

## Chapitre 3 : Mesures des Angles

### 3. Le théodolite et la station totale

#### 3.1. Description générale du théodolite

##### 3.1.1. Les éléments constitutifs d'un théodolite

Le théodolite est un instrument qui permet de mesurer les angles horizontaux et verticaux. Il réunit ainsi les fonctions d'un goniomètre (mesure des angles horizontaux (également appelés angles azimutaux) et d'un éclimètre (mesure dans angles verticaux).



Le tachéomètre y ajoute la possibilité de mesurer des distances. Auparavant, les instruments étaient analogiques (lecture sur un cercle vertical et un cercle horizontal pour les angles et mesure optique de la distance). Actuellement on utilise des appareils électroniques : la mesure est indiquée directement en chiffres sur l'écran (lecture digitale). La mesure de distance est permise par l'incorporation à la lunette d'un distancemètre électronique (EDM Electro-Optical DistanceMeter)

Un tel appareil porte le nom de tachéomètre électronique ou encore de **station totale**. Il permet en outre de mémoriser les résultats des mesures d'angles et de distances dans un carnet électronique d'observation et de les transférer dans un ordinateur pour y être exploités.

La figure 1 schématise les principales parties d'un théodolite

## Chapitre 3 : Mesures des Angles

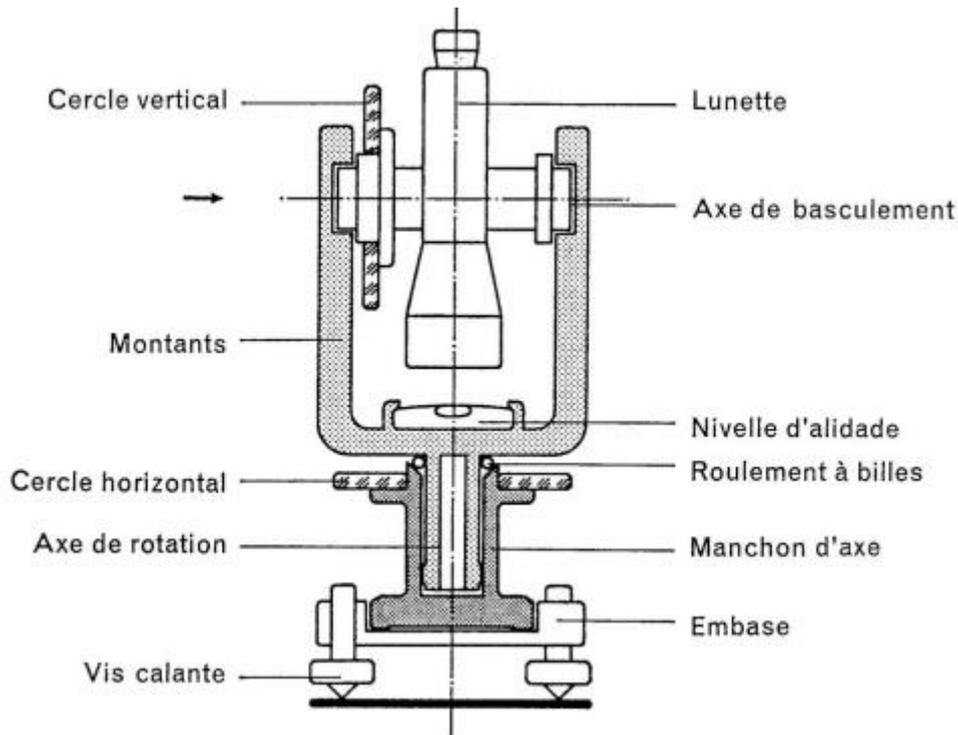


Figure 1

Le manchon d'axe supporte le **cercle horizontal** sur lequel sont lus les angles correspondants.

L'un et l'autre sont immobiles.

Le cercle horizontal (figure 3) (ou limbe) est la graduation du théodolite sur laquelle l'opérateur lit les angles horizontaux. Il est lié au socle de l'appareil mais peut aussi pivoter sur lui-même de manière à régler le zéro des graduations sur une direction donnée.

