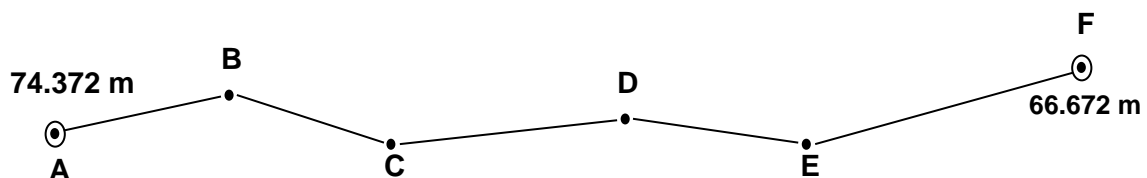


### Exo 1 :

Pour connaître les altitudes de quelques points d'un terrain destiné à la réalisation d'un bâtiment, un topographe a utilisé un théodolite pour cheminement il a trouvé les résultats présentés sur le tableau :

Stations $H_i$ (m)	Points visés	Direct (d) ou inverse (i)	Angles verticaux		Distances horizontales (m)
			$V_G$ (gr)	$V_D$ (gr)	
A 1.53	B	d	98.280	301.740	?
B 1.54	A	i	101.750	298.270	
	C	d	96.850	303.170	47.072
C 1.49	B	i	103.150	296.860	
	D	d	103.200	296.830	61.054
D 1.52	C	i	96.820	303.190	
	E	d	103.480	296.540	59.798
E 1.56	D	i	96.540	303.480	
	F	d	104.140	295.880	82.995
F 1.48	E	i	95.870	304.150	



Sachant que la mire est visée à la même hauteur que l'instrument ( $H_m = H_t$ ), On demande :

1. Calculer la distance horizontale entre les points A et B avec :  
 $L_s = 1.786$  m,  $L_m = 1.530$  m et  $L_i = 1.274$  m
2. Calculer les altitudes des sommets du cheminement, sachant que les altitudes des A et F sont successivement 74.372 m et 66.672 m, la tolérance est  $T = \pm 4.5$  cm.

### Solution :

#### 1) - Le tronçon AB :

- La distance horizontale (A-B) :  $D_{h(A-B)} = 100 \times (L_s - L_i) \times \sin^2 V$

Avec :  $V = [V_G + (400 - V_D)]/2$

$$\rightarrow V_{1(A-B)} = [98.280 + (400 - 301.740)]/2 = 98.270 \text{ gr} \rightarrow i_1 = 100 - 98.270$$

$$\text{et } V_{2(B-A)} = [101.750 + (400 - 298.270)]/2 = 101.740 \text{ gr} \rightarrow i_2 = 100 - 101.740$$

Donc  $i_1' = + 1.730$  gr et  $i_2'' = - 1.740$  gr

$$\rightarrow i_{11} = +1.735 \text{ gr}$$

$$\rightarrow D_{h(A-B)} = 100 \times (L_s - L_i) \times \cos^2 i = 100 \times (1.786 - 1.274) \times \cos^2(1.735)$$
$$D_{h(A-B)} = 51.161 \text{ m}$$

## 2) - Calcul des altitudes des sommets B, C, D et E

### - Le tronçon BC :

$$\rightarrow V_{1(B-C)} = [96.850 + (400 - 303.170)]/2 = 96.840 \text{ gr} \rightarrow i_1 = 100 - 96.840$$
$$\text{et } V_{2(C-B)} = [103.150 + (400 - 296.860)]/2 = 103.145 \text{ gr} \rightarrow i_2 = 100 - 103.145$$
$$\text{Donc } i_1' = + 3.160 \text{ gr et } i_2'' = - 3.145 \text{ gr}$$
$$\rightarrow i_{22} = + 3.152 \text{ gr}$$

### - Le tronçon CD :

$$\rightarrow V_{1(C-D)} = [103.200 + (400 - 296.830)]/2 = 103.185 \text{ gr} \rightarrow i_1 = 100 - 103.185$$
$$\text{et } V_{2(D-C)} = [96.820 + (400 - 303.190)]/2 = 96.815 \text{ gr} \rightarrow i_2 = 100 - 96.815$$
$$\text{Donc } i_1' = - 3.185 \text{ gr et } i_2'' = + 3.185 \text{ gr}$$

$$\rightarrow i_{33} = - 3.185 \text{ gr}$$

### - Le tronçon DE :

$$\rightarrow V_{1(D-E)} = [103.480 + (400 - 296.540)]/2 = 103.470 \text{ gr} \rightarrow i_1 = 100 - 103.470$$
$$\text{et } V_{2(E-D)} = [96.540 + (400 - 303.480)]/2 = 96.530 \text{ gr} \rightarrow i_2 = 100 - 96.530$$
$$\text{Donc } i_1' = - 3.470 \text{ gr et } i_2'' = + 3.470 \text{ gr}$$
$$\rightarrow i_{44} = - 3.470 \text{ gr}$$

