

1 8 AGO 1986

Ya en microf.

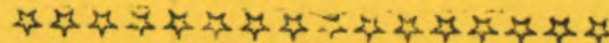
*IICA
PM-6*



INSTITUT INTERAMERICAIN DE COOPERATION POUR L'AGRICULTURE

IICA

BUREAU EN HAITI



★	MARND R	★
★	FAMV	★
★	IICA	★

USAID
ACDI

**PREMIER
COURS NATIONAL
POST-GRADUE
SUR L'IRRIGATION,
LE DRAINAGE
ET LA GESTION
DES RESSOURCES
HYDRIQUES**

15 Juillet - 30 Septembre 1955

Port-au-Prince, Haïti



TOPOGRAPHIE

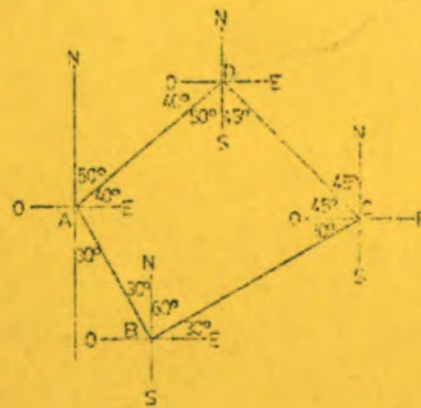


Fig. 1) Schéma montrant la procédure de calcul des bearing d'une polygone.

PAR

MARC JEAN PIERRE, Ing.

IICA
PM-
656

No. 656

ISSN -0534-5391

REVISION ET EDITION: HUMBERTO PIZARRC

Spécialiste en Projets d'Irrigation et Drainage

IICA - HAITI

Faint, illegible markings or text in the upper left corner.



IICA

INSTITUT INTERAMERICAIN DE COOPERATION POUR L'AGRICULTURE

BUREAU EN HAITI

IICA-CIDIA

Centro Interamericano de
Documentación e
Información Agrícola
18 AGO 1986
TOPOGRAFIE
IICA - CIDIA

☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆

☆☆ MARND R USAID ☆☆
☆☆ FAMV ACDI ☆☆
☆☆ IICA ☆☆

**PREMIER
COURS NATIONAL
POST-GRADUE
SUR L'IRRIGATION,
LE DRAINAGE
ET LA GESTION
DES RESSOURCES
HYDRIQUES**

15 Juillet - 30 Septembre 1985

Port-au-Prince, Haïti

☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆

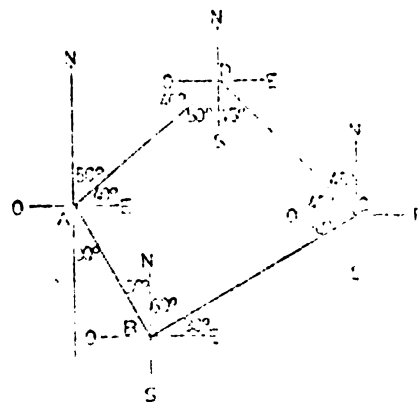


Fig. 1.1 Schéma montrant la procédure de calcul des bearings d'un polygone.

PAR

MARC JEAN PIERRE, Ing.

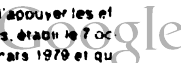
No. 656

ISSN -0534-5391

REVISION ET EDITION: HUMBERTO PIZARRC

Spécialiste en Projets d'Irrigation et Drainage

IICA - HAITI



00008366

~~004635~~

~~00000668~~

PREMIER COURS NATIONAL POST GRADUE
SUR L'IRRIGATION, LE DRAINAGE
ET LA GESTION DES RESSOURCES HYDRIQUES

COORDINATION:

INSTITUT INTERAMERICAIN DE
COOPERATION POUR L'AGRICULTURE (IICA)
FACULTE D'AGRONOMIE ET
MEDECINE VETERINAIRE (FAMV)

SOUTIEN FINANCIER:

AGENCE DE DEVELOPPEMENT INTERNATIONAL (USAID)
PROJET DE DEVELOPPEMENT AGRICOLE INTEGRE 521-0078
AGENCE CANADIENNE POUR LE DEVELOPPEMENT INTERNATIONAL (ACDI)
INSTITUT INTERAMERICAIN DE COOPERATION POUR L'AGRICULTURE (IICA)
MINISTRE DE L'AGRICULTURE, DES RESSOURCES NATURELLES ET
DU DEVELOPPEMENT RURAL (MARNDR)
FACULTE D'AGRONOMIE ET MEDECINE VETERINAIRE (FAMV)

TEXTE : TOPOGRAPHIE
DACTYLOGRAPHIE : LAURENCE JOACHIM ET JULIETTE MOREL
DESSINS : JEAN ROBERT MOREL
IMPRESSION : JEAN NICOLAS JOSEPH

TOPOGRAPHIE

	PAGE
TABLE DES MATIERES	i
TABLE DES MATIERES	i
LISTE DE FIGURES	v
LISTE DE TABLEAUX	vii
CHAPITRE I	
DEFINITIONS	1
1.1 Forme de la terre	1
1.2 La Géodésie	1
1.3 La topographie	2
1.4 La voirie	2
1.5 L'hydrographie	2
1.6 Travaux municipaux	2
1.7 Photogramétrie	2
1.8 Qu'est ce que la planimétrie?	3
1.9 L'Arpentage	3
1.10 L'Altimétrie	3
CHAPITRE II	
OPERATIONS DE TOPOGRAPHIE	4
2.1 Reconnaissance	4
2.2 Travaux sur le terrain	4
2.3 Qualité des notes	5
2.4 Travaux de bureau	6
CHAPITRE III	
OPERATIONS SUR LE TERRAIN	8
Jalonnement ou Alignement	8
CHAPITRE IV	
INSTRUMENTS	10
Généralités	10
4.1 Mise en station d'un appareil de topographie	10

	PAGE
TABLE DES MATIERES	
CHAPITRE V	
MESURE DE LONGUEURS	13
Généralités	13
CHAPITRE VI	
MESURAGE DES ANGLES	16
Généralités	16
6.1 Sorte d'angles	17
6.1.1 Angle à droite ou angle à gauche	18
6.1.2 Angle de déflexion	18
6.2 Méthode de mesurage des angles	18
6.2.1 Angle individuel	19
6.2.2 Méthode de rayonnement	20
6.2.3 Méthode du triangle isocèle	20
6.2.4 Méthode du triangle rectangle	21
6.3 Orientation d'une ligne	22
6.4 Course Définition	22
6.5 Relations entre les fonctions circulaires d'un même arc	24
6.6 Bearing Vrai - Bearing Magnétique	26
6.6.1 Orientation Avant - Orientation Arrière	26
6.6.2 Bearing observé et bearing calculé	27
6.7 Polygonale fermée	30
6.7.1 Conditions de fermeture	30
6.7.2 Erreur de fermeture	30
6.8 Mise en plan	31
6.8.1 Méthodes	31
6.8.2 Methodologie	32
6.9 Application	32
CHAPITRE VII	
TOPOGRAPHIE APPLIQUEE	42
Généralités	
7.1 Facteur démographique	42

	TABLE DES MATIERES	PAGE
7.2	Facteur économique et financier	42
7.3	Facteur technique	43
7.4	Localisation du tracé	43
7.4.1	Point de contact	44
7.4.2	Courbes horizontales	45
7.4.3	Calcul de l'angle de deflexion	46
7.4.4	Implantation de la courbe	47
7.4.5	Marche à suivre pour calculer l'angle de deflexion	48
	CHAPITRE VIII	
	NIVELLEMENT	52
8.1	Nivellement direct	52
8.2	Nivellement trigonométrique ou indirect	55
	CHAPITRE IX	
	REPRESENTATION DU RELIEF DU SOL	64
9.1	Méthodes de représentation du relief	65
9.1.1	Côtes ou altitudes de niveau	65
9.1.2	Plan coté	66
9.1.3	Courbes de Niveau	67
9.1.4	Caractéristiques des courbes de niveau	67
9.2	Méthodes de Localisation des Courbes de Niveau	69
	CHAPITRE X	
	SUPERFICIE ET VOLUME	69
	Généralités	69
10.1	Décomposition en figures géométriques	69
10.2	Méthodes des coordonnées	71
10.3	Méthodes des distances méridiennes doubles (D.M.D.)	72
10.4	La méthode du planimètre	74
10.5	Volume	75
10.6	Méthodes des sections en travers	75
10.7	Méthode géométrique	76

	TABLE DES MATIÈRES	PAGE
	CHAPITRE XI	
	DOSSIER TECHNIQUE	77
11.1	Définition du dossier technique	77
11.2	Contenu du dossier technique	77
11.3	Mode d'exécution des travaux	77
11.4	Planning d'exécution des travaux	78

LISTE DES FIGURES

FIGURE	PAGE
1.	Schéma pour la définition d'un angle 7
2	Schéma d'un système de coordonnées rectangulaires pour mesurer la distance entre deux points 13
3	Schéma pour mesurer la distance, réduite à l'horizontale entre deux points 15
4.	Schéma qui montre les composantes d'un angle 16
5	Schéma d'une polygonale fermée montrant le sens de mesure d'un angle 17
6	Schéma d'une polygonale pour montrer le mesurage d'un angle 19
7	Schéma pour mesurer un angle sur la base d'un triangle isocèle 20
8	Schéma pour mesurer un angle à partir du principe du triangle rectangle 21
9	Schéma d'un cercle trigonométrique et des fonctions trigonométriques 23
10	Schéma pour le mesurage du Bearing 25
11	Schéma pour l'identification des quadrants 26
12	Polygone pour l'application du calcul du Bearing 27
13	Schéma montrant la procédure de calcul des bearings d'une polygonaire 28
14	Schéma d'une polygonale pour le calcul des bearings et des coordonnées 34
14.b.	Schéma pour le calcul des bearing 36
15	Schéma de la localisation du tracé 44
16	Schéma pour la localisation des composantes d'une courbe 45
17	Schéma pour le calcul de l'angle de déflexion 47
18	Schéma pour le nivellement trigonométrique 59
19	Schéma d'un profil en long 66

	FIGURE	PAGE
20	Schéma de la localisation des courbes de niveau par interpolation	68
21	Schéma pour montrer le calcul de la superficie par décomposition en figures géométriques régulières	69
22	Schéma pour le calcul d'une superficie par la méthode de coordonnées	71
23	Schéma pour le calcul d'une superficie par la méthode de la distance méridienne double	73

LISTE DES TABLEAUX

	TABLÉAU	PAGE
1	Exemple de calcul des bearings et coordonnées	39
2	Exemple de calcul d'une courbe	51
3	Exemple de nivellement direct	55
4	Exemple de nivellement trigonométrique	62

TOPOGRAPHIE

CHAPITRE I

DEFINITIONS

1.1 Forme de la terre

D'une façon générale, la terre est considérée comme une sphère aplatie aux pôles ayant un rayon moyen de 6372 km.

Comme vous le savez, la terre n'a pas la forme d'un solide géométrique bien défini, mais s'approche beaucoup d'une ellipsoïde de révolution engendrée par la rotation d'une ellipse autour de son petit axe.

La forme de la terre est définie comme étant un géoïde.

Qu'est ce qu'un géoïde?

- C'est une surface qui est normale à la gravité en tous ses points.

Exemple: la surface de la terre ou géoïde de base est l'aire du globe déterminée par le niveau moyen des mers dépourvu de tous les irrégularités.

1.2 La Géodésie

C'est l'art de représenter sur un plan des repères espacés de plusieurs kilomètres les uns des autres en tenant compte des coordonnées géographiques (longitude, latitude et altitude) .

1.3 La topographie

C'est l'art de représenter sur un plan la configuration réelle d'un terrain avec tous les détails rencontrés. Elle se traduit toujours par une forme graphique : carte, plan, minute de levé.

1.4 La Voirie

- a) Localiser ou implanter la ligne des centres sur le terrain.
- b) Prendre des sections en travers et longitudinales sur le terrain.
- c) Calculer les surfaces et les volumes.

1.5 L'Hydrographie

- a) Faire le levé des rivages, cours d'eau,
- b) Faire des sondages pour déterminer la profondeur et la nature du lit des cours d'eau,
- c) Le système de drainage.

1.6 Travaux Municipaux

- a) Système de contrôles horizontal et vertical
- b) Construction et levé des Edifices

1.7 Photogrammétrie

Plans topographiques à partir des photographies aériennes.

La topographie comprend trois aspects distincts : la planimétrie, l'arpentage, l'altimétrie.

1.8 Qu'est ce que la planimétrie?

- La planimétrie ou levé des plans a pour objet de représenter avec exactitude, par un dessin, la projection sur un plan horizontal de tous les points situés sur le terrain.

Ex: Carte à courbes de niveau

1.9 L'Arpentage

C'est l'art de mesurer la superficie des terres. On attribue son invention aux Egyptiens. Par exemple: 1 carreau = 1 ha 29

1.10 L'Altimétrie

L'altimétrie ou NIVELLEMENT a pour objet de déterminer avec exactitude la côte de chacun des points du terrain ou encore la côte relative des points par rapport à un plan horizontal de référence.

CHAPITRE II

OPERATIONS DE TOPOGRAPHIE

Pour tous travaux de topographie, on rencontre trois séries d'opération en ce qui concerne la planimétrie et l'arpentage.

- a) Reconnaissance
- b) Travaux sur le terrain
- c) Travaux de bureau

2.1 Reconnaissance

Elle a pour but de reconnaître la configuration générale du terrain (limites naturelles, cours d'eau, routes, bornes, etc) et aussi de déterminer la meilleure méthode de levé à adopter. Le topographe se fera accompagner par le propriétaire ou par le maître de l'ouvrage.

2.2 Travaux sur le terrain

Trois principes essentiels sont à appliquer :

- a) Déterminer l'ossature du levé, pour rattacher les détails au canevas en allant du plus grand au plus petit,
- b) Décomposer le travail en un très grand nombre de petites opérations les plus simples possibles,
- c) Procédés: Il existe trois procédés de levé

- c - 1) Mesure des longueurs
 - c - 2) Mesure des angles
 - c - 3) Mesure simultanée des longueurs et des angles
- Les renseignements obtenus sur le terrain doivent être enregistrés et conservés. Les notes prises sur le terrain sont habituellements la propriété de l'employeur et sont, par conséquent susceptibles d'être utilisées par d'autres personnes. Par conséquent, il ne faut pas se fier trop sur sa mémoire, tous les renseignements doivent être inscrits immédiatement dans les carnets de levé.

