

Chapitre VII: Nivellement direct et indirect.

1. Généralités

Le **nivellement** est l'ensemble des opérations qui permettent de déterminer des altitudes et des dénivelées.

L'**altitude** d'un point est la distance en mètre par rapport à une surface de niveau zéro.

Le nivellement peut s'effectuer selon trois procédés qui sont par ordre de précision décroissant:

- le nivellement direct ou géométrique;
- le nivellement indirect ou trigonométrique;
- le nivellement barométrique.

2. Le nivellement direct

Le nivellement direct s'appuie exclusivement sur des visées horizontales. En général, il est exécuté avec un niveau (figure 1). Les niveaux sont classés en trois catégories dont chacune correspond à des besoins différents, et à des méthodes appropriées.

- niveau de précision pour le nivellement direct de haute précision;
- niveau d'ingénieur pour nivellement direct de précisions;
- niveau de chantier pour le nivellement direct ordinaire.



Figure 1 – Niveau (NAK20 de Leica).

2.1. Principe du nivellement direct

Le principe consiste à déterminer la "**dénivelée** ΔH_{AB} " entre deux points **A** et **B** à l'aide d'un "**niveau**", et d'une échelle verticale appelée "**mire**". Le niveau est

constitué d'une optique de visée tournant autour d'un axe principale (axe vertical): il définit donc un plan de visée horizontal (figure 2).

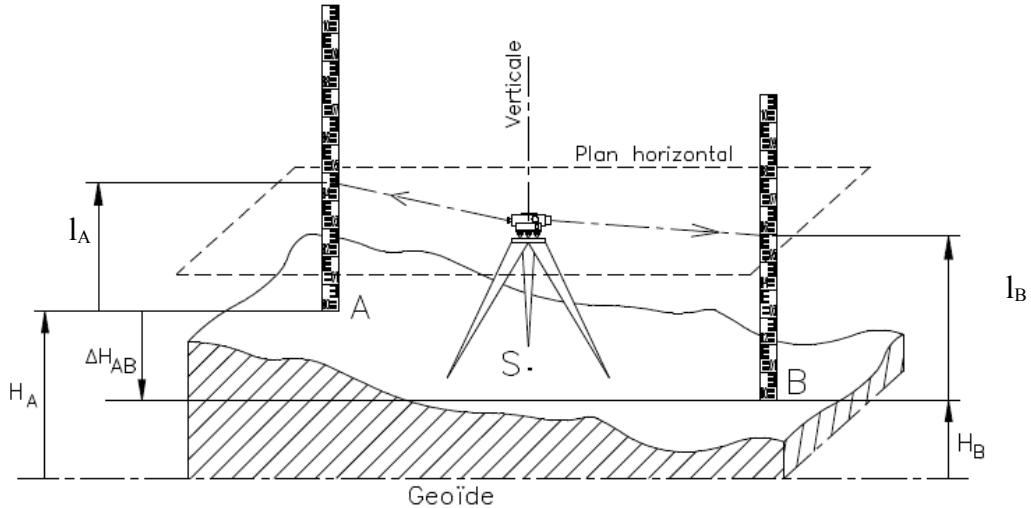


Figure 2 – Principe de base de nivellement direct

$$\Delta H_{AB} = l_A - l_B$$

l_A et l_B : lectures en mire en A et en B.

On emploie aussi l'expression de nivellement géométrique qui traduit le fait que les mesures obtenues sont des longueurs de mire:

$$H_A + l_A = H_B + l_B \quad \Leftrightarrow \quad H_B = H_A + \Delta H_{AB}$$

L'altitude de B est égale à l'altitude A plus la dénivellée prise algébriquement avec son signe.

2.2. Nivellement simple

$$H_B = H_A + \Delta H_{AB}$$

Avec:

H_A : altitude connue;

H_B : altitude inconnue;

ΔH_{AB} : la dénivellée entre les deux points A et B.

2.3. Nivellement composé ou par cheminement

Lorsque les points A et B sont trop éloignés ou lorsque la dénivellée est supérieure à la longueur de la mire, on est obligé de faire plusieurs stations; déterminants ainsi plusieurs points intermédiaires.

