

# Programme Topographie 1 L2 Génie Civil

## CONTENU DE LA MATIERE

### Chapitre 1. Généralités (3 semaines)

La topographie dans l'acte de construire, Les différents appareils de mesure topographique, Les échelles (les plans, les cartes), Les fautes et les erreurs

### Chapitre 2. Mesure de distances (3 semaines)

Mesure directe des distances, Méthodes d'alignement et précisions, Pratique de mesurage, Mesures indirects de distance

### Chapitre 3. Mesure des Angles (3 semaines)

Principe de fonctionnement d'un théodolite, Mise en station d'un théodolite (Réglage, Lecture),

Lecture d'angles horizontaux, Lecture d'angles verticaux.

### Chapitre 4. Détermination des surfaces (3 semaines)

Calcul de la surface d'un polygone, Détermination des surfaces des contours représentés sur le plan, Planimètre et mesure des surfaces.

### Chapitre 5. Nivellement direct et Indirect (3 semaines)

Nivellement Direct, Nivellement Indirect.

### Mode d'évaluation :

Examen : 100%.

### Références bibliographiques :

1. Antoine, P., Fabre, D., « **Topographie et topométrie modernes (Tome 1 et 2)** », Serge Milles et Jean Lagofun, 1999.
2. Bouquillard, « **Cours De Topographie** », BepTech.geo T1, 2006
3. Dubois, F. et Dupont, G. (1998) « **précis de topographie, Principes et méthodes** », Editions Eyrolles Paris
4. Herman, T. (1997a) « **Paramètres pour l'ellipsoïde** », Edition Hermès, Paris
5. Herman, T. (1997b) « **Paramètres pour la sphère** », Edition Dujardin, Toulouse
6. Meica (1997), « **Niveaux numériques** », MiecaGeosystems, Paris
7. Tchou, M. (1976) « **Topographie appliquée** », Cours à l'école Nationale Supérieure des Arts et Industries de Strasbourg, Spécialité Topographie.
8. Lapointe, L., Meyer G., « **Topographie appliquée aux Travaux Publics, Bâtiments et Levers urbains** », Editions Eyrolles Paris, 271p, 1984.
9. Dubuisson, « **Cours élémentaires de topographie** », Editions Eyrolles Paris, 120p, 1982.

### III. MESURE DES ANGLES

#### III.1 GENERALITES

En principe, en topographie, les angles se mesurent toujours dans un plan horizontal ou dans un plan vertical (jamais dans un plan oblique).

Les angles horizontaux appelés aussi azimutaux peuvent être enregistrés de deux manières différentes :

a) Observés et dessinés directement sur une feuille de papier placée sur une planchette horizontale. L'instrument utilisé est un goniographe composé, d'un trépied, d'une planchette, d'un organe de visée et d'une règle.

b) Mesurés à l'aide d'un goniomètre. Dans ce cas les instruments utilisés sont les suivants :

- *Équerres optiques* qui ne permettent que de tracer sommairement des perpendiculaires ou de s'aligner entre deux points.

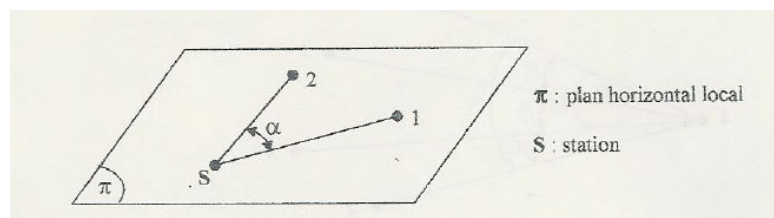
- *Cercles d'alignement* avec lesquels seuls les angles horizontaux peuvent être mesurés. Ces instruments sont tombés en désuétude et remplacés par les théodolites.

- *Théodolites* dont les lectures ne se fait plus sur des verniers mais à l'aide de microscopes permettant d'apprécier, suivant le degré de précision de l'instrument le centigrade, le milligrade ou le déci milligrade.

