

CHAPITRE I

GENERALITE SUR LA

TOPOGRAPHIE

I.1) DEFINITION

La topographie est tirée du mot grec graphein qui signifie dessiné, est l'art qui représente graphiquement un lieu sous forme de plan ou de carte.

La topographie a donc pour but principale tous ce qui concerne l'établissement des cartes, plans et leurs utilisations.

I.2) ECHELLE

Échelle d'un plan ou d'une carte est le rapport exprimé dans la même unité entre une distance mesuré sur la carte et la même distance mesuré sur le terrain.

$$e = \frac{1}{L}$$

1 = longueur ou distance sur la carte

L = Longueur sur le terrain

e = échelle

Exemple : Calculer l'échelle d'un plan sachant que la distance sur la carte est de 2,5 cm et la distance sur le terrain est de 25 m.

Convertir : $e = 2,5 \text{ cm} = 0,0025$

$$e = \frac{1}{L}$$

$$e = \frac{0,0025}{25}$$

$$e = 0,001$$

$$e = \frac{1}{1000e}$$

Exemple 2: Si on mesure une longueur de 7,4 cm sur un plan à l'échelle $\frac{1}{500}$ quelle sera la longueur sur le terrain.

$$L = \frac{1}{e}$$

$$L = \frac{7,4 \times 1}{500}$$

$$L = 37 \text{ cm ou } 3700 \text{ cm}$$

Exemple 3: Si une longueur mesurée sur le terrain est de 80m comment sera telle représenté sur le plan si l'échelle est de $\frac{1}{200}$

Si $e = \frac{1}{L}$

$$\ell = \ell \times \frac{80}{200} \bullet \frac{8}{20} \bullet \frac{2}{5}$$

$$\ell = 0,4 \text{ m ou } 40 \text{ cm}$$

I.3) LA NOTION DE CARTOGRAPHIE

La cartographie est la science qui s'occupe de la confection proprement dite des plans et cartes.

Les plans et les cartes sont des représentations planes à une certaines échelles de la projection orthogonal côtés des détails naturels (vallées, collines) ou artificiel (bâtiment, route) et conventionnel (limite d'une ville) de la surface de la terre.

On classe généralement les cartes et plans en fonction de leurs échelles, c'est ainsi qu'on peut distinguer :

I.3.1) LES CARTES

* les cartes à petite échelle

1/1000.000	Carte géographique
1/500.000	Carte géographique
1/250.000	Topographique
1/100.000	Topographique

• Les cartes à moyennes échelle

1/50.000	Carte topographique
1/25000	Carte topographique
1/20.000	Carte topographique

• Les cartes à grande échelle

1/10.000	Carte topographique

I.3.2) PLANS

1/5000	Plans topo d'étude
1/5000	Plans d'urbanisme
1/2000	Plans d'occupation des sols
1/2000	Plans descriptifs
1/2000	Plans parcellaires
1/200 ^e	Plans de voirie document d'implantation
1/100 ^e	Plans de propriété
1/20 ^e	Plans d'architectures

I.4) LES UNITÉS DE MESURES

En topologie on ne mesure que les angles et les distances. Ces mesures s'expriment en unité du système international.

I.4.a) LES MESURES LINEAIRES

L'unité de mesure de longueur est le mètre (m)

a) Les sous multiples

- Le décimètre (dm) égale à 0,1 m
- Le centimètre (cm) égale à 0,01 m
- Le millimètre (mm) égale à 0,01 m
- Un micron (μ) égale à $0,000001\text{m} = 1 \times 10^{-6}\text{m}$

b) Les multiples

- Le décimètre (dam) égale à 10 m
- L'hectomètre (hm) égale à 100 m
- Le kilomètre (km) égale à 1000 m

I.4.2) MESURE DES ONGLES

En topométrie l'unité d'angle employé est le grade (gr)

- La circonference vaut 400 gr
- Le décigrade (dgr) égale à 0,1 gr
- Le centigrade (cgr) égale à 0,01 gr
- Le milligrade (Mgr) égale à $1\text{mgr} = 0,001\text{ gr}$ décimètre grade (dmgr) = $0,001\text{gr}$ bien que travailleur en grade, le topographe peut être appelé à utiliser d'autres unités tel que le degré ou le radian. Les conversions seront alors nécessaires.

Correspondances entre les unités initiales de mesure sur quelques angles caractéristiques

$$\begin{array}{ccc} 400 \text{ gr} & \longrightarrow & 360^\circ & \longrightarrow & (6.28 \text{ rad}) \\ & & & & 2\pi \text{ rad} \\ & & & & (3.14 \text{ rad}) \\ 200 \text{ gr} & \longrightarrow & 180^\circ & \longrightarrow & \pi \\ 100 \text{ gr} & \longrightarrow & 90^\circ & \longrightarrow & \frac{\pi}{2} \\ & & & & (1,57 \text{ rad}) \end{array}$$

NB : Pour un même angle la valeur en grade est supérieure à la valeur en degré.

I.5) NOTION DES ERREURS DANS LES MESURES

Quelques soit le travail effectué par le topographe (mesure sur le terrain, calcul, dessin).

Celui-ci est toujours entaché d'inexactitude plus ou moins importante. C'es inexactitudes sont due :

- A nos sens
- Aux instruments utilisés
- Aux méthodes de travail ou mode opératoire choisi
- Ses inexactitudes sont classées en deux catégories
 - Les fautes
 - Les erreurs

I.5.1) LES FAUTES

Une faute est une inexactitude grossière dû à nos sens et provenant généralement du manque d'attention apporté au travail effectué.

Une faute est toujours possible mais elle doit être systématiquement détectée.

Le topographe doit donc assurer des contrôles pendant le travail, lui permettre de mettre en évidence ses fautes pour les corriger.

I.5.2) LES ERREURS

Les erreurs sont de petite inexactitude due à l'imperfection des instruments utilisés et de nos sens.

L'erreur se définit comme la différence entre la valeur mesurée et la valeur exacte.

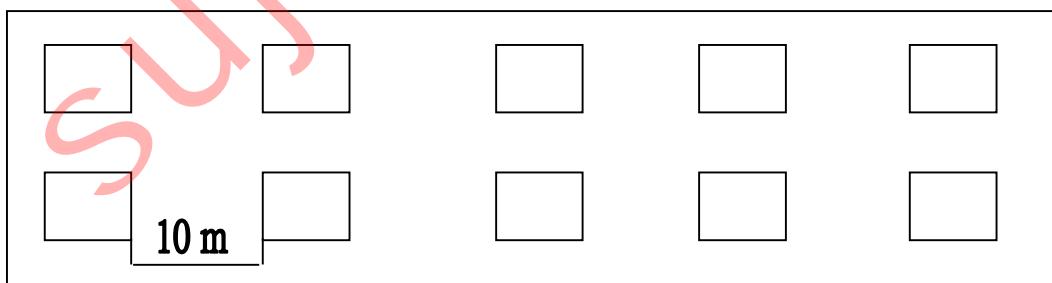
I.6) LES CHIFFRES SIGNIFICATIVES

Il existe une différence entre les chiffres employés pour faire un dénombrement (contage, numération) et ceux donc un mesurage (mesure d'une distance, mesure d'un angle).

Exemple

Dans un parking il y a 10 voitures. C'est-à-dire qu'on n'est certains d'avoir compté exactement 10 véhicules ou encore on est sûre de la quantité.

Cela est différent de la distance mesurée entre 2 points si cette mesure est de 10 m le renseignement est incomplet. C'est-à-dire qu'il n'est pas précis.



Pour que le résultat soit précis il faut indiquer le degré de précision avec lequel on a effectué cette mesure ainsi l'utilisation des chiffres significatifs aident à apporter cette précision.

Il faut au court du mesurage en fonction de la destination de l'échelle choisie, du matériel et une méthode adopté du mesurage pour obtenir une précision suffisante.

I.6.1) **DEFINITION DE CHIFFRE SIGNIFICATIF**

Le nombre de chiffre significatif est le nombre de chiffre qui on un sens. C'est -à-dire dont on est sûre de l'exactitude.

NB : il ne faut pas confondre le nombre de chiffre significatif avec le nombre de décimal.

I.6.2) **NOMBRE SIGNIFICATIF AVEC PARTIE DECIMALE**

Un topographe a mesuré le côté d'un terrain à 274,3m lorsqu'on analyse le résultat on peut écrire $274,25 \leq 274,3 \leq 274,35$. Ce nombre a 4 chiffres significatifs donc :

- Les 3 premiers sont sûres
- Le 4^e est une approximation à une demi-unité près.