2.3 Qualité des notes

- a) Propres: Ne pas utiliser un crayon ni trop mou, ni trop dur, tout dépendant du papier utilisé et du degré d'humidité de l'air.
- b) Claires: Il faut que les notes soient parfaitement lisibles et ne laissant qu'une seule solution possible. On doit écrire en lettre moulée et bien former les chiffres.
- c) Systématiques: Les références des angles, distances et élévations doivent être données dans un ordre logique, facilement identifiables et compréhensibles sans équivoque possible. Au fur et à mesure de l'avancement des travaux on fera un croquis du terrain dans le carnet de levé à peu près à l'échelle.
- d) Originalités: On ne doit pas prendre des notes sur des bouts de papier pour ensuite les transcrire. En cas d'erreur, ne pas effacer mais plutôt biffer



proprement la valeur fausse et inscrire la bonne au-dessus.

2.4 Travaux de bureau

Ils comprennent les dessins et les calculs. Au bureau il sera exécuté un premier dessin appelé Minute traduisant le croquis et les notes du carnet. Ensuite un second dessin à l'encre, c'est le plan définitif du levé.

Plan Vertical et Plan Horizontal

On appelle plan horizontal en un point de la surface terrestre, tout plan tangent à cette surface en ce point.

Toute verticale est perpendiculaire au plan contenant cette verticale.

Elévations

Elévation Absolue: soit un plan de comparaison, supposons le niveau moyen de la mer. On appelle élévation absolue la hauteur d'un point par rapport à ce plan de référence.

Elévation Relative:

C'est la différence de côte entre deux points quand l'un est comparé à l'autre.

Mesure Horizontale et Verticale

En planimétrie, il existe quatre (4) types de mesures:

- a) Distances horizontales
- b) Distances verticales
- c) Angles horizontaux
- d) Angles verticaux

- 1- La distance horizontale entre deux points A et B est la distance entre les projections A' et B' de ces points.
- 2- La distance verticale en altimétrie, est la longueur BB' mesurant la différence d'élévation entre ces deux points.
- 3- L'angle horizontale: c'est l'angle formé par deux droites situées dans un plan horizontal.
- 4- L'angle vertical: c'est l'angle formé par deux droites situées dans un plan vertical. Cependant on appelle ainsi en altimétrie l'angle formé par le rayon visuel aboutissant en B' et l'horizontal AB

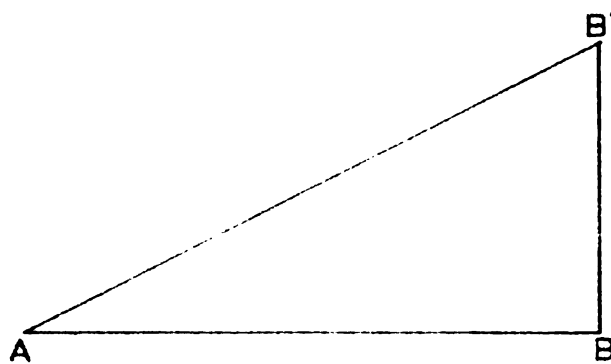


Fig. 1 Schéma pour la définition d'un angle.

CHAPITRE III

OPÉRATIONS SUR LE TERRAIN

Après la reconnaissance, il convient en Arpentage et Planimétrie de fixer les sommets au moyen des Jalons ou de Balises, ainsi que les types d'appareils à utiliser pour les opérations de levé.

3.1 Jalonnement ou Alignement

Lorsqu'on se trouve sur le terrain, diverses difficultés d'ordre pratique se présentent. Le sol se compose de nombreux accidents naturels (par exemple: cours d'eau, murs, baies, fossés, etc...) dont certains sont précisément la séparation, ou limite de deux propriétés (privées ou domaine public). Mais bien souvent, ces limites réelles, visibles, n'existent pas et sont remplacées par des limites conventionnelles, telle la ligne joignant deux bornes et qui, sépare effectivement deux propriétés.

Ces limites devront être tracées sur le terrain par le géomètre qui effectuera alors les opérations de jalonnement et d'alignement, lesquelles lui permettant de terminer par le drainage.

On appelle jalonnement le repérage d'une ligne droite au moyen de jalons plantés dans le sol. Un jalonnement peut comprendre diverses opérations:

- a) Mettre en place un jalon
- b) Jalonnement à vue
- c) Jalonnement à la lunette (par exemple: TRANSIT - THEODOLITE OU DESTOMAT).

Tandis que l'alignement est une ligne fixée par l'autorité administrative pour déterminer la limite du domaine public: rue, boulevard, etc... avec les propriétés privées. La servitude d'alignement étant obligatoire dès qu'il existe un plan général d'alignement, les propriétaires riverains de la voie publique sont tenus à demander la description de l'alignement de leur propriété lorsqu'ils décident d'élever ou de transformer une construction située en bordure de la voie.

CHAPITRE IV

INSTRUMENTS

Généralités

En topographie, les différentes mesures à faire sur le terrain exigent l'utilisation d'un certain nombre d'appareils de topographie, dont les principaux sont: le transit, le théodolite, le distomat et le niveau, etc... Pour simplifier la description complète de ces instruments, nous allons vous montrer, tout d'abord, comment on fait pour réaliser une mise en station. Il est évident que la description détaillée de tous les accessoires, dispositifs et mécanisme utilisés dans les instruments de topographie est, de beaucoup, trop vaste pour être traitée complètement dans ce cours. Nous allons étudier seulement le principe de la mise en station.

4.1 Mise en station d'un Appareil de topographie

La mise en station est une opération qui, comme son nom l'indique, se renouvelle à chaque station. L'explication qui va suivre suppose un appareil parfaitement réglé.

La mise en station d'un théodolite ou d'un transit est une opération très importante et à laquelle il faut apporter beaucoup de soins. Elle se résume à rendre vertical l'axe principal ou le pivot de l'appareil et à placer cet axe juste au-dessus du point marqué sur le terrain, formant ainsi le sommet de l'angle à relever.

Pour arriver à ce résultat, il faut, après avoir monté l'appareil sur son trépied et accroché le fil à plomb à la pompe on cherche le centre optique de l'appareil, procéder de la manière suivante :

- 1) Le plateau du trépied doit être sensiblement horizontal ainsi que les vis calants doivent avoir une même hauteur de serrage .
- 2) Précaution à prendre
 - a) En terrain horizontal, les trois branches du trépied doivent former un triangle sensiblement équilatéral.
 - b) En terrain incliné, deux branches du trépied doivent se trouver sur une même horizontale du terrain, la troisième sera fortement inclinée dans la partie la plus haute. Dans ce cas, les pieds à branches coulissantes rendent de précieux service (par exemple: Théodolite, Distomat, Niveau, etc...). Marque Wild, Dietzgen, etc..
 - c) Les branches du trépied doivent être disposées de manière à n'apporter aucune gêne minimum à l'opérateur, et de plus éviter de placer une des trois branches dans la direction de l'alignement
 - d) S'assurer, avant la mise en place, que les vis de serrage des branches du trépied sont desserrées. Elles seront à nouveau serrées avant le bullage rapide.
- 3) Mettre approximativement l'ensemble au dessus du point (station polygonale de base) en se guidant avec le fil à plomb dont on s'assurera de la hauteur

ou le centre optique de l'appareil (l'oculolite): La pointe du fil à plomb doit arriver à quelques millimètres au-dessus du point de la station, sans le toucher.

4) Enfoncer les branches du trépied en appuyant sur les pédales dans le sens des branches et non suivant la verticale. Agir d'abord par petites pressions successives sur chacune des branches puis progressivement aller jusqu'au refus.

5) Éviter de trop piétiner autour de l'appareil.

Après ces quelques précautions préliminaires, l'appareil est au-dessus du point de la station. Maintenant il est possible de faire le calage parfait de l'appareil à l'aide des vis calants.

REMARQUES GÉNÉRALES

Généralités

Une longueur peut être mesurée de trois manières différentes.

- a) Directement. On se sert d'une longueur étalon que porte bout à bout autant de fois qu'il est nécessaire, cet étalon pouvant être un mètre, un double décimètre, etc.
- b) Indirectement. On emploie les méthodes télémétriques ou stadimétriques qui visent le parcours de cette longueur
- c) Par le calcul. Soient deux points A et B liés au système de coordonnées rectangulaires tel que: A(X_1, Y_1) et B(X_2, Y_2).

La distance horizontale à pour expression:

En effet, considérons le triangle ABC

$$AC = (X_2 - X_1)$$

$$BC = (Y_2 - Y_1)$$

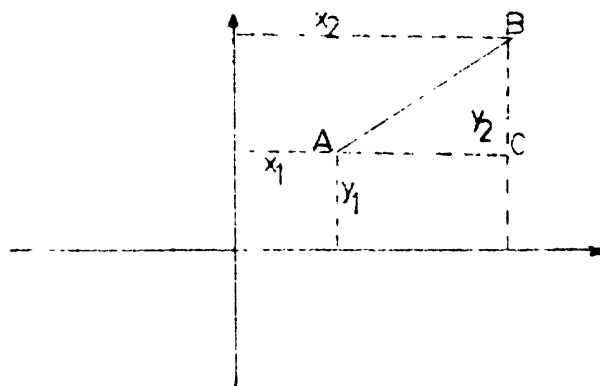


FIG. 2 Schéma d'un système de coordonnées rectangulaires pour mesurer la distance entre deux points.

Dans un triangle rectangle le carré de l'hypoténuse est égal à la somme des carrés des deux autres côtés :

$$\text{D'où } \overline{AB}^2 = \overline{AX}^2 + \overline{BY}^2$$

Simplifions les calculs : posons

$$(x_2 - x_1)^2 = \overline{AX}^2$$

$$(y_2 - y_1)^2 = \overline{BY}^2$$

$$\overline{AB}^2 = \overline{AX}^2 + \overline{BY}^2 \quad \text{ou } \overline{AB} = L$$

$$\overline{AB}^2 = L^2 = \overline{AX}^2 + \overline{BY}^2$$

$$\overline{AB} = L = \sqrt{\overline{AX}^2 + \overline{BY}^2}$$

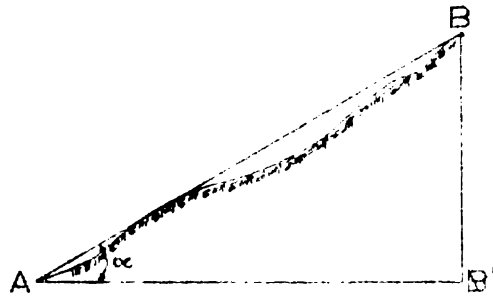


Fig. 3 Schéma pour mesurer la distance réduite à l'horizontale entre deux points.

- Réduction à l'Horizontal

Soit AB la distance, mesurée suivant la pente et soit α l'angle de pente.

On a :

$$AB' = AB \cos \alpha$$

Théorème de géométrie: Dans un triangle rectangle un côté de l'angle droit est égal au produit de l'hypoténuse par le sinus de l'angle opposé ou par le cosinus de l'adjacent.

CHAPITRE VI

LE SURVEIL DES NIVEAUX

Généralités

La localisation de points implique, en plus de la mesure des distances, le mesurage d'angles, ou encore, l'orientation de droites. D'une façon générale, l'angle peut être défini comme étant l'écartement entre deux droites concourantes. Mais, dans des cas particuliers, l'angle peut être caractérisé: la lecture d'une direction sur un instrument, par exemple. On mesure les angles dans le plan horizontal ou dans le plan vertical en utilisant soit le Théodolite, soit la boussole, etc..

Lorsqu'on mesure un angle, il y a trois éléments de base à considérer.

- a) Une droite OA de référence comme origine
- b) Le sens de rotation *
- c) La valeur angulaire β

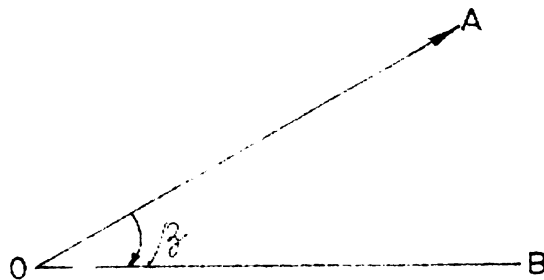


Fig. 4 Schéma qui montre les composantes d'un angle.

H.B. Il ne faut pas confondre avec la rotation de l'appareil.

6.1 Types d'Angles

Un angle, qui est l'écartement de deux droites concourantes, peut être donné en valeur absolue ou caractérisé suivant sa rotation ou son sens.

— Angle intérieur ou angle extérieur :

Dans un polygone fermé, un angle situé à l'intérieur est appelé angle intérieur et il en est de même de l'angle extérieur.

Exemple d'angle intérieur : β_1

Exemple d'angle extérieur : β_2

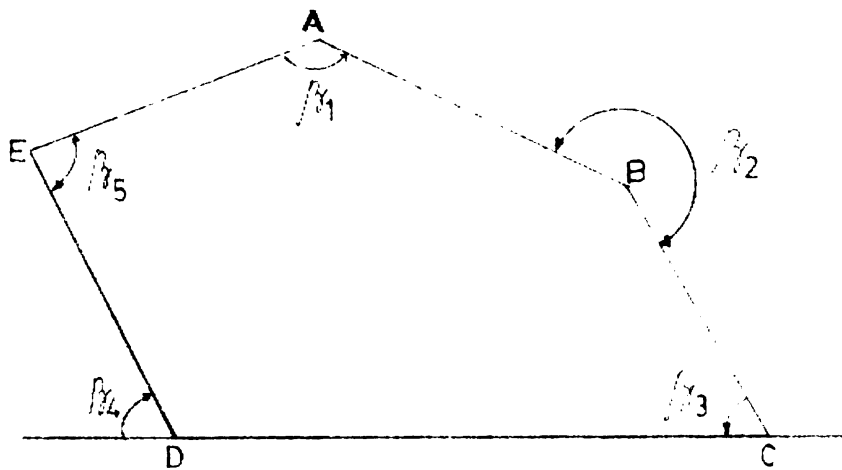



FIG. 5 Schéma d'une polygone fermée montrant les sens de mesure d'un angle.

6.1.1 Angle à droite ou angle à gauche

Un angle mesuré dans le sens des aiguilles d'une montre est appelé angle à droite, par exemple : 

Tandis qu'un angle mesuré dans le sens contraire des aiguilles d'une montre est appelé angle à gauche, par exemple : 

Lorsqu'il est question d'angle à droite ou d'angle à gauche, on présuppose une valeur orientée et, par conséquent, une mesure à partir d'une droite origine, et ce, dans un sens d'orientation qui dépend de celui de la graduation du limbe et non de la rotation proprement dite de la lunette.

6.1.2 Angle de déflexion

Dans une polygonale ouverte ou fermée, l'angle de déflexion β (Figure 5) est mesuré à partir du prolongement d'un côté, vers la droite ou vers la gauche, jusqu'au côté suivant.

En pratique pour mesurer l'angle de déflexion, on effectue une visée arrière sur la station précédente avec une lecture horizontale à 0 degré. Puis, la lunette est basculée autour de son axe secondaire, la lecture étant toujours à 0 degré. Ensuite, on libère le plateau supérieur et l'instrument est tourné autour de son axe principal, vers la droite ou vers la gauche, jusqu'à la station suivante.