Le choix de la méthode d'observation angulaire dépendra de l'instrument utilisé et de la précision recherchée.

#### III.2 MESURES DES ANGLES HORIZONTAUX

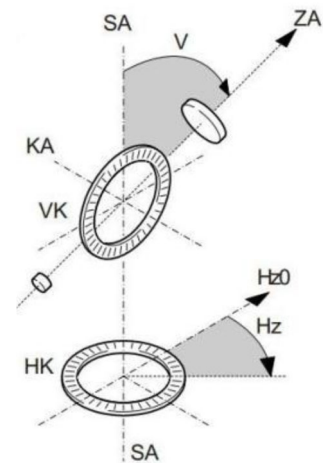
Un angle horizontal est l'angle compris entre deux directions différentes à partir d'une station connue. Ces angles sont mesurés parallèlement au plan horizontal local.



La méthode de mesure des angles horizontaux diffère avec l'instrument utilisé pour cette opération :

##### 1. La planche :

C'est un ensemble d'appareils topographiques utilisés pour les opérations de levé, elle donne directement le tracé sans avoir à consigner les résultats.



Les opérations de levé à la planche diffèrent avec le relief du site et la carte désirée. Nous présentons ci-après la méthode du levé par rayonnement. Les étapes sont les suivantes:

- ✓ Installer l'appareil au centre de la zone à relever de façon à pouvoir repérer tous les points caractéristiques à lever.
- ✓ Régler l'appareil
- ✓ Viser les points et les représenter directement sur la feuille de dessin en utilisant l'aiguille
- ✓ Relier les points visés et tracés sur la feuille de dessin
- ✓ Lire le tracé selon l'échelle utilisée sur la planche (règle graduée)

## 2. Appareils optiques :

### a) Equerre optique :

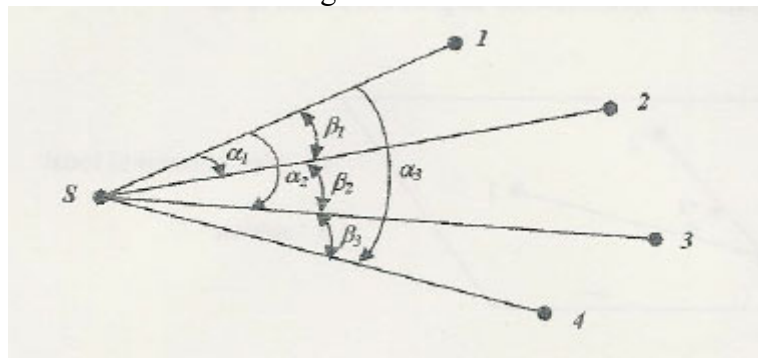
Elle est utilisée pour la détermination des angles droits.

### b) Niveau :

Il est utilisé pour la détermination des angles horizontaux dans une seule position. Après le choix de la station et le réglage du niveau, deux alternatives de mesures sont possibles:

#### ➤ Cas 1 :

On règle la lecture de référence à zéro sur le cercle horizontal pour viser le 1<sup>er</sup> point, les points suivants sont visés comme montres sur la figure suivante:



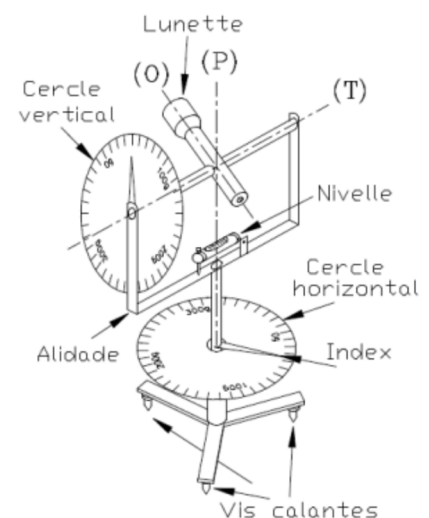
#### ➤ Cas 2 :

On règle la lecture de référence à zéro à chaque mesure (point visé), les angles horizontaux sont déterminés entre les points successivement juxtaposés par lecture directe sur le cercle horizontal.

