

## MODES OPERATOIRES

Les modes opératoires de nivellement ont connu une évolution notable avec l'utilisation de véhicules et l'apparition de mires à code-barres.

On appelle méthodes opératoires ou mode opératoires, les différentes techniques de mesures de nivellement alliant le processus et le matériel mis en œuvre.

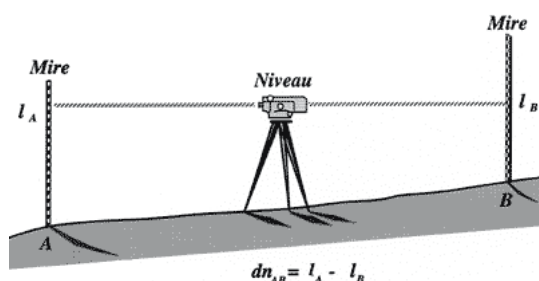
### Méthodes

La précision que l'on peut attendre d'un nivellement géométrique dépend du matériel utilisé et des méthodes mises en œuvre (nivellement géométrique ou nivellement trigonométrique).

Il existe d'autres méthodes opératoires : nivellement barométrique, nivellement hydrostatique et nivellement par satellite.

### *Nivellement géométrique*

Le **nivellement géométrique** appelé également nivellement par visées horizontales ou nivellement direct se pratique habituellement à pied (nivellement classique). Le **N**ivellement **G**éométrique **M**otorisé (**NIGEMO**) est un nivellement auto-porté. Le procédé est identique au nivellement classique, les seules différences découlant de l'utilisation des véhicules.



### La nivelée

L'opération élémentaire s'appelle une nivelée et consiste à mesurer la différence de hauteur ou dénivellée ( $dn$ ) entre les points A et B.

Une mire (règle graduée tous les centimètres) est tenue verticalement par un porte-mire sur les points A et B.

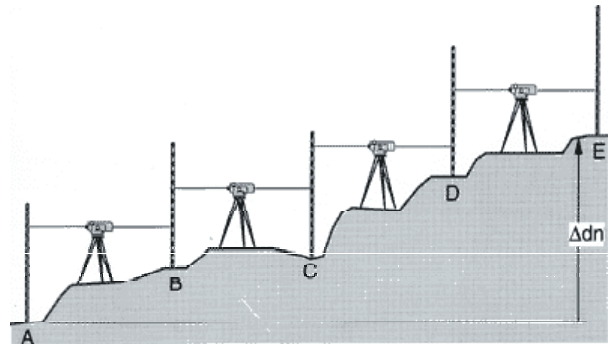
Un niveau (appareil qui permet de matérialiser une ligne de visée horizontale) est mis en station sur un trépied à mi-distance des 2 mires.

L'opérateur dans la lunette du niveau, va successivement lire sur la mire située en A (mire arrière), puis en B (mire avant). La dénivellée résulte de la différence des lectures. Pour minimiser les erreurs systématiques, la longueur d'une nivelée ne dépasse pas en général 80 m.

## Le cheminement

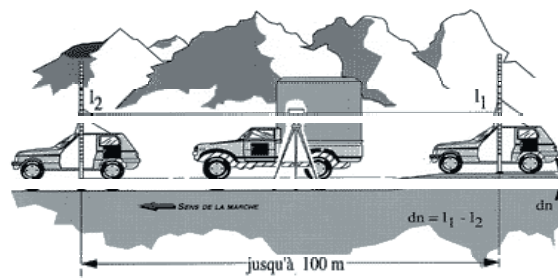
Lorsque la distance séparant 2 points à niveler est trop grande, on procède par cheminement, ensemble de nivelées qui vont se succéder de la façon suivante :

L'opérateur déplace le niveau d'une certaine distance en avant du porte-mire avant de la nivelée 1, qui fait demi-tour sur place et devient porte-mire arrière de la nivelée 2.



