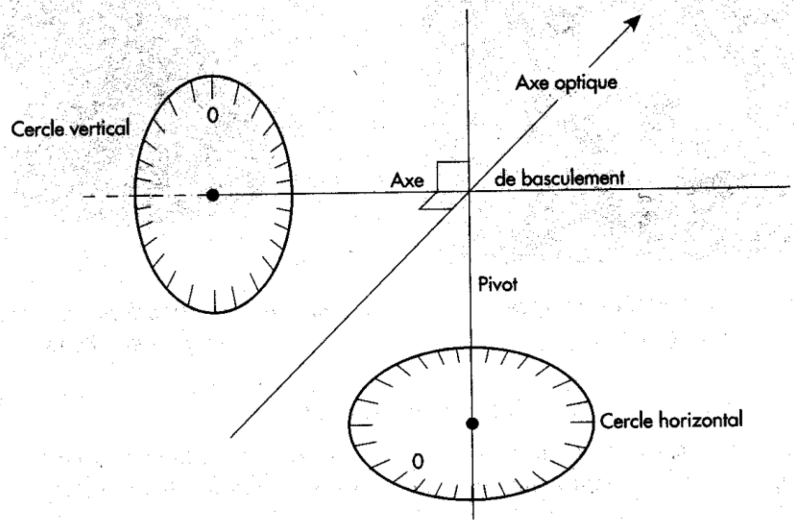
Mesure des angles

a) Principe de fonctionnement d'un théodolite

Le théodolite est un instrument de mesurage des angles, constitué essentiellement de trois axes concourants et de deux goniomètres appelés simplement *cercles* (fig.39).



On distingue :

- le *pivot*, ou axe principal, *calé* verticalement et *centré*, c'est-à-dire confondu avec la verticale du point au sol ou au « toit » en travaux souterrains ; le théodolite est alors *en station*, c'est-à-dire prêt pour le mesurage des angles horizontaux et verticaux ;

- l'*axe de basculement*, encore appelé axe secondaire ou axe des tourillons, perpendiculaire au précédent, donc horizontal au moment des observations ;

- l'*axe optique* de la lunette, perpendiculaire à l'axe de basculement, balaye un plan de visée vertical ;

- le *cercle horizontal*, centré sur le pivot, permet la mesure des angles horizontaux ;

- le *cercle vertical*, ou éclimètre, centré sur l'axe de basculement, autorise la mesure des angles verticaux.

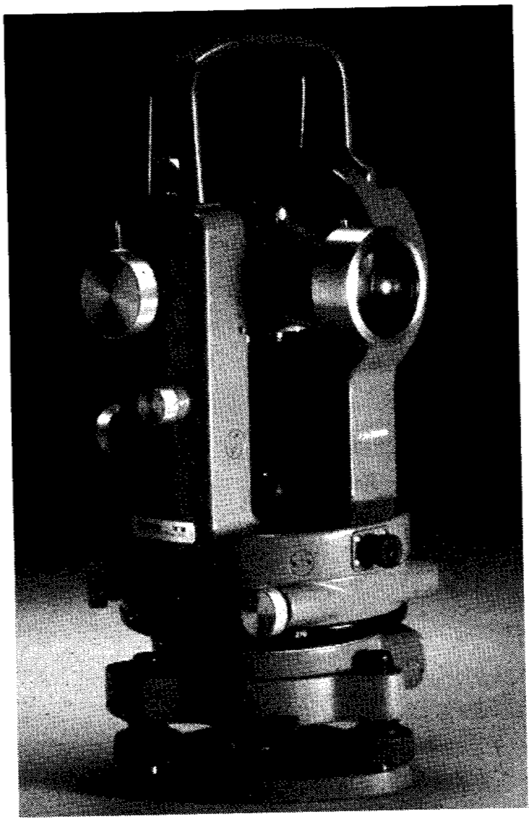


Figure **40** *: théodolite optique*

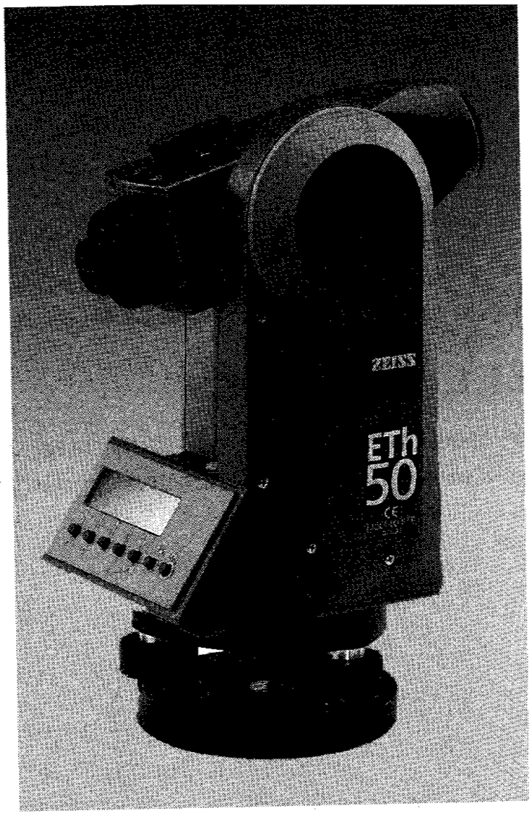


Figure **41** *: théodolite électronique*

À l'heure actuelle, deux catégories d'instruments sont utilisés :

- les *théodolites optiques* (fig. **40**) , instruments anciens, avec lesquels l'opérateur procède une lecture optique en estimant généralement le milligrade pour les théodolites ordinaires, l décimilligrade pour les théodolites de précision ;
- les *théodolites électroniques* (fig. **41**) , à lecture automatique, le microprocesseur intégr gérant le déroulement de la mesure et transmettant à l'affichage à cristaux liquides l'angl horizontal et l'angle zénithal, avec une résolution pouvant atteindre 0,1 mgon.