6.2 Méthodes de mesurage des Angles

On mesure les angles, directement, à l'aide d'un théodolite ou d'un transit et, indirectement, à l'aide de boussole, en faisant la différence entre deux directions mesurées, et finalement en servant uniquement d'une crosse (ce procédé n'est pas recommandable). Compte tenu de l'ins.

triment utilisé et de la précision requise, les angles peuvent être mesurés soit par l'angle individuel, soit par rayonnement.

6.2.1 Angle individuel

Cette méthode consiste à mesurer chacun des angles pris individuellement quelque soit le procédé utilisé.

Soit ABCD la polygonale de base. On installe l'instrument, au point B on fait une visée arrière sur A et on vise C on obtient l'angle ABC ainsi de suite jusqu'à ce que la polygonale soit fermée.

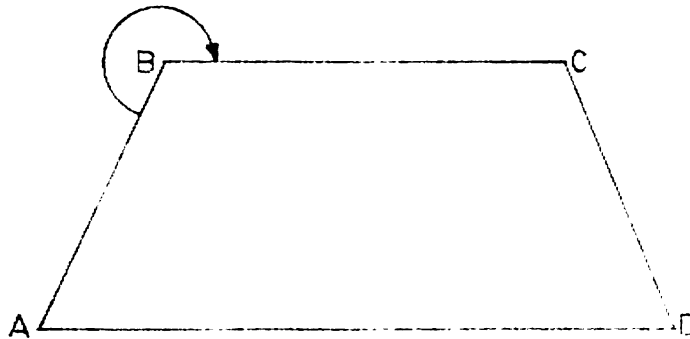


Fig. 6 Schéma d'une polygonale pour montrer le mesurage d'un angle.

6.2.2 Méthode par rayonnement

Cette méthode consiste à placer le theodolite sur une station et faisant une lecture arrière sur une station de la polygone et, puis on fait la lecture des autres stations au fur et à mesure, et après on ferre sur le coin de départ.

6.2.3 Méthode du triangle isocèle

Pour déterminer un angle par cette méthode, on prend une même longueur sur les deux côtés de l'angle, soit 50 m par exemple, ce qui nous donne les deux points D et E, on mesure la distance DE et on calcule ensuite l'angle par la relation suivante :

$$\alpha = \cos^{-1} \left(\frac{DE}{2B} \right)$$

(lire alpha)

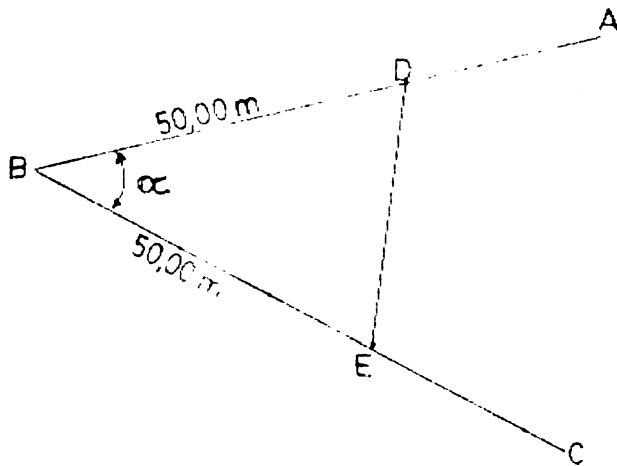


Fig. 7 Schéma pour mesurer un angle sur la base d'un triangle isocèle.

6.3.4 Mesure d'un angle rectangle

On prend une distance BE de 100 mètres par exemple, sur un des côtés de l'angle et ensuite on mesure la perpendiculaire DE sur BC. L'angle β est obtenu par la relation suivante :

$$\beta = \text{tg}^{-1} \left(\frac{DE}{BE} \right)$$

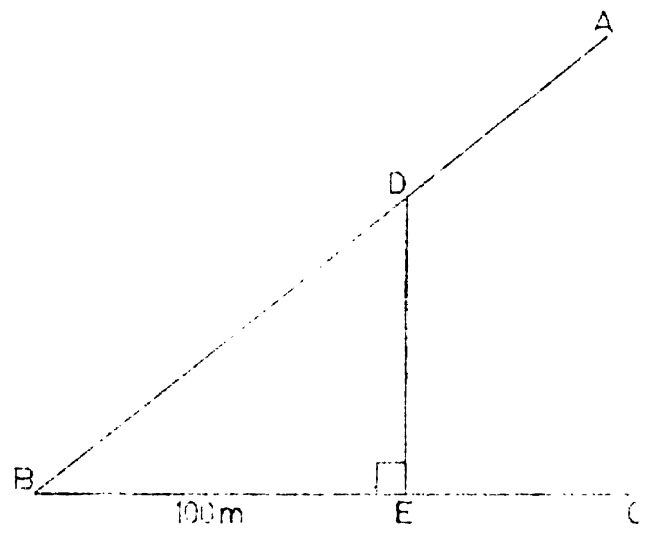


Fig. 5 Schéma pour mesurer un angle à partir du principe du triangle rectangle.

6.3 Orientation d'une ligne

L'orientation d'une ligne d'eau est donnée par l'angle horizontal qu'elle fait avec une ligne de référence appelée méridien. Cette ligne de référence peut être l'un des deux types :

a) Le méridien géographique ou astronomique du lieu est le grand cercle de la sphère terrestre passant par les pôles et le lieu.

b) Le méridien magnétique du lieu est le plan vertical défini par la verticale du lieu et la direction du champ magnétique terrestre en ce lieu. La position de l'aiguille aimantée dans cette direction. La direction Nord doit être mentionnée sur le plan.

6.4 Course - Définition

On appelle course ou bearing d'une droite, l'angle que fait cette droite avec le nord magnétique.

Calcul de la course: L'angle peut être exprimé de trois manières:

- a) Radian
- b) Grade
- c) Degré.

Soient deux axes de coordonnées $X'OX$ et $Y'OY$ et le cercle de centre O de rayon égal à l'unité (1). Par définition ce cercle est le cercle trigonométrique, on a: $OA = OB = 1$.

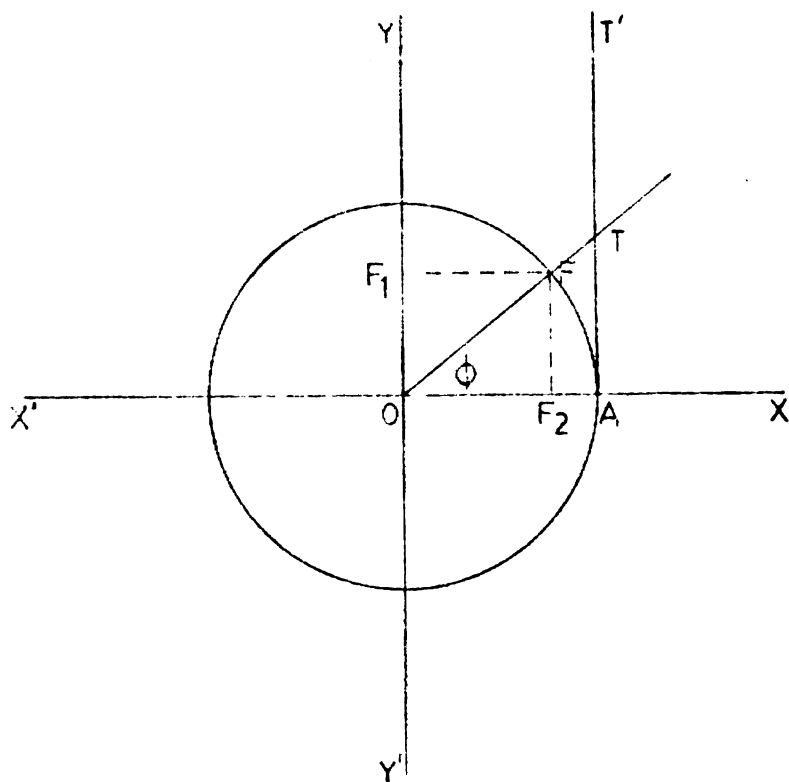


Fig. 9 Schéma d'un cercle trigonométrique et des fonctions trigonométriques.

OA étant choisi comme origine des axes qui évoluent dans le sens des aiguilles d'une montre.

Soient:

F : un point quelconque du cercle

L'angle FOA est l'angle du centre

AT' : Axe passant par A et parallèle à Y'OY

T : Intersection prolongement de OF avec AT

Par définition:

- Le sinus de l'arc AF est $FF_2 = \sin \phi$

- Le cosinus de l'arc AF est $OF_2 = \cos \phi$
- La tangente de l'arc AF est l'ordonnée de T = $\text{tg } \phi$

6.5 Relations entre les fonctions circulaires d'un même arc

Considérons le triangle OAF, on sait que :

$$OA = OF = R = 1$$

Théorème: Dans un triangle rectangle le carré de l'hypoténuse est égal à la somme des carrés des deux autres côtés. D'où la formule:

$$\overline{OF}^2 = \overline{FF_2}^2 + \overline{OF_2}^2$$

D'où la formule trigonométrique:

$$\cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha = 1$$

Théorème Rappel

Dans un triangle rectangle la tangente d'un angle aigu est égale au rapport du côté opposé sur le côté adjacent, ce qui donne:

$$\text{tg } \alpha = \frac{\overline{FF_2}}{\overline{OF_2}} = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}$$

Pour faciliter les calculs et la réalisation des travaux sur le terrain, nous adopterons le degré (la plupart des instruments sont en degré).

L'angle que fait la droite AB avec la direction Nord est: α

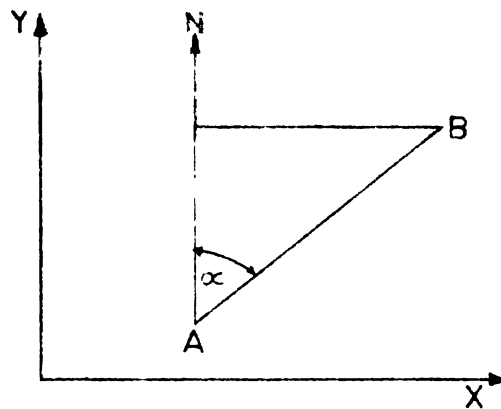


Fig. 10 Schéma pour la mesure du Bearing

Calcul de :

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\Delta x}{\Delta y} \quad (\text{triangle rectangle})$$

En calcul géométrique, le sens des aiguilles d'une montre est appelé sens positif.

Cet angle α peut être placé dans un des quadrants numérotés.

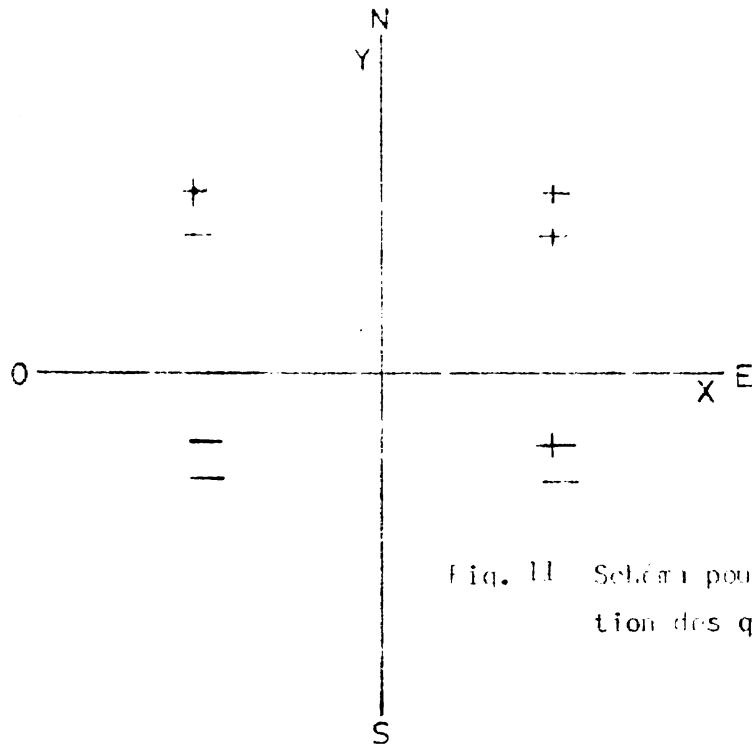


Fig. II Schéma pour l'identification des quadrants.

6.6 Bearing Vrai - Bearing Magnétique

L'orientation d'une direction par rapport au méridien géographique est le vrai bearing, alors que le bearing magnétique se rapporte plutôt au méridien magnétique. Ils diffèrent de la valeur de la déclinaison.

6.6.1 Orientement Avant et Orientement Arrière

Tout alignement de longueur définie présente deux bearings, un à chaque extrémité de la ligne. Si le bearing à une extrémité est N - E par exemple à l'autre extrémité il sera S - O vice versa.

L'orientation avant est donc le bearing de l'alignement dans le sens de progression des opérations topographiques, tandis que le back bearing est l'inverse. Les notes du carnet doivent donc spécifier à quelle extrémité l'observation a été faite.

6.6.2 Bearing Observé et Bearing Calculé

On appelle BEARING OBSERVÉ, le bearing obtenu par une observation directe sur le terrain et BEARING CALCULÉ, celui qui résulte des calculs.

Le BEARING se lit du Nord au Sud, c'est à dire de 0° à 90° . Tandis que l'Azimut se lit de 0° à 360° .

Application:

Soit ABCD le sens de parcours adopté. On a observé à la station A un bearing avant $S 30^{\circ} E$, les angles sont:

$$A = 100^{\circ}$$

$$B = 90^{\circ}$$

$$C = 75^{\circ}$$

$$D = 95^{\circ}$$

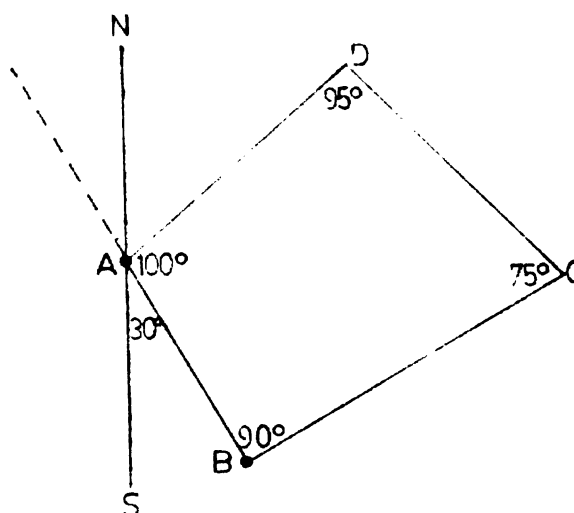


Fig. 12 Polygone pour l'application du calcul du Bearing

a) Calculer les bearing des droites :

Nous savons que :

Bearing AB = S 30° E

Back Bearing BA = N 30° O

On peut calculer le bearing de B vers C

L'angle lu B vers C est de 90° .