I.6.3) **NOMBRE SIGNIFICATIF DONC LE ZERO EST PLACE A DROITE DE LA VIRGULE**

Le zéro de la marque décimale est toujours significatif.

I.6.4) **NOMBRE SIGNIFICATIF DONC LE ZERO EST PLACE A DROITE D'UN NOMBRE ENTIER**

Le zéro placé à droite d'un nombre entier peut facilement porter confusion. Prenons le cas de 6 700 ce nombre peut avoir 2 ; 3 ou 4 chiffre significatif. Pour éliminer cette incertitude

- Soit on le transforme en un nombre décimal tel que :
 $*6,70 \times 10^3$ on est certains qu'il comporte 3 chiffres significatifs

- soit en portant une barre au dessus du dernier chiffre significatif.
 $*6\overline{700}$ ainsi on a 4 chiffres significatifs.

- soit encore en plaçant une barre au dessus du premier 0
 $*\overline{6700}$ ainsi on a 3 chiffres significatifs.

- soit en rendant tous les zéros de droite significatifs. C'est-à-dire en ajoutant la marque décimale.

*6 700 devient 6 700,

Dans tous les cas il faudra justifier votre réponse d'après un raisonnement choisi.

I.6.5) **COMMENT ARRONDIR UN CHIFFRE SIGNIFICATIF**

Lorsqu'un nombre comporte des chiffres au delà de la précision possible on l'arrondit de la façon suivante.

- Si le chiffre significatif considéré est plus petit que 5 on l'ignore ainsi 4,3962 devient 4,396
39481 devient 39480.
- Si ce chiffre est plus grand ou égale à 5 on arrondit à l'unité supérieure le chiffre précédent.
 - Ainsi 4,3967 devient 4,397
 - Ainsi 39489 devient 39490 on arrondit en 1 étape et non en 2

Exemple : 3,8246 devient 3,825 (on considère 4 chiffres significatifs)

1.6.1) exercices

Quelle est le nombre des chiffres significatifs des valeurs suivantes :

47628 : 5 chiffres significatifs

36,715 : 5 chiffres significatifs

9,5400 : 5 chiffres significatifs

0,0003 : 5 chiffre significatifs

230 : 3 chiffres significatifs

CHAPITRE II

INTRODUCTION AUX APPLICATIONS TOPOGRAPHIQUES

II-1) NOTION DE LEVÉ

Le levé est une opération qui consiste à reporter sur la carte ou sur le plan les formes et les dimensions d'un terrain.

On distingue 2 types de levé :

- Le levé en mesure direct : se sont des mesures obtenues par lecture directe sur un ruban.

-Le levé en mesure indirect : se sont des mesures obtenues à l'aide des instruments de topographie.

NB : dans les 2 cas les résultats sont des valeurs approchées de la valeur réelle. Cette discordance s'appelle erreur d'observation.

II.2) IMPLANTATION

L'implantation consiste à tracer sur le terrain et suivant les indications du plan la position exacte de l'ouvrage à réalisé.

*une implantation comporte 2 grandes phases d'exécution

- Exploitation du document du terrain ou du plan dont on dispose pour en extraire par lecture directe ou par calcul les éléments d'implantation.

-L'application sur le terrain les moyens et les procédés nécessaire à l'implantation.

Remarque : les instruments nécessaires pour la réalisation d'un levé ou d'une implantation sont :

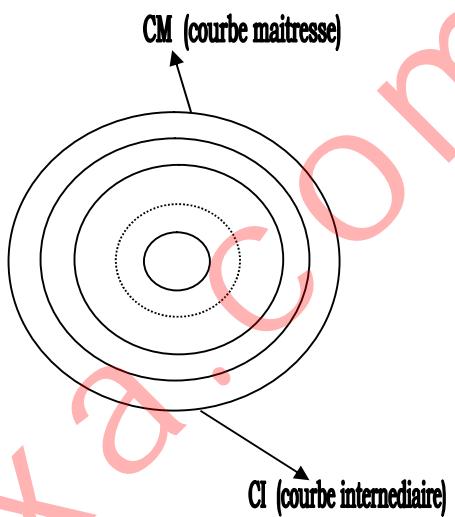
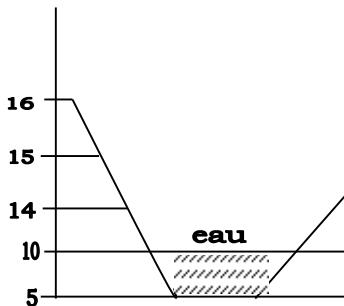
- Le théodolite
- Le cercle d'alignement
- Le niveau
- Les équerres optiques
- Les plans
- Les mires
- Le ruban

II.3) LES COURBES DE NIVEAU ET LES PENTES

II.3.1) LES COURBES DE NIVEAU

Les lignes qui relient tous les points de même niveau sur un terrain se nomme courbe de niveau. Elle est donc horizontale sur toute sa longueur.

Sur une même carte équidistance doit être consistante et sa valeur varie suivant le relief du sol ou de l'échelle utilisé. Il existe des courbes maîtresses et des courbes intermédiaires.



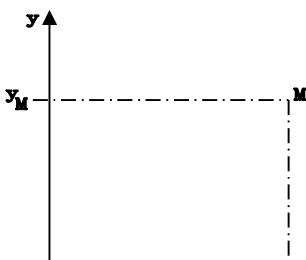
Les isobathes sont des courbes de niveau qui exigent la profondeur d'un lac, sont représentés en trait discontinu.

II.3.2 LES PENTES

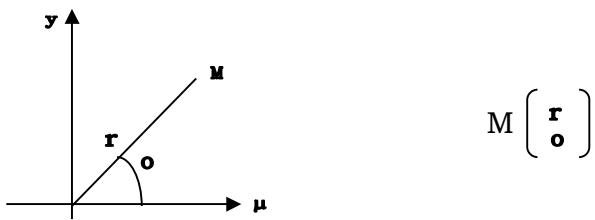
La partie indique la montée ou la descente en d'autres termes l'inclinaison ou les formes des différentes courbes de niveau successive.

II.4 NOTION DE CORDONNEES

II.4.1 CORDONNEES RECTANGULAIRES

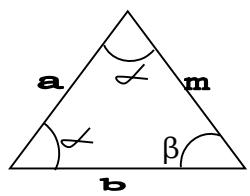


II.4.2) LES CORDONNEES BIPOLAIRES



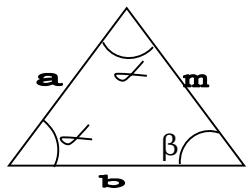
$$M \begin{pmatrix} r \\ \alpha \\ \beta \end{pmatrix}$$

II.4.3) CORDONNEES ANGULAIRES



α, β, m
 α, a, m à déterminer

II.4.4) LES CORDONNEES BIPOLAIRES



a, b, m sont connus les angles sont à déterminer

CHAPITRE III

LES MESURES DE DISTANCES

III.1) GENERALITES

La mesure des distances G généralement appelé chômage est à la base de toute opération topographique même si le chômage en premier vue simple, il faut se méfier, il faut lui apporter toute l'attention possible et utiliser la bonne technique. De façon générale la distance entre deux points est toujours ramener à l'horizontal.

- Soit par calcul
- Soit à la méthode utilisée au cours du mesurage.

Une mesure est appelée directe lorsqu'on part de la ligne à mesurer en appliquant bout à bout un étalon de mesure.

III.2) LA CHAINE

La chaîne est un ruban d'acier gradué en mètre (m) sur toute sa longueur et enroulé sur les moulinets.

III.3) GRADUATION DE LA CHAINE

- L'origine de certains rubans se trouve à l'extrémité du ruban.
- Et pour certaines chaînes l'origine est une marque sur le ruban à une courte distance de l'extrémité du ruban.

III.4) MODE DE CHAINAGE

Le mode de chaînage dépend de la nature du terrain.

- Chainage Supporté

Lorsque le terrain est plat dans toute sa longueur la chaîne peut être supportée dans toute sa longueur. C'est le cas le plus facile, il suffit d'appliquer la tension nécessaire pour faire disparaître les ondulations dans la chaîne.

- Chaînage suspendue

Il arrive souvent que la chaîne doit être suspendue pour éviter un obstacle ou tenir compte des accidents du terrain. Il faut dans ce cas appliquer la tension nécessaire pour réduire la flèche.

-Par cultération ou ressaut horizontaux

En terrain très accidentés, il est très souvent impossible de tondre la chaîne horizontalement sur toute sa longueur. On peut alors fractionner le chaînage en autant d'éléments horizontaux que l'opération le permet et l'exige, c'est ce qu'on appelle cultération.

