



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

Les Fautes et les Erreurs

Les fautes :

Un opérateur commet une faute quand, en ne faisant pas ce qu'il devrait, il provoque lui-même, involontairement ou non, une différence entre la valeur lue et la valeur vraie de la grandeur mesurée. Les fautes peuvent être souvent imputables à la maladresse, à la négligence, à un oubli, à l'incompétence ou à la mauvaise foi. La distinction entre ces causes, notamment entre les trois premières, est assez subtile. Elles sont généralement toujours découvertes au cours des mesures de contrôle.

Les erreurs :

Les erreurs sont définies comme étant des petites inexactitudes dues aux imperfections des instruments et aux sens. Elles sont inévitables, mais elles peuvent être diminuées par le choix des instruments et des méthodes.

L'erreur (e) = valeur mesurée (x) – valeur exacte (X)

$$e = x - X$$

La valeur X est une inconnue, et les erreurs sont impossibles à connaître **exactement**. Il est donc nécessaire de chercher seulement dans quelles limites elles sont comprises.

Types des erreurs

A: Erreurs systématiques

Elles proviennent en général de **défauts** de construction ou de réglage des instruments. Lorsque les mesures se font dans les mêmes conditions, elles restent constantes en grandeur et en signe. Elles s'ajoutent systématiquement les unes aux autres. Il est possible de diminuer les importances par le calcul (étalonnage pour les mesures de distance) ou bien par un mode opératoire (symétrie).

B: Erreurs accidentelles

Toutes les erreurs accidentelles qui ne peuvent être calculées d'avance, ni éliminées par un mode opératoire, celles dont les causes sont fortuites, et dont le signe n'est pas constant, sont des erreurs accidentelles. Les erreurs accidentelles n'ont aucune cause assignable et elles sont dues au hasard. Les erreurs accidentelles supposent que :

- * Les mesures sont répétées un très grand nombre de fois, dans les mêmes conditions ;
- * Les fautes et les erreurs systématiques ont été éliminées.

C: Erreurs vraies et erreurs apparentes

Erreurs vraies = valeur mesurée – valeur vrais

Les erreurs vraies ne sont pas pratiquement jamais connues, puisque la connaissance de la valeur parfaite échappe à l'observation

Les erreurs apparentes (résiduelles)

$$e_i = X_m - X_i$$

Ecart e_i c'est la moyenne arithmétique chacun des mesures

CONSTATATIONS STATISTIQUES SUR DES MESURES DIRECTES

Quand la valeur exacte X est inconnue (cas le plus fréquent), nous adoptons comme valeur approchée la plus probable la moyenne arithmétique des mesures.

Moyenne arithmétique et erreur moyenne arithmétique

Soit un ensemble de mesures : $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, \dots, X_n$

La moyenne arithmétique notée x est donnée par la formule

$$x = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Chapitre: 01 Généralité

Les écarts (e) à la moyenne arithmétique sont appelés, écarts, erreurs apparentes ou résidus qui sont données par les relations

$$e_1 = x_1 - \bar{x} , \quad e_2 = x_2 - \bar{x} , \quad e_3 = x_3 - \bar{x} , \quad e_n = x_n - \bar{x} .$$

Leur somme algébrique est nulle. Elle est donnée par la relation

$$e_1 + e_2 + e_3 + \dots + e_n = 0 .$$

Aussi, la somme des carrés des écarts est minimum, exprimée par la relation

$$\sum_{i=1}^n e_i^2 = \text{minimum}$$

Écarts types σ

Appelés aussi erreurs moyennes quadratiques, notée 'emq', ou ' σ ' d'une mesure isolée. L'écart type est égal à la racine carrée de la moyenne arithmétique des carrés des écarts à la moyenne. On a pour un grand nombre de mesure

$$\sigma = \sqrt{\frac{e_1^2 + e_2^2 + e_3^2 + \dots + e_n^2}{n}}$$

Pour un nombre limité de mesure, la meilleure estimation est donnée par l'erreur moyenne quadratique relation

$$\sigma = \sqrt{\frac{e_1^2 + e_2^2 + e_3^2 + \dots + e_n^2}{n-1}}$$

Cette dernière relation définit la précision d'opération de mesures avec plus d'exactitude

