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).

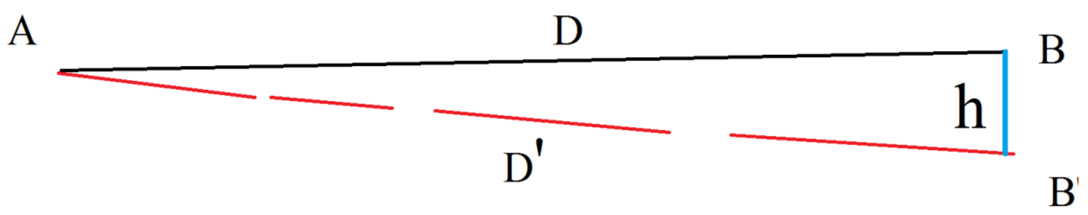
- **-les erreurs systématiques.**

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 chaine 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 chainette 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 chainette)

- Défaut d'horizontalité (méthode par cultellationç
- Alignement ; un mauvais alignement conduit à des erreurs
  Voir schéma ci-dessous : au lieu de mesurer la vrai 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'**



$$D' = D^2+h^2$$

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

On admet que D'=D, donc $D'-D = h^2/ D'+D = h^2/2D'$

Si h=10cm et la mesure est faite avec un décamètre, l(erreur serait égale à :

$$e=(0.10)^2/20m=0.5mm$$

▪ Les erreurs accidentelles

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

- **L'erreur moyenne arithmétique :**
  $\mathrm{m} = \frac{\sum \mathrm{e}}{n}$-

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

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

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

- L'écart type sur la moyenne

$$\sigma_{\mathrm{m}} = \pm\sqrt{e \times e} \text{ /n (n-1)} = \pm\, \sigma/\sqrt{n}$$

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

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

Pour faciliter les calculs, on introduit une valeur $l_{0<li}$.

Grace à cette valeur, les différences Vi=li-lo seront positives. La formule (1) devient :

$$\mathrm{l} = \frac{\sum \mathrm{vi-li}}{n} = \frac{n.lo+\sum \mathrm{vi}}{n} = lo + \frac{\sum \mathrm{vi}}{n}$$

Pour le contrôle des calculs ;

e_i =l-li et $\sum \mathrm{ei} = 0$

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	Li (m)	vi=li-lo (cm)	e_i =l-li (cm)	e_i^2	vi. 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
		$\sum vi=39$	$\sum ei = +0.2$	$\sum e_i^2$ =132.76	-130.6

l_o= 213.90m

l= 213.9+0.39/4=213.998m

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

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

La valeur la plus probable de l est : 213.998 ±0.033m

2.2. Mesures indirectes des distances

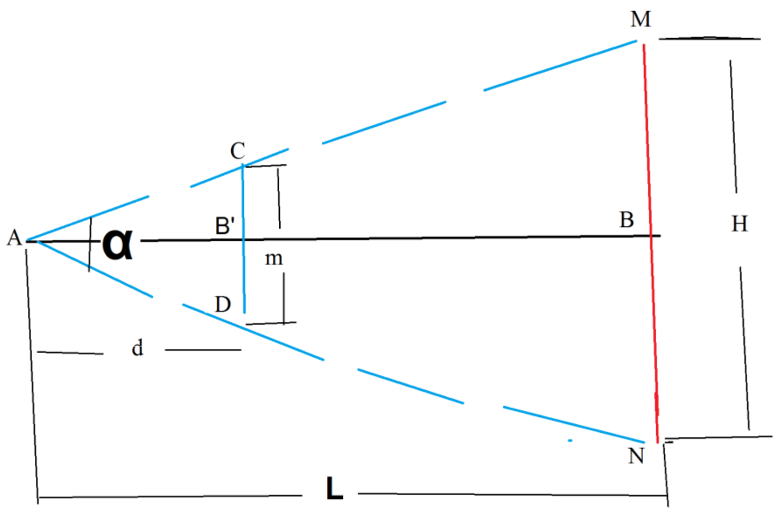
<u>Définitions :</u>

- Une mesure de distance est dite <u>indirecte</u> lorsqu'elle est effectuée depuis une station (point initial) en visant une mire située sur un point final.
-
- La <u>stadimétrie</u> est une méthode de détermination optique des distances évitant leur mesure directe.

