

DIRECTION DES RESSOURCES EN EAU ET EN SOL

DIVISION DES RESSOURCES EN EAU

Service : HYDROLOGIQUE

N O T E TECHNIQUE N° 9

Rappel notions topographiques spécifiques à  
l'Hydrologie.-

Septembre 1970

DUBEE.-

## CHAPITRE I

### PRINCIPAUX ORGANES COMMUNS

#### A CERTAINS INSTRUMENTS DE MESURE

##### LUNETTE ASTRONOMIQUE.-

La lunette astronomique employée en Topographie se compose généralement de deux systèmes optiques : l'un L face à l'objet, et qu'on appelle pour cette raison objectif, l'autre  $L_1 L_2$ , par lequel on vise et qu'on nomme oculaire.

Ces systèmes optiques sont portés par deux tubes A et C (Fig.1). Un troisième tube B, porte un diaphragme D percé d'une ouverture circulaire munie horizontalement et verticalement de fils excessivement fins, ou fermée par une plaque de verre sur laquelle sont gravés des traits remplaçant les fils, et qui constituent le réticule. Le tube B est dit : porte-réticule.

Les trois tubes constituant la lunette peuvent glisser l'un dans l'autre, soit à la main, soit au moyen de systèmes mécaniques appropriés.

L'intérieur des trois tubes A, B et C, est noirci, pour éviter la perte des rayons lumineux.

L'objectif donne une image réelle et renversée de l'objet; l'oculaire, faisant office de loupe, grossit considérablement cette image, sans la redresser.

La lunette astronomique permet donc de voir les objets sous un angle plus grand qu'à l'œil nu. C'est le rapport de ces deux angles qu'on appelle le grossissement de la lunette.

Mettre au point une lunette, c'est disposer les trois éléments : objectif, réticule et oculaire, de telle façon que l'on aperçoive le plus nettement possible l'image.

La mise au point de la lunette est réalisée par deux opérations :

- 1<sup>o</sup>/ - Placer l'oculaire de façon telle que le réticule soit vu nettement (opération faite une fois pour toutes pour un opérateur donné).
- 2<sup>o</sup>/ - Amener le porte-réticule de façon que l'image de l'objet soit vue nettement, (opération faite à chaque visée).

Pour cela, on place une feuille de papier blanc inclinée devant l'objectif; on agit sur le tube porte-oculaire jusqu'à ce que les fils du réticule apparaissent très nets et très noirs.

On écarte ensuite la feuille et on fait mouvoir le tube porte-réticule jusqu'à ce qu'on distingue nettement l'objet visé.

Ces opérations doivent se répéter jusqu'à ce qu'on aperçoive nettement les fils du réticule et l'objet considéré.

Remarque : vérifier que les fils du réticule et l'image de l'objet sont dans un même plan, en déplaçant l'oeil de haut en bas devant l'oculaire. Il ne faut pas que le fil horizontal se déplace sur l'image. Sinon agir très légèrement sur la position du tube porte-réticule (réglage de la parallaxe).

L'axe optique d'une lunette est la ligne selon laquelle on vise.

Il est nécessaire que l'axe optique et l'axe géométrique de la lunette soient confondus (réglage du réticule dans les sens vertical et horizontal).

#### VIS CALANTES .-

Caler un instrument, c'est amener son axe dans la position verticale.

Le système des vis calantes, consiste en un trépied dit triangle, à trois branches égales; supportant le pivot vertical de l'instrument. Chacune de ces branches est percée d'un trou fileté muni d'une vis V, dite vis calante. (Fig. 2).

En agissant sur l'une des vis V, on fait décrire à l'instrument une rotation autour de la droite passant par les points d'appui des deux autres vis V' et V''

la figure V V' V'' est un triangle équilatéral. (Fig 3).

Pour effectuer le calage, on place la nivelle de l'appareil dans une direction CD parallèle à deux vis calantes V' V'' et on amène la bulle entre repères en manoeuvrant ces deux vis simultanément et en sens contraire (en vissant l'une et dévissant l'autre). Puis on fait occuper au niveau une position perpendiculaire à la position CD en le plaçant dans la direction AB de la troisième vis calante V, et on ramène la bulle entre ses repères à l'aide de cette vis.

