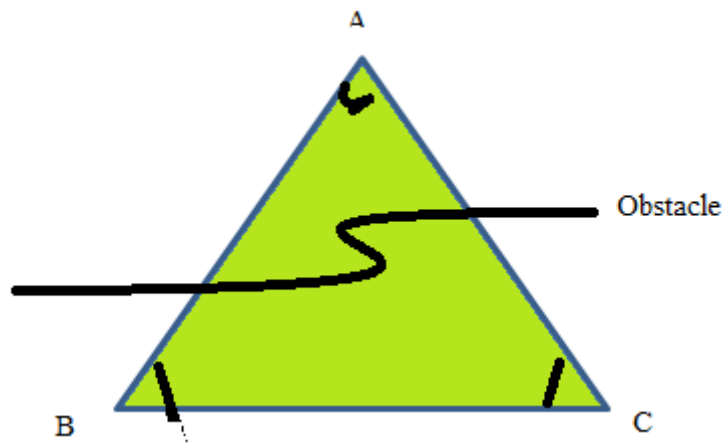


✚ **Autres méthodes de mesures indirectes**

- Résolution de triangles



$$AB^2 = AC^2 + BC^2 \quad AB = \sqrt{AC^2 + BC^2}$$



Soit à mesurer la distance entre le point A raisonnable et le point B inaccessible parcequ' il y a un obstacle entre A et B /

- on mesure les angles BAC et ACB
- On résout le triangle ABC

$AB/\sin C = AC/\sin B = BC/\sin A$ (rapport des sinus)

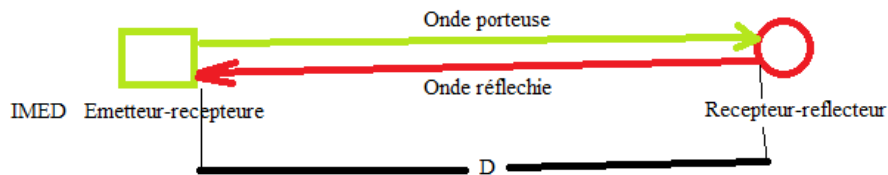
$ABC = 200^{gr} - (BAC + ACB)$

2.3. Mesurage électronique des distances (MED)

- Les instruments de mesure électronique des distances (IMED)

Principe du MED

Utilisation des ondes électromagnétiques qui se propagent à une vitesse constante et continue.



$$2D = \text{vitesse} \times \text{temps de parcours}$$

$$D = \text{vitesse} \times \text{temps de parcours} / 2$$

$$D = v t / 2$$

$v = 300000 \text{ km/s}$ -vitesse de la lumière

- **Caractéristiques de l'onde électromagnétique**

Une onde électromagnétique peut se décrire sous la forme d'une onde sinusoïdale
D'équation :

$$y = a \sin \omega t \text{ avec } \omega = 2\pi f, f = \frac{c}{\lambda}, \omega t = \Phi$$

"a : amplitude (mètres)

"f : fréquence (hertz)

"F : phase (radians)

" "a : amplitude (mètres)

"f : fréquence (hertz)

"F : phase (radians)

"l : longueur d'onde (mètres) □ :

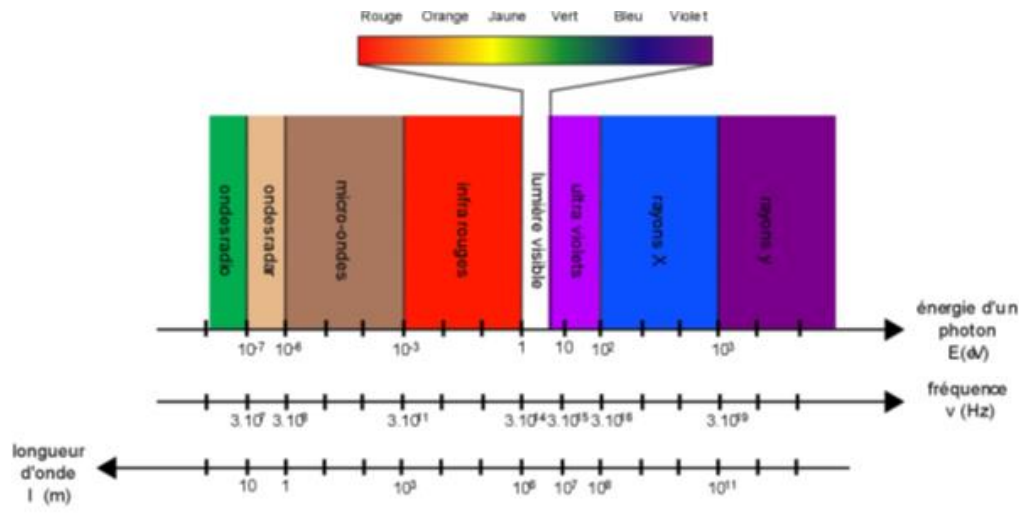
$l = v : f$; $f = 1/T$ (la fréquence, c'est le nombre d'oscillations par seconde où T est la période)

