932	233073,5	2,330725333
19	166974	591505	758479	71304	71321	95670	591488	687158	71312,5	0,713115333
20	44724	591520	636244	-61660	-61640	106384	591500	697884	-61650	-0,61650967
21	100202	591501	691703	-6768	-6757	106970	591490	698460	-6762,5	-0,06763467
	3967117		16388663	2381787	2381799	1585330		14006864	2381793	23,817727

Tableau 14 : Récapitulatif des résultats obtenus par levés entre le POINT FIXE III ET Le REPERE A (I.G.F42006) par la méthode de DOUBLE STATION

du cheminement N1

CHEMINEMENT N 2 (retour)

	Lecture ARRIERE					Lecture AVANT				
	LAR 1	Cte	LAR 2	DN 1	DN 2	L AV1	Cte	LAV 2	DN moyen	DN corrige (m)
1	218457	591494	809951	72557	72567	145900	591484	737384	72562	0,725629667
2	85840	591498	677338	-41559	-41564	127399	591503	718902	-41561,5	-0,41560533
3	125650	591476	717126	-65842	-65876	191492	591510	783002	-65859	-0,65858033
4	93198	591500	684698	-104302	-104286	197500	591484	788984	-104294	-1,04293033
5	114799	591503	706302	-35215	-35232	150014	591520	741534	-35223,5	-0,35222533
6	134742	591508	726250	26250	26248	108492	591510	700002	26249	0,262499667
7	220684	591491	812175	191353	191335	29331	591509	620840	191344	1,913449667
8	220205	591509	811714	203679	203700	16526	591488	608014	203689,5	2,036904667
9	271249	591502	862751	248269	248287	22980	591484	614464	248278	2,482789667
10	270491	591499	861990	254497	254492	15994	591504	607498	254494,5	2,544954667
11	243810	591510	835320	221001	220996	22809	591515	614324	220998,5	2,209994667
12	267230	591516	858746	238096	238114	29134	591498	620632	238105	2,381059667
13	235374	591487	826861	210340	210313	25034	591514	616548	210326,5	2,103274667
14	232354	591484	823838	195650	195643	36704	591491	628195	195646,5	1,956474667
15	215142	591506	806648	165686	165674	49456	591518	640974	165680	1,656809667
16	235741	591490	827231	197095	197089	38646	591496	630142	197092	1,970929667
17	209947	591501	801448	168219	168219	41728	591501	633229	168219	1,682199667
18	275101	591509	866610	233110	233108	41991	591511	633502	233109	2,331099667
19	161915	591508	753423	71305	71322	90610	591491	682101	71313,5	0,713144667
20	41214	591520	632734	-61616	-61606	102830	591510	694340	-61611	-0,61610033
21	99100	591500	690600	-6800	-6813	105900	591513	697413	-6806,5	-0,06805533
	3972243		16393754	2381773	2381730	1590470		14012024	2381751,5	23,817718

Tableau 15 : Récapitulatif des résultats obtenus par levés entre le POINT FIXE III ET LE REPERE A (I.G.F42006) par la méthode de DOUBLE STATION

du cheminement N 2

CONTROLE ET RESULTAT DES OPERATIONS

Entre le point Aqueduc Mle 11 Alakamisy et le borne A au sein de l'E.S.P.A par la méthode de double station

METHODE DE DOUBLE STATION

	DN moyenne allé (m)	DN moyenne retour (m)	DN corrige allé en (m)	DN corrige retour en (m)	Cote aller en (m)	Cote retour en (m)	Cote moyenne en (m)
Point de départ Aqueduc Mle 11	+	-	+	-	1272.275	=1284.111991+ (-11.83699067) = <u>1272.275</u>	1272.275
Point fixe I	11.83656	11.83685	11.8364393	11.8369907	=1272.275 + 11.83643933 = <u>1284.111439</u>	=1277.161176 + +6.950815 = <u>1284.111991</u>	1284.111991
Point fixe I	-	+	-	+	6.95035	6.95096	
Point fixe II	6.95035	6.95096	6.950495	6.950815	=1284.111439+ (- 6.950495) = <u>1277.160944</u>	=1261.176867 + +15.98430867 = <u>1277.161176</u>	1277.161176
Point fixe II	-	+	-	+	15.983835	15.98456	
Point fixe III	15.983835	15.98456	15.9840863	15.9843086	=1277.160944 + (-15.98408633) = <u>1261.176858</u>	=1284.994585+ (-23.817718) = <u>1261.176867</u>	1261.176867
Point fixe III	+	-	+	-	23.81793	23.817515	
Point d'arrive : borne A	23.81793	23.817515	23.817727	23.817718	= 1261.176858 +23.817727 = <u>1284.994585</u>	<u>1284.994585</u>	1284.994585
Somme de dénivelée	12.720301	-12.71886					
Fermeture (différenc e entre le résultat observé et existant)	0.00145						

Tableau 16 : Contrôle et Résultats par levés ou mesure des points entre LE POINT AQUEDUC MLE 11 Alakamisy Et LE REPERE A (I.G.F42006) au sein de L'E.S.PA par la méthode de DOUBLE STATION

CALCUL

$$\text{Constante} = \text{LAR2} - \text{LAR1}$$

$$\text{Constante} = \text{LAV2} - \text{LAV1}$$

$$\text{DN1} = \text{LAR1} - \text{LAV1} \text{ de l'échelle I}$$

$$\text{DN2} = \text{LAR2} - \text{LAV2} \text{ de l'échelle II}$$

$$\text{DN 1 moyenne} = (\text{DN1} + \text{DN2})/2 \text{ du cheminement N° 1}$$

$$\text{DN 2 moyenne} = (\text{DN1} + \text{DN2})/2 \text{ du cheminement N° 2}$$

FERMETURE

$$\begin{aligned} \text{Z Observe (IGF4-2006)} &= \text{Z réel (Mle11) point de départ} + \text{DN 1 moyenne} \\ &= 1272.275 + 12.72031 = 1284.99531 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Z Observe (Mle11)} &= \text{Z obs. (IGF4-2006)} + \text{DN2 moyenne} \\ &= 1284.99531 - 12.71886 = 1272.27645\text{m} \end{aligned}$$