- Chaînage suivant la pente

En ce qui concerne le chaînage suivant la pente avec le théodolite, la distance réduite à l'horizontal h d'une distance l mesuré suivant la pente sur un angle β

$$H = l \cdot \cos \beta$$

III.5) AUTRES RELATIVES AU CHAINAGE

Les fautes qui sont dues à une oublie de l'opération doivent être évitées :

Une attention à tous les instants s'impose. Voici les fautes les plus courantes

- Mauvaise identification de l'origine : une chaîne ayant 1m gradué avant l'origine
- Oublie de l'opération d'inscrire une distance : surtout l'or du chaînage par cultération.
- Transposition des chiffres : comme lire 12 au lieu de 21, ou alors au lieu de lire 68 il lit 78.
- Mauvaise interprétation : inscrire 17,27 au lieu de 27,17. Ecrire 80,19 au lieu de 99
- proximités d'une division : 24, 95 au lieu de 23,95.

III.6) LES ERREURS SYSTEMATIQUES RELATIVES AU CHAINAGE

Les principales causes d'erreurs et les corrections appropriées sont :

- **L'étalonnage** : la longueur d'une chaîne est rarement celle qui est indiqué par la longueur nominale. La longueur d'étalonnage est la suivante :

$$G = 1 \left[\frac{N_o - N}{N} \right]$$

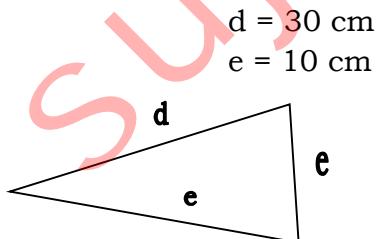
G = correction due à l'étalonnage

N_o = longueur de la chaîne comparée à l'étaillon en m

N = longueur nominale de la chaîne en m.

- **L'alignement** : en première vue les erreurs de mauvais alignement due à la faute du hasard semble être des erreurs fortuites. Amis comme elles sont toujours de même signe elle se comporte comme les erreurs systématiques. Ca : correction pour mauvaises alignement écart en m

Exemples :

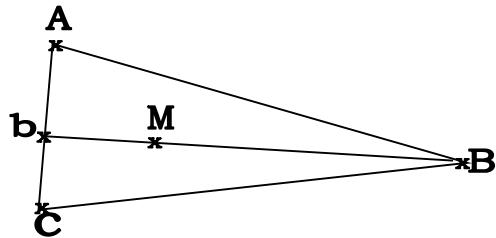


$$\frac{Ca}{60} = 0,10^2 = 0,0024 \text{ m}$$

$$\frac{Ca}{2d} = e^2$$

III.7.1) PROCEDE PAR ALIGNEMENT

Il est employé pour positionner un point inconnu M à l'intérieur d'une ligne polygonale définie par 3 points connus et non aligné. L'utilisation d'au moins 5 jalons est nécessaire pour réaliser les différents alignements.

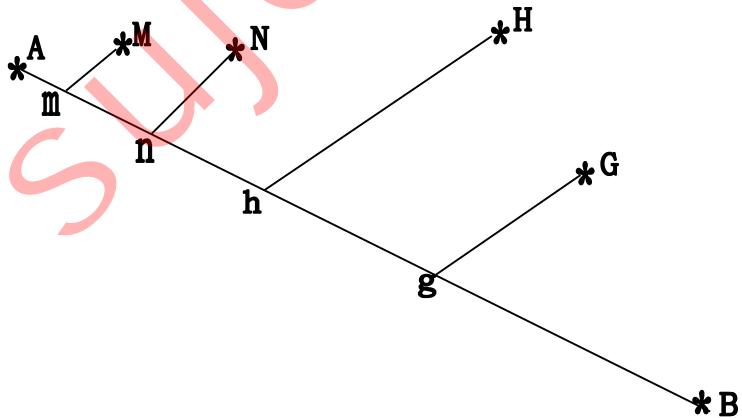


Mythologie

Si le point m est à définir les autres 3 points ABC sont normalement positionnés et les distances \overline{AB} ; \overline{BC} ; \overline{CA} sont connues. Il suffit d'aligner à l'aide des jalons les points B et M qui pour déterminer le point b qui est l'intersection entre les droites BM et AO. Mesurer les différents écarts entre \overline{ab} ; \overline{bC} ; \overline{BM} .

III.7.2) PROCEDE PAR FAUSSES ET ORDONNEES

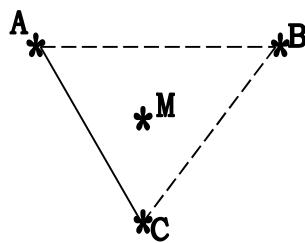
Il permet lorsque plusieurs points inconnus sont à lever et à reporter par rapport à AB avec AB connue



Soit 4 points (M, N, H, G) extérieur à la droite AB à l'aide des jalons et de l'aide. Aligner approximativement les points (m, n, h, g) à fausse absice et ordonnée sont les pieds des perpendiculaires abaissé des points (M, N, H, G). mesurer en suite et dans l'ordre des segments \overline{Am} , \overline{mN} , \overline{hg} , \overline{gb} puis \overline{Mm} ; \overline{Hh} ; \overline{Gg} ; \overline{Nn} .

III.7.3) PROCEDURE PAR TRIANGULATION

C'est le procédé le plus classique qui consiste à établir polygonale triangule fermé. Ce procédé n'est possible que si 2 points de base sont connus et positionnés.

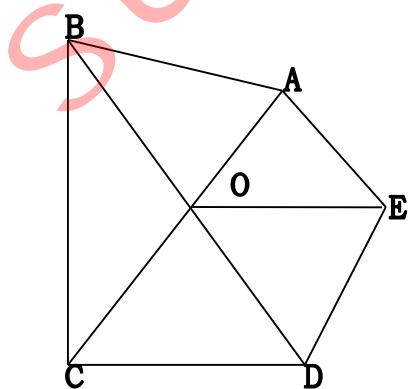


Le point M est à définir 2 points sur 3 sont connus (ABC). Le 3^{ème} est choisi de manière à réaliser une ligne polygonale triangulaire fermé.

Le principe de levé du point M est possible en mesurant les segments \overline{AM} avec \overline{AB} connu, ou bien en mesurent les segments \overline{AM} et \overline{BM} avec \overline{AB} connu, ou encore en mesurant les segments \overline{CM} et \overline{BM} avec \overline{BC} connu.

III.7.4) PROCÉDÉ PAR RAYONNEMENT

Cette méthode est analogue à la triangulation n et qui sera le sommet des triangles consécutifs conçue pour fermer les levés.



III.8) MESURE INDIRECTE

La mesure d'une distance est indirecte lorsqu'on obtient sans avoir à parcourir dans son entier la longueur à mesurer.

- La lecture optique sur un appareil topographique
- L'interprétation mathématique de cette lecture

III.8.1) MESURE OPTIQUE

Il existe de nombreux appareils à usage particulier. On distingue ceux qui permettent :

- un levé planimétrique à l'exclusion de tout altimètre (cercle d'alignement)
- un levé altimétrique sans planimétrie (niveau)

Altitude : c'est la hauteur d'un point au dessus du niveau moyen de la mer

- un levé à toutes les directions (le théodolite ou bien le goniomètre). Dans tous les cas pour effectuer une visée on effectue une lunette réglable (mesure optique) et une mire graduée.

III.8.2) RECHERCHE MATHEMATIQUE

Le déplacement de la lunette se fait par relation sur un axe ou sur 2 axes parfaitement perpendiculaire (théodolite, goniométrie) ainsi pour connaître la valeur de cette rotation.

III.8.3) MESURE LINEAIRE INDIRECTE

C'est la technique qui consiste à utiliser un appareil optique pour mesurer la distance qui sépare la lunette du point considéré. Ce dernier étant matérialisé par une ligne graduée. Cette technique fait appel à des principes mathématiques et optiques de la conjugaison se nomme la stadiométrie.

III.8.4) JALONNEMENT

Un jalon est un tube métallique de 200 x 3 cm environ. Consiste de 1 ou plusieurs éléments peints en rouge et blanc enfoncé par percussions successives dans un sol meuble maintenue par un trépidés. Legé sur une surface dure comme une chaussée bitumée.

Le jalonnement consiste à aligner plusieurs jalons entre deux autres afin de disposer des repères intermédiaire au cours du mesurage.

