

2.1.1. Précision des mesures directes

- les fautes

On peut les éliminer par une double mesure (aller-retour)

Exemple : oubli d'une fiche ou une mauvaise lecture (de l'ordre du cm ou dm).

- -les erreurs systématiques.

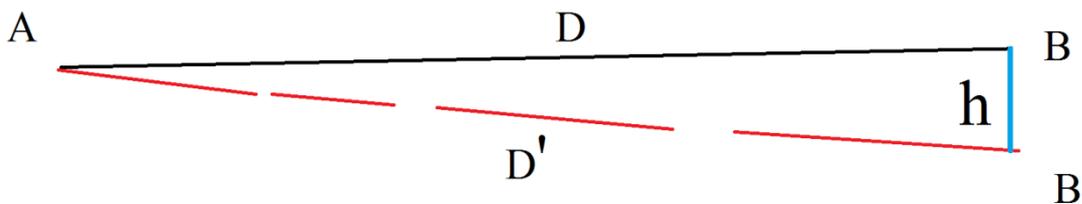
Généralement, elles se répètent dans le même sens (positivement ou négativement).

On peut les éliminer par étalonnage. Les sources de ces erreurs sont :

- étalonnage ; défaut de construction (une chaîne de 20 m courte de 5 mm)
- la dilatation (pour les rubans en acier seulement)
- Elasticité ; allongement du ruban sous l'effet de la tension
- La chaînette rencontrée en mode suspendu comme c'est le cas de la cultellation. l'erreur augmente si la tension diminue.

Solution .Une tension moyenne élimine l'erreur d'élasticité et l'erreur du ventre (la chaînette)

- Défaut d'horizontalité (méthode par cultellation)
 - Alignement ; un mauvais alignement conduit à des erreurs
- Voir schéma ci-dessous : au lieu de mesurer la vraie distance AB, on mesure AB' à cause d'un mauvais alignement avec un décalage h. L'erreur sur la mesure sera $AB-AB' = D-D'$



$$D' = \sqrt{D^2 + h^2}$$

$$D'^2 - D^2 = h^2 \quad (D' - D)(D' + D) = h^2$$

$$\text{On admet que } D' \approx D, \text{ donc } D' - D = \frac{h^2}{D' + D} \approx \frac{h^2}{2D'}$$

Si $h=10\text{cm}$ et la mesure est faite avec un décimètre, l'erreur serait égale à :

$$e = \frac{(0.10)^2}{20\text{m}} = 0.5\text{mm}$$

▪ Les erreurs accidentelles

Les erreurs accidentelles caractéristiques (ou si l'on peut dire, les unités des erreurs accidentelles) sont :

- **L'erreur moyenne arithmétique :**

$$m = \frac{\sum e}{n}$$

- L'écart type (erreur moyenne quadratique sur une mesure

$$\sigma = \pm \sqrt{e \times e} / n \quad \text{pour un grand nombre de mesures}$$

$$\sigma = \pm \sqrt{e \times e} / n-1 \quad \text{pour un nombre limité de mesure}$$

- L'écart type sur la moyenne

$$\sigma_m = \pm \sqrt{e \times e} / n (n-1) = \pm \sigma / \sqrt{n}$$

Exemple : une longueur est mesurée n fois. On obtient les résultats suivants : l_1, l_2, \dots, l_n .

La valeur la plus probable de cette longueur est : $l = \frac{\sum l_i}{n}$ (1)

Pour faciliter les calculs, on introduit une valeur $l_0 < l_i$.

Grace à cette valeur, les différences $v_i = l_i - l_0$ seront positives. La formule (1) devient :

$$l = \frac{\sum v_i - l_i}{n} = \frac{n \cdot l_0 + \sum v_i}{n} = l_0 + \frac{\sum v_i}{n}$$

Pour le contrôle des calculs ;

$$e_i = l - l_i \text{ et } \sum e_i = 0$$

Exemple numérique

Une longueur est mesurée 4 fois avec la même précision. Calculer la valeur la plus probable de cette longueur l ainsi que les erreurs quadratiques moyennes

n	l_i (m)	$v_i = l_i - l_0$ (cm)	$e_i = l - l_i$ (cm)	e_i^2	$v_i \cdot e_i$
1	213.96	6	+3.8	14.44	+22.8
2	214.08	18	-8.2	67.24	-147.6
3	214.02	12	-2.2	4.84	-26.4

4	213.93	3	+6.6	46.24	+20.4
		$\sum v_i = 39$	$\sum e_i = +0.2$	$\sum e_i^2 = 132.76$	-130.6