Plus la fréquence est levée, plus la longueur de l'onde est courte

La fréquence est le nombre de fois qu'un phénomène a été ou est observable pendant une unité de temps. Un phénomène est périodique si les caractéristiques observées se reproduisent à l'identique pendant des durées égales consécutives. La période ou longueur d'onde du phénomène est la durée minimale au bout de laquelle

il se reproduit avec les mêmes caractéristiques. La période est l'inverse (au sens mathématique) de la fréquence. Si l'unité de temps choisie est la seconde, la fréquence est mesurée en hertz (symbole : Hz), du nom du physicien Heinrich Hertz.

- **Le spectre électromagnétique**



Les ondes utilisées dans les IMED sont :

- ✓ **Ondes lumineuses**

Elles sont plus rectilignes, peu sensibles à la vapeur d'eau du milieu, elles demandent de bonnes visibilités car la lumière émise doit se réfléchir sur les *prismes* ou *miroirs* et il y a les ondes lumineuses visibles et les ondes lumineuses invisibles

- ondes lumineuses visibles (0.4 m à 0.7 m)
- ondes lumineuses invisibles (ultraviolet : 0.3 m ; infrarouge 0.7 m à 300m)

- ✓ **Les micro-ondes (hyperfréquences) ;** de 1mm à 1mètre

- ✓ **les ondes radio** (de 1m à 15km°)

Parmi les IMED, il y a les instruments qui mesurent uniquement les distances et il ya les tachéomètres électro-optiques. :

- Les **telluromètres** (ondes radio) : le premier a été inventé en 1957 ils donnent la distance suivant la pente. Leur portée est entre 100m et 30km avec une précision de 2 à 3 cm pour chaque 4 km
- les **géodimètres** (ondes lumineuses visibles) : portée maximale de jour 5 km, de nuit 15 km. La précision est de 20mm/5km.
- Les **distance-mètres** (ondes lumineuses infrarouge) : portée maximale de 400, 600 ou 1000m et une erreur moyenne de ± 1 cm
- les **tachéomètres électroniques** (LASER) : Ils intègrent un théodolite, un IMED et un calculateur électronique. Leur portée est de 15m à 60 km avec une précision de 6 mm

Ondes laser

Rappel

Le Laser est un dispositif qui amplifie la lumière (et plus généralement tout rayonnement électromagnétique). Une source Laser associe un amplificateur à une cavité optique généralement constituée de deux miroirs, dont un à fuite émet le faisceau. Les caractéristiques géométriques de cet ensemble imposent la géométrie du faisceau émis, toujours très directif (peu divergent) et, spatialement et temporellement, cohérent. Ainsi la lumière laser est extrêmement directionnelle. De plus le rayonnement émis est d'une grande pureté puisqu'il ne contient qu'une longueur d'onde précise imposée par le milieu amplificateur. Les longueurs d'ondes concernées étaient d'abord les micro-ondes (masers) puis elles se sont étendues aux domaines de l'infrarouge, du visible, de l'ultraviolet et on commence même à les appliquer aux rayons X. La longueur d'onde courante utilisée en topométrie est $\lambda = 0.63\text{mm}$ (helium-neon) ou $\lambda = 0.55\text{mm}$ (vapeur de mercure). On retrouve cette technologie dans de nombreuses applications de mesures de distances



Distance-mètre



Tachéomètre



Scanner-Laser

Erreurs d'un MED

Il faut distinguer les erreurs dues à l'instrument de celles dues à son utilisation ; ces dernières ne peuvent être éliminées et sont souvent des fautes.