Erreurs probable

Appelée aussi écart équiprobable d'une mesure isolée notée ' ϵ_p '. C'est l'écart dont la probabilité d'être dépassée en valeur absolue est : $\frac{1}{2}$. Le calcul des probabilités donne

$$\epsilon_p = 0.6745 \sigma = \frac{2}{3} \sigma$$

Erreur maximum \mathcal{E}_M , ou Tolérance

Cette valeur conventionnelle définit la limite à partir de laquelle présomption de faute (indice de faute).

Définit par $\mathcal{E}_M = 4 \mathcal{E}_p$

Ou comme $\mathcal{E}_p = 2/3 \cdot \sigma$ par $\mathcal{E}_M = 2,7 \cdot \sigma = 2,7 emq$

Cette valeur conventionnelle définit la limite à partir de laquelle présomption de faute (indice de faute).

Composition des écarts types

Lorsqu'une mesure est entachée de plusieurs erreurs accidentelles, l'erreur moyenne quadratique résultante est donnée par la relation

$$Emq = \sqrt{emq_1^2 + emq_2^2 + emq_3^2 + \dots + emq_n^2}$$

Lorsque toutes les erreurs de toutes les mesures sont égales, la relation I. 14 se transforme à la relation

$$Emq = emq \sqrt{n}$$

Erreur moyenne quadratique d'une moyenne

L'erreur de la moyenne arithmétique de n mesures de la même quantité effectuées avec la même précision emq est donnée par la relation

$$Emq_n^{\text{moyenne}} = \frac{emq}{\sqrt{n}}$$

Exercice

Soit les dix mesures de distances suivantes:

$D_1 = 120,429\text{m}$; $D_2 = 120,448\text{m}$; $D_3 = 120,435\text{m}$; $D_4 = 120,433\text{m}$; $D_5 = 120,441\text{m}$; $D_6 = 120,424\text{m}$;
 $D_7 = 120,440\text{m}$; $D_8 = 120,437\text{m}$; $D_9 = 120,434\text{m}$; $D_{10} = 120,439\text{m}$;

1. Calculer la moyenne arithmétique ;
2. Calculer les erreurs ($d_1, d_2, d_3, \dots, d_n$) ;
3. Calculer l'erreur moyenne arithmétique ;
4. Calculer l'erreur moyenne quadratique;
5. Calculer l'erreur probable;
6. Calculer l'erreur maximum.

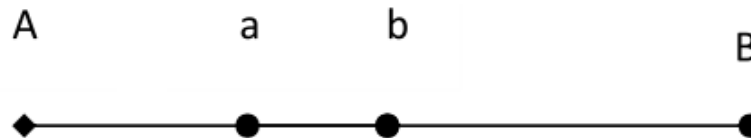
Solution

1. Calculer la moyenne arithmétique $x = \frac{\sum x_i}{n} = 120.436 \text{ m.}$
2. Calculer les erreurs (d 1 , d 2 , d 3 ,....., d n): $e_n = x_n - x$ donc $e_1 = -7 \text{ mm}, e_2 = 12 \text{ mm}, e_3 = -1 \text{ mm}, e_4 = -3 \text{ mm},$
 $e_5 = 5 \text{ mm}, e_6 = -12 \text{ mm}, e_7 = 4 \text{ mm}, e_8 = 1 \text{ mm}, e_9 = -2 \text{ mm}, e_{10} = 3 \text{ mm},$
3. Calculer l'erreur moyenne arithmétique ; $e = \frac{\sum e_i^2}{n} = 40.2 \text{ mm}$
4. Calculer l'erreur moyenne quadratique; $\sigma = \sqrt{\frac{e_1^2 + e_2^2 + e_3^2 + \dots + e_n^2}{n}}$ $emq = \sigma = \sqrt{\frac{\sum e_i^2}{n}} = \sqrt{40.2} = 6.34 \text{ mm}$
5. Calculer l'erreur probable; $\varepsilon_p = (2/3)\sigma = (2/3) \sqrt{\frac{\sum e_i^2}{n}} = (2/3)\sqrt{40.2} = 4.226 \text{ mm}$
6. Calculer l'erreur maximum. $\varepsilon_M = 4. \varepsilon_p = 4 \times 4.23 = 16.92 \text{ mm}$

