



**Travaux Pratique N°01**  
**Mesures des Angles et des Distances**

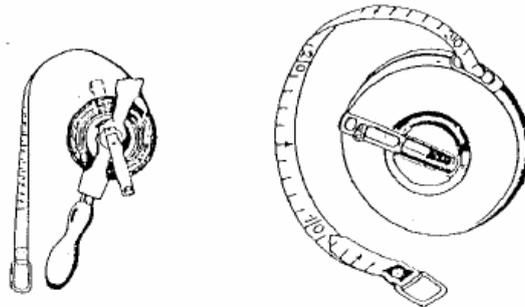
**MESURAGE DIRECT UN ALIGNEMENT COMPRENANT DES POINTS INTERMEDIAIRES**

**Définition :** la distance entre deux points est toujours *ramenée à l'horizontale* soit par calculs, soit par méthode utilisée lors du mesurage. La mesure linéaire s'effectue de trois façons : par la *mesure directe*, par la *mesure indirect* ou par la *mesure électronique*.

**Objectif visé :** Toutes les distances mentionnées sur les plans, sauf Indications particulières, sont des distances horizontales.

- Il importe donc, sur le terrain, de les reporter horizontalement !
- Le report des cotes cumulées (distance de chaque point par rapport à une même origine est de loin préférable, car présentant moins de risques d'erreur, au report des cotes partielles. L'erreur de l'une d'entre elles modifiant la situation des autres points (fig. 1).

**Matériels utilisé :** Un ruban d'acier de 10 à 20 m avec épaisseur de 0.3 à 0.4 mm (Fig. 2)



**Fig. 2**

**Travail demandé :** Mesurer l'alignement AB, dont les points intermédiaires Sont C-D-E (Fig.1)

**Déroulement du TP :**

- soit l'alignement AB
- mesurer en premier lieu les distances partielles A-C, C-D, D-E et E-B;
- mesurer ensuite les cumulées A-C, A-D, A-E et A-B (le point d'origine 0 étant en A) ;
  - à partir de B, faire l'opération inverse ;
  - vérifier les mesures partielles par rapport aux cumulées, ainsi que les cumulées de A vers B et de B vers A.

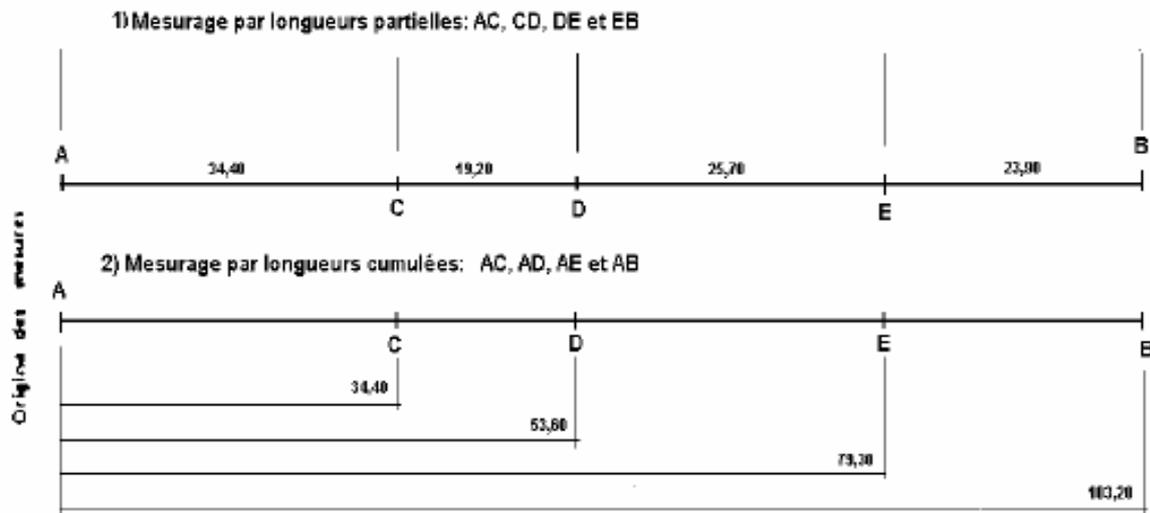


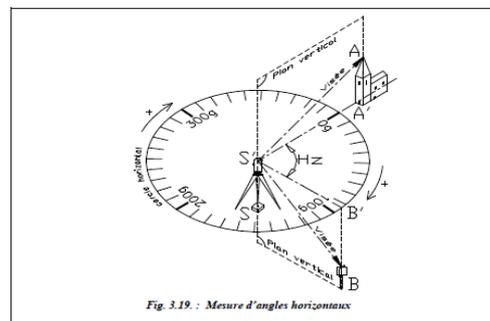
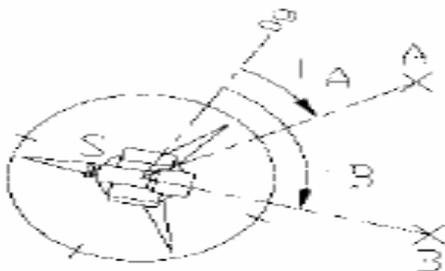
Fig. 1

### Lecture simple des mesures angulaires

Les mesures angulaires gardent l'avantage d'être d'autant plus précises que les portées de mesures sont longues.

