



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Centre Universitaire Abdelhafid Boussouf Mila



Matière : Topographie 1

Présenté par : Taleb Hosni
Abderrahmane

2 ème année 'LMD' Génie Civil
Hydraulique

Année universitaire 2019/2020

Mesure des Angles

Introduction:

Dans l'histoire du positionnement les instruments de mesures d'angles occupent une place privilégiée. La détermination des longitudes et latitudes astronomiques a été essentiellement basée sur la mesure d'angles horizontaux et verticaux, associée à des mesures de temps. Pendant longtemps la précision de ces mesures angulaires a été largement supérieure à celle des instruments de mesures de distances. Il a fallu attendre l'apparition des appareils électroniques de distances dans les années 1980 pour voir s'inverser cette tendance.

Les angles verticaux ou horizontaux sont les angles mesurés entre la verticale de la station (le **zénith**) et la direction d'une autre station. Autrement dit la mesure de l'inclinaison de la visée par rapport au plan horizontal à l'aide d'un théodolite.

Il y a plusieurs instruments de mesure des angles peut être donnée par la liste suivante :

Equerre optique : petit instrument optique très pratique permettant la détermination des angles droits précis à 90° pour l'implantation de tout type d'ouvrages.

Goniomètre : terme général désignant un instrument permettant de mesurer des angles horizontaux (ou verticaux).

Goniographe : instrument permettant de déterminer graphiquement des angles.

Niveau : instrument définissant une ligne horizontale.

Cercle : instrument permettant la mesure des angles horizontaux.

Éclimètre : instrument permettant la mesure des angles verticaux.

Clisimètre : instrument permettant la mesure des pentes.

Tachéomètre : instrument possédant les fonctions du théodolite plus un procédé de mesure de distance.

Stadimètre : instrument permettant la mesure des distances.

Théodolite : instrument permettant la mesure des angles horizontaux et verticaux.

L'instrument le plus utilisé pour mesurer les angles est le théodolite (angle seulement) ou le tachéomètre (angle et distance) ou Station Totale (mesure indirecte des angles, des distances et des dénivelées). Donne ce chapitre en s'intéresse au théodolite

Un théodolite :

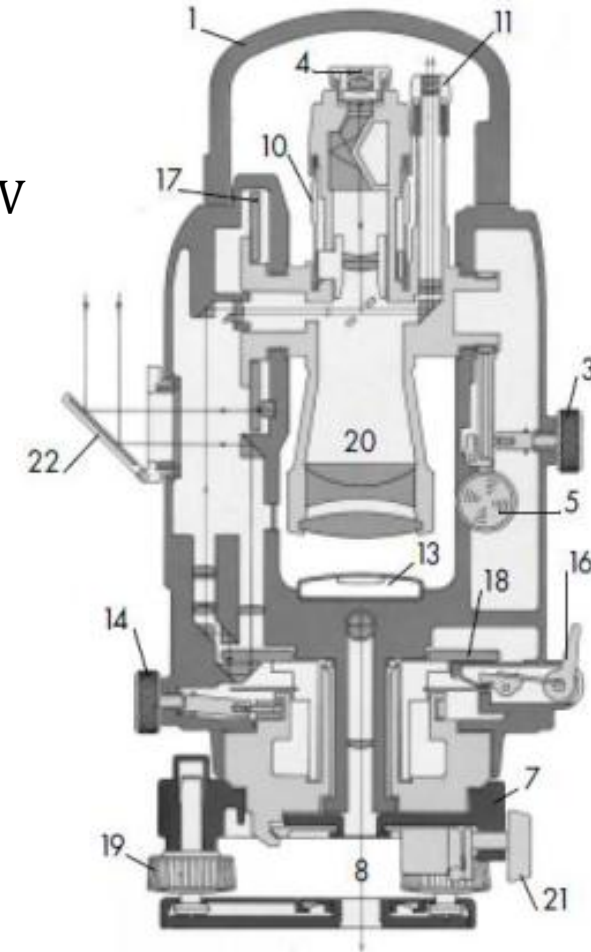
est un type de télescope qui peut être utilisé à la fois horizontalement et verticalement pour mesurer des angles. Les théodolites sont largement utilisés par les topographes lors de projets de construction.

PARTIES CONSTITUTIVES D'UN THEODOLITE



T2 vue extérieure

- | | |
|---------------------------------|---------------------------------|
| 1. Poignée amovible | 12. Commutateur de lecture Hz-V |
| 2. Viseur d'approche | 13. Nivelles d'alidade |
| 3. Vis de blocage de la lunette | 14. Vis d'alidade de fin pointé |
| 4. Oculaire de la lunette | 15. Nivelles sphériques |
| 5. Vis de fin pointé | 16. Débrayage du limbe (T16) |
| 6. Contrôle d'automatisme | 17. Cercle vertical |
| 7. Embase amovible | 18. Cercle horizontal |
| 8. Plomb optique | 19. Vis calantes |
| 9. Micromètre optique | 20. Objectif |
| 10. Bague de mise au point | 21. Blocage de l'embase |
| 11. Microscope de lecture | 22. Eclairage des cercles |



T16 (coupe)

Deux théodolites Wild (Doc. Leica).

Théodolite:

Principe de fonctionnement d'un théodolite

ZA= ligne de visée

SA= axe vertical (mesure des angles horizontaux)

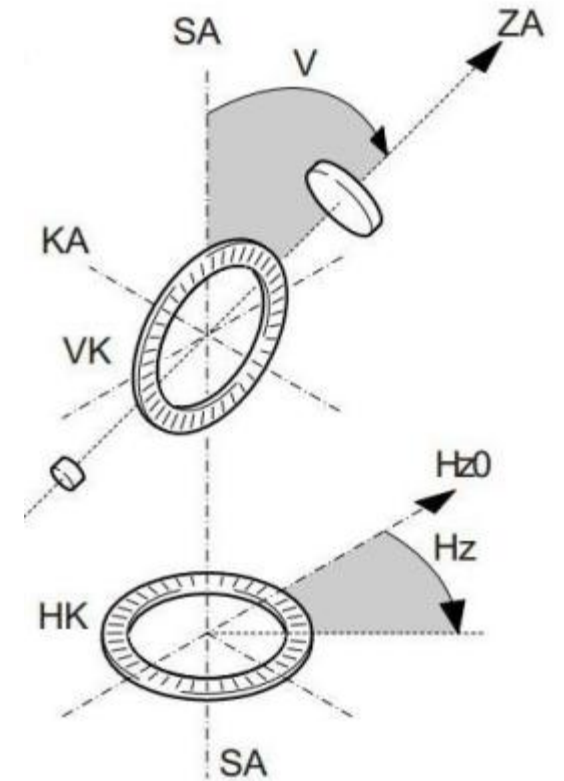
KA=axe horizontal (mesure des angles verticaux) V= angle vertical

VK= Cercle vertical avec division circulaire codé pour la lecture de l'angle vertical

HZ= angle horizontal

HK= Cercle horizontal avec division circulaire codé pour la lecture de l'angle horizontal

HZ0=lecture 0° (0 gr)



La figure suivante montre le schéma de principe du fonctionnement des **axes** d'un théodolite.