Les graduations sont croissantes de 0 à 400 gr dans le sens horaire. Après la mise en station du théodolite, ce cercle est horizontal, ce qui explique que les angles lus soient des angles projetés sur le plan horizontal et appelés angles horizontaux (ou azimutaux), notés Hz.

**L'alidade**, (figure 1) pivote autour de l'axe principal. Elle supporte l'axe secondaire autour duquel bascule la lunette au moyen de deux montants.

**La lunette topographique** (figure 1) bascule autour de cet axe secondaire, également appelé axe de basculement. Le cercle vertical est solidaire de la lunette. Il tourne donc avec celle-ci.

Les lunettes utilisées sur les instruments de mesures topographiques sont constituées d'un ensemble de lentilles ou de groupes de lentilles

Le **réticule** (figure 2) est un disque de verre à faces parallèles, fixe par rapport à l'objectif, sur lequel sont gravés un trait horizontal et un trait vertical. L'intersection de ces deux traits visualise l'axe optique

### Chapitre 3 : Mesures des Angles

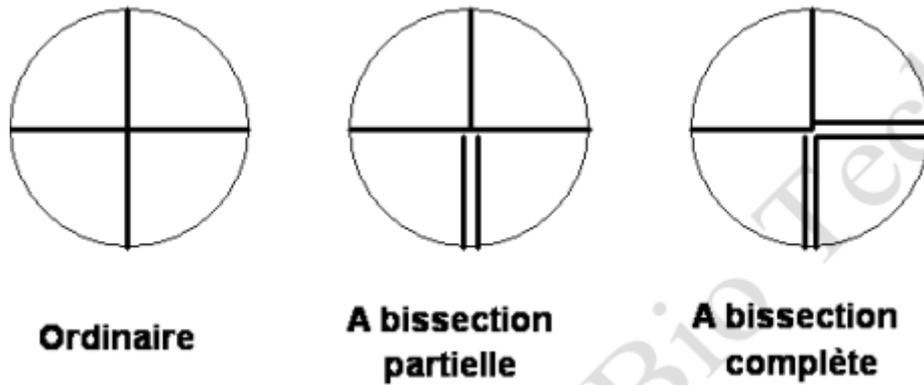


Figure 2

Un autre composant essentiel est l'écran, interface utilisateur/mini-ordinateur intégré. Les lectures de distances et de directions y sont affichées. Il est possible de choisir les options suivantes pour les distances et les angles (même s'il s'agit de directions, c'est le terme angle qui est couramment utilisé) : distances oblique, horizontale, verticale et angles horizontaux ou verticaux.

Les éléments qui viennent d'être énoncés permettent de comprendre l'existence de trois axes concourants et perpendiculaires entre eux. Ils sont schématisés à la figure 3

**L'axe principal V** (figure 2) est au centre du théodolite. L'alidade pivote autour de cet axe vertical en déplaçant un index sur le cercle horizontal ce qui permet la lecture de l'angle horizontal  $\alpha$  illustré sur la figure 2. La "**mise en station**" d'un théodolite consiste à faire coïncider cet axe vertical avec la verticale du point de stationnement c'est-à-dire avec la normale à la surface de référence.

**L'axe secondaire H** doit être perpendiculaire à l'axe principal. Il est donc horizontal. En basculant autour de cet axe, la lunette entraîne la rotation du cercle vertical qui se déplace ainsi

