

# GRIMMOIRE

DU TOPOGRAPHE

**1000**  
**PAGES**

**200**  
**EXERCICES**  
**CORRIGÉS**

**TOPOGRAPHIE  
GENERALE  
ET TOPOMETRIE  
URBANISME  
DESSIN  
PHOTOGRAMMETRIE**



**MAXIME AGO**

**GO-TOPO**

# **TOPOGRAPHIE GENERALE** **(TECHNOLOGIE)**

## **SOMMAIRE**

- INTRODUCTION
  - 1) Instruments secondaires servant à la mesure directe de distance
    - 1-1) Le jalon
    - 1-2) Le fil à plomb
    - 1-3) La fiche
  - 2) Instruments servant à la mesure directe de distance
    - 2-1) La chaîne
    - 2-2) Le jalonnement
    - 2-3) Étalonnage
  - 3) Eléments communs aux appareils de mesures
    - 3-0) Supports d'instruments
    - 3-1) Cannes
      - 3-1-1) Canne à plomber pour équerre
      - 3-1-2) Jalon télescopique
      - 3-1-3) Canne porte-prisme
  - 4) Trépieds
    - 4-1) Trépied à translation
    - 4-2) Trépied à rotule
  - 5) Dispositifs de centrage
    - 5-1) Fil à plomb
    - 5-2) Plomb laser intégré
    - 5-3) Canne de centrage
    - 5-4) Lunette de centrage
  - 6) Nivelles
    - 6-1) Nivelles sphériques
    - 6-2) Plan directeur
    - 6-3) Calage de la bulle = calage de la nivelles
    - 6-4) Contrôle de la nivelles et réglage
    - 6-5) Nivelles Tubulaires
    - 6-6) Directrices
    - 6-7) Calage de la bulle = calage de la nivelles
      - 6-7-1) Contrôle de la nivelles et réglage
    - 6-8) Sensibilité de la nivelles (s) et son rayon de courbure (R)
    - 6-9) Nivelles électroniques

## **GRIMOIRE DU TOPOGRAPHE**

- 7) Lunette d'un instrument Topographique
  - 7-1) Caractéristiques d'une lunette
  - 7-2) Mises au point sur l'objet visé
  - 7-3) Mise au point de l'oculaire
  - 7-4) Mise au point de la lunette
  - 7-5) Parallaxe de la lunette
- 8) Différents pointés
  - 8-1) Point ordinaire = pointé par contact = pointé par superposition
  - 8-2) Pointé par bissection
  - 8-3) Pointé par encadrement
  - 8-4) Pointé mixte
  - 8-5) Pointé par coïncidence
  - 8-6) Visées tangentes
- 9) Goniomètre
  - 9-1) Mise en place de l'instrument
  - 9-2) Réglage de la lunette
  - 9-3) Mise au foyer
  - 9-4) Les dispositifs de lecture
  - 9-5) Un dispositif optique
  - 9-6) Un dispositif électronique
- 10) Mise en station
  - 10-1) Le Niveau
  - 10-2) La mire
  - 10-3) Comment lit-on sur une mire ?
  - 10-4) Principe de stationnement
  - 10-5) La Station totale
  - 10-6) Théodolite
- 11) Les différents méthodes et procédés de levés
- 12) Etude comparative (Principe, Précision, Avantages et inconvénients)
- 13) Comment peut-on mener une perpendiculaire à une droite donnée par un point de la droite ou hors de la droite ou bien une perpendiculaire quelconque un utilisant trois (03) instruments avec explication
- 14) Lunette astronomique
  - 14-1) Les principales caractéristiques
- 15) Erreurs et Fautes (En nivellement, chaînage, erreurs instrumentales)
- 16) Les modes de chaînages
- 17) Mesure indirecte de distance
- 18) Mesure électronique

## **GRIMOIRE DU TOPOGRAPHE**

- 19) Nivellement (Direct, Indirect)
- 20) Les différences (Nivellement direct, indirect, levé au tachéomètre, à la photogrammétrie, mesure directe)
- 21) Etude comparative (levé au tachéomètre, le levé à la planchette, mesure directe, indirecte)
- 22) Les Courbes de Niveau
- 23) Les vérifications à effectuer sur le théodolite
- 24) Dans un nivellement direct, plusieurs possibilités sont offertes à l'opérateur Géomètre (explications : La méthode de l'égalité des portées, La méthode des visées réciproques, La méthode des visées réciproques simultanées)
- 25) Le nivellement indirect sur une longue distance. Tout opérateur doit craindre deux grandes influences (explication : l'erreur de sphéricité et l'erreur de réfraction atmosphérique)
- 26) Différence de niveau entre deux points