On revient ensuite à la première position CD par une rotation en sens inverse et, si la bulle reste entre ses repères, le calage est effectué. Dans le cas contraire, l'opération doit être recommencée jusqu'à parfait calage.

#### SUPPORT D'INSTRUMENT .-

Le support d'instrument (ou trépied, ou plus communément : pied) est généralement constitué par une tablette, sur laquelle repose l'appareil; articulée à un trépied à double-branches.

Ces doubles-branches fixées à la tablette par des écrous à ailettes, sont terminées par des pointes métalliques.

Le centre de la tablette présente un orifice dans lequel se déplace librement une tige à pompe. Cette tige à pompe assure la fixation de l'appareil sur le support.

Trépied à translation : Pour faciliter la mise en station d'un appareil au-dessus d'un point du sol, on a imaginé de rendre la tablette (ou la tige à pompe) mobile dans le plan horizontal, sans bouger le trépied. Le support est alors muni d'une glissière dans laquelle se déplace la tige à pompe.

Trépied à calotte sphérique (type KERN) : le but de la calotte est de rendre la tablette horizontale dans un certain nombre de positions du trépied. Une bulle sphérique fixée sur la tablette facilite l'opération;

Trépied mixte : Ce trépied est une combinaison des deux systèmes précédents.

### M I R E S :

Les mires sont des règles graduées qu'on tient verticalement et qui servent à mesurer les différences de niveau ou les distances (indirectement).

Elle sont de deux sortes :

- la mire à voyant (Fig. 4)
- la mire parlante (Fig. 5)

La mire à voyant est formée le plus souvent de deux règles carrées de 4 cm de côté et de 2,20 m environ de longueur chacune, entrant à coulisse l'une dans l'autre.

Les lectures sont faites par le porte-mire sur une graduation centimétrique portée sur la face arrière des règles.

Le voyant; ou les voyants, sont constitués par une plaque de tôle (0,25 m x 0,20 m) sur laquelle sont peints en damier quatre rectangles rouges (ou noirs) et blancs. Les traits de séparation de ces damiers sont l'un vertical, l'autre horizontal; ce dernier est la ligne de foi du voyant.

Le voyant porte un manchon emprisonnant les deux règles; qui permet ainsi la fixation de ce voyant à la hauteur que l'on veut, à l'aide d'une vis. Le manchon porte du côté des divisions de la règle, un index qui correspond à la ligne de foi, et une graduation en millimètres.

La longueur de la mire pliée est de 2,20 m environ. Elle atteint 4 m lorsqu'on la déploie.

La mire parlante est une règle plate de 10 à 12 cm de largeur; dont la longueur totale est généralement de 4 m. Le plus souvent, elle est constituée de deux parties coulissant l'une sur l'autre ou réunies par une charnière.

Elle est divisée du côté qui fait face à l'appareil en centimètres, ou en double centimètres ou encore quelquefois en quadruple centimètres;

Les divisions sont alternativement peintes en rouge (ou noir) et blanc et groupées par cinq. Les deux groupes forment une case de dix divisions et les cases sont numérotées de bas en haut avec de gros chiffres qui sont placés la tête en bas (les lunettes des appareils ayant pour effet, en renversant l'image, de redresser ces chiffres).

Les cases, au-dessus de un m, se distinguent par des points noirs ou rouges placés au-dessous ou à côté du chiffre. Un point indique qu'il faut ajouter un m; deux points, deux m etc..., (exemple fig. ci-contre = il s'agit de la case 1,20 m).

Les miroirs peuvent être munies d'une nivelle sphérique.

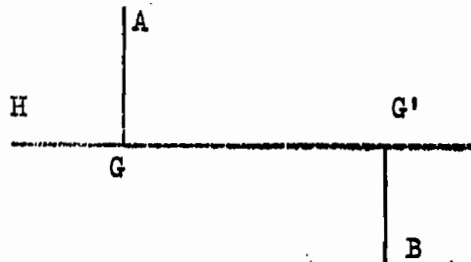
Emploi de la mire : La verticalité de la mire est réalisée par le porte-mire à l'aide de la nivelle sphérique fixée à la mire ou du fil à plomb.