- En topographie, le terme <u>STADIA (ou MIRE</u>) 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'operateur qui est en meme temps l'observateur stationne en A et vise une mire MN de haiteur H placé au point B. Plaçons une droite CD parallèle à MN à une dsitance 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 $\Longrightarrow$ AB=(AB'/CD).MN ou bien 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 stadimetres.

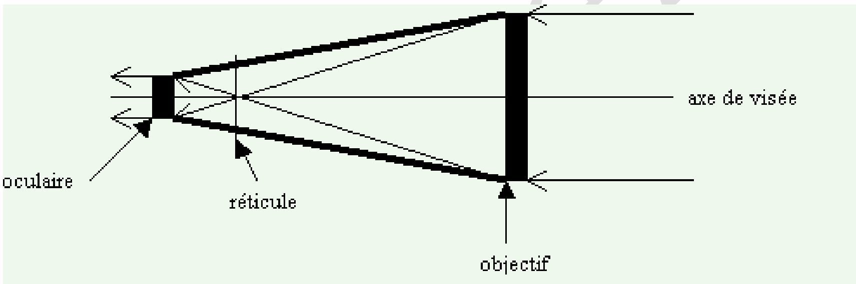
- **<u>Stadimétres de 1^{er} type</u>**
  H est variable ; d et m (l'angle stadimetrique α) sont constants

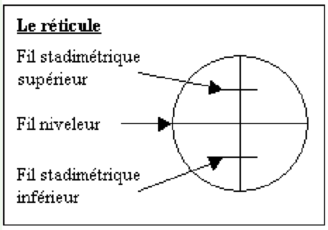
  Un des représentants de ce type est la lunette astronomique ordinaire

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.