### c) Théodolite ou tachéomètre :

Ce sont les instruments les plus utilisés pour la mesure des cercles horizontaux et verticaux. On règle l'angle horizontal sur un point préalablement choisi et on mesure les angles verticaux dans les deux positions gauche CG et droite CD afin de limiter les erreurs.

- Position CG : la lunette de mesure des angles se situe à gauche de la lunette de lecture sur mire.
- Position CD : la lunette de mesure des angles se situe à droite de la lunette de lecture sur mire.



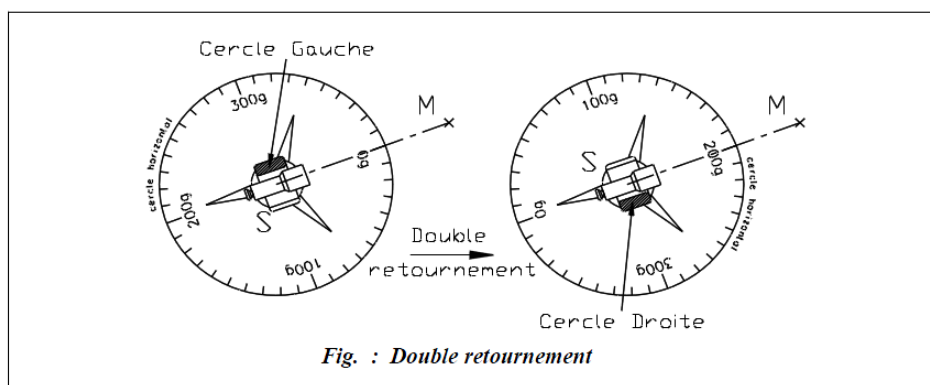
### Le double retournement :

C'est une manipulation consistant en un **demi-tour simultané de la lunette et de l'alidade** (fig. ). Cette technique de mesure permet d'éliminer certaines erreurs systématiques et de limiter les fautes de lecture.

Lors d'une mesure **d'angle horizontal**, cela permet :

- de doubler les lectures et donc de diminuer le risque de faute de lecture ;
- de ne pas toujours lire sur la même zone du limbe, donc de limiter l'erreur due aux défauts de graduation du limbe ;
- d'éliminer les défauts de collimation horizontale et de tourillonnement.

L'erreur de centrage sur le point de station et l'erreur de calage de l'axe vertical ne sont pas éliminées par cette manipulation. Il convient donc de soigner ces opérations.

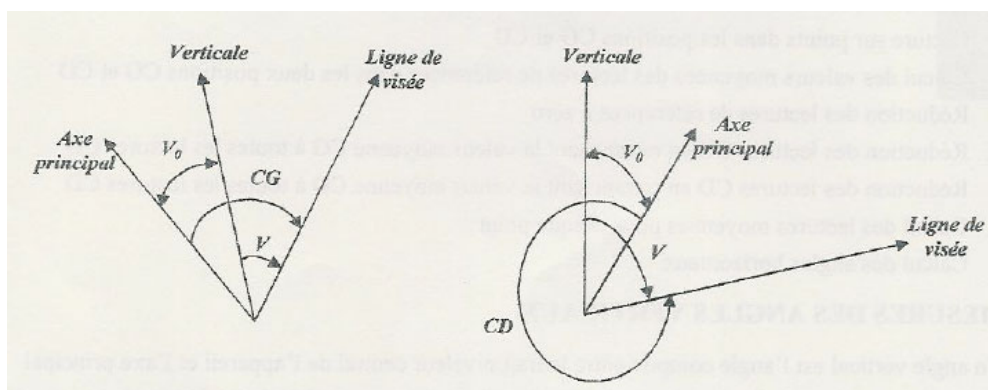


**Pratiquement**, on effectue :

- une lecture en **cercle gauche** (cercle vertical de l'appareil à gauche de l'opérateur, plus généralement en **position de référence**) ;
- un double retournement ;
- une nouvelle lecture du même angle en cercle droite (cercle vertical à droite).