Cette verticalité et l'emploi en général de la mire peuvent être commandés à distance par l'opérateur, à l'aide de signes conventionnels et appropriés de l'opérateur.

### THEORIE DE LA DENIVELLEE .-

Les verticales sont des droites parallèles. Les surfaces de niveau sont des plans parallèles, perpendiculaires aux verticales, donc horizontaux.

Considérons un plan de référence H, on appelle altitude d'un point A par rapport au plan H, la valeur algébrique GA du vecteur GA. On convient à cet effet de choisir comme sens positif sur les verticales les sens de bas en haut, de sorte que les altitudes des points situés au-dessus du plan H soient positives et les altitudes des points situés au-dessous soient negatives (altitude A = + GA ; altitude B = - G'B).



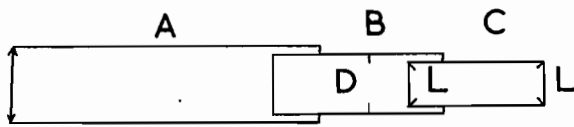


Fig: 1

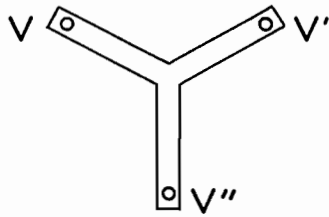


Fig: 2

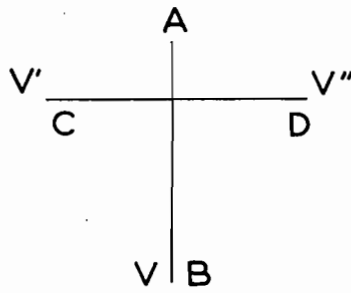


Fig: 3

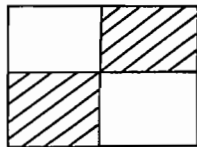


Fig: 4

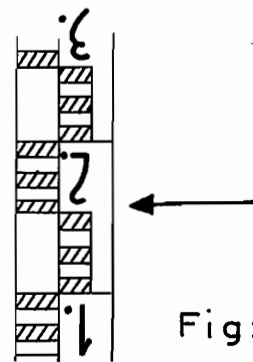


Fig: 5

CHAPITRE II

---

NIVELLEMENT GEOMETRIQUE

GENERALITES -

Dans le nivellement géométrique, les appareils utilisés sont les niveaux et les mires. Un niveau est un appareil qui sert à déterminer des visés horizontales. Les mires sont des règles graduées sur lesquelles on lit, suivant la verticale, la différence de niveau entre le plan horizontal de visée et un point donné.

Considérons une dénivelée effectuée entre deux points A et B, l'opération étant faite dans le sens A vers B. Le niveau est placé en S, les mires M et N en A et B.

Les lectures faites sur les mires sont a (coup arrière ou AR) et b (coup avant ou AV).

Si l'on considère les valeurs algébriques des vecteurs telles qu'elles ont été définies au chapitre précédent (théorie de la dénivelée), on peut écrire :

$$GA + Aa = G'B + Bb$$

Si l'on appelle H, l'altitude du point A et H', l'altitude du point B et en remplaçant Aa, par la lecture AR et Bb par la lecture QV, nous avons :

$H' = H + AR - AV$
--------------------

Donc, l'altitude d'un point est égale à l'altitude du point précédent, plus le coup arrière, moins le coup avant.

OPERATIONS DE NIVELLEMENT :

On divise les nivellements en trois catégories : le nivellement simple, le nivellement composé et le nivellement par rayonnement.

NIVELLEMENT SIMPLE .-

C'est celui qui permet d'obtenir la différence de niveau entre deux points à l'aide d'une seule station de niveau (voir paragraphe ci-dessus : formule de la dénivelée). (Fig. 6).

La différence de niveau entre deux points s'obtient en grandeur et en signe en retranchant la lecture avant de la lecture arrière.

C'est l'application simple de la formule étudiée précédemment :

$$H = H' + AR - AV$$

#### NIVELLEMENT COMPOSE .-

Cette méthode s'appelle encore : nivellement par cheminement.  
(Fig. 7).

