



APPUI TECHNIQUE P 66



1 - PRINCIPE DE BASES DU RELEVÉ ALTIMÉTRIQUE

Le relevé altimétrique consiste à déterminer, par mesure sur le terrain,

- L'altitude d'un point par rapport à une référence connue
- La différence de niveau entre deux points d'un projet.

Altimétrie : partie de la topographie qui traite du relief du sol et de sa représentation sur les plans et cartes

Nivellement : Recherche de hauteur des différents points du sol au dessus d'un plan de comparaison.

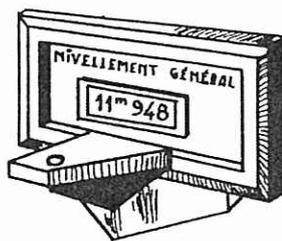
Altitude : Lorsque le plan de comparaison est celui du niveau de la mer, la hauteur prends le nom de « Hauteur Absolue » ou mieux « ALTITUDE ». On parle de niveau NGF (Niveau Général de la France). De nombreuses bornes réparties sur l'ensemble du territoire servent de repères et permettent de définir l'altitude NGF d'un point quelconque.

Borne NGF :

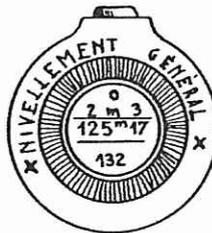
Ces bornes sont le plus souvent scellées sur les murs des bâtiments publics.

NIVELLEMENT

Repères du N.G.F.



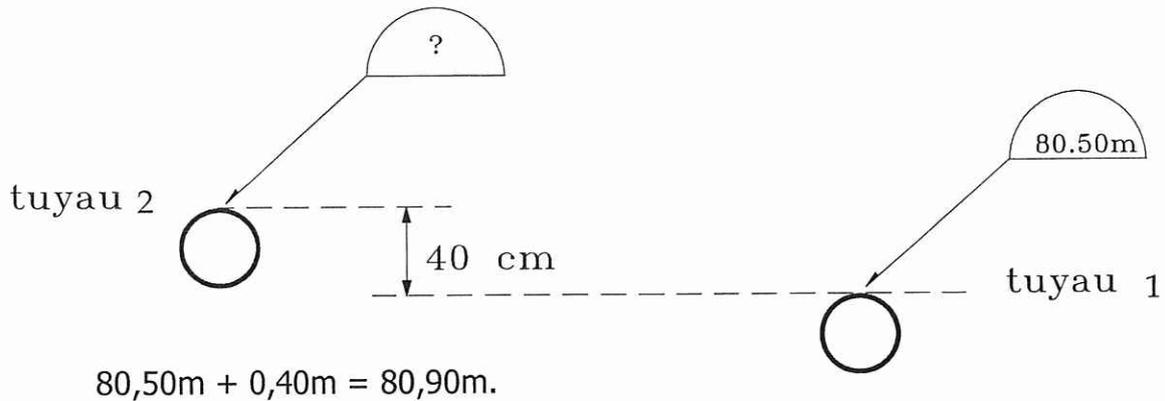
Nouveaux repères



Ancien repère

○ **Pour calculer les altitudes à partir d'un point de référence**

⇒ Le tuyau 1 est à l'altitude 80,50m. Quelle est l'altitude du tuyau 2 ?



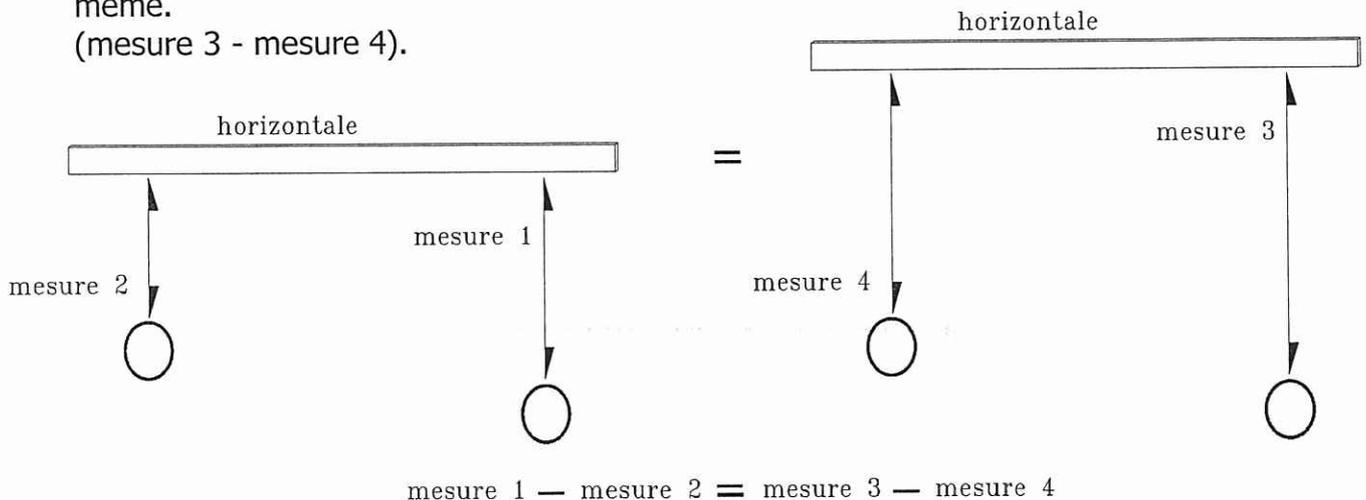
⇒ Le tuyau 2 est à 80,90m d'altitude.

○ **Récapitulation**

On a pris la mesure 1, puis la mesure 2 et fait la différence (mesure 1 - mesure 2).

Si la « règle alu » est un peu plus haute ou un peu plus basse, cette différence est toujours la même.

(mesure 3 - mesure 4).



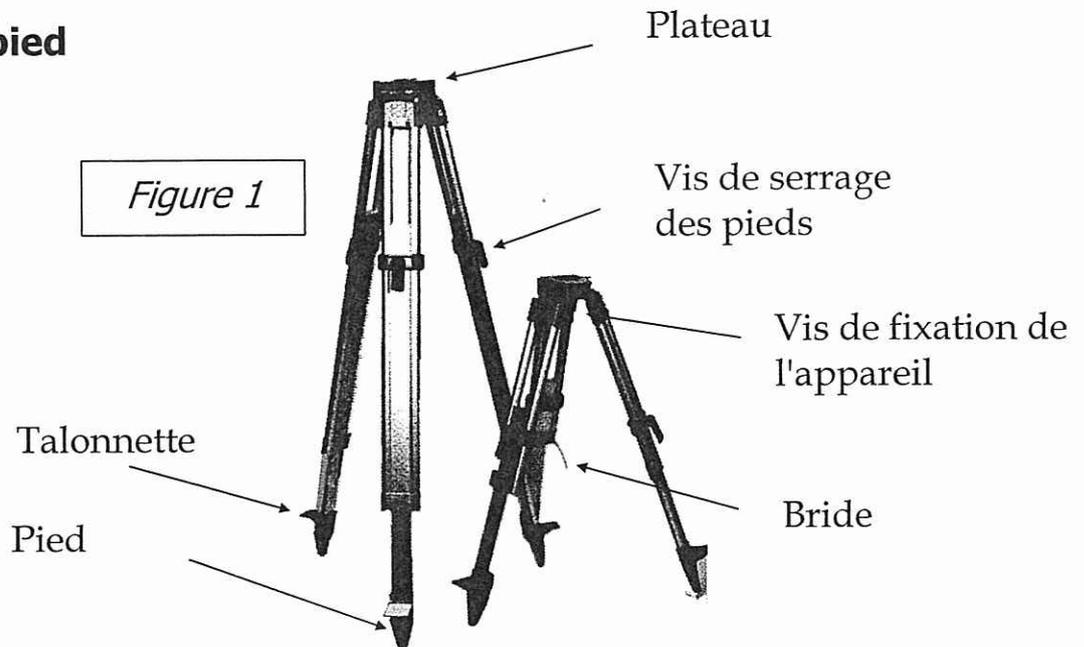
⇒ Faire du nivellement c'est, en se servant d'une ligne **horizontale** quelconque,

- Déterminer des différences de niveau entre 2 points. On parlera de dénivelé.
- Déterminer les hauteurs des points par rapport à un plan horizontal arbitrairement choisi. On parlera de cotes .
(par rapport au niveau moyen des mers on parlera d'altitude.)

