

Mesure des angles

Chapitre 3

Mesure des angles

3.1 Généralités sur les mesures des angles

En principe, en topographie, les angles se mesurent toujours dans un plan horizontal ou dans un plan vertical (jamais dans un plan oblique).

Les angles horizontaux appelés aussi azimutaux peuvent être enregistrés de deux manières différentes :

a) Observés et dessinés directement sur une feuille de papier placée sur une planchette horizontale. L'instrument utilisé est un goniographe composé, d'un trépied, d'une planchette, d'un organe de visée et d'une règle.

b) Mesurés à l'aide d'un goniomètre. Dans ce cas les instruments utilisés sont les suivants :

- *Équerres optiques* qui ne permettent que de tracer sommairement des perpendiculaires ou de s'aligner entre deux points.

- *Cercles d'alignement* avec lesquels seuls les angles horizontaux peuvent être mesurés. Ces instruments sont tombés en désuétude et remplacés par les théodolites.

- *Théodolites* dont les lectures ne se font plus sur des verniers mais à l'aide de microscopes permettant d'apprécier, suivant le degré de précision de l'instrument le centigrade, le milligrade ou le déci milligrade.

Le choix de la méthode d'observation angulaire dépendra de l'instrument utilisé et de la précision recherchée.

3.2 Les équerres optiques

L'équerre optique est l'instrument de mesure d'angle dans un plan horizontal le plus simple : il ne permet que d'élever des perpendiculaires ou de se situer sur l'alignement entre les points.



Fig. 3.1 : Equerre optique

L'équerre est constamment utilisée pour les levés des détails par le procédé des abscisses et ordonnées et pour de nombreuses constructions géométriques rapides effectuées au cours de levés. L'observation se fait sans lunette, mais simplement par contacts optique de points vus à l'œil nu, sur d'autres vu par réflexions sur des glaces ou dans des prismes.

Ce petit instrument se tient à la main, parfois on laisse prendre un fil à plomb immédiatement au dessus de lui. Il en existe plusieurs types.

Les équerres optiques utilisées actuellement sont celles à prismes pentagonaux. Elles existent sous deux formes :

a) L'équerre à prisme simple

Elle se compose de deux miroirs dont les plans perspectifs font un angle de 50 gr. Si l'œil de l'opérateur est en A il verra A' (image de A) perpendiculairement à celle du rayon incident.

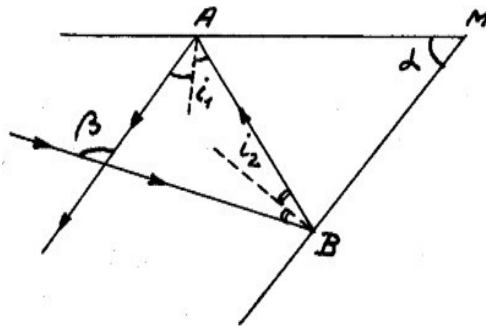
L'équerre optique se tient à la main, le centrage peut ce faire soit avec un fil à plomb soit à l'aide d'une canne à plomber.

Principe :

Soit deux surfaces réfléchissantes formant un angle α . Les rayons incidents et émergents font entre eux un angle β dont la valeur, exprimée en fonction des angles i_1 et i_2 , est égale à $2(i_1 + i_2)$.

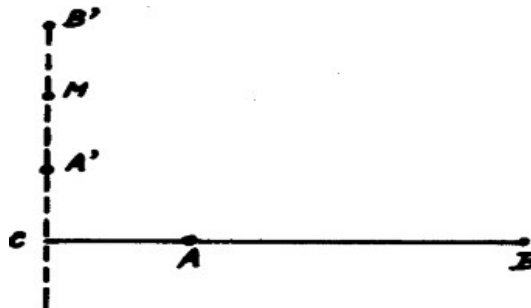
On a dans le triangle ABM (en grades), $\alpha = 200 - (100 - i_1) - (100 - i_2) = i_1 + i_2$, d'où $\beta = 2\alpha$

Si $\alpha = 50$ grades, on aura réalisé une équerre donnant des angles droits.



L'équerre à prisme simple permet :

- 1) A partir d'un point pris sur un alignement de tracer une perpendiculaire à celui-ci.