## Nivellement GEométrique MOtorisé (NIGEMO)

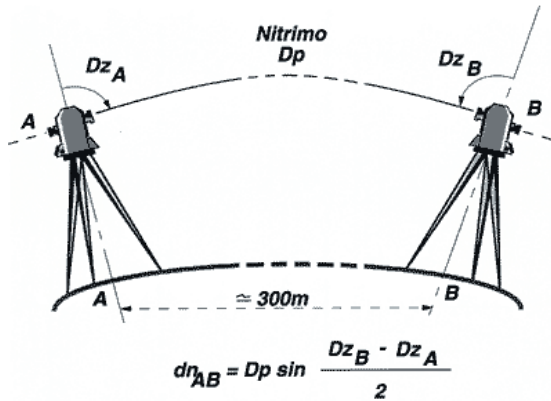
Cette méthode a été mise en œuvre à l'IGN. Le principe est le même, mais trois véhicules sont utilisés : un véhicule niveleur type "pick-up" dont la plateforme est aménagée de façon que le niveau fixé sur le trépied spécial soit indépendant de celle-ci pendant les observations et deux véhicules porte-mire équipés d'un dispositif mécanique permettant de poser la mire sur un support intermédiaire mobile et de la rendre verticale.



Par rapport au nivellement classique à pied, le NIGEMO est plus précis pour les raisons suivantes :

- la ligne de visée est plus haute (2,2 m contre 1,6 m) donc moins sensible à la réfraction, le gradient thermique dans les couches d'air plus homogène.
- Le trépied plus lourd est plus stable.
- Un dispositif mécanique permet de maintenir les mires verticales.
- Le niveau est protégé du soleil par une bâche.
- Les déplacements sont plus rapides.

## Nivellement trigonométrique



Le **nivellement trigonométrique** est appelé également nivellement indirect ou nivellement géodésique ou tachéométrique. La différence de hauteur entre deux points est obtenue par la mesure, à l'aide d'un théodolite, d'un angle (distance zénithale) et par la mesure de la distance séparant les 2 points. L'IGN a motorisé cette méthode : il s'agit du Nivellement **TRI**gonométrique **MO**torisé (**NITRIMO**).

## Matériel

Cette réalisation nécessite un matériel spécifique, faisant l'objet de contrôle particulier lors de son utilisation, associé à des méthodes opératoires définies.

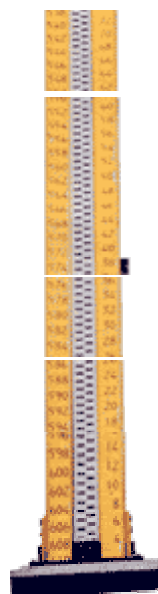
Ce matériel est le suivant :

- des niveaux et leurs mires pour le nivellement géométrique :



**Une paire de mire pour chaque type de niveau**, équipée chacune de deux nivelles permettant d'assurer et de contrôler la verticalité de la mire et d'un ruban invar sur lequel sont reproduits, soit deux échelles centimétriques décalées l'une par rapport à l'autre d'une quantité constante, soit pour les niveaux numériques, un code barre. Le métal invar a été choisi en raison de son faible coefficient de dilatation.

**Le niveau de précision opto-mécanique**, équipé d'un dispositif de lecture appelé " micromètre à lame à faces parallèles ", permettant de lire sur la mire le dixième de millimètre. Le niveau utilisé est généralement un niveau automatique (WILD NA2, Zeiss NI2) équipé d'un dispositif appelé système compensateur " donnant automatiquement une ligne de visée horizontale même si la lunette est légèrement inclinée



**Le niveau de précision numérique** (Leica NA3003, Zeiss DINI10), la partie opto-mécanique est la même que pour les appareils précédents mais un capteur électronique, installé dans l'instrument, saisit la valeur codée sur la mire et l'adresse au calculateur intégré pour exploitation permettant de mesurer, calculer, mémoriser, et exploiter les résultats.

**Le support mobile de mire ou " crapauds "** : Pièce métallique plate possédant 3 plots sous sa partie inférieure assurant un contact stable avec le sol et une pastille hémisphérique sur la partie supérieure sur laquelle la mire sera maintenue verticale pendant les lectures.



- Un tachéomètre pour le nivellement trigonométrique :



Le **tachéomètre** utilisé est équipé d'un distancemètre d'un prisme et d'une cible, afin de déterminer la dénivelée entre deux points par des visées simultanées et réciproques...

- Un trépied en bois

- Un carnet de terrain :

Papier ou micro-ordinateur pour noter les observations, manuellement ou automatiquement, celles-ci pouvant être enregistrées automatiquement dans une mémoire (niveau numérique).