CHAPITRE 3 : La polygonation (levé par abscisse et ordonnée et quasi-ordonnée)

1) Définition :

C'est la représentation de la surface terrestre sur un plan, c'est-à-dire la représentation par un dessin de la projection sur un plan horizontal de tous les détails existants sur un terrain.

2) But :

La planimétrie a pour but :

- **Le levé de détail** : fixer la forme exacte du terrain et définir la position de différents objets d'origine naturelle ou artificielle existant sur le terrain.
- **L'implantation** : reporter sur le terrain et suivant les indications d'un plan, la position de bâtiments, d'axes ou de points isolés dans un but de construction ou de repérage.

Dans les deux cas, il sera nécessaire de procéder à des mesures de distances et d'angles horizontaux.

3) Les mesures :

3.1) Mesure de distances :

En planimétrie, les distances introduites dans les calculs sont des distances horizontales. La mesure des distances peut s'effectuer de deux façons :

a) Mesure directe : En utilisant des instruments de mesure l'on développe sur le terrain comme le décamètre ou double décamètre (ruban d'acier ou roulette)

On peut mesurer les longueurs horizontales par du chainage on utilisant le matériel :

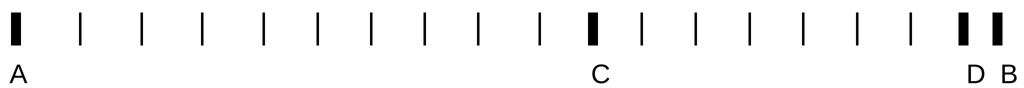
1) Ruban (chaine) de 5, 10, 20 ou 50 m 2) Jeu de fiches 3) Des jalons

$D_{totale} = n_1 \times 100 + n_2 \times 10 + d$, avec : n_1 = nbre d'échanges de fiches,

n_2 = nbre de fiches dans l'anneau de l'operateur,

d = distance restante (10 m).

Echanges de fiches :



1er échange : 100 m, DB < 10 m

b) Mesure indirecte : par des procédés optiques à l'aide des appareils à lunette. On dit que c'est des mesures de distances à angle constant ou mesure stadimétrique (Ls, Lm et Li).

c) $Lm = (Ls + Li)/2$ et $D = (Ls - Li) \times 100$

3.2) Mesure des angles (horizontaux):

En planimétrie les angles mesurés sont des angles horizontaux. Le sens de cheminement ayant été choisi, on appelle angle topographique, l'angle compris entre deux côtés consécutifs du cheminement polygonal. Cet angle est déduit des observations sur terrain.

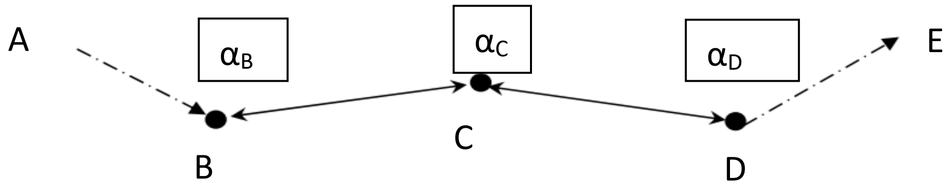
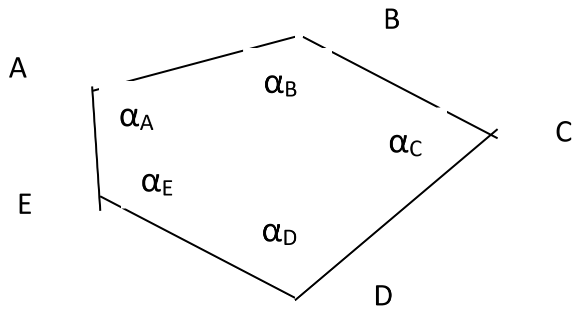


Figure 5. Cheminement polygonal



Classification des instruments selon la précision pour les lectures angulaires :

- Le niveau : il permet la lecture des angles horizontaux aux décigrades.

Par exemple : α = 50,4 grades.

- Le tachéomètre : om permet la mesure des angles horizontaux et verticaux aux centigrades. Par exemple : α = 50,46 grades.
- Le théodolite : il permet la mesure d'angle horizontaux est verticaux aux milligrades.

Par exemple : α = 50,463 grades.