Le jalonnement d'un alignement peut se faire selon la longueur et la précision démodé

- A vue
 - Au fil à plomb
 - Au moyen du réticule d'une lunette
 - A l'aide d'un jalon
 - Avec du laser

Plusieurs cas peuvent se présenter

III.8.4.1) JALONNEMENT SANS OBSTACLE (de A on voit B)



L'opérateur se place à quelque mètre derrière le jalon A vise le bord du jalon en direction de B et fait placer points intermédiaire en commençant de préférence par le plus éloigné.

III.8.4.2) JALONNEMENT EN PRÉSENCE D'UN OBSTACLE

De a on voit B, mais une partie d'alignement C.D n'est pas visible

Schéma

C'est le cas où il y a dépression ou un changement de pente, alors dans ce cas l'opérateur installe un jalon en C d'où il voit D et B il opère de la même manière que précédemment.

III.8.4.3) ERANCHISSEMENT D'UNE BRUTE

L'opérateur se place au point 1 sur la brute de manière à apercevoir A et B. puis aligne un aide en 2 sur l'alignement 1.A. A son tour, l'aide aligne m l'opérateur 2-B. le jalon 1 venant en 3 et ainsi de suite alternativement les jalons de M et n sur l'alignement après 4 ou 3 approximations.

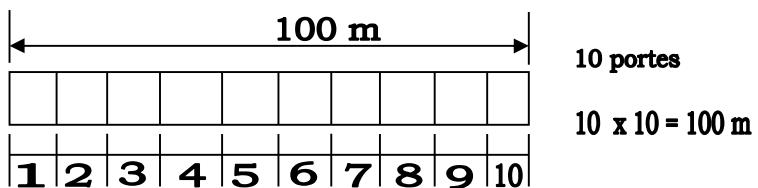
III.8.5) PRATIQUE DU MESURAGE

III.8.5.1) MESURAGE A PLOT

Le terrain est horizontal

L'opérateur se place à l'arrière, l'aide à l'avant en se mettant sur le côté du ruban.

L'opérateur placé à l'extrémité haut du ruban sur le repère aligne l'aide qui tend le ruban et place marque son extrémité en fonce une fiche sur le sol. Cette fiche doit être enfoncee perpendiculairement au ruban et incliné vers le sol.



On utilise généralement un jeu de 11 fiches de 10 fiches s'effectue à une fiche restante au sol pour matérialiser la dernière porté .

Le terrain étant horizontal on obtient une distance horizontale.

CHAPITRE IV

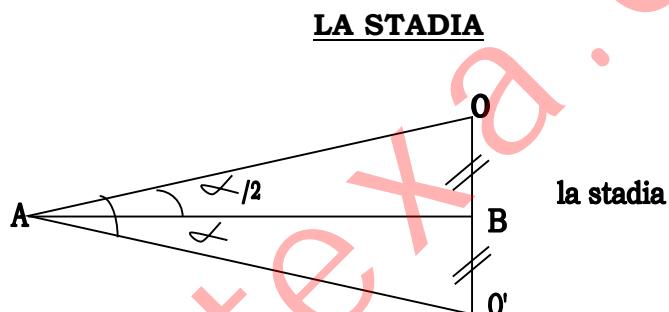
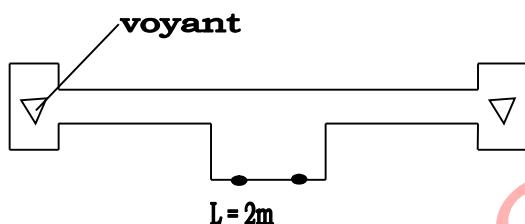
MESURE INDIRECTE DES DISTANCES

La mesure d'une distance est indirect lorsqu'on obtient ses avoir à parcourir dans son

IV.2.1) MESURE OPTIQUE

IV.2.1.1 MESURE PARALLACTIQUE

a) Les distances



Pour mesurer la distance AB à l'aide de la stadia, on place les théodolites au point A et on vise les voyant O et O' de la stadia.

On note l'angle α et la distance AB sera égale à :

$$\text{Ton } \frac{\alpha}{2} = \frac{OB}{AB}$$

Or $OO' = 2m$
 $OB = O'B = 1m$

$$\text{AB} = \frac{OB}{\text{Ton } \frac{\alpha}{2}} = \frac{1}{\text{Ton } \frac{\alpha}{2}}$$

$$\text{AB} = \frac{1}{\text{Ton } \frac{\alpha}{2}} \text{ m}$$

$$\hat{A} + \hat{O} + \hat{O} = 200 \text{ gr}$$

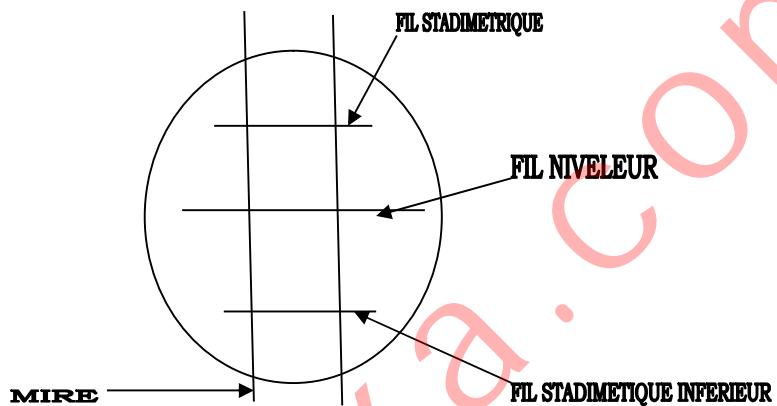
$$\hat{A} + 2\hat{O} = 200 \text{ gr}$$

$$\hat{O} = 100 \text{ gr} - \frac{\gamma}{2}$$

IV 2.2) MESURE STADIMETRIQUE

Cette méthode consiste à déterminer la distance entre 2 points A et B à partir d'une mire et des fils stadiométriques.

La mire : est une règle graduée environ 4m peint en rouge et blonde de carreaux 1 cm



D= distance horizontale

$$D = 100 d$$

C et p : sont les traits du réticule

Cp : image de C et p sur la mire

D : différence de lecture sur une mire

IV 2.2.1) MESURE STADIMETRIQUE EN TERRAIN INCLINÉ

Le mire étant tenue verticalement et m de lecture stadiométrique m et n ne permet d'obtenir les distances horizontale entre S et M.

L'axe optique est incliné de

La distance horizontale vaut Dh qui est à $D \cos \hat{i}$

$$Dh = (l_2 - l_1) \times 100 \cos \hat{i}$$

Sachant que :

$$D1 = 100m.n$$

$$\frac{\cos \hat{i} = Dr}{De} \implies Dr = D1 \cos \hat{i}$$

$$\text{Très souvent } n = 100 + \frac{\hat{i} \text{ gr}}{2}$$

On considère $n = 100$ gr (angle droit)

$$Dh = 100 (\ell_2 - \ell_1) \cos \hat{i}$$

Exercice d'application

$$L1 = 1,676 \text{ m}$$

$$L1 = 1,364 \text{ m}$$

Le site sur B' (H)

$$I = 4,28 \text{ gr}$$

- 1- Calculer la distance suivant la pente notée ($D\ell$)
- 2- En déduire la distance ramenée à l'horizontale (Dh)

Réponse

Nous calculons la distance suivant la pente ($D\ell$)

$$D\ell = (\ell_2 - \ell_1) \times 100 \cos \hat{i}$$

$$D\ell = (1,676 - 1,346) \times 100 \cos 4,28 \text{ gr}$$

$$0.33 \times 100 \times \cos 4,28 \text{ gr}$$

$$33 \times \cos 4,28 \text{ gr}$$

$$D\ell = 32.92 \text{ m}$$

$$Dh = 100 (\ell_2 - \ell_1) \cos^2 \hat{i}$$

$$Dh = D\ell \cdot \cos \hat{i}$$

AN

$$Dh = 32.92 \times \cos 4.28 \text{ gr}$$

$$Dh = 32,851 \text{ m}$$

LES INSTRUMENT DE MESURE ELECTRONIQUE DES LONGUEURS (I.M.E.L)

IV) PRINCIPES

Les (I.M.E.L) fonctionnent comme des chronomètres c'est – à – dire qu'ils utilisent les ondes électromagnétique qui se propage en ligne droite à une vitesse constante et connue

IV) DEFINITION

Un (I.M.E.L) est un appareil qui produit un ensemble d'ondes électromagnétique, le projette sur un réflecteur.

Analyse l'Ecco et convertie le retard de l'onde reçue en une distance.