## Chapitre 3 : Mesures des Angles

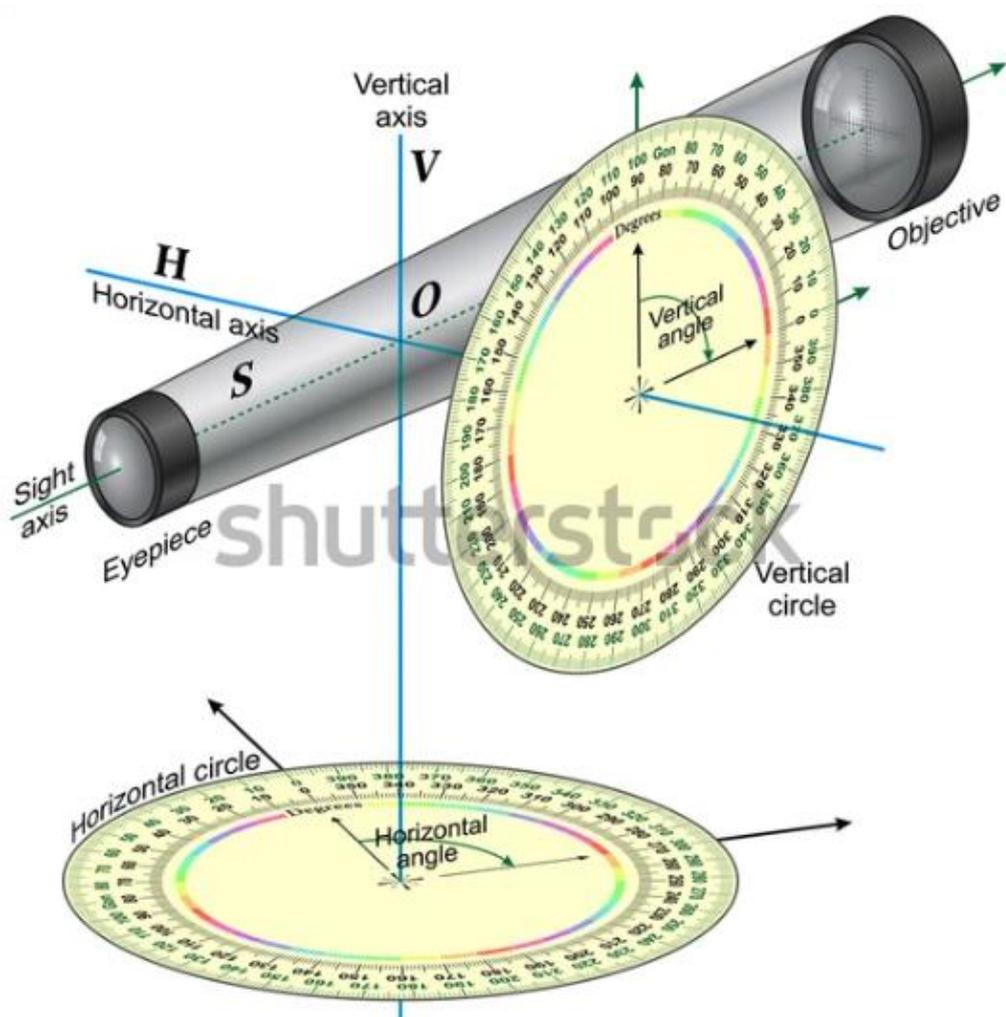


Figure 3

Le théodolite est fixé sur un **trépied** constitué d'un plateau en métal soutenu par trois pieds en bois coulissants. La partie inférieure de chaque pied est garnie d'une pointe et d'une pédale qui en facilite l'enfoncement dans le sol.

Un autre composant essentiel est l'écran, interface utilisateur/mini-ordinateur intégré. Les lectures de distances et de directions y sont affichées. Il est possible de choisir les options suivantes pour les distances et les angles (même s'il s'agit de directions, c'est le terme angle qui est couramment utilisé): distances oblique, horizontale, verticale et angles horizontaux ou verticaux

### Principes d'un levé topographique

Le principe d'un levé topo consiste à viser depuis une position fixe (station) à l'aide d'une station totale, des points de coordonnées inconnues (points rayonnés) ou connues (points de référence).