On peut rencontrer d'autres appareils dans ce domaine d'utilisation (équerre optique, …), mais les plus disponibles sont ceux cités précédemment.

3.2.1) <u>Principe de la mesure angulaire :</u>

Pour la mesure de l'angle [OA OB], on vise successivement les point A et B où on lit L_A et L_B dans le cercle horizontal pour obtenir l'angle AOB = $L_B - L_A$. Si on trouve qu'il est négatif on rajoute 400 grades (ou 360°).

3.2.2) <u>précision de lectures :</u>

On accroît la précision par les deux procédés :

• Réitération : on effectue la mesure de l'angle plusieurs fois (n fois) en changeant d'origine à chaque fois et on fait la moyenne des résultats obtenus :

$$AOB = \sum(L_B^i - L_A^i) / n \qquad \text{tel que } i = 1,n$$

On peut aussi basculer la lunette à chaque nouvelle mesure (cercle gauche et cercle droit) pour rendre alternativement positives et négatives certaines erreurs instrumentales qui se trouvent ainsi éliminées par la moyenne.

• Répétition : on répète l'opération de visée plusieurs fois en faisant une lecture initiale et autre finale, en visant le point A où on lit une lecture initiale L_A^1 et on vise le point B sans lire, on bloque l'alidade avec la pince de blocage et on revient sur A et débloquer et viser de nouveau B, sans faire de lecture mais bloquer à ce point. On répète cette opération n fois et on termine par une visée en B où on prend une lecture finale L_B^n. l'angle AOB sera :

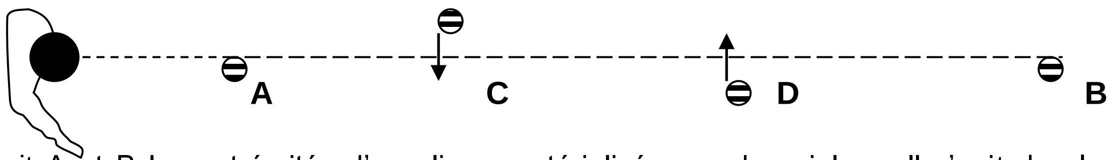
$$AOB = \sum(L_B^n - L_A^1) / n$$

4) Application de la planimétrie :

4.1) Le jalonnement :

On appelle jalonnement, le tracé d'une direction au moyen de plusieurs jalons. Le jalon doit être solidement enfoui dans le sol ou posé sur un porte- jalon. Le jalon ne doit pas être enfoncé avec un marteau, il doit être enfoncé à la main, et on doit s'assurer de sa verticalité au fil à plomb.

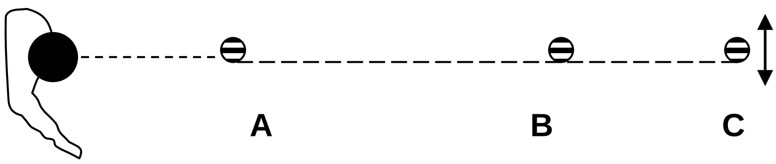
a) Jalonnement en terrain plat ou uniformément incliné :



Soit A et B les extrémités d'une ligne matérialisée par deux jalons. Il s'agit de placer les jalons C et D. en se situant en arrière de A, l'opérateur guide son assistant qui tient le jalon en C, par des gestes de bras jusqu'à ce que le jalon en C soit aligné avec A et B. et c'est la même opération pour le jalon en D. afin d'obtenir l'alignement des quatre points A, B, C, D.

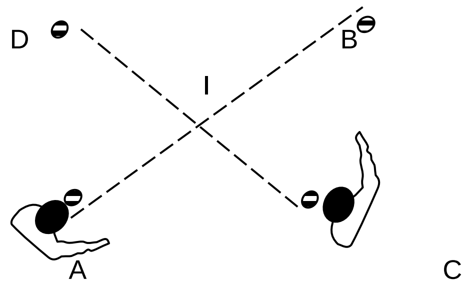
a) Prolongement d'une direction donnée :

Le même processus précédent, mais ne pas prolonger un alignement de plus de la moitié de sa distance d'origine



<u>Trouver le point d'intersection de deux alignements :</u>

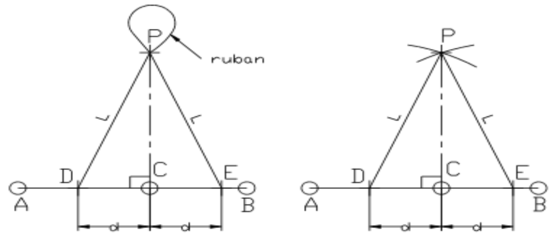
Un observateur placé en A fait aligner un jalon sur la direction AB au voisinage du point I d'intersection, un second observateur placé en C fait rectifier le placement sur CD. Après tâtonnement, le jalon est placé au point exact I par un assistant.