↳ *Le niveau moyen des mers est pris dans le Vieux Port de Marseille. On parle de niveau N.G.F. (Nivellement Général Français).*

2 - PRISE EN MAIN DES APPAREILS DE NIVELLEMENT

o Le trépied



⇒ Vérifier si de la station (endroit choisi pour positionner l'appareil) aucun obstacle ne gêne la lecture.

⇒ Détacher la bride du bas.

Régler les 3 pieds coulissant de façon à ce que le plateau soit à la hauteur des yeux, sans écarter les jambes. Ces 3 pieds seront réglés à priori de longueurs approximativement égales.

⇒ Prendre un pied dans chaque main et en les écartant, mettre le plateau en position à peu près horizontale à hauteur de l'épaule.

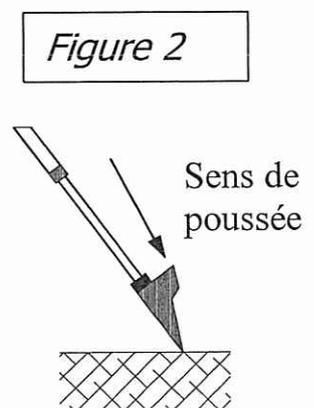
Agir uniquement sur les 2 pieds que l'on tient, ne pas s'occuper du 3^{ème}.

⇒ Faire le tour de l'appareil et contrôler à l'œil l'horizontalité du plateau, sinon jouer sur les 3 pieds.

⇒ Si le terrain est meuble, en tenant votre jambe parallèle au pied, enfoncer alternativement chacun des pieds en agissant sur la talonnette.

Il est inutile d'enfoncer à refus.

⇒ Retirer le protège plateau, en dévissant la vis de fixation qui se trouve sous le plateau.



- Tourner l'appareil de façon à ce que son axe optique soit perpendiculaire à 2 vis calantes.

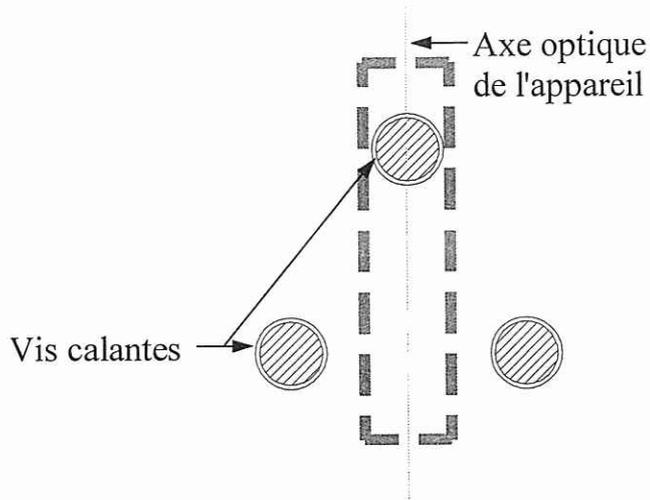


Figure 5

- Tourner simultanément en sens contraire et à la même vitesse les vis calantes 1 et 2 pour amener la bulle sur l'axe fictif de la nivellement.

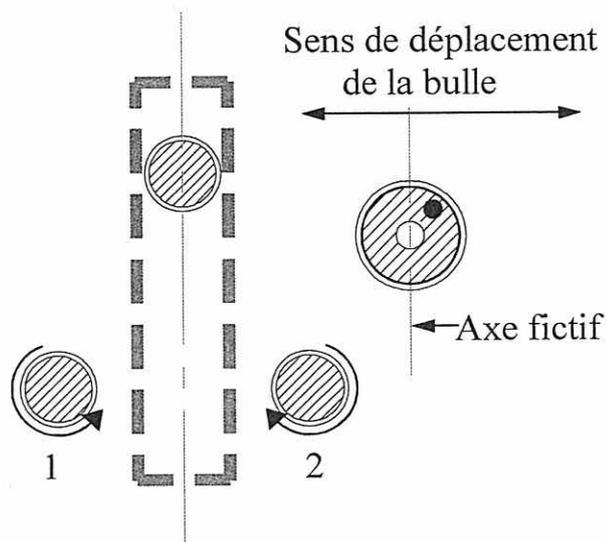
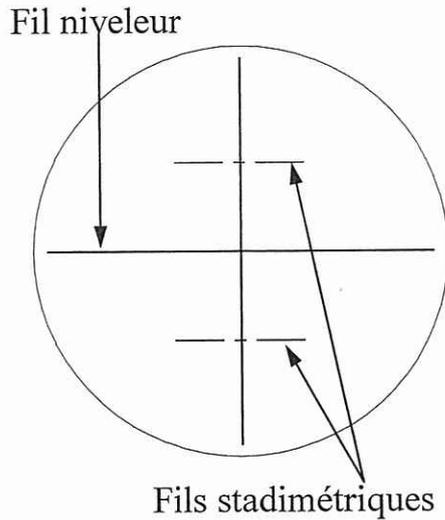


Figure 6

- Si la bulle s'éloigne de son repère, agir en sens inverse sur les deux vis calantes.

○ Le réticule



- Lorsque l'on regarde dans l'oculaire (*Fig.3*) d'un niveau de chantier apparaît **le réticule**

- Le **fil niveleur** permet d'effectuer directement les lectures des niveaux.

- Les **fils stadimétriques** permettent de calculer la distance séparant l'axe de la lunette à la mire.

Figure 8

- **Les fils du réticule doivent apparaître bien fins et biens noirs.** Cette mise au point s'effectue en dirigeant l'objectif sur un fond clair et en tournant sur elle-même la couronne moletée de l'oculaire (*Fig.3*). Ce réglage est fonction de la vue de l'opérateur et se fait une fois pour toutes.

- **La mise au point**, c'est à dire le réglage de la netteté de l'image s'effectue à l'aide de la molette de réglage de la lentille (*Fig.3*). Ce réglage doit se faire chaque fois que la distance objet visé-lunette varie.

- La différence de netteté entre le réticule et l'image de la mire appelée "**parallaxe**" est mise en évidence lorsqu'en bougeant l'oeil derrière l'oculaire, la lecture sur la mire change de valeur. Ce parallaxe entraînant des erreurs de lecture est facilement éliminé par les réglages ci-avant.

3 - LA LECTURE SUR MIRE

Positionner la mire

⇒ Déplier la mire.