$l_0 = 213.90\text{m}$

$l = 213.9 + 0.39/4 = 213.998\text{m}$

$$\sigma = \pm \sqrt{132.76 / 4 - 1} = \pm 6.7\text{cm}$$

$$\sigma_m = \pm 6.7 / \sqrt{4} = \pm 3.3\text{cm}$$

La valeur la plus probable de l est : $213.998 \pm 0.033\text{m}$

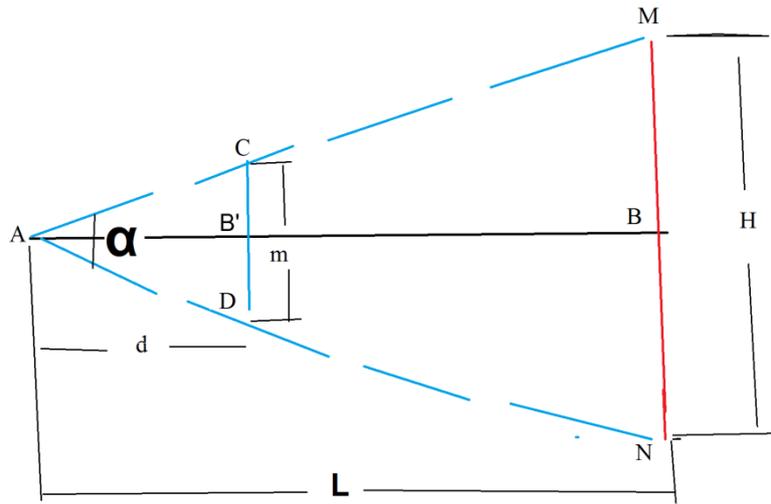
2.2. Mesures indirectes des distances

Définitions :

- Une mesure de distance est dite indirecte lorsqu'elle est effectuée depuis une station (point initial) en visant une mire située sur un point final.
-
- La stadimétrie est une méthode de détermination optique des distances évitant leur mesure directe.
- En topographie, le terme STADIA (ou MIRE) désigne une règle graduée qui permet de mesurer des distances au moyen d'un télémètre optique

2.2.1. Principe des mesures stadimétriques

Soit à mesurer la distance AB de longueur L



L'opérateur qui est en même temps l'observateur stationne en A et vise une mire MN de hauteur H placée au point B. Plaçons une droite CD parallèle à MN à une distance d de A. Nous avons les quantités suivantes :

$$CD=m$$

$$AB=L$$

$$MN=H$$

$$AB'=d$$

Si on considère les 2 triangles semblables AMN et ACD, nous obtenons les relations suivantes:

$$AB/MN=AB'/CD \quad \Rightarrow \quad AB=(AB'/CD).MN \quad \text{ou bien} \quad L=(d/m).H$$

Parmi les 3 quantités d, m et H, si l'une d'elle est variable, les 2 autres sont constantes. De ces relations, on distingue différents types de stadimètres.

➤ **Stadimètres de 1^{er} type**

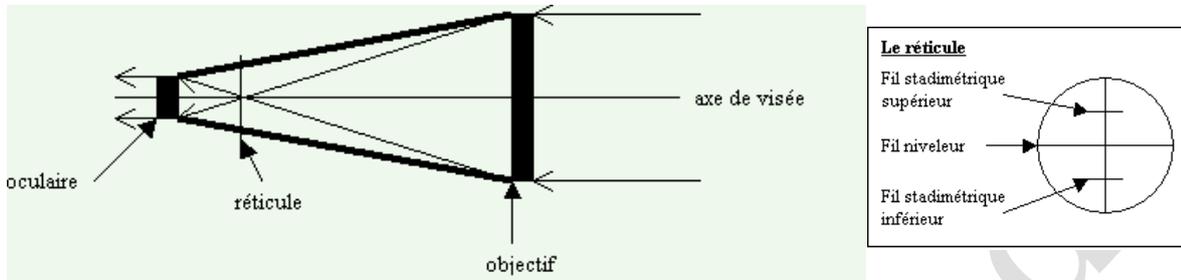
H est variable ; d et m (l'angle stadimétrique α) sont constants

Un des représentants de ce type est la lunette astronomique ordinaire

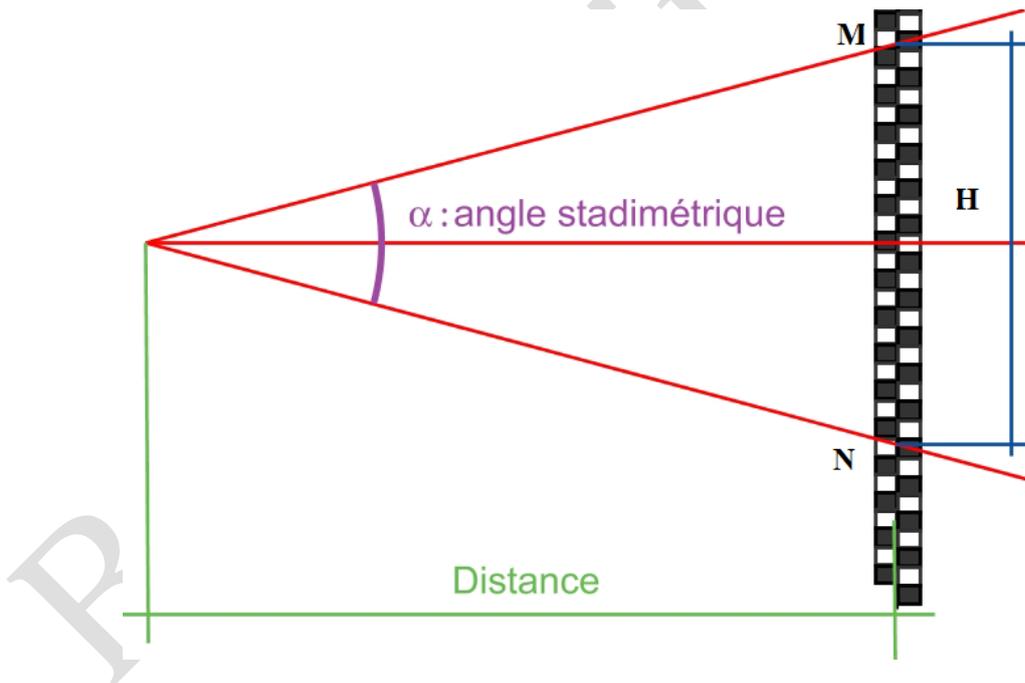
La lunette topographique équipe bon nombre d'appareils fonctionnant avec des visées. Son principe de fonctionnement et les techniques d'utilisation sont importantes pour réaliser des mesures les plus justes possibles sans abîmer votre vue.