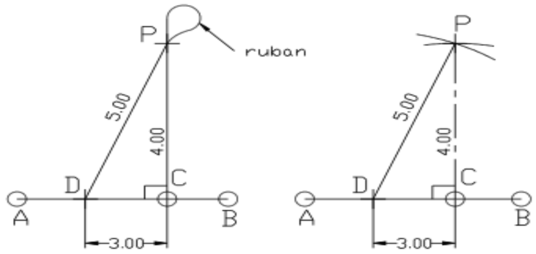
b) L'implantation :

C11-Tracer une perpendiculaire à un alignement existant

-C111-Au ruban



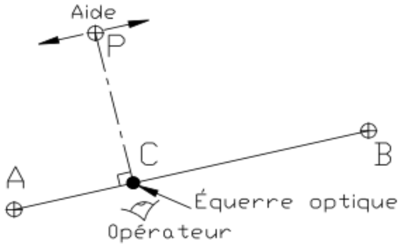
Triangle isocèle



Triangle rectangle

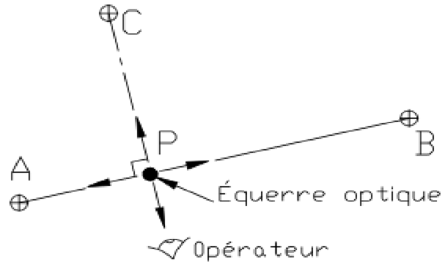
-C112- Avec une équerre optique

- *Mener une perpendiculaire depuis un point C de l'alignement AB*



Équerre optique

- *Abaisser une perpendiculaire depuis un point C extérieur à AB*

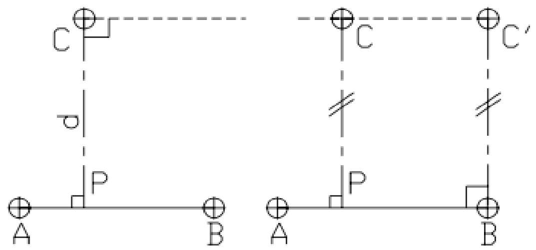


Équerre optique

C113- Avec un théodolite

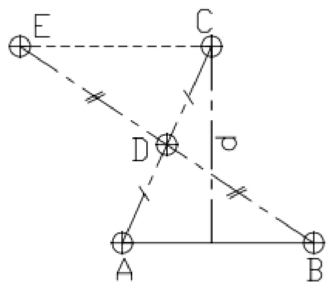
C12- Tracer une parallèle à un alignement existant