**Matériels utilisé :** un théodolite.

$$H_{ZAB} = L_B - L_A$$



Station	points	CG (gr)	CD (gr)
S	1		
	2		
	3		
	1		



**Spécialité Génie Civil**  
**Niveau 3<sup>ème</sup> Année Licence**  
**Module : Topographie 2**

**Travaux Pratique N°02**  
**Polygonation**

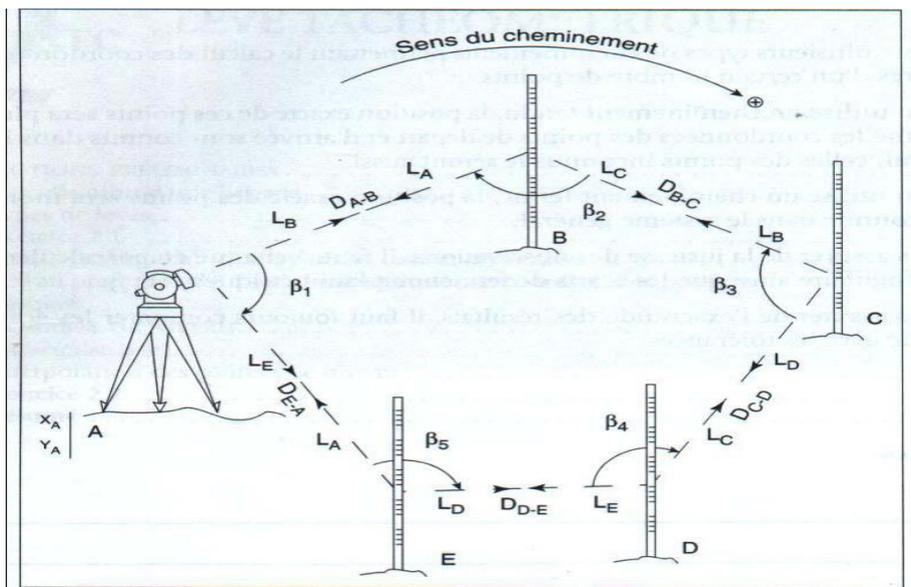
**Définition :** Une ligne polygonale ou polygonation est un ensemble de sommets formant une ligne brisée dont on a pris soin de mesurer les angles ainsi que la longueur des cotés pour ainsi déterminer les coordonnées de chacun de ses sommets.

**But:** L'objectif de ce TP est de déterminer dans un premier temps les coordonnées des points d'un cheminement polygonal en effectuant les mesures angulaire et les mesures de distances entre les points du cheminement, en partant d'un point connu et d'une direction connue de calculer un ensemble de points intermédiaires (ou inconnus),

**Domaine d'application:** On utilise cette méthode souvent pour établir les plans topos.

**Matériels utilisé:** un théodolite pour les mesures angulaire, ruban mètre « chaîne » pour les mesures de distances.

**Calcul des coordonnées rectangulaires d'un cheminement fermé**



**Travail demandé:** à l'aide d'un tachéomètre et accessoires, on vous demande d'effectuer des lectures d'angles et de distances afin de calculer les coordonnées rectangulaires de quatre points (B, C, D et E) à partir d'un point A (Figure ci-dessous). Les coordonnées du point A sont les suivantes: A ( $X_a=5000m$  ;  $Y_a=2000m$ ) ; le gisement de départ  $G^t_{départ}=100gr$ .

**Marche à suivre :**

1. Faites d'abord la **lecture complète** des diverses étapes de ce travail pratique.
2. Faites la mise en station du tachéomètre au point A (horizontalité et verticalité de l'appareil).
3. Visez la mire au point B.
4. Faites la lecture horizontale  $L_B$  et lisez la distance horizontale  $D_{A-B}$  sur la mire.
5. Tournez l'appareil et visez la mire au point E.
6. Faites la lecture horizontale  $L_E$  et lisez la distance horizontale  $D_{A-E}$  sur la mire.
7. Calculez l'angle  $\beta_1$  de la manière suivante :  

$$\beta_1 = L_E - L_B$$
8. Répétez les étapes 2 à 7 pour les stations B, C, D et E.

$\beta_2 = L_A - L_C$
$\beta_3 = L_B - L_D$
$\beta_4 = L_C - L_E$
$\beta_5 = L_D - L_A$

9. Reportez vos résultats dans un tableau de données pour cheminement fermé.

**UTILISATION D'UN TABLEAU**

Pour présenter les résultats du calcul d'un cheminement tendu, on a souvent recours à un tableau (figure 1.18). Celui-ci s'avère clair et pratique, puisqu'il contient uniquement les résultats obtenus aux différentes étapes. Les paragraphes qui suivent expliquent comment remplir ce tableau.