• mauvais centrages

• mauvais pointés

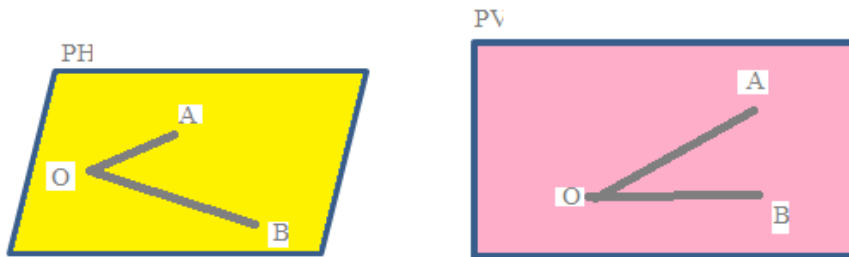
• conditions météo hasardeuses (brume, pluie, visées rasantes)

Chapitre III Mesure des angles

Il y a deux sortes d'angles : les angles horizontaux (azimutaux et les angles verticaux

Tout angle situé dans un plan horizontal est dit horizontal.

Tout angle situé dans un plan vertical est dit vertical



▪ Quelques définitions utiles

- Goniomètre : instrument permettant de mesurer des angles (horizontaux ou verticaux). En pratique, ce terme désigne l'instrument de mesure des angles horizontaux.
- Cercle d'alignement : instrument de mesure des angles horizontaux
- Eclimètre : instrument de mesure des angles verticaux
- Théodolite : instrument permettant la mesure des angles horizontaux, verticaux. Les théodolites modernes mesurent en plus des distances et dans ce cas, on les appelle tachéomètres.
- Tachéomètres : instrument permettant la mesure des angles horizontaux, verticaux et des distances.. Ils sont soit non réducteurs ou autoréducteurs.
- Equerre optique : instrument permettant de tracer des perpendiculaires et d'aligner des points.

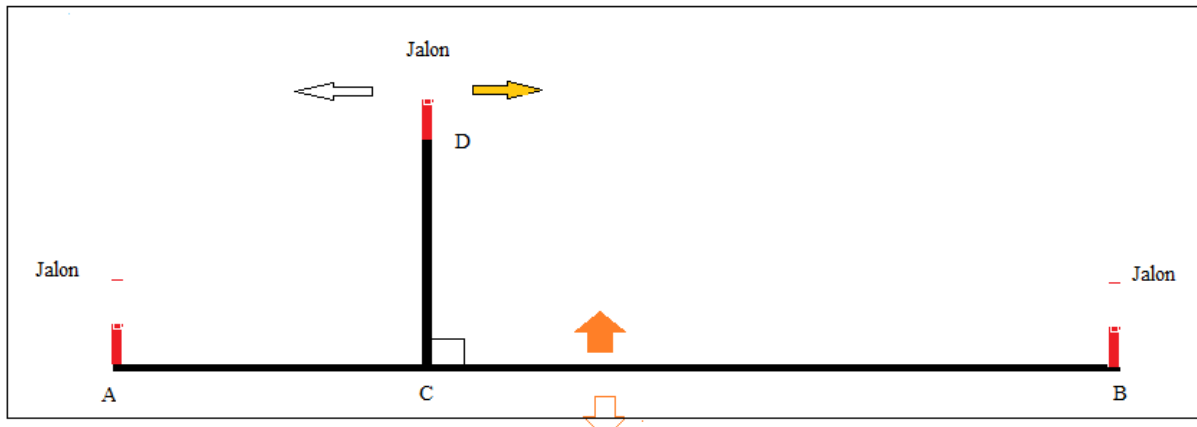
3.1. Mesure des angles horizontaux

3.1.1. Cas particulier : tracer un angle droit

On utilise l'équerre optique qui peut être à prisme simple ou à double prisme

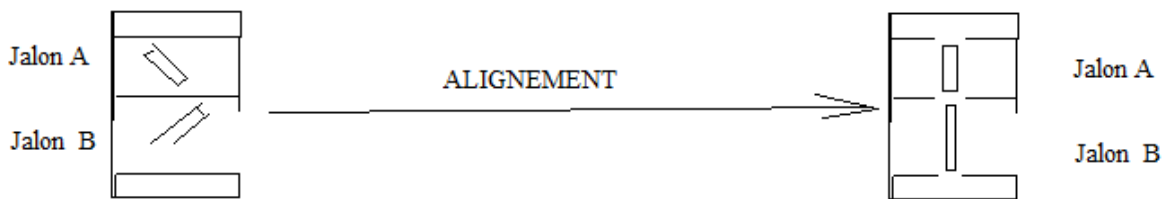


Soit à élever une perpendiculaire à la droite AB à partir du point C



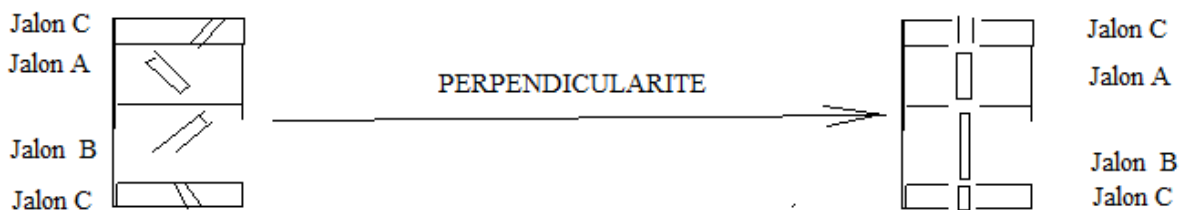
Premièrement :