C121- Tracé de deux perpendiculaires



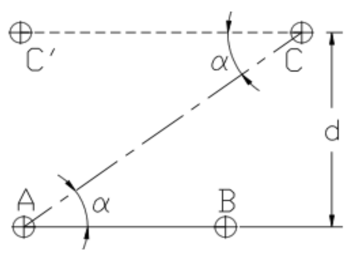
Tracé d'une parallèle

C122- Parallélogramme

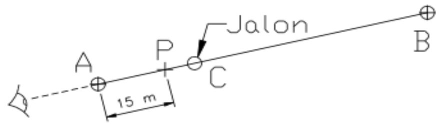


Tracé d'une parallèle

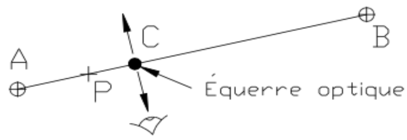
C123- Angles alternes-internes



C13- Jalonnement sans obstacles



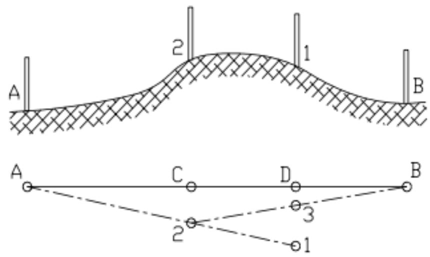
Jalonnement



Jalonnement a l’équerre optique

C14- Jalonnement avec obstacle

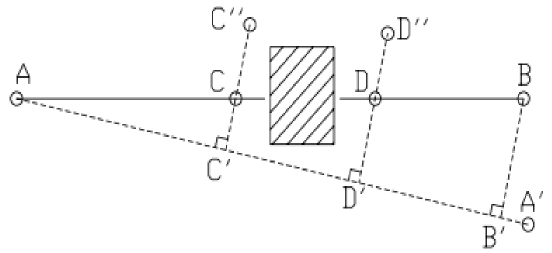
C141- Franchissement d’une butte



Jalonnement sans visibilité

C142- Contournement d’un obstacle

Un bâtiment sur l’alignement AB empêche le jalonnement (fig.).
On matérialise un nouvel alignement AA' contournant l’obstacle et sur lequel on abaisse BB' perpendiculaire à AA' avec une équerre optique. On mesure ensuite les distances BB' Et AB'. On choisit deux points C' et D' sur l’alignement auxiliaire AB' tels que les perpendiculaires CC' et DD' passent de chaque côté de l’obstacle. On mesure les distances AC' AD' et on en déduit que :

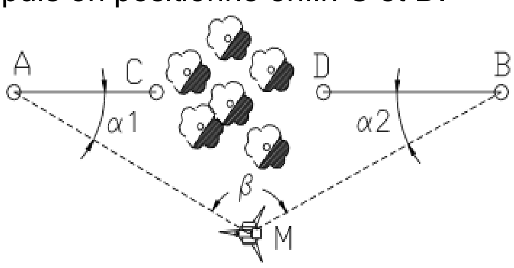


Contournement d’obstacle

$$CC' = AC' \frac{BB'}{AB'} \text{ et } DD' = AD' \frac{BB'}{AB'}$$

On implante C’’et D’’sur la perpendiculaire à AA’ puis on positionne enfin C et D.

Si l’on dispose d’un théodolite, on peut stationner un point M quelconque depuis lequel on voit A et B et mesurer l’angle AMB (ß) ainsi que les distances AM et BM (fig.). On peut alors calculer les angles α1 ou α2. Ensuite, on stationne sur A (ou B) puis, le zéro des angles horizontaux étant fixé sur M, on ouvre de l’angle (400–α1) (ou bien α2 depuis B). On peut écrire :



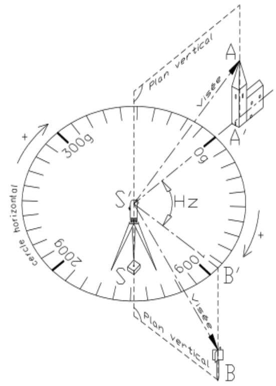
$$\frac{\sin\alpha_1}{BM} = \frac{\sin(200-\alpha_1-\beta)}{AM} = \frac{\sin(\alpha_1+\beta)}{AM}$$

$$AM\cdot\sin\alpha_1 = BM(\sin\alpha_1\cdot\cos\beta + \sin\beta\cdot\cos\alpha_1)$$

donc : $\boxed{\cot\alpha_1 = \frac{AM}{BM\cdot\sin\beta} - \text{cotan}\,\beta}$

3- 2) les angles horizontaux

(Ou azimutaux), notés Hz.



- Le double retournement : Cette technique de mesure permet d'éliminer certaines erreurs systématiques et de limiter les fautes de lecture.

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).

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

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

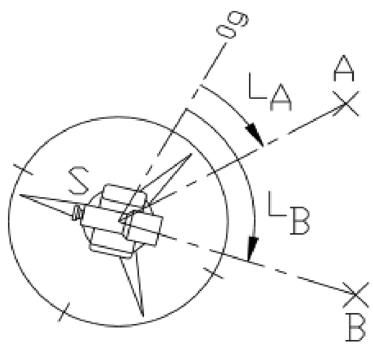
La différence entre les valeurs Hz_{CG} et (Hz_{CD} – 200) représente la combinaison des erreurs de collimation, de mise en station, de lecture, etc.

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

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

Terminologie des mesures d'angles horizontaux :

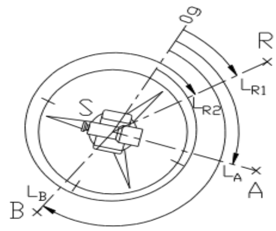
$$Hz_{AB} = L_B - L_A$$



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 (sur laquelle on réduira les angles à zéro).