- **Colonne 1 :** Colonne des numéros des stations polygonales qui composent le cheminement (A-1-2-3-4-B). On mentionne, de haut en bas, le point de référence de départ (L), le point de départ du cheminement (A), les points inconnus (1, 2, 3, 4), le point d'arrivée du cheminement (B) et le point de référence d'arrivée (M).
- **Colonne 2 :** Colonne des angles topographiques mesurés sur le terrain. On mentionne devant chaque point l'angle mesuré à ce point. On inscrit, en haut de la colonne, le mot « gauche » si les angles topographiques mesurés sont de gauche, ou le mot « droite » si les angles topographiques mesurés sont de droite.
- **Colonne 3 :** Colonne des gisements. On indique, en haut de la colonne, le gisement du côté L-A. On calcule ensuite les gisements de chaque côté à l'aide de la méthode de transmission des gisements et on les insère entre les points.

**Exemple :**

Gisement du côté A-1 =  $G^t_{A-1} = 25,3716$  gr. On écrit cette valeur dans la colonne 3, au-dessus du trait situé entre le point A et le point 1.

En bas de la colonne, on écrit la valeur du gisement d'arrivée observé entre le point B et le point M ( $G^t_{B-M_{observé}}$ ). En dernier lieu, on reporte la valeur de la fermeture angulaire ( $fa$ )

( $fa = G^t_{B-M_{observé}} - G^t_{B-M_{exact}}$ ) ainsi que la valeur de la tolérance de fermeture angulaire ( $T_\alpha$ ). En

utilisant la valeur de la fermeture angulaire ( $fa$ ), on calcule, sur une feuille séparée, les compensations  $C_{\alpha_1}, C_{\alpha_2}, C_{\alpha_3} \dots C_{\alpha_n}$  et on corrige les gisements. Pour cela, on écrit la valeur du nouveau gisement juste au-dessus de la valeur de l'ancien gisement.

**Exemple :**

$$\text{Gisement } G_{A-1}^t = 25,3716 \text{ gr}$$

$$C_{\alpha_1} = +115 \text{ dmgr}$$

Le gisement compensé aura pour nouvelle valeur :

$$G_{A-1}^t = 25,3716 + 0,0115 = 25,3831 \text{ gr}$$

Il s'écrit de la manière suivante :  $25, \overset{3831}{\cancel{3716}}$

Par la suite, on répète la même opération pour les autres gisements.

- **Colonne 4 :** Colonne des distances. On reporte la valeur de chaque distance entre deux points (exemple :  $D_{A-1} = 20 \text{ m}$ ). On écrit cette valeur au-dessus du trait situé entre le point A et le point 1. Après avoir reporté le reste des valeurs des distances, on calcule la longueur totale du cheminement et on l'écrit en bas de la colonne dans la case réservée à cet effet.
- **Colonne 5 :** Colonne des coordonnées relatives en abscisse ( $\Delta X$ ). On calcule les  $\Delta X$  en appliquant la formule  $\Delta X = D \times \sin G_{\text{compensé}}^t$  et on reporte ces valeurs au-dessus des traits situés entre les différents points. On reporte ensuite la somme des  $\Delta X$  ainsi que la valeur de la fermeture planimétrique  $fx$  en bas de la colonne.
- **Colonne 6 :** Colonne des ajustements planimétriques en abscisse ( $C_{x_1}, C_{x_2} \dots C_{x_n}$ ). En s'appuyant sur la valeur de  $fx$ , on calcule les ajustements planimétriques  $C_{x_1}, C_{x_2} \dots C_{x_n}$  et on reporte leur valeur au-dessus du trait situé entre les points.
- **Colonne 7 :** Colonne des coordonnées relatives en ordonnée ( $\Delta Y$ ). On calcule les  $\Delta Y$  en appliquant la formule  $\Delta Y = D \times \cos G_{\text{compensé}}^t$  et on reporte ces valeurs au-dessus des traits situés entre les différents points. On reporte ensuite la somme des  $\Delta Y$  ainsi que la valeur de la fermeture planimétrique  $fy$  au bas de la colonne.
- **Colonne 8 :** Colonne des ajustements planimétriques en ordonnée ( $C_{y_1}, C_{y_2}, C_{y_3} \dots C_{y_n}$ ). En s'appuyant sur la valeur de  $fy$ , on calcule les ajustements planimétriques  $C_{y_1}, C_{y_2} \dots C_{y_n}$  et on reporte leur valeur au-dessus du trait situé entre les points.