La fermeture

$$\begin{aligned} &= \text{Z obs. (Mle11)} - \text{Z réel (Mle11)} \\ &= 1272.27645\text{m} - 1272.275\text{m} = \\ &= +0,00145\text{m} = +1.45\text{mm} \end{aligned}$$

$$\text{TOLERANCE } T = 2.7 * 0.5 * \sqrt{L} = 3.01869\text{mm}$$

Avec $L = 4.850\text{km}$ distance comprise entre le point de départ et le point d'arrive

$$\text{D'où } T = 2.7 * 0.5 * \sqrt{4.850} = 2.973 \text{ mm} > 1.45\text{mm}$$

Donc le cheminement est tolérable

On peut compenser la dénivelée

$$\begin{aligned} \text{Compensation} &= +0.00145 / \text{nombre de station} = +0.00145 / 150 \\ &= +0.000009666 \text{ m} \end{aligned}$$

On répartit la compensation totale sur les dénivelées partielles, soit également entre toutes les dénivelées.

On obtient la cote du point A (Borne I.G.F4 A 2006) qui est égale

$$\begin{aligned} Z(\text{IGF4A}-2006) &= Z(\text{Mle11}) + \text{DN 1 corrigée} \\ &= 1272.275 + 12.719585 = 1284.994585 \end{aligned}$$

Les altitudes sont obtenues en ajoutant algébriquement les différences de niveau à l'altitude du point de départ.

III.2.3 Avantages de cette méthode

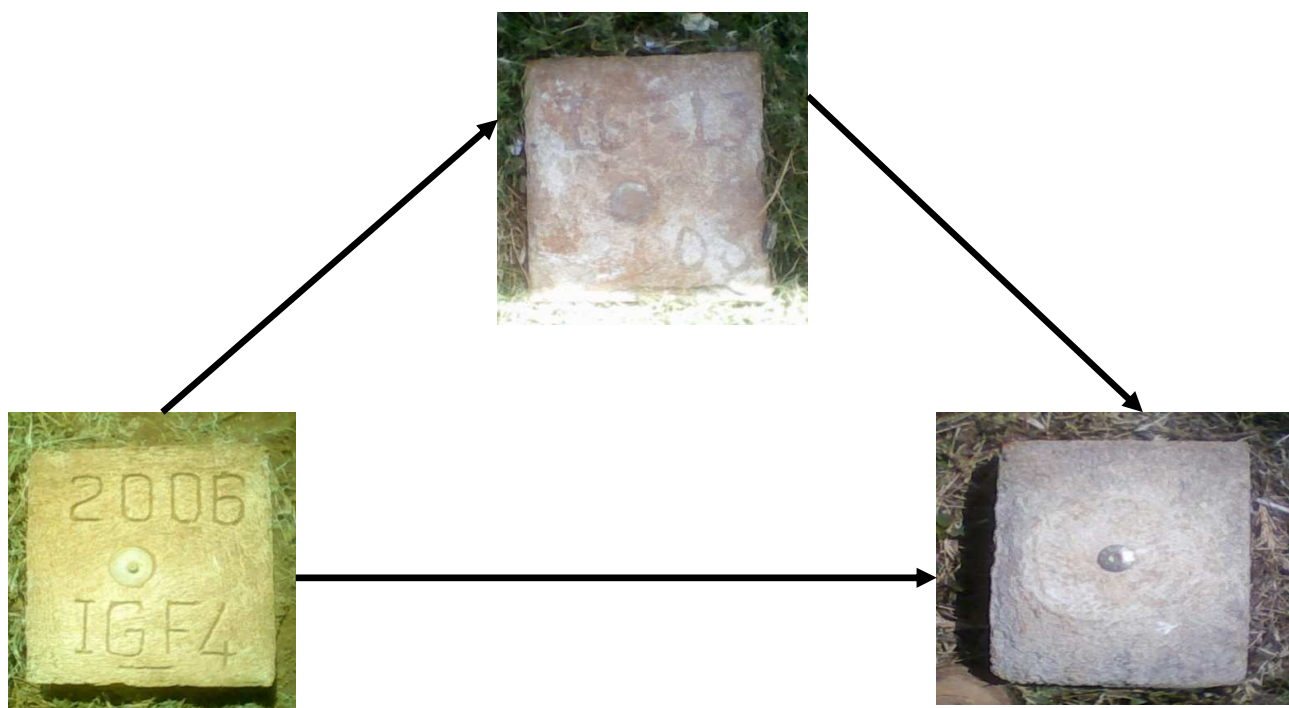
- L'opération est très rapide, on règle l'appareil une fois pour toute (parallaxe, mise au point (même distance), on vise la 1^{ère} graduation (fil supérieur, fil médian, fil inférieur) puis la 2^{ème} graduation bien sure après calage de la bulle avant chaque lecture. La rapidité de l'opérateur dépend du secrétaire.
- On aura 2 cheminements distincts indépendants. Attention : il faut avoir 2 carnets bien distincts pour ne pas avoir des mauvaises surprises pour la 1^{ère} station et la 2^{ème} station.
- La dénivelée est vérifiée directement pendant l'opération : 2 dénivelées (graduation 1 et graduation 2) pour la 1^{ère} station et 2 dénivelées (1 et 2) pour la 2^{ème} station.
- On effectue 16 vérifications avant de changer une nouvelle station.
- Avec les 2 graduations la précision est augmentée de $\sqrt{2}$. Attention la 2^{ème} station sera considérée dans cette opération un cheminement « retour ».
- Pour fermer sur le même point de départ (correction orthométrique)

III.2.4 Difficultés de la méthode :

- ❖ La rapidité de l'opération dépend du secrétaire.
- ❖ Le secrétaire qui travaille le plus, tout dépend de lui, mais les fautes sont détectées s'il y a plusieurs vérifications.
- ❖ L'opération consiste à stationner deux fois (mise en station, réglage de bulle).