L'opérateur doit aligner le point C avec les points A et B



L'opérateur avance ou recule jusqu'à ce que les 2 jalons A et B se superposent.

Deuxièmement

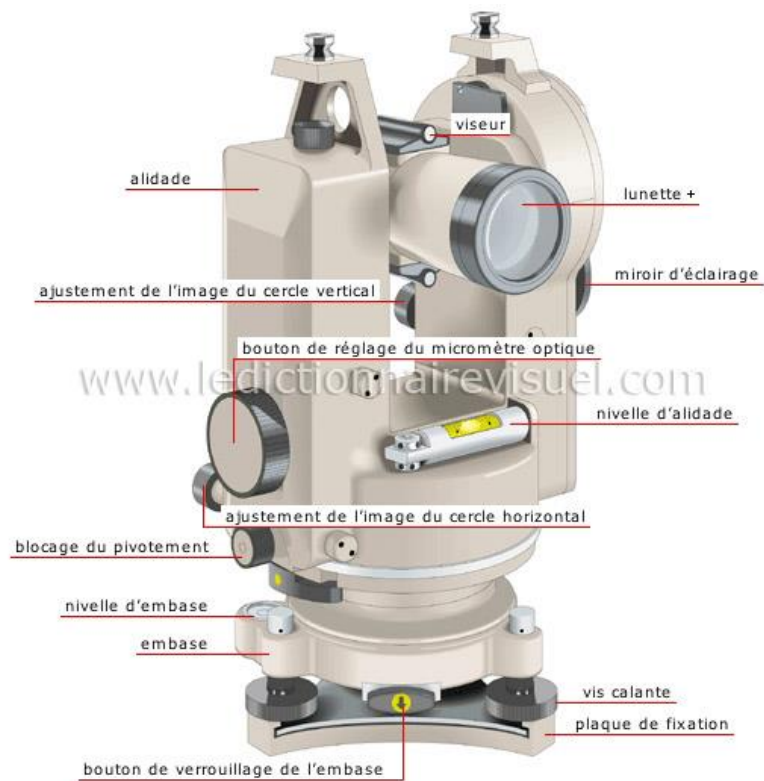


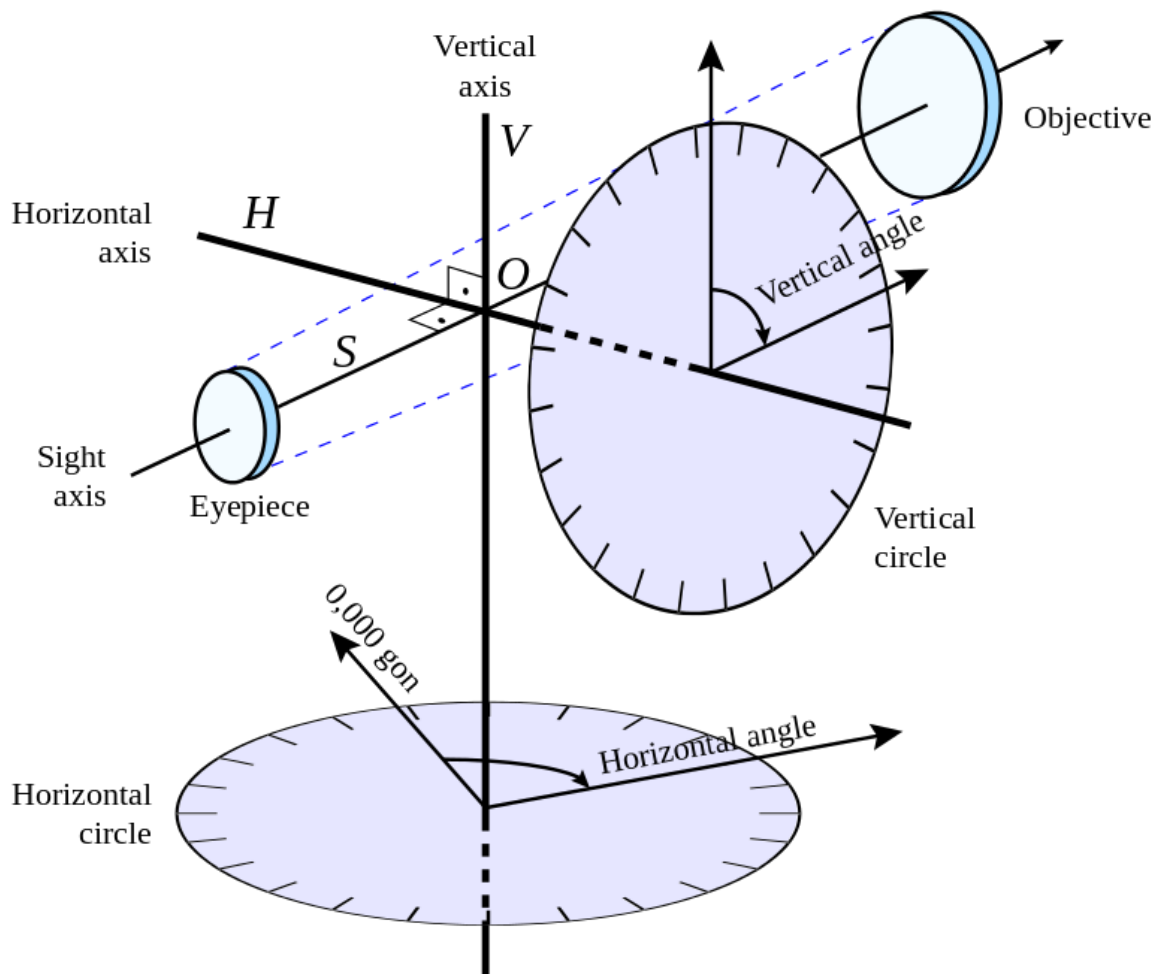
Un deuxième opérateur se place en face (approximativement) de l'opérateur avec l'équerre au point aligné C.

Avec son équerre, l'opérateur au point C guide son assistant jusqu'à ce que les images des 3 jalons A, B, et C coïncident

Généralement , pour la mesure de n'importe quel angle horizontal, on utilise le théodolite.

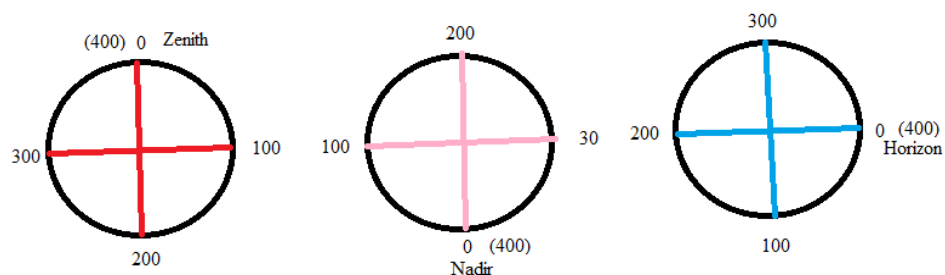
➤ **Description du théodolite**





- **la lunette** : c'est l'instrument de visée constitué d'un oculaire et d'un objectif et d'un réticule
- **les cercles** :
 - cercle horizontal pour la mesure des angles horizontaux
 - cercle vertical pour la mesure des angles verticaux

Le cercle horizontal est gradué de 0 à 400gr dans le sens des aiguilles d'une montre. le cercle vertical à les mêmes caractéristiques que le cercle horizontal. Cependant, le zéro (origine de la graduation peut être au zénith, au nadir ou à l'horizon.



- **Les systèmes de lecture**

Un microscope situé près de l'oculaire permet de lire les graduations. Généralement le microscope est commun aux 2 cercles et dans ce cas on distingue les cercles par les signes ; H, HZ, AZ pour le cercle horizontal et V pour le cercle vertical.

- **Les nivelles** : Il y a la nivelle sphérique et la nivelle torique

- **Les axes** :

- Axe principal (AP) Sur le schéma ci-dessous (Vertical axis)
- Axe des tourillons (AT) Sur le schéma ci-dessous (Horizontal axis)
- Axe optique (AO) Sur le schéma ci-dessous (Sight axis) : cet axe est défini par le centre de l'objectif et la croix formée par les traits du reticule.

Pour que le théodolite soit valable pour la mesure des angles, il faut que les conditions suivantes soient satisfaites :

- AT perpendiculaire à AP
- AO perpendiculaire à AT