L'opérateur est en C, il s'assure qu'il est sur l'alignement AB. Les jalons en A et B sont vus dans l'équerre tenue verticalement comme s'ils étaient en A'B'. Il suffit de placer un jalon en M dans la direction de A'B' en le visant dans une fenêtre au-dessus de l'équerre.

- 2) *Abaisser la perpendiculaire d'un point M sur un alignement AB.*

L'opérateur se déplace jusqu'au moment où il voit les trois jalons superposés.

- 3) *Se placer sur un alignement*

On se place le plus près possible de l'alignement et en se déplaçant on arrive par tâtonnement à se mettre sur l'alignement AB.

b) Equerre à double prisme

Elle est constituée par deux prismes superposés. Elle permet les mêmes opérations de l'équerre à prisme simple mais l'opération est plus rapide. (figure 3.1)

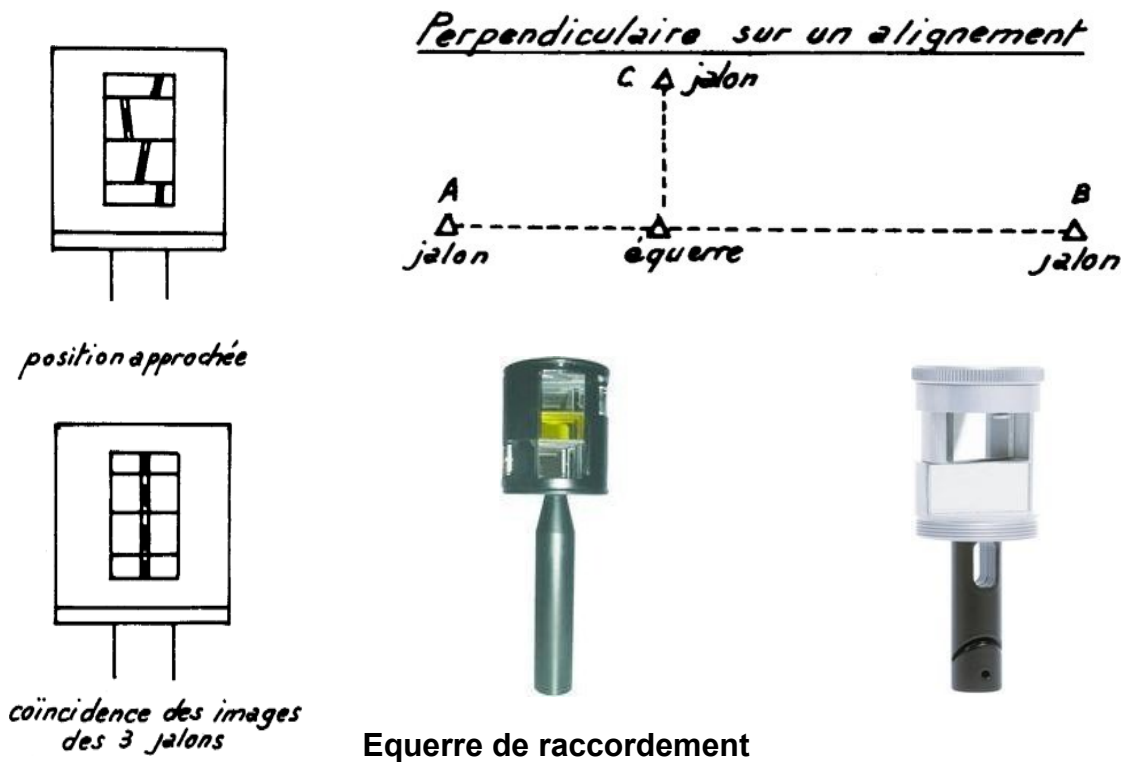


Fig. 3.2 : Le fonctionnement des équerres optiques

C) Equerre de raccordement

Elle est composée de deux miroirs, l'un fixe, l'autre tournant. Elle est destinée au tracé direct sur le terrain des courbes de raccordements circulaires. Il existe un type d'équerre de raccordement muni à sa partie supérieure d'un tambour gradué, donnant la valeur des angles à 2 décigrades près. Cette équerre se nomme « curvigraphe ».

3.3 Unités de mesures des angles

En trigonométrie et dans les calculs d'erreurs on utilise comme unité le radian (rad).