(P) : **axe principal**, il doit être vertical après la mise en station du théodolite et doit passer par le centre de la graduation horizontale (et le point stationné).

(T) : **axe secondaire** (ou axe des tourillons), il est perpendiculaire à (P) et doit passer au centre de la graduation verticale.

(O) : **axe optique** (ou axe de visée), il doit toujours être perpendiculaire à (T), les trois axes (P), (T) et (O) devant être concourants.

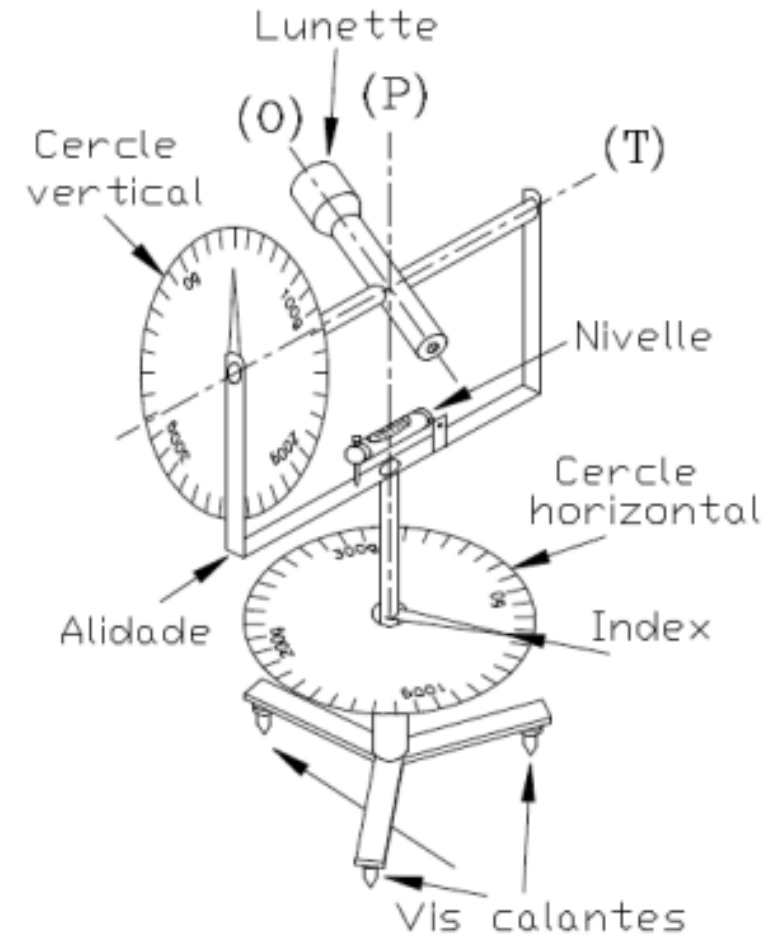
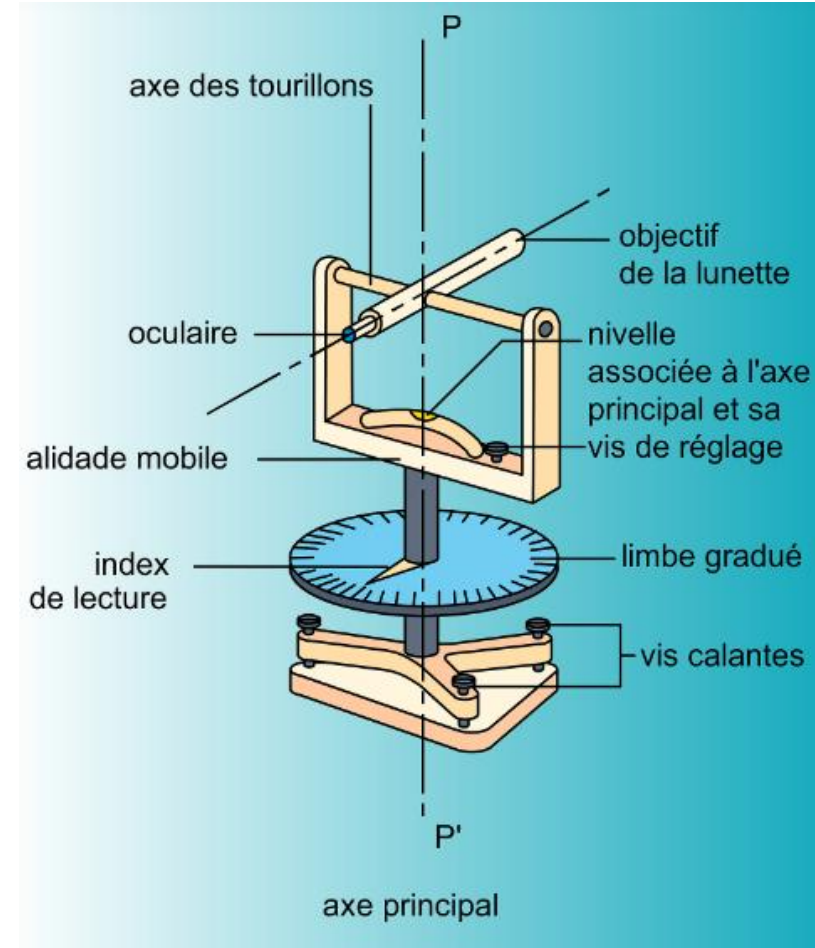