## Chapitre 3 : Mesures des Angles

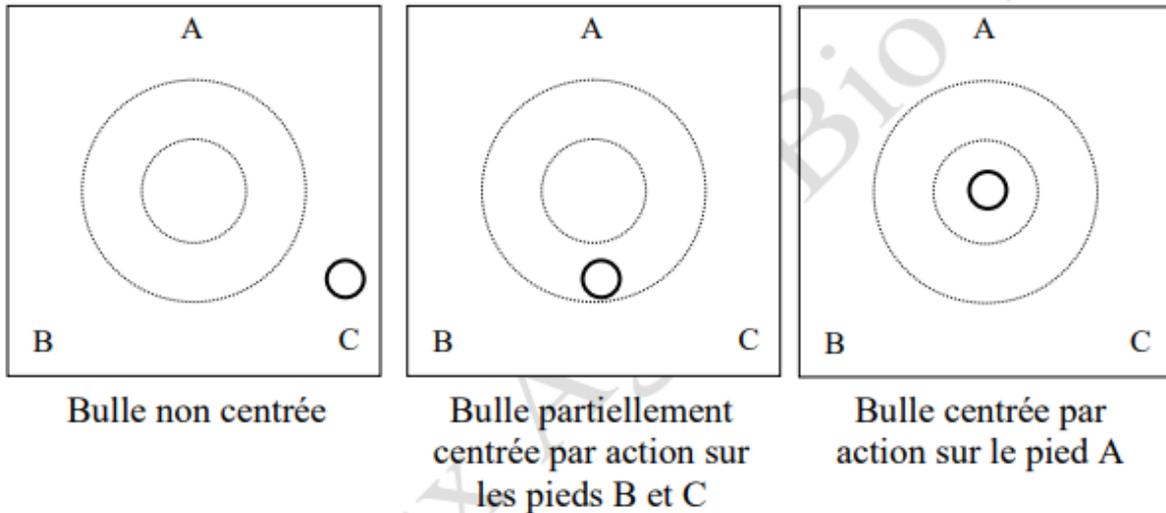


Le Tachéomètre est un appareil permettant de mesurer des angles et des distances sur le plan horizontal et vertical par rapports à la gravité. Il travaille sur la surface de référence du géoïde. Ses données seront ensuite calculées pour être converties sur d'autres modèles de coordonnées ou de projection suivant nos besoins. On peut comprendre facilement la nécessité que cet appareil soit positionné sur un point de référence précis et sur un plan horizontal parfait pour nous délivrer des mesures correctes car sans ça, toute donnée sortant de cet appareil serait erronée. Le Tachéomètre se pose sur un support et doit se caler sur le plan horizontal. Il est souvent placé sur un trépied, et à la verticale exacte d'un point connu en coordonnées, à l'aide d'un fil à plomb, d'un plomb « optique » ou d'un plomb « laser », et d'un niveau à bulle sphérique. Sa base doit être parfaitement horizontale. L'ensemble de cette phase d'utilisation se nomme « **la mise en station** ».

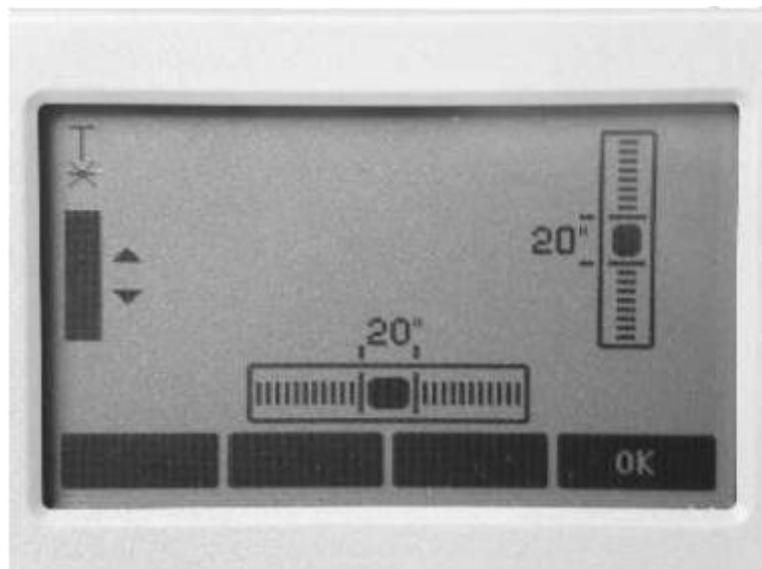
### **Mise en station d'une station totale**