III.3. Matérialisation

REPRESENTATION DES BORNES AU SEIN DE L'E.S.P.A



FICHE DE MATERIALISATION

RATTACHEMENT DU POINT A VERS B PAR LA METHODE DE DOUBLE STATION

CHEMINEMENT N 1 (aller)

	Lecture ARRIERE					Lecture AVANT				
st	LAR 1	Cte	LAR 2	DN 1	DN 2	LAV 1	Cte	LAV 2	DN moyen	DN corrigé (m)
1	100593	591490	692083	-77831	-77833	178424	591492	769916	-77832	-0,778345
2	108402	591498	699900	-56609	-56600	165011	591489	756500	-56604,5	-0,56607
3	90801	591509	682310	-107799	-107793	198600	591503	790103	-107796	-1,077985
4	164131	591498	755629	-8566	-8573	172697	591505	764202	-8569,5	-0,08572
	463927		2829922	-250805	-250799	714732		3080721	-250802	-2,50812

Tableau 17 : Récapitulatif des résultats obtenus par levés entre le REPERE A (I.G.F42006) Et Le REPERE B (ARPENTAGE) **par la méthode de DOUBLE STATION** du cheminement N 1

CHEMINEMENT N 2 (retour)

St	Lecture ARRIERE					Lecture AVANT			DN corrigé (m)
	LAR 1	cte	L AR2	DN 1	DN 2	LAV1	Cte	LAV 2	DN moyenne
1	98872	591512	690384	-77865	-77849	176737	591496	768233	-77857
2	108322	591514	699836	-56659	-56652	164981	591507	756488	-56655,5
3	90732	591500	682232	-107755	-107753	198487	591498	789985	-107754
4	165762	591506	757268	-8561	-8550	174323	591495	765818	-8555,5
	463688		2829720	-250840	-250804	714528		3080524	-250822

Tableau 18 : Récapitulatif des résultats obtenus par levés entre le REPERE A(I.G.F42006) Et LE REPERE B (ARPENTAGE) **par la méthode de DOUBLE STATION** du cheminement N2

CONTROLE ET RESULTAT DES OPERATIONS

Entre le BORNE A et la BORNE B de l'E.S.P.A par la méthode de double station

METHODE DE DOUBLE STATION

	DN1 moyenn e allé (m)	DN2 moyenne retour (m)	DN corrige allé en (m)	DN corrige retour en (m)	Cote aller en (m)	Cote retour en (m)	Cote moyenne (m)
Point de départ BORNE A (I.G.F 42006)	+2.50802	-2.50822	+2.50812	-2.50811	1284.994585	=1287.502705 + (- 2.50811) =1284.994585	<u>1284.99485</u>
BORNE B(ARENTAGE)					=1284.99485+ 2.50813 1287.502705	1287.502705	<u>1287.502705</u>
Fermeture (différence entre le résultat observé et existant)	0.0002						

Tableau 19 : Résultat des opérations entre Le REPERE A (I.G.F4-2006) Et LA REPERE B (ARENTAGE) DE L'E.S.P.A **PAR LA METHODE DE DOUBLE STATION**

Calcul

$$\text{Constante} = \text{LAR2} - \text{LAR1}$$

$$\text{Constante} = \text{LAV2} - \text{LAV1}$$

$$\text{DN1} = \text{LAR1} - \text{LAV1} \text{ de l'échelle I}$$

$$\text{DN2} = \text{LAR2} - \text{LAV2} \text{ de l'échelle II}$$

$$\text{DN 1 moyenne} = (\text{DN1} + \text{DN2})/2 \text{ du cheminement N°1}$$

$$\text{DN 2 moyenne} = (\text{DN1} + \text{DN2})/2 \text{ du cheminement N° 1}$$

Fermeture

$$\begin{aligned} \text{Z Observe borne B (Arpentage)} &= \text{Z réel borne A (IGF4-2006)} + \text{DN1 moyenne} \\ &= 1284.994585 + 2.50802 = 1287.502605\text{m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Z Observe (IGF4-2006)} &= \text{Z observe (Arpentage)} + \text{DN2 moyenne} \\ &= 1287.502605\text{m} - 2.50822 = 1284.994385\text{m} \end{aligned}$$

La fermeture

$$\begin{aligned} &= \text{Z observe (IGF4-2006)} - \text{Z réel (IGF4-2006)} \\ &= 1284.994385 - 1284.994585 = -0.0002\text{m} = -0.2\text{mm} \end{aligned}$$

$$\text{TOLERANCE} = 2.7 * 0.5 * \sqrt{L} \quad \text{Avec } L = 0.290\text{km}$$

$$\text{D'où } T = 0.7 \text{ mm} > 0.2 \text{ mm}$$

Donc le cheminement est tolérable

On peut compenser la dénivelée du cheminement

$$\begin{aligned} \text{Compensation} &= 0.0002 / \text{nombre de station} = 0.0002/8 \\ &= 0.000025\text{m} = 0.025\text{mm} \end{aligned}$$

On répartit la compensation totale sur les dénivelées partielles, soit également entre toutes les dénivelées.

Les altitudes sont obtenues en ajoutant algébriquement les différences de niveau à l'altitude du point de départ.

On obtient la cote du point B (Borne AREPENTAGE) qui est égal

$$\begin{aligned} \text{Z réel du point B (ARPENTAGE)} &= \text{Z réel (IGF4-2006)} + \text{DN 1 moyenne corrigée} \\ &= 1284.99485 + 2.50812 \\ &= 1287.502705\text{m} \end{aligned}$$

Les altitudes sont obtenues en ajoutant algébriquement les différences de niveau à l'altitude du point de départ.