A noter que l'on retrouve l'angle 30° (comme alterne-interne fig. 13). Le bearing est immédiatement obtenu par la différence entre 90° et 30° , la différence est de 60° .

D'où bearing BC : N 60° E (fig. 13).

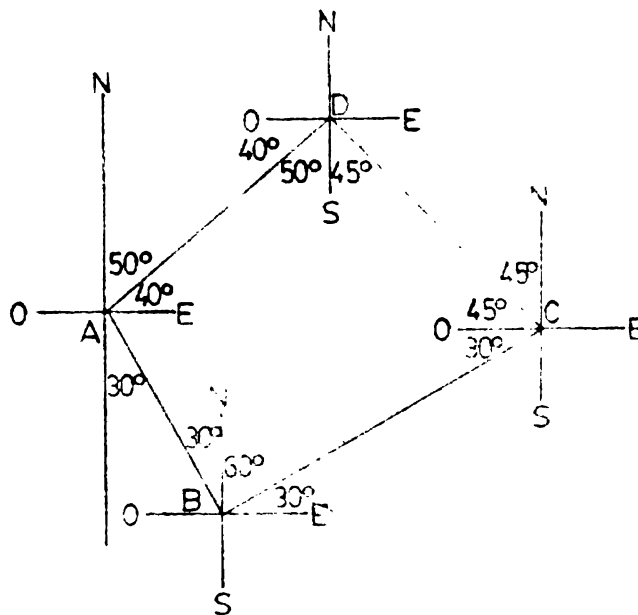


Figure 13 : Schéma montrant la procédure de calcul des bearing d'une polygone.

Calcul du Bearing CD

L'angle lu sur le terrain est $\widehat{BCD} = 75^{\circ}$

Or on retrouve l'angle 60° bearing BC au point C (fig. 13) comme **alterne-interne**.

Les calculs donnent Bearing CD = N 45° 0 (figure 13).

Calcul du Bearing DA

Le bearing CD est retrouvé au point D comme alterne-interne = 45°

L'angle lu est CDA = 95°

Les calculs donnent :

Bearing DA : S 50° 0 (fig. 13)

La polygonation est l'ensemble des opérations qui consistent à mesurer et à calculer une polygonale.

Le calcul des polygonales est fait par coordonnées et par conséquent, s'inspire fortement de la géométrie analytique. Connaissant les coordonnées du point de départ, on calcule à l'aide du bearing ou gisement et de la distance de chaque côté, les coordonnées de tous les sommets de la polygonale.

6.7 Polygonale fermée

Lorsque le dernier côté d'un cheminement se termine sur le point de départ formant ainsi un polygone, la polygonale est dite fermée, par exemple ABCD dans la figure précédente. La polygonale fermée permet de vérifier la mesure des angles, puisque la somme des angles intérieurs est égale à autant de fois deux droites qu'il y a de côtés moins deux.

$$\sum \text{angles intérieurs} = 180^\circ (n - 2).$$

Elle permet aussi de vérifier la précision de mesure des côtés mais non l'exatitudo. Les polygonales fermées sont utilisées surtout pour faciliter le levé planimétrique d'une certaine région en se rapprochant des détails du terrain.

6.7.1 Conditions de fermeture

$$\begin{aligned} \sum \text{Latitude} &= 0 \\ \sum \text{départ} &= 0 \end{aligned}$$

6.7.2. Erreur de Fermeture

$$e = \sqrt{(\sum \text{lat})^2 + (\sum \text{dep})^2}$$

6.8 Mise en plan

Un levé se fait en rattachant tous les détails à une ligne d'opération, tandis que la mise en plan, qui consiste dans la représentation sur une carte, un ou plusieurs objets, est l'opération inverse.

6.8.1 Méthodes

- 1- Méthode du rapporteur: pas très précise - erreurs cumulatives
- 2- Méthode de la tangente: plus précise que la précédente mais les erreurs sont aussi cumulatives.
- 3- Méthode des coordonnées rectangulaires : plus précise que les précédentes et les erreurs ne sont pas cumulatives. Mais cette méthode est désignée par latitudes et départ.

Rappel Géométrie plane

Dans un triangle rectangle, un côté de l'angle droit est égal au produit de l'hypothénuse par le sinus ou le cosinus de l'angle. D'où définition de latitudes et départs.

- a) Définition de la latitude d'une droite:

C'est la projection de la droite sur l'ordonnée

$$\text{Latitude AB ou } Y = \text{Distance} \times \cos \alpha$$

- b) Définition départ d'une droite

C'est la projection de cette droite sur l'abscisse

$$\text{Départ AB ou } X = \text{Distance} \times \sin \alpha \quad (\text{fig. 11})$$

De toute façon, en topographie pour réaliser un bon relevé, il est plus facile d'utiliser une carte de géodésie de la zone à l'échelle 1/5000 ou 1/10.000, dans le cas contraire, c'est à dire ce vous imposez les coordonnées de départ X et Y et de lire le bearing magnétique sur le terrain.

6.8.2 Méthodologie

- a) Localiser la zone à lever
- b) Placer les points de départ à l'échelle de la carte.
- c) Si nous ne disposons pas de carte de géodésie de la zone ou de vue aérienne il faut choisir les points de départ du projet sur le terrain.
 - 1) Prendre le bearing de départ (Théodolite ou transit)
 - 2) Imposer la latitude et le départ
 - 3) Calculer les coordonnées de tous les autres points de la polygone de base.
 - 4) Vérifier l'écart de fermeture

N.B: Il ne faut jamais oublier qu'en topographie les angles horizontaux sont liés à droite dans le sens des aiguilles d'une montre.

6.9 Application

Soit une polygonale dont les points de départ sont lus sur une carte de géodésie

313	X=774.184.00	314	X=774.227.00
	Y= 51.389.99		Y= 51,370.07

Le bearing de départ est : $115^{\circ}32'39''W$

- 1) Calculer le bearing de tous les segments de la polygonale.
- 2) Calculer les coordonnées de tous les sommets de la polygonale.

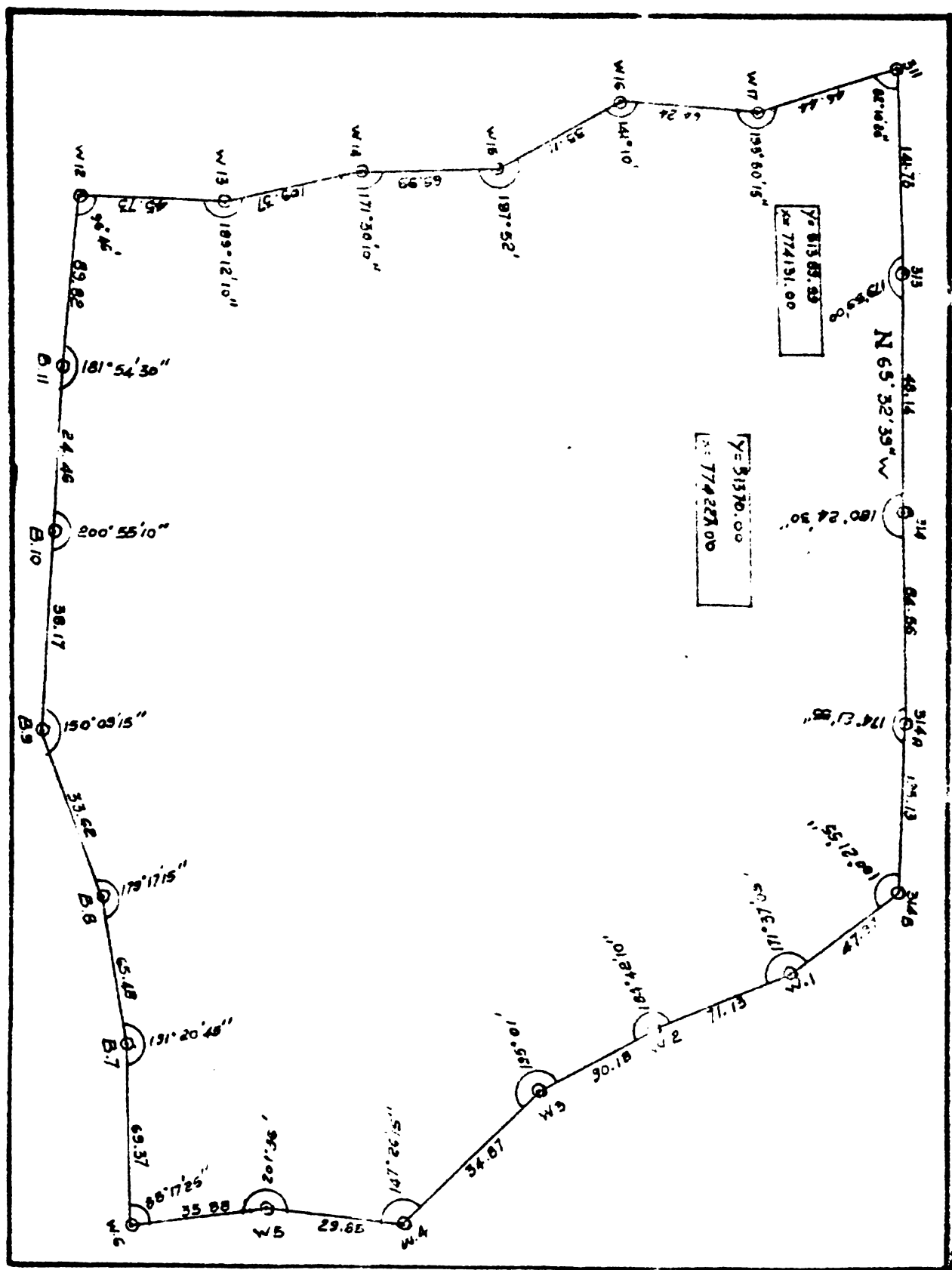


Fig. 14. Schéma d'une polygone pour le calcul des bearing et des coordonnées.

Soient les deux points:

$$\begin{array}{ll} 313 & X = 774.184,00 \\ & Y = 51.319,99 \end{array} \qquad \begin{array}{ll} 314 & X = 774.227,00 \\ & Y = 51.370,07 \end{array}$$

le bearing de 314 vers 313 est:

$$N 65^{\circ}32'39''W$$

Solution:

Déterminons le bearing 313 vers 314

Sur le terrain, l'instrument est placé sur le point 313, visant le point 314, on tourne d'un angle horizontal de $179^{\circ}59'00''$ pour avoir le point 314.

Or, comme le bearing de 314 vers 313 est de $65^{\circ}32'39''W$

Pour avoir la direction de 313 vers 314 on doit prendre le bearing opposé c'est à dire $S65^{\circ}32'39''E$

A partir des axes de coordonnées rectangulaires. On peut placer les deux points 313 et 314 l'instrument étant installé au point 313 on peut lire l'angle 314 (sens des aiguilles d'une montre: $179^{\circ}59'00''$). De plus, le bearing se lit du Nord au Sud. C'est à dire le bearing ne doit pas dépasser 90° .

Pour cela, on prend $65^{\circ}32'39'' + 180 = 245^{\circ}32'39''$, l'angle sur le terrain est de $179^{\circ}59'00''$. Faisons la différence des angles:

$$245^{\circ}32'39'' - 179^{\circ}59'00'' = 65^{\circ}33'39''$$

D'où le bearing de 313 vers 314 est de $N65^{\circ}33'39''W$

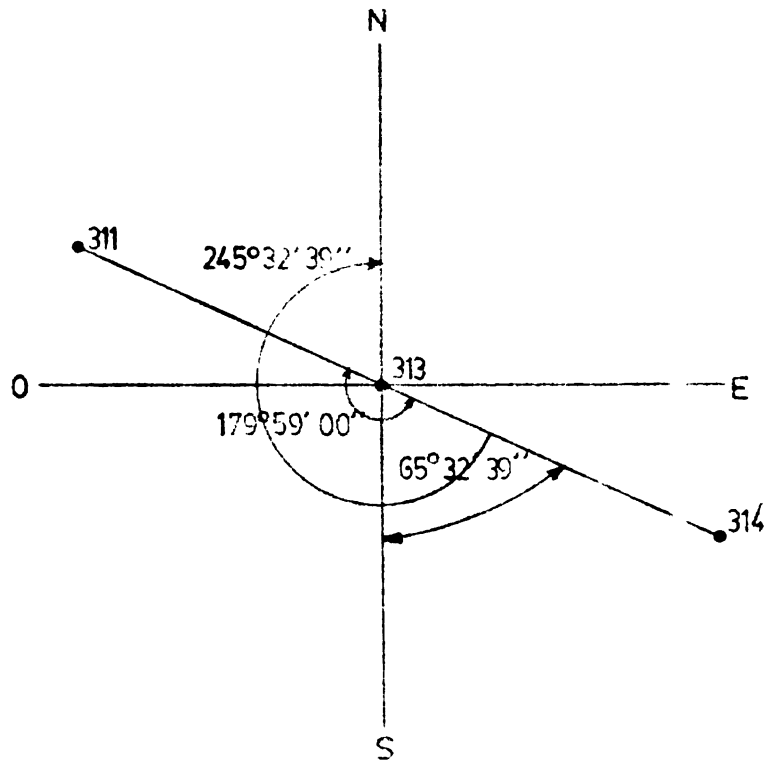


Fig. 14.b Schéma pour le calcul des bearing.

