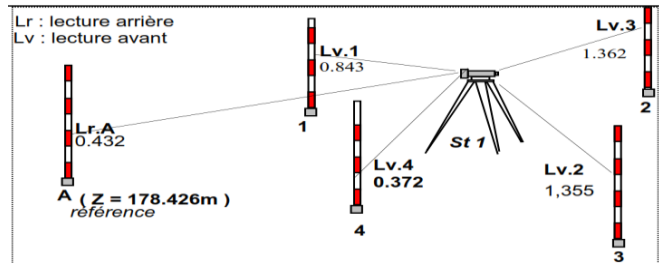


Suite : Nivellement direct et indirect

- Exemple sur le nivellement par rayonnement

Soit à niveler depuis la station st1 quatre points 1, 2, 3 et 4 et le point repère A, déterminer les altitudes des point cités, sachant que l'altitude de A est : $Z = 178.426$ m.

Suivant le schéma on peut dresser le tableau suivant :



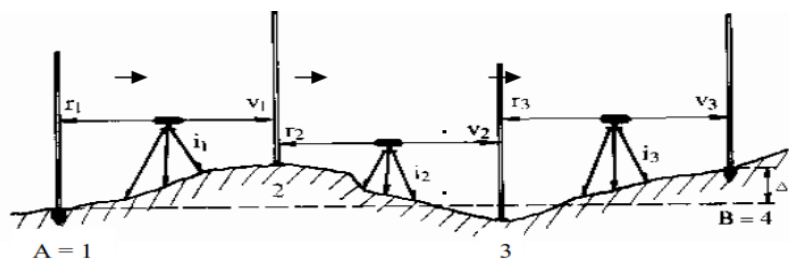
N° point	Fil niveleur (m)		Dénivelée (m)		Altitudes points (m)
	Arrière	Avant	+	-	
A	0.432	/			178.426
1	0.843	0.843		0.411	178.015
2	1.362	1.362		0.519	177.496
3	1.355	1.355	0.007		177.503
4	0.372	0.372	0.983		178.486
A	/	0.432		0.060	178.426

Observation : Altitude du plan de visée PV = $178.426 + 0.432 = 178.858$ m

5.3.3 Nivellement direct par cheminement

Le cheminement altimétrique ou de nivellement est une succession de nivellements simples.

Figure : Succession de nivellement par cheminement



- Cheminement "encadré" :

Part d'un « point origine » connu en

altitude, passe par un certain nombre de points intermédiaires et se referme sur un « point extrémité » différent du point d'origine et également connu en altitude, fermeture et contrôle sur un autre point connu en altitude. (Figure ci- contre).

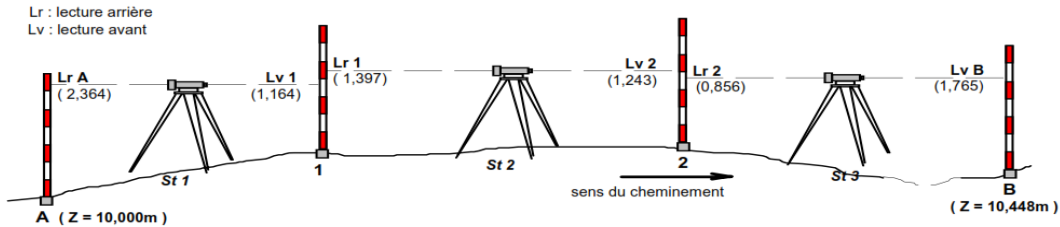


Figure : lectures avant et arrière sur mires

- Cheminement "fermé" :

Ce cheminement constitue une boucle retournant à son point de départ A, fermeture et contrôle sur le point de départ. (Figure ci-contre)

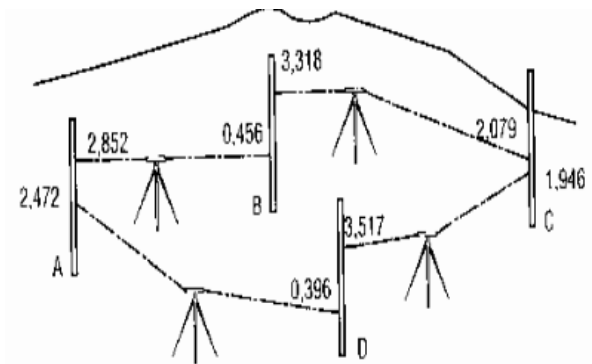


Figure : Lectures sur mires - cheminement fermé

- Cheminement "antenne" :

Lorsque l'on cherche à déterminer l'altitude d'un point extrémité B à partir d'une altitude connue d'un repère A, on effectue généralement un cheminement aller-retour de A vers A en passant par B. Ceci permet de calculer l'altitude de B et de vérifier la validité des mesures en retrouvant l'altitude de A, pas de contrôle possible (Utilisé pour la création d'un nouveau niveau altimétrique de référence).