Schéma de principe
d'un théodolite

FONCTIONNEMENT DES COMPOSITIONS D'UN THÉODOLITE

Les théodolites comportent :

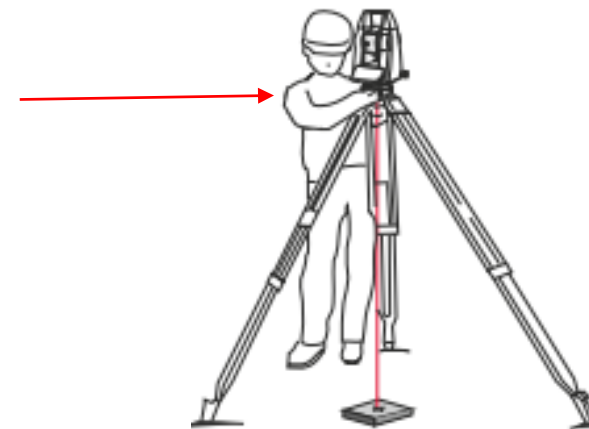
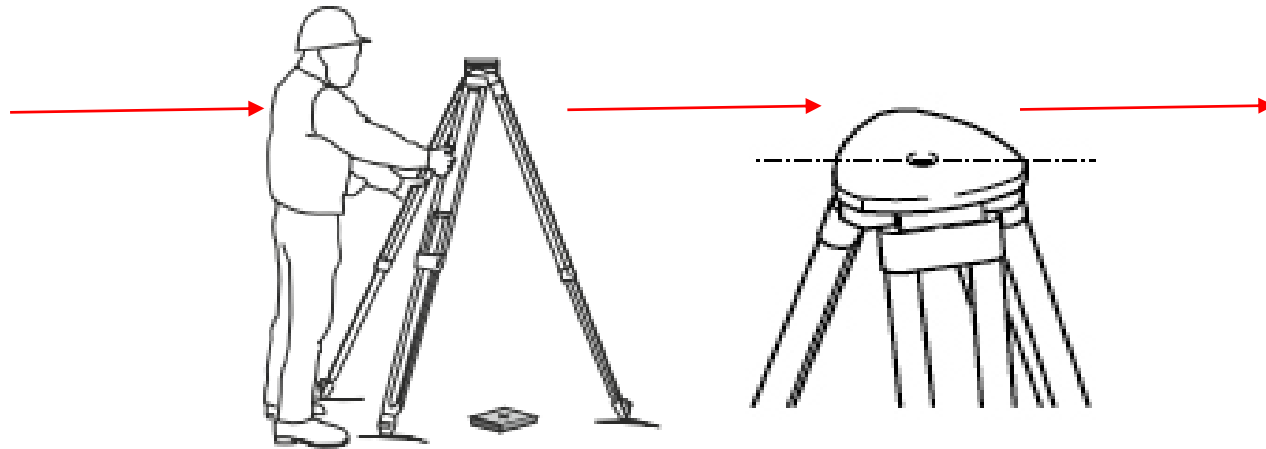
- * Une lunette grossissante (pour visée un point)
- * Une ou deux nivelles (pour connaître l'horizontale et vertical)
- * Un trépied (pour positionner le théodolite au-dessus d'un point)
- * Un dispositif de centrage (pour centrer le théodolite pour rendre son axe vertical)
- * Des vis calantes (pour basculer le théodolite pour rendre son axe vertical)
- * Un dispositif de lecture d'angles (pour mesurer les angles)
- * Des vis de blocage de la lunette et du limbe blocage et fins mouvements.



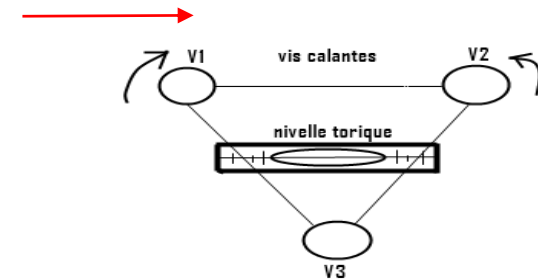
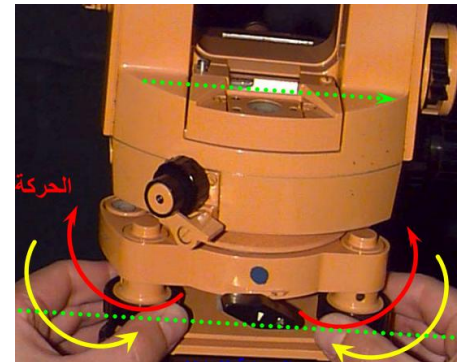
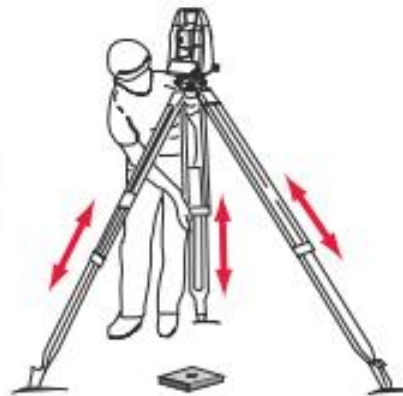
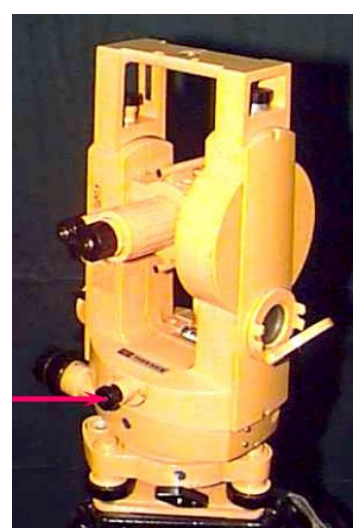
MISE EN STATION

La mise en station du théodolite doit être faite par une très bonne précision, tout en respectant la hiérarchie des étapes suivantes :