Déterminons les abscisses et les ordonnées: c'est à dire X et Y

$$X = \text{Dist.} \times \sin 65^{\circ}33'39''$$

$$Y = \text{Dist.} \times \cos 65^{\circ}33'39''$$

En topographie, on doit toujours faire la correction de l'angle en 100% de degré:

$$65^{\circ}33'39'' = 65^{\circ}560'33 \text{ (convention)}$$

D'où

$$X = 141.73 \times \sin 65^{\circ}33'39''$$

$$X = 141.73 \times 0,9104014 = 129.031$$

$$Y = 141.73 \times \cos 65^{\circ} 33' 39''$$

$$Y = 141.73 \times 0.4137 = 58.6375$$

Calculons X et Y de 311

les coordonnées du point 313

$$313 \quad X = 774.184.00$$

$$Y = 51.389.99$$

$$X = 774.184.00 - 129.0311 = 774.054.9689$$

$$Y = 51389.99 + 58.6375 = 51448.6275$$

D'où

$$311 \quad X = 774054.9689$$

$$Y = 51448.6275$$

TABLEAU 1. Exemple de calcul. Des bearings et coordonnées

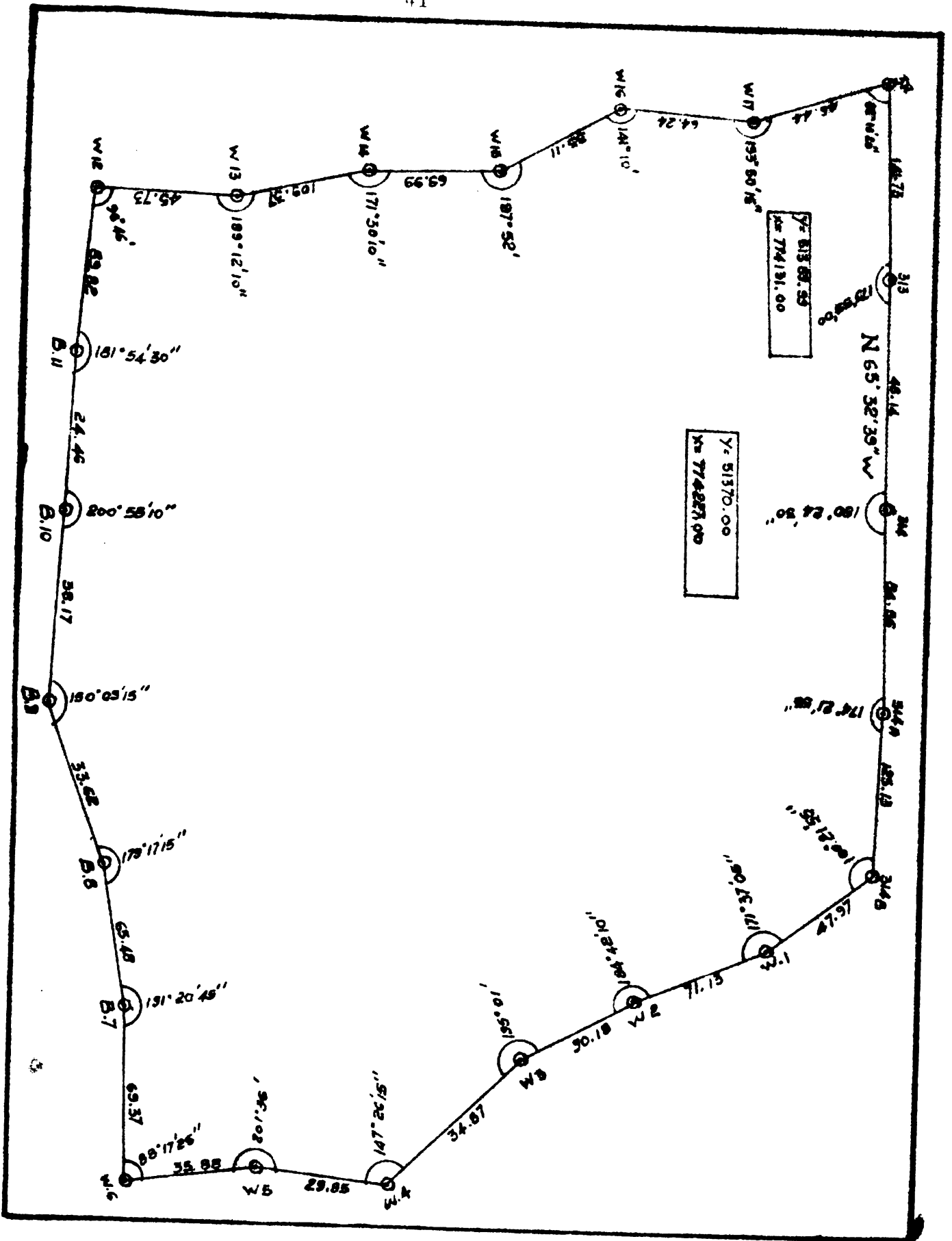
STA	BEARING	ANGLE H	DISTANCE	x	y	X _{point}	Y _{point}
204						774227.36	513111.67
	N65°32'15"W		46.44				
213		179°59'00"				774194.0	513111.09
	N65°33'39"W		141.73	-129.9311	54.6775		
311		95°10'20"				774054.2689	51345.6775
	S37°36'41"W		46.44	-13.3767	44.5011		
N-17		193°50'11"				774021.1927	51344.1157
	S30°26'56"W		64.24	-37.5542	55.3561		
N-16		181°10'00"				774002.375	51311.7450
	S 5°23'04"E		35.11	5.1195	34.7307		
N-15		107°57'00"				774014.573	51311.0165
	S 2°28'56"W		62.29	-11.5213	69.2317		
N-14		171°30'10"				774002.375	51311.9771
	S 0°59'06"W		109.37	-1.4501	109.3525		
N-13		185°12'10"				774000.467	51311.6810
	S10°11'16"W		45.73	-9.2855	45.0020		
N-12		96°46'00"				773997.584	51300.6147
	S71°21'44"E		89.52	55.2161	26.1225		
N-11		181°54'30"				773974.740	51264.4217
	S71°09'14"E		74.46	23.1464	71.94		

TABLEAU 1 (suite 1)

STA	BEARING	ANGL. H	DISTANCE	x	y	You E	You N
B-11		181°54'30"				774078.6745	51064.4217
	S71°08'14"E		74.46	23.1464	7.2080		
B-10		200°55'10"				774101.8202	51056.5137
	S50°13'04"E		38.17	29.3330	24.4219		
B-9		150°09'15"				774131.1539	51032.0699
	S60°03'42"E		33.62	33.1157	5.8013		
B-8		179°17'15"				774164.2696	51026.2886
	S50°46'34"E		65.48	64.6333	10.4260		
B-7		121°20'45"				774229.9029	51015.7926
	S69°25'49"E		69.37	64.9473	24.3729		
B-6		95°17'25"				774293.8502	50991.4197
	N15°41'36"E		35.89	11.5945	33.9536		
B-5		201°36'00"				774305.4467	51025.3733
	N40°27'36"E		29.95	19.3702	22.7116		
B-4		167°26'15"				774324.8189	51048.0850
	N7°53'51"E		34.89	4.7932	34.5491		
B-3		125°21'00"				774329.6128	51052.6441
	N22°54'15"E		90.19	35.1117	83.0638		
		167°42'10"				774364.7245	51165.7079
B-2							
	N27°37'01"E		71.13	32.2729	63.0252		

TABLEAU 1 (suite 2)

STA	BEARING	ANGLE H	DISTANCE	x	y	Xou E	You N
W- 2		194°42'10"				774364.7245	51165.7079
	N27°37'01"E		71.13	32.2729	63.9259		
R- 1		171°37'05"				774397.6974	51278.7338
	N19°14'16"E		47.97	15.8034	45.2921		
314 S		100°21'55"				774413.5008	51274.0259
	S60°23'59"W		125.13	109.7296	61.8075		
314 N		174°21'55"				774304.7012	51335.8336
	N66°02'04"W		94.56	77.2701	34.3472		
314		180°04'30"				774227.4311	51370.1906
	S65°37'34"W		45.14	43.8024	19.8669		
313						774163.5817	51390.0474



CHAPITRE VII

TOPOGRAPHIE APPLIQUEEGénéralités :

La topographie traite principalement des leés préliminaires, de la reconnaissance du terrain, des aspects géométriques, analytiques et quantitatif du travail ainsi que de l'implantation, qui précèdent la réalisation de tout système de Projet: (Routes, Irrigation: etc.). Elle comprend tout le travail de reconnaissance et de mesurage sur le terrain, et tous les calculs pertinents qui s'y rattachent, de même que l'étude des cartes, la confection des plans, de profils longitudinaux et traversaux et de tous les documents nécessaires à la conception et à la réalisation de tout Projet tel que (Routes, chemins de fers, canaux, lignes de transmission etc.).

Au cours de l'élaboration et de la réalisation de tout système de Projet, certains facteurs essentiels doivent faire l'objet d'une analyse approfondie. Parmi les plus importants figurent les aspects démographique, économique, financier et technique etc.

7.1. Facteur démographique:

La décision de construire un projet routier ou d'irrigation se justifie par le souci de répondre aux besoins d'une population donnée. ce qui implique à prendre en considération les aspects sociales et politiques d'un tel choix.

7.2. Facteurs économique et financier:

L'aspect économique et financier est certes primordial. Le coût de la réalisation de tout projet (routes, irrigations)

doit être pleinement justifié par les services et les avantages sociaux qu'elle procurera et les retombées économiques qu'elle pourra susciter.

7.3 Facteur Technique:

En ce qui concerne l'aspect technique (routes, irrigations etc.), les points suivants doivent faire l'objet d'une étude détaillée:

- 1) Avantages et inconvénients des différents choix.
- 2) Détermination des points de départ et d'arrivée.
- 3) La largeur de l'Emprise
- 4) Sections en travers, sol, fondations, remblai et déblai
- 5) Alignement dans le plan horizontal (rayon de carure
- 6) Alignements dans le plan vertical (pentes maximales et minimales)
- 7) Réseaux secondaires, tertiaires, ouvrages d'art et passage pour piéton etc.

7.4 Localisation du Tracé:

Compte tenu des différents facteurs qui interviennent dans la recherche d'un tracé (routes, irrigations, chemins de fer) les études portent en premier lieu sur les régions à desservir et finalement sur le tracé lui-même.

La figure ci-dessous représente l'emplacement de la ligne de centre (C) d'une route projetée reliant les points A et B.. en général le tracé est obtenu habituellement par une combinaison d'alignements droits et de courbes circulaires ou spirales. Or, le point de départ d'un projet est

pris comme l'origine du mesurage, c'est à dire 0 + 000 et une relation numérique continue est établie pour les autres points de la ligne de centre (L) au moyen de chainage.

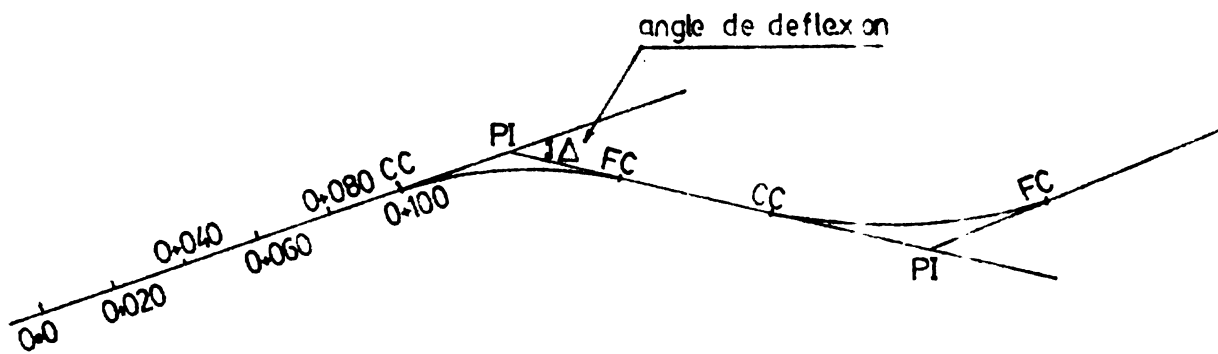


Fig. 15 Schéma de la localisation du tracé

7.4.1 Point de contact:

On appelle point de contact, le point d'intersection d'une droite et d'une courbe.

Par Exemple:

C.C Début d'une courbe circulaire

P.I. Point d'intersection de deux segments de droites

F.C. Fin de la courbe circulaire

7.4.2 Courbes Horizontales:

Lorsque les points de contact d'une courbe circulaire sont placés et les éléments de cette courbe sont connus, on peut calculer cette courbe facilement par plusieurs méthodes, mais la méthode la plus rationnelle: c'est la méthode des angles de déflexion.

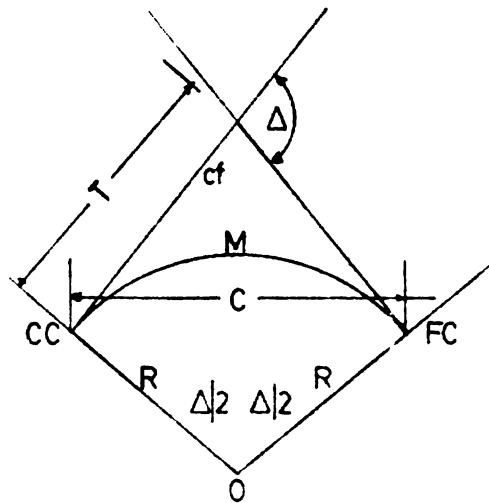


Fig. 16 Schéma pour la localisation des composantes d'une courbe.

- R : Rayon de la courbe
 PI : (Voir point de contact)
 CC : (Voir point de contact)
 FC : (Voir point de contact)
 Δ : Angle de déflexion
 T : Longueur de la tangente
 L : Longueur de la courbe selon l'arc
 C : Corde principale reliant C.C au F.C.
 c : Corde intermédiaire

A partir de là on peut poser les formules pour le calcul des divers éléments de la courbe.

$$T = R \operatorname{tg} \frac{\Delta}{2}$$

$$C = 2R \sin \frac{\Delta}{2}$$

$$L = \frac{\pi R \Delta}{180^\circ} \quad \text{en centièmes de degré}$$

7.4.3 Calcul de l'angle de déflexion

Soient deux tangentes AB et BC formant entre elles un angle de $105^\circ 25' 14''$. Calculer l'angle de déflexion I

La formule: $I = 180^\circ - B$

$$I = 179^\circ 59' 60'' - 105^\circ 25' 14'' = 74^\circ 34' 46''$$

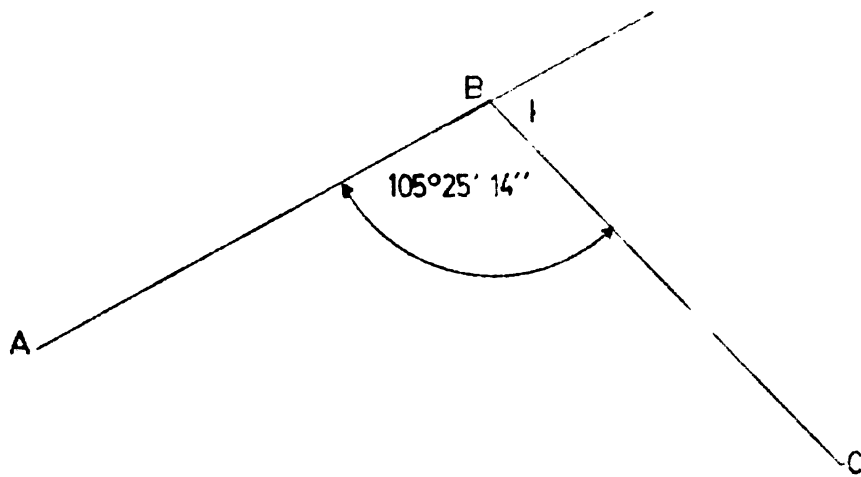


Fig. 17 Schéma pour le calcul de l'angle de déflexion.

Remarque :

Dans le cas d'un **projet**, on aura toujours l'angle **intérieur** au P.I. en **grade** ou en **degré**. Dans le cas, où l'angle est en **grade**, il faut **la convertir** en **degré**.

