



**République Algérienne Démocratique et Populaire**  
**Ministère de l'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**  
**Centre Universitaire Abdelhafid Boussouf Mila**



**Matière : Topographie 1**

Présenté par : Taleb Hosni  
Abderrahmane

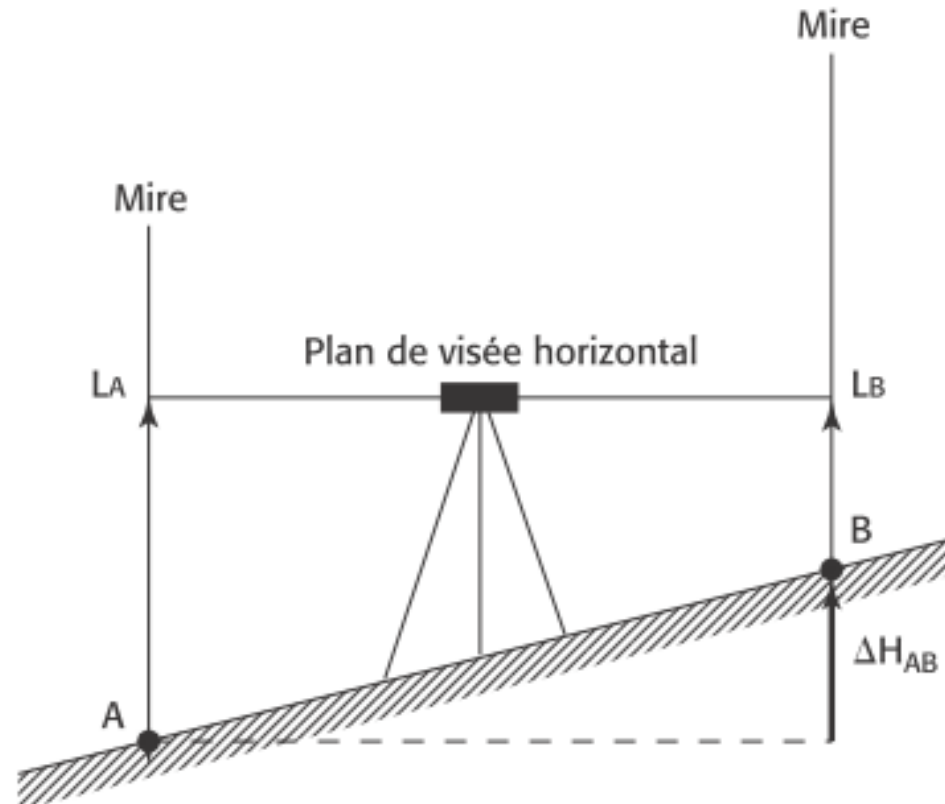
2 ème année 'LMD' Génie Civil  
Hydraulique

Année universitaire 2019/2020

## NIVELLEMENT

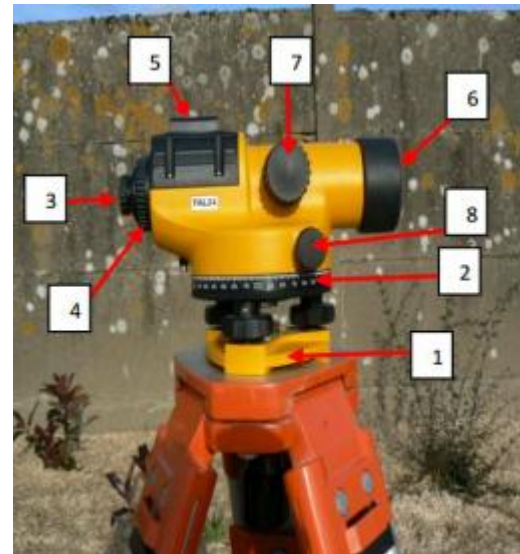
**Nivellement:** est l'ensemble des opérations qui permettent de déterminer des **altitudes** et des **dénivelées**  $\Delta H_{AB}$  (différences d'altitudes).