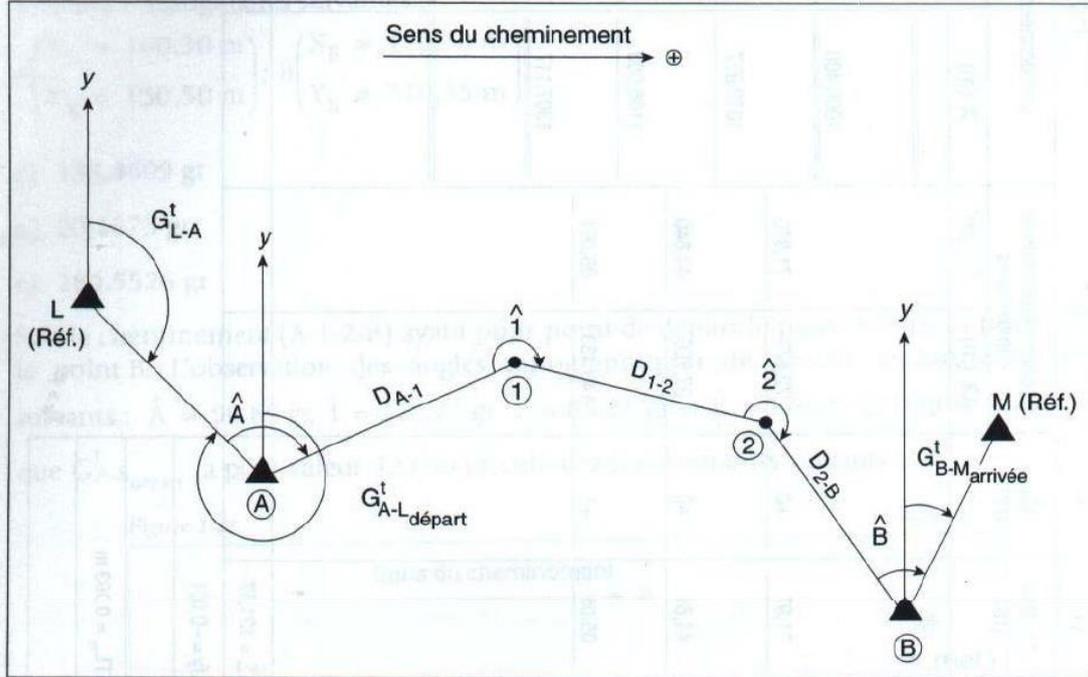
Après avoir fait le calcul de  $fx$  et de  $fy$ , on calcule la valeur du vecteur de fermeture planimétrique ( $F$ ) et on reporte sa valeur au-dessous de  $fx$  et de  $fy$ . On calcule ensuite les tolérances planimétriques en direction  $Td_m$  et en longueur  $TL_m$  ainsi que le vecteur de tolérance de fermeture planimétrique ( $T_F$ ). On reporte leur valeur dans les cases situées au-dessous des cases comprenant la valeur de  $fx, fy$  et  $F$ .

- **Colonne 9 :** Colonne des coordonnées relatives compensées en abscisse et en ordonnée. En utilisant les valeurs des ajustements planimétriques en abscisse  $C_{x_1}, C_{x_2} \dots C_{x_n}$  et en ordonnée  $C_{y_1}, C_{y_2} \dots C_{y_n}$ , on compense les  $\Delta X$  et les  $\Delta Y$ , puis on reporte les valeurs des  $\Delta X_{\text{compensés}}$  et des  $\Delta Y_{\text{compensés}}$  dans la colonne 9, au-dessus des traits situés entre les points.

- **Colonne 10** : Colonne des coordonnées rectangulaires définitives. On effectue le calcul des coordonnées en abscisse (X) et en ordonnée (Y) simultanément en s'appuyant sur les coordonnées du point de départ  $X_A$  et  $Y_A$ . Après chaque calcul, on reporte la valeur de X ou de Y sur le trait situé vis-à-vis du point.

L'exemple qui suit illustre les notions exposées jusqu'ici (figure 1.19).

Figure 1.19 Cheminement tendu (A-1-2-B)



Le cheminement tendu (A-1-2-B) a été observé avec un théodolite dont la précision de la mesure de l'angle est de 0,028 gr. Le gisement connu  $G_{L-A}^t$  est égal à 189,6292 gr. Le gisement d'arrivée exact  $G_{B-M}^t_{\text{exact}}$  est égal à 75,5380 gr. Les angles topographiques de gauche mesurés sur le terrain ont les valeurs suivantes :

$$\begin{aligned} \hat{A} &= 60,6208 \text{ gr} \\ \hat{1} &= 219,7500 \text{ gr} \\ \hat{2} &= 227,6700 \text{ gr} \\ \hat{B} &= 177,8200 \text{ gr} \end{aligned}$$

Les distances horizontales mesurées ont les valeurs suivantes :

$$\begin{aligned} D_{A-1} &= 102,20 \text{ m} \\ D_{1-2} &= 98,40 \text{ m} \\ D_{2-B} &= 140,50 \text{ m} \end{aligned}$$

Les coordonnées du point de départ A et du point d'arrivée B sont :

$$A \begin{pmatrix} X_A = 1006,400 \text{ m} \\ Y_A = 805,500 \text{ m} \end{pmatrix}; B \begin{pmatrix} X_B = 1307,117 \text{ m} \\ Y_B = 927,171 \text{ m} \end{pmatrix}$$

La précision de la mesure d'une distance est  $\sigma_l = 2 \text{ cm}$

Il est possible de compiler les données du calcul d'un cheminement fermé dans un tableau comme celui utilisé dans le cas d'un cheminement tendu. Néanmoins, pour un cheminement fermé, il est impératif d'apporter quelques modifications au tableau de la figure 1.18. Ces modifications se résument comme suit :

1. **Colonne 1 :** Remplacer le point d'arrivée B du cheminement par le point A, qui est en même temps le point de départ et d'arrivée. Remplacer aussi les points de référence L et M par le point de référence du cheminement fermé.
2. **Colonnes 5 et 7 :** En bas de ces colonnes, supprimer les cases réservées aux tolérances planimétriques en direction ( $T_{d_m}$ ) et en longueur ( $T_{L_m}$ ) parce qu'elles sont inexistantes dans le cas du cheminement fermé.