## ***26 EPREUVES CORRIGÉES***

# **Calculs-Topométriques**

Chapitre I : Unités et conversions

Chapitre II : Résolution des triangles

Chapitre III : Axes de coordonnées, coordonnées rectangulaires, coordonnées polaires, coordonnées bipolaires

Chapitre IV : Calcul de gisement d'une direction et distance entre deux points, Courses, Transmission de gisement, Angles, calcul de Vo ou Go de station, calcul de distance d'un point par rapport à une droite

Chapitre V : Cheminement Polygonal, Cheminement Incomplet

Chapitre VI : Changement de base

Chapitre VII : Intersection numérique

Chapitre VIII : Relèvement

Chapitre IX : Station excentrée

Chapitre X : Rabattement au sol d'un point connu visible et inaccessible

Chapitre XI : Raccordement circulaires

Chapitre XII : Les différentes méthodes d'implantation d'un raccordement circulaire

Chapitre XIII : Recherche de fautes en cheminement

Chapitre XIV : calcul de superficies

Chapitre XV : Divisions parcellaires

Chapitre XVI : Redressement de limites

Chapitre XVII : Constructions géométriques

## **150 Exercices Corrigés**

# **Cours de Route**

Chapitre I : Historique - Classification des Routes

I-1- Introduction

I-2- Historique de la route

I-3- Classification des routes

I-4- Notion de niveau de service

I-5- Aspects économiques et sociaux

Chapitre II : Etude de la circulation

II-1- Caractère généraux du trafic

1-1- Volume de circulation

1-2- Capacité d'une route

1-3- Débit de service

1-4- Circulation : distances de manœuvre, conducteur et véhicule

Chapitre III : Niveaux d'aménagement et caractéristiques géométriques

I- Introduction

II- Les travaux d'aménagement

III- Vitesse de référence et paramètres des projets

IV- Profils en travers

Chapitre IV : Géométrie des chaussées : Alignements horizontaux

I- Raccordements circulaires

II- Implantation de la courbe

1- Implantation par angle de déviation

2- Courbes circulaires en parallèle

3- Implantation par ordonnées à la tangente

4- Implantation par ordonnées à la corde

5- Implantation par intersection

6- Calcul d'une courbe à PI inaccessible

Chapitre V : Géométrie des chaussées : Raccordements clothoïdiques

A- Élément pour la conception

1- Le dégagement latéral

2- Dévers

3- Rayon minimal des courbes horizontales

4- Rayon désirable des courbes horizontales

## **GRIMOIRE DU TOPOGRAPHE**

5- Considérations dans le choix des courbes

B- Raccordements des courbes

1- Courbe circulaire simple

2- Courbe circulaire composée

3- Courbe circulaire renversée

4- Courbe de transition

4-1- Fonction de la spirale et du cercle

4-2- Calcul des angles de déflexion à partir de T.S.

4-3- Calcul des angles de déflexion à partir de S.C.

4-4- Les autres courbes utilisées

Chapitre IV : Géométrie des chaussées : Alignements verticaux

1- Profil longitudinal

2- Courbe verticale

3- Propriété de la parabole

4- Valeur de l'ordonnée à la tangente du milieu de la courbe

5- Valeur de l'ordonnée à la tangente d'un point quelconque de la courbe

6- Equation générale de la parabole

6-1- Point bas ou point haut de la courbe

6-2- Courbe passant par un point fixe

6-3- Courbe à tangentes inégales

Chapitre VII : Les terrassements : Cubatures et mouvements des terres

I- Travaux de terrassement

II- Masse, Foisonnement et tassement

III- Stabilisation des sols

IV- Le compactage des sols

IV-1- Le compactage des formes, des fondations et des couches de base

IV-1-1- Introduction

IV-1-2- Nécessité de compactage

IV-2- Etude de compactage au laboratoire

a) Nature du sol à compacter

b) Teneur en eau optimale de compactage

IV-3- Relation entre la compacité et les tassements différés

IV-4- Relation entre la compacité et stabilité

IV-5- Compactage sur chantier

IV-6- Conséquences d'un défaut de compactage

IV-7- Facteurs qui influent sur le compactage

## **GRIMOIRE DU TOPOGRAPHE**

IV-8 Cas particuliers de compactage

IV-9 Le contrôle du compactage

V- L'évaluation des cubes de déblais et de remblais

VI. Transport des terres : Méthode de LALANNE

# **Urbanisme**

## I- Lotissement

- 1-1) Généralité et définition
- 1-2) Le lotissement d'habitation
- 1-3) Le lotissement Jardin
- 1-4) Le lotissement à usage industriel ou commercial
- 1-5) Les phases de lotissement
- 1-6) Initiation
- 1-7) Demande de lotir
- 1-8) Le sursis à statuer
- 1-9) L'autorisation et la Publicité