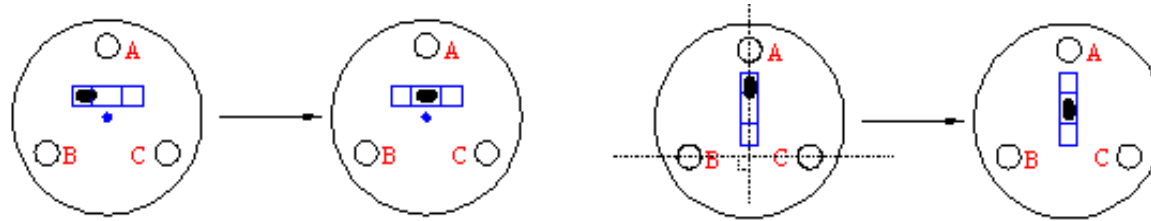
1. Se positionner tout d'abord sur le terrain concerné par l'étude (exactement au point de station).
2. Mettre à la disposition le matériel : théodolite, trépied, mire.
3. desserrer les trois vis des pieds télescopiques de façon à ce qu'ils coulissent librement
4. installer le trépied correctement : - Plateau horizontal
- à l'aplomb du point
5. Placer le théodolite sur la platine et serrer la vis à pompe afin de le stabiliser puis, débloquer l'alidade



6. En faisant objet du plomb optique et le trépied, positionner parfaitement l'appareil à l'aplomb du repère stationnaire au sol.
7. Au moyen des pieds coulissants du trépied, centrer sensiblement la bulle de la nivelle sphérique en manipulant les bridges de blocage.
8. Par suite, opter au calage de la nivelle torique au billet des vis calantes à la tête de chaque pied, en agissant simultanément et dans un sens opposé sur ses dernières.

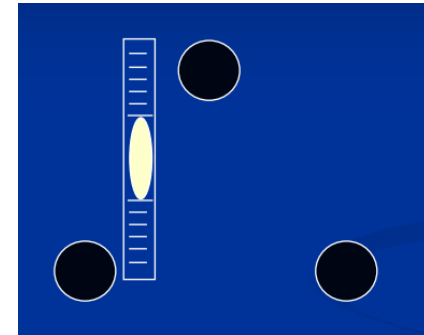
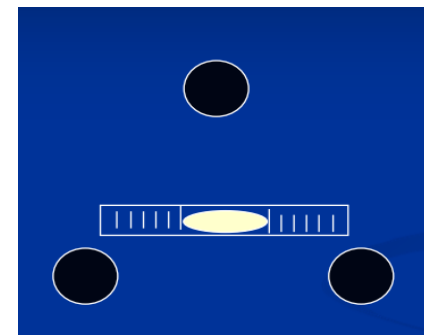
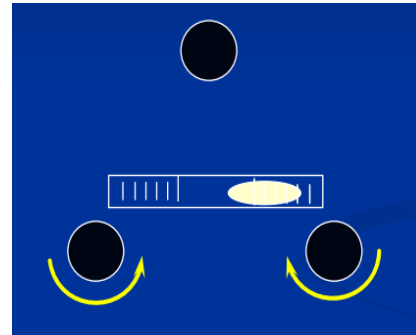
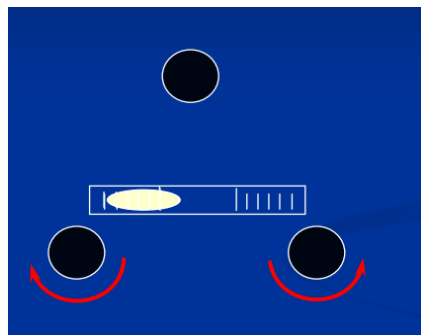
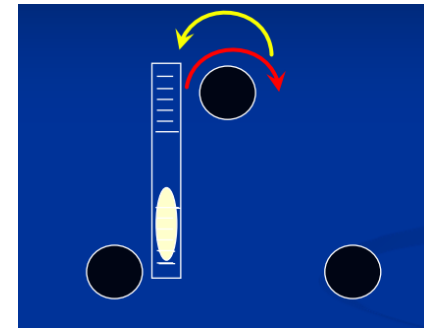
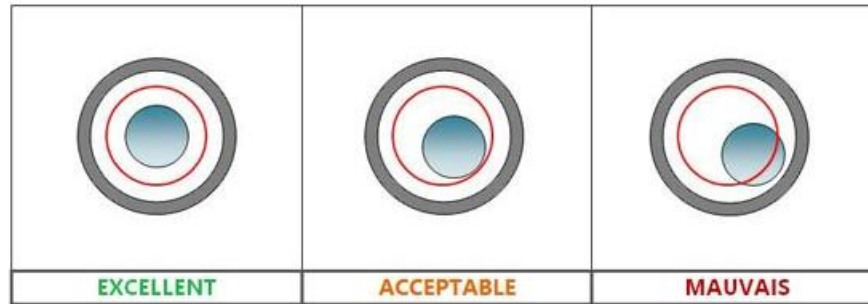
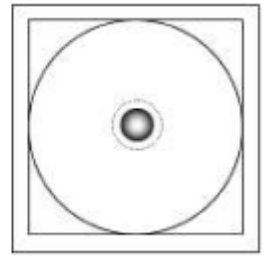
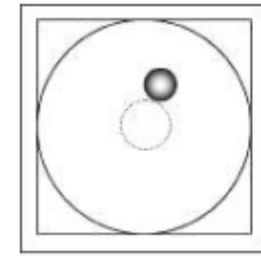


l'aide de la nivelle sphérique & des vis calantes, positionner la bulle de la nivelle dans le cercle

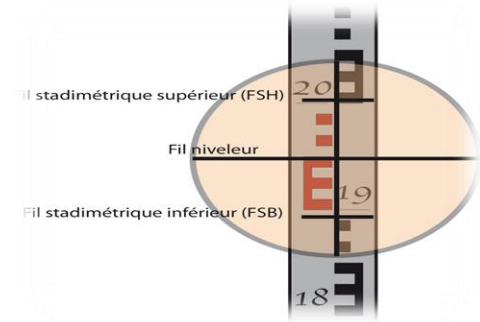


La nivelle Parallèle

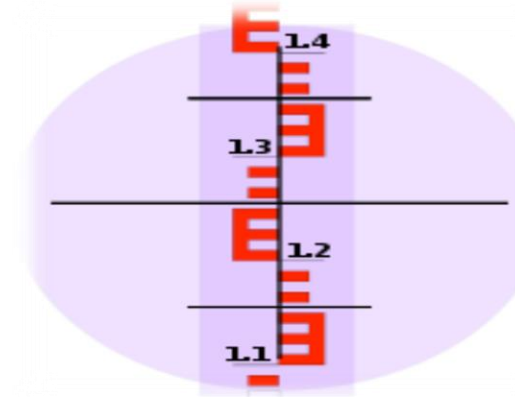
La nivelle perpendiculaire



9. Ajuster la netteté du réticule (pour avoir les traits visibles et noirs) et celle de l'image (pour obtenir une bonne lecture) en agissant respectivement sur la vis localisée à oculaire et la bague de mise au point, (après le positionnement arbitraire de la mire).