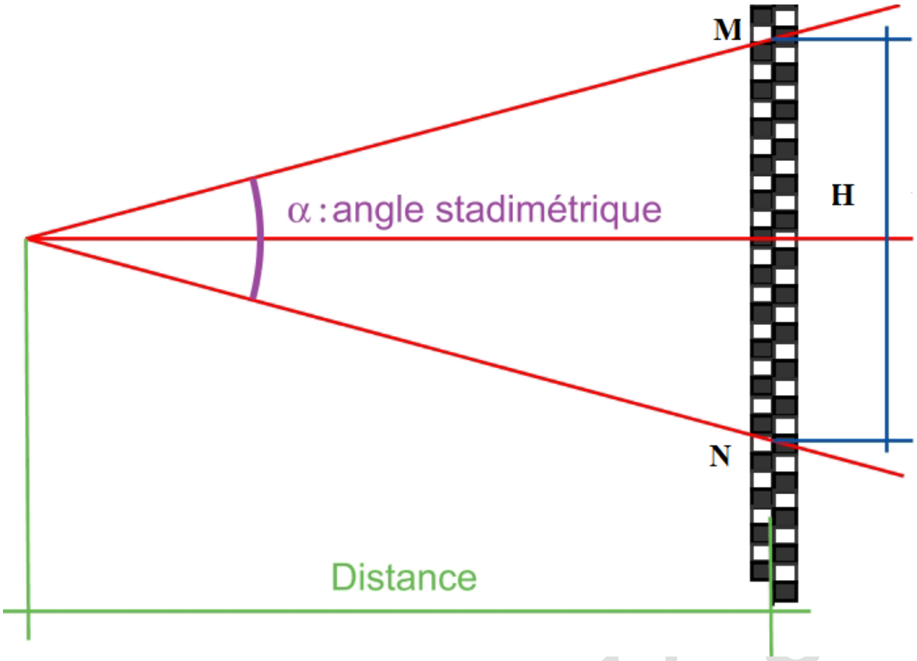
Principe de fonctionnement

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

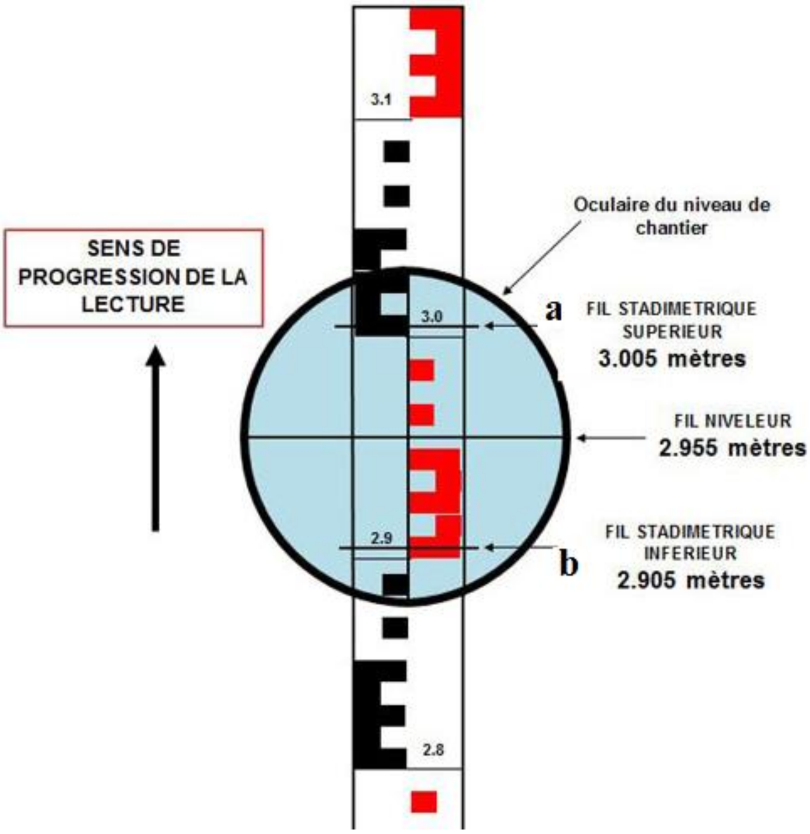


L=(d/m).H =H/(2tg α/2). Puisque α est très petit, on admet que L=H/tg α

Les constructeurs de lunettes topographiques font en sorte que 2tg α/2 =1/100

L=100.H

100 est la constante de la lunette topographique



L=100 (lecture a – lecture b)

a : lecture supérieure

b : lecture inferieure

Il faut que a+b/2 =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 inferieure=2905mm

-Vérification des lectures : 3005+2905/2 =2955mm

-L= 100(3005-2905)= 10000mm= 10m

- **<u>Stadimétres de 2er type</u>**

H est constante ; l'angle stadimétrique (d et m) est variable

puisque H est constante, il faut disposer d'une base de hauteur H définie (par exemple 2m)..

<u>Prenons le cas du clisimétre.</u>

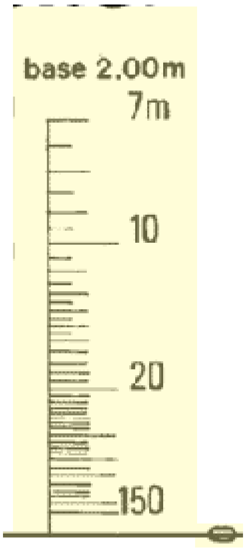
Le clisimetre comporte 4 echelles (les étudiants doivent consulter la planche que je leur ai distribuée) et qui illustre les vraies echelles que comorte leclisimetre.) :