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. Par calcul, les lectures sont ensuite réduites L_{R2} 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 : $F_S = |L_{R1} - L_{R2}|$
- La moyenne sur la référence : $L_R = (L_{R1} + L_{R2})/2$
- La lecture sur chaque point : $L'_j = L_j - L_R$

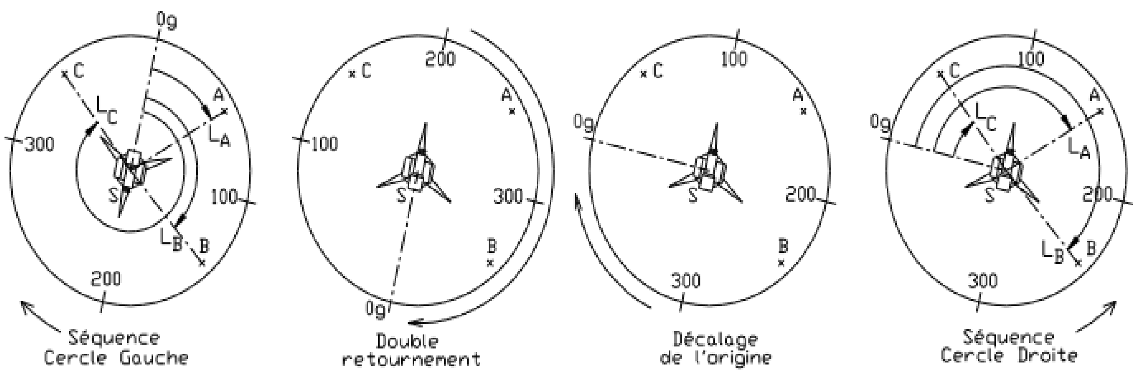
La lecture sur la référence devient donc $L_R = 0$

La fermeture angulaire de chaque séquence est soumise à des tolérances réglementaires : 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. Cette méthode permet de minimiser certaines erreurs systématiques. Généralement, l'opérateur effectue : une <u>séquence en CG</u> dans le sens horaire de rotation de l'appareil puis effectue un double retournement et enfin effectue la <u>séquence en CD</u> dans le sens trigonométrique (sens inverse horaire).

Pour une seule paire de séquences on décale l'origine du limbe de 100 gon;

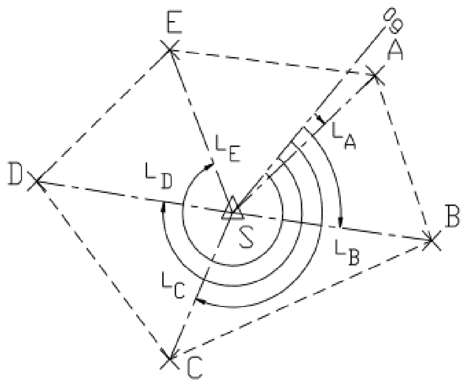


Paire	Origine	Sens de rotation	Position du cercle vertical
n°1	0	sens horaire	CGauche
	100	sens trigo	CDroite
n°2	50	sens horaire	CGauche
	150	sens trigo	CDroite

Application : **(**Mesure d'une surface)

Pour mesurer la surface l'horizontale ABCDE, on effectue les opérations suivantes : 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 réf. A.
- Tour d'horizon avec une seule paire de séquences sur les cinq sommets (réf : A).
- Mesure à la chaîne des distances inclinées de la station aux 05 sommets.
- Lecture des dénivelées entre S et les sommets pour le calcul des distances horizontales.



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*		

Calcul de gisement

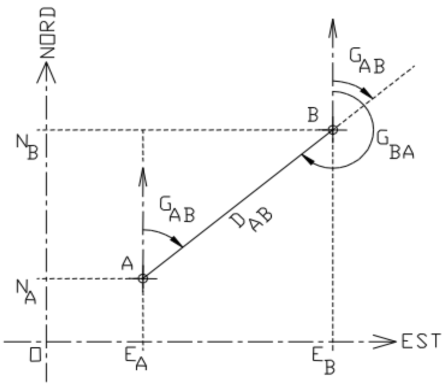
Le gisement est un angle horizontal utilisé par les topographes puisque très pratique dans les calculs.