10. Placer la mire sur le point (A) d'une manière parfaitement verticale (manœuvre guidé par la nivelle sphérique).

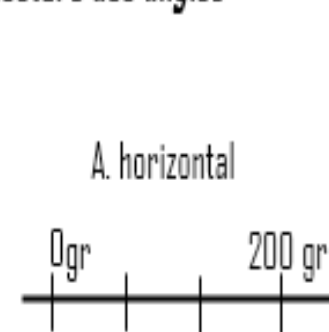


11. En se situant à cercle gauche, Visualiser cette dernière à travers le viseur, puis par le réticule dans le but de constater la valeur des fils (fss, fsi) et carrément les angles (zénithal, azimutal).

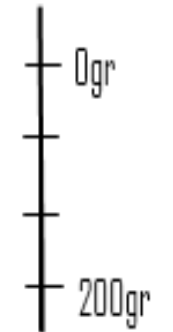
Vous pouvez visiter le site suivant pour voir la mise en station du théodolite

<https://www.youtube.com/watch?v=zug1YBucQQE>

lecture des angles



A. vertical

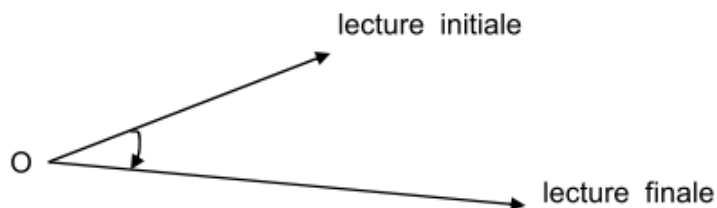


Les angles

Les angles horizontaux ou azimutaux :

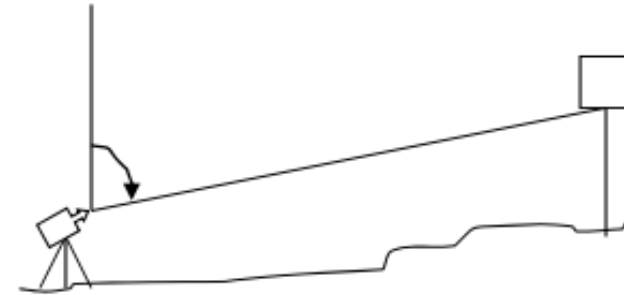
ce sont les angles dièdre mesurés entre deux plans verticaux . ces angles comptés positivement dans le sens horaire. l'angle observé est identique " AH " l'angle horizontal est la différence entre deux lectures effectuées (lecture finale (C) - lecture initiale (B)), sur un cercle horizontal gradué de 0 à 400 grades dans le sens des aiguilles d'une montre appelé "limbe ".

$$AH (BC) = l_C - l_B$$

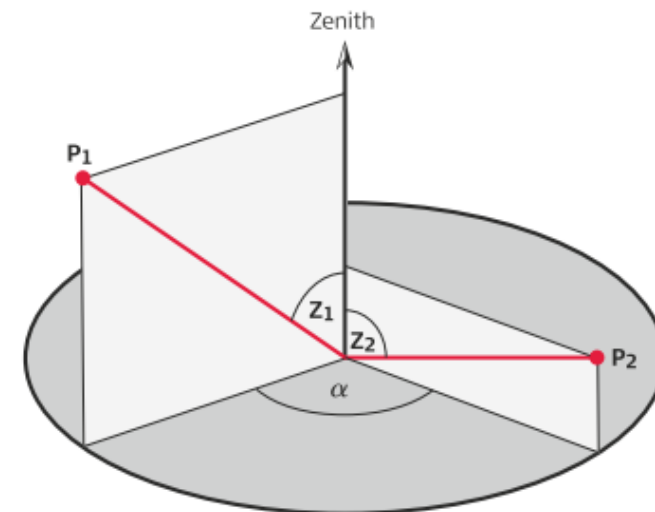


Les angles verticaux ou zénithaux :

se sont les angles mesurés entre la verticale de la station (le zénith) et la direction d'une autre station.



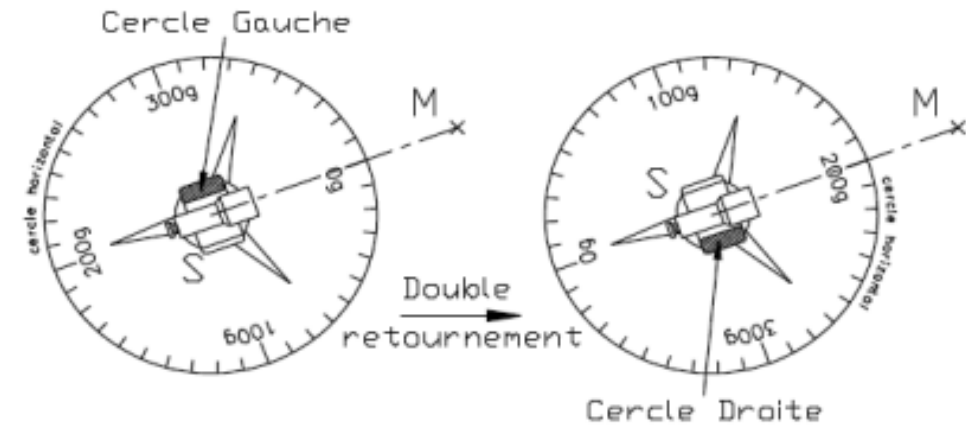
α : angle horizontal et Z_1 et Z_2 angles verticaux