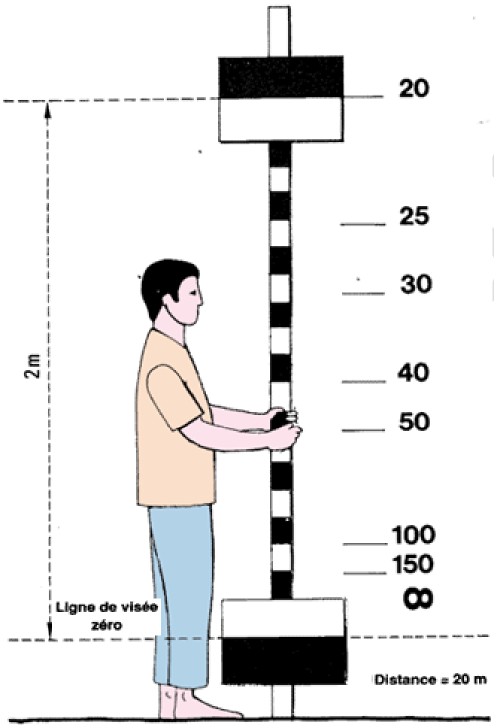
De gauche à droite (en regardant avec l'oculaire de gauche)

- une chelle des pentes (signe %)
- une echelles des distances (signe .base 2m)
- une chelle des angles en degrés
- une echelle dsangles en grades

On incline la lunette de sorte que le voyant superieur ou inferieur coincide avec un trait origne l'infini , l »autre voyant coincide avec une des graduations de l'echelle. Cett graduation indiqie la distanc qui separe l'appareil de la mire : c'est une distance suivant la pente.(dans l'exemple ci-dessous, la distance est de 20m)

Si notre base est un jalon de 2m, au lieu de voyants, on utilise les extremités du jalon



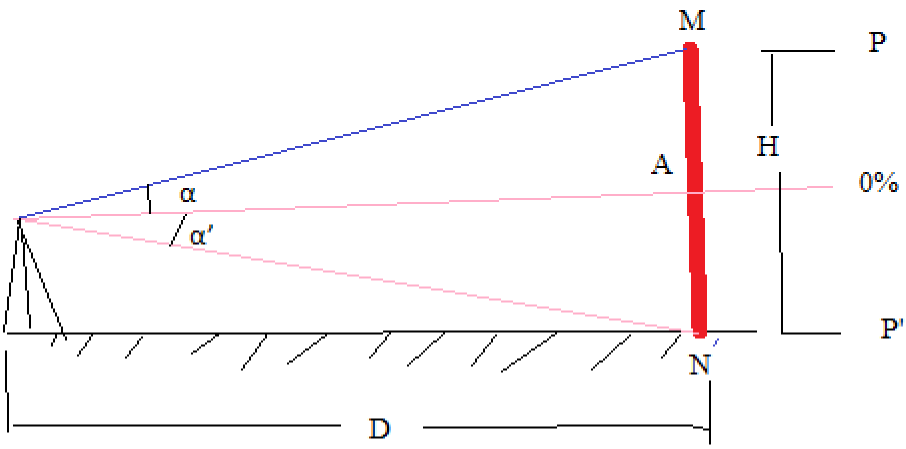


Visée de la mire avec l'échelle supérieure

- **<u>Stadimétres de 3er type</u>**

Ils sont basés sur la différence des pentes ; H est constante ; p-p' est variable

1er cas : sur terrain plat



$P = tg\ \alpha = MA/D$

$P' = tg\ \alpha' = AN/D$

$MA/D + AN/D = H/D = P + P'$

D=H/P+P'

2eme cas: terrain en pente et visée ascendante

D=H/P-P'

Aux étudiants de démontrer cette relation avec schéma

9eme cas: terrain en pente et visée descendante

D=H/P'-P

Aux étudiants de démontrer cette relation avec schéma