Une mise en station approximative est effectuée grâce au plomb optique ou laser (centrage du tachéomètre sur le point de station) et à la nivelle sphérique : d'abord en déplaçant les pieds du trépied : mettre le faisceau sur le repère et la bulle au milieu de la nivelle sphérique [jouer sur 2 pieds (B et C) pour mettre d'abord la bulle dans le plan du 3ème pied A, puis jouer sur la longueur du 3ème pied pour centrer la bulle (figure ci-dessous), ensuite positionner le faisceau sur le repère plus précisément avec les vis calantes.

## Chapitre 3 : Mesures des Angles



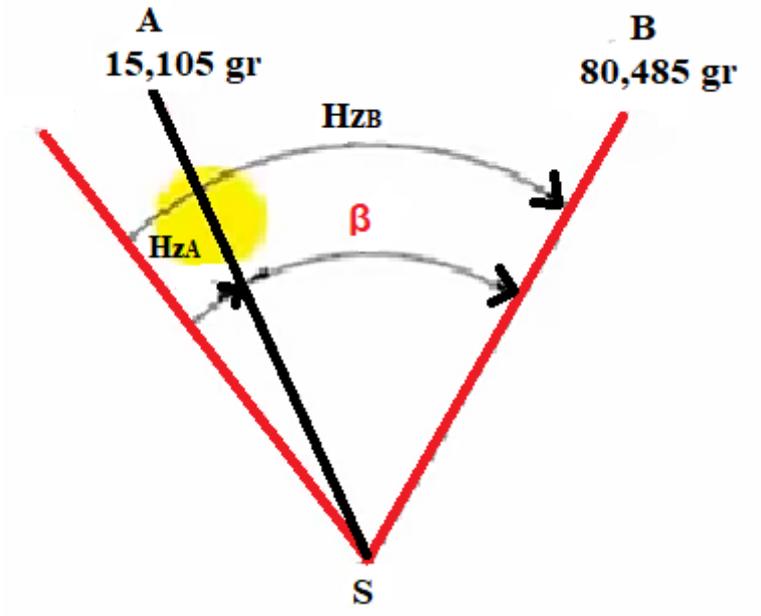
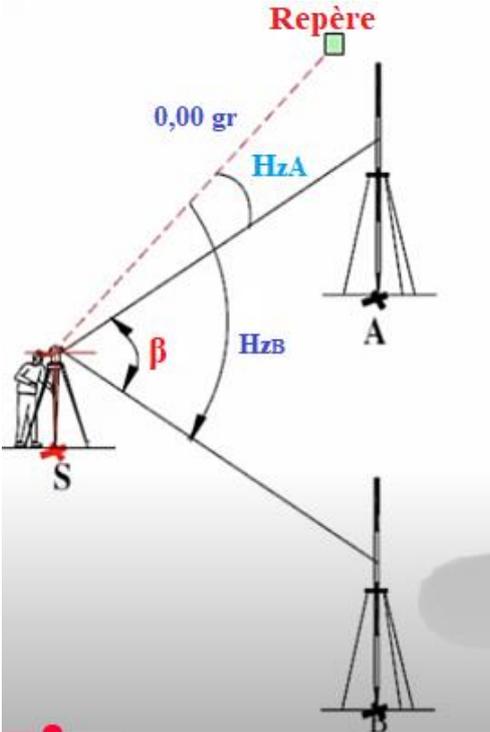
La mise en station précise est effectuée à l'aide de nivelles électroniques qui apparaissent généralement sur l'écran de la station totale : en tournant l'alidade, amener la nivelle électronique horizontale dans le plan de deux vis calantes et centrer la bulle entre ses repères à l'aide de ces deux vis calantes (figure cidessous), centrer ensuite la bulle de la nivelle verticale entre ses repères à l'aide de la troisième vis calante (figure 7.3.3), vérifier le centrage sur le repère au sol à l'aide du plomb laser, recentrer si besoin par une translation en desserrant la vis de fixation du tachéomètre.