### 3. Erreur de verticalité

Lors du réglage de l'appareil avant chaque opération de visée, l'axe principal ne se confond avec la verticale (**le zénith**) du site (direction de la pesanteur) ; il existe un petit angle  $V_0$  entre les deux appelé erreur de verticalité.



En examinant les deux figures ci-dessus, on trouve :

$$V = 400 - CD + V_0 \dots\dots\dots (1)$$

$$V = CG - V_0 \dots\dots\dots (2)$$

Le calcul de (1)-(2), aboutit à :  $2 V_0 = CG + CD - 400$

Soit une erreur de verticalité :  $V_0 = (CG + CD - 400)/2$  (en gr)

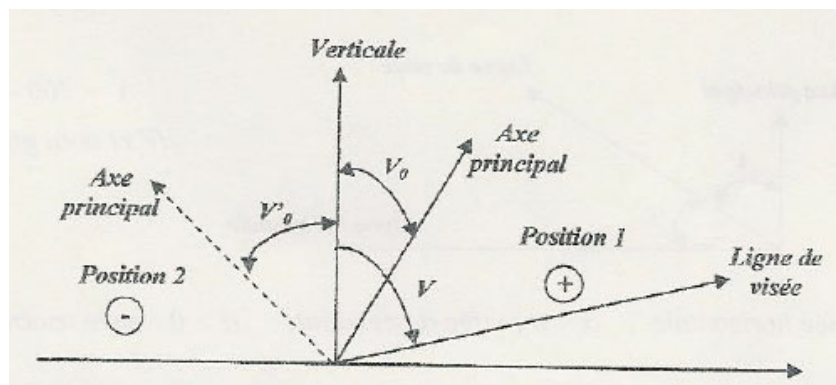
Par ailleurs, (1) + (2) aboutit à :  $2V = 400 - CD + CG$

D'où l'angle vertical :  $V = (400 - CD + CG)/2$  (en gr)

#### 4. Compensation des lectures

Afin de corriger les angles et compenser les erreurs de verticalité commises lors des opérations de mesure, on calcule les erreurs de verticalité dans les deux positions de mesures

$V_0$  et  $V'_0$  :



#### 5. Procédé de mesure

1. Réglage de la lecture de référence
2. Tour d'horizon
3. Lecture sur points dans les positions CG et CD
4. Calcul des valeurs moyennes des lectures de références dans les deux positions CG et CD
5. Réduction des lectures de références à zéro
6. Réduction des lectures CG en retranchant la valeur moyenne CG toutes les lectures CG
7. Réduction des lectures CD en retranchant la valeur moyenne CD à toutes les lectures CD
8. Calcul des lectures moyennes pour chaque point
9. Calcul des angles horizontaux

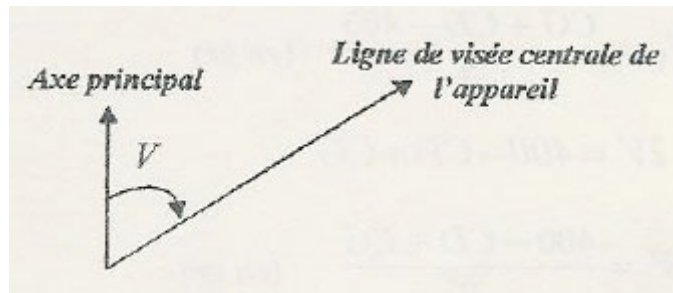
### III.3 MESURES DES ANGLES VERTICAUX

Un angle vertical est l'angle compris entre le trait niveleur central de l'appareil et l'axe principal confondu avec la verticale du point visé (après réglage de l'appareil à chaque mesure).