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



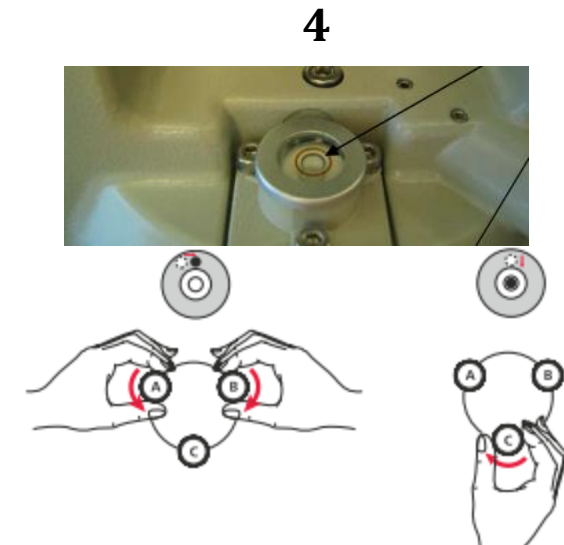
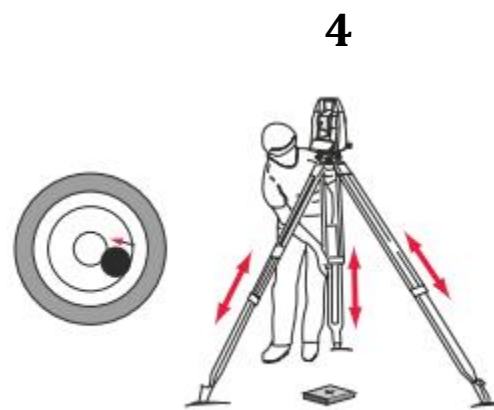
## Matériels utilisés en nivellement

- NIVEAU
- LES MIRES
- TREPIED



## Mise en station du niveau de chantier à visée optique

- 1 Installer le trépied correctement : - Plateau horizontal et - à l'aplomb du point
- 2 Placer le niveau de chantier sur la platine du trépied et serrer la vis à pompe sans la bloquer: le niveau doit pouvoir bouger librement sur la platine,
- 3 Accrocher le fil à plomb au niveau de chantier,
- 4 Positionner le niveau sur le point de station : à l'aide de la nivelle sphérique et des vis calantes, positionner la bulle de la nivelle dans le cercle
- 5 Ajuster la netteté du réticule en agissant sur la vis de netteté du réticule



### Lectures sur mire

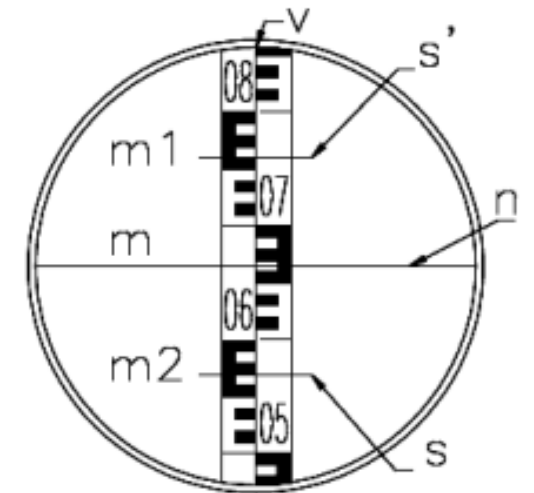
La mire est une échelle linéaire qui doit être tenue verticalement (elle comporte une nivelle sphérique) sur le point intervenant dans la dénivelée à mesurer. La précision de sa graduation et de son maintien en position verticale influent fortement sur la précision de la dénivelée mesurée. La mire classique est généralement graduée en centimètre. La chiffraison est souvent en décimètre. Le réticule d'un niveau est généralement constitué de quatre fils :

Le fil stadimétrique **supérieur** ( $s'$ ), qui donne une lecture  $m_1$  sur la mire;

Le fil stadimétrique **inférieur** ( $s$ ), qui donne la lecture  $m_2$  sur la mire ;

Le fil **niveleur** ( $n$ ), qui donne la lecture  $m$  sur la mire ;