Pivot

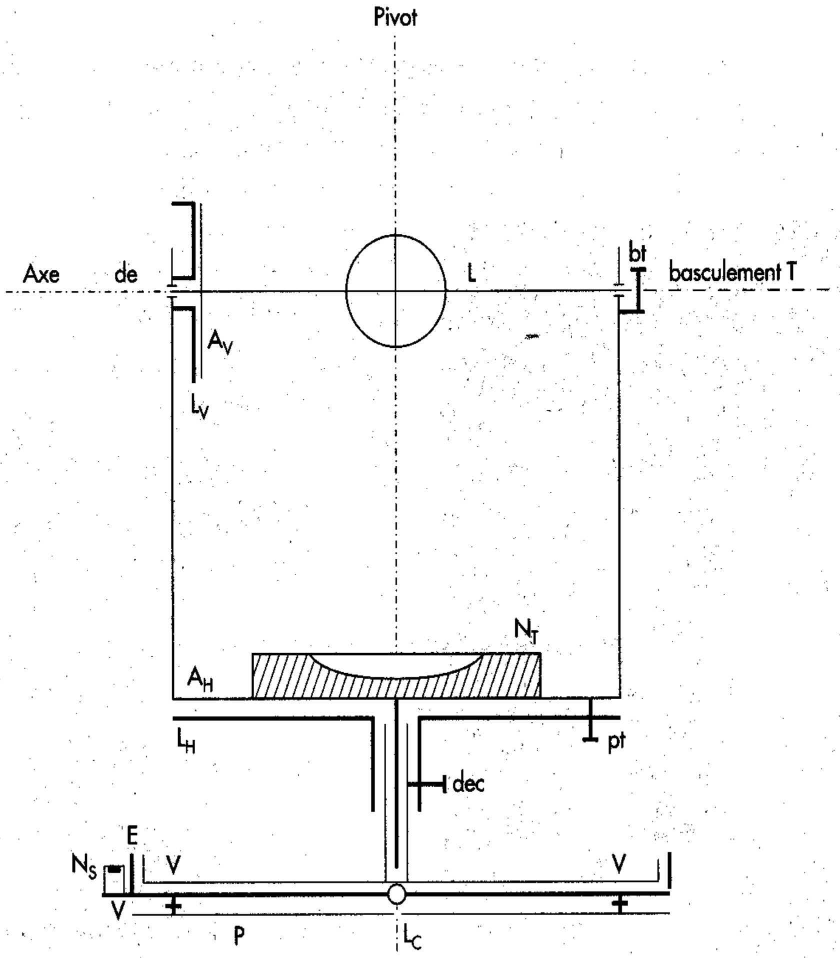


Figure 42 *: coupe du théodolite*

Embase

La *plaque de base* P (fig.**42**), fixée sur la tête du trépied ou sur une console spéciale, porte l'*embase* E *à trois vis calantes* V formant un triangle équilatéral dont le pivot est le centre ; les vis calantes permettent le basculement de l'instrument, mouvement amorti par une plaque ressort.

Le calage sommaire de l'embase est réalisé avec la *nivelle sphérique* Ns, constituée d'une fiole en verre taillée intérieurement dans sa partie utile suivant une calotte sphérique, remplie incomplètement d'alcool ou d'éther très fluide, l'espace occupé par les gaz ayant la forme d'une *bulle circulaire. La nivelle est calée* lorsque la bulle est concentrique au cercle-repère gravé sur la fiole ; si tout était parfait le pivot serait alors vertical.

Cercle vertical

L'alidade A_H porte deux montants verticaux (fig.42) qui soutiennent l'axe T sur lequel est centrée la lunette L. Cette dernière bascule, en balayant un plan vertical de visée, à l'aide de la vis de basculement bt complétée par sa vis de fin pointé ou, sur les instruments les plus récents, avec une unique vis sans fin.

Centré sur l'axe T, le goniomètre vertical est constitué schématiquement d'un limbe immobile L_V fixé au montant et d'une alidade A_V solidaire de l'axe de basculement, dont l'index bascule dans le plan vertical en suivant l'inclinaison de la lunette ; cette dernière pouvant effectuer un tour complet, l'opérateur observe avec le cercle vertical à sa gauche, position dénommée cercle à gauche CG, ou à sa droite, position cercle à droite CD, ou encore positions 1 et 2 lorsque le montant qui porte le cercle vertical n'est pas apparent, cas fréquent avec les théodolites récents.

La position en *cercle directeur* est celle qui correspond à la manipulation la plus commode de l'instrument compte tenu de sa configuration générale ; dans cette position ergonomique le limbe de l'éclimètre fournit l'angle zénithal de la visée, compris entre 0 gon et 200 gon pour la plupart des théodolites optiques, l'angle zénithal, l'angle d'inclinaison ou la pente au choix pour les derniers théodolites électroniques mis sur le marché.

La mesure des angles zénithaux se référant à la verticale physique du centre de l'éclimètre, le zéro origine doit être situé exactement au zénith du centre ; cette condition est remplie par un *index automatique* basé sur l'équilibre d'un liquide ou d'un pendule, qui peut atteindre une précision de calage supérieure à 0,1 mgon sur les théodolites électroniques de précision.

Mise en station d'un théodolite

1.1. Mise en station

La mise en station d'un théodolite consiste à caler l'axe principal à la verticale d'un point de station donné. La méthode de mise en station détaillée dans ce paragraphe suppose l'utilisation d'un trépied classique (par comparaison au trépied centrant Kern). Elle donne toutefois le principe de base commun à tous les types de trépieds. Cette méthode évite l'emploi du fil à plomb qui, dans la pratique, est peu commode : trop sensible, inutilisable dans un vent même faible et le plus souvent introuvable...