C'est une suite de nivellements simples rattachés deux à deux par un même point dont on prend les cotes de deux stations différentes. On a recours à ce nivellement pour deux raisons : d'abord, quand la distance séparant deux points à niveler est plus grande que la portée visuelle de l'appareil employé, ensuite lorsque la différence de hauteurs de ces points au-dessus d'un même plan de comparaison dépasse la hauteur de la mire.

La différence de niveau totale est égale à la somme des différences de niveau des points intermédiaires, ou encore :

La différence de niveau totale est égale à la somme des coups arrière (AR) diminuée de la somme des coups avant (AV).

Le point de départ arrière A sera plus élevé que le point d'arrivée avant B si la somme des coups avant est plus grande que la somme des coups arrière et moins élevé dans le cas contraire.

d'où les deux règles suivantes :

1°/ La différence de niveau totale est égale à la somme algébrique des différences de niveau partielles calculées séparément.

2°/ Les coups arrière étant affectés du signe + et les coups avant du signe -, on additionne séparément les coups arrière et les coups avant. La somme algébrique des deux résultats doit être égale à la différence totale précédemment trouvée.

Lorsqu'on se referme sur le point de départ ou que la différence entre les deux points extrêmes est nulle, la somme des coups avant doit être égale à celle des coups arrière. S'il y a un écart, l'erreur comprise est l'erreur de fermeture, qui doit être compensée.

#### NIVEAU DE MAÇON :

Le niveau de maçon se compose de deux règles en bois, égales AB et AC; assemblées généralement à angle droit à l'une de leurs extrémités A et reliées au moyen d'une traverse DE. Un fil de plomb est suspendu au sommet A. (Fig. 8).

Le triangle ADE étant isocèle, la médiane est en même temps hauteur. Si le fil à plomb fixé au sommet A affleure le point de père, milieu de la traverse DE, il est médiane et hauteur c'est-à-dire perpendiculaire à la base DE. Ce fil à plomb indiquant la direction verticale, sa perpendiculaire DE est horizontale et BC qui est parallèle à DE est aussi horizontale.

Donc pour que la surface sur laquelle reposent les extrémités B et C soit horizontale, il suffit que le fil à plomb passe par le point de repère.



Le niveau de maçon peut avoir d'autres formes : rectangulaire; en T (Fig. 9).

Emploi : Pour obtenir la différence de niveau entre deux points A et B, on prend une règle droite dont on pose une extrémité en A. On soulève ou on abaisse l'autre extrémité jusqu'à ce que le niveau de maçon placé au milieu de la règle, indique l'horizontalité. La différence de niveau se lit sur une règle graduée BC placée verticalement en B.

#### NIVEAU A NIVELLE REVERSIBLE .- (Fig. 10).

La fiole de la nivelle réversible à double face comprend deux parties symétriques rodées, pourvues de deux systèmes de traits équidistants gravés comme ceux des nivelles simples. La nivelle en tournant autour de l'axe longitudinal X X', se renverse sens dessus dessous; ce qui permet de faire apparaître l'une ou l'autre des surfaces graduées M ou M', la bulle se trouvant, dans les deux cas, à la partie haute de la fiole.

On appelle directrices de la fiole les tangentes T T' et T<sub>1</sub> en M et M' centres de la graduation.

Les directrices sont parallèles par construction, la nivelle est dite : correcte.

Sur le niveau ; la nivelle est fixée sur le côté de la lunette; l'ensemble nivelle-lunette peut pivoter de 200 grades autour de l'axe longitudinal de la lunette.

Il existe plusieurs modèles de niveau à nivelle réversible. Citons le niveau Wild N II; et un niveau Zeiss. bulle non calée (Fig. 11) bulle calée (Fig. 12). Sur ces appareils, un perfectionnement rend la lecture de la nivelle plus précise et plus commode. Les images des deux extrémités de la bulle sont projetées simultanément par réflexion en une seule image. Les divisions sont complètement supprimées, il suffit de veiller à ce que les images des demi-extrémités de la bulle coïncident.

Les niveaux à nivelle réversible sont en général des instruments très précis.