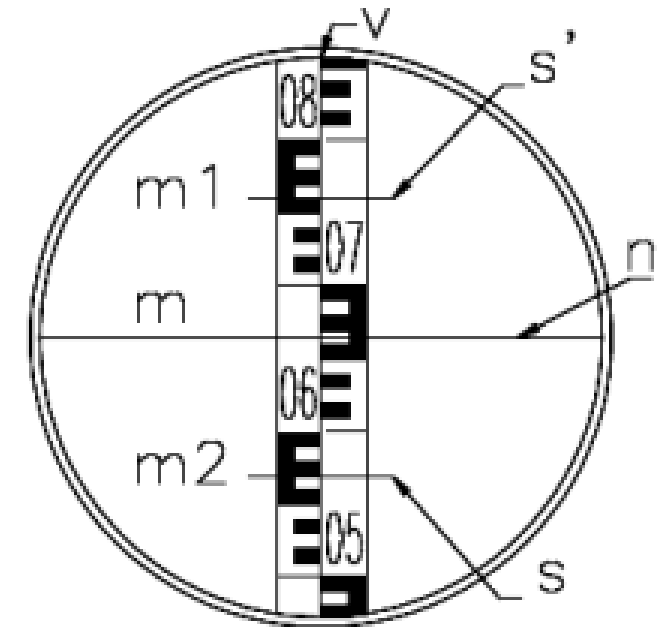
Le fil **vertical** ( $v$ ), qui permet le pointé de la mire ou d'un objet.



Réticule de visé

La lecture sur chaque fil est estimée visuellement au millimètre près (6,64 dm sur la figure, fil niveleur). Les fils stadimétriques permettent d'obtenir une valeur approchée de la portée. Pour chaque lecture, il est judicieux de lire les trois fils horizontaux de manière à éviter les fautes de lecture: on vérifie en effet, directement sur le terrain, que:  $(m1 + m2)/2$  Par exemple, sur la figure :

$$6,64 \text{ dm} = (5,69 + 7,60)/2.$$



Réticule de visé

Le nivellement peut s'effectuer selon deux procédés qui sont :

- le nivellement direct ou géométrique
- le nivellement indirect ou trigonométrique

### LE NIVELLEMENT DIRECT

**Le nivellement direct:** s'appuie exclusivement sur des visées horizontales. En général, il est exécuté avec un niveau. 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.

**Remarque:** Nous avons 3 types de nivellement direct dans ce chapitre

## Principe du nivellement direct

Le principe consiste à déterminer la "dénivelée"  $\Delta H_{AB}$  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 suivante).

**Dénivelée = lecture arrière - lecture avant**

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

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

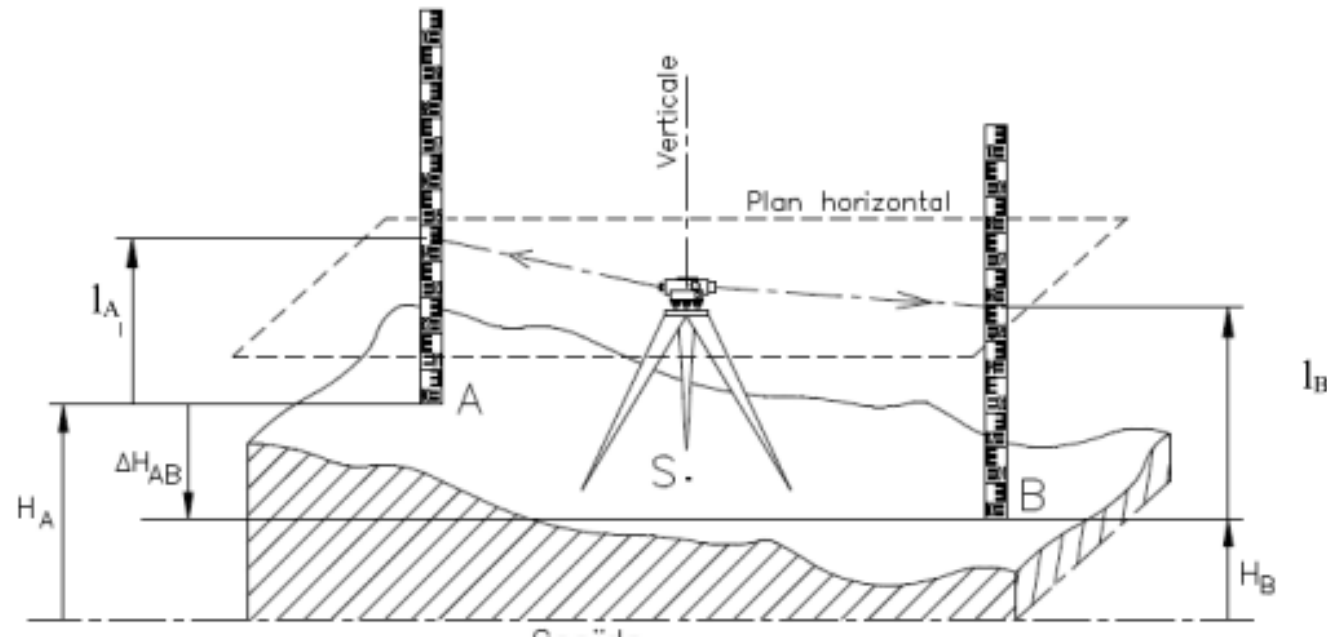
On emploie aussi l'expression de nivellement géométrique qui traduit le fait que les mesures obtenues sont des longueurs de mire:

$$H_A + l_A = H_B + l_B$$

$\Leftrightarrow$

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

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



Principe de base de nivellement direct



### 1. Nivellement simple

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

Avec:

$H_A$ : altitude connue;

$H_B$ : altitude inconnue;

$\Delta H_{AB}$ : la dénivelée entre les deux points A et B.

Cas particuliers de cheminements

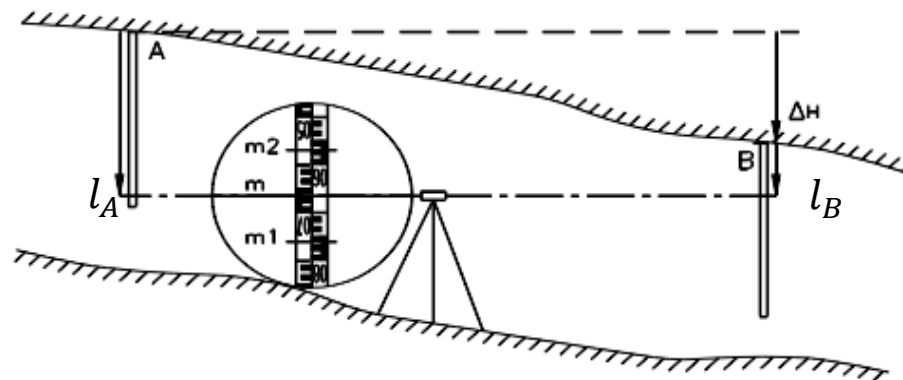
Points au-dessus du plan de visée

En nivellement souterrain, il arrive que les points à niveler soient situés au-dessus du plan de visée (figure suivante).

Le porte-mire appuie la mire sur le point situé au-dessus du plan de visée : la mire est à l'envers. L'opérateur lit toujours sur les fils (s, n et s'), dans le sens de la chiffration de la mire. Pour retrouver la convention adoptée

(**Dénivelée = lecture arrière - lecture avant**), il suffit de considérer que les lectures faites avec une mire tenue à l'envers sont négatives. Elles seront donc précédées d'un signe moins sur le carnet de nivellement, ce qui permettra de surcroît de les différencier des autres dans le cas où l'on vise alternativement des points situés en dessus ou en dessous du plan de visée. Si l'on progresse de A vers B (figure suivante), on peut écrire :