⇒ La positionner sur le point à niveler et la maintenir verticalement soit à l'aide de la nivelle sphérique si elle en possède une, soit en la maintenant légèrement tout en cherchant sa position verticale d'équilibre.

Il est important de veiller à ce que la distance entre l'appareil de mesure et la mire soit inférieure à environ 60 m, afin de préserver une précision de lecture suffisante.

Lorsque il y a du vent, il est difficile de maintenir la mire parfaitement verticale; dans ce cas, il est recommandé d'utiliser un liteau dont une extrémité est maintenu avec la mire et l'autre extrémité prend appui sur le sol.

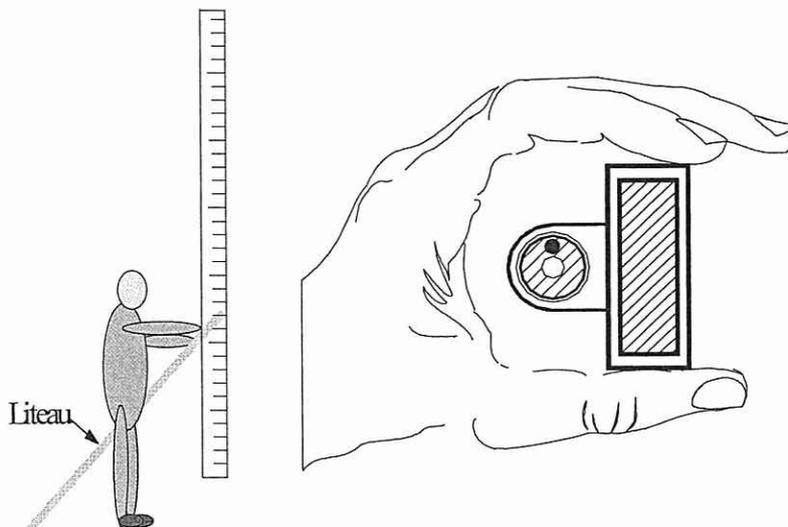
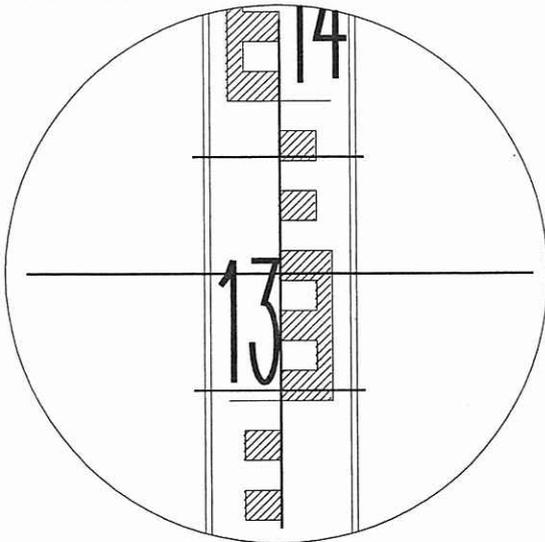


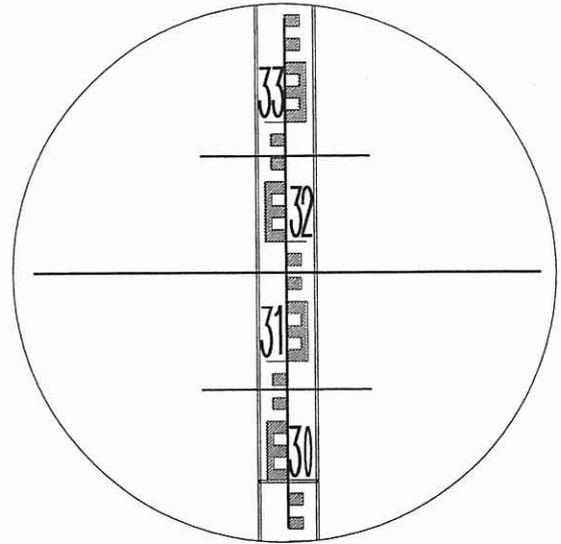
Figure 11

EXEMPLE 1



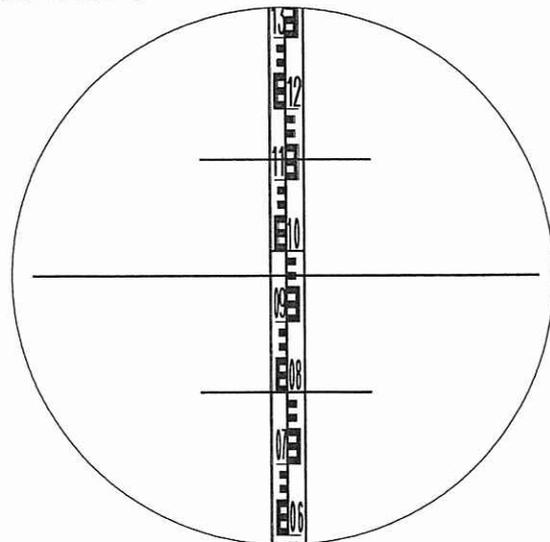
Lecture au fil niveleur:	1342
Lecture au fil bas:	1303
Lecture au fil haut:	1381
Moyenne: $(1381+1303) : 2 =$	1342
Distance: $(1381-1303) \times 100 =$	7 800 mm = 7,80 mètres

EXEMPLE 2



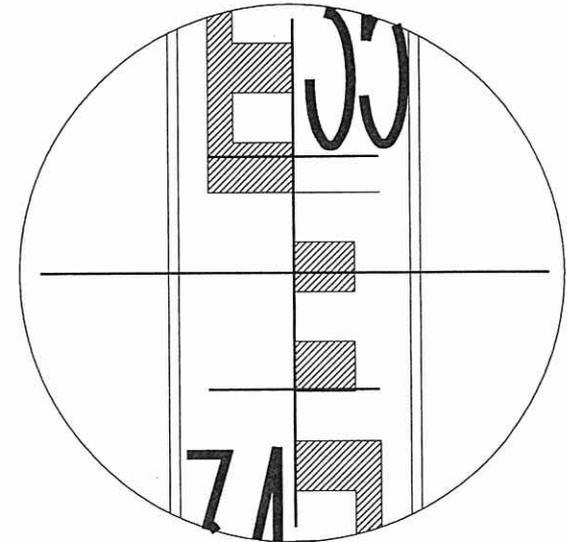
Lecture au fil niveleur:	3174
Lecture au fil bas:	3078
Lecture au fil haut:	3270
Moyenne: $(3270 + 3078) : 2 =$	3174
Distance: $(3270-3078) \times 100 =$	19 200 mm = 19,20 mètres

EXEMPLE 3



Lecture au fil niveleur:	965
Lecture au fil bas:	800
Lecture au fil haut:	1130
Moyenne: $(1130+800) : 2 =$	965
Distance: $(1130-800) \times 100 =$	33 000 mm = 33,00 mètres

EXEMPLE 4



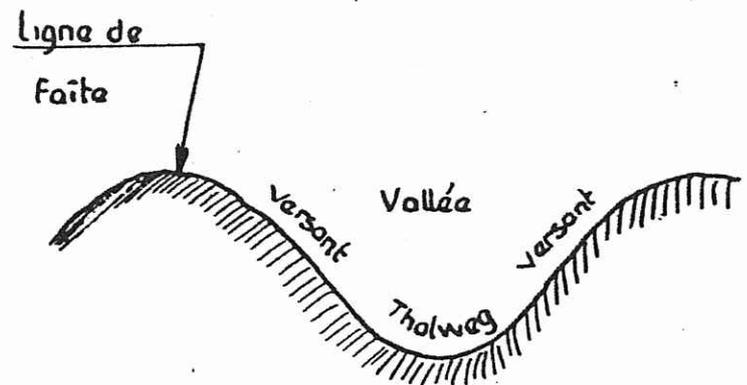
Lecture au fil niveleur:	3483
Lecture au fil bas:	3460
Lecture au fil haut:	3507
Moyenne: $(3507+3473) : 2 =$	3483,5
Distance: $(3507-3473) \times 100 =$	3 400 mm = 3,40 mètres

5 - COURBES DE NIVEAUX – PROFILS EN LONG

Ligne de Faîte et Talweg :

La ligne de faîte d'un terrain est la limite de 2 versants appartenant à deux vallées différentes.