#### Emploi du niveau à nivelle réversible :

En chaque station, l'appareil étant calé; il faut :

- 1<sup>o</sup>/ amener la bulle entre ses repères (ou en coïncidence) à l'aide de la vis de fin de calage et faire une première lecture sur la mire.
- 2<sup>o</sup>/ faire pivoter l'ensemble lunette-nivelle de 200 grades autour de l'axe longitudinal de la lunette.
- 3<sup>o</sup>/ remener la bulle entre repère (ou en coïncidence) à l'aide de la vis de fin calage et effectuer une seconde lecture sur la mire.

La lecture adoptée est la moyenne des deux lectures effectuées sur la mire.

Nota : Ceci est valable quand la nivelle est correcte. Dans le cas contraire, si la nivelle est incorrecte, c'est à dire quand les deux directrices ne sont pas parallèles il faut effectuer deux nouvelles lectures en procédant comme ci-dessus, mais après avoir retourné bout pour bout la nivelle.

La lecture adoptée est alors la moyenne des quatre lectures.

Dans le niveau Zeiss, la nivelle n'a pas à être retournée, il suffit de viser en sens opposé dans le lunette après avoir emboité l'oculaire sur l'extrémité objectif.

#### NIVEAU AUTOMATIQUE.--

Ces appareils modernes sont munis d'un dispositif qui rend la visée automatiquement horizontale (prisme suspendu par exemple, etc...).

Une nivelle sphérique permet de caler préalablement l'appareil.

Il existe plusieurs types de niveau automatique : ERTEL, ZEISS, WILD...

#### Emploi du niveau automatique :

L'emploi du niveau est très simple, commode et rapide.

L'appareil étant calé à l'aide de la nivelle sphérique il ne reste plus qu'à effectuer une lecture sur la mire.

L'appareil devra être placé sensiblement à égale distance des mires visées (précaution qu'il est d'ailleurs généralement sage de prendre avec tous les niveaux).

.. / ..