L'onde porteuse est émise par un poste émetteur, récepteur et renvoyé par celui-ci par un réflecteur, soit par un deuxième récepteur (onde, radio).

Les I.M.E.L résume enfin le temps de parcourt

$$V = \frac{d}{t}$$

$$d = \frac{Vt}{2}$$

L'onde porteuse faisant aller et retour

A ————— B

On distingue les instruments effectuant que les mesures de distance et les tachéomètres électro optiques.

Parmi les instruments n'effectuant que des mesures de distance on peut citer :

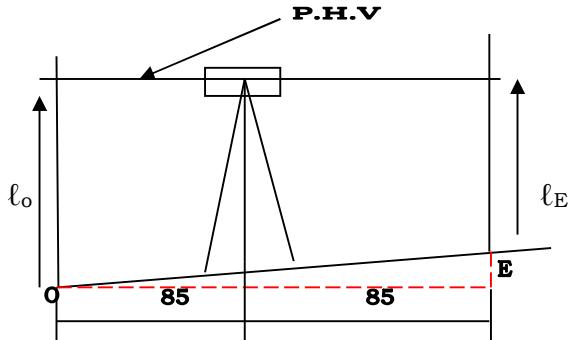
- Les telluromètres (ondes radios centimétriques)
- Les géomètres (ondes lumineuses)
- Les distances mètres (infra rouge)
- Les télémètres électroniques

Ils représentent la première génération des I.M.E.L et ne sont utilisés en géodésie pour la mesure des grandes distances. Ses instruments utilisés dans les bonnes conditions donnent une précision de 2 à 3 cm près pour une longueur de 4 à 5 km

CHAPITRE V

NIVELLEMENT DIRECT

V.1) PRINCIPE



Le nivelllement direct consiste à déterminer le dénivélé Z entre 2 points O et E à l'aide d'un niveau définissant un plan horizontal de visée et une échelle verticale appelé mire placé successivement sur les 2 points

La différence des hauteurs des mires interceptées par le plan horizontal visé est égale à la dénivélé

$$\Delta Z = l_O - l_E$$

Le nivelllement direct est encore appelé nivelllement géométrique car il fait intervenir que les différences de hauteur parallèle entre elle, puis que toute perpendiculaire à un même plan horizontal de visée.

La portée qui est la distance du niveau à la mire est au maximum de 85 m. dans toute la mesure du possible l'opérateur place le niveau à peu près à égale distance de O et E de manière à réaliser l'égalité des portés.

Il faut placer le niveau approximativement sur la médiatrice d'OE pour permettre de voir les mires placés sur les points O et E

V.2 MATERIEL

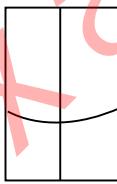
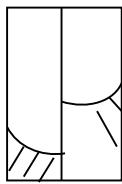
V.2.1 LE NIVEAU

On distingue les niveaux automatiques et les niveaux non automatiques appelé aussi niveau bloc.

Leur différence se situe seulement au niveau du dispositif qui se rend l'axe optique horizontal. Ils sont équipés d'un réticule qui permet d'effectuer la lecture sur une mire.

- **Niveau automatique** : l'axe optique est rendue automatiquement horizontal par l'action d'un compensateur.

- **Niveau bloc** : l'axe optique est rendue horizontal à l'aide d'un vice de basculement qui permet de caller la bulle encore appelé nivelle torique. Souvent le calage est réalisé par la mise en coïncidence des extrêmes paraboles qui représente l'image de la bulle pour observer dans un oculaire.



Niveau optique

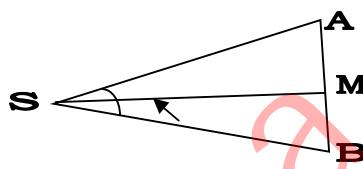
Niveau NA 20 ou NA 24

- | | |
|------------------------------------|----------------------|
| 1- Plaque de base | 7- Point de centrage |
| 2- Cercle (rapporteur) | 8- Viseur |
| 3- Contrôle de fonctionnement | 9- Objectif |
| 4- Oculaire | 10- mise ou point |
| 5- Anneau amovible | 11- Fin mouvement |
| 6- Nivelle circulaire ou sphérique | 12-Vis calante (3) |

Correction de la 3^{ème} séquence

- 1) Mesure indirect des distances par la mesure parallactique
- 2) Les trois types de théodolite

- Wild T2
 - Zeiss
 - TH2
- théodolite de pression



$$2) \hat{S} + \hat{A} + B = 200 \text{ gr}$$

$$\hat{A} = 200 \text{ gr} - \hat{S}$$

$$\hat{A} = \frac{200 \text{ gr} - \gamma}{2}$$

$$\hat{A} = 100 \text{ gr} - \frac{\gamma}{2}$$

3) calcul de la distance SM

~~$$\text{Long } \frac{\gamma}{2} = \frac{AM'}{SM'}$$~~

~~$$\text{An : long } \frac{30}{2} = \frac{1}{SM}$$~~

~~$$\rightarrow \text{Long } 15 = \frac{1}{SM} \rightarrow SM' = \frac{1}{\epsilon 15}$$~~

AN :

$$SM' = \frac{1}{\epsilon} = 3,84 \text{ m}$$

0,.....

$$SM' = 3,84 \text{ m}$$

4) pour $\gamma = 0,63$ gr

$$A = \longrightarrow \ell_2 = 0,620$$

$$A = \longrightarrow \ell_1 = 0,417$$

$$DH = [F_{SS} - F_{SI}] \times 100$$

$$DH = [0,620 - 0,417] \times 100$$

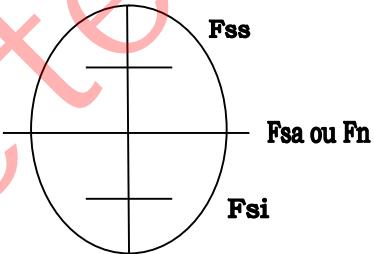
$$DH = 20,3 \text{ m}$$

V.2.2 LE RETICULE

Le réticule est un disque de verre fixe par rapport à l'objectif. On le voie e regardant dans l'oculaire.

Le réticule porte 3 traits horizontaux f_{SS} , f_{SA} et f_{SI} appelé respectivement fil stadiométrique axial ou fil niveleur, fil stadiométrique inférieur. Le fil niveleur représente le plan horizontal et les fils supérieurs et inférieurs soit symétriques par rapport au fil niveleur.

Le réticule doit être réglé pour faire apparaître tous ces différents fils. Pour cela tourner l'oculaire 4 jusqu'à ce que les fils deviennent visible (voir mire en station)



V.2.2 MIRE

Une mire de nivellation est une échelle linéaire qu'il faut tenir verticalement qui ne doit en aucun cas être considéré comme un accessoire de moindre importance.

La valeur d'une dénivelle dépend en effet autant de la mire que du niveau. Il est donc important de mètre du sérieux dans la tenue d'une mire pour la rendre verticale. On distingue plusieurs types de mire donc la mire ordinaire centimétrique à 4m de long.

Elle est la plus utilisée, elle est constituée de 2 parties de 2 m relié par une charnière et un verrou.

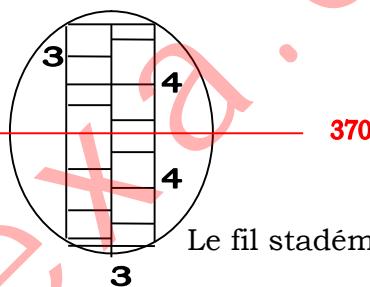
La mire est calée avec une nivelle sphérique en mettant la bulle circulaire dans son cercle repère.

La mire est constituée par des échelons ou cases de 1 cm groupé par 5 pour aider à la lecture.

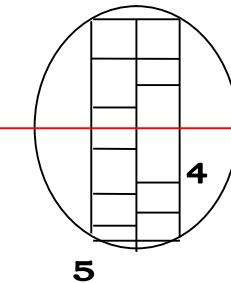
V.2.3 LECTURE MIRE

Qu'il s'agisse d'une lunette à image droite ou d'une lunette à l'image renversé le principe de lecture est le même seulement pour une lunette droite l'opérateur lie du droite vers le haut et pour une lunette réservée l'opérateur lie du haut vers le bas.