7.4.4 Implantation de la Courbe

Généralement, les données initiales sont le **chainage** du **PI**, l'**angle de déflexion** entre les deux alignements et le **rayon** de la courbe. **Après avoir calculé** tous les éléments de la courbe et les angles de **dévi-**
ation et les **cordes**, pour les points de la courbe, on fait le **piquetage** **comme** suit:

- a) On implante le point de commencement à partir du P.I. sur l'alignement, la distance T.
- b) La fin de la courbe est implantée de la même façon suivant le second alignement.
- c) L'instrument est installé sur le C.C. tant sur le cercle horizontal la lecture $0^{\circ}00'00''$ et la lunette est dirigée vers le P.I.
- d) Pour planter chacun des points de la courbe les angles de déflexion (ou déviation) sont tournés sur les cordes correspondantes mesurées. Chacune de ces dernières est prise à partir du point précédent.

Applications:

Soient une courbe horizontale:

$$\Delta = 144^{\circ}36'30'' \text{ (l'angle au sommet)}$$

$$R = 56.35 \text{ mètres}$$

$$T = 17.98 \text{ mètres}$$

$$Lc = 34.81$$

Calculer cette courbe par la méthode des angles de déflexion

7.4.5 Marche à suivre:

Calculer l'angle de déflexion

$$\delta = 179^{\circ}59'60'' - 144^{\circ}36'30'' = 35^{\circ}23'30''$$

Calculer la moitié de l'angle de déflexion

$$\delta/2 = 35^{\circ}23'30'' : 2 = 17^{\circ}41'45''$$

Calculons le facteur pour une tranche de 1.00 mètre. Pour cela appliquer la formule

$$\frac{573 \times 1}{20 R} = \frac{573 \times 1,00}{20 \times 56.35} = 0.5084$$

R : Rayon de la courbe

573 , est une constante.

Remplaçons R par sa valeur:

$$\frac{573 \times 1}{20 \times 56.35} = 0.5084$$

Calculons l'angle de déflexion pour 3 00 mètres de cordes d'où:

$$0.5084 \times 3 = 1^{\circ}31'31''$$

Calculons l'angle de déflexion pour 1.81 mètre de cordes, d'où:

$$0.5084 \times 1.81 = 0^{\circ}55'12''$$

Vérification: La longueur de la courbe est de 14.81 mètre.

Faisons la décomposition

$$11 \text{ fois } \times 3 = 33 \text{ mètres}$$

$$\text{C'est à dire } 11 \text{ fois } 1^{\circ}31'31'' = 16^{\circ}46'41''$$

$$\text{or } 1.81 \text{ est égal } = \frac{0^{\circ}55'12''}{17^{\circ}41'53''}$$

De plus $\delta/2 = 17^{\circ}41'45''$

Or la somme des angles de déflexions est de $7^{\circ}41'53''$, d'où la courbe est fermée.

N.B: Les déflexions calculées sont cumulatives

Vérification de la corde

$$C = 2 R \sin \delta/2$$

δ étant l'angle de déflexion calculée pour une traîche de 3.00 mètres.

Dans le cas où la courbe tourne à gauche on prendra le complément de l'angle de déflexion calculée, c'est à dire $(360^{\circ} - \delta)$

Si la courbe tourne à droite, on prendra l'angle direct dans l'appareil (voir tableau)

E ----- CORBE No. -----

$\Delta = 35^{\circ}23'30''$ Pour 1.00 on a $\frac{573 \times 1}{20 \times 56.35} = 0.5084$

$\Delta/2 = 17^{\circ}41'45''$

R = 56.35 Pour 3.00 on a $0.5084 \times 3 = 1^{\circ}31'31''$

T = 17.98 Pour 1.81 $0.5084 \times 1.81 = 0^{\circ}55'12''$

LC = 34.81

RAINAGE		COMPLEMENT	CORDE	LONGUEUR CUMULEE	CORDE /s	
					G. GICHE	DROITE
000 C.C.	0°00'00"	359°59'60"				
			3.00			
003	1°31'31"	358°28'29"				
			3.00			
006	3°03'02"	350°56'58"				
			3.00			
009	4°33'33"	355°26'27"				
			3.00			
012	6°06'04"	353°53'56"				
			3.00			
015	7°37'35"	352°22'25"				
			3.00			
018	9°09'06"	350°50'54"				
			3.00			
021	10°40'37"	349°19'23"				
			3.00			
024	12°12'08"	347°47'52"				
			3.00			
+ 027	13°43'39"	346°16'21"				
			3.00			
+ 030	15°15'10"	344°44'50"				
			3.00			
+ 033	16°46'41"	343°13'19"				
			1.81			
+ 034.81	17°41'53"	342°18'07"				

TABLEAU 2 Exemple de calcul d'une courbe

CHAPITRE VIII

NIVELLEMENT

A- Le nivellement est l'opération qui consiste à établir et à déterminer l'altitude des points, déterminer la différence de niveau entre deux points et contrôler la pente dans certains travaux de Génie Civil.

Quand on détermine la différence de niveau entre deux points particulièrement lorsque la distance horizontale est considérable et qu'une très grande précision est requise, il faut tenir compte de la courbure de la terre et la réfraction.

A-1 Repères de Nivellement

Point d'altitude comme installé en permanence

A-2 Point de changement

Point temporaire occupé par la mire pendant que le niveau est déplacé lors d'un cheminement.

Les types de nivellement qui nous intéressent sont :

- a) Nivellement Direct ou Géométrique
- b) Nivellement Indirect ou Nivellement trigonométrique

8.1 Nivellement Direct:

C'est une méthode de nivellement plus précise et aussi la plus employée. Le principe d'opération est de avoir un plan horizontal comme référence et de trouver la distance verticale des points à ce plan. Il s'effectue à l'aide d'un niveau déterminant un plan horizontal lequel permet les lectures sur la mire.

Quelque soit l'appareil utilisé, celui-ci étant en station et parfaitement réglé, il faut toujours éviter, pendant l'opération de mise en station, de toucher ou d'ébranler la stabilité de l'appareil.

Pour le maniement, il faut le toucher doucement en serrant ou desserrant le vis de blocage, manoeuvrer la lunette en la tournant au point de manière la plus douce possible. De plus, il faut éviter le préjudice aux abords du trépied, surtout si le sol n'est pas très stable. Avant l'enlèvement de l'appareil, il convient de relever tous les points visés de la station, l'oubli du relèvement d'un point nécessite obligatoirement une station supplémentaire.

Dans toute opération de nivellement, le choix de la station est très important, il faut lui accorder le plus grand soin possible. De toute manière, il faut autant que possible de mettre l'appareil à égale distance. Définition de quelques points dans le nivellement direct.

- a) B.M. est un point à altitude connue par rapport au niveau moyen des mers.
(B.M.) Bench - Mark)
- b) B.S. (Back-sight) est toujours positif
- c) F.S. (Fore-sight) est toujours négatif
- d) T.P. (Turning-Point) point sur lequel on réalise deux lectures. Par exemple) (Un B.S.) et (Un F.S.). De toute manière cette particularité indique la marche au sens de nivellement. En effet, il faut aller du point connu comme repère, c'est à dire du point dont on connaît l'altitude au coté. En se plaçant à la station dans le sens de la marche du nivellement, l'opérateur aura derrière lui le B.S. (Back-sight) et devant lui F.S. (Fore-sight), ceci explique pourquoi, bien effectuée la première lecture faite sur le B.M. (Bench-Mark) s'appelle Back-sight.

Vérification: Ecart de fermeture

Pour vérifier l'écart de fermeture d'un nivellement direct, il suffit simplement de faire la somme des B.S. (Back sight) qui ont un F.S. (Fore sight), vice versa.

Exemple: Soit la polygonale dont nous venons de calculer les coordonnées, il s'agit de faire maintenant le nivellement de tous les points de départ 313 et 314 sont connus en altitude c'est à dire 7

$$313 = 45.176$$

$$314 = 45.1$$

NIVELLEMENT DIRECT

STA	B.S.	H.I.	I.S.	F.S.	ELEVATION	REMARQUES
314	1.736				45.01	
		46.746				
313	1.932			1.570	45.176	
		47.108				
311 A	2,388			.222	46.896	
		49.274				
W-17			1,584		47.690	
				0.376	48.898	
W-16	2,352			.376	48.898	
		51.250				
W-15			1,845		49.405	
W-14	2,492			.352	50.898	
		53,390				
W-13	3,325			.012	53.378	
		56.703				
W-12	.754			.818	55.885	
		56.639				
B-11			1,612		55.027	
B-10	2.849			1.640	54.999	
		57.848				
B- 9			1.900		55.948	
B- 8	.917			1.018	56.830	
		57.747				

NIVELLEMENT DIRECT

STA	B.S.	H.I.	I.S.	F.S.	ELEVATION	REMARQUES
314	1.736				45.01	
		46.746				
313	1.932			1.570	45.176	
		47.108				
311 A	2.388			.222	46.886	
		49.274				
#-17			1,584		47.690	
				0.376	48.898	
#-16	2,352			.376	48.898	
		51.250				
#-15			1,845		49.405	
B-14	2,492			.352	50.898	
		53,390				
#-13	3,325			.012	53.378	
		56.703				
#-12	.754			.818	55.885	
		56.639				
B-11			1,612		55.027	
B-10	2.849			1.640	54.999	
		57.848				
B- 9			1,900		55.948	
B- 8	.917			1.018	56.830	
		57.747				

STA	B.S	H.I	I.S.	F.S	ELEVATION	REMARKS
B-7	1.010	57.747		2,540	55.207	
		56.217				
W-6			1.605		54.609	
TP # 1	.995			2,938	53.272	
		54.274				
W-5			.854		53.420	
W-4	.060			1.672	52.602	
		52.662				
W-3			.837		51.825	
TP # 2	.290			3.088	49.574	
		49.864				
W-2			1.306		48.558	
		49.864				
W-1	.979			3.538	46.326	
		47.305				
311 B	2.018			2.445	44.860	
		46.878				
314 A	1.408			1.638	45.240	
		46.648				
314				1.633	45.015	

4

Exemple:

Soit la polygonale ci-dessus que nous venons de faire le nivellement

$$\begin{aligned} \sum \text{B.S.} &= 1.736 + 1.932 + 2.388 + 2.352 + 2.492 + 3.325 + 0.754 \\ &+ 2.849 + 0.917 + 1.010 + 0.995 + 0.060 + 0.290 + 0.979 \\ &+ 2.018 + 1.408 = 25,505 \end{aligned}$$

$$\text{.B.S. (Back-sight)} = + 25,505$$

$$\begin{aligned} \text{.F.S.} &= 1,570 + 0.222 + 0,376 + 0,352 + 0,012 - 0,818 + 1,640 \\ &+ 1,018 + 2,540 + 2,938 + 1.672 + 3.088 + 3,538 + 2,445 \\ &+ 1,638 + 1.633 = 25.500 \end{aligned}$$

$$\text{.F.S. (Fore-sight)} = - 25.50$$

Faisons la différence entre l'élévation de départ et l'élévation d'arrivée

$$\begin{array}{r} \text{Elévation Départ} = 45.010 \\ \text{Elévation d'arrivée} = 45.015 \\ \hline + 00.005 \end{array}$$

Il en est de même de la différence entre B.S. et F.S.

$$\begin{array}{r} \text{.B.S.} = 25.505 \\ \text{.F.S.} = \underline{25.500} \\ + 00.005 \end{array}$$

L'écart de fermeture est de 0,005 mm pour le parcours.

N.B: Si un nivellement est à faire dans une région où les B.M. sont rares ou très éloignés ou si l'opérateur n'a aucun intérêt à être rattaché au Nivellement Général de la République d'Haiti (Service de Géodésie), il existe un procédé pour pallier à cette carence.

C'est du reste, le cas d'un chantier où le plan de référence à choisir n'a pas besoin d'être celui du nivellement général. L'opérateur déterminera, à sa guise, un plan de référence en décidant qu'un point quelconque, mais parfaitement stable, aura une cote ronde 50.00 mètres ou 100 mètres. Selon le choix de l'opérateur, le point de repère B.M. provisoire est alors gratifié d'une altitude fictive.

Ensuite les opérations de nivellement se dérouleront ainsi normalement que si l'opérateur avait eu à sa disposition, comme plan de référence, le plan de niveau moyen de mers adopté par le nivellement général de la République d'Haiti. Mais il ne faut pas oublier que ce sont des cotes fictives et non des altitudes, lesquelles ne seront trouvées qu'en utilisant les repères de nivellement général de la République d'Haiti.

8.2 Nivellement Trigonométrique ou Indirect

La différence de niveau entre deux points peut être déterminée en mesurant l'angle vertical de la ligne d'un point à un autre et connaissant la distance entre ces deux points.

Le genre de nivellement s'effectue par des visées inclinées. Connaissant la longueur horizontale existant entre deux points ainsi que l'angle que fait leur direction avec cette horizontale, la dénivellée entre ces deux points se détermine par le calcul.

Exemple:

Soient deux points dont nous cherchons la dénivellée. l'appareil étant en station au point A, une mire M posée sur le point B, le procédé à utiliser est le suivant.

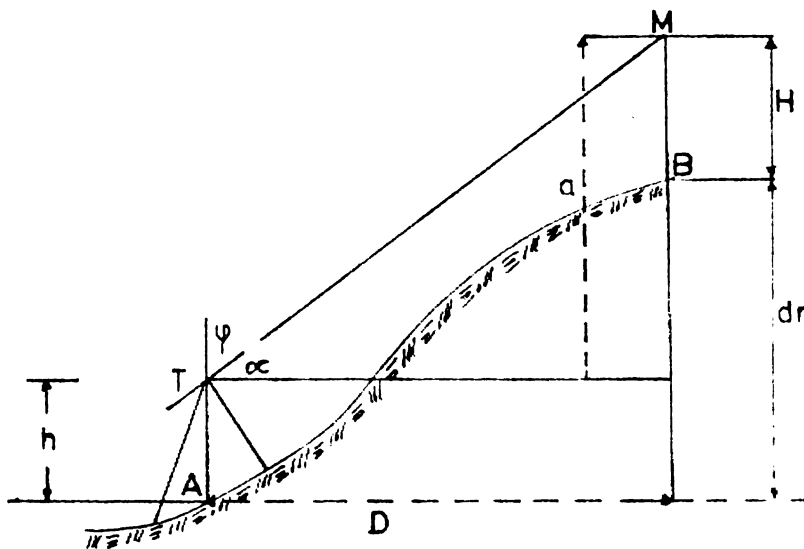


Fig. 18 Schéma pour le nivellement trigonométrique.

Mesurer la hauteur h comprise entre le point A et l'axe **secondaire** de la lunette de l'appareil (Transit ou Théodolite).

Mesurer la distance horizontale D séparant les deux points.
Faire une visée inclinée avec l'appareil sur un point quelconque B de la mire.