Mise à hauteur du trépied

La mise à hauteur du trépied s'effectue comme suit :

- Fixez l'appareil sur le trépied en prenant soin de vérifier que les trois vis calantes sont à peu près à mi-course.
- Réglez l'oculaire à la hauteur des yeux de l'opérateur (ou mieux, légèrement en dessous de cette hauteur : il est plus facile de se baisser que de se hausser). Profitez-en pour régler la netteté du réticule de visée. Pour cela, utilisez les graduations en dioptries de l'oculaire.

Calage grossier d'approche

- **Si vous devez mettre en station sur un point donné** : soulevez deux pieds du trépied tout en regardant dans le plomb optique et déplacez l'ensemble afin de positionner le plomb optique près du point de mise en station (inutile à ce stade de le positionner exactement sur le point). Enfoncez ensuite les pieds dans le sol puis **positionnez le plomb optique exactement sur le point au moyen des trois vis calantes**. À cet instant, l'axe principal passe par le point de station mais n'est pas vertical.
- **Si vous ne devez pas mettre en station sur un point donné** (station libre) : reculez-vous pour vérifier que l'appareil est à peu près vertical, puis enfoncez les pieds du trépied dans le sol.
- **Si vous devez mettre en station sous un point donné**, utilisez soit un fil à plomb pendant depuis le point « au plafond » jusqu'au repère situé sur le dessus de la lunette du théodolite (en position de référence), soit un viseur zénithal.

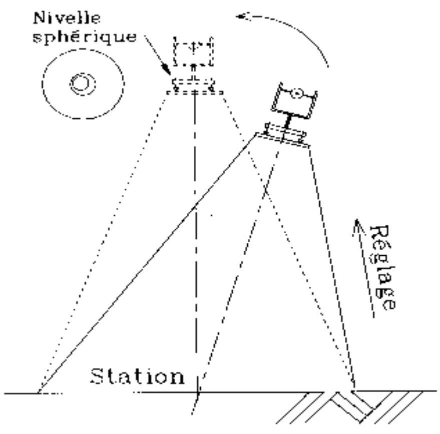


Fig.4

- Si vous devez mettre en station sur un point donné : calez la nivelle sphérique **au moyen des pieds du trépied**. Posez un pied sur une jambe du trépied puis faites-la coulisser jusqu'à centrer la bulle de la nivelle. En pratique, il faut intervenir sur plusieurs pieds l'un après l'autre (agir sur le pied vers lequel semble aller la bulle et recentrez-la ou ramenez-la vers un autre pied, et agir ensuite sur ce pied, etc.).
- **Si vous ne devez pas mettre en station sur un point donné** : calez directement la nivelle sphérique avec les trois vis calantes.

À la fin de cette phase, la nivelle sphérique est centrée et le plomb optique ne doit pas avoir bougé du point de mise en station puisque l'axe principal (P) de l'appareil pivote autour du point stationné (fig. 4).

Calage fin dans une direction au moyen de la nivelle torique

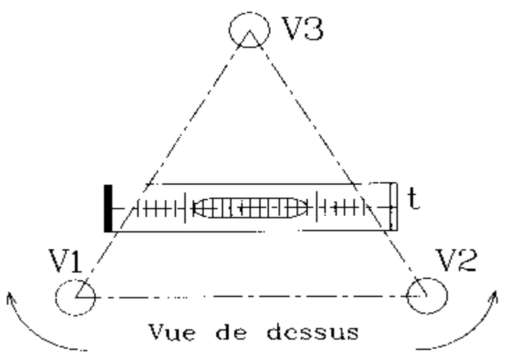


Fig. 5

Amenez la nivelle torique (t) parallèle à deux vis calantes V1 et V2 (fig. 5).
Centrez la bulle au moyen des deux vis V1 et V2 en agissant **simultanément sur les deux vis en sens inverse l'une de l'autre**, puis faites tourner l'appareil de 200 gon (repérez-vous sur la graduation horizontale du socle ou sur les lectures angulaires horizontales *Hz)*.

Trois cas de figure peuvent se présenter :

a) Si la nivelle torique est bien réglée, la bulle revient exactement dans la même position après un demi-tour de l'alidade (ou dans une position voisine à une ou deux graduations près : la bulle doit rester entre les deux repères principaux). C'est le cas le plus courant.

LES ANGLES HORIZONTAUX

3.1. Le cercle horizontal

Le cercle horizontal (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. Il existe plusieurs technologies possibles pour cette mise à zéro : le débrayage de l'entraînement du cercle (T16) ou bien le mouvement par vis-écrou (T2).

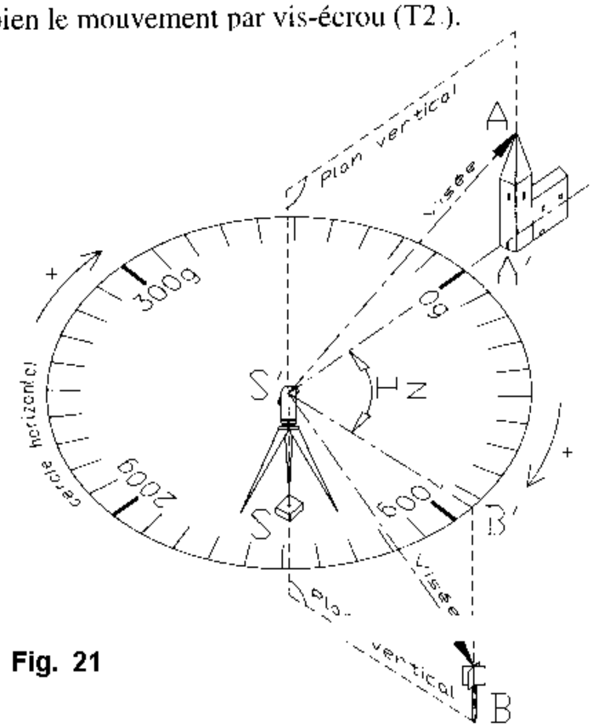


Fig. 21

Les graduations sont **croissantes de 0 à 400 gon dans le sens horaire** (en regardant le cercle du dessus, fig.21).