Les niveaux à image renversé disparaissent de plus en plus au profit des images droites et deviennent ainsi rare afin d'éviter une erreur parasite lire selon le mode de chiffrage

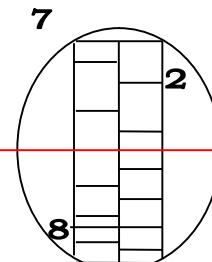


Le fil stadiométrique est à 370



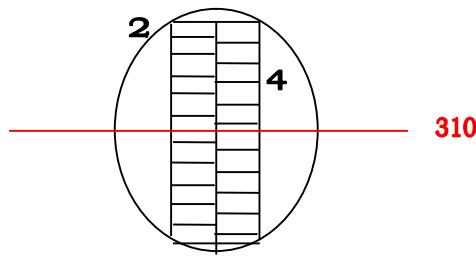
Exemple :

Le fil stadiométrique est égal à 560



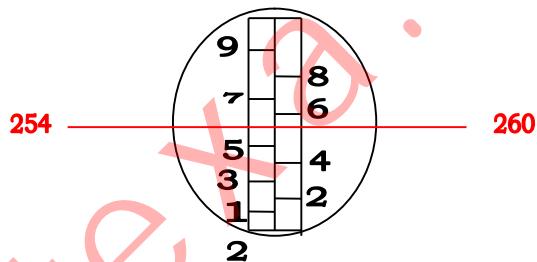
Réticule à image renversée

Exemple



Le plan de visé horizontal P d'un niveau en station coupe toutes les mires verticales placé sur un point O à sa portée. La lecture ℓ_0 sur la mire est l'évaluation de la longueur de celle-ci conté depuis l'origine de l'échelle jusqu'au plan horizontal de visé visualisé par le long trait médian horizontal du réticule au trait jusqu'à nivelleur.

La lecture sur la mire est une lecture estimée du fait que le mm est apprécié lorsque la mire est graduée en cm.

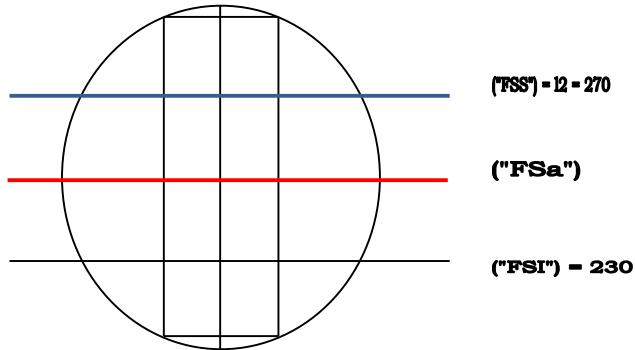


La lecture avec le mm est appréciée à cause de la précision de cette mire. Comme vous le constaté avec une mire graduée en cm il y a une incertitude, on lie 260 alors qu'avec la précision du mm on lie 254.

L'opérateur peut donc éventuellement contrôler la lecture ℓ_0 à fil nivelleur (FSA) par la moyenne arithmétique des lectures aux traits stadiométrique (FSA) et (FSI) respectivement ℓ_2 et ℓ_1 . Ce ci s'explique par la relation mathématique suivante :

$$\ell_2 = \frac{\ell_2 - \ell_1}{2} \pm 3 \text{ mm}$$

Exemple :



$$h = \frac{270-230}{2}$$

$$h = \frac{40}{2}$$

$$h = 20 \pm 3 \text{ mm}$$

$$17 < h < 23$$

La distance entre le niveau et la mire peut être déterminé à l'aide des 2 fils stadiométriques supérieur ℓ_2 et inférieur ℓ_1 . Cette distance est noté D est déterminé par la relation suivante :

$$D = 100 (\ell_2 - \ell_1)$$

$$D = 100 (270-230)$$

$$D = 100(40)$$

$$D = 4000 \text{ cm}$$

Exemple :

$$\ell_2 = 3.601$$

$$\ell_1 = 3.309$$

Calculer h et D avec les valeurs respectives de ℓ_2 et ℓ_1

$$D = 100 (\ell_2 - \ell_1)$$

$$D = 100 (3601-3309)$$

$$D = 100 (292)$$

$$D = 29200 \text{ cm}$$

Exemple :

$$h = \frac{\ell_2 - \ell_1}{2} \mp 3 \text{ mm}$$

$$\text{An } h = \frac{3601 - 3309}{2}$$

$$h = \frac{293}{2}$$

$$h = 146 \text{ mm}$$

$$143 < h < 149$$

La lecture sur le fil nivelleur

$$\ell = \frac{\ell_1 - \ell_2}{2}$$

$$\text{AN : } \ell = \frac{3309 + 3601}{2}$$

$$\ell = 3455 \text{ mm}$$

La distance en m entre le niveau et la mire est la différence entre le fil supérieur et le fil inférieur exprimé en cm.

V.2.5 CE QU'IL FAUT FAIRE AVANT DE LIRE LA MIRE

Une fois le niveau en Stadion :

- Régler le réticule du niveau pour rendre le fil stadiométrique visible.
- Pointer la mire avec le bouton fin mouvement amené le fil vertical du réticule au milieu de la mire.
- Régler l'image de la mire avec le bouton de mis au point.
- Pour le niveau automatique contrôler le bouton, fonctionnement du compensateur en appuyant sur le bouton de contrôle (on constate l'image de la bougé verticale).

NB : les derniers niveaux automatiques de LEICA (Na 720, Na 724) non de compensateur. Pour le niveau bloc non automatique (calculer la bulle ou nivelle théorique à l'aide de la vis de basculement).

V. 2.6 LE TREPIED

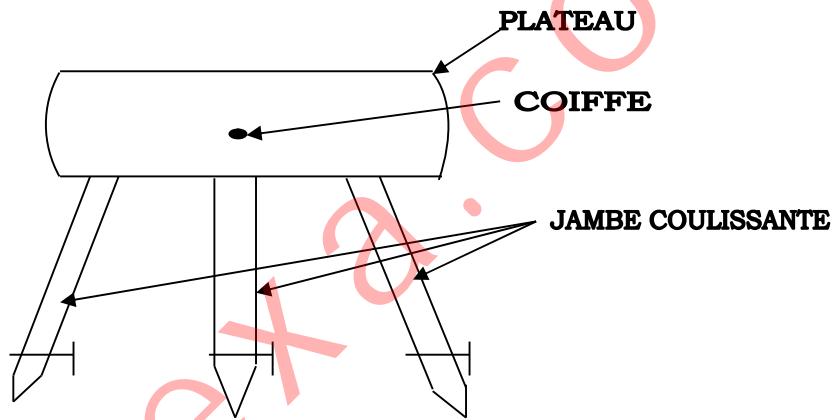
Les trépieds en bois sont très utilisés. Un trépied doit être robuste pour supporter l'appareil afin de lui assurer une stabilité.

Le trépied est muni d'un vice central qui permet de fixer l'appareil sur le plateau qui peut être protégé par une coiffe.

Les jambes coulissantes permettent de régler le niveau à hauteur de l'œil de l'opérateur.

Le mouvement de jambe du trépied doit être régulier.

Les jambes doivent les écartements quand le trépied est soulevé par le plateau.



V. 3 MISE EN STATION DU NIVEAU

La mise en station consiste à rendre le plan de visé du niveau horizontal.

Il s'agit de mettre le niveau prêt à la lecture sur une mire ; pour ce faire il faut :

1. Ouverture du trépied

- Desserrer les pieds du trépied jusqu'à la hauteur du menton, resserrer le trépied.

- Ecartez suffisamment les jambes du trépied de manière à assurer à la fois la stabilité, horizontalité à vue d'œil du plateau à la hauteur convenable permettant l'opérateur d'opérer sans se courber ou

se tenir sur la pointe des pieds. Pour cela poser un pied par terre et tirer les 2 autres vers l'arrière pour les posés sur un terrain plat construire un triangle équilatérale pour leurs posés.

- Retire la coiffe de protection du plateau au trépied en desserrant la vis de fixation.