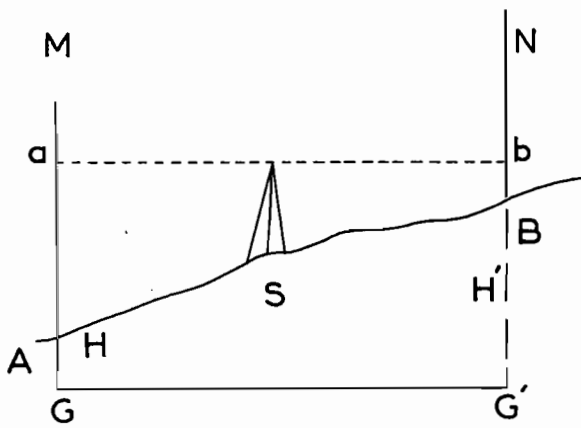


Fig: 6

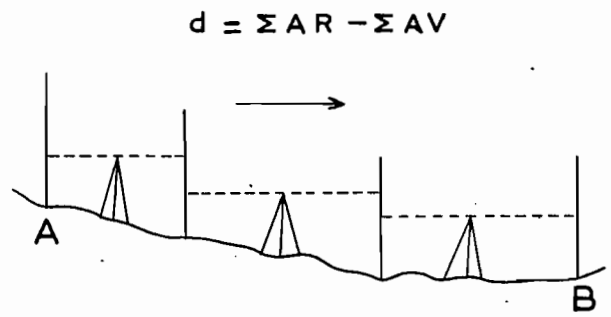


Fig: 7

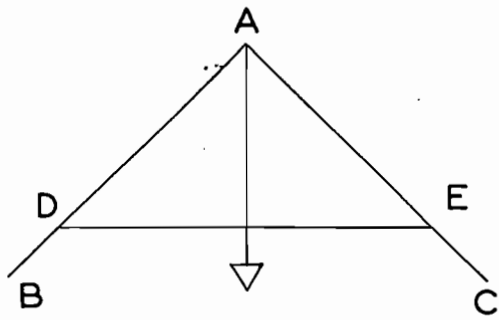


Fig: 8

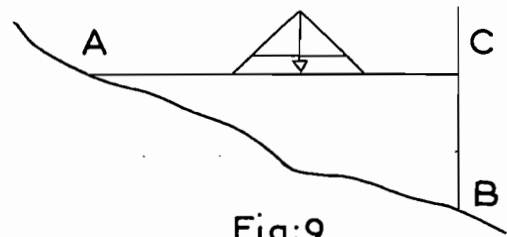


Fig: 9

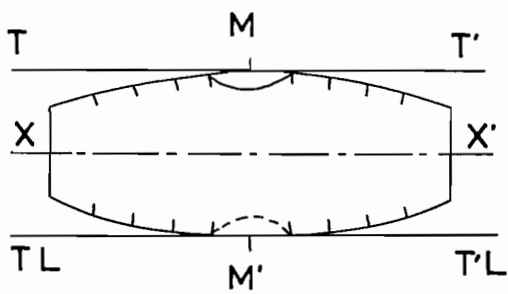


Fig: 10

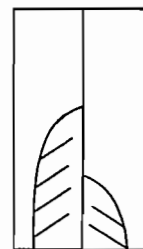


Fig: 11

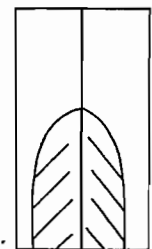


Fig: 12

## CHAPITRE III

### APPLICATIONS DU NIVELLEMENT

#### GENERALITES .-

Pour représenter une portion de surface terrestre quelconque, on peut employer trois méthodes :

- plans cotés
- courbes de niveau
- profils en long et en travers (plus particulièrement utilisés pour le tracé des voies de communications).

Pour niveler le lit des rivières et des étangs les méthodes employées sont dénommées :

- sondages.

#### PLANS COTES .-

Si l'on projette sur un plan horizontal, tenant lieu de surface de niveau, les points du terrain, et si l'on inscrit près de chaque projection la cote respective, l'ensemble de la figure s'appelle plan coté.

Une droite est représentée sur un plan coté par sa projection horizontale et la cote de deux de ses points. Une droite horizontale est représentée par sa projection accompagnée de deux cotes égales. Une verticale est représentée par un point accompagné des cotes des extrémités de la verticale.

La pente d'une droite est égale au quotient de la différence de deux points quelconques de cette droite, par la distance horizontale de ces deux points (Fig. 13).

Rabattre une droite est en général une figure quelconque, c'est l'obtenir sur le plan de projection en vraie grandeur.

Il suffit d'élever deux perpendiculaires mM et nN aux extrémités m et n de la projection, de porter sur ces perpendiculaires des longueurs représentant, à l'échelle adoptée, les cotes des extrémités, puis de joindre les deux points ainsi obtenus. On a :  $MN = \sqrt{d^2 + (m - n)^2} = \sqrt{d^2 + n^2}$

Avec ces deux formules et par des calculs ou constructions géométriques simples, on résout différents problèmes posés (notamment dans le calcul des profils en travers).

1°/ - Pour déterminer sur une droite connue un point donné par sa cote; il suffit de diviser la différence des cotes par la pente (Fig.14).

2<sup>o</sup>/ - Sur une droite connue, pour trouver la cote d'un point donné par sa projection, il faut multiplier la pente de la droite par la distance du point considéré et augmenter ou diminuer le résultat; de la cote de l'une des extrémités. (Fig. 15).

3<sup>o</sup>/ - Pour déterminer l'intersection de deux droites dont les points cotés ont même projection, connaissant les pentes  $p$  et  $p'$ ; il faut :

- si les pentes sont de même sens, diviser la différence des cotes des deux points donnés par la différence des pentes (Fig. 16);

- si les pentes sont de sens contraires, diviser la différence des cotes par la somme des pentes (Fig. 17).

### PROFILS :

le  
En Hydrologie/le fond des cours d'eau est nivelé dans le sens amont ou aval au plus profond du lit.

Il peut être horizontal ou incliné par rapport à l'horizontale dans les sens amont vers l'aval. ce tracé est représenté sur le terrain par le piquetage à des distances mesurées; le nivellement de ces piquets s'appelle le profil en long (fig. 18) de l'oued, il est absolument nécessaire de faire ce nivellement de part et d'autre de la batterie d'échelle (vers l'amont et vers l'aval) et de rattacher ce profil avec le zéro des échelles de crue.