Exercice 2

Soit une longueur AB composée de trois tronçons Aa, ab, bB mesurés chacun plusieurs fois mais avec une erreur moyenne quadratique résultante égale à $\varepsilon = 10$ cm. Quelle est l'erreur moyenne de cette longueur ?

Dans le cas où chaque tronçon est mesuré plusieurs fois mais avec des précisions différentes, dépendant par exemple des difficultés du parcours. Soient : $\varepsilon_1 = 10$ cm, $\varepsilon_2 = 5$ cm et $\varepsilon_3 = 7$ cm. Calculer dans ce cas là cette erreur moyenne quadratique résultante.



pour chacun d'eux, on aurait :

$$Emq = 10\sqrt{3} = 17\text{cm}$$

l'erreur moyenne quadratique de leur somme, sera $\sqrt{10^2 + 5^2 + 7^2} = 13\text{cm}$

C'est, en fait le cas particulier du problème précédent qui se présente le plus fréquemment dans la pratique.

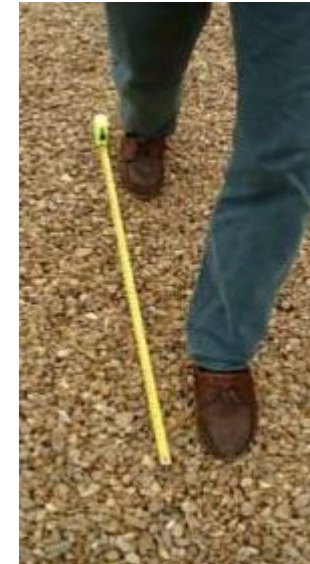
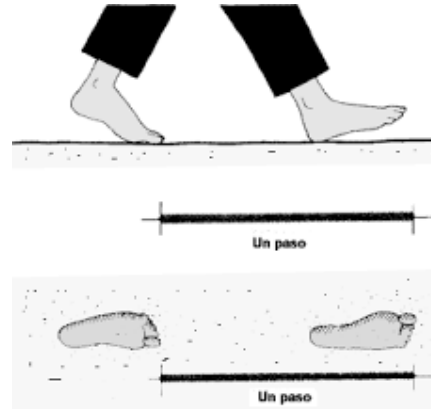
Les différents instruments de mesures topographique

Les différents instruments de mesures topographique :

Sont les instruments qui servent à effectuer de manière complète les mesurages en Topométrie. Ce sont principalement

Le pas ou double pas

est une méthode qui permet de mesurer rapidement les dimensions de certains détails pour les levés à petite échelle. Elle permet également de vérifier si une erreur importante n'a pas été commise sur la mesure d'une distance.

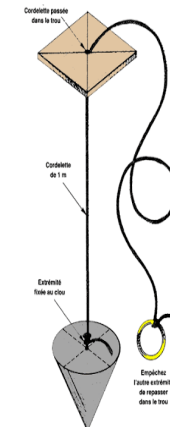
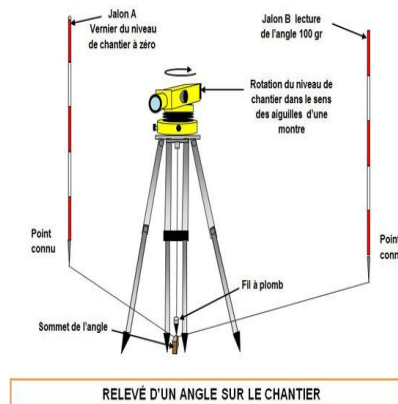


Chaîne d'arpenteur

C'est un instrument de mesure ancien composé de tiges métalliques reliées les unes aux autres, par des anneaux, avec de part et d'autre de cette longue chaîne qui mesure 10 m, une poignée permettant de la tenir.