$$H_B = H_A + \Delta H_{AB} = H_A + (l_A - l_B)$$



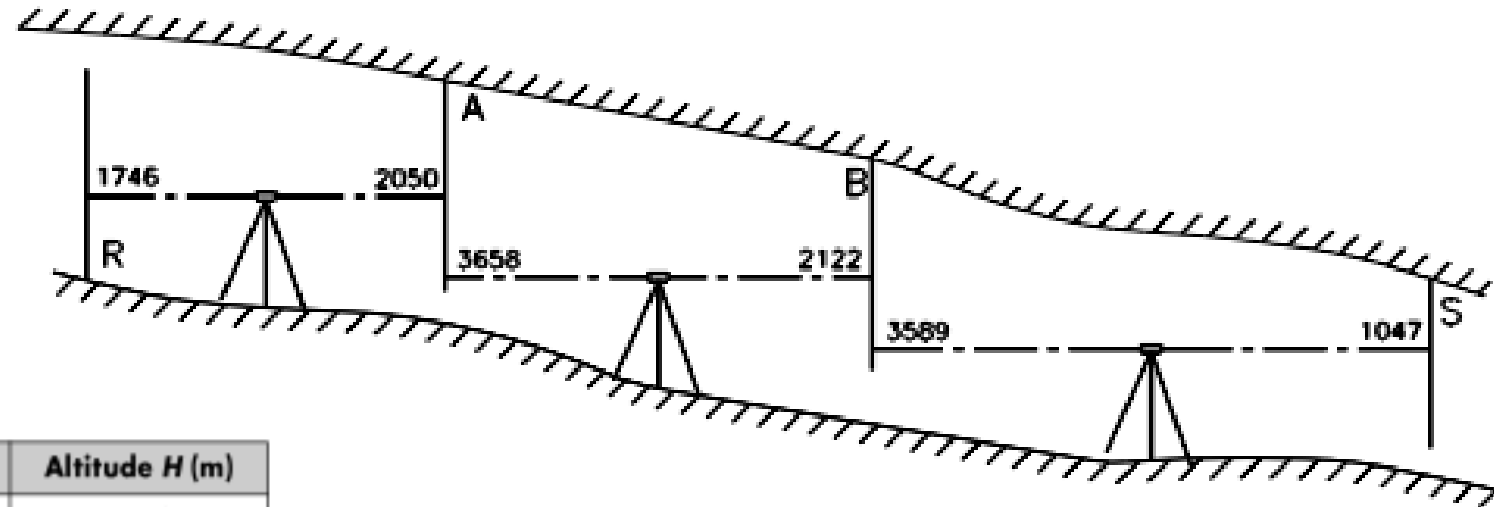
Nivellement en tunnel

Points alternativement en dessus ou en dessous du plan de visée

Exemple

Quelle est l'altitude du point **S** si celle de la référence **R** est de 23,840 m

Solution



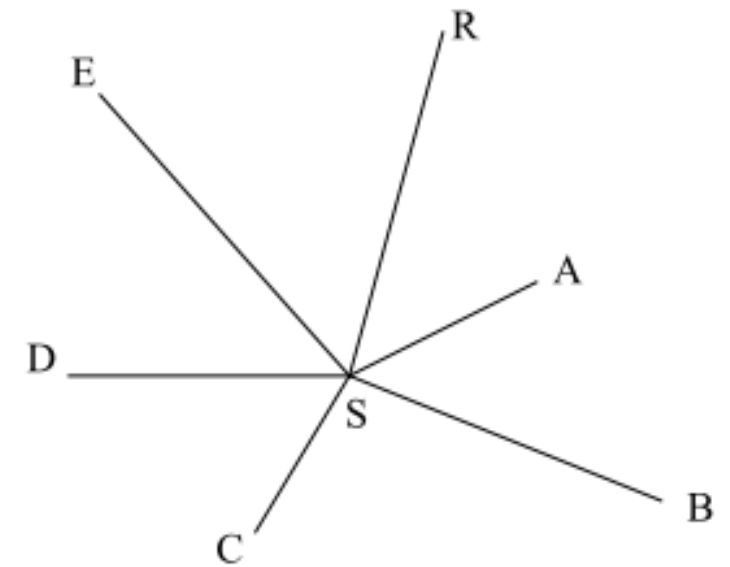
Cheminement en tunnel

Points	<i>m</i> arrière (mm)	<i>m</i> avant (mm)	Dénivelée $\Delta H$ (mm)	Altitude <i>H</i> (m)
<b>R</b>	1 746			23,840
			3 796	
<b>A</b>	-3 658	-2 050		27,636
			-1 536	
<b>B</b>	-3 589	-2 122		26,100
			-2 542	
<b>S</b>		-1 047		23,558