Définition :

Le gisement d'une direction AB est l'angle horizontal mesuré positivement dans le sens horaire entre l’axe Des ordonnées du système de projection utilisé et cette direction AB.
On le note G_{AB} (ou V_{AB})

G est compris entre 0 et 400 gon.

La relation qui lie G_{AB} et G_{BA} est :



→ $\mathbf{G_{BA} = G_{AB} + 200}$

Calcul d'un gisement à partir des coordonnées cartésiennes :

Considérons les coordonnées de deux points A(E_A, N_A) et B(E_B, N_B)
La relation suivante permet de calculer G_{AB} :

$$\tan G_{AB} = \frac{E_B - E_A}{N_B - N_A}$$

Application :

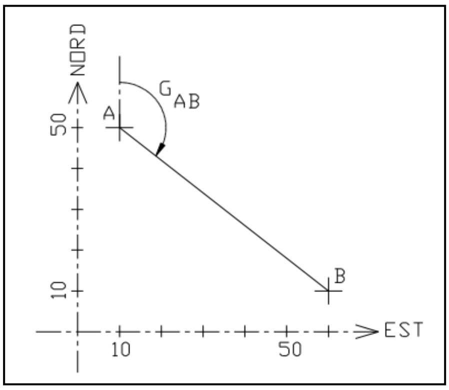
Calculez à partir de la formule (1) le gisement de la direction AB suivante :

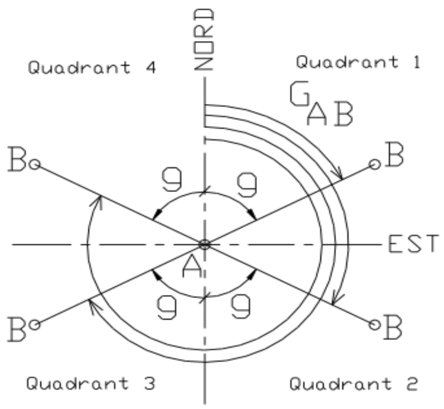
A (10 ; 50) et B (60 ; 10)

$$\Delta E = E_B - E_A = +50$$

$$\Delta N = N_B - N_A = -40$$

$$G_{AB} = \tan^{-1}(50/-40) = -57{,}045 \text{ gon}$$





Quadrant 1 : B est à l'est et au nord de A ($\Delta E > 0$ et $\Delta N > 0$).	$G_{AB} = g$
Quadrant 2 : B est à l'est et au sud de A ($\Delta E > 0$ et $\Delta N < 0$).	$G_{AB} = 200 + g$ (avec $g < 0$)
Quadrant 3 : B est à l'ouest et au sud de A ($\Delta E < 0$ et $\Delta N < 0$).	$G_{AB} = 200 + g$ (avec $g > 0$)

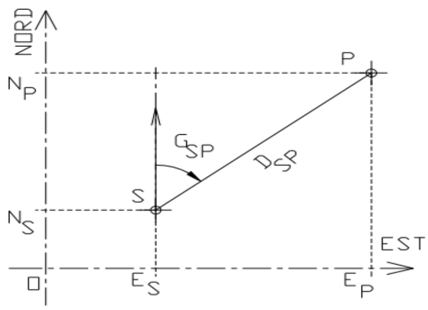
Quadrant 4 : B à l'ouest et au nord de A ($\Delta E < 0$ et $\Delta N > 0$). $\quad$ $G_{AB} = 400 + g$ (avec $g < 0$)

Les valeurs de l'exemple traité précédemment mettent en évidence la nécessité de ce calcul et la vérification de la valeur du gisement de 142,955 gon, correspondant au schéma de la figure précédente.

Utilisation du gisement pour les calculs de coordonnées :

On connaît S (E_S, N_S) et on veut chercher les coordonnées d'un point P rayonné depuis S si l'on peut mesurer la distance horizontale D_{SP} et le gisement G_{SP}. Quel que soit le quadrant, on peut alors calculer les coordonnées du P par les formules suivantes :

$$E_P = E_S + D_{SP} \cdot \sin G_{SP}$$
$$N_P = N_S + D_{SP} \cdot \cos G_{SP}$$



Application

S(680379,84 ; 210257,06) est donné en coordonnées Lambert (m), calculez les coordonnées de P tel que : D_{SP} = 45,53 m et G_{SP} = 172,622 gon.

Réponse

P (680 398,82 ; 210 215,68)