Le radian est un arc dont la longueur est égale au rayon. Dans un cercle la circonférence est égale : au diamètre $\times \pi$, le rayon étant égal à l'unité.

Exprimé en radians, la circonférence mesurera : 2π radians

On appelle un angle de un radian un angle qui dans la position d'angle au centre découpe un arc de un radian.

En navigation et en astronomie, on utilise comme unité d'angle le degré ($^{\circ}$) système sexagésimal.

Tout angle au centre a même valeur que l'arc intercepté.

Le degré est l'angle au centre qui intercepte sur la circonférence un arc d'une longueur égale à $1/360$ de celle de cette circonférence.

La circonférence vaut donc 360° ,

La minute d'angle ($'$) vaut $1/60$ de degré,

La seconde d'angle ($''$) vaut $1/60$ de minute.

En topométrie, l'unité d'angle employé est : le grade : (gr) ou gon (g), (système centésimal). La circonférence vaut 400 gr.

Sous-multiple : le décigrade (dgr) = 0,1 g, le centigrade (cgr) = 0,01 g, le milligrade (mgr) = 0,001 g et le décimilligrade (dmgr) = 0,0001 g,

Il est utile dans certain calculs de pouvoir passer des grades aux radians, et inversement.

Correspondance entre différentes unités de mesures de quelques angles caractéristiques				
400 gr	360 deg	6,28 rad	2π rad	circonférence
200 gr	180 deg	3,14 rad	π rad	angle plat
100 gr	90 deg	1,57 rad	$\pi/2$ rad	angle droit
63,66 gr	57 30	1 rad	/	/
1,111 gr	1 deg	/	/	/

1 gr	0,9 deg	0,0157 rad	/	/
------	------------	------------	---	---

3.4 Le théodolite

Un **théodolite** est un appareil permettant de mesurer des angles **horizontaux** (angles projetés dans un plan horizontal) et des angles verticaux (angles projetés dans un plan vertical). Le terme théodolite «optico mécanique» regroupe l'ensemble des appareils à lecture «mécanique» par vernier gradué en comparaison aux appareils «optico électronique», appelés aussi stations, dont la lecture se fait sur un écran à affichage numérique et qui intègrent souvent un **appareil de mesure électronique des distances (IMEL)**.

3.4.1 Principe de fonctionnement du théodolite

La figure 3.3 montre le schéma de principe du fonctionnement d'un théodolite.