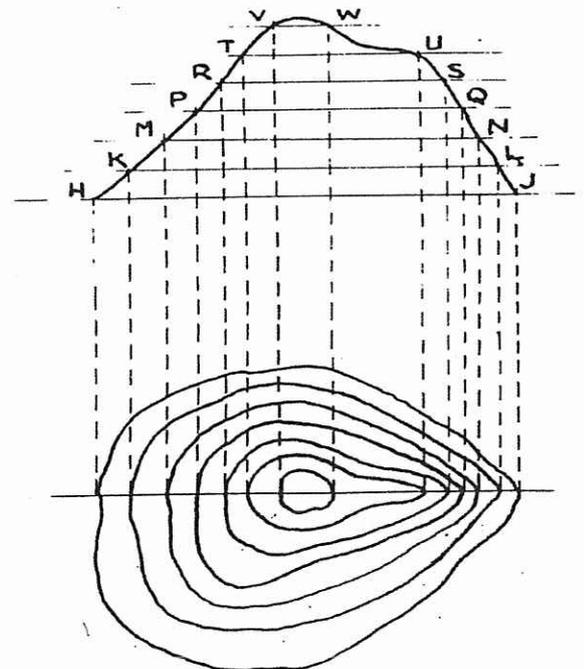
Un talweg est la ligne de réunion des eux de ruissellement de 2 versants d'une vallée.



Courbes de niveaux

La courbe de niveau est horizontale : tous les points d'une même courbe de niveau ont la même altitude. Les courbes de niveau sont les horizontales de la surface terrestre.

Exemple : la ligne suivant laquelle les eaux d'un lac rencontre le sol.



6 - NIVELLEMENT PAR RAYONNEMENT

1. Objectif

Depuis une seule station et dans les limites d'emploi d'un appareil, déterminer l'altitude de plusieurs points à partir d'un point d'altitude connu appelé **repère**.

2. Mode opératoire :

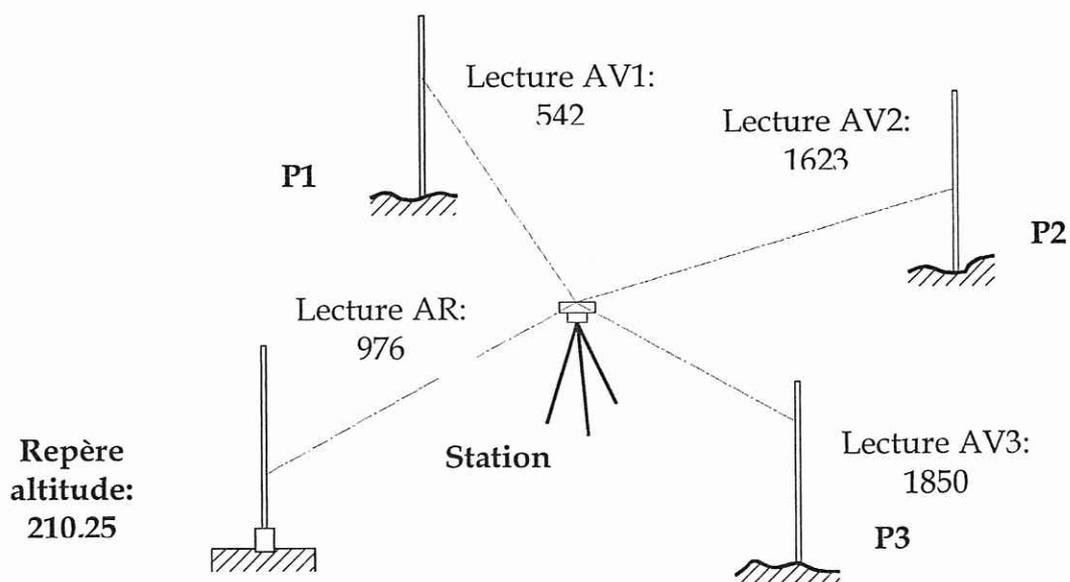
Méthode de relevé par rayonnement (par carnet de nivellement)

Effectuer les relevés

⇒ Sur une feuille de papier, préparer le tableau suivant:

Station	N° des Points	Lecture sur Mire		Différences		Côtes ou Altitudes
		Arrière	Avant	Positive	Négative	
	Rep					

⇒ Mettre en station le trépied et la mire en station sur le point de référence en prenant garde qu'aucun obstacle ne gêne les lectures et que les distances de l'appareil aux points visés soit sensiblement égales.



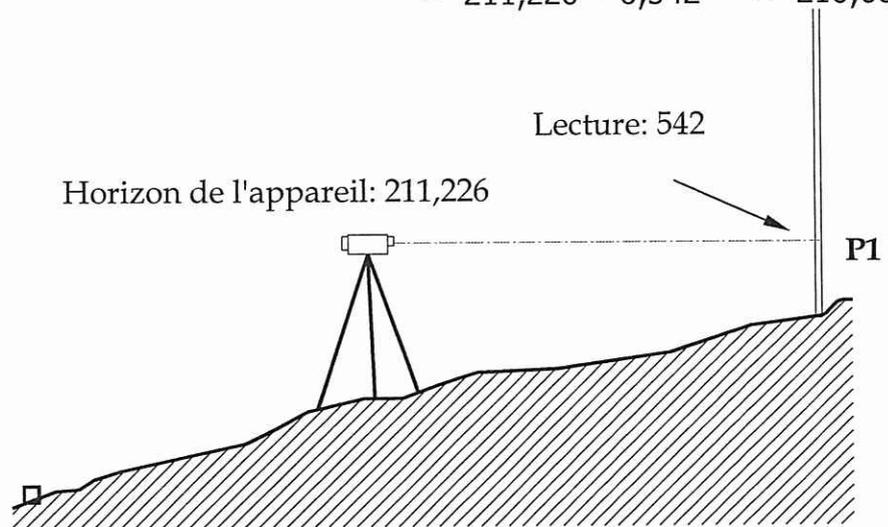
⇒ L'aide ayant positionné la mire sur le premier point à relever, effectuer la lecture:

lecture 1 = 542

Remarque: Les lectures sur les points recherchés s'appellent "**Lecture Avant**"

⇒ L'horizon de l'appareil permet de calculer les altitudes des points 1, 2, 3.

$$\begin{aligned} \text{Altitude du point 1} &= \text{Horizon} - \text{lecture 1} = \\ &= 211,226 - 0,542 = 210,684 \text{ m} \end{aligned}$$



Station	N° des Points	Lecture sur Mire		Différences		Côtes ou Altitudes
		Arrière	Avant	Positive	Négative	
S1	Rep	976				210.250
S1	1		542			
S1						

Noter le n° du point dans cette case

Noter la lecture dans cette case

⇒ Procéder de même pour tous les points.