5.3.3.1 Déroulement d'un cheminement

Etape 1 : Pour chaque station

Lecture sur mire et report sur carnet de levé.

Remarque:

- Après chaque déplacement du niveau le point avant devient point arrière.
- Les lectures des fils stadimétriques permettent un contrôle de la lecture du fil Niveleur.

Etape 2 : Contrôle de la fermeture

Que ce soit en cheminement fermé ou en cheminement encadré, un contrôle de fermeture est indispensable.

A chaque station l'opérateur et le porte mire commettent des erreurs dites accidentelles (erreur de verticalité de la mire, erreur de lecture sur la mire etc.).

Ces erreurs font que la différence d'altitude mesurée sur le terrain et celle calculée à partir des altitudes des points connus sont légèrement différentes :

C'est l'écart de fermeture (ef). Cette différence doit être inférieure à une tolérance pour être acceptée.

Pour un nivellement fermé :

Il suffit de faire la somme de toutes les dénivelées arrière moins la somme de toutes les dénivelées avant.

Pour un nivellement encadré :

C'est la même chose que pour un cheminement fermé, il suffit ensuite de soustraire la dénivelée trouvée (Δ mesurée) à la dénivelée réelle (alt de départ – alt arrivée)

Tolérance de fermeture : $T = \pm 4,6 \times \sqrt{n}$, Avec n: nombre de dénivelées

- Si $ef < T \rightarrow$ Le cheminement est acceptable, Si $ef > T \rightarrow$ Il faut refaire le nivellement

Etape 3 : Calcul des dénivelés

La fermeture du cheminement étant acceptable, il est possible de calculer les dénivelées entre points.

Etape 4 : Compensation du cheminement et calcul des altitudes

Règle de compensation ARRETE DU 21 JANVIER 1980.

3 cas possibles : Calculer l'écart type

Ecart type = $\pm 1,7 \times \sqrt{n}$, Avec n: nombre de dénivelées

CAS 1: si l'écart de fermeture est faible (< à l'écart type), la compensation est effectuée proportionnellement aux dénivelées.

$C_i = \frac{-ef}{N}$ <p><i>ef</i> : écart de fermeture, n : nombre de dénivelées = nombre de stations.</p>

Il suffit d'ajouter ou de retrancher « c », suivant son signe, à chaque dénivelée.

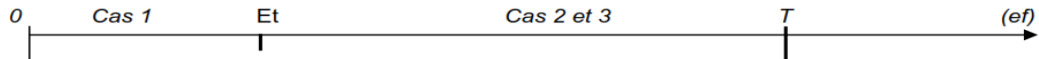
CAS 2 : l'écart de fermeture est compris entre l'écart type et la tolérance (écart type < ef < tolérance) et **on a relevé les fils stadimétriques** supérieurs et inférieurs.

La compensation est proportionnelle à la longueur du cheminement
$C_i = \frac{-ef}{\sum d_i} \times d_i$ avec d_i distance partielle

CAS 3 : l'écart de fermeture est compris entre l'écart type et la tolérance (écart type < ef < tolérance) mais **on n'a pas relevé les fils stadimétriques** supérieurs et inférieurs.

La compensation est proportionnelle à la dénivelée totale du cheminement.

$$Ci = \frac{-ef}{\sum |\Delta h_i|} \times |\Delta h_i| \text{ avec } |h_i| \text{ dénivelée entre 2 points}$$



• **Compensation :**

- Si E_f est inf à la tolérance, il faut compenser les dénivelées pour obtenir un écart nul.
- Si les portées sont équivalentes, alors la compensation est répartie également sur l'ensemble du cheminement, si les portées sont différentes, alors la compensation est proportionnelle à chaque portée.

• **Arrêté du 21/01/80 :**

Précise les tolérances applicables au nivellement (tableau ci-contre). L est la longueur totale du parcours en kilomètre. « N » nombre de dénivelées. « n » est le nombre de dénivelées au kms. ($n = N/L$). La valeur limite $n = 16$ correspond à un cheminement dont la distance moyenne entre points est de 62,50 m soit une portée moyenne d'environ 30 m. Cette valeur est la limite sup. autorisée en nivellement de haute précision.

Tolérance $T_{\Delta H}$ en mm	$N \leq 16$	$N \geq 16$
Ordinaire	$4\sqrt{36L + L^2}$	$\sqrt{36N + N^2}/16$
Précision	$4\sqrt{9L + L^2}$	$\sqrt{9N + N^2}/16$
Haute précision	$8\sqrt{L}$	$2\sqrt{N}$

5.3.3.2 Applications sur les cheminements simples