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)		(10)		(11)
Points	Angles (gr)	Gisements (gr)	Distances (m)	$\Delta X$ brut (m)	$C_x$ (mm)	$\Delta Y$ brut (m)	$C_y$ (mm)	$\Delta X$ (m)	$\Delta Y$ (m)	X (m)	Y (m)	Points
L												L
A												A
1												1
2												2
3												3
4												4
B												B
M												M
		$f_a =$	$\Sigma =$	$\Sigma =$		$\Sigma =$						
		$T_{\alpha} =$		$f_x =$		$f_y =$						
				$F =$								
				$T_{d_m} =$		$T_{L_m} =$						
				$T_F =$								



**Spécialité Génie Civil**  
**Niveau 3<sup>ème</sup> Année Licence**  
**Module : Topographie 2**

**Travaux Pratique N°03**

**Tachéométrie (levé de détail par rayonnement)**

**But :** Effectuer le levé planimétrique d'un ouvrage par coordonnées polaires.

**Matériel requis :**

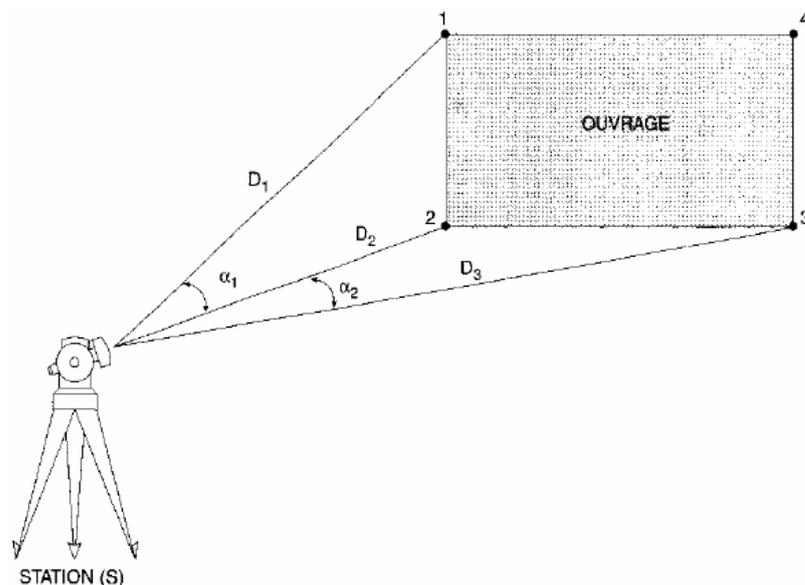
- Tachéomètre et accessoires
- Ruban d'acier
- Jalons
- Piquets

**Mise en situation**

Votre tâche consiste à mesurer et à déterminer précisément, à l'aide d'un tachéomètre, la position des points 1, 2 et 3 d'un ouvrage (calcul des distances et des angles) à partir d'une station connue (figure 3.1)

**Marche à suivre**

1. Faites d'abord la lecture complète des diverses étapes de ce travail pratique.
2. Choisissez un point de repère (point de station) figure 3.1



**Figure 3.1** levé planimétrique d'un ouvrage par coordonnées polaires.

3. Tracez un croquis du site de travail.



**Tous les points levés doivent figurer sur ce croquis à leur place respective et avec leur numéro.**

4. Procédez à la mise en station de l'appareil sur la station choisie (S).
5. Réglez la nivelle de l'appareil à l'aide des vis calantes.
6. Effectuez la mise au point (visibilité de la lecture sur la mire).
7. Visez les points de détail (1, 2, 3) de l'ouvrage avec la lunette de l'appareil utilisé.
8. Notez les valeurs des lectures effectuées sur la mire dans l'ordre suivant :
  - Lecture supérieure ( $L_{sup}$ ) : fil stadimétrique supérieur ;
  - Lecture moyenne ( $L_{moy}$ ) : fil niveleur ;
  - Lecture inférieure ( $L_{inf}$ ) : fil stadimétrique inférieur ;



**Lecture supérieure+lecture inférieure=deux(2) fois la lecture moyenne**  
 **$L_{sup}+L_{inf}=2 L_{moy}$ . Ce contrôle permet de diminuer les fautes de lecture.**

9. Faites la lecture de l'angle vertical (V).



**Certain appareils donnent directement la valeur de l'angle de site (I). Il devient alors facile de calculer l'angle à l'aide de la formule suivante :  $V=100-i$  dans laquelle : i : angle entre le plan horizontal et l'objet visé.**

10. Effectuez le calcul des distances en utilisant la formule suivante :

$$D=100(L_{sup}-L_{inf})\times(\sin V)^2$$

11. Faites la lecture de l'angle horizontale (Hz) sur le cercle horizontal de l'appareil pour chacune des directions.
12. Calculez les angles horizontaux  $\alpha_1$  et  $\alpha_2$  en utilisant la formule suivante :  
 $a=Hz(\text{suivant})-Hz(\text{précédent})$
13. Remplissez le tableau de la figure 3.2
14. Rédigez un rapport technique.