Station	N° des Points	Lecture sur Mire		Différences		Côtes ou Altitudes
		Arrière	Avant	Positive	Négative	
S1	Rep	976				210.250
S1	1		542			
S1	2		1623			
S1	3		1850			

Calculer l'altitude des points:

Remarque: Si la différence est positive, le point recherché est plus élevé que le point repère R

dans ce cas: altitude de R + différence = altitude du point recherché

$$210,250 + 0,434 = 210,684 \text{ m}$$

Station	N° des Points	Lecture sur Mire		Différences		Côtes ou Altitudes
		Arrière	Avant	Positive	Négative	
S1	Rep	976				210.250
S1	1		542	434		210.684
S1	2		1623		647	
S1	3		1850		874	

Noter ce résultat dans la colonne "Altitude du point"

Remarque: Si la différence est négative, le point recherché est moins élevé que le point repère

dans ce cas: altitude de R - différence = altitude du point recherché

$$210,250 - 0,647 = 209,603 \text{ m}$$

$$210,250 - 0,874 = 209,376 \text{ m}$$

Station	N° des Points	Lecture sur Mire		Différences		Côtes ou Altitudes
		Arrière	Avant	Positive	Négative	
S1	Rep	976				210.250
S1	1		542	434		210.684
S1	2		1623		647	209.603
S1	3		1850		874	209.376

Noter ces résultats dans la colonne "Altitude du point"

7 - NIVELLEMENT PAR CHEMINEMENT

1. Objectif

Pour relever l'altitude de deux points éloignés ou pour définir le profil d'un terrain, à partir de plusieurs points de station successifs, déterminer l'altitude de plusieurs points successifs à partir d'un point d'altitude connu appelé **repère**.

Cette méthode est utilisée lorsque la distance est trop grande et que l'on ne peut pas obtenir un degré de précision suffisant, ou lorsque la mire est trop courte pour la différence de niveau entre les deux points à relever.

2. Mode opératoire :

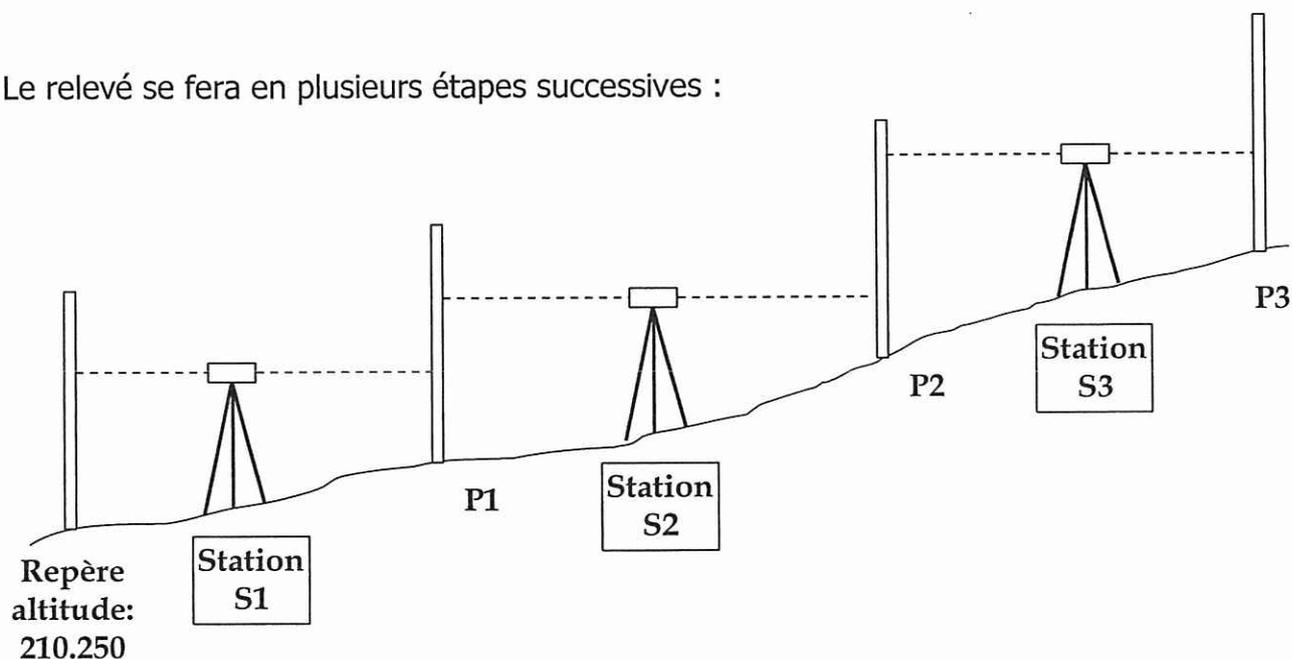
Méthode de relevé par Cheminement (par carnet de nivellement)

Effectuer les relevés

⇒ Sur une feuille de papier, préparer le tableau suivant:

Station	N° des Points	Lecture sur Mire		Différences		Côtes ou Altitudes
		Arrière	Avant	Positive	Négative	
	Rep					

Le relevé se fera en plusieurs étapes successives :



Etape 2 en station S2

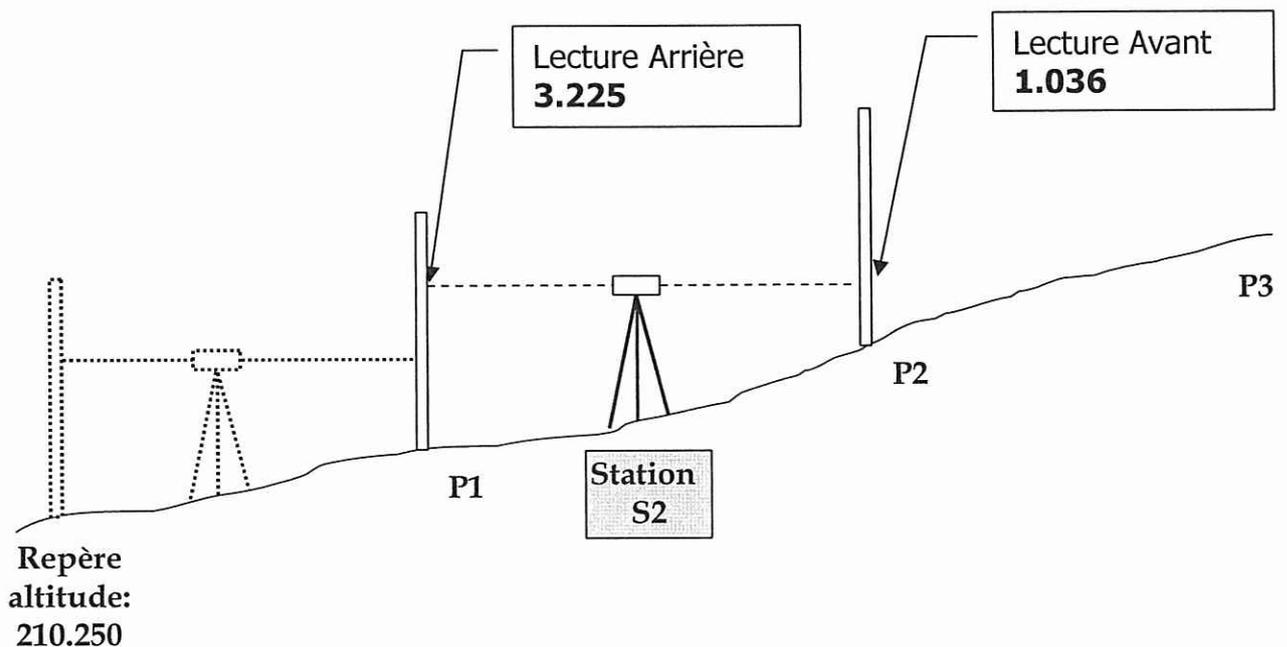
⇒ Mettre en station le trépied **au point de station S2** et laisser la mire en station **au point précédent P1** en prenant garde qu'aucun obstacle ne gêne les lectures et que les distances de l'appareil aux points visés soit sensiblement égales.