Lire le fil milieu M sur la mire (langage technique pointé).
Lire l'angle α formé par l'horizontale et la visée inclinée sur la mire.

Théorème Rappel:

Dans un triangle rectangle, la trigonométrie nous indique que la cote a de l'angle droit est donnée par la formule:

$$a = D \times \operatorname{tg} \alpha$$

D : c'est la stadia (fil supérieur - fil inférieur) \times par la constante de l'appareil.

α : l'angle vertical lu dans l'appareil. La dénivelée cherchée sera donc déterminée par la formule:

$$dr = h + D \operatorname{tg} \alpha - H$$

Dans cette formule, les éléments h , D , et l'angle α sont mesurés sur le terrain; l'élément H est lu sur la mire (fil milieu pointés) et l'élément $D \operatorname{tg} \alpha$ est déterminé par le calcul. On remarque que l'angle α est toujours positif quand il est compris entre 0° et 90° degrés ou 100 grade et que la hauteur h de l'instrument est additive, la hauteur H lue sur la mire sera toujours soustractive.

L'opération s'effectuera de la manière suivante:

- 1- Mettre l'appareil en station au point A
- 2- La mire est posée verticalement sur le point B
- 3- Faire la lecture de l'angle vertical après avoir choisi une cote ronde sur la mire
- 4- Noter la cote de la mire
- 5- Mesurer la hauteur h de l'instrument
- 6- Mesurer la distance D séparant les deux points
- 7- Faire le calcul trigonométrique $D \sin \alpha$
- 8- Faire le calcul de la dénivelée dr .

N.B: Contrairement au Théodolite, le Distomat peut faire toutes ces opérations à cause du boîtier que l'on en inclus.

NIVELLEMENT TRIGONOMETRIQUE

HI = 55.95 + 1.40 = 57.35

STA	B.S	F.S		S/D	I/D	Pointés	+	dr	ELEVA- TION	REMARQUES
B-9									55.95	
									56.00	
1			89°	250°40'	6.50	6.50	1.56	1.45	55.90	
2			88°	321°18'	11.00	10.99	1.60	1.22	56.13	
3			89°	300°13'	5.50	5.39	1.75	1.47	55.88	
4			85°	337°24'	9.50	9.49	1.38	1.05	56.30	
5			90°	272°05'		11.40	1.55	1.55	55.80	
6			90°	245°10'		13.60	1.67	1.67	55.68	
7			90°	233°40'		11.50	1.60	1.60	55.75	
8			90°	224°35'		15.50	1.68	1.68	55.67	
9			90°	223°10'		16.80	1.63	1.63	55.72	
10			90°	220°02'		18.75	1.62	1.62	55.73	
11			91°	211°36'	32.15	32.15	1.64	2.24	55.11	
12			90°	205°55'		31.50	2.13	2.13	55.22	
13			91°	199°50'	31.50		1.24	1.79	55.56	
14			90°	209°30'		18.00	1.83	1.83	55.52	
15			90°	199°10'		17.20	1.83	1.83	55.52	
16			90°	189°25'		4.40	1.28	1.28	56.07	
17			90°	223°00'		5.20	1.61	1.61	55.74	

TABLEAU 4 (Continuation)

NIVELLEMENT TRIGONOMETRIQUE
 HI = 55.95 + 1.40 = 57.35

STA	B.S	F.S		S/D	H/D	Pointés	+	dr	ELEVA- TION	REMARKS
	18		90°	246°40'	7.00	1.61		1.61	55.74	
	19		90°	110°00'	4.20	1.14		1.14	56.15	
	20		90°	21°50'	9.00	1.21		1.21	56.14	
	21		90°	2°00'	8.75	1.29		1.29	56.06	
	22		59°	344°44'	10.37	2.56		0.92	56.43	
	23		90°	129°10'	1.50	1.12		1.12	56.22	

CHAPITRE IX

REPRÉSENTATION DU RELIEF DU SOL

Les opérations de nivellement étant terminées, y compris les vérifications de fermeture, l'opérateur, rentré au bureau doit maintenant traduire les résultats ou altitudes portées sur son carnet de nivellement. En effet, nous avons maintes fois rappelé que le but de la topographie est la représentation par un plan, de tous les détails rencontrés sur le terrain.

En altimétrie, il y a donc lieu de faire connaître ou de présenter par un dessin à échelle réduite, le relief même du terrain, c'est à dire faire connaître tous les cotes ou altitudes des points ou de certains d'entre eux, ou bien encore d'indiquer l'importance relative des hauteurs par un dessin approprié.

Cette représentation des hauteurs du terrain permet :

- a) De compléter le plan obtenu à la suite de l'opération du levé de plan
 - De connaître les altitudes ou cotes de chaque point
 - De déterminer les lignes de pentes :
 - De calculer les pentes réelles du terrain ou d'une partie du terrain par lequel il est destiné.
- b) De faciliter les études découlant de l'opération de topographie, c'est à dire de permettre :
 - De déterminer les pentes des voies, chemins, canaux etc. à établir;
 - De faciliter les calculs du mouvement des terres découlant du projet pour lequel il a été rendu nécessaire.

9.1 Méthodes de représentation du relief

Des méthodes d'exécution de l'opération, il couleut diverses formes de représentation du relief du sol qui sont à la disposition du géomètre pour traduire les résultats du nivellement.

- a) Cotes ou altitudes de niveau inscrites sur le dessin planimétrique
- b) Plan coté
- c) Courbes de niveau
- d) Profils en long et en travers

N.B: Pour ne pas confondre les cotes de nivellement ou altitudes avec celles se rapportant aux longueurs, il est d'usage d'inscrire entre parenthèses les cotes ou altitudes.

9.1.1 Cotes ou altitudes de niveau

Cette méthode consiste à porter sur le plan déjà exécuté, les cotes ou altitudes déterminées au cours de l'opération de nivellement.

Elle s'exécute en complément du plan dressé en planimétrie. Le dessin du plan obtenu en planimétrie nous a doté d'un plan exact du terrain. Mais nous savons que ce plan est la projection verticale sur le plan horizontal, de tous les points trouvés sur place. Si, au regard de ces points, nous inscrivons les cotes ou altitudes calculées sur un carnet de nivellement, nous aurons complété ce plan d'une façon rationnelle. En effet, si, à chaque point du plan, la cote de nivellement est inscrite, il sera alors facile de déterminer les pentes, les mouvements du sol.

9.1.2 Plan Coté

Lorsque l'opération de nivellement n'a pas nécessité l'établissement d'un levé de plan, il y a lieu de procéder à l'établissement du seul plan de nivellement nécessaire, que l'on appelle plan coté (Exemple Profil en long)

Toutefois, pour inscrire à leur place, sur ce plan, toutes les cotes ou altitudes que donnera le nivellement, il faudra évidemment repérer au cours de l'opération, la position des points principaux. Le croquis du réperage des points sera reporté aussi exactement que possible sur un plan. Le tracé du cheminement d'un projet (routes, irrigations, etc...) sera chaîné afin de porter à leur place les altitudes trouvées.

Dans le cas du quadrillage adopté en opération, celui-ci sera préalablement reporté sur le dessin et les cotes ou altitudes seront inscrites au droit de chaque intersection de ce quadrillage.

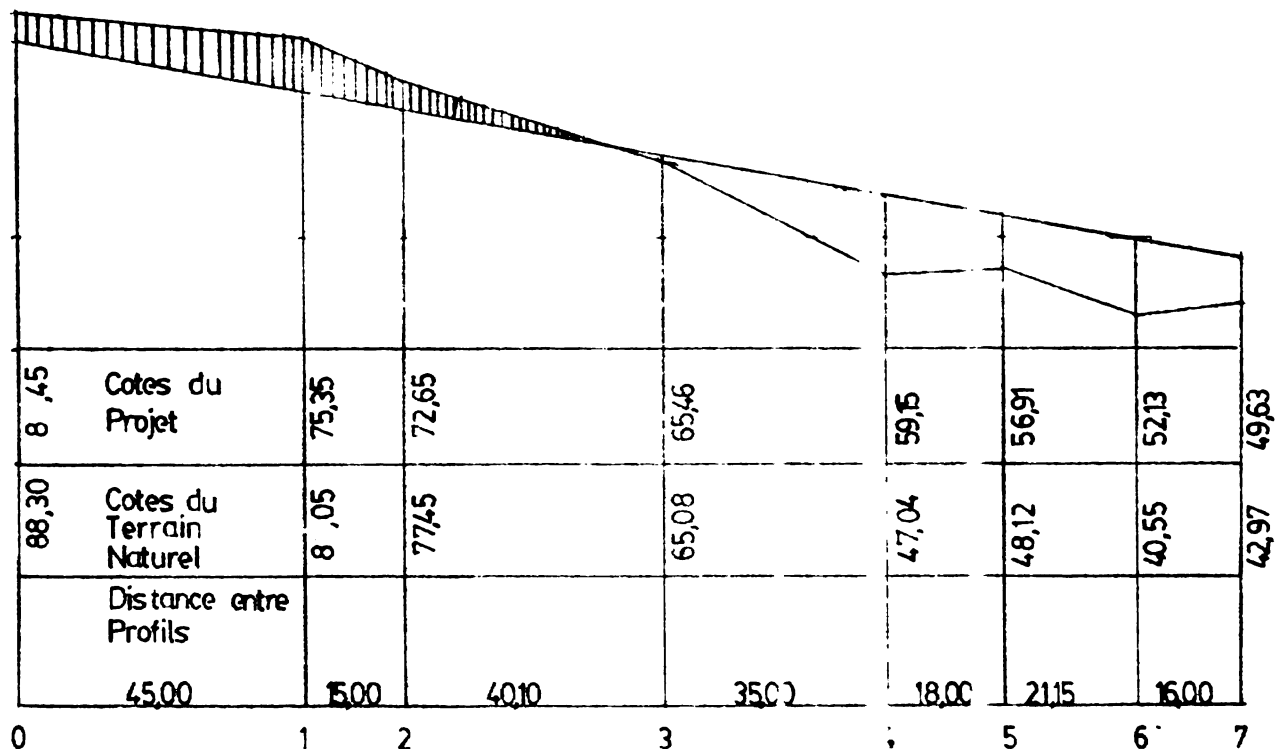


Fig. 19 Schéma d'un profil en long

9.1.3 Courbes de Niveau

La meilleure méthode, et aussi la plus utilisée, pour représenter quantitativement la forme du terrain est l'utilisation des courbes de niveau. Une courbe de niveau est le lieu géométrique de points de même altitude.

Les courbes de niveau sont habituellement des lignes régulières et fermées. La distance verticale entre deux surfaces de niveau de deux courbes de niveau consécutives est appelée équidistance tandis que la distance horizontale mesurée à l'échelle, sur la carte, suivant la ligne de plus grande pente, est l'intervalle. Il convient de distinguer sur une carte des lignes caractéristiques du relief, **comme des lignes de crêtes** (où se fait le partage des eaux), et les lignes de thalweg (axe du fond de la vallée).

Le choix de l'équidistance dépend de la nature de la carte, de son échelle et du relief du terrain (par exemple 1,2 , , 10 , 20 m). Pour décomposer plus facilement les altitudes, on trace, en traits plus foncés, une courbe de niveau (appelée courbe maîtresse), en général à toutes les 5 lignes, en inscrivant sa cote.

9.1.4 Caractéristiques des courbes de niveau

Certaines caractéristiques des courbes de niveau sont fondamentales. En voici les principales:

- a) Tous les points d'une même courbe sont à la même altitude
- b) Les courbes de niveau sont des lignes fermées à moins qu'elles ne soient interrompues par la limite de la carte.
- c) L'intervalle entre les courbes indique la nature de la pente: Les courbes de niveau sont rapprochées pour ce qui est d'une pente abrupte, distancées dans le cas d'une pente douce et également distancées pour ce qui est d'une pente uniforme.

- d) Une courbe de niveau ne peut pas se croiser à une altitude différente, exceptée s'il s'agit d'un puits. Dans ce cas là elle se croise deux fois.
- e) Plusieurs courbes qui se rejoignent en un seul témoignent de la présence d'une faille, et ne peuvent être sur une courte distance seulement.
- f) Deux courbes de même altitude ne peuvent pas se croiser en une seule. Il est rare qu'une pente de montagne ou d'un thalweg soit parfaitement horizontal.
- g) Une courbe d'altitude supérieure au 1/4^e d'une autre ne peut pas être seule entre deux courbes de même altitude.
- h) Lorsqu'une courbe traverse une route ou un cours d'eau, elle le fait perpendiculairement à la route.

9.2 Méthodes de Localisation des Courbes de Niveau

Les courbes de niveau peuvent être localisées soit par filage de courbes, soit par interpolation.

a) Filage des courbes

Cette méthode consiste à localiser sur le terrain des points qui ont une même altitude.

b) Interpolation

Par cette méthode, on détermine l'altitude d'un ensemble de points localisés soit par le grillage, soit par tout autre système. Les courbes de niveau sont ensuite tracées par interpolation.

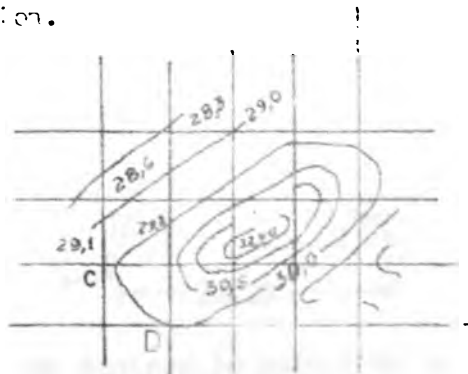


Fig. 20 Schéma de la localisation des courbes de niveau par interpolation.

CHAPITRE X

SUPERFICIEL ET VOLUMEGénéralités:

Le calcul de la superficie constitue une des opérations importantes en ce qui a trait au mesurage des propriétés. L'unité de mesure de superficie est le mètre carré (m^2) et, pour ce qui est de grandes étendues, l'hectare (1 ha = 10.000 m^2), 1 carreau = 1 ha 29. Nous verrons dans ce chapitre différentes méthodes en vue de l'obtenir. Le choix de la méthode dépend de la forme de la figure, des valeurs connues, des appareils de calcul disponibles et de la précision requise.

10.1 Décomposition en figure Géométriques

Cette méthode, on l'emploie lorsque le terrain peut se partager facilement en figures géométriques (triangles, segments circulaires, etc..) dont on peut rapidement calculer les superficies en appliquant des formules faisant intervenir des éléments mesurés sur le terrain.

a) Trouver la superficie de la figure 21.