## RÉSUMÉ

- La mesure rapide des distances et des angles s'effectue par levé tachéométrique, réalisé à l'aide d'un tachéomètre.
- Une brigade topographique est habituellement constituée d'un chef de brigade, d'un croquisseur, d'un opérateur, d'un teneur de carnet et d'un ou de plusieurs porte-mire.
- On distingue deux types de levés : le levé planimétrique et le levé altimétrique.
- Le levé planimétrique porte sur :
  - la mesure des distances au sol;
  - la mesure des angles (horizontaux).
- Les méthodes de levé planimétrique les plus simples sont le levé par abscisses et ordonnées et le levé par rayonnement (coordonnées polaires).
- Le levé altimétrique permet :
  - la mesure des altitudes;
  - la mesure des dénivelées.

Tableau 3.1

STATION	Points visés	Lectures			Angle V (gr)	Lecture Angle Hz (gr)	Angle $\alpha$ (gr)*	Distance D (m)
		Sup.	Moy.	Inf.				
<b>S</b>	<b>1</b>	—	—	—	—	—	—	—
	<b>2</b>	—	—	—	—	—	—	—
	<b>3</b>	—	—	—	—	—	—	—

\* Angle horizontal  $\alpha$  = lecture d'angle Hz (suivant) – lecture d'angle Hz (précédent)



**Spécialité Génie Civil**  
**Niveau 3<sup>ème</sup> Année Licence**  
**Module : Topographie 2**

**Travaux Pratique N°04**

**Levée par abscisses et ordonnées.**

**But :** Effectuer le levé de points de détail et faire leur mise en plan.

**Matériel requis :**

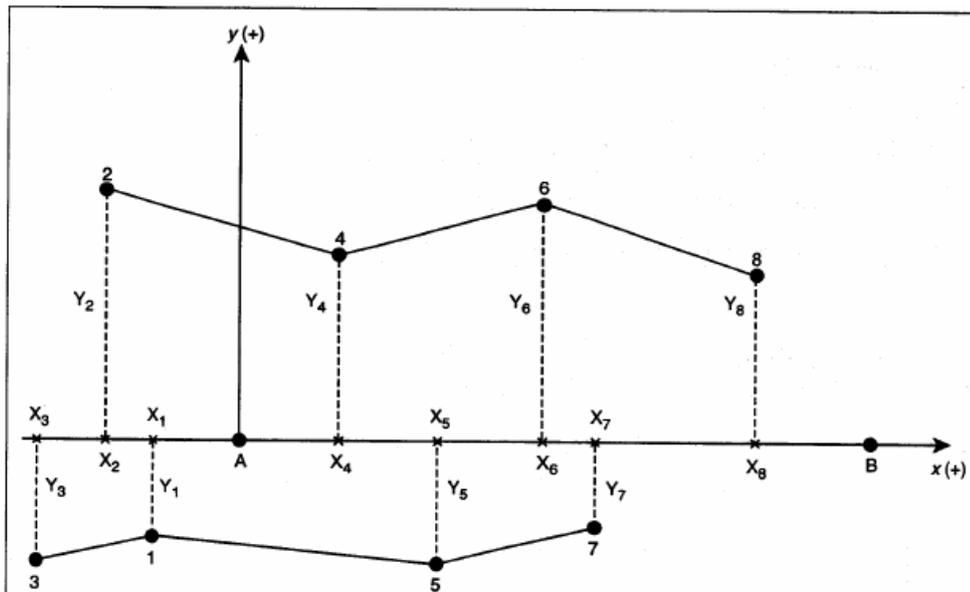
- ruban d'acier
- équerre optique
- jalons
- porte-jalons
- matériel de dessin.

**Mise en station**

Au cours de cet exercice, vous aurez à repérer les points d'appui A et B (figure 4.1) et à installer un jalon sur chacun de ces points. Vous devrez ensuite déterminer les points de projection perpendiculaires aux points de détail 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 et 8 sur la ligne d'opération AB à l'aide de l'équerre optique. Enfin, vous aurez à tracer un croquis sur lequel figurera la position des points de détail.

**Marche à suivre :**

1. Faites d'abord la lecture complète des diverses étapes de ce travail pratique.
2. Planifiez le travail :
  - a) Sélectionnez les outils appropriés.
  - b) Choisissez les postes de chaque membre constituant la brigade.
3. Consultez le croquis du travail à réaliser (figure 4.1)



**Figure 4.1** Croquis de points de détail.

4. Matérialisez la ligne d'opération AB par des jalons.
5. Matérialisez les points de détail 1, 2, 3, etc., par des jalons.
6. Déterminez la projection des points de détail sur la ligne d'opération AB à l'aide de l'équerre optique.
7. Mesurez les distances entre les points projetés et les points d'appui A ou B (abscisses).
8. Mesurez les distances entre la position des points de détail et leur projection sur la ligne d'opération AB (ordonnées).
9. Préparez le travail de dessin :
  - a. Sélectionnez le matériel approprié.
  - b. Choisissez l'échelle du dessin.
10. Reportez :
  - a. La position des points A et B sur la feuille de dessin
  - b. Les distances (abscisses cumulées) sur la ligne d'opération AB (préalablement tracée sur la feuille de dessin) ;
11. Repérez les points de détail 1, 2, 3, etc., apparus après le report des distances et liez-les avec des traits.
12. Tracez le dessin à l'encre.
13. Rédigez un rapport technique.