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***.

Sur la figure 21 , l'appareil est en station sur le point S. L'opérateur vise le point A (sommet du bâtiment) et règle le zéro des graduations sur ce point. En visant le point B, il lit dans le théodolite l'angle horizontal A' - S' - B' (A', B', S' sont les projections de A, B et S sur le plan horizontal passant par l'axe des tourillons de l'appareil).

Le double retournement

C'est une manipulation consistant en un **demi-tour simultané de la lunette et de l'alidade** (fig. 22). 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 et de tourillonnement.

L'erreur de centrage sur le point de station et l'erreur de calage de l'axe vertical ne sont pas éliminées par cette manipulation. Il convient donc de soigner ces opérations.

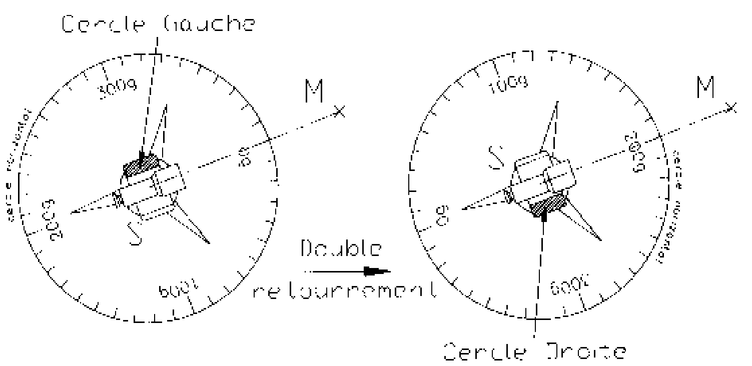


Fig.22 : Double retournement

Pratiquement, on effectue :

- une lecture en **cercle gauche** (cercle vertical de l'appareil à gauche de l'opérateur, plus généralement en **position de référence**) ;
- un double retournement ;
- une nouvelle lecture du même angle en cercle droite (cercle vertical à droite).

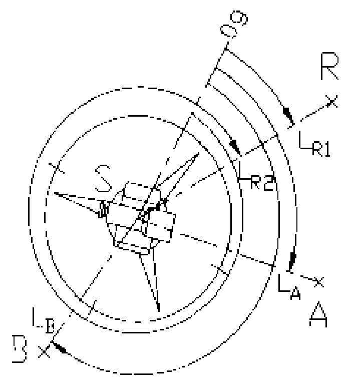


Fig. 24

Par exemple, sur la figure **24**, la référence est le point R sur lequel l'opérateur effectue la première lecture L_{R1}, on fait **une lecture sur chaque point** en tournant en sens horaire et une dernière **lecture de fermeture** sur le point R L_{R2}.

Par calcul, les lectures sont ensuite réduites[1] à la référence R en soustrayant aux autres lectures **la moyenne des deux lectures sur la référence**. Pour cela, on calcule :

- la fermeture de la séquence : $Fs = | L_{R1} - L_{R2} |$
- la moyenne sur la référence : $L_R = (L_{R1} + L_{R2})/2$
- la lecture sur chaque point : $L'j = Lj - L_R$

La lecture sur la référence devient donc $L_R = 0$

La fermeture angulaire de chaque séquence est soumise à des tolérances réglementaires dont les valeurs fixées par l'arrêté de janvier 1980 (voir la bibliographie) correspondent à : **1,5 mgon en canevas de précision et 2,8 mgon en canevas ordinaire**.

Paire de séquences

Une paire de séquence est l'association de deux séquences successives avec **un décalage de l'origine du limbe, le retournement de la lunette et l'inversion du sens d'observation**. Cette méthode permet de minimiser certaines erreurs systématiques

Généralement, l'opérateur effectue une séquence en CG dans le sens horaire de rotation de l'appareil puis effectue un double retournement et enfin effectue la séquence en CD dans le sens trigonométrique (sens inverse horaire).

Pour une seule paire de séquences on décale l'origine du limbe de 100 gon ; le double retournement décale déjà l'origine du limbe de 200 gon (fig.**25**).

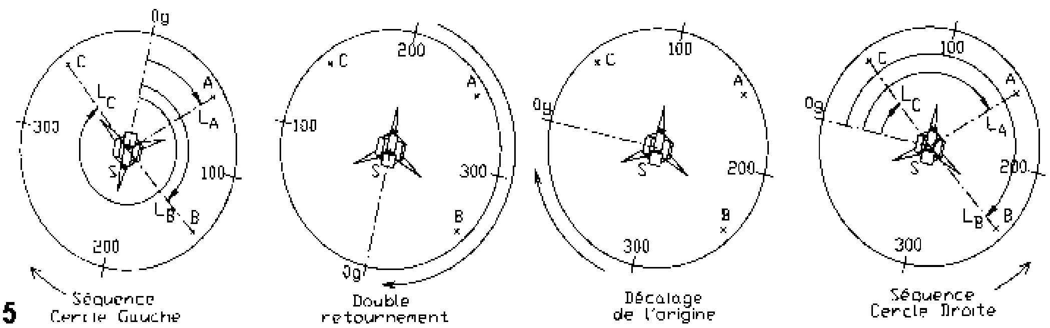


Fig. 25

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

$$\boxed{Hz_{CD} \approx Hz_{CG} + 200}$$

En effet, le double retournement décale le zéro de la graduation de 200 gon (fig. 3.20) ; ceci permet un contrôle simple et immédiat des lectures sur le terrain.

La différence entre les valeurs Hz_{CG} et $(Hz_{CD} - 200)$ représente la combinaison des erreurs de collimation, de mise en station, de lecture, etc.