RATTACHEMENT DU POINT A VERS C PAR LA METHODE DE DOUBLE STATION

CHEMINEMENT N°1 (allé)										
	Lecture ARRIERE					Lecture AVANT				
St	LAR 1	Cte	LAR 2	DN 1	DN 2	LAV 1	Cte	LAV 2	DN moyenne	DN corrigé m
1	153210	591505	744715	-10368	-10361	163578	591498	755076	-10364,5	-0,10355375
2	216184	591494	807678	114425	114424	101759	591495	693254	114424,5	1,14433625
	369394		1552393	104057	104063	265337		1448330	104060	1,0407825

Tableau 20 : Récapitulatif des résultats obtenus par levé entre le REPERE A (I.G.F42006) Et Le REPERE C(I.G.FL32008) de l'E.S.P.A par la méthode de **DOUBLE STATION** du cheminement N1

CHEMINEMENT N°2 (retour)										
	Lecture ARRIERE					Lecture AVANT				
St	LAR 1	Cte	LAR 2	DN 1	DN 2	LAV 1	Cte	LAV 2	DN moyenne	DN corrigé en m
1	152904	591497	744401	-10364	-10364	163268	591497	754765	-10364	-0.10373125
2	218059	591495	809554	114460	114461	103599	591494	695093	114460,5	1.14451375
	370963		1553955	104096	104097	266867		1449858	104096,5	1.04087375

Tableau 21 : Récapitulatif des résultats obtenus par levés entre le REPERE A (I.G.F42006) Et Le REPERE C(I.G.FL32008) de l'E.S.P.A **par la méthode de DOUBLE STATION** du cheminement N2

:

CONTROLE ET RESULTAT DES OPERATIONS

Entre le BORNE A et le BORNE C de l'E.S.P.A par la méthode de double station

METHODE DE DOUBLE STATION

	DN moyen ne allé (m)	DN moyenne retour (m)	DN corrige allé en (m)	DN corrige retour en (m)	Cote aller en (m)	Cote retour en (m)	Cote moyen ne en (m)
Point de départ BORNE (I.G.F 4)	+1.04060	- 1.040965	+1.0407825	1.04087375	1284.995	=1286.035783 -1.04087375) =1284.994909	1284.995
Point d’arrive BORNE (I.G.F L2- 2008)					=1284.995+ 1.0407825 = 1286.03578	1286.035783	1286.036
Fermeture (différence entre le résultat observé et existant	0.000365						

Tableau 22 : Résultat des opérations entre le REPERE A Et Le REPERE C DE L'E.S.P .A **PAR LA METHODE DE DOUBLE STATION**

CALCUL

$$\text{Constante} = \text{LAR2} - \text{LAR1}$$

$$\text{Constante} = \text{LAV2} - \text{LAV1}$$

$$\text{DN1} = \text{LAR1} - \text{LAV1} \text{ de l'échelle I}$$

$$\text{DN2} = \text{LAR2} - \text{LAV 2 de l'échelle II}$$

$$\text{DN 1 moyenne} = (\text{DN1} + \text{DN2})/2 \text{ du cheminement N}^\circ 1$$

$$\text{DN 2 moyenne} = (\text{DN1} + \text{DN2})/2 \text{ du cheminement n 1}$$

FERMETURE

$$\text{Z Observe (IGF-L3 2008)} = \text{Z réel (IGF4A-2006)} + \text{DN 1 moyenne}$$

$$= 1284.994585 + 1.04060 = 1286,035185$$

$$\text{Z Observe (IGF4-2006)} = \text{Z observe (IGF-L3 2008)} + \text{DN 2 moyenne}$$

$$= 1286.035185 + (-1.040965) = 1284.99422$$

$$\text{La fermeture} = \text{Z observe (IGF4-2006)} - \text{Z réel (IGF4-2006)}$$

$$= 1284,99422 - 1284.994585 = -0.000365 \text{ m} = -0.365 \text{ mm}$$

$$\text{Or tolérance } T = 2.7 * 0.5 * \sqrt{L}$$

$$\text{Avec } L = 0.225 \text{ km}$$

$$\text{D'où } T = 0.640 \text{ mm} > 0.365 \text{ mm}$$

Donc le cheminement est tolérable

On peut compenser la dénivelée

$$\text{Compensation} = 0.365 / \text{nombre de station} = -0.000365/4$$

$$= 0.00009125 \text{ m}$$

On répartit la compensation totale sur les dénivelées partielles, soit également entre toutes les dénivelées.

On obtient la cote du point C (Borne I.G.FL32008) qui est égal

$$\text{Z (IGFL3 -2008)} = \text{Z (I.G.F4A)} + \text{DN1 corrigée}$$

$$= 1284.994585 + 1.0407825 = 1286.03578$$

Les altitudes sont obtenues en ajoutant algébriquement les différences de niveau à l'altitude du point de départ.

PARTIE IV

TRAVAUX DE BUREAU

IV.1. LES TRAVAUX DE BUREAU

Les travaux de bureau comportent quatre grandes étapes :

1. La vérification des carnets de terrain ;
2. Le calcul de fermeture ;
3. Les corrections orthométriques et compensation ;
4. Les altitudes définitives.

VI.1.1 Vérification des carnets de terrain

Tous les soirs après chaque sortie de terrain, le carnet doit être vérifié.

C'est le secrétaire qui fait toutes les vérifications.

Toutes les différences, toutes les moyennes, toutes les comparaisons des résultats doivent être vérifiées tous les soirs. Chaque vérification est cochée avec un stylo à bille bleue.

Arrivé au quartier général après toutes les opérations, il appartient à l'opérateur de revérifier tous les calculs dans le carnet. En effet, une autre personne trouvera d'un autre œil toutes les opérations. Chaque vérification sera cochée avec un stylo à bille rouge.

Et enfin, avant le calcul du cheminement, une troisième personne contrôle encore toutes les différences et moyennes en cochant avec un stylo vert.

Chaque feuille du carnet doit être cochée avec ces trois couleurs. Aucune faute n'est pas permise.

N.B. : saisie

C'est la première opération de toute chaîne d'informatique. C'est souvent décisif dans la mesure où l'intervention humaine reste prépondérante.

Après traitement de données issues du terrain, on saisit sur ordinateur les valeurs de paramètres énoncés sur le carnet du terrain contenant le LAR1, LAR2, LAV1, LAV2...

Le processus à suivre est le suivant :

- ✓ Ouvrir Windows ;
- ✓ Créer un fichier Excel ;
- ✓ Nommer ce fichier ;
- ✓ Saisir à l'aide du clavier les valeurs de chaque paramètre considéré ;
- ✓ Enregistrer.