## 2) Etat des lieux

- 2-1) Reconnaissance des lieux et mise en place de la polygonation
- 2-2) Relevé des détails en planimétrie et en altimétrie
- 2-3) Enquête commodo et incommodo

## 3) Etude

- 3-1) Rendu et présentation
- 3-2) Les documents obligatoires
- 3-3) Les documents facultatifs
- 3-4) Explication des documents

## 4) Application

## 5) Recasement

## II- Cadastre

### 1-) Définition

### 2) Les principaux documents du cadastre

#### 2-1) Le plan cadastral

#### 2-2) Les états de section

## **GRIMOIRE DU TOPOGRAPHE**

2-2-2) Les fiches parcellaires

2-3) Les matrices cadastrales

3- ) Rôle du cadastre

3-1) Le cadastre est un instrument fiscal

3-2) Le cadastre comme instrument technique juridique

3-3) Le cadastre comme instrument technique et d'intérêt général

4) Modalités d'exécution des travaux cadastraux

5) Avantages du cadastre

6) L'actualisation du cadastre

III) Le schéma directeur d'aménagement Urbain (SDAU)

1-1- Définition

1-2- Les objectifs

1-3- Le champ d'action du SDAU

1-4- Présentation du contenu du SDAU (Rapport, Document graphique)

IV) Le Plan Foncier Rural (PFR)

1- Définition

2- Procédure d'établissement du PFR

3- Les acteurs concernés par PFR

4- Les avantages du PFR

5- Les inconvénients du PFR

V) Plan d'aménagement de Détails (PAD)

1- Définition

2- Objectifs

3- Contenus

3-1- Le rapport justificatif

3-2- Les plans graphiques

3-3- Le règlement

VI) Plan d'occupation des sols (POS)

- Introduction

- 1- Contenus

- 1-1- Contenus Obligatoires et contenus facultatifs

# **GRIMOIRE DU TOPOGRAPHE**

## 1-1-1-Contenu Obligatoire

### 1- Le Zonage

## 1-1-2-Contenu facultatif

### 2- Procédure d'élaboration des POS

### 3- Evolution des contenus de POS et ses effets

## VII) Le registre foncier urbain (RFU)

### 1- Généralité

### 2- Contenus RFU

### 3- Objectifs

## VIII) Bornage et délimitation bornage

### 1- Définition

#### 1-2- Condition du bornage

### 2- Modalité

#### 2-1- Les différentes catégories de bornage

#### 1- Bornage amiable

#### 2- Bornage judiciaire

#### 3- Bornage d'immatriculation

#### 4- Bornage de morcellement

#### 5- Bornage de Fusion

## IX) Délimitation

### 1- Définition

### 2- Délimitation par actes des autorités

#### 2-1- Le rivage de la mer

#### 2-2- Les fleuves et rivières

### 3- Délimitation par application du plan

#### 3-1- Les chemins de Fer

## X) Immatriculation au titre Foncier (Conservation de la propriété)

### 1- Définition

### 2-) Qui peut immatriculer ?

### 3-) Procédure d'immatriculation

### 4-) De la formalité de l'immatriculation à l'établissement du titre

### 5-) Effets du titre foncier

## **GRIMOIRE DU TOPOGRAPHE**

6-) effets de l'immatriculation avec description

7-) Rôle du conservateur de la propriété foncière dans la procédure de l'immatriculation

### *10 Epreuves Corrigées*

# **DESSIN**

- 1) Méthodologie de dessin report topographique
- 2) Courbes de niveaux
- 3) Profils en long et en travers

## ***Exercices corrigés***

# **PHOTOGRAMMETRIE**

Chapitre I : La photogrammétrie

Chapitre II : Les bases mathématiques de la photogrammétrie

## ***Exercices Corrigés***

**TOPOGRAPHIE**  
**GENERALE**  
**(TECHNOLOGIE)**

## **INTRODUCTION**

La topographie est une technique ayant pour objet l'exécution, l'exploitation et le contrôle des observations concernant la position planimétrique et altimétrique. La planimétrie est la représentation en projection plane de l'ensemble des détails à deux dimensions du plan topographique. La mesure de distance constitue une activité des données planimétriques et nécessite l'utilisation d'instruments adéquats permettant de fournir des résultats de qualité.

### **1-) Instruments secondaires servant à la mesure directe de distance**

- 1-1) **Le jalon** : c'est un instrument topographique en forme de piqué métallique, d'une longueur variable entre 2 m et 3 m, coloré en deux couleurs (blanc et rouge). Il sert de point de repère pour deux alignements et permet d'effectuer des relevés topographiques par visée.