L'angle horizontal Hz mesuré vaut alors :

$$Hz = \frac{Hz_{CG} + (Hz_{CD} - 200)}{2} \qquad \text{si } Hz_{CD} > 200 \text{ gon}$$

$$Hz = \frac{Hz_{CG} + (Hz_{CD} - 200 + 400)}{2} = \frac{Hz_{CG} + (Hz_{CD} + 200)}{2} \qquad \text{si } Hz_{CD} < 200 \text{ gon}$$

Remarque

Si l'on n'effectue qu'une seule lecture, elle doit être faite en position de référence (CG sur les théodolites classiques et CD sur la plupart des stations électroniques).

Terminologie des mesures d'angles horizontaux

Lecture simple

L'appareil étant dans sa position de référence (par exemple CG sur la figure **23.**), et le zéro de la graduation horizontale n'étant pas modifié après mise en station, l'opérateur effectue une lecture azimutale L_A sur le point A puis une lecture L_B sur B et en déduit l'angle ASB :

$$\boxed{Hz_{AB} = L_B - L_A}$$

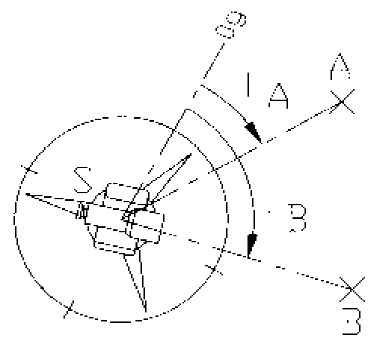


Fig. 23

Séquence

On appelle séquence un ensemble de $(n + 1)$ lectures effectuées à partir d'une même station sur n directions différentes avec la même position des cercles horizontaux et verticaux, le contrôle de fermeture sur la référence et la répercussion sur les lectures de l'écart de fermeture sur la référence (sur laquelle on réduira les angles à zéro

Paire de séquences réduite

C'est une paire de séquences sans fermeture et sans décalage du limbe. On l'utilise en lever de détails ou pour la mesure d'angles uniques, par exemple en polygonation ordinaire.

Station	Points	Lecture CG (gon)	Lecture CD (gon)	Moyenne
1	A	114,75	314,71	114,73
	B	207,23	7,28	207,23
	C	373,64	173,60	373,62
	D	86,19	286,14	86,16

- Arrivé en D, on effectue un double retournement et on inverse le sens de rotation.
- L'écart entre CG + 200 et CD doit rester constant (± 1 graduation).
- On prend la moyenne des deux lectures basée sur CG.

Applications

Mesure d'une surface

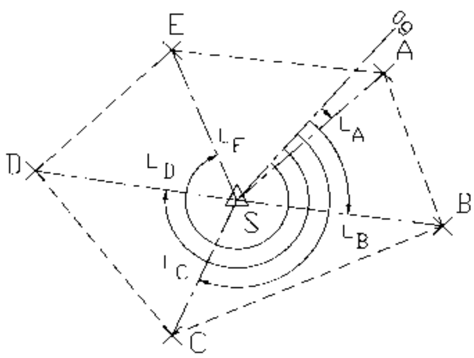


Fig. 26.

Pour mesurer la surface (projetée à l'horizontale) délimitée par le polygone ABCDE ci-contre (fig. **26**), on effectue les opérations suivantes avec un goniomètre au mgon, une chaîne de 50 m, un niveau de chantier et une mire.

- Mise en station en S et calage de l'origine du limbe près du point de référence A.
- Tour d'horizon avec une seule paire de séquences sur les cinq sommets (référence : point A).
- Mesure à la chaîne des distances inclinées de la station aux cinq sommets (le sol étant en pente régulière).
- Lecture des dénivelées entre la station et les sommets pour le calcul des distances horizontales.

Le tableau ci-après récapitule les lectures. Eu égard à la faible longueur des visées et à la précision de l'appareil utilisé, les corrections de dv et les corrections dues à la projection sont négligées.

Paire	Origine	Sens de rotation	Position du cercle vertical
n°1	0	sens horaire	CGauche
	100	sens trigo	CDroite
n°2	50	sens horaire	CGauche
	150	sens trigo	CDroite

Remarque

- Si l'opérateur effectue deux paires de séquences les décalages d'origine sont généralement effectués comme indiqué ci-dessus.
- les lectures en canevas ordinaire nécessitent au moins deux paires de séquences, en canevas de précision au moins quatre paires de séquences (décalages usuels d'origine pour quatre paires : 0, 100 ; 50,150 ; 25,125 ; 75,175
- le procédé consistant à décaler l'origine du limbe entre deux séquences est appelé réitération (nous ne détaillons pas le procédé de répétition qui n'est plus employé : il consistait à lire plusieurs fois l'angle cherché et à l'ajouter sur le cercle horizontal).
- l'écart des lectures (écart entre la moyenne de toutes les paires et la moyenne d'une paire) est soumis à des tolérances réglementaires :

  1,2 mgon en canevas de précision pour quatre paires de séquences (1,3 mgon pour huit paires) ;

  1,3 mgon en canevas ordinaire pour deux paires de séquences (1,6 mgon pour quatre paires).

Tour d'horizon

Le tour d'horizon est le résultat final de la combinaison des observations angulaires (séquences) en une même station et **rapportées à une même référence** (dans nos exemples le point R).

Lors du calcul, on détermine la valeur moyenne de **l'écart sur la référence** : c'est la somme algébrique de tous les écarts de lecture d'une même paire divisée par (n + 1), n étant le nombre de directions visées y compris la référence.

Cet écart est soumis à des tolérances réglementaires :

- **0,7 mgon en canevas de précision** pour quatre paires (0,8 mgon pour huit paires) ;
- **0,8 mgon en canevas ordinaire** pour deux paires (0,9 mgon pour quatre paires).

Lectures d'angles horizontaux : une paire de séquences

Point	Lecture CG gon	CG réduite sur A	Lecture CD gon	CD réduite sur A	Moyenne gon
A	2,472	0,000	104,244	0,000	0,000
B	58,097	55,623	159,866	55,620	55,622
C	176,705	174,231	278,471	174,225	174,228
D	259,313	256,839	361,080	256,834	256,837
E	325,070	322,596	26,845	322,599	322,598
A	2,476	0,000	104,248	0,000	0,000
Moy.	2,474		104,246		
Écart	0,004		0,004		

Le détail des calculs du tableau précédent est donné ci-après.