VI.1.2 Calcul de fermeture

Entre les points matérialisés sur le terrain, on calcule la somme des lectures arrière et la somme de lecture avant. La différence de ces deux lectures constitue les dénivelées.

En comparant les deux dénivelées de la graduation 01 et la graduation 02 qui constitue en quelque sorte la fermeture du cheminement, on vérifie la tolérance admise qui est dans ce projet de $0.5\text{mm}\sqrt{L}$, L étant la longueur totale du cheminement.

Pour une longueur totale de 1 km, la fermeture ne doit pas dépasser 0.5mm. Ce qui a été toujours vérifié dans les travaux effectués sur le terrain lors de ce projet.

VI.1.3 Corrections orthométriques et compensations

Puisque les trois bornes implantées au sein de l'ESPA sont rattachées au N.G.M. donc dans le système orthométrique, il nous faudra fermer le cheminement. Comme nous n'avons que le seul point Mle11 ; nous considérons le premier cheminement comme « cheminement aller » et le deuxième cheminement 2 comme « cheminement retour » (en inverse les signes). Nous allons fermer alors tout le cheminement sur le Mle11 en considérant la tolérance imposée.

On a pris comme point de départ et point d'arrivée le même point Mle11, le cheminement doit se fermer à zéro. On compense ainsi linéairement proportionnellement aux dénivelées et à la longueur.

VI.1.4 Calcul des altitudes définitives

Nous prendrons comme altitude définitive la moyenne des altitudes des points. En effet dans le cheminement aller chaque point a son altitude, de même, il a l'autre altitude du cheminement retour après compensation. Remarquons que tous ces calculs se font sur Excel.

COMPARAISON DE RESULTAT

	Méthode de CHOLESKI			Méthode de DOUBLE STATION			
points	cote aller (m)	cote retour(m)	cote moyenne(m)	cote aller(m)	cote retour(m)	cote moyenne (m)	Cote définitive (m)
Mle11	1272,275	1272,275	1272,275	1272,275	1272,27500	1272,275	1272.275
point fixe I	1277,16149	1277,16142	1277,16145	1277.160944	1277.161176	1277,161060	1277,161
pont	1261,17868	1261,178	1261,179	1261.176858	1261.176867	1261,1768625	1261,178
IGF4-2006	1284,99668	1284,99668	1284,99668	1284.994585	1284.994585	1284,994585	1284.996
Arpentage	1287,50533	1287,50533	1287,50533	1287,502951	1287,502951	1287,502951	1287,504
IGF-L3 2008	1286,03748	1286,03748	1286,03748	1286,035614	12836,035614	1286,035614	1286,036

Tableau 23 : Résultat final des opérations par deux méthodes différentes de nivellement de précision : CHOLESKI et DOUBLE STATION

Calcul de cote définitive = [Z moyenne par la méthode de **Choleski** + Z moyenne par la méthode de **double station**] /2

FICHE SIGNALÉTIQUE OBTENUE PAR LEVE OU MESURE**Des points par la méthode de DOUBLE STATION au sein de l'E.S.P.A****FICHE SIGNALÉTIQUE DU POINT A (I.G.F4-2006)**

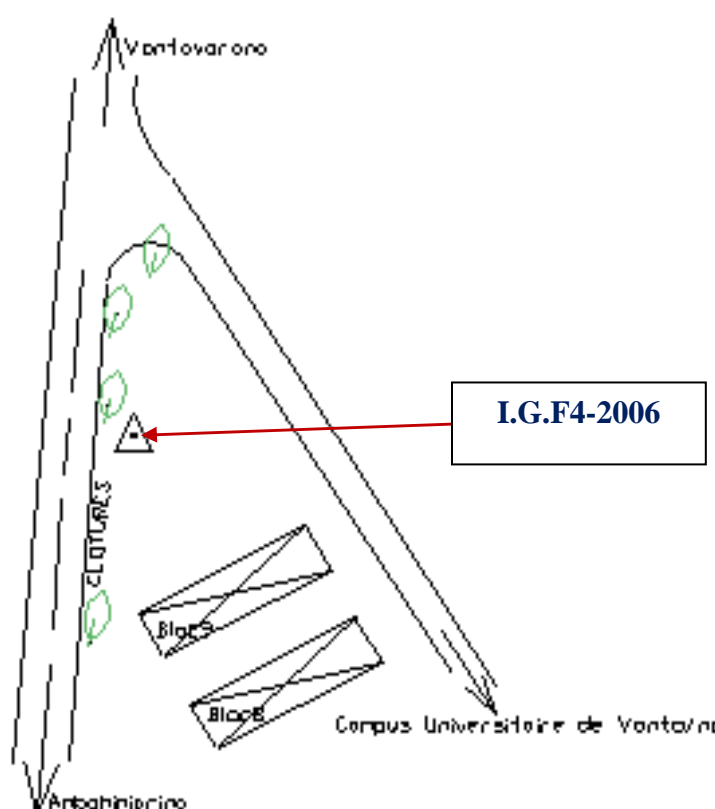
EMPLACEMENT de REPERE au sein de l'E.S.P.A.		
Désignation	Distance (km)	Croquis, Altitude de repère en m
Dans le domaine de l'E.S.P.A.		
Campus Vontovorona	Distance entre Mle 11 Alakamisy et I.G.F4 2006 = 4.850km	<p>Altitude de repère A (I.G.F4A2006) : 1284.996 m</p> 
Point géodésique I.G.F 4-A2006		

Tableau 24 : Fiche signalétique du point A (I.G.F4-2006)

FICHE SIGNALÉTIQUE DU POINT B (ARPENTAGE)