⇒ L'aide s'étant positionné avec la mire sur le **point P1 précédent**, effectuer la lecture.

Remarque: la lecture sur le **point P1** s'appellera "**Lecture ARRIERE**"

⇒ L'aide s'étant positionné avec la mire sur le **point P2**, effectuer la lecture.
ATTENTION : la mire doit rester en place pour la lecture suivante

Remarque: la lecture sur **le point P2** appellera "**Lecture AVANT**"



Station	N° des Points	Lecture sur Mire		Différences		Côtes ou Altitudes
		Arrière	Avant	Positive	Négative	
S1	Rep	2.841				210.250
S2	1	3.225	1.542			
	2		1.036			

Effectuer les calculs

⇒ Pour le point 1, calculer lecture arrière - lecture avant = différence

$$2.841 - 1.542 = 1.299$$

Station	N° des Points	Lecture sur Mire		Différences		Côtes ou Altitudes
		Arrière	Avant	Positive	Négative	
S1	Rep	2.841				210.250
	1		1.542	1.299		

Cette différence étant positive, noter la dans cette case

⇒ Pour le point 2, calculer lecture arrière - lecture avant = différence

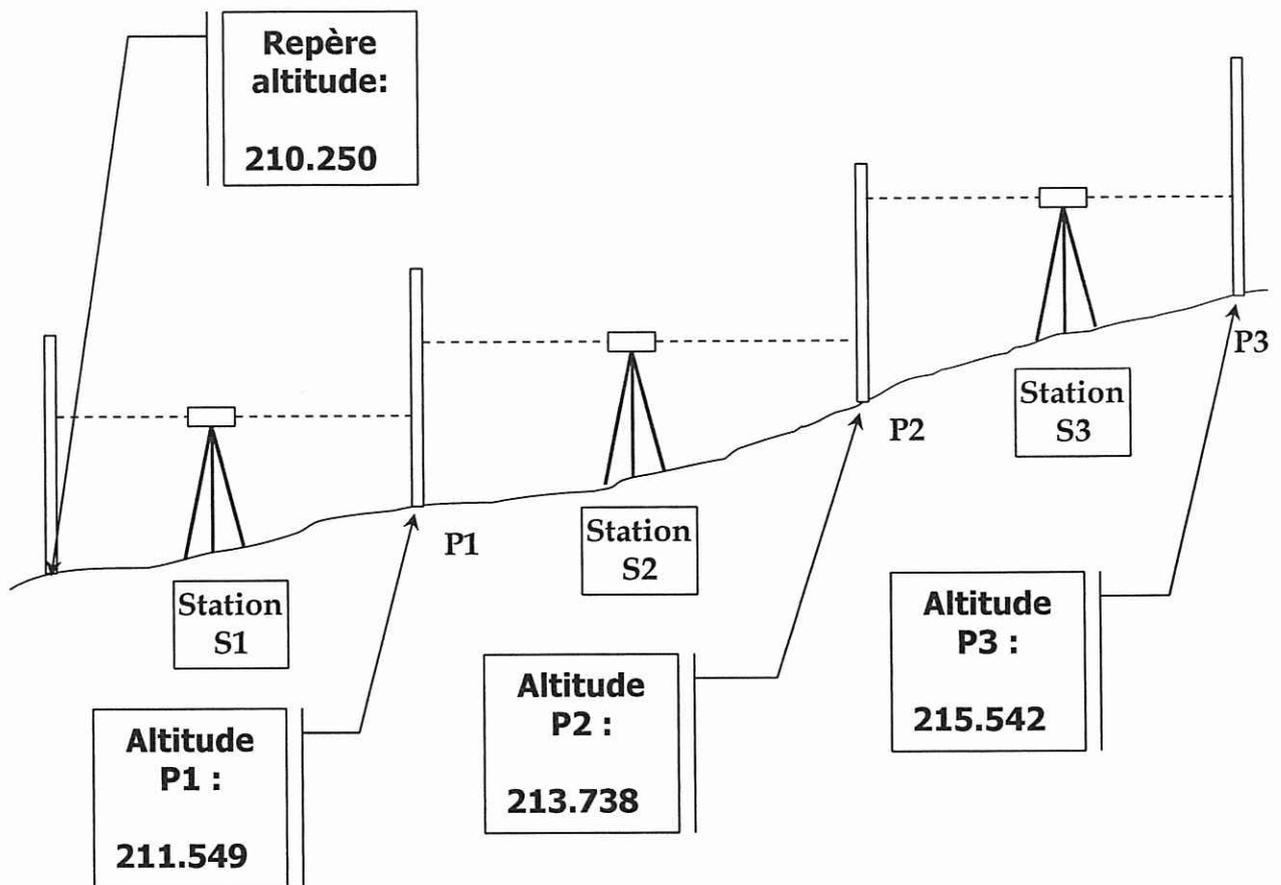
$$3.225 - 1.036 = 2.189$$

Station	N° des Points	Lecture sur Mire		Différences		Côtes ou Altitudes
		Arrière	Avant	Positive	Négative	
<i>S1</i>	<i>Rep</i>	<i>2.841</i>				210.250
S2	1	3.225	<i>1.542</i>	1.299		
	2		1.036	2.189		

⇒ Pour le point 3, calculer lecture arrière - lecture avant = différence

$$3.651 - 1.847 = 1.804$$

Station	N° des Points	Lecture sur Mire		Différences		Côtes ou Altitudes
		Arrière	Avant	Positive	Négative	
<i>S1</i>	<i>Rep</i>	<i>2.841</i>				210.250
<i>S2</i>	<i>1</i>	<i>3.225</i>	<i>1.542</i>	1.299		
S3	2	3.651	<i>1.036</i>	2.189		
	3		1.847	1.804		



Station	N° des Points	Lecture sur Mire		Différences		Côtes ou Altitudes
		Arrière	Avant	Positive	Négative	
<i>S1</i>	<i>Rep</i>	<i>2.841</i>				210.250
<i>S2</i>	<i>1</i>	<i>3.225</i>	<i>1.542</i>	1.299		211.549
<i>S3</i>	<i>2</i>	<i>3.651</i>	<i>1.036</i>	2.189		213.738
	<i>3</i>		<i>1.847</i>	1.804		215.542

On parle de **Cheminement encadré** lorsque qu'il débute sur un point d'altitude connu et se termine sur un deuxième point d'altitude connu.