**Spécialité Génie Civil**  
**Niveau 3<sup>ème</sup> Année Licence**  
**Module : Topographie 2**

**Travaux Pratique N°05**

**Levée quasi-ordonnées et oblique latérales.**

**But :** Effectuer le levé de points de détail et faire leur mise en plan.

**Matériel requis :**

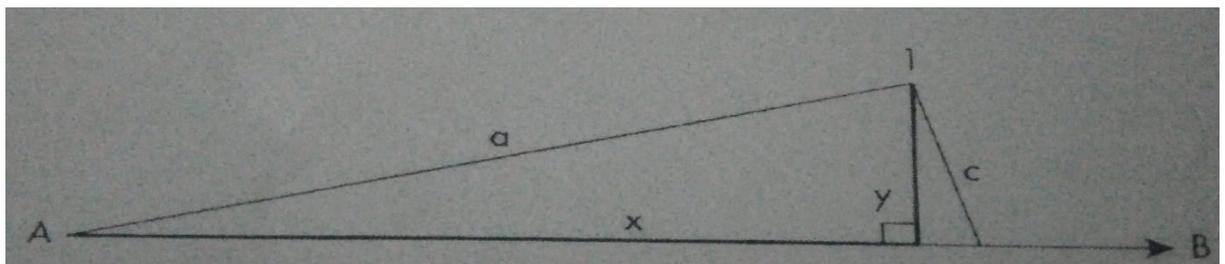
- ruban d'acier
- jalons
- porte-jalons
- matériel de dessin.

**Mise en station**

La méthode consiste à abaisser à vue, sans équerre optique, les quasi-ordonnée (c) correspond à la largeur du trottoir, mesuré au ruban, en parquant leurs pieds à la craie rigoureusement alignés au théodolite sur une ligne d'opération AB situé le plus souvent au bord du trottoir ; cette technique est essentiellement mise en œuvre pour les levés de façades successives voir la figure ci-dessous). Soit X l'abscisse, les opérateurs mesurent au ruban la cote de rattachement a appelée oblique latérale.

**Marche à suivre :**

14. Faites d'abord la lecture complète des diverses étapes de ce travail pratique.
15. Planifiez le travail :
  - c) Sélectionnez les outils appropriés.
  - d) Choisissez les postes de chaque membre constituant la brigade.
16. Consultez le croquis du travail à réaliser (figure 5.1)



**Figure 5.1** Coordonnées et quasi-ordonnée.

17. Matérialisez la ligne d'opération AB par des jalons.
18. Matérialisez les points de détail 1, 2, 3, etc., par des jalons.
19. Déterminez la projection des points de détail sur la ligne d'opération AB à l'aide d'un théodolite
20. Mesurez les distances (a) la cote de rattachement.
21. Mesurez les distances (c) l'oblique latérales.
22. Calculez les coordonnées de points de détail X et Y selon la relation suivante :  
$$X \approx \sqrt{a^2 - c^2} \text{ et } Y \approx c.$$
23. Préparez le travail de dessin :
  - a. Sélectionnez le matériel approprié.
  - b. Choisissez l'échelle du dessin.
24. Reportez :
  - a. La position des points A et B sur la feuille de dessin
  - b. Les distances (a et c) sur la ligne d'opération AB (préalablement tracée sur la feuille de dessin) ;
25. Repérez les points de détail 1, 2, 3, etc., apparus après le report des distances et liez-les avec des traits.
26. Tracez le dessin à l'encre.
27. Rédigez un rapport technique.