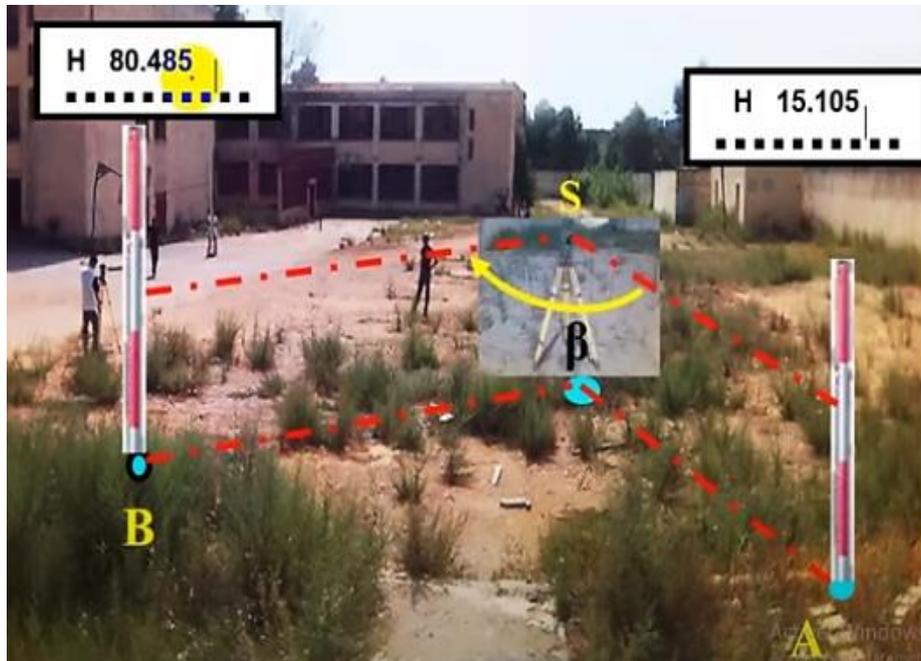
### Mesure d'angles horizontaux

Pour mesurer l'angle horizontal, soit  $\beta$  compris entre SA et SB à l'aide d'un appareil optique, nous plaçons ce dernier au sommet de l'angle  $A\hat{S}B$ , puis nous visons les points « A et B » pour prendre des mesures sur le cercle de l'angle horizontal.

Chapitre 3 : Mesures des Angles



## Chapitre 3 : Mesures des Angles



### Si $\beta > 0$

Visez dans le sens des aiguilles d'une montre le premier point A et lisez l'angle horizontal  $H_{ZA}$ , puis visez dans le sens des aiguilles d'une montre le deuxième point B et lisez l'angle horizontal  $H_{ZB}$ .

Nous calculons l'angle horizontal à l'aide de la relation suivante :

$$\beta = H_{ZB} - H_{ZA}$$

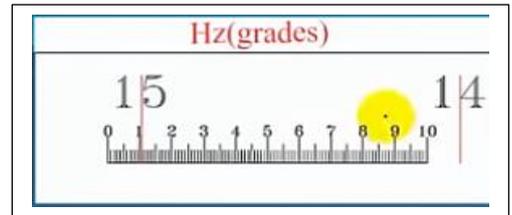
### Si $\beta < 0$

$$\beta = H_{ZB} - H_{ZA} + 400 \text{ gr}$$

## Chapitre 3 : Mesures des Angles

### Exemple 1 :

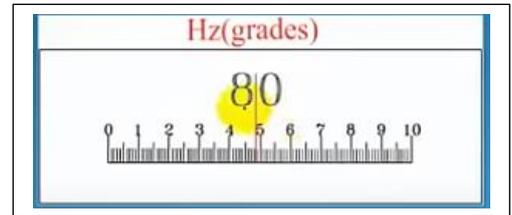
Au point A, on lit la valeur de HzA = 15,105 gr