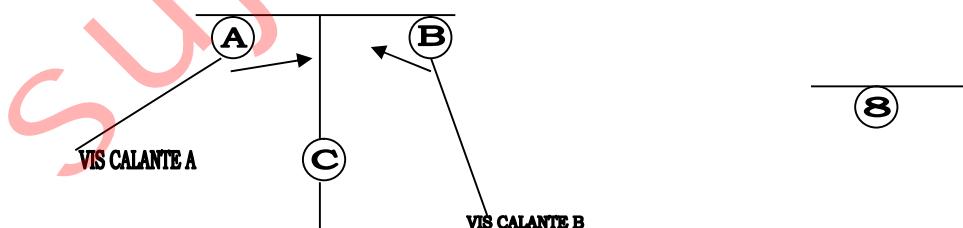
2. Fixation du niveau sur le trépied

Il faut :

- Retirer le niveau de son étui.
- Prendre soin de regarder sa position dans l'étui pour pourvoir le remettre à la fin des opérations
- Fixer le niveau sur le trépied
- Centre le niveau sur le plateau le maintenir d'une main et fixer immédiatement de l'autre main avec la vis centrale du trépied (serrer modérément)
- Refermer l'étui pour éviter de salir l'intérieur
- Régler les vis calantes sensiblement à mi course
- Enfoncer les jambes du trépied à refus pour enfoncer une jambe gardé le genou contre celle-ci

3. Le calage

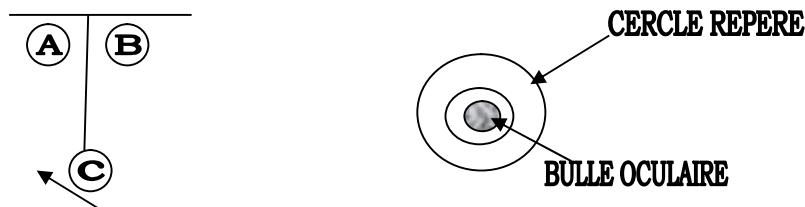
- Placer la lunette parallèle à 2 vis calante choisies soit a et B.
- Trouver les vis calantes A et B simultanément et au sens contraire pour amener la bulle circulaire dans la direction parallèle à la direction ace du pivot troisième vis calante C



Tous ce qui précède s'illustre par le schéma si dessus.

- Tourner la troisième vis calante **C** pour entre la bulle dans son cercle repère ;
- Dans le cas contraire ne dépasser la direction parallèle à A B par le centre du cercle repère ;

- Si nécessaire répéter ces 2 opérations jusqu'à centrer la bulle circulaire dans son cercle repère



4. Réglage réticule

- Diriger la lunette vers un fond claire et uniforme ou tenir une feuille de papier blanche devant l'objectif.
- Regarder dans la lunette.
- Tourner l'oculaire jusqu'à ce que les fils du réticule apparaissent nette et bien noir ; ce réglage peut être ajusté pendant l'opération en fonction de la mise au point de l'image de la mire.

NB : pour passer une station ou une autre l'appareil peut être transporté sur le côté.

- Durant ses déplacements essayer ~~autant que possible~~ de garder le niveau sensiblement horizontal.

Pour stationner : synthèse de la mire ~~en~~ station voir détail si dessus

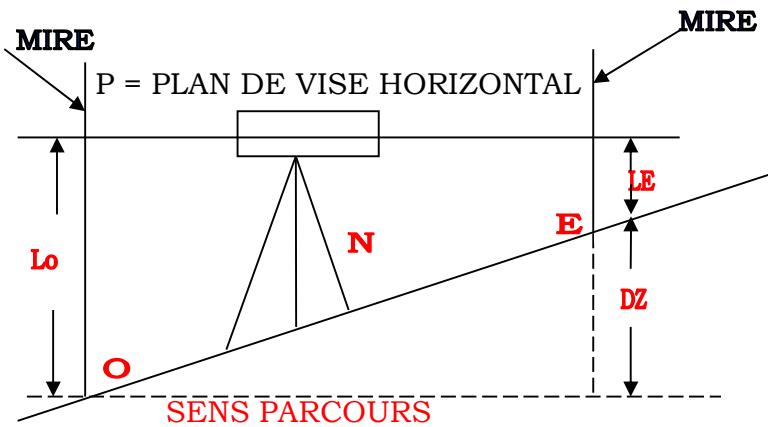
- Placer le trépied horizontal à vue d'œil.
- Enfoncer les jambes du trépied à refus.
- Caller la nivelle sphérique. A la fin des travaux ouvrir l'étui avant de démonter le niveau pour le démonter, le maintenir d'une main et serrer avec l'autre main, la vis de fixation et le ranger immédiatement dans son étui puis fermer l'étui.

V.4) ~~SUJET~~ DÉNIVELÉ ELEMENTAIRE

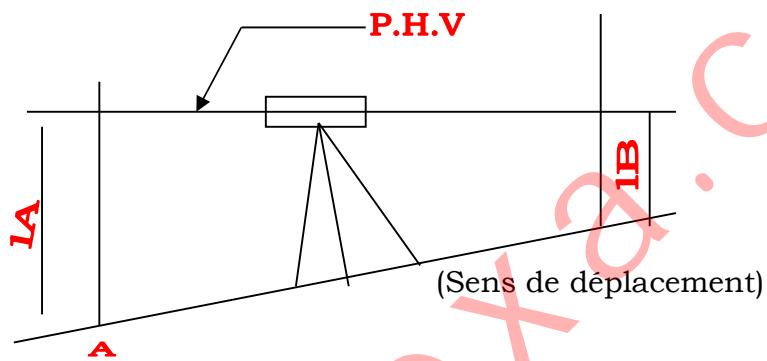
~~SUJET~~ Pour obtenir le dénivelé DZ entre O et E les deux points étant situés de manière à faire une lecture sur chaque point.

Il n'est pas nécessaire que les 2 mires soit visibles entre elle, mais il s'agit de placer le niveau à égale distance de manière à pouvoir voir chaque mire.

Définir un sens au choix dans notre exemple le sens O ; E est choisi à partir du sens le point O devient arrière et la lecture qu'on fait s'appelle lecture arrière et le point E est point avant et sa lecture s'appelle lecture avant.



V.5 REALISATION PRATIQUE DU NIVELLEMENT



LAB : lecture sur le point connu (point donc l'on connaît l'altitude ou qu'on fixe une valeur quelconque).

LAV : c'est la lecture sur le point à déterminer

Lorsque le dénivelé entre A et B est supérieur à 4m (hauteur de la mire) ou lorsque la longueur entre A et B est très grande, on est amené à fractionner le niveling en plusieurs fonctions l'observation du dénivelé AB.

$$Dn A A1 = L AR - L AV A1$$

$$Z A1 = Z A1 + Dn A1 A2$$

$$Dn A1 A2 = L AR A1 - L AV A2$$

$$Z A2 = Z A1 + Dn A2 B$$

$$Dn AB = Dn a A1 + Dn A1 A2 + Dn A1 A2 + A2 B$$

$$ZB = Z A + Dn AB$$

Les délimitant des différents tronçons sont appelés point intermédiaire ou point de retournement. Sur ces points la mire est en effet pour faire face à l'appareil dans les différentes positions qu'elle occupera. Les points de retournement doivent être choisis de telles sortes que la mire puisse pivoter dessus sans qu'il y ait un déplacement.

V.5.1 PRESENTATION, CALCUL ET OBSERVATION

Point	LAR	LAV	+ Dn	Altitude	Observation
A	LARA		Dn A	A1	ZA comprise
A1	LAR A1	LAVA1	Dn A1	A2	ZA1
A2	LAR A2	LAVA	Dn A2	B	ZA2
B		LAVB	$\sum Dn^+$	$\sum Dn^-$	ZB
					Effectue

Lorsqu'on réalise le cheminement fermé, on part d'un point connue puis on passe sur plusieurs point donc on veut déterminer l'altitude pour se refermer sur le même point connue

- Conséquence
- Altitude au point de départ = altitude au point d'arrivé
- $\leq LAR = LAV$
- $Dn = \leq (Dn^+ + Dn^-) = \sum (LAR - LAV) = 0$ cf ; écart de fermeture : valeur calculé, valeur réelle. Tolérance : erreur maximal $T = 2,7\sqrt{2}m$
- n= nombre total de dénivelé