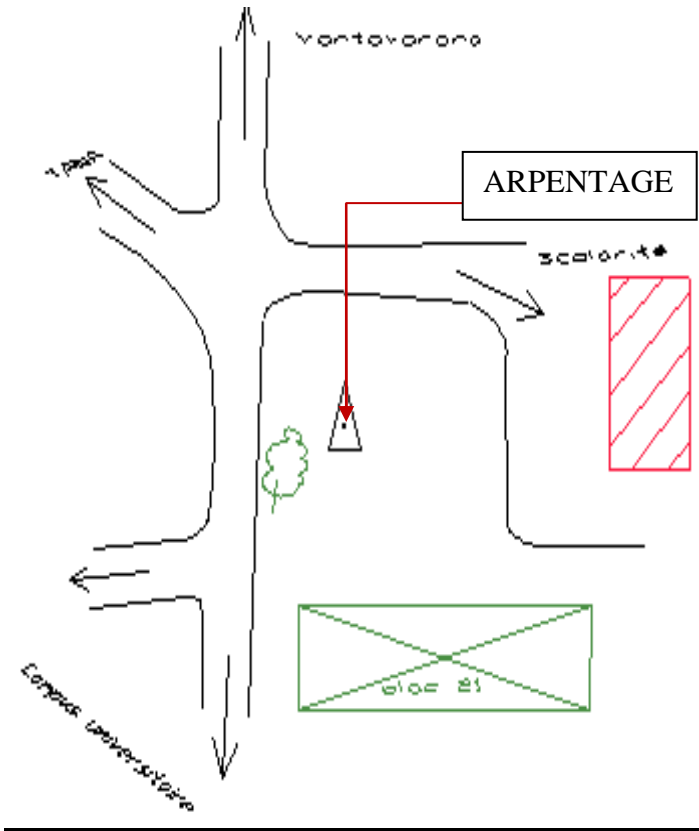
EMPLACEMENT de REPERE au sein de l'E.S.P.A.		
Désignation	Distance (km)	Croquis, Altitude de repère en m
Dans le domaine de l'E.S.P.A.		
Campus Vontovorona	Distance entre I.G.F4 2006 et ARPENTAGE =0.290km	<p>Altitude de repère B (ARPENTAGE) :1287.504 m</p> 
Point géodésique ARPENTAGE		

Tableau 25 : Fiche signalétique du point B (ARPENTAGE)

FICHE SIGNALÉTIQUE DU POINT C (I.G.FL32008)

EMPLACEMENT de REPERE au sein de l'E.S.P.A.		
Désignation	Distance (km)	Croquis, Altitude de repère en m Dans le domaine de l'E.S.P.A.
Campus Vontovorona		Altitude de repère C (I.G.FL32008) : 1286.036 m
	Distance entre I.G.F4 2006 et I.G.FL32008 =0.225km	<p>The sketch map shows a road network. At the top, an arrow points up towards 'Vontovorona'. At the bottom, an arrow points down towards 'Ambahinirino'. On the left, an arrow points left towards 'TANA'. On the right, an arrow points right towards 'Scolarité E.S.P.A.'. A road runs vertically through the center. A horizontal road crosses it. A point is marked on the horizontal road with a red arrow pointing to it from a box labeled 'I.G.FL3-2008'. This point is labeled 'Isongombato E.S.P.A.'.</p>
Point géodésique I.G.F L32008		

Tableau 26 : Fiche signalétique du point C (I.G.FL32008)

IV.2. BUDGETISATION

IV.2.1. Déroulement des travaux

- La visite sur terrain et la reconnaissance ont été fait respectivement le:13/11/08 : soit une journée.
- Les trois bornes ont été matérialisées le 14/11/08 : une journée.
- Nous avons commence l'étude de stabilité du 15/11/09 au 16/11/09 : deux journées.
- Le cheminement proprement dit a durée quatre jours et en fin le rattachement nous a pris une journée.

IV.2.2. Temps

Titre du projet	Etablissement des repères de nivellements au sein de l'ESPA
lieu	Vontovorona
Durée	Début : 13 Novembre 2008 Fin : 21 Novembre 2008
Partie prenante	-les élèves de 3 ^{ème} année licence -professeur -l'ESPA -FTM
bénéficiaire	-tous les élèves de l'ESPA -l'ESPA -FTM -citoyen Malagasy

Le coût du travail est estimé en fonction du personnel, location de matériels et l'achat de fournitures.

a) Matériels utilisés

- Niveau de précision type I.G.N 1950
- 2 mires de précision, invar
- 2 crapauds.

b) Personnels

- ❖ Chef de brigade operateur
- ❖ Un secrétaire
- ❖ porte-mines
- ❖ Manouvre

c) L'achat de fournitures.

- ✓ Sable
- ✓ Ciment
- ✓ Gravillon
- ✓ Fer

IV.5.3.1. Location des matériels:

Niveau de précision par jour.....	250000fmg
Mire invar par jour.....	10000fmg
Crapaud par jour.....	500fmg
Trépied par jour.....	3000fmg

IV.5.3.2. Achat des documents:

Carte par unité.....	36000fmg
Fiche signalétique par unité.....	36000fmg

IV.5.3.3. Personnel:

Chef de brigade operateur par jour.....	100000fmg
Secrétaire par jour.....	30000fmg
Portes mires par jour.....	15000fmg
Manœuvre par jour.....	10000fmg

IV.5.3.4. Achat de la fourniture:

Ciment.....	37500fmg
Gravillon.....	12500fmg
Sable.....	12500fmg
Fer.....	10000fmg

IV.5.3.5. Logistique:

Déplacement= frais +repas par personne (pendant les travaux).....	630000fmg
Ordinateur (pendant les travaux).....	225000fmg

		unité	quantité	Prix unité (fmg)	Duré du travail	Montant (fmg)
Appareil	-Niveau	jour	01	250000	7	1750000
	-Mire invar		02	10000	7	140000
	-crapaud		02	500	7	7000
	-trépied		01	3000	7	21000
Documents	-carte	nombre	01	36000		36000
	-Fiche signalétique		01	36000		36000
Personnel	-chef de brigade	jour	01	100000	9	900000
	opérateur		01	30000	7	210000
	-secrétaire		02	15000	7	105000
	-portes mires	jour	01	10000	7	70000
	-man œuvre		2	10000	1	20000
	✓ Cheminement					
fournitures	-ciment	Kg	15	2500		37500
	-gravillon	m3	0.25	50000		12500
	-sable	m3	0.25	50000		12500
	-fer	mètre	2	5000		10000
Déplacement = Frais + repas	Chef de Brigade	jour	01	15000	9	135000
	opérateur		01	15000	7	105000
	-secrétaire		02	15000	7	210000
	-porte mires	jour	01	15000	7	105000
	-man œuvre		02	15000	1	30000
	✓ Cheminement					
Ordinateur	✓ Matérialisation	nombre	01	25000	9	225000
somme						4177500