### - Le tronçon EF :

$$\rightarrow V_{1(D-E)} = [104.140 + (400 - 295.880)]/2 = 104.130 \text{ gr} \rightarrow i_1 = 100 - 104.130$$
$$\text{et } V_{2(E-D)} = [95.870 + (400 - 304.150)]/2 = 95.860 \text{ gr} \rightarrow i_2 = 100 - 95.860$$
$$\text{Donc } i_1' = - 4.130 \text{ gr et } i_2'' = + 4.140 \text{ gr}$$
$$\rightarrow i_{55} = - 4.135 \text{ gr}$$

## Les Dénivelées $\Delta Z$ : ( $H_t = H_m$ )

$$\triangleright \Delta Z_{AB} = D_h \cdot \text{tgi} ;$$

$$1) D_{h(A-B)} = 51.162 \text{ m}, i_{11} = +1.735 \text{ gr} \rightarrow \Delta H_{AB} = + 1.394 \text{ m}$$

$$2) D_{h(B-C)} = 47.072 \text{ m}, i_{22} = +3.152 \text{ gr} \rightarrow \Delta H_{BC} = + 2.333 \text{ m}$$

$$3) D_{h(C-D)} = 61.054 \text{ m}, i_{33} = - 3.185 \text{ gr} \rightarrow \Delta H_{CD} = - 3.057 \text{ m}$$

$$4) D_{h(D-E)} = 59.798 \text{ m}, i_{44} = + 3.470 \text{ gr} \rightarrow \Delta H_{DE} = - 2.990 \text{ m}$$

$$5) D_{h(E-F)} = 82.995 \text{ m}, i_{55} = - 4.135 \text{ gr} \rightarrow \Delta H_{EF} = - 5.398 \text{ m}$$

### Tableau de nivellement indirect

Stations H <sub>t</sub> (m)	Pts visés	d ou i	V		(i) (gr)	Dh (m)	ΔHi (m)		Alti cal. (m)	C	Alti com. (m)
			V <sub>G</sub> (gr)	V <sub>D</sub> (gr)			+	-			
A 1.53	B	d	98.280	301.740	+ 1.735	51.161	1.394		74.372	2	74.372
B 1.54	A	i	101.750	298.270					75.766		75.768
	C	d	96.850	303.170	+ 1.153	47.072	2.333		78.099	3	78.104
C 1.49	B	i	103.150	296.860					75.042		75.051
	D	d	103.200	296.830	- 3.185	61.054		3.057	72.052	4	72.064
D 1.52	C	i	96.820	303.190					66.654		66.672
	E	d	103.480	296.540	+ 3.470	59.798		2.990		6	
E 1.56	D	i	96.540	303.480							
	F	d	104.140	295.880	- 4.135	82.995		5.398			
F 1.48	E	i	95.870	304.150							
							Σ = 15.172				

#### La compensation :

1- Ecart de fermeture ef : ef = Altitude calculée - Altitude donnée = **66.654 m - 66.672 m = - 0.018 m = - 18 mm**

2- Tolérance T : T = ± 4.5 cm = **- 45 mm**

3- Ecart type σ : σ = ± 1.7√N = - 1.7√5 = **- 3.801 mm**

σ < ef < T : l'écart de fermeture est proportionnelle Δh en valeurs absolues.

$$C_i = [- e_f \times |\Delta h_i|] / \sum |\Delta h_i|$$

$$C_1 = - (- 0.018) \times 1.394 / 15.172 = 1.654 \text{ mm} \approx 2 \text{ mm}$$

$$C_2 = - (- 0.018) \times 2.333 / 15.172 = 2.768 \text{ mm} \approx 3 \text{ mm}$$

$$C_3 = 3.627 \text{ mm} \approx 4 \text{ mm}$$

$$C_4 = 3.547 \text{ mm} \approx 3 \text{ mm}$$

$$C_4 = 6.404 \text{ mm} \approx 6 \text{ mm}$$