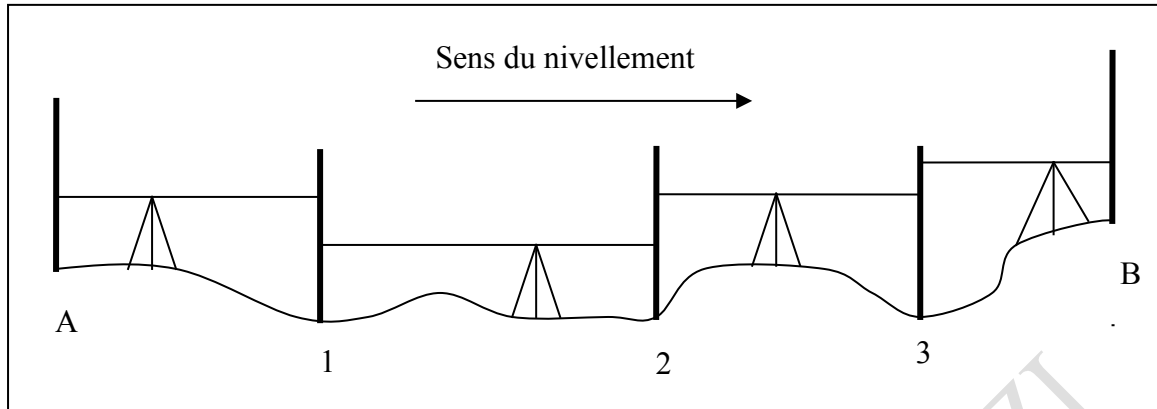


Figure 3 – Nivellement par cheminement.

$$H_B = H_A + [(l_A - l_{1av}) + (l_{1ar} - l_{2av}) + (l_{2ar} - l_{3av}) + (l_{3ar} - l_B)]$$

D'où:

$$H_B = H_A + \sum \Delta H$$

Avec:

l_{iar} : lecture arrière du point i selon le sens du nivellement;

l_{iav} : lecture avant du point i selon le sens du nivellement;

2.4. Nivellement par rayonnement

À partir d'une station, on détermine les altitudes des différents points par rapport à un repère connu R.

Les observations et les calculs sont présentés sous forme de tableau avec vérification obligatoire de calculs des altitudes.

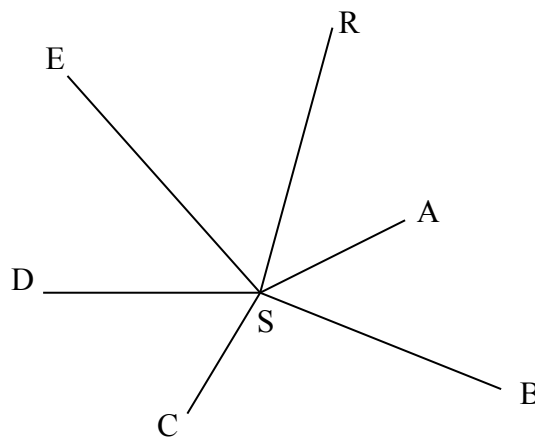


Figure 4 – Nivellement par rayonnement.

3. Contrôle

Pour assurer un contrôle des observations et des calculs, il faut avoir une fermeture dite: "**fermeture linéaire**" (Fl).

La différence entre l'altitude mesurée du point B (*pratique*) et l'altitude vraie de B (*théorique*) est appelée "**écart de fermeture**" ou "**fermeture linéaire**".

On peut admettre:

- 1) si $Fl \leq \sigma$, la compensation est proportionnelle au nombre de dénivelées.
- 2) si $\sigma \leq Fl \leq Fl_{adm}$, la compensation est proportionnelle à la longueur des nivelées.

Avec Fl_{adm} est la fermeture linéaire (*écart de fermeture*) admissible.

4. Nivellement indirect avec un théodolite optico-mécanique

Sur de très courtes portées ($D_h \leq 100$ m), on peut effectuer un nivellement indirect avec un théodolite optico-mécanique, une chaîne et une mire. La précision obtenue est médiocre mais peut être suffisante dans certains cas, par exemple, pour le calcul d'altitudes approchées pour avant-projet de terrassement.

Il existe deux méthodes de nivellement indirect:

- Nivellement indirect trigonométrique;
- Nivellement indirect géodésique.