## GRIMOIRE DU TOPOGRAPHE

- 1-2) **Le fil à plomb** : c'est un instrument topographique métallique composé d'un poids fixé à une ficelle qui le tend vers le bas pour donner la verticalité.



- 1-3) **La fiche** : c'est un instrument topographique en tige métallique courte destinée à être enfoncée dans le sol pour marquer un point ou pour donner un alignement lors des opérations topographiques.

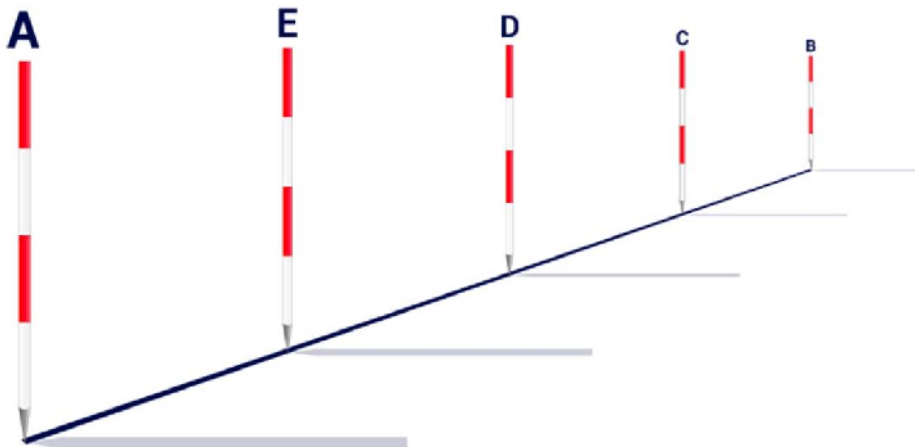


## 2) Instruments servant à la mesure directe de distance

- 2-1) **La chaîne** : c'est un instrument topographique constitué d'acier émaillé ou enrobé de nylon polyamide teinté, gradué tous les centimètres, monté dans une boîte munie d'une manivelle d'enroulement et d'une poignée. Elles sont faciles à manipuler mais plus fragiles. Les rubans (chaînes) les plus utilisés sont de 30 m et 50 m.



**2-2) Le jalonnement** : il consiste à aligner plusieurs jalons afin de disposer de repères intermédiaires au cours du mesurage.



### **2-3) Étalonnage**

L'étalonnage est l'ensemble des opérations ayant pour but de déterminer les valeurs des erreurs d'un instrument de mesurage. Pour un ruban, l'étalonnage débouche sur une correction (le plus souvent à 0°C) du fait que la longueur du ruban varie avec la température et l'usure. Le fabricant ne détermine pas cette correction, le topographe peut aisément le faire en mesurant une longueur connue (celle d'une base que le service du cadastre a établie dans la plupart des grandes villes). L'acier des rubans ayant un coefficient de dilatation qui

correspond à une variable d'environ 1.1 mm à 100 m pour un changement de température de 1°C, la longueur mesurée  $L_t$  (du ruban) à une température  $t$  est donc réduite à celle  $L_{tE}$  que l'on aurait obtenu à la température d'étalonnage  $t_E$ . La correction de température est donnée par la formule.

$$C_t \text{ (m)} = \frac{0.0011 (t - t_E)}{100} \times L_t \quad \text{et } L_{tE} = L_t + C_t$$

Si  $L$  désigne la longueur connue ou longueur vraie, la correction d'étalonnage généralement calculée pour 100 m vaut

$$CE \text{ (m)} = \frac{L - L_{tE}}{L} \times 100$$

### **3) ELEMENTS COMMUNS AUX APPAREILS DE MESURES**

#### **3-0) SUPPORTS D'INSTRUMENTS**

##### **3-1) Cannes**

**3-1-1) Canne à plomber pour équerre** : c'est une tige, le plus souvent métallique, dont la partie inférieure est plombée et pointue. On fixe sur sa partie supérieure une équerre optique ou une équerre de raccordement. Cette tige est généralement extensible de 1 m à 1.70 m. on obtient la partie supérieure entre le pouce et l'index, ce qui l'équilibre en lui faisant prendre une direction verticale comme le ferait un fil à plomb. On la tient ainsi juste au-dessus du sol sans la toucher ; quand on la lâche, le point de chute marqué sur le sol indique le pied de la verticale. On peut y adjoindre une nivelle de poche, la canne est verticale quand la bulle est dans son cercle repère.