Tableau 27 : Récapitulatif du Coût du Cheminement

RECOMMANDATIONS

Quelques leçons retenues lors des opérations de terrain

Pour ne pas recommencer plusieurs lectures et pour augmenter la vitesse d'exécution du travail d'un nivellement de précision, nous avons retenu quelques leçons :

- Pendant la mise en station, il faut bien éliminer l'erreur de parallaxe (ceci est très important car les lectures peuvent varier de quelque dizaine de mm) ;
- Il faut attendre que la bulle se stabilise avant chaque lecture car des fois on s'aperçoit que la bulle n'est plus calée juste après la lecture ;
- Il vaut mieux arrêter les opérations quand le soleil monte (entre 11h et 14 h) car il y a trop de réverbération ;
- Si vraiment on doit travailler pendant ces heures, on doit diminuer de beaucoup la distance entre les mires et la station 30 à 40 m au lieu de 80 m ;
- Il est nécessaire aussi de bien préparer les imprimés pour ne pas intervertir les différentes lectures ;
- L'opérateur doit utiliser un parasol pour éviter la variation brusque de la température et l'effet du vent sur l'appareil ;
- Un secrétaire méticuleux et très habile en calcul mental est indispensable car de lui dépend la rapidité des opérations.

CONCLUSION

Les trois points implantés au sein de l'E.S.P.A. sont rattachés au nivellement général de Madagascar. Ils sont dans le système orthométrique et ayant comme référence le géoïde .Il ont été déterminés par la méthode de nivellement de précision par la méthode dite de double station. Leur précision est millimétrique.

Ces points ont permis en outre de déterminer le géoïde de Madagascar par rapport à l'ellipsoïde G.R.S.80 du G.P.S. En effet, ils ont été déterminés par G.P.S., donc ils ont leur hauteur au dessus de G.R.S.80. La différence entre les deux altitudes permet de passer de l'altitude orthométrique à la hauteur autour de la zone de l'E.S.P.A.Nous espérons que notre petite contribution aidera les autres étudiants à se familiariser avec les matériels appropriés modernes et de maîtriser les nouvelles techniques.

Au terme de cette étude ,nous pouvons dire que la levée Topographique est nécessaire par ses divers aspects qui seront exploités pour les travaux en Génie Civil comme l'aménagement et les constructions nouvelles et les infrastructures ;projet mise en place du réseau de nivellement au sein de l'E.S.P.A rattache au N.G.M par la méthode de double station et de recherche comme l'étude du mouvement sur terrain.

REFERENCE ET BIBLIOGRAPHIES

- [**1**] Cahier de cours de nivellement de la 2^{ème} Année
- [**2**] Ouvrage « **Topographie Théorie et pratique** » par **MAURICE E. BARBIER**
- [**3**] Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention de diplôme d'Ingénieur présenté par **NOROHARIMANANA Hanitramalala** sur le thème
« **Contribution à l'étude de la stabilité d'un réseau dans l'auscultation Topographiques des barrages** »
- [4] Ouvrage « **Arpentage, Nivellement, Cadastre, Topographie** » par **MURET Charles**.

ANNEXE 1

FICHE SIGNALÉTIQUE EXISTANTE AU SEIN DU F.T.M dans la commune rurale Fenoarivo

Section H, h_h - d'ANOSIZATO à AMBATOMIRAHAVAVY (SUITE)

3

EMPLACEMENTS DES REPÈRES.

DÉSIGNATIONS DES BATIMENTS ET OUVRAGES D'ART	Points ou bornes kilométriques	MATRIQUES, GROQUIS, ALTITUDES DES REPÈRES	POINTS DYNAMIQUES
--	--------------------------------	---	-------------------

Route Nationale N°1, entre ANOSIZATO et AMBATOMIRAHAVAVY

Feuille au 1:100 000 - TANANARIVE

Aqueduc à 3 nappes

kilomètres
1,06

Mile 8

Alt. repère M: 1249^M, 194
rivet :

Village de FENOARIVO

0,89

Mile 9

Alt. repère C: 1260, 838
rivet :

(ex-10-Bah)

0,98

Mile 10

Alt. repère C: 1264, 109
rivet :

Aqueduc

(ex-10-Bah)

Mile 11

Alt. repère C: 1272, 275
rivet :

Aqueduc

1,16

557. Sup. N. 832-C. 1985

ANNEXE 2

MODELE DE CARNET DE NIVELLEMENT DE PRECISION PAR LA METHODE DE DOUBLE STATION

Nom de l'opérateur :

Nom du (de la) secrétaire :

Localisation :

Equipe topo :

Type d'instrument :

Heure début :

Heure fin :

Date :

Temps : Beau –mauvais

N° borne début :

N° borne fin :

Longueur en mètre :

CHEMINEMENT N°1														
	Lecture arrière					Lecture avant								
N° pt	LAR1	½ Distance	LAR2	½ Distance	Cte	LAV 1	Distance	LAV 2	½ distance	Cte	Dénivelée DN 1	Dénivelée DN 2	Dénivelée moyenne	Dénivelée corrigé
1	7830	12230	599352	12208	591500	180951	11837	772422	11868	591502	-172728	-172730	-172729	
	20060		611560			192788		784290						
	32310	12250	623831	12271		204652	11864	796142	11852					

CHEMINEMENT N°2														
	Lecture arrière					Lecture avant								
N° point	LAR1	½ Distce	LAR2	1/2 Distance	Cte	LAV 1	½ Distance	LAV 2	1/2 distance	Cte	Dénivelée DN 1	Dénivelée DN 2	Dénivelée moyenne	Dénivelée corrigé
1	7852	12252	599368	12232	591496	180951	11871 11838	772454	11878	591510	-172718	-172732	-172725	
	20104		611600			192822		784332						
	32356	12252	623858	12258		204660		796172	11840					