## 2. Nivellement par Rayonnement

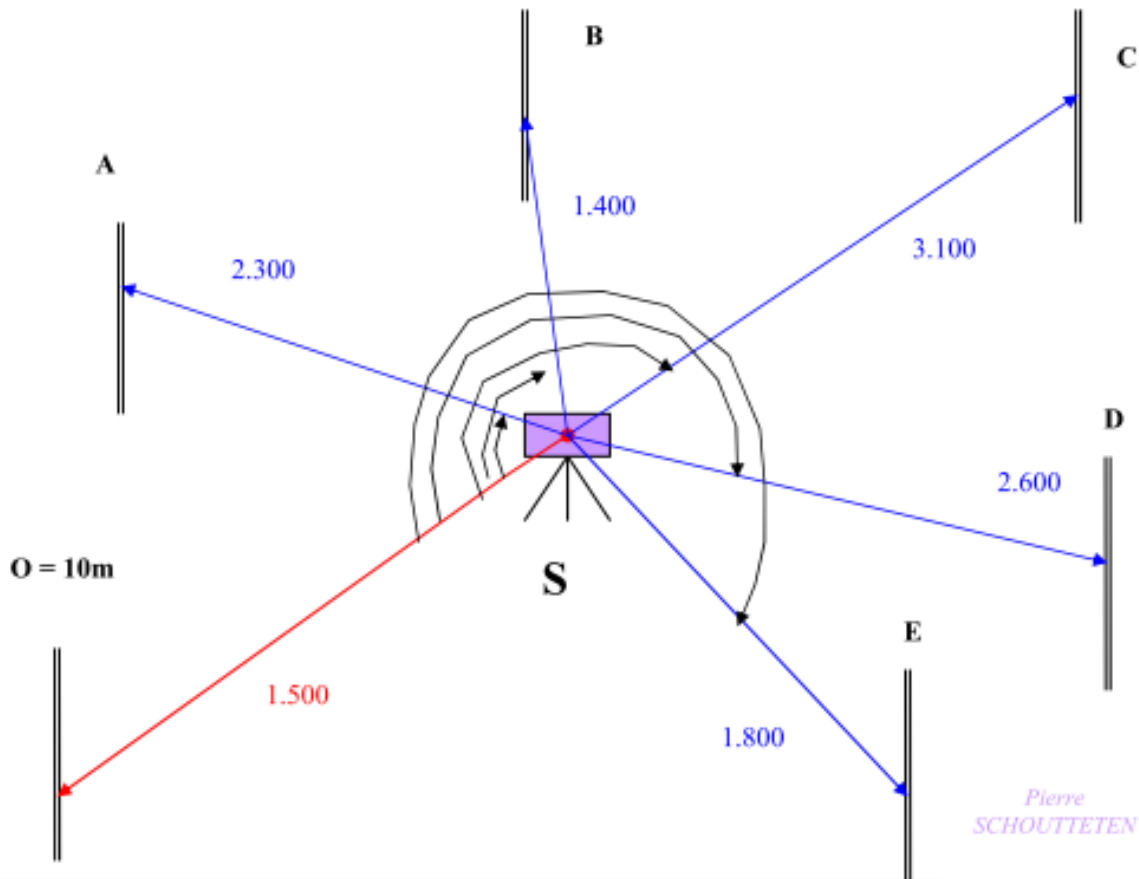
À partir d'une station, on détermine les altitudes des différents points par rapport à un repère connu R.

Les observations et les calculs sont présentés sous forme de tableau.



Nivellement par rayonnement.

## Exemple: Nivellement par Rayonnement



## Solution

Stations	Points	FN arrière	FN avant	Différence +	Différence -	Hauteur réelle
S1	O	1.500				10.00 m
	A		2.300		-0.800	9.20 m
	B		1.400	+0.100		10.10 m
	C		3.100		-1.600	8.40 m
	D		2.600		-1.100	8.90 m
	E		1.800		-0.300	9.70 m

### 3. Nivellement par Cheminement

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

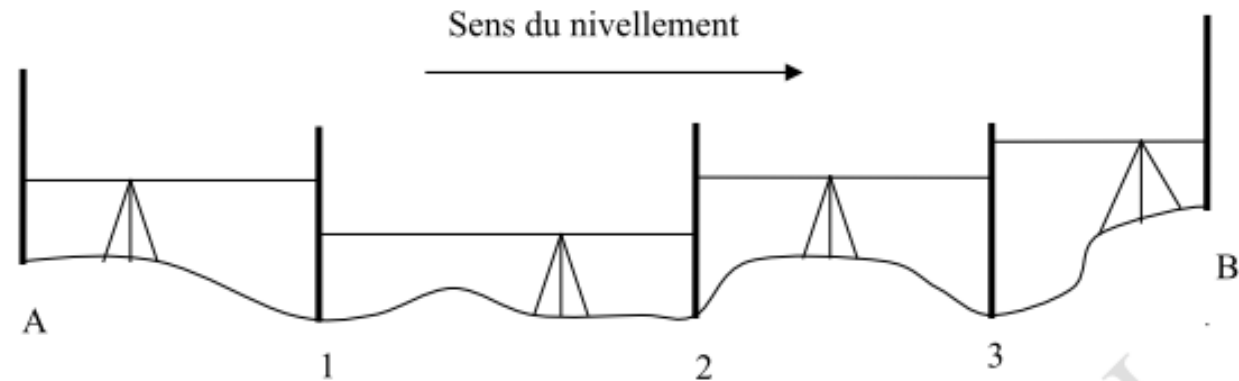
$$H_B = H_A + [(l_A - l_{1av}) + (l_{1ar} - l_{2av}) + (l_{2ar} - l_{3av}) + (l_{3ar} - l_B)]$$