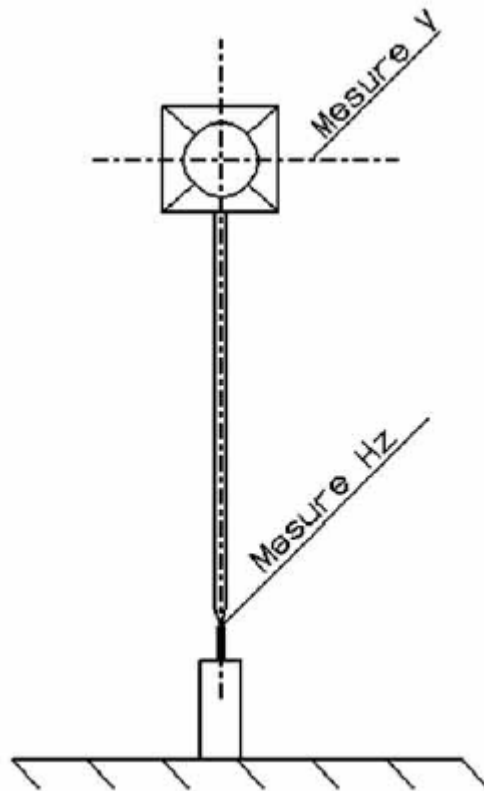


**3-1-2) Jalon télescopique** : il sert de canne à plomber, mais il y a lieu de prévoir un adaptateur pour fixer l'équerre

## GRIMOIRE DU TOPOGRAPHE



**3-1-3) Canne porte-prisme** : elle est composée de deux (parfois quatre) tubes métalliques coulissants. La monture du prisme (ou réflecteur) est visée sur sa partie supérieure. Sa division centimétrique permet de connaître directement la hauteur du prisme (ou voyant) visé par rapport à la pointe. Une nivelle sphérique permet de la rendre verticale

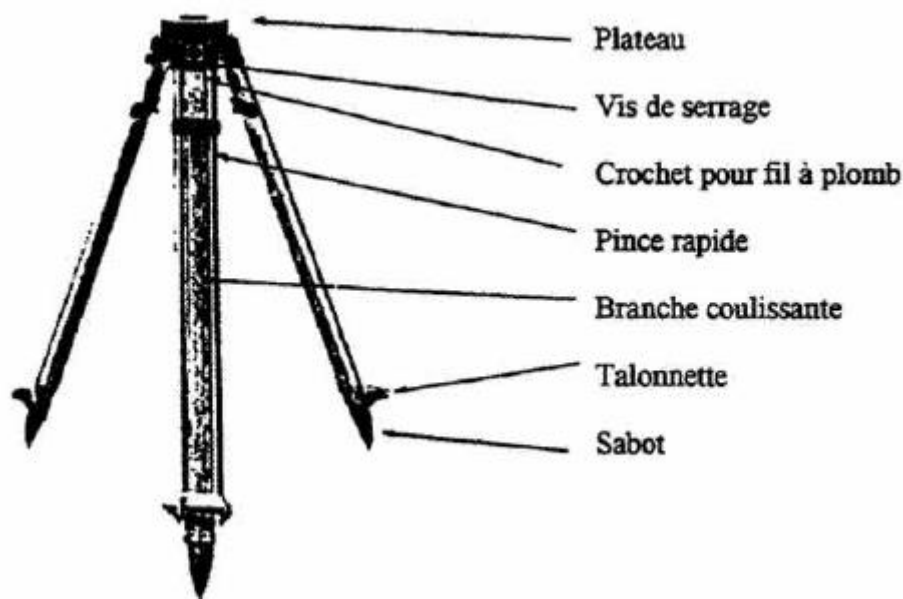


### 4) Trépieds

## GRIMOIRE DU TOPOGRAPHE

On les utilise pour y fixer avec la vis de serrage les appareils topographiques tels tachéomètres, théodolites, niveaux. Ils sont à branches coulissantes. On peut y suspendre un fil à plomb. Celui-ci peut être remplacé pour certains appareils (Kern par exemple) par une canne métallique de centrage vissée sous la vis de serrage ou par une lunette de centrage (optique ou laser)

**4-1) Trépied à translation** : la position de l'appareil peut être modifiée par translation sur le plateau de façon à le situer exactement au-dessus du point de station