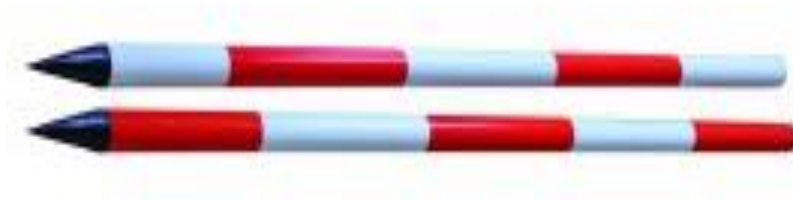


Le fil à plomb est un accessoire composé d'un fil tendu au bout duquel est accroché un poids en laiton de forme généralement conique. La direction du fil à plomb en un lieu déterminé s'appelle la "verticale" du lieu. Le fil à plomb est ainsi utilisé en Topographie pour transférer au sol l'axe vertical d'un instrument.



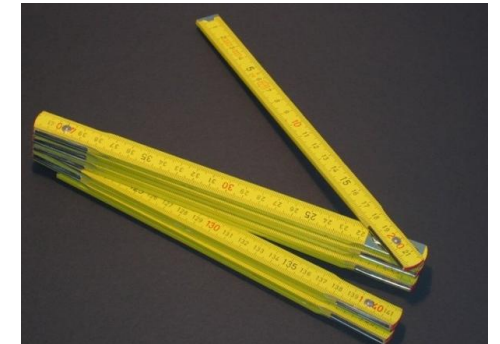
Les Jalons

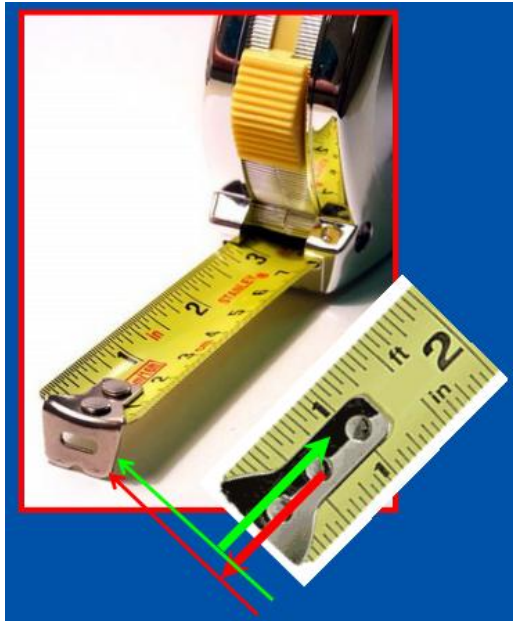
Ils sont utilisés pour matérialiser clairement et améliorer la visibilité d'un point au sol. Ce sont des tiges fabriquées soit avec du bois, soit avec du métal et mesurant parfois jusqu'à 3 mètres de longueur. Ils sont recouverts de peinture en bandes rouges et blanches. L'une des extrémités est munie d'une pointe métallique qui sert à le fixer dans le sol.



Le mètre ou double mètre

est un ruban métallique enroulé dans un boîtier. D'un maintient aisé, il est utilisé pour la mesure de détails (hauteur des tourillons, mesures en renforcement).





End rings and zero points

A Endings: Zero point is approximately 100 mm from the end of the tape.

Available on metric only tapes.

A1 end-piece: steel end-loop can be specified on all steel single sided metric tapes.

A3 end-piece: engineering grade polymer end-loop can be specified on single sided glass-fibre tapes.