On parle de **nivellement par cheminement aller-retour** lorsqu'on réalise un premier cheminement aller entre un point A et un point B, puis un cheminement retour de B vers A

Noter l'altitude du point repère dans cette case

Noter cette lecture dans cette case

N° Point	Altitude du plan de visée (Horizon)	Altitude du point	Lecture sur mire	Nature du point
Repère		345,730	2165	Borne

Calculer l'horizon de l'appareil et noter le dans ces cases

Noter les altitudes du projet dans ces cases

N° Point	Altitude du plan de visée (Horizon)	Altitude du point	Lecture sur mire	Nature du point
Repère	347,895	345,730	2165	Borne
1	347,895	346,000		Excavation
2	347,895	345,000		Fond de fouille
3	347,895	347,250		Plancher

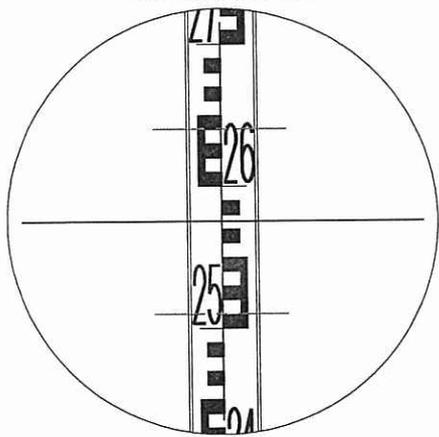
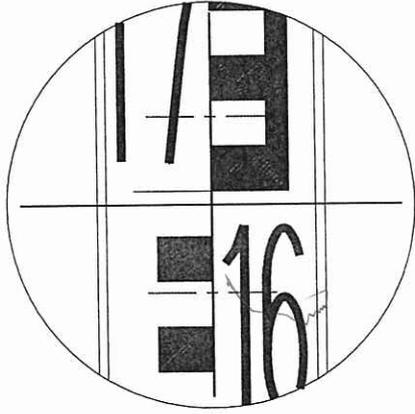
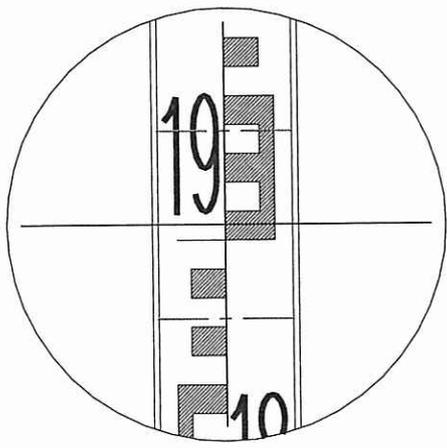
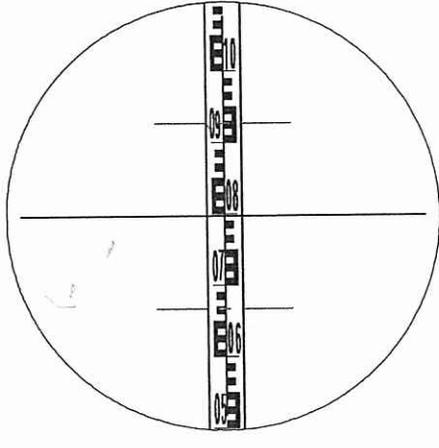
Rappel: l'horizon de l'appareil est égal à l'altitude du point connu à laquelle on ajoute la valeur de la lecture effectuée sur ce point. Egalement appelée "cote bleue", l'horizon de l'appareil reste identique pour une même station. Si l'opérateur change l'appareil de position, il devra recalculer cette valeur en prenant comme référence un point d'altitude connue .

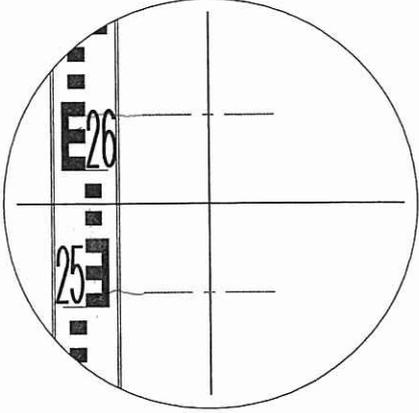
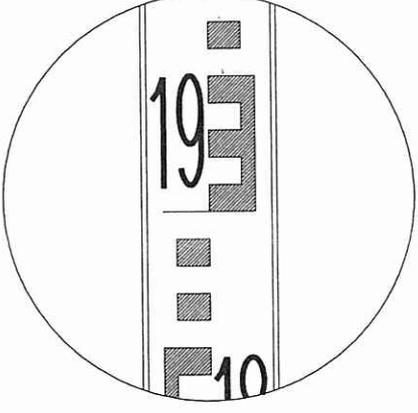
Exercices

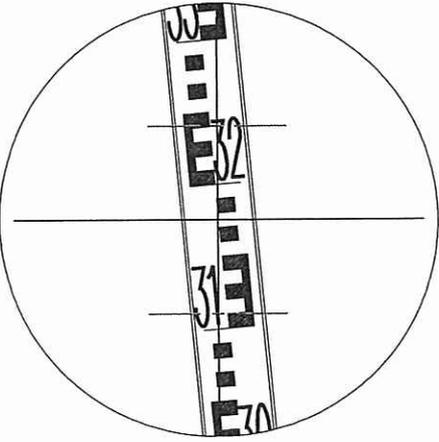
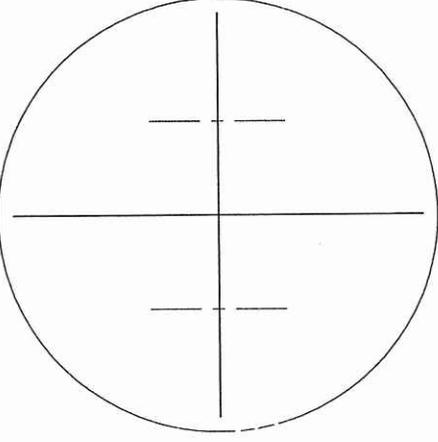
1 - LES LECTURES SUR MIRE

Lors de vos lectures dans l'appareil, vous obtenez les 8 visées ci-dessous.
Pour chaque exemple il vous est demandé de signaler:

- 1- La lecture que vous lisez sur la mire.
- 2- La distance séparant l'appareil de la mire.
- 3- Dans les cas où vous jugez la lecture incertaine, préciser les correctifs à effectuer sur l'appareil ou les consignes à donner.