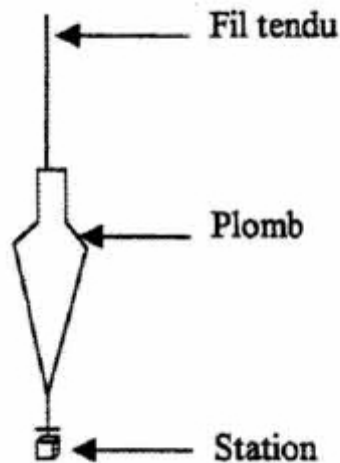


**4-2) Trépied à rotule** : un dispositif à tête sphérique a supprimé les vis calantes et permet un calage facile et rapide de l'instrument sans avoir à agir sur les branches du trépied. Ce système n'est plus vraiment utilisé

### **5) DISPOSITIFS DE CENTRAGE**

Ils servent à centrer un théodolite, un tachéomètre, etc sur une station au sol

**5-1) Fil à plomb** : le fil à plomb est tenu au-dessus de la station et maintenu par le crochet situé dans la vis de serrage sous le plateau du trépied. Il y a des difficultés à le stabiliser par grand vent.



**5-2) Plomb laser intégré** : le fil à plomb est remplacé par un rayon laser émis par l'appareil et visible sur le point d'impact au sol



**5-3) Canne de centrage** : une canne de centrage coulissante munie d'une nivelle sphérique, est liée à la rotule du trépied de certains appareils (Kern par exemple). Elle remplace ainsi le fil à plomb et facilite la mise en station. Elle est graduée et permet de connaître la hauteur des tourillons.

**5-4) Lunette de centrage** : elle remplace le fil à plomb et permet un centrage optique de l'appareil sur un point au sol, c'est la raison pour laquelle on l'appelle à tort plomb optique. Elle est constituée d'une lunette coudée 90° et d'un prisme 445°. Elle est soit solidaire de l'instrument lui-même, soit solidaire de l'embase. On fait la mise au point correctement en agissant sur la bague appropriée pour apercevoir le repère très net et sans parallaxe.



## **6) NIVELLES**

Une nivelle permet de déterminer l'horizontalité d'un plan ou de s'assurer de la verticalité de l'axe d'un appareil. Elle est constituée d'une fiole remplie presque entièrement d'alcool ou d'éther. Le volume restant est occupé par une bulle de gaz ou de vapeur. Celle-ci occupe automatiquement la position du point haut de fiole.

### **6-1) Nivelle sphérique**

#### **Description**

On l'appelle encore nivelle circulaire. Son but est le calage grossier de l'instrument. Elle possède trois vis de réglage. Le rayon de courbure est généralement d'environ cinquante centimètres pour les appareils classiques de topographie

**6-2) Plan directeur** : le plan imaginaire tangent à la sphère au centre du cercle repère est appelé plan directeur. Une nivelle sphérique est réglée quand le plan directeur est perpendiculaire à l'axe principal de l'appareil.

### **6-3) Calage de la bulle = calage de la nivelle**

On rend concentriques le cercle repère gravé et le cercle de la bulle

### **6-4) Contrôle de la nivelle et réglage :**

#### **1) Méthode la plus simple**

Cette mise en œuvre peut être effectuée dans tous les cas ou quand on veut régler la nivelle quand elle est liée à l'embase (dans ce cas, elle ne peut pivoter avec l'appareil) : calage de l'instrument avec la nivelle d'alidade préalablement réglée :

- Si la bulle de la nivelle sphérique reste dans son cercle de repère, la nivelle est réglée

- Si la bulle est décalée, la nivelle est dérégulée. On la règle en ramenant la bulle dans le cercle en agissant sur l'une des trois vis de réglage la plus proche de la direction centre bulle ↔ centre cercle repère. Parfaire avec les deux autres vis de réglage on réitère les opérations depuis le début jusqu'à un réglage correct

## **2) Autre méthode**

Cette mise en œuvre peut être effectuée quand la nivelle peut pivoter avec l'instrument :

- Calage de la nivelle sphérique avec la vis calantes ;
- Rotation de 200 gon autour de l'axe principal (ou du pivot) de l'appareil ;
- Si la bulle reste dans son cercle repère, la nivelle est réglée
- Si la bulle est décalée, la nivelle est dérégulée. On la règle ainsi :
- On ramène la bulle de la moitié de son décalage avec la vis calante la plus proche de la direction centre bulle ↔ centre cercle repère ;
- On ramène la bulle dans son cercle repère avec l'une des trois vis de réglage la plus proche de la direction centre bulle ↔ centre cercle repère. Parfaire avec les deux autres vis de réglage ;
- On réitère les opérations depuis le début jusqu'à un réglage correct

## **6-5) Nivelle Tubulaire**

### **Description**

La fiole de cette nivelle à la forme d'un tore de révolution, c'est la raison pour laquelle on l'appelle aussi nivelle torique. On la désigne parfois improprement nivelle cylindrique.