- La moyenne sur référence pour la première séquence CG est 2,474 gon. La moyenne sur référence pour la deuxième séquence CD est 104,246 gon. On retranche ces valeurs aux lectures CG et CD pour obtenir les lectures réduites sur la référence A. On en fait enfin la moyenne.
- **Le contrôle des tolérances** est la fermeture des séquences de 4 mgon (tolérance : 2,8 mgon). L'écart des lectures et l'écart sur la référence ne sont pas calculables pour une seule paire.
- On peut considérer la manipulation correcte bien qu'un écart soit hors tolérances car l'opération de mesure de surface n'est pas une opération entrant dans le cadre des levers à grande échelle, pour lesquelles les tolérances sont données. En outre, les visées sont courtes. La tolérance est donc plus indicative que restrictive.

La lecture des **dénivelées** entre sommets et des **distances suivant la pente** de la station à chaque sommet permet d'effectuer les calculs suivants :

Point Pi	Angle sommet	ΔH (m)	*Dp* (m)	*Dp* (m) côté opp.	*Dh* (m)	*S* (m²)	*Dh* (m) côté app.	Dénivelée côté opp.	*Dp* (m) côté opp.
A		–2,50	72,15		72,11				
B	55,622	–2,38	74,92	62,25	74,88	2 069,93	62,24	–0,12	62,24 Δ = 0,00
C	118,607	0,45	56,99	106,34	56,99	2 043,22	106,37	–2,83	106,41 Δ = 0,04
D	82,609	2,56	73,97	80,21	73,93	2 028,33	80,25	–2,11	80,28 Δ = 0,03
E	65,761	1,78	62,33	68,02	62,30	1 977,83	68,03	0,78	68,03 Δ = 0,00
A	77,404	–2,50	72,15	77,17	72,11	2 106,27	77,19	4,28	77,31 Δ = 0,02
Σ	400,001					Surface 10 225,58	Périmètre 394,07		

Le détail des calculs du tableau précédent est donné ci-après.

- Calcul des angles au sommet et vérification de la somme qui doit être égale à 400 gon aux arrondis près.
- Calcul des distances horizontales et des surfaces de chaque triangle puis de la surface totale.
- Calcul de la longueur du côté opposé de chaque triangle pour un calcul du périmètre. On peut, dans la pratique, chaîner ces côtés sur le terrain pour contrôler les calculs. C'est l'objet de la dernière colonne, dans laquelle la longueur suivant la pente de chaque côté opposé est recalculée à partir de la longueur horizontale (*Dh* côté opposé) et de la dénivelée entre les sommets consécutifs. La comparaison avec les mesures montre des écarts de 1 à 4 cm.

Remarque

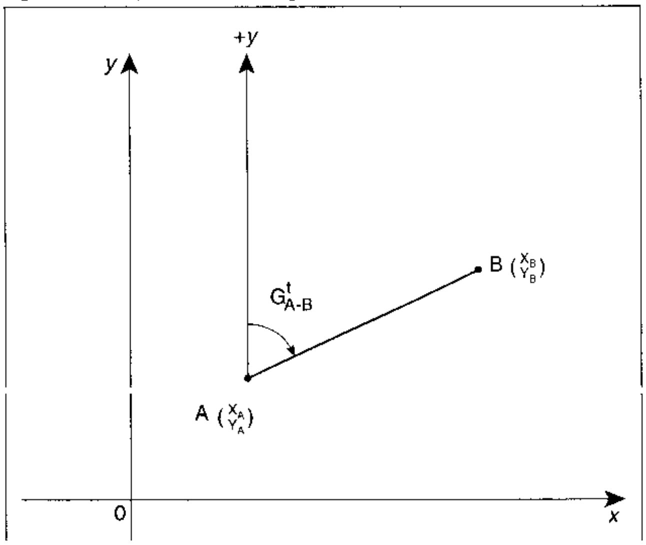
Le niveau de chantier peut être remplacé par le théodolite dont l'axe optique sera bloqué à l'horizontale. On fait alors toutes les lectures ***Lj*** sur la mire posée sur chaque sommet j. Il ne faut pas oublier de mesurer la hauteur de l'axe des tourillons au-dessus du point de station ***ht***. La dénivelée entre la station et le point j devient : ***ht – Lj***

. GISEMENTS

Afin de déterminer les **coordonnées** d'un point du terrain en se basant sur le réseau de points d'appui, on détermine tout d'abord le **gisement**.

Un gisement est l'angle horizontal compris entre l'axe des *y* positifs et la direction d'une ligne de visée. Il est mesuré dans le sens de rotation des aiguilles d'une montre et sa valeur varie de 0 à 400 gr, que l'on note $G^{t}_{A\text{-}B}$ (G^{t} : gisement; A-B : direction de la ligne de visée). La figure 1.4 montre la représentation d'un gisement.