A4 end-piece: triple action engineering grade polymer end-loop with precision fold-in claw and additional hook-on bar.

B Endings: Zero point is at the tape end.

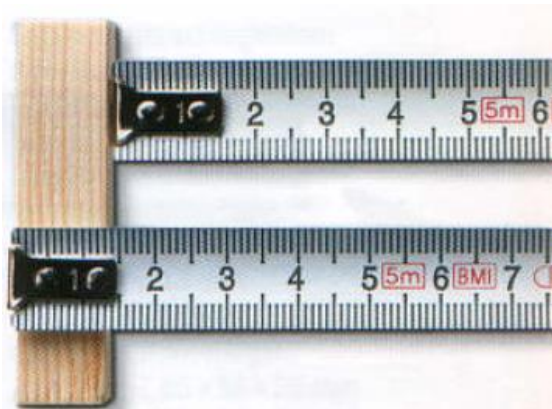
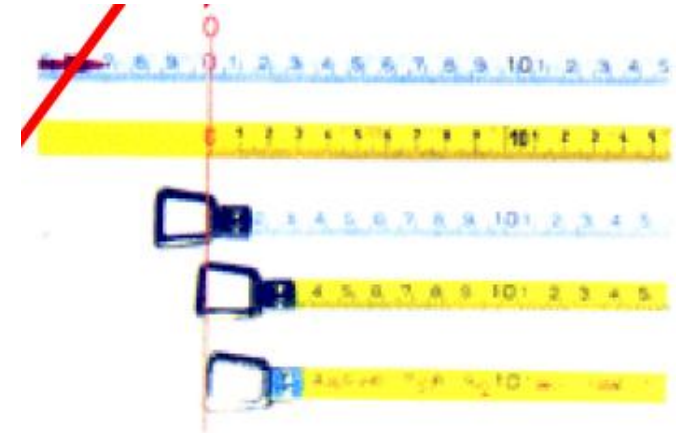
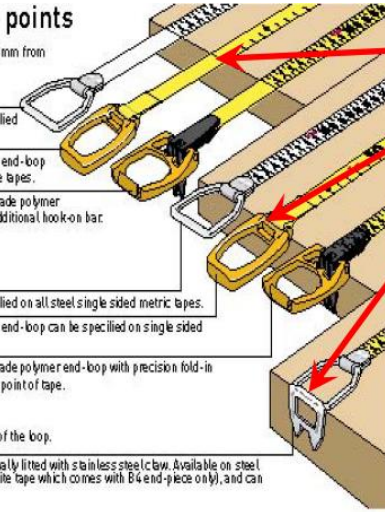
B1 end-piece: steel end-loop can be specified on all steel single sided metric tapes.

B3 end-piece: engineering grade polymer end-loop can be specified on single sided metric only glass-fibre tapes.

B4 end-piece: triple action engineering grade polymer end-loop with precision fold-in claw and additional hook-on bar near zero point of tape.

C Endings: Zero point is at the outer edge of the loop.

C end-piece: pressed steel end-loop normally fitted with stainless steel claw. Available on steel long tapes (with the exception of the GalLine tape which comes with B4 end-piece only), and can also be specified on glass-fibre tapes.



Ruban (étalon à bouts) est en acier ou en inox, de longueur 10, 20, 30, ou 50 m. Il est bien adapté pour tous les travaux topométriques



Le télescomètre ou canne télescopique remplace les règles en bois et en métal utilisées au paravent. Constitué de plusieurs éléments coulissants, il est télescopique et rigide et permet de mesurer avec précision des détails jusqu'à 5 m au millimètre près, par une seule personne. Il est intéressant en levé d'intérieur.