CALCUL

Constante 1 de la mire = $LAR2$ du fil niveleur – $LAR1$ du fil niveleur

Constante 2 de la mire = $LAV2$ – $LAV1$

$1/2\text{Distance1}$ = Fil supérieur – Fil niveleur

$1/2\text{Distance}$ = Fil niveleur – Fil inférieur

Dénivelée $DN1$ = $LAR1$ du fil niveleur – $LAV1$ du fil niveleur de l'échelle I (petite graduation)

Dénivelée $DN2$ = $LAR2$ du fil niveleur – $LAV2$ du fil niveleur de l'échelle II (grande graduation)

$DN1$ moyenne = $(DN1 + DN2)/2$ du cheminement N° 1

$DN2$ moyenne = $(DN1 + DN2)/2$ du cheminement N° 2

DN moyenne = $(DN1 \text{ moyenne} + DN2 \text{ moyenne})/2$

TRAVAUX EFFECTUES SUR TERRAIN

a) Lecture

b) Calcul suivi de la vérification

A-Lecture

Lecture sur la mire N° 1 (Arrière) de station 1

Petite graduation de la mire n1 : Echelle I	grande graduation de la mire n1 : Echelle II
- Fil supérieur de l'échelle I	Fil supérieur de l'échelle II
- fil niveleur de l'échelle I	fil niveleur de l'échelle II
- fil inférieur de l'échelle I	fil niveleur de l'échelle II

Lecture sur la mire n 2 (Avant) de station 1

Petite graduation de la mire n1 : Echelle I	grande graduation de la mire n1 : Echelle II
- Fil supérieur de l'échelle I	Fil supérieur de l'échelle II
- fil niveleur de l'échelle I	fil niveleur de l'échelle II
- fil inférieur de l'échelle I	fil niveleur de l'échelle II

La même méthode et procédure ont été utilisées pour la mire N1 (arrière) et la mire N 2 (Avant) de station 2 qui sont égales.

B- Calcul, suivi, vérification

- Calcul sur la mire n 1 (Arrière) de station 1 (petite graduation ou Echelle I)

Demi-distance 1 ($\frac{1}{2} D1$) = Fil supérieur de l'échelle I – fil niveleur de l'échelle I

Demi-distance 2 ($\frac{1}{2} D2$) = Fil niveleur de l'échelle I – fil inférieur de l'échelle I

- Calcul sur la mire n 1 (arrière) de station 1 (grande graduation ou Echelle II)

Demi-distance 1 ($\frac{1}{2} D1$) = Fil supérieur de échelle II – fil niveleur de l'échelle II

Demi-distance 2 ($\frac{1}{2} D2$) = Fil niveleur de l'échelle II – fil inférieur de l'échelle II

- Calcul sur la mire n 2 (Avant) de station 1 (petite graduation ou Echelle I)

Demi-distance 1 ($\frac{1}{2} D1$) = Fil supérieur de échelle I – fil niveleur de l'échelle I

Demi-distance 2 ($\frac{1}{2} D2$) = Fil niveleur de l'échelle I – fil inférieur de l'échelle I

- Calcul sur la mire n2 (Avant) de station 1 (grande graduation ou Echelle II)

Demi-distance 1 ($\frac{1}{2} D1$) = Fil supérieur de échelle II – fil niveleur de l'échelle II

Demi-distance 2 ($\frac{1}{2} D2$) = Fil niveleur de l'échelle II – fil inférieur de l'échelle II

La même méthode et procédure pour la mire N1 (arrière) et la mire N 2 (avant) de station 2

Calcul :

Constante de la mire = Fil niveleur de LAR 2 – fil niveleur de LAR1

Constante de la mire = Fil niveleur de LAV2 – fil niveleur de LAV1

Dénivelée entre deux points de la station n 1 (cheminement N°1 : Allé)

DN 1 = fil niveleur de LAR1 – fil niveleur de LAV1 (petite graduation ou échelle I)

DN 2 = fil niveleur de LAR2 – fil niveleur de LAV2 (grande graduation ou Echelle II)

Dénivelée entre deux points de la station n 2 (cheminement N°1 : retour)

DN 1 = fil niveleur de LAR1 – fil niveleur de LAV1 (petite graduation ou échelle)

DN 2 = fil niveleur de LAR2 – fil niveleur de LAV2 (grande graduation ou Echelle II)

Vérification

- 1) La différence entre le fil niveleur de l'échelle I et le fil supérieur de l'échelle I de la mire 1 de station 1 est égale à la différence entre le fil niveleur de l'échelle I et le fil inférieur de l'échelle I de la mire 1 de station 1 . Les mêmes procédures et résultat pour la mire n2 de la station 1.
- 2) La différence entre le fil niveleur de l'échelle II et le fil supérieur de l'échelle II de la mire 1 de station 2 est égale à la différence entre le fil niveleur de l'échelle II et le fil inférieur de l'échelle II de la mire 1 de station 2 et les mêmes procédures et résultat pour la mire n2 de la station 2.
- 3) Toute les DN (dénivelées) de chaque section sont sensiblement égales.

ANNEXE 3

AXES DU CHEMINEMENT



INFORMATIONS

Nom : RASOANIRINA

Prénom : Hanitriniala Ernestine

Adresse : Lot 084 Ak Ankilalahila Fandriana BP 308

Tel : 0332929872 / 034 84 632 35

Thème :

ETABLISSEMENT DES REPERES DE NIVELLEMENT AU SEIN DE L'ECOLE SUPERIEURE POLYTECHNIQUE D'ANTANANARIVO PAR LA METHODE DE DOUBLE STATION

RESUME

Les trois points au sein de l'Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo ont été déterminés suivant deux méthodes de précision différentes : double Station et Choleski dont l'altitude définitive sera la moyenne des deux cotes, elle est rattachée au Nivellement Général de Madagascar en respectant le système orthométrique et ayant comme référence

Nombre des pages : 59

Nombre des figures : 08

Nombre des tableaux : 27

Encadreur : NARY Herilalao Iarivo