On ne décrit dans ce cours que la nivelle fixe, c'est-à-dire que son bâti est solidaire d'un axe ou d'un pivot, elle ne peut être déplacée.

Son but est de rendre vertical le pivot dont elle est solidaire : ex. nivelle d'alidade d'un théodolite encore appelée nivelle principale.

Elle possède une vis de réglage à l'une de ses extrémités

### **6-6) Directrice :**

La directrice (D) est la droite tangente au centre de symétrie (C) des graduations

### **6-7) Calage de la bulle = calage de la nivelle**

Dans ce cas d'une nivelle à graduation, on met la bulle entre ses repères, elle se trouve ainsi dans une position symétrique (précision de calage  $\approx 0.5$  mm).

Dans le cas d'une bulle coupée, son calage consiste à mettre en coïncidence les images de ses deux extrémités (précision de calage  $\approx 0.2$  mm)



### **6-7-1) Contrôle de la nivelle et réglage**

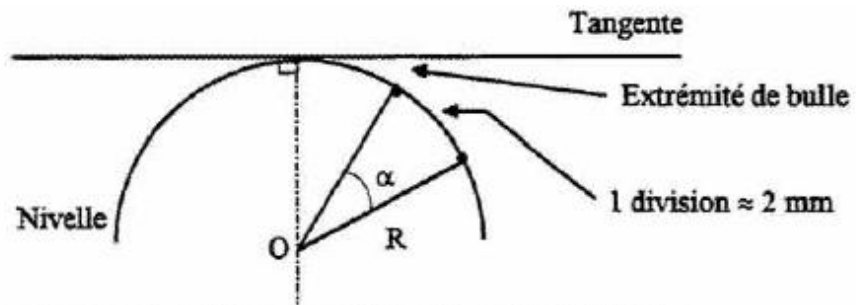
- Calage grossier de l'axe principal avec la nivelle sphérique ;
- Nivelle tubulaire parallèle à deux vis calantes et caler la bulle avec celles-ci. Compter le nombre de divisions situant la bulle ;
- Rotation de 200 gon autour de l'axe principal ;
- Si la bulle reste calée, la nivelle est réglée
- Si la bulle se décale, la nivelle est dérégulée. On la règle ainsi :
- On ramène la bulle entre ses repères avec sa vis de réglage ;
- On réitère les opérations depuis le début jusqu'à un réglage correct.

### **6-8) Sensibilité de la nivelle (s) et son rayon de courbure (R) :**

Théoriquement la sensibilité (s) est la valeur de l'angle dû à l'inclinaison de la nivelle correspondant à un déplacement (d) de la bulle de 1mm.

La caractéristique de la nivelle est un angle  $\alpha$  correspondant à un déplacement de la bulle de l'intervalle d'une division. Une division de bulle mesure environ 2 mm. Cependant, très souvent, on confond, à tort, sensibilité et caractéristique. Ainsi dans la plupart des caractéristiques techniques d'appareils topographiques fournies par les constructeurs, on appelle sensibilité d'une nivelle l'angle  $\alpha$  dû au déplacement de l'extrémité de la bulle d'une division. On devrait donc écrire caractéristique à la place de sensibilité.

Dans tous les cas, la sensibilité d'une nivelle caractérise la précision de calage de la bulle. Le calage d'une nivelle est d'autant plus précis que la bulle a un rayon de courbure (R) important. Ce rayon (R) est d'environ quinze mètres pour les nivelles d'appareils classiques de topographie. Ainsi, plus le rayon est grand, plus la sensibilité est petite et plus la nivelle est précise.



On a  $2 \text{ (mm)} = R \text{ (mm)} \alpha \text{ (rad)}$  et  $1 \text{ (mm)} = R \text{ (mm)} \cdot s \text{ (rad)}$ . D'où :

$$\begin{aligned}\alpha \text{ (rad)} &= 0,002 / R \text{ (m)} \\ \alpha \text{ (gon)} &= (\alpha \text{ (rad)} / \pi) \cdot 200 \\ \alpha^\circ &= (\alpha \text{ (rad)} / \pi) \cdot 180\end{aligned}$$