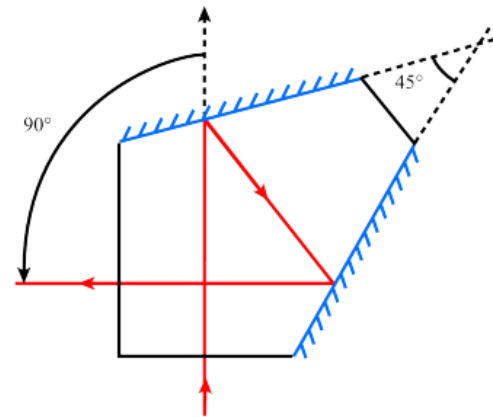
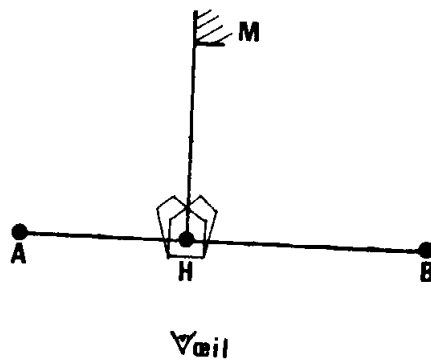
Roues enregistreuses ou topomètres sont d'une précision faible mais suffisante pour certains métrés



Les équerres optiques

Ce sont des dispositifs optiques munis d'une fente pour vision directe entre deux prismes. L'équerre optique s'emploie :

- Pour implanter un angle droit
- Pour implanter une perpendiculaire à une droite vers un point précis
- Pour abaisser une perpendiculaire d'un point sur une droite



Cercle horizontal répétiteur

Cercles d'alignement avec lesquels seuls les angles horizontaux peuvent être mesurés. Ces instruments sont tombés en désuétude et remplacés par les théodolites



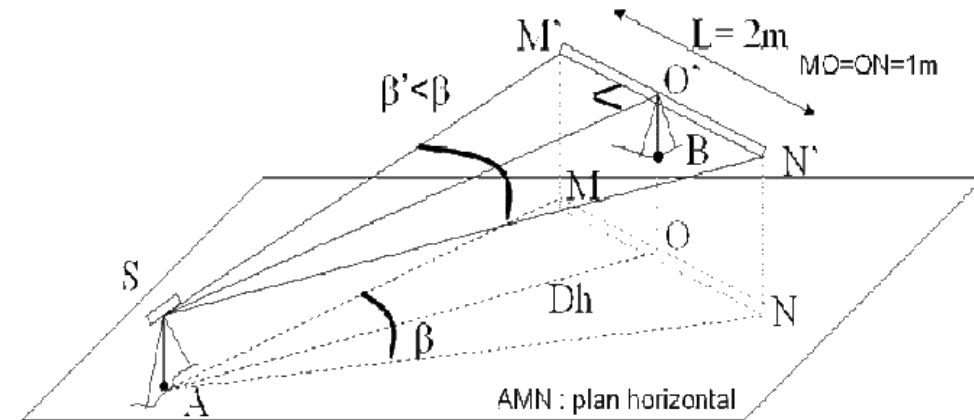
Les trépieds

Ce sont les accessoires sur lesquels sont installés les appareils de mesure tels que les théodolites et les niveaux. Ils sont constitués de trois pieds, fixes ou télescopiques, en bois ou en métal dont les extrémités se terminent par des pointes qui permettent de les enfoncer dans le sol.

Il en existe plusieurs types selon leur poids qui est fonction de celui de l'instrument qu'ils peuvent supporter. La tête peut être plate ou à rotule tout comme certains sont équipés d'une canne de centrage.