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

Avec:

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

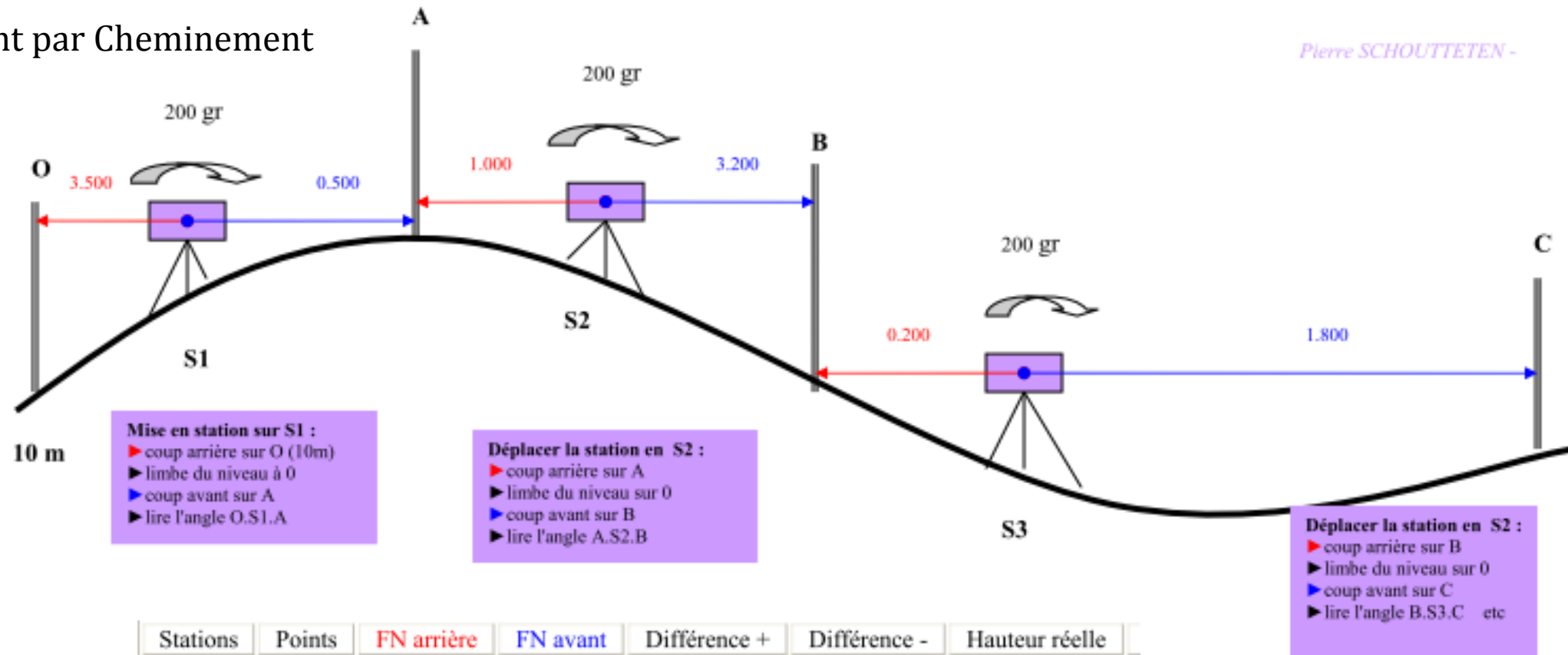
$l_{i av}$  : lecture avant du point i selon le sens du nivellement;



Nivellement par cheminement.