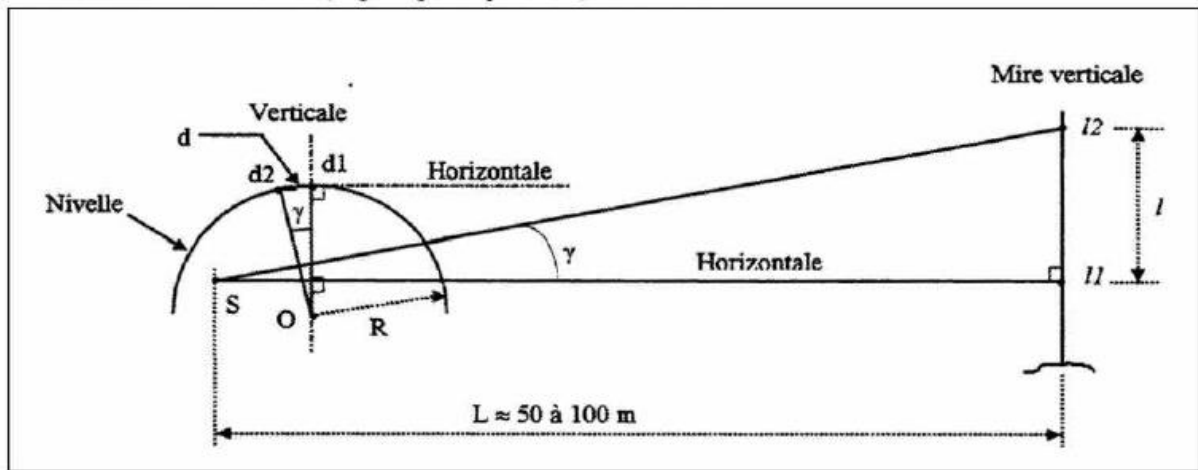
$$\begin{aligned}s \text{ (rad)} &= 0,001 / R \text{ (m)} \\ s \text{ (gon)} &= (s \text{ (rad)} / \pi) \cdot 200 \\ s^\circ &= (s \text{ (rad)} / \pi) \cdot 180\end{aligned}$$

**Rappel pour les très petits angles :  $1'' \approx 3 \text{ dmgon}$**

Détermination du rayon de courbure (R) d'une nivelle torique

- Positionner l'instrument en vue station S sur un terrain à peu près horizontal et à une distance (L) de 50 à 100 m d'une mire (ou de n'importe quelle autre surface) verticale ;
- Calage grossier de l'appareil avec la nivelle sphérique ;
- Nivelle torique en direction de la mire ;
- Bulle de la nivelle torique à une extrémité de graduation (d1) en agissant sur une vis calante,
- Lunette en direction de la mire : lecture (11) sur la mire (ou faire une marque sur la surface)
- Nivelle torique en direction de la mire ;
- Bulle de la nivelle torique à une autre extrémité de graduation (d2) en agissant sur une vis calante,
- Lunette en direction de la mire : lecture (12) sur la mire (ou faire une 2<sup>e</sup> marque sur la surface),

On obtient  $d = \text{arc } d1d2$  (le plus grand possible) et  $l = 12 \ 11$



On retrouve deux fois l'angle  $\gamma$  (angles à côtés perpendiculaires). Cet angle est très petit, on considère donc que l'arc  $d_1d_2$  est confondu avec un segment de droite. On obtient ainsi deux triangles semblables  $Od_1d_2$  et  $S1112$  dans lesquels on a :

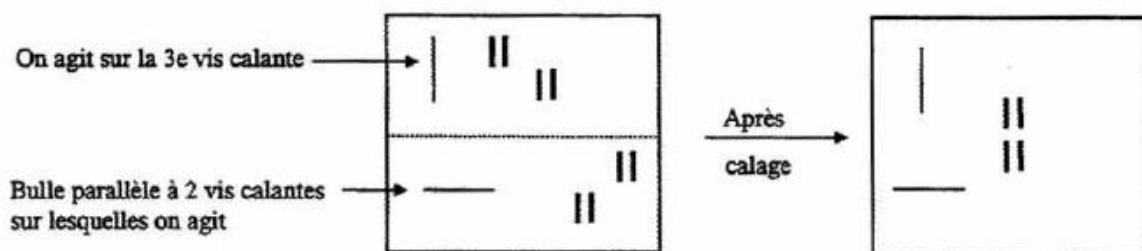
- Triangle  $Od_1d_2$  :  $d \approx R \tan \gamma = R \times \gamma$  (rad) ;
- Triangle  $S1112$  :  $l = L \times \tan \gamma$

Ainsi :  $\tan \gamma = \frac{d}{R} = \frac{l}{L}$  d'où  $R = \frac{d \cdot L}{l}$

### 6-9) Nivelle électronique

Un dispositif électronique détecte le défaut d'horizontalité de l'appareil et l'affiche sur un écran sous forme de traits.

On assure cette horizontalité (donc la verticalité de l'axe principal) en faisant coïncider ces traits en agissant sur les vis calantes exactement comme on le fait avec une nivelle torique à bulle.



Cette nivelle ne peut être réglée, il faut envoyer l'appareil au service après-vente