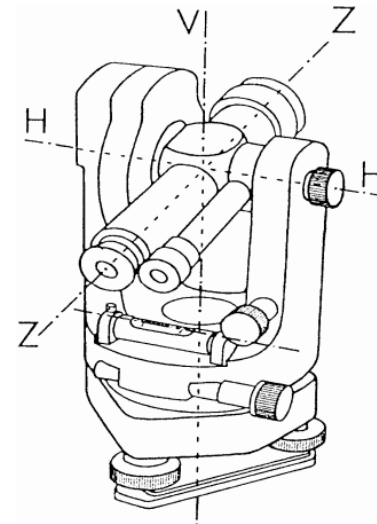
Le double retournement pour les angles horizontaux

C'est une manipulation consistant en un demi-tour simultané de la lunette et de l'alidade (figure suivante). Cette technique de mesure permet d'éliminer certaines erreurs systématiques et de limiter les fautes de lecture. Lors d'une mesure d'angle horizontal, cela permet :

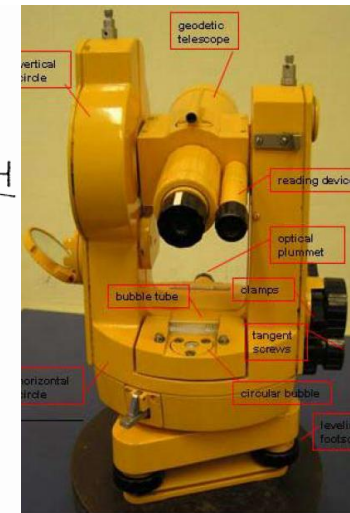
- * de doubler les lectures et donc de diminuer le risque de faute de lecture ;
- * de ne pas toujours lire sur la même zone du limbe, donc de limiter l'erreur due aux défauts de graduation du limbe ;
- * d'éliminer les défauts de collimation horizontale (défaut de perpendicularité de l'axe optique) et de tourillonnement (défaut de perpendicularité de l'axe tourillons).



Double retournement.



Cercle gauche



Cercle droite

Si l'on appelle $H_{z_{CG}}$ la valeur lue en cercle gauche, et $H_{z_{CD}}$ celle lue en cercle droit, on doit observer:

$$H_{z_{CD}} \simeq H_{z_{CG}} + 200$$

En effet, le double retournement décale le zéro de la graduation de 200 gon ; ceci permet un contrôle simple et immédiat des lectures sur le terrain. La différence entre les valeurs $H_{z_{CG}}$ et $(H_{z_{CD}} - 200)$ représente la combinaison des erreurs de collimation, de mise en station, de lecture, etc.

La lecture de l'angle **horizontal H_z** mesuré vaut alors:

$$H_z = \frac{H_{z_{CG}} + (H_{z_{CD}} - 200)}{2} \quad \text{si } H_{z_{CD}} > 200 \text{ gon}$$

$$H_z = \frac{H_{z_{CG}} + (H_{z_{CD}} - 200 + 400)}{2} = \frac{H_{z_{CG}} + (H_{z_{CD}} + 200)}{2} \quad \text{si } H_{z_{CD}} < 200 \text{ gon}$$

Mesure des angles verticaux

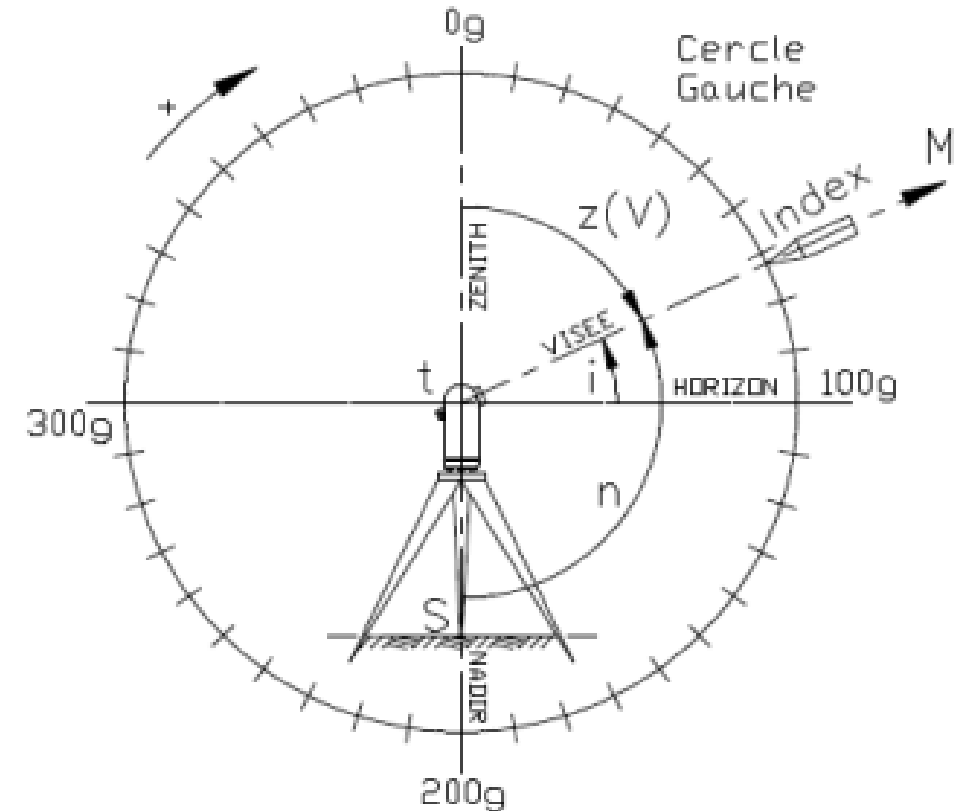
Site (i) angle de la visée avec l'horizontale.

Angle zénithal (z) angle de la visée avec la verticale **ascendante**.

Angle nadiral (n) angle de la visée avec la verticale **descendante**.

Les relations entre ces angles sont :

- L'angle i est compté **positif dans le sens inverse horaire** de manière à obtenir un angle de site positif pour une visée au-dessus de l'horizon et un angle de site négatif pour une visée en dessous de l'horizon.
- L'angle n est compté positif en sens inverse horaire; il vaut **0** gon au nadir et **200** gon au zénith.



Valeur moyenne d'un angle vertical par double retournement

Nous admettrons que la position de référence de notre appareil mécanique est le cercle à gauche (CG).

Après un double retournement le sens d'évolution de la graduation du cercle vertical est inversé. L'angle lu en cercle droit

n'est donc pas « directement comparable » avec l'angle lu en cercle gauche Z_{CG} , comme c'était le cas avec les angles horizontaux.