Au point A, on lit la valeur de HzB = 80,485 gr

$$\beta = \text{HzB} - \text{HzA}$$

$$= 80,485 - 15,105 = 65,380 \text{ gr}$$



### Exemple 2 :

$$\text{HzA} = 355,24 \text{ gr}$$

$$\text{HzB} = 68,80 \text{ gr}$$

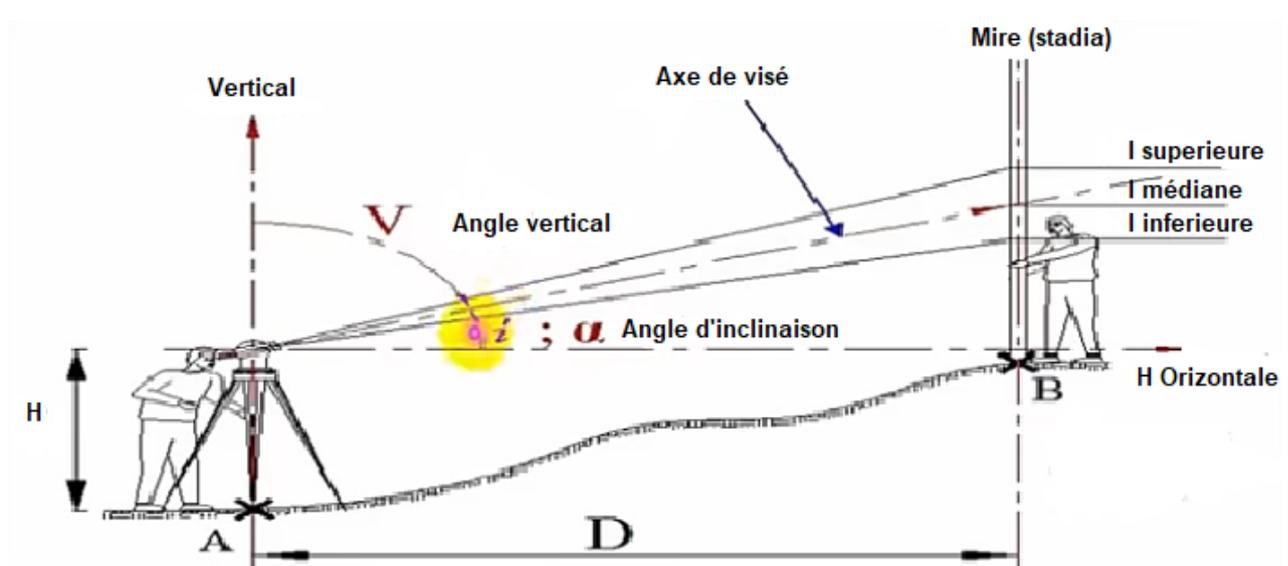
$$\beta = \text{HzB} - \text{HzA} + 400 \text{ gr}$$

$$= 68,80 + 355,24 + 400$$

$$= 113,66 \text{ gr}$$

### Mesure des angles verticaux

Les angles perpendiculaires sont déterminés par la ligne de visé elle est un angle vertical du fil à plomb en tant que source d'angles, appelé angle vertical, soit un angle de localisation de l'horizon en tant que source, appelé angle de localisation  $i$ .



Les appareils dotés d'un cercle vertical sont utilisés selon deux modes :

Appareil pour gaucher CG : le cercle est à gauche de la lunette, ce qui fait que la lecture du 100 gr se fait en avant.



## Chapitre 3 : Mesures des Angles

Le dispositif pour droitier CD a le cercle à droite des jumelles et fait la lecture 100gr en arrière