## Exemple : Nivellement par Cheminement

Pierre SCHOUTTETEN -



## Solution

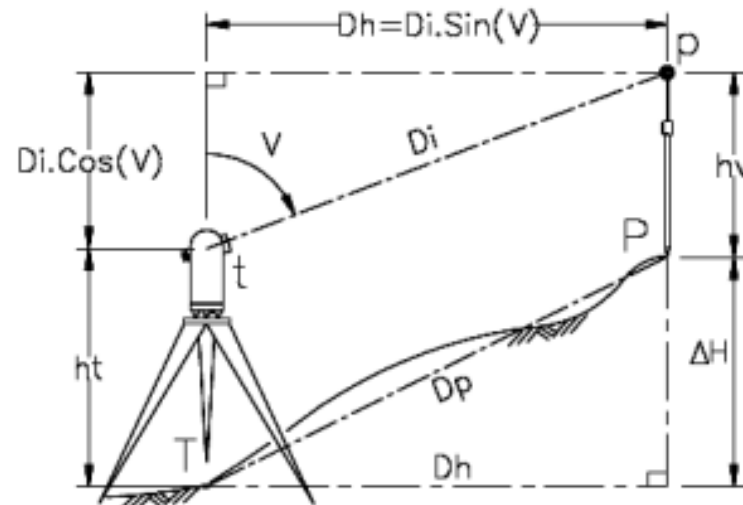
Stations	Points	FN arrière	FN avant	Différence +	Différence -	Hauteur réelle
S1	O	3.500				10.00 m
	A		0.500	3.000		13.00 m
S2	A	1.000				
	B		3.200		- 2.200	10.80 m
S3	B	0.200				
	C		1.800		- 1.600	09.20 m

## LE NIVELLEMENT INDIRECT

Il est intéressant d'étudier en détail cette technique puisque c'est le moyen de mesure utilisé par les stations totales. Il est donc appelé à se généraliser, même s'il reste moins précis sur les dénivelées que le nivellement direct.

## PRINCIPE DU NIVELLEMENT INDIRECT

Le nivellement indirect trigonométrique permet de déterminer la dénivelée  $\Delta H$  entre la station **T** d'un théodolite et un point **P** visé. Ceci est fait par la mesure de la distance inclinée suivant la ligne de visée  $D_i$  et de l'angle zénithal (noté  $V$  sur la figure). 111



nivellement indirect ou trigonométrique



À partir du schéma, on peut écrire que :

$$\Delta H_{TP} = ht + Di \cdot \cos V - hv$$

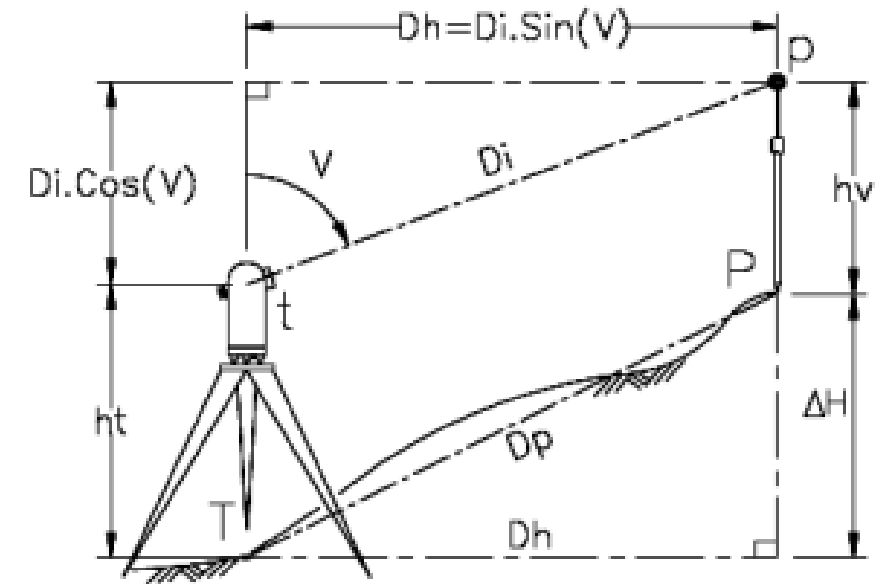
$\Delta H_{TP}$  est la dénivelée de T vers P.

$ht$  est la hauteur de station

$hv$  est la hauteur de voyant ou plus généralement la hauteur visée au-dessus du point cherché (on peut aussi poser une mire en P).

On en déduit la distance horizontale  $Dh$  :  $Dh_{TP} = Di \cdot \sin V$

On en déduit la distance suivant la pente  $Dp$  :  $Dp = \sqrt{\Delta H^2 + Dh^2}$



Nivellement indirect ou trigonométrique

Merci de votre attention