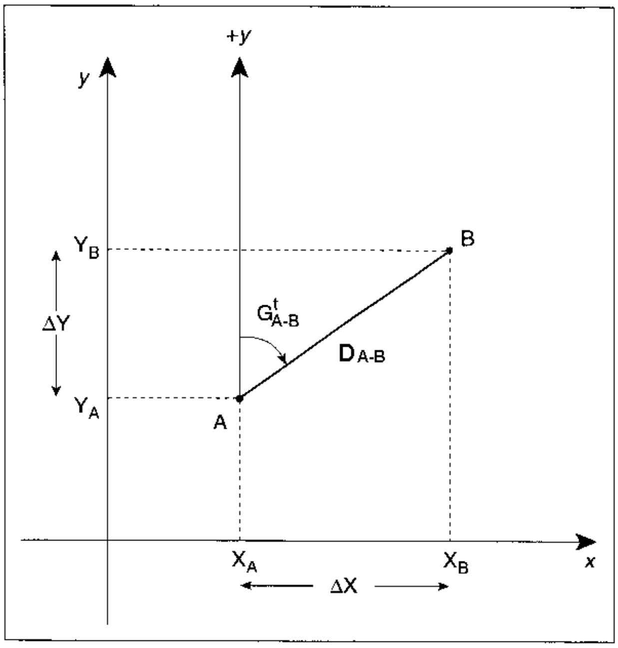
Figure 1.4 Représentation d'un gisement



4.1. Méthode de calcule

Considérons deux points, A et B, de coordonnées connues $\begin{pmatrix} X_A \\ Y_A \end{pmatrix}; \begin{pmatrix} X_B \\ Y_B \end{pmatrix}$. Ces deux points délimitent une droite A-B (figure 1.5).

Figure 1.5 Calcul d'un gisement

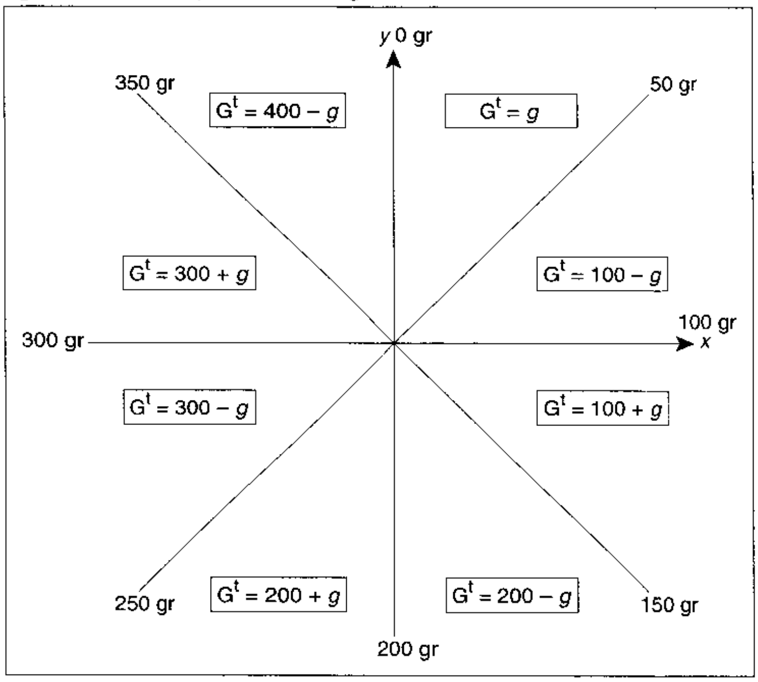


On doit calculer le gisement de la droite A-B, dont A représente l'origine et B, l'extrémité. La marche à suivre est la suivante :

1. Calculer les différences de coordonnées $\Delta X_{A\text{-}B}$ et $\Delta Y_{A\text{-}B}$.

$$\boxed{\begin{aligned} \Delta X_{A\text{-}B} &= X_B - X_A \\ \Delta Y_{A\text{-}B} &= Y_B - Y_A \end{aligned}}$$

Figure 1.7 Formules pour le calcul du gisement



CALCUL DU GISEMENT D'UNE DIRECTION

Pour calculer le gisement d'une direction, on utilise la méthode décrite dans l'exemple suivant.

Calculer le gisement de la direction A-B, sachant que les coordonnées rectangulaires des points A et B sont respectivement :

$$A\begin{pmatrix} X_A = 3345 \text{ m} \\ Y_A = 3390 \text{ m} \end{pmatrix};\ B\begin{pmatrix} X_B = 3450 \text{ m} \\ Y_B = 3500 \text{ m} \end{pmatrix}$$

1. Calculer la valeur de ΔX et de ΔY :
   $\Delta X_{A\text{-}B} = X_B - X_A = 3450 - 3345 = \mathbf{105\ m}$
   $\Delta Y_{A\text{-}B} = Y_B - Y_A = 3500 - 3390 = \mathbf{110\ m}$
2. Repérer, sur la figure 1.6, la direction A-B en positionnant l'origine à l'intersection des axes (x et y).
   Les valeurs $\Delta X_{A\text{-}B}$ et $\Delta Y_{A\text{-}B}$ sont toutes les deux positives et $\Delta X < \Delta Y$.
   $\Delta X = 105 \text{ m} < \Delta Y = 110 \text{ m}$
   Le gisement aura donc une valeur comprise entre 0 et 50 gr.
3. Calculer la valeur de l'angle g :
   $$tg(g) = \frac{\Delta X_{A\text{-}B}}{\Delta Y_{A\text{-}B}} = \frac{105}{110} = 0{,}9545 \Rightarrow \mathbf{g = 48{,}52\ gr}$$
4. Déduire la valeur du gisement à l'aide des formules de la figure 1.7.
   $$G^t_{A\text{-}B} = g \Rightarrow G^t_{A\text{-}B} = \mathbf{48{,}52\ gr}$$

Exercice 4.1

1. Calculez le gisement de la direction A-B (G^t_{A-B}), sachant que les coordonnées des points A et B sont respectivement :

$$A\begin{pmatrix} X_A = 1140\text{ m} \\ Y_A = 340\text{ m} \end{pmatrix};\ B\begin{pmatrix} X_B = 1990\text{ m} \\ Y_B = 1250\text{ m} \end{pmatrix}$$

CALCUL DES COORDONNÉES D'UN POINT

Lorsque l'on connaît le gisement d'une direction A-B (G^t_{A-B}), les coordonnées du point d'origine A et la longueur de la direction A-B (D_{A-B}), on peut calculer les coordonnées du point visé B à l'aide des équations suivantes :

$$\boxed{\begin{aligned} X_B &= X_A + \Delta X_{A-B} \\ Y_B &= Y_A + \Delta Y_{A-B} \end{aligned}}$$

Les valeurs de ΔX_{A-B} et de ΔY_{A-B} sont calculées d'après les lois de la trigonométrie.