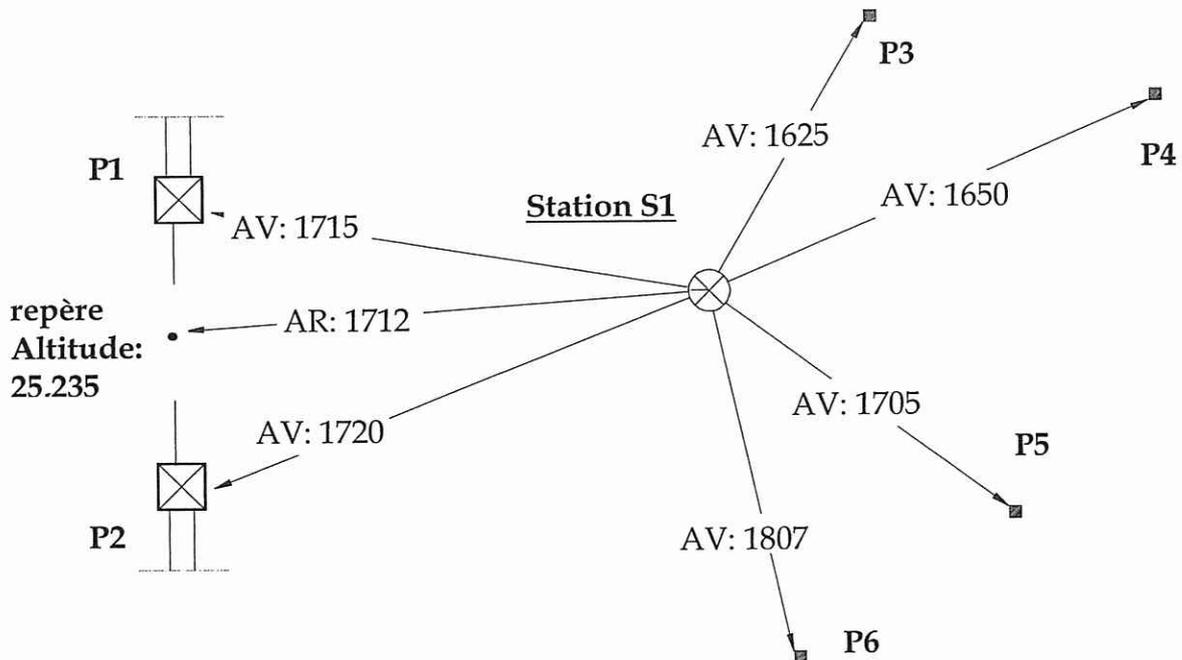
<p style="text-align: center;">Exercice A</p> 	<p style="text-align: center;">Exercice B</p> 
<p>Lecture 25,75*</p>	<p>Lecture 16,97,5</p>
<p>Distance 1,3 m</p>	<p>Distance 3,9 m</p>
<p>Correctifs:</p>	<p>Correctifs:</p>
<p style="text-align: center;">Exercice C</p> 	<p style="text-align: center;">Exercice D</p> 
<p>Lecture: 1905</p>	<p>Lecture: 0798</p>
<p>Distance 1,6,6</p>	<p>Distance 0,26 m</p>
<p>Correctifs:</p>	<p>Correctifs:</p>

Exercice E	Exercice F
	
Lecture: 2575	Lecture: "19"
Distance: 0,013	Distance:
Correctifs:	Correctifs: fils

Exercice G	Exercice H
	
Lecture:	Lecture:
Distance:	Distance:
Correctifs:	Correctifs:

2 - NIVELLEMENT PAR RAYONNEMENT

A partir du croquis ci-dessous, il vous est demandé de calculer l'altitude des points relevés en utilisant le carnet de nivellement.



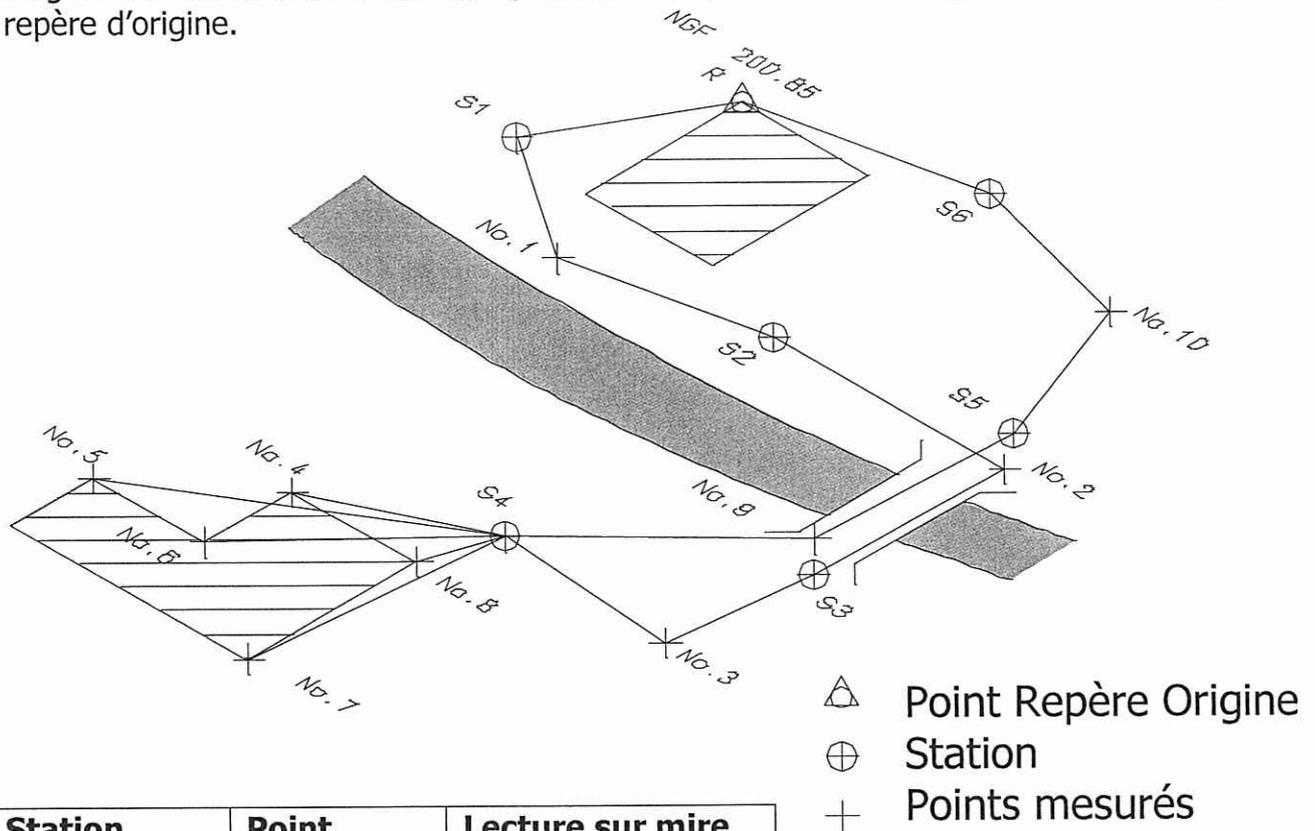
Carnet de nivellement

Station	N° des Points	Lecture sur Mire		Différences		Côtes ou Altitudes
		Arrière	Avant	Positive	Négative	
S1	Rep	1712				25.235
S1	P1		1715		-3	25,232
S1	2		1720		-8	25,227
S1	3		1625	87		25,302
S1	4		1650	62		25,297
B1	5		1705	7		25,242
S1	6		1807		95	25,140

3 - NIVELLEMENT PAR CHEMINEMENT ET RAYONNEMENT

A partir du croquis ci-dessous, il vous est demandé de calculer l'altitude des **points 4, 5, 6, 7 et 8**, en utilisant le carnet de nivellement.

S'agissant d'un cheminement fermé, l'altitude du point final sera égale à l'altitude du point de repère d'origine.



Station	Point	Lecture sur mire
S1	R	0.620
	P1	1.343
S2	P1	2.741
	P2	0.828
S3	P2	1.554
	P3	2.121
S4	P3	1.486
	P4	1.565
	P5	1.570
	P6	1.562
	P7	1.583
	P8	1.395
	P9	0.820
S5	P9	1.566
	P10	1.864
S6	P10	0.692
	R	1.683