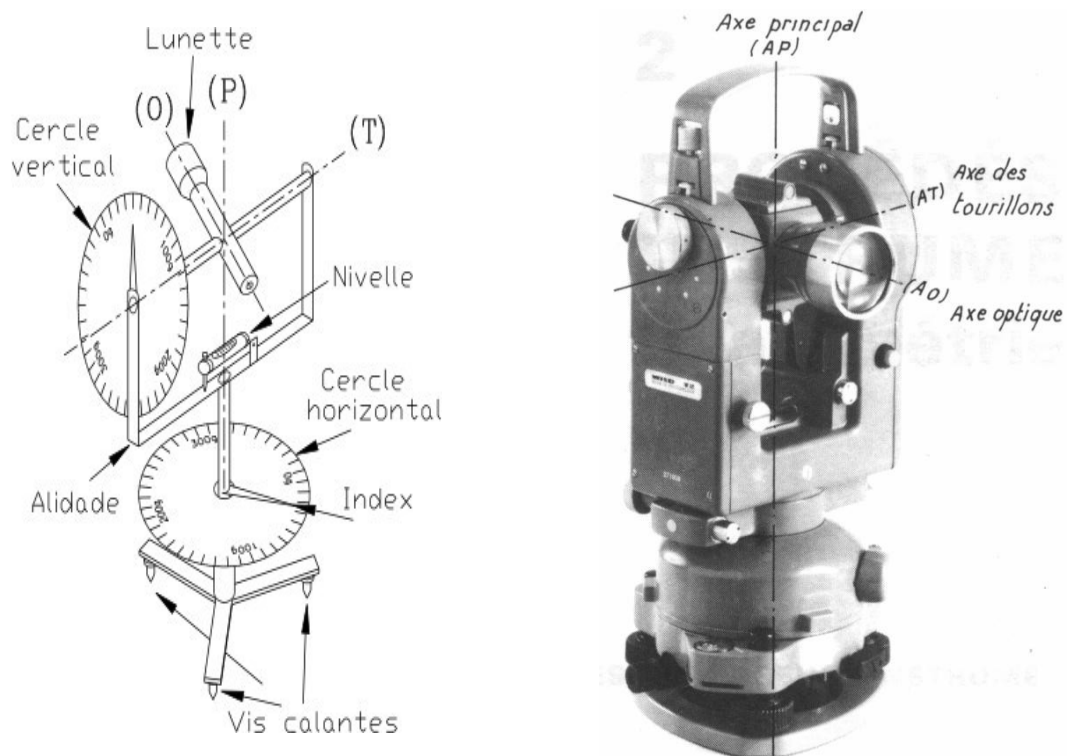


Fig. 3.3 : Principe de fonctionnement du théodolite

- (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.
- L'alidade : c'est un ensemble mobile autour de l'axe principal (P) comprenant le cercle vertical, la lunette, la nivelle torique d'alidade et les dispositifs de lecture (symbolisés ici par des index).
- Le cercle vertical (graduation verticale). Il est solidaire de la lunette et pivote autour de l'axe des tourillons (T).
- Le cercle horizontal ou limbe (graduation horizontale), il est le plus souvent fixe par rapport à l'embase mais il peut être solidarisé à l'alidade par un système d'embrayage (T16) : on parle alors de mouvement général de l'alidade et du cercle autour de (P); c'est le mouvement utilisé lors du positionnement du zéro du cercle sur un point donné. Lorsqu'il est fixe par rapport au socle, on parle de mouvement particulier : c'est le mouvement utilisé lors des lectures angulaires. Sur le T2, un système de vis sans fin permet d'entraîner le cercle et de positionner son zéro.

Ci- dessous deux théodolites Wild (Doc. Leica)

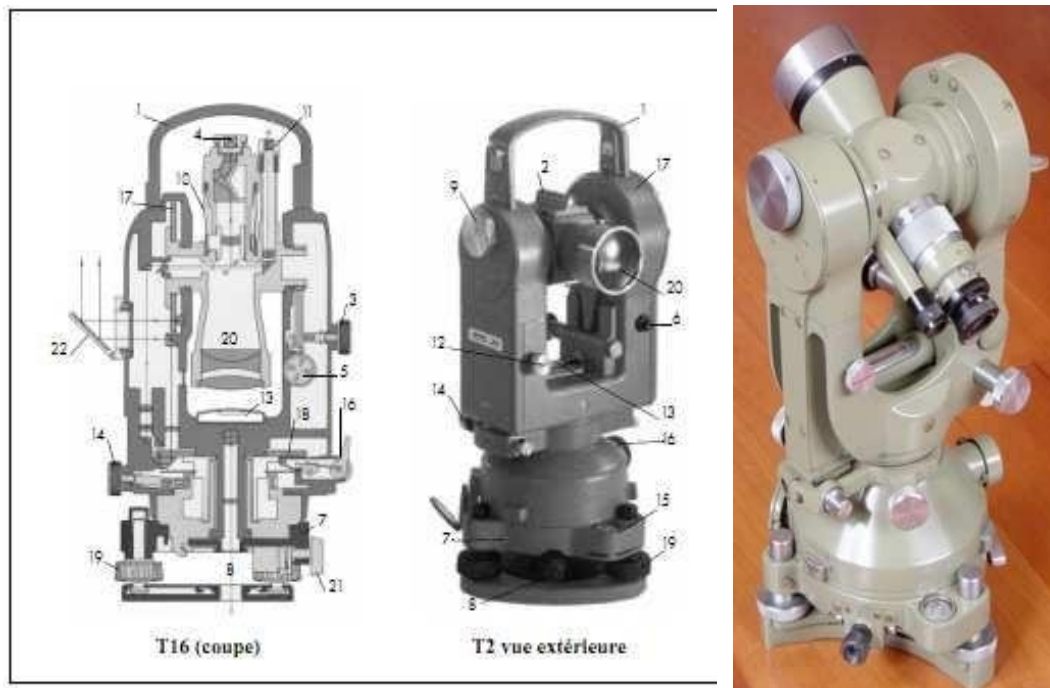


Figure 3.4: Théodolites Wild (doc Leica)