Pour calculer les coordonnées d'un point visé, on utilise la méthode de calcul décrite dans l'exemple suivant.

Calculer les coordonnées d'un point visé B, connaissant les coordonnées du point d'origine $A\begin{pmatrix} X_A = 2340\text{ m} \\ Y_A = 110\text{ m} \end{pmatrix}$; la direction A-B ($D_{A-B}$) a une longueur de 120 m; le gisement de la direction A-B (G^t_{A-B}) est égal à 70 gr.

1. Calculer les différences de coordonnées ΔX_{A-B} et ΔY_{A-B}.

$$\Delta X_{A-B} = D_{A-B} \times \sin G^t_{A-B} = 120 \times \sin 70 = \mathbf{106{,}921\ m}$$

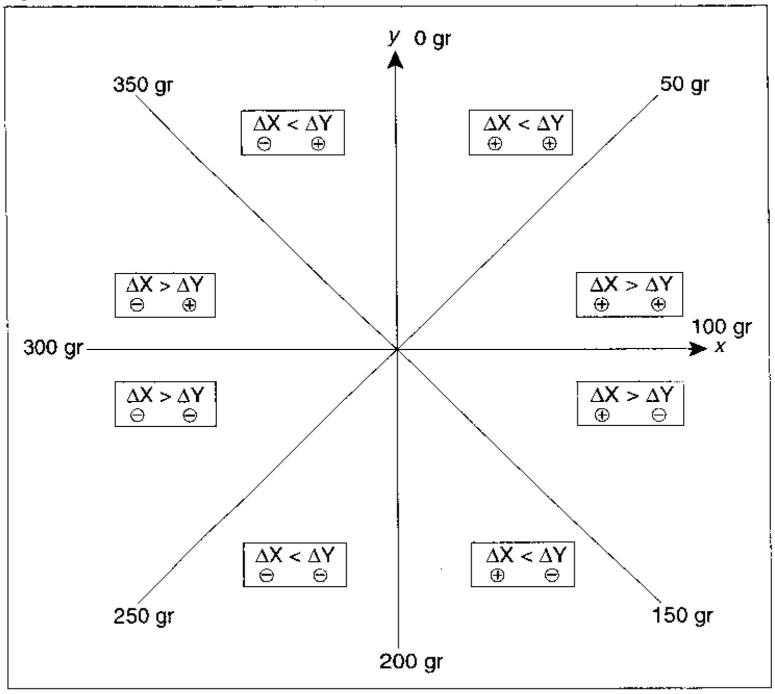
$$\Delta Y_{A-B} = D_{A-B} \times \cos G^t_{A-B} = 120 \times \cos 70 = \mathbf{54{,}479\ m}$$

2. Calculer les coordonnées du point B.

$$X_B = X_A + \Delta X_{A-B} = 2340 + 106{,}921 = \mathbf{2446{,}921\ m}$$

$$Y_B = Y_A + \Delta Y_{A-B} = 110 + 54{,}479 = \mathbf{164{,}479\ m}$$

Figure 1.6 Valeurs et signes des différences de coordonnées



3. Calculer le rapport entre $\Delta X_{A\text{-}B}$ et $\Delta Y_{A\text{-}B}$ en valeur absolue. Pour ce faire, il s'agit de diviser le plus petit Δ par le plus grand Δ :

$$\boxed{tg(g) = \frac{\Delta X_{A\text{-}B}}{\Delta Y_{A\text{-}B}} \text{ ou } \frac{\Delta Y_{A\text{-}B}}{\Delta X_{A\text{-}B}}}$$

   Dans l'équation précédente, la lettre g désigne l'angle entre la droite considérée et l'axe des coordonnées le plus proche.

4. Une fois que l'on connaît la valeur de g, il devient aisé de déterminer la valeur du gisement en utilisant l'une ou l'autre des formules de la figure 1.7.

Exercice 4.2

1. Soit le point d'appui A de coordonnées connues $\begin{pmatrix} X_A = 2500 \text{ m} \\ Y_A = 2564 \text{ m} \end{pmatrix}$ et le point visé B de coordonnées $\begin{pmatrix} X_B = 2600 \text{ m} \\ Y_B = 2660 \text{ m} \end{pmatrix}$. En suivant la démarche décrite précédemment, calculez la valeur du gisement $G^t_{A\text{-}B}$ en inscrivant les données dans le tableau de la figure 1.8.

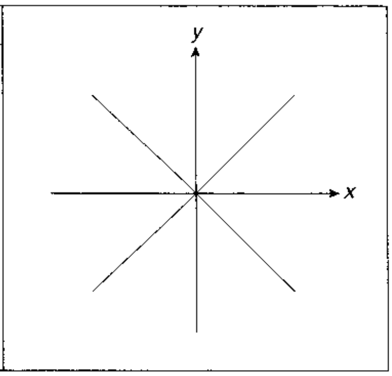
Figure 1.8

Calcul du gisement

Point A → X_A = ______ ; Y_A = ______

Point B → X_B = ______ ; Y_B = ______

$G^t_{A\text{-}B}$ = ______



2. Soit le point d'appui A de coordonnées $\begin{pmatrix} X_A = 3340 \text{ m} \\ Y_A = 3450 \text{ m} \end{pmatrix}$. La direction A-B a une longueur $D_{A\text{-}B} = 128$ m et le gisement $G^t_{A\text{-}B} = 164$ gr. Calculez les coordonnées du point visé B en inscrivant les données dans le tableau de la figure 1.9.

Figure 1.9

Calcul des coordonnées

Point A → X_A = ______ ; Y_A = ______

$G^t_{A\text{-}B}$ = ______

$D_{A\text{-}B}$ = ______

Point B → X_B = ______ ; Y_B = ______