**Spécialité Génie Civil**  
**Niveau 3<sup>ème</sup> Année Licence**  
**Module : Topographie 2**

**Travaux Pratique N°06**  
**Implantation**  
**(Implantation par rayonnement, implantation d'un profil)**

**Travail Pratique**

**Implantation par rayonnement**

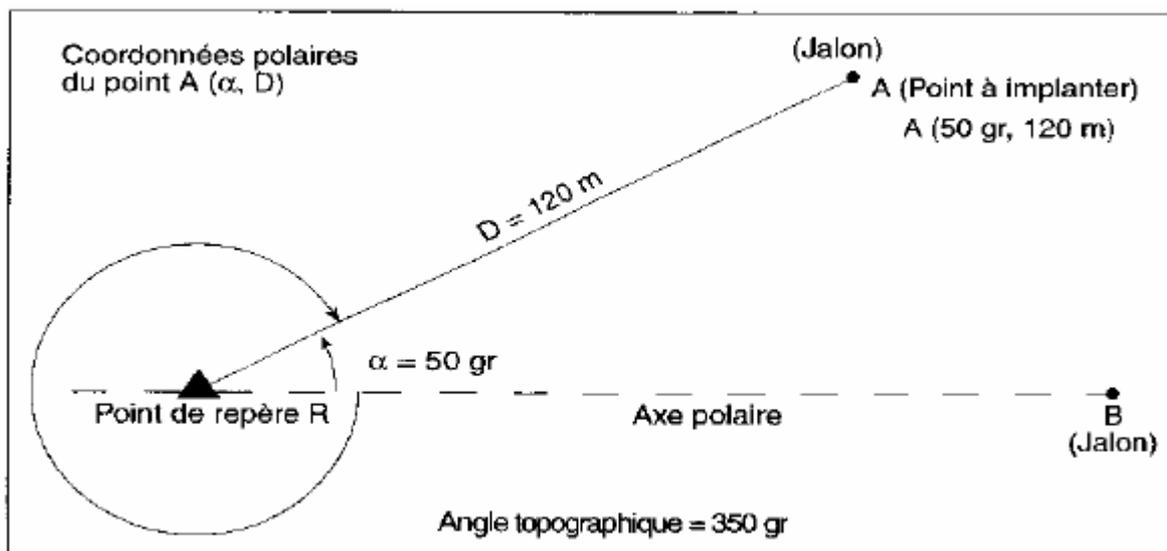
**But:** Matérialiser un point sur le terrain par rayonnement.

**Matériel requis:**

- tachéomètre et accessoires
- ruban d'acier
- jalons
- piquets

**Marche à suivre**

1. Faites d'abord la lecture complète des diverses étapes de ce travail pratique.
2. A l'aide d'un croquis d'implantation, matérialisez la ligne d'opération (RA) en point de repère R comme station de l'appareil topographique et en posant un point B, comme le montre la figure suivante :



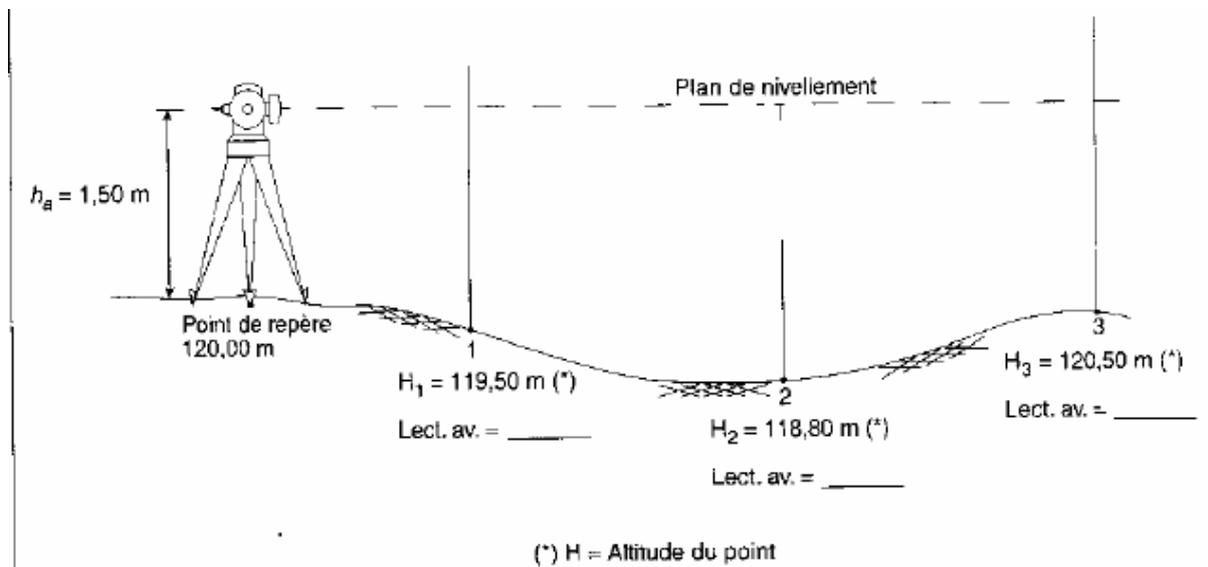
3. Mettez le tachéomètre en station sur le point R.
4. Bloquez le cercle horizontal sur la valeur  $L_0=0.0000\text{gr}$ .
5. Visez le point B à l'aide de la lunette de l'appareil.
6. Libérez la vis de blocage de l'appareil et faites-le tourner jusqu'à ce que la lecture  $L_1=350\text{gr}$ .
7. Matérialisez la direction du point A à l'aide d'un jalon.
8. Reportez la distance horizontale  $RA= 120\text{m}$  à l'aide du ruban d'acier et matérialisez définitivement le point A avec un piquet.



**Lorsque le terrain est accidenté, il est nécessaire d'implanter le point A avec la mire de l'appareil, puisqu'il est impossible de reporter la distance à l'aide du ruban d'acier ou d'une chaîne. A ce moment, l'anneau commutateur du tachéomètre doit être à la position D et la lecture sur mire doit être égale à 1.2 cm.**

### Implantation d'un profil

1. Soit à implanter l'altitude des points d'un profil constituant l'axe d'une route par exemple la figure suivante :



- a/ Décrivez la marche à suivre pour implanter les points de ce profil.
- b/ Calculez les valeurs des lectures avant qui doivent s'afficher sur la mire pour les différents point du profil représenté sur la figure ci-dessus.