La mesure des angles verticaux se fait avec des appareils tachéométriques. L'opération de mesure diffère suivant la graduation du cercle vertical, on trouve :

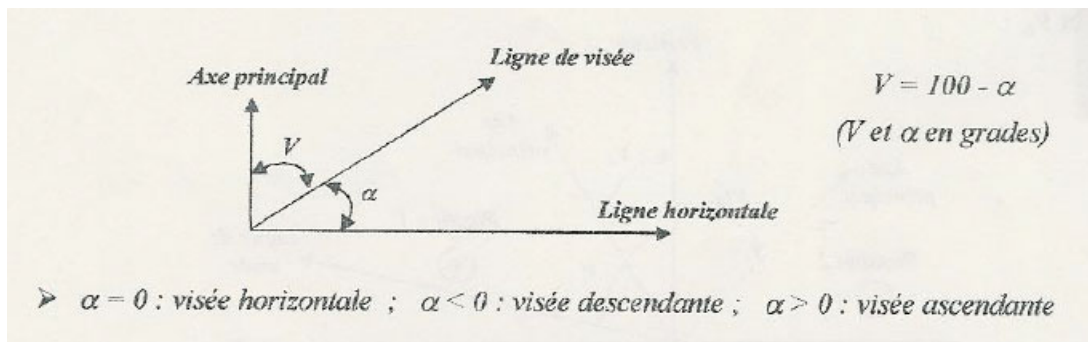
#### 1. Appareils élimétriques

Ce sont des appareils à cercle vertical gradué de 0 à 360° ou de 0 à 400 gr avec lecture directe de l'angle vertical mesuré.



## 2. Appareils clisimétriques

Dans ces appareils le cercle vertical est gradué en pentes c-à-d qu'en chaque point visé, on obtient un angle  $\alpha$  compris entre la ligne de visée et la ligne horizontale.



puis on procède comme suit:

Position 1 :  $V = V_{CG \text{ calculé}} + V_0$

Position 2 :  $V = V_{CG \text{ calculé}} - V'_0$

De façon générale :

Si  $CG + CD > 400 \text{ gr}$  alors  $V_{CG \text{ corr}} = V_{CG \text{ calculé}} - V_0$

Si  $CG + CD < 400 \text{ gr}$  alors  $V_{CG \text{ corr}} = V_{CG \text{ calculé}} + V_0$

### III.4 APPLICATIONS

#### Exercice 1 :

Suite à une opération de levé sur site de trois (03) points à partir d'une station fixe en utilisant un tour d'horizon, on obtient les résultats suivants (les angles **horizontaux**) :

Station	Points relevés	CG	CD
<b>S</b>	↗ 1	1.420	102.810
	→ 2	98.500	199.325
	↘ 3	168.170	270.430
	↙ 1	1.450	102.875

- Déterminer les angles horizontaux entre les points successifs en réduisant les lectures de référence à zéro.
- Etablir un tableau récapitulatif du levé.

#### Solution :

1. Détermination de la valeur moyenne des lectures de référence pour chaque position :

$$\overline{L_{CG}} = \frac{1,420 + 1,450}{2} = 1,435 \text{ gr}$$

$$\overline{L_{CD}} = \frac{102,810 + 102,875}{2} = 102,842 \text{ gr}$$

2. Réduction des lectures à zéro sur l'origine, c-à-d le point (1) réduction à zéro dans les deux cas (CG) et (CD).

3. Réduction de la valeur moyenne ( $\overline{L_{CG}}$ ) et ( $\overline{L_{CD}}$ ) pour les lectures des autres points :