Principe de fonctionnement

Ce schéma de principe est volontairement simplifié. Différentes lentilles sont positionnées entre l'oculaire et l'objectif. C'est notamment le cas de la divergente interne qui permet d'amener l'image de l'objectif sur le plan du réticule. Cette opération se fait à l'aide de la vis de mise au point.



L'angle stadimétrique est matérialisé par deux traits gravés sur le tableau focal (réticule). Ils peuvent aussi être horizontaux et valent en général un angle $\alpha = 1/100$ radian et on parle alors d'angle stadimétrique « constant ».

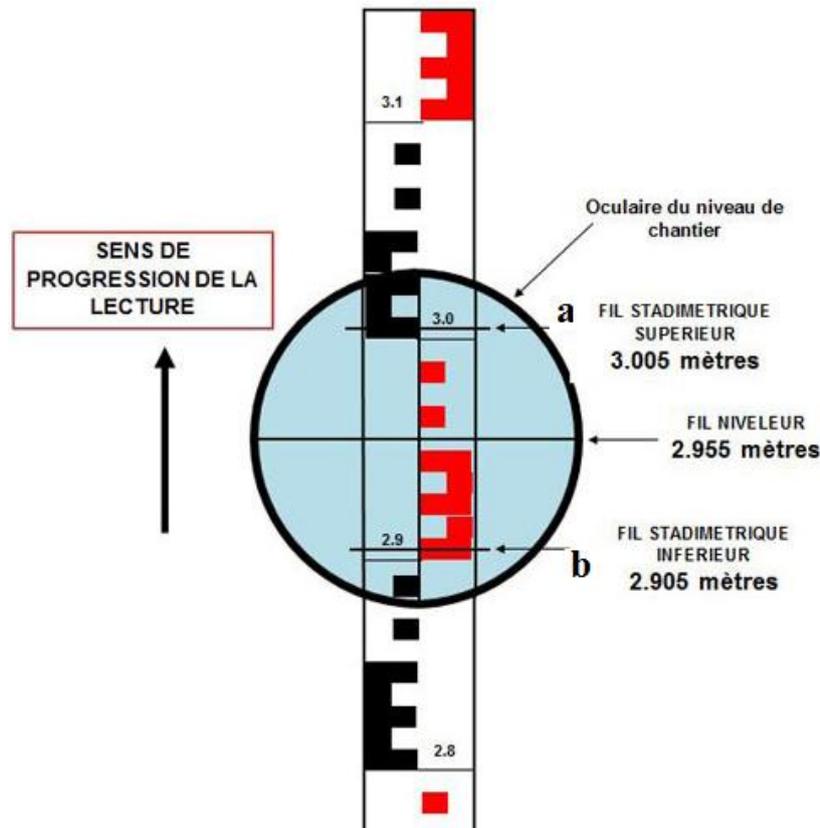


$$L = (d/m).H = H/(2\text{tg } \alpha/2). \text{ Puisque } \alpha \text{ est très petit, on admet que } L = H/\text{tg } \alpha$$

Les constructeurs de lunettes topographiques font en sorte que $2\text{tg } \alpha/2 = 1/100$

$$L = 100.H$$

100 est la constante de la lunette topographique



$$L=100 (\text{lecture } a - \text{lecture } b)$$

a : lecture supérieure

b : lecture inférieure

Il faut que $a+b/2 = \text{lecture du milieu}$

La tolérance est de 2 ou 3 mm

Considérons les lectures faites d'après le schéma ci-dessus

-Lecture supérieure=3005mm

-Lecture du milieu= 2955mm

-Lecture inférieure=2905mm

-Vérification des lectures : $3005+2905/2 = 2955\text{mm}$

- $L= 100(3005-2905)= 10000\text{mm}= 10\text{m}$