Il est plus pratique de prendre, quand le nivellement général des échelles n'a pas été fait altitude 100 mètres égal au zéro des échelles de crue.

Le zéro des distances horizontales sera pris au droit de l'échelle.

Perpendiculairement au profil en long, au droit de la section de jaugeage ou de la batterie d'échelles, on nivelle de distance en distance des points remarquables ou aspérités du terrain, ou à l'aplomb des verticales des stations de jaugeages. Pour obtenir le profil en travers. (Fig. 19) . Effectuer le coup arrière sur l'échelle de crue ce qui nous donnera le niveau naturel du terrain (Hfo) en cote à l'échelle.

L'origine du zéro pour les distances du profil en travers est défini une fois pour toute quand la section a été retenue.

Prendre une repère fixe (bout de tablier d'un pont ou sceller une borne sur une des deux rives).

Lors d'un profil en travers effectué après une crue; rechercher les délaissés maximum de crue repérable par les traces (herbes, petits bout bois, écume) laissés par la crue. Rattacher ces délaissés sur le profil en cote à l'échelle; Toujours prolonger un profil en travers d'une hauteur supérieure de un mètre aux délaissés maximum de crue.

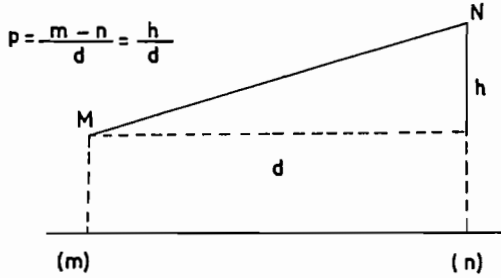


Fig:13

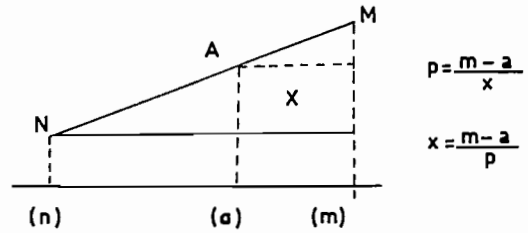


Fig:14

$$p = \frac{a-n}{d'} = \frac{m-a}{d''}$$

$$a = n + p.d' = m - p.d''$$

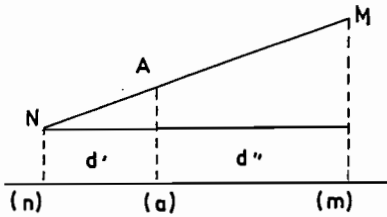


Fig:15

$$AC = OC \operatorname{tg} \beta$$

$$BC = PC \operatorname{tg} \alpha$$

ou encore

$$AC = x.p$$

$$BC = x.p'$$

et en soustrayant membre à membre

$$AC = BC = x.p - x.p'$$

$$AB = m = x(p-p')$$

$$\text{d'où : } x = \frac{m}{p-p'}$$

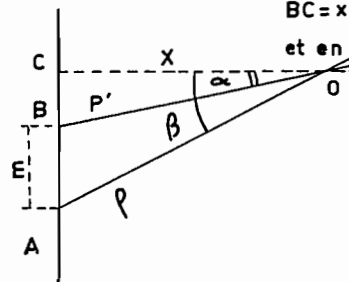
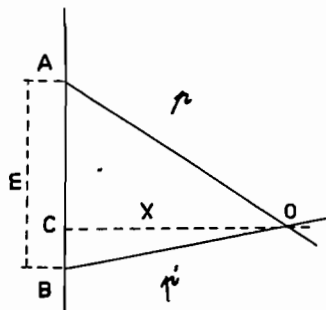


Fig:16



$$AC = x.p$$

$$BC = x.p'$$

et en additionnant membre à membre

$$AC + BC = x.p + x.p'$$

$$AB = m = x(p+p')$$

$$\text{d'où : } x = \frac{m}{p+p'}$$

Fig:17

### PROFIL EN LONG