La relation entre les deux lectures est :

$$Z_{CG} = 400 - Z_{CD}$$

En CG:

$$i_{CG} = 100 - Z_{CG}$$

$$i_{CG} = n_{CG} - 100$$

En CD:

$$i_{CD} = 300 - n_{CD}$$

$$i_{CD} = Z - 300$$

L'angle final moyen déduit des deux lectures est :

$$n = 200 - Z$$

$$i = 100 - Z$$

$$i = n - 100$$

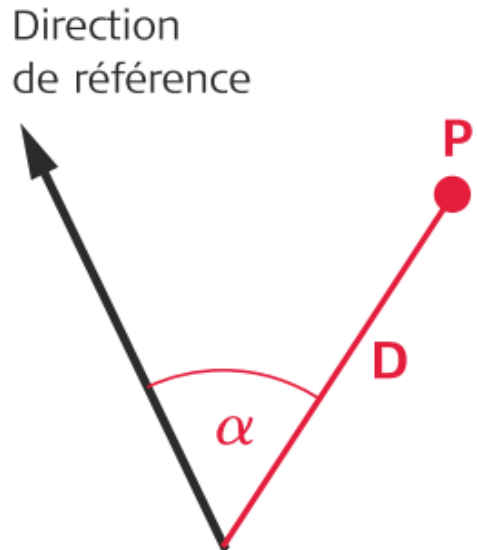
où:

$$Z = (400 + Z_{CG} - Z_{CD})/2$$

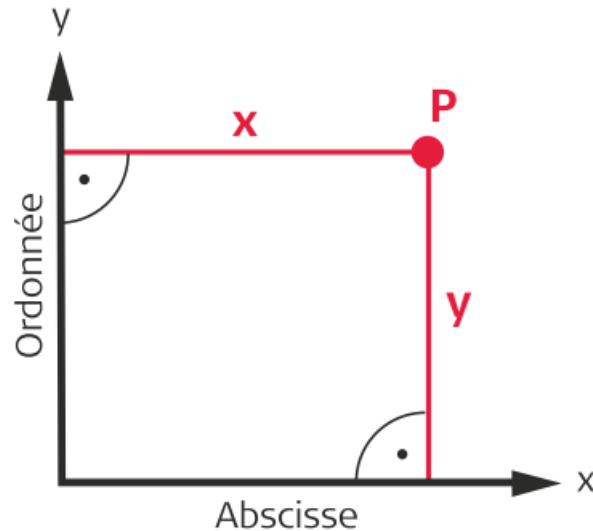
Coordonnées

Pour décrire la position d'un point, deux coordonnées sont nécessaires. Les coordonnées **polaires** ont besoin d'une direction et d'un **angle**. Les coordonnées **cartésiennes** ont besoin de **deux axes** dans un système de coordonnées orthogonal.