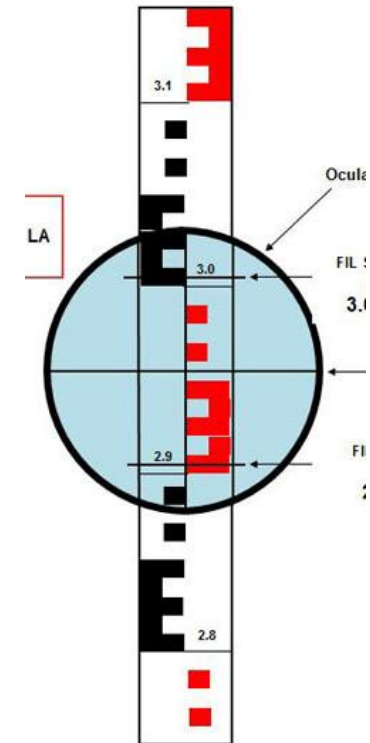
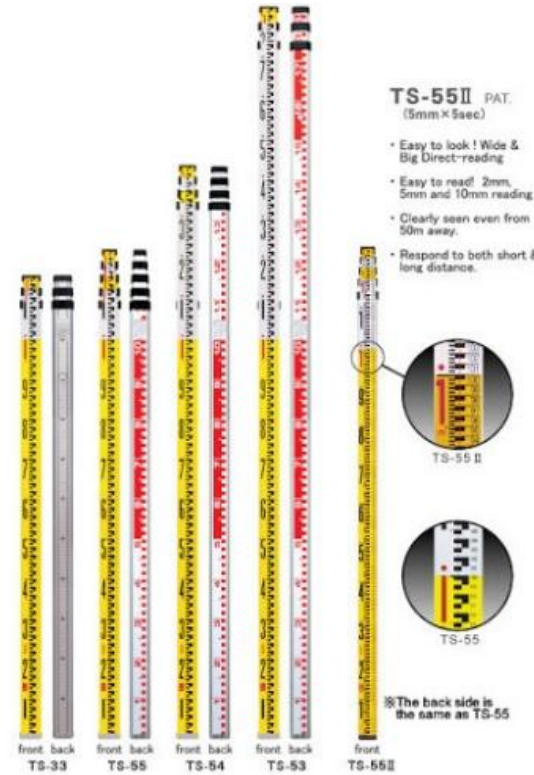
Stadias Invar pour des mesures de haute précision. La stadia est dotée d'une nivelle sphérique et d'un viseur pour régler sa perpendicularité par rapport à la ligne de visée SO .



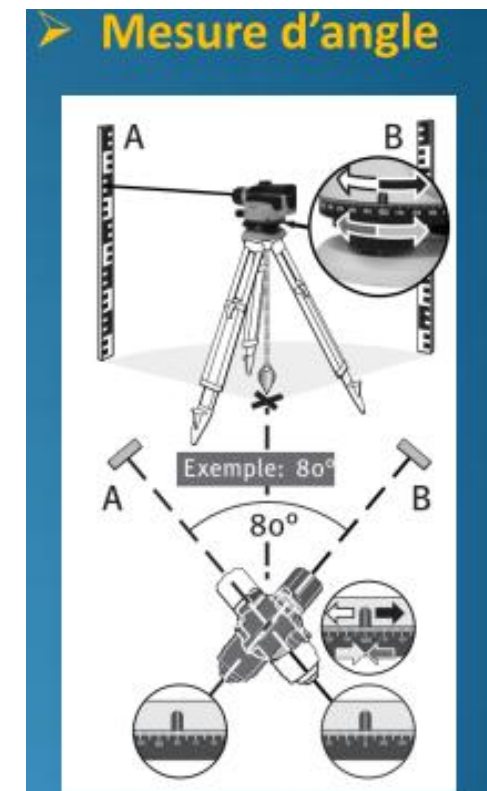
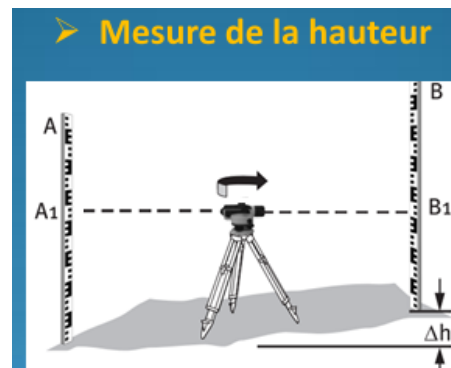
Les mires

Ce sont des règles graduées dont la longueur varie de 2 à 5 mètres. Elles sont faites de bois, de métal ou de fibre de verre.