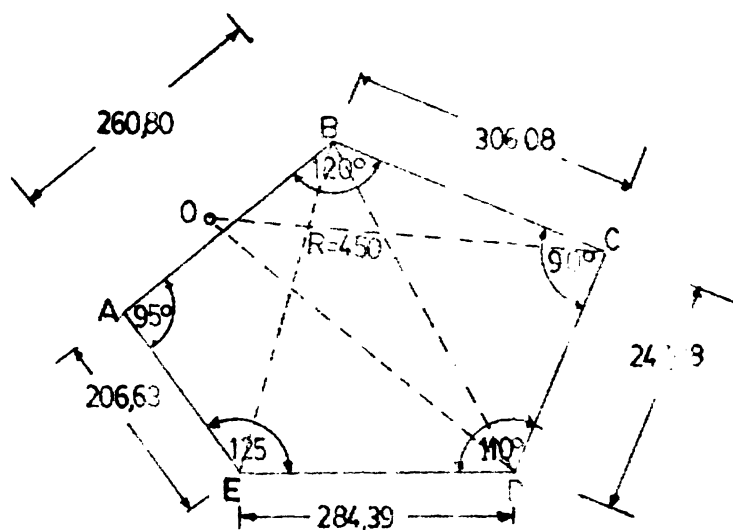


Fig. 21 Schéma pour montrer le calcul de la superficie par décomposition en figures géométriques régulières.

Solution:

Triangle ABE

$$\text{Sup- ABE} = 1/2 \left[(260.50 \times 206.63) \right] \sin 5^\circ = 6.542,02 \text{ m}^2$$

Triangle BCD:

$$\text{Sup- BCD} = 1/2 \times 306.05 \times 247.05 = 37.813,12 \text{ m}^2$$

Triangle BDE

$$\overline{BE} = \sqrt{\frac{260.50^2}{2} + \frac{206.63^2}{2} - (2 \times 260.50 \times 206.63 \cos 95)}$$

$$= 346.563 \text{ m}$$

$$\overline{BD} = \sqrt{\frac{306.05^2}{2} + \frac{247.05^2}{2}} = 393.36 \text{ m.}$$

$$1/2 \text{ périmètre BDE} = 1/2 (284.39 + 346.56 + 393.36) = 512.158 \text{ m}$$

$$\text{Sup BDE} = \frac{\sqrt{512.158 (512.158 - 284.39) (512.158 - 346.563) (512.158 - 393.36)}}{2} = 47.93,39 \text{ m}^2$$

$$\alpha = 2 \sin^{-1} \left(\frac{247.05}{2 \times 450.00} \right) = 31^\circ 52' 06''$$

Segment CD = Secteur OCD - triangle OCD

$$\text{Secteur OCD} = \frac{\pi \times 450.00^2 \times 31^\circ 52' 06''}{360^\circ} = 56,316,132 \text{ m}^2$$

$$\text{Triangle OCD} = 1/2 \times 247.05 \times 450.00 \times \cos 5^\circ 56' 3'' = 53.456,993 \text{ m}^2$$

$$\text{Segment CD} = 56.316,132 - 53.456,993 = 2.859,149 \text{ m}^2$$

$$\text{Superficie ABCDE} = 26.842,02 + 37.813,12 + 47.933,89 + 2.859,15 = 115418 \text{ m}^2$$

Conversion à l'hectare:

$$\text{or } 1 \text{ ha} = 10.000 \text{ m}^2$$

$$\text{Superficie ABCDE} = \frac{115,418 \text{ m}^2}{10,000 \text{ m}^2} = 11,542 \text{ ha}$$

10.2 Méthode des Coordonnées

Si les coordonnées des sommets d'un cheminement sont connues, la superficie peut être rapidement calculée, le calcul est basé essentiellement sur la superficie des trapèzes rectangulaires dont les bases sont: soit les abscisses, soit les ordonnées des sommets.

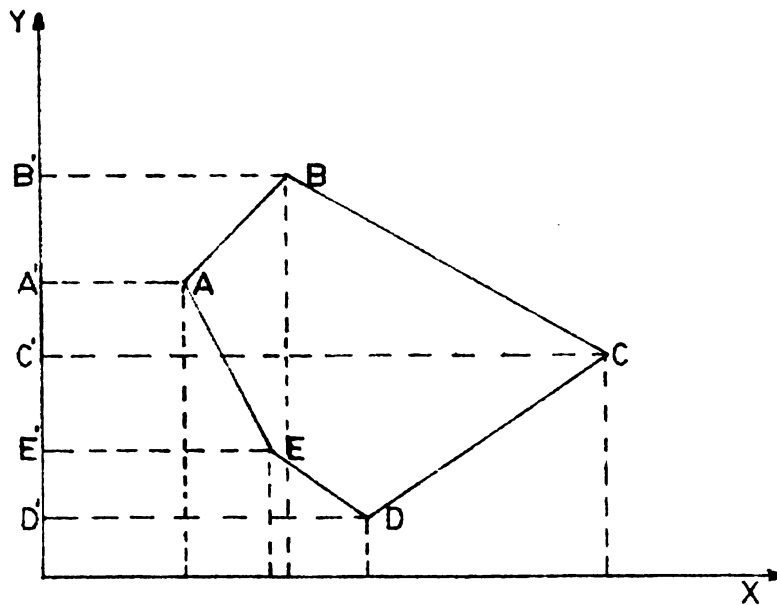


Fig 22 Schéma pour le calcul d'une superficie par la méthode de coordonnées.

Dans la figure 22, on déduit facilement que la superficie ABCDEA est le trapèze B'BCC' + le trapèze C'CDD' - le trapèze B'BAA' - le trapèze A'AEF' - le trapèze E'EDD'.

Le trapèze B'BCC' a comme base l'abscisse de E et de C et comme hauteur la différence de leur ordonnée. Sa superficie est de:

$$1/2 (XB + XC)(YB - YC)$$

L'ordre du choix des coordonnées donne le signe de la superficie.

Le double de la superficie totale (2S) est donc la somme des produits suivants

$$(XA + XB)(YA + YB) + (XB + XC)(YB - YC) + (XC + XD)(YC - YD) + (XD + XE)$$

$$(YD - YE) + (XE + XA)(YE - YA)$$

En effectuant les opérations, on obtient l'expression.

$$2S = - XAYB - XBYC - XCYD - XDYE - XEYA + XBYA + XCYB \\ + XDYC + XEYD - XAYE$$

On fait la somme algébrique de tous les produits et on divise la valeur absolue par deux pour obtenir la superficie.

10.3 Méthodes des distances méridiennes doubles: (D.M.D)

La méthode des distances méridiennes doubles est une méthode pratique pour calculer la superficie d'un cheminement fermé. On prend un méridien de référence, passant, de préférence par le point le plus à l'Ouest.

La distance méridienne d'un point est la distance de ce point au méridien ou tout simplement son abscisse. La distance méridienne d'une droite est la distance du milieu de cette droite au méridien. La somme des abscisses de ses extrémités donne le double de sa distance méridienne.

Comme nous l'avons vu précédemment dans la méthode des coordonnées la superficie est la somme de trapèze dont la distance méridienne double est la somme des bases. La distance méridienne double du premier côté est le ΔX de ce côté. La d.m.d. des autres côtés est la d.m.d. du côté précédent plus le ΔX de ce dernier plus le ΔX du côté considéré. Le produit de la d.m.d. et le ΔY d'un côté est la double superficie du trapèze construit sur ce côté.

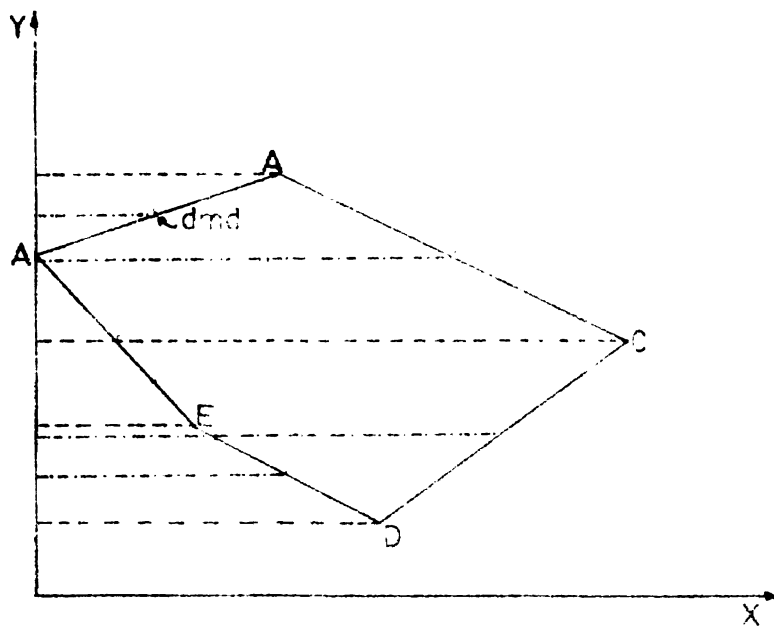


Fig. 23 Schéma pour le calcul d'une superficie par la méthode de la distance méridienne double.

On utilise aussi la méthode polygonale.

On emploie aussi la formule de Simpson.

10.4 La méthode du planimètre

Qu'est-ce que le planimètre?

- C'est un **intégrateur de superficie** qui nous permet d'évaluer la grandeur de la surface comprise à l'intérieur d'un contour irrégulier donné.

Il y a deux types de planimètres:

- a) mécanique
- b) électronique

Le planimètre électronique fonctionne comme le planimètre mécanique excepté qu'il y a affichage numérique des résultats, et ce, à l'échelle voulue.

Description du planimètre

Dans sa version la plus simple, le planimètre comprend:

- a) Un point fixe B appelé pôle.
- b) Un bras polaire A qui tourne autour du pôle.
- c) Un autre bras C appelé moteur, qui est relié au précédent par une circulation à rotule qui est munie à son extrémité d'une pointe traceuse D ou de tout autre système permettant de suivre la limite de la surface à évaluer.
- d) Une roulette intégrante E, dont l'axe est parallèle et solidaire du bras C, tourne par frottement sur la carte. Le tambour gradué solidaire de la roulette E enregistre au moyen

d'un **dispositif** compteur de les déplacements perpendiculaires à l'axe.

10.5 Volume

Les ingénieurs et les géomètres sont souvent appelés à calculer des volumes d'excavation ou de remplissage ou à déterminer la quantité de béton requise pour construire certains ouvrages. Des calculs de volume sont aussi nécessaires pour évaluer la capacité de réservoirs d'emmagasinement ou la qualité de matériaux en vrac. L'unité de mesure de volume est le mètre cube (m^3). Voici les principales méthodes de calcul.

- a) Méthode des sections en travers
- b) Méthode des courbes de niveau
- c) Méthode géométrique

10.6 Méthodes des sections en travers

Lorsqu'on emploie la méthode des sections en travers, on mesure le profil du terrain perpendiculairement à l'axe du projet. La superficie de ces sections est calculé avec le planimètre. Mais comme on a les distances entre les profils soit tous les 20.00 m ou 30 mètres. La formule de la moyenne de base sert à calculer les volumes.

Par exemple:

Le volume entre deux sections S_1 et S_2 est égal à la moyenne de ces deux sections multipliées par la distance horizontale entre elles.

$$\text{Volume} = L \left(\frac{S_1 + S_2}{2} \right)$$

A l'aide de courbes de niveau, on calcule le volume en mesurant avec un planimètre les superficies limitées par chacune d'elles. On peut toujours utiliser la formule de la moyenne de base.

10.7 Méthode Géométrique

Lorsque les volumes à calculer correspondent à des figures géométriques bien définies, on utilise les formules de la géométrie euclidienne.

Exemple:

Quel est le volume d'un réservoir cylindrique de 75 m de rayon et de 30 mètre de hauteur.

Solution:

$$\text{Volume} = \pi R^2 h$$

$$V = 3.1416 \times 75^2 \times 30 = 530.000 \text{ m}^3$$

CHAPITRE XI

DOSSIER TECHNIQUE

11.1 - Définition du dossier technique

Le dossier technique est un dossier qui contient toutes les informations relatives à la méthodologie, à la technologie et aux normes à suivre concernant l'exécution et la réalisation d'un projet de quelque nature qu'il en soit.

Dans cet ordre d'idée, le dossier technique constitue un guide et un complément idéal des plans "bon pour exécution".

11.2 - Contenu du dossier technique

Le dossier technique de tout projet doit contenir les informations de base suivantes:

11.2.1 Présentation et localisation du projet

11.2.2 Informations sur l'implantation

11.2 .2.1 Liste des bench marks (B.M.)

11.2 .2.2 Liste des points théoriques

11.2 .2.3 Méthodologie utilisée pour réaliser l'implantation, ainsi que la liste du matériel de topographie.

11.3 Mode d'exécution des travaux

11.3.1 Méthodologie utilisée pour effectuer les terrassements (Cubature de terrassement).

Les terrassements seront-ils faits manuellement ou mécaniquement?

Dans le cas de terrassements exécutés mécaniquement, la liste du

matériel devra être fourni.

- 11.3.2 Dans le cas d'exécution des ouvrages, le dossier technique devra fournir des informations relatives à l'acier, au coffrage, au béton et/ou à la maçonnerie.

11.3 Planing d'Exécution des Travaux

Le dossier technique doit fournir le planning d'exécution des travaux, qui constitue la partie la plus importante du dossier technique.

Le planning d'exécution des travaux comprend diverses activités à réaliser en mettant l'accent sur le matériel qui permettra de les réaliser ainsi que la période de temps prévu pour les achever. Le planning permet clairement de voir les activités qui se déroulent sur le chantier et, en foi de cela, des ajustements ou modifications peuvent y être apportés et les incidences au niveau délai peuvent être constatées.

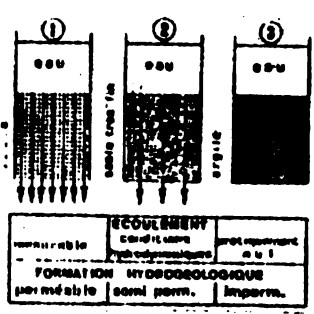
Il est à noter que les listes des items sus mentionnées devant faire partie du dossier technique n'est pas limitative.



INSTITUT INTERAMÉRICAIN DE COOPERATION POUR L'AGRICULTURE

☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆
 ☆ MARND R ☆
 ☆ FAMV ☆
 ☆ IICA ☆
 ☆
 ☆ PREMIER ☆
 ☆ COURS NATIONAL ☆
 ☆ POST-GRADUE ☆
 ☆ SUR L'IRRIGATION, ☆
 ☆ LE DRAINAGE ☆
 ☆ ET LA GESTION ☆
 ☆ DES RESSOURCES ☆
 ☆ HYDRIQUES ☆
 ☆
 ☆ 15 Juillet - 30 Septembre 1955 ☆
 ☆
 ☆ Port-au-Prince, Haïti ☆
 ☆
 ☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆

HYDRAULIQUE
SOUTERRAINE



PAR

Gérald JEAN BAPTISTE, Ing.
Lionel RABEL, Ing.

REVISION ET EDITION: HUMBERTO PIZARRO
 Spécialiste en Irrigation et Drainage
 IICA - HAITI