Point	LAR	Lav	+ Dn (m)	Z (m)	Z composé (m)
A	1352		-2 1091	741,683	741,683
1	1624	0261	793 ⁻¹	742,724	742,772
B	10339	0831		-85°	743,567
C	2001	1124	168°	743,482	743,479
D	1444	1833		1167-2	743,650
2	073	1621		742,483	742,478
3	0849	1028		742,186	742,181
E	0941	1621		742,414	741,408
A		0,666		742,689	741,683
	9981	9975	2327-2321		

$$\begin{aligned}
 D_n &= \sum D_n + D_n \sum D_n = 6 \text{mm} \\
 &= \sum \text{LAR} - \sum \text{LAV} \\
 &= 9981 - 9975 = 6 \text{mm} \\
 C &= ef \text{ (compensation)}
 \end{aligned}$$

$$C_i = \frac{C/DNi}{\sum Dni}$$

C_i = compensation élémentaire

$$ef = \sum D_n^+ + \sum D_n^-$$

$$2327 - 2321 = 6 \text{ m}$$

$$T = 2,7 \sqrt{2} \times 8 = 10,8 \text{ mm}$$

$$C = e \epsilon = -6 \text{mm}$$

$$C_i = \frac{C (Dni)}{\sum (Dni)}$$

$$C1 = \frac{C (Dn1)}{(\sum D_n^+) + (\sum D_n^-)}$$

$$C1 = \frac{-6 \times 1091}{(2327+2321)} = -1,408$$

$$C2 = \frac{-6 \times 793}{(232 + 2321)} = -1,023$$

$$C3 = \frac{-6 \times 85}{(2327 + 2321)} = -0,109$$

$$C4 = \frac{-6 \times 168}{(2327 + 2321)} = -0,216$$

$$C5 = \frac{-6 \times 1167}{(2327 + 2321)} = -1,506$$

$$C6 = \frac{-6 \times 297}{(2327 + 2321)} = -0,383$$

$$C7 = \frac{-6 \times 772}{(2327 + 2321)} = -0,996$$

$$C8 = \frac{-6 \times 275}{(2327 + 2321)} = -0,354.0$$

$$Z1 = ZA - DA1$$

$$Z1 = 741,683 + 1,091$$

$$Z = 742,774 \text{ m}$$

$$ZB = Z1 + D1B$$

$$ZC = ZB - D B C$$

$$Z 1 = ZA + D A 1$$

3) Le cheminent en antenne

Ce sont les plus simples et les dangers on obtiendra les coordonnées d'un point inconnue en cheminent entre celui-ci et le point connue. Ce type de cheminent à prescrire car aucun contrôle n'est possible.

4) Cheminent tendue entre deux points

On part d'un point donc on connaît l'altitude pour se refermer sur un autre point d'altitude également connue. On pourra comparer la dénivelée observé et le dénivelé vraie, en déduire la fermeture et le compensation puis apporter à chaque dénivelé une compensation à la grandeur des dénivelés

$$Dn \text{ calculé} = \sum (LAR - LAV)$$

$$Dn \text{ vraie} (ZB - ZA)$$

$$ef = DN \text{ calculé} = Dn \text{ vraie}$$

$$C = -f$$

$$C_i = \frac{C(Dni)}{\sum (Dni)}$$

$$\sum Dni = (2445) + (-1485) \\ = 2445 + 1485$$

$$\sum Dni = 3930$$

$$C1 = \frac{7 \times 517 = 0,920}{3930} \longrightarrow 1$$

$$C2 = \frac{7 \times 588}{3930} = 1,047 \longrightarrow 1$$

$$C3 = \frac{7 \times 692}{3930} = 1,932 \longrightarrow 1$$

$$C4 = \frac{7 \times 197}{3930} = 0,091 \longrightarrow 0$$

$$C5 = \frac{7 \times 613}{3930} = 1,091 \longrightarrow 1$$

$$C6 = \frac{7 \times 299}{3930} = 0,532 \longrightarrow 1$$

$$C7 = \frac{7 \times 412}{3930} = 0,733 \longrightarrow 1$$

$$C8 = \frac{7 \times 27}{3930} = 0,048 \longrightarrow 0$$

$$C9 = \frac{7 \times 349}{3930} = 0,621 \longrightarrow 1$$

$$C10 = \frac{7 \times 236}{3930} = 0,420 \longrightarrow 0$$

5) Point rayonné ou point de détails

La technique du rayonnement peut être quelque fois fastidieuse lorsqu'on doit déterminer l'altitude des points proches les uns des autres. A partir d'un point A du cheminement on va déterminer l'altitude du plan horizontal de visé de l'appareil.

$$ZAPP = Z A + LARA$$

En plaçant la mire sur les points à positionner, on pourra après lecture en déduire les altitudes.

Remarque : avec cette méthode les points levés ne sont pas contrôlés sauf dans le cas d'utilisation d'un appareil permettant un retournement de la lunette. Il y a donc lieu d'apporter du soin aux lectures effectuées

$$ZM = ZAPP - Lm$$

$$ZN = ZAPP - LN$$

$$ZP = ZAPP - LP$$

$$Dn \text{ vraie} = ZB - ZA$$

$$ef = Dn \text{ calculé} - Dn \text{ vraie}$$

$$\begin{aligned} ZAPPC &= ZC + LARC \\ &= 129,05 + 1,611 \\ &= 130,661 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z1 &= ZAPPC - L1 \\ &= 130,661 - 1244 \\ &= 129,417 \end{aligned}$$

$$Z2 = 130,661 - 1,367$$

$$Z3 = 130,661 - 2,014$$

$$\begin{aligned} ZAPPE &= ZE + LARE \\ &= 129,352 + 1,216 \\ &= 130,568 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z4 &= 130,568 - 3,027 \\ &= 127,541 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z5 &= 130,568 - 1,824 \\ &= 128,744 \end{aligned}$$

$$ZF = ZE + DnF$$

$$Dn \text{ vraie} = ZF - Zs$$

$$= 129,647 - 124,900$$

$$= 4,747 \text{ m}$$

$$= 4747 \text{ mm}$$

$$= \sum Dn + \sum Dn$$

$$Dn \text{ calculé} = 5054 - 301$$

$$= 4753$$

$$Ef = Dn \text{ calculé} - dn \text{ vraie}$$

$$4753 - 4747$$

$$= 6 \text{ mm}$$

$$C1 = \frac{C/DNi}{\sum Dni} = \frac{6 \times 1316}{5355} = 1,474 \text{ } (-1)$$

$$C2 = \frac{-6 \times 1623}{5355} = -1,816 \text{ } (-2)$$

$$C3 = \frac{-6 \times 1211}{5355} = -1,356 \text{ } (-1)$$

$$C4 = \frac{-6 \times 603}{5355} = -0,675 \text{ } (-1)$$

$$C5 = \frac{-6 \times 301}{5355} = -0,337 \text{ } (0)$$

$$C26 = \frac{-6 \times 301}{5355} = -0,337 \text{ } (0)$$

CHAPITRE VI ETUDE DU THEODOLITE

VI.1) GENERALITE

Le théodolite est l'instrument le plus universel utilisé en topométrie. Bien que sa fonction principale soit de mesurer des angles verticaux et horizontaux, il sert à bien d'autres opérations

VI.2) LA CONCEPTION DU THEODOLITE

Le théodolite est un instrument constitué essentiellement de 3 axes courant et de 2 goniomètres appelé simplement cercle.

On distingue 3 axes qui sont :

- Le pivot encore appelé axe verticale, il est callé verticalement et centré. C'est-à-dire confondue avec la verticale au sol. Ainsi le théodolite est mis en station, c'est – à- dire prêt à effectuer la mesure d'angle.
- L'axe de basculement encore appelé axe secondaire ou axe des tourillons est perpendiculaire au précédent, il est donc horizontal.
- L'axe optique de la lunette est perpendiculaire à l'axe de basculement balaie un plan de visé vertical.
- Le cercle horizontal centré sur le pivot permet la mesure des angles horizontaux.
- Le cercle vertical encore appelé éclimètre est centré sur l'axe de basculement et permet de mesurer les angles verticaux.

On distingue 2 catégories de théodolites :

- Les théodolites optiques : sont des instruments anciens avec les quelles l'opérateur effectue une lecture optique en estimant le (mg) pour le théodolite ordinaire. le (dmg) pour le théodolite de précision.

- Les théodolites de précision : sont des instruments à lecture électronique dont la mesure effectuée est transmise à l'affiche avec une grande précision.

VI.3) ETUDE D'UN THEODOLITE OPTIQUE

- La base : c'est la partie qui relit l'appareil au plateau du trépied.
- Le limbe : c'est la partie fixe de l'appareil.

Sur les appareils modernes un cercle en verre gradué permettent la lecture des angles est logé à l'intérieur du limbe.

- L'alidade : c'est la partie mobile de l'appareil tournant autour de l'axe principale. Un des montants de l'alidade referme un cercle en verre gradué centré sur l'axe secondaire et permettent la lecture des angles verticaux
- La lunette : elle est située entre les montants de l'alidade. La lunette comporte un objectif et un oculaire.
- Les vis callantes : l'embase est occupée de 3 vis appelé vis callante permettent de régler la verticale.
- Le plan optique : il s'agit d'une petite lunette montée sur l'embase ou sur la l'alidade et ayant une déviation de 100 g sur l'axe principal
- Les nivelles : ses appareils sont généralement équipés de 2 nivelles.

La première permet de rendre l'axe principal à peu près vertical, c'est la nivelle stérique.

La seconde permet de rendre l'axe principal parfaitement vertical : c'est la nivelle cylindrique.