Coordonnées polaires



Coordonnées cartésiennes



Transformation

Donné : D, α
 Résultat : x, y

$$y = D \times \sin \alpha$$

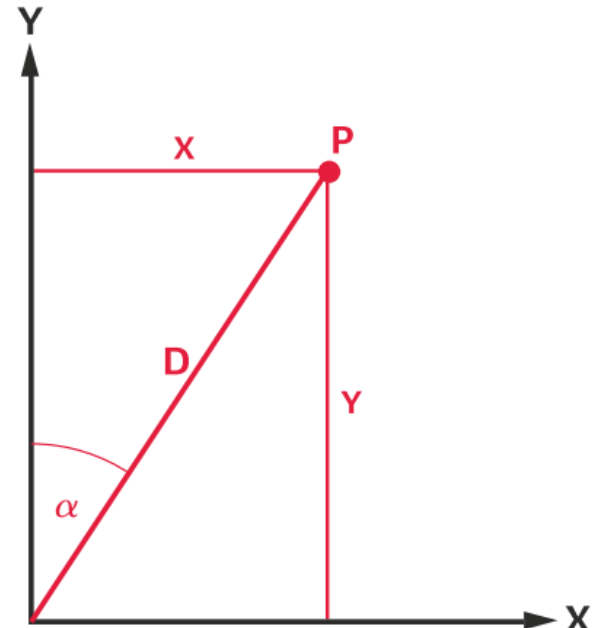
$$x = D \times \cos \alpha$$

Donné : x, y
 Résultat : D, α

$$D = \sqrt{y^2 + x^2}$$

$$\sin \alpha = y/D \text{ ou}$$

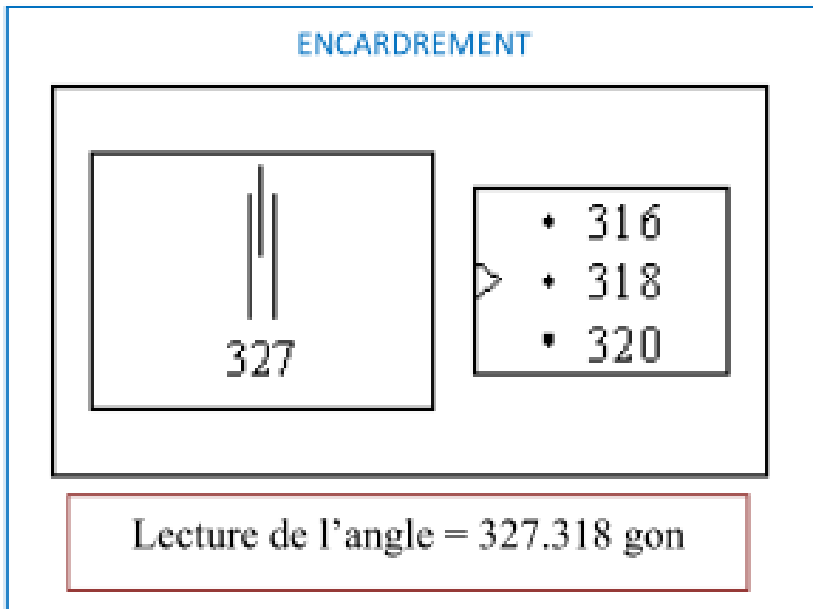
$$\cos \alpha = x/D$$



LECTURES DES ANGLES

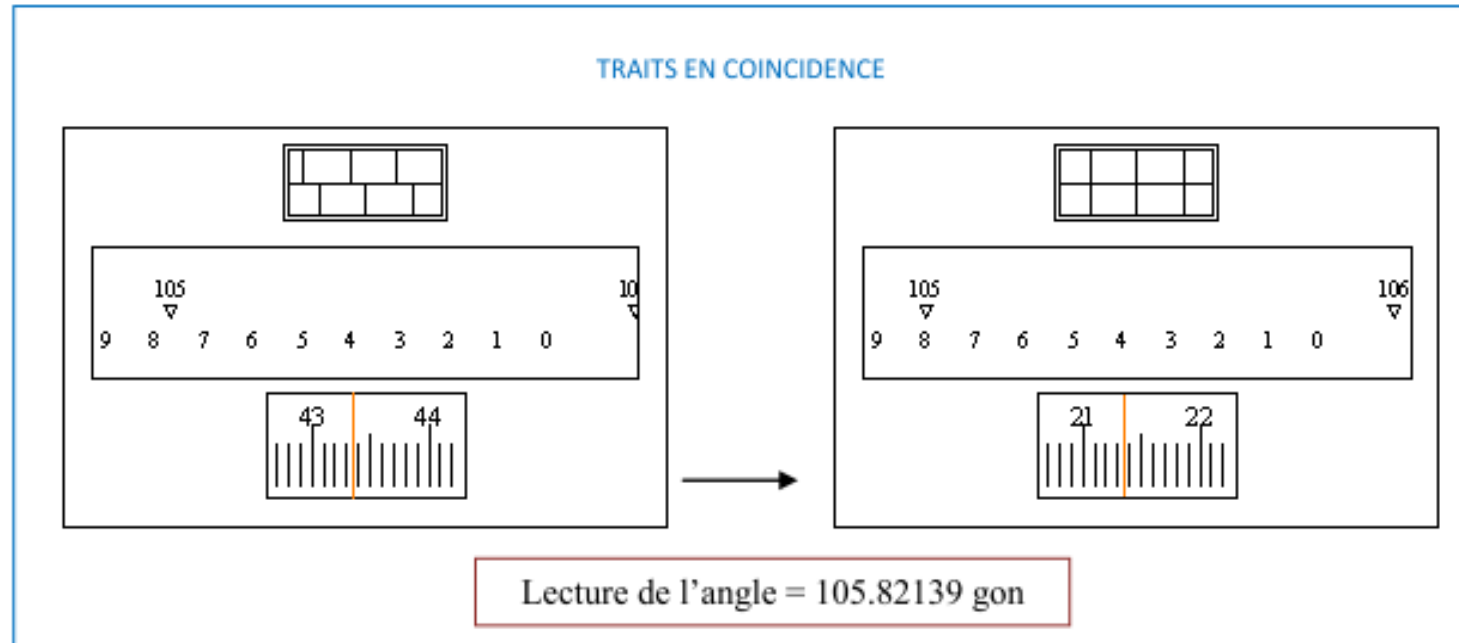
1- Wild T 1 (Encadrement)

Tourner le bouton du micromètre pour encadrer au milieu une graduation du cercle. Il donne le nombre de grades. La fenêtre à droite donne les décigrades, centigrades et milligrades et pour estimation les demis milligrades.



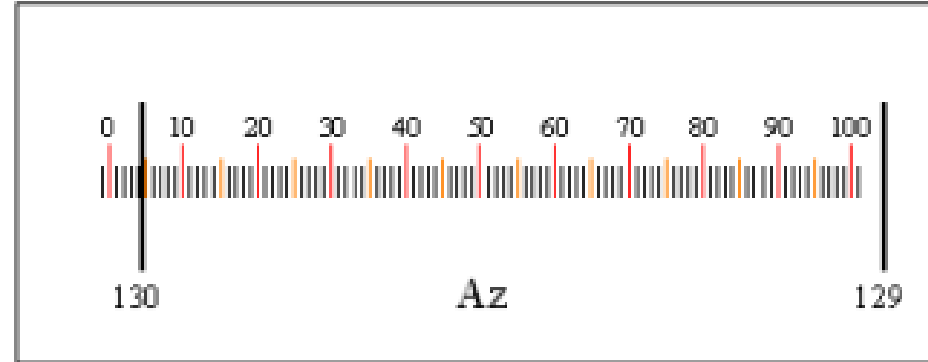
2 Wild T 2 (Coïncidence)

Tourner le micromètre pour mettre les traits du cercle en coïncidence. La fenêtre supérieure donne les grades et les décigrades. La fenêtre inférieure donne les centigrades, les milligrades et les décimilligrades.

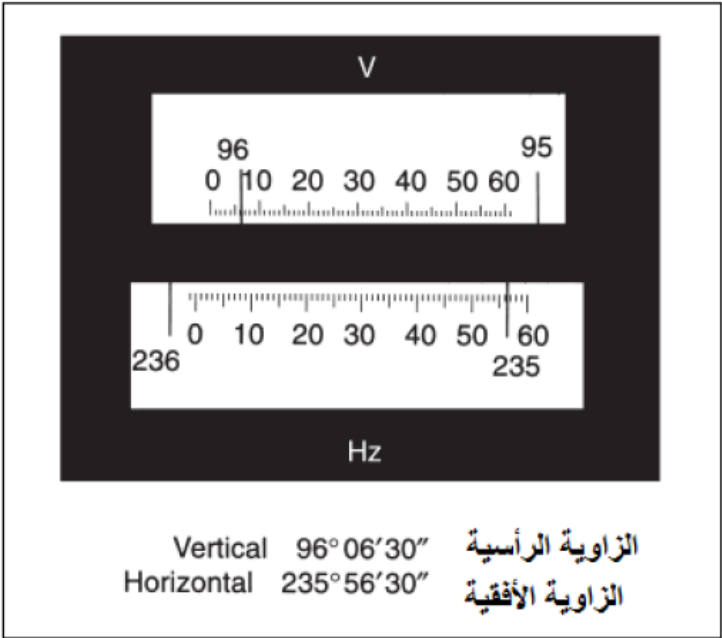


3- Wild T 16 (Echelle)

La lecture est directe.



Lecture de l'angle = 130.049 gon



Merci de votre attention