Les graduations sont généralement en mètres, décimètres et centimètres.



Niveau optique de chantier: Le niveau permet de mesurer les différences d'altitudes, les distances et les angle horizontaux. Il offre généralement une précision très moyenne



Les niveaux sont classés en 4 types:



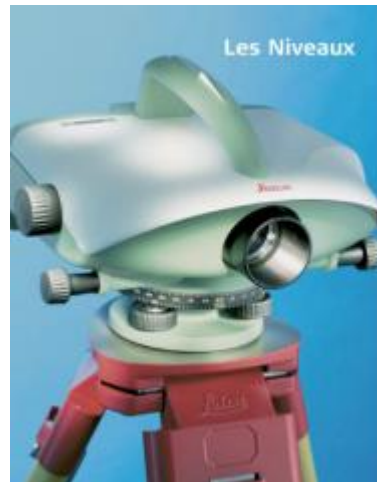
a. Niveau optique de chantier



b. Niveau optique d'ingénieur



c. Niveau numérique



d. Niveau laser

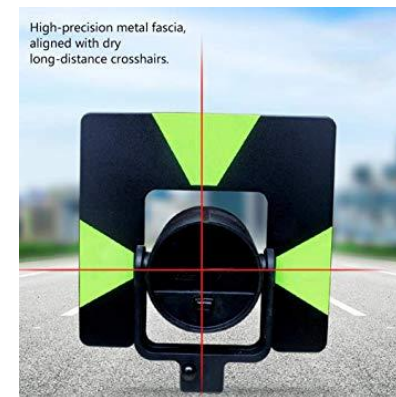
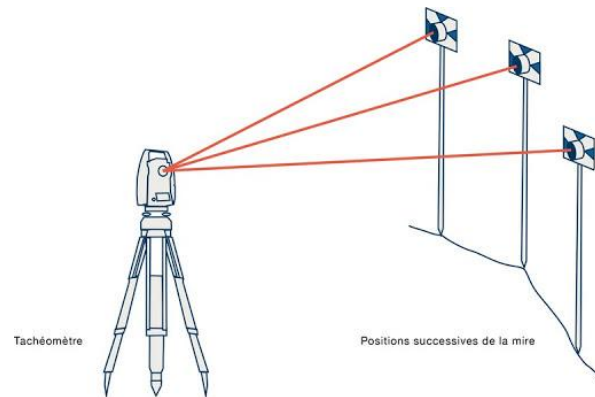


Théodolite :

est un instrument d'optique, mesurant des angles dans les deux plans horizontaux et verticaux afin de déterminer une direction. Il est utilisé pour réaliser les mesures d'une triangulation, c'est-à-dire des angles d'un triangle.



Le tachéomètre: est un appareil servant à mesurer les angles horizontaux et verticaux entre deux cibles, ainsi que la distance entre ces cibles



Station Totale :

La station totale permet de mesurer les angles horizontaux, et verticaux, les dénivelés ainsi que les distances grâce à un distancemètre Infrarouge intégré. Sont aussi disponibles des stations totales intégrant en plus un système GPS.

Disponible en différents modèles avec une gamme de classes de précision.

Aujourd'hui les appareils les plus perfectionnés permettent le travail d'une seule personne grâce à une télécommande radio et d'un système de suivi et de recherche automatique du prisme.



Le scanner 3D :

est un appareil de topographie très performant, permettant de mesurer et d'enregistrer la position de milliers de points (X,Y,Z) à la seconde.

Le principe de fonctionnement du scanner est basé sur le balayage d'un faisceau laser sur une surface solide. L'ensemble des points levés lors d'un scan est nommé un nuage de points.

- L'assemblage de plusieurs nuages permet d'obtenir un modèle numérique en trois dimension d'un objet, d'un bâtiment, d'un barrage, ..., le champ d'application du scanner 3D est quasiment sans limite.



Merci de votre attention