##### Position CG :

$$\text{Point (2)} : 98,500 - 1,435 = 97,065 \text{ gr}$$

$$\text{Point (3)} : 168,170 - 1,435 = 166,735 \text{ gr}$$

##### Position CD :

$$\text{Point (2)} : 199,325 - 102,842 = 96,483 \text{ gr}$$

$$\text{Point (3)} : 270,430 - 102,842 = 167,588 \text{ gr}$$

4. Calcul de la valeur moyenne pour les deux positions pour chaque point :

$$\text{Angle horizontal pour le point (2)} : \frac{97,065 + 96,483}{2} = 96,774 \text{ gr}$$

$$\text{Angle horizontal pour le point (3)} : \frac{166,735 + 167,558}{2} = 167,161 \text{ gr}$$

5. Calcul des angles entre les points :

$$\text{Angle } 1S2 = 96,774 - 0,000 = 96,774 \text{ gr}$$

$$\text{Angle } 2S3 = 167,161 - 96,774 = 70,387 \text{ gr}$$

$$\text{Angle } 3S1 = 400,000 - 167,161 = 232,829 \text{ gr}$$

6. Le tableau récapitulatif du levé

Station	Point visé	Position CG	Position CD	Réduction des lectures à CG=>0,00	Réduction des lectures à CD=>0,00	Valeur moyenne	Angle horizontal	Obs
<b>S</b>	1	1,420	102,810	0,000	0,000	0,000	96,774 70,387 232,829	
	2	98,500	199,325	97,065	96,483	96,774		
	3	168,170	270,430	166,735	167,558	167,161		
	1	1,450	102,875	0,000	0,000	0,000		



**Exercice 2 :**

Lors d'un levé de deux points sur site en utilisant les positions CD et CG, on obtient les angles **verticaux** suivants :

Station	Points relevés	Lectures sur Cercle Vertical - CV	
		CG	CD
S	1	78,402	320,588
	2	140,210	258,780

Déterminer :

- Les angles verticaux
- L'erreur de verticalité
- La pente à chaque mesure
- Les lectures corrigées des angles verticaux

Dresser un tableau de cette opération de relevé

**Solution :**

**Point (1)**

$$\text{Angle moyen : } V_{(1)} = \frac{400 + CG - CD}{2} = \frac{400 + 78,402 - 320,588}{2} = 78,907 \text{ gr}$$

$$\text{Erreur : } V_{0(1)} = \frac{(CG + CD) - 400}{2} = \frac{(78,402 + 320,588) - 400}{2} = -0,505 \text{ gr}$$

$$\alpha_{(1)} = 100 - V = 100,000 - 78,907 = +21,093 \text{ gr, observation vers le haut } \nearrow$$

**Point (2)**

$$\text{Angle moyen : } V_{(2)} = \frac{400 + CG - CD}{2} = \frac{400 + 140,210 - 258,780}{2} = 140,715 \text{ gr}$$

$$\text{Erreur : } V_{0(2)} = \frac{(CG + CD) - 400}{2} = \frac{(140,210 + 258,780) - 400}{2} = -0,505 \text{ gr}$$

$$\alpha_{(2)} = 100 - V = 100,000 - 140,715 = -40,715 \text{ gr, observation vers le bas } \searrow$$

Correction des lectures :

$$V_{(1)\text{corrigé}} = V_{(1)\text{calculé}} - V_{0(1)} = 78,907 - (-0,505) = 79,412 \text{ gr}$$

$$V_{(2)\text{corrigé}} = V_{(2)\text{calculé}} - V_{0(2)} = 140,715 - (-0,505) = 141,220 \text{ gr}$$

Vérification :

$$V_{(1)\text{corrigé}} + CD = 79,412 + 320,588 = 400 \text{ gr (Condition est vérifiée)}$$

$$V_{(2)\text{corrigé}} + CD = 141,220 + 258,780 = 400 \text{ gr (Condition est vérifiée)}$$

Le tableau récapitulatif du levé

Station	Point visé	Lecture d'angles vertical		Angle vertical V	Erreur de la fermeture	Angle de la pente	Angle vertical corrigé $V_{\text{cor}}$	Obs
		CG	CD					
S	1	78,402	320,588	78,907	-0,505	+21,093	79,412	
	2	140,210	258,780	140,715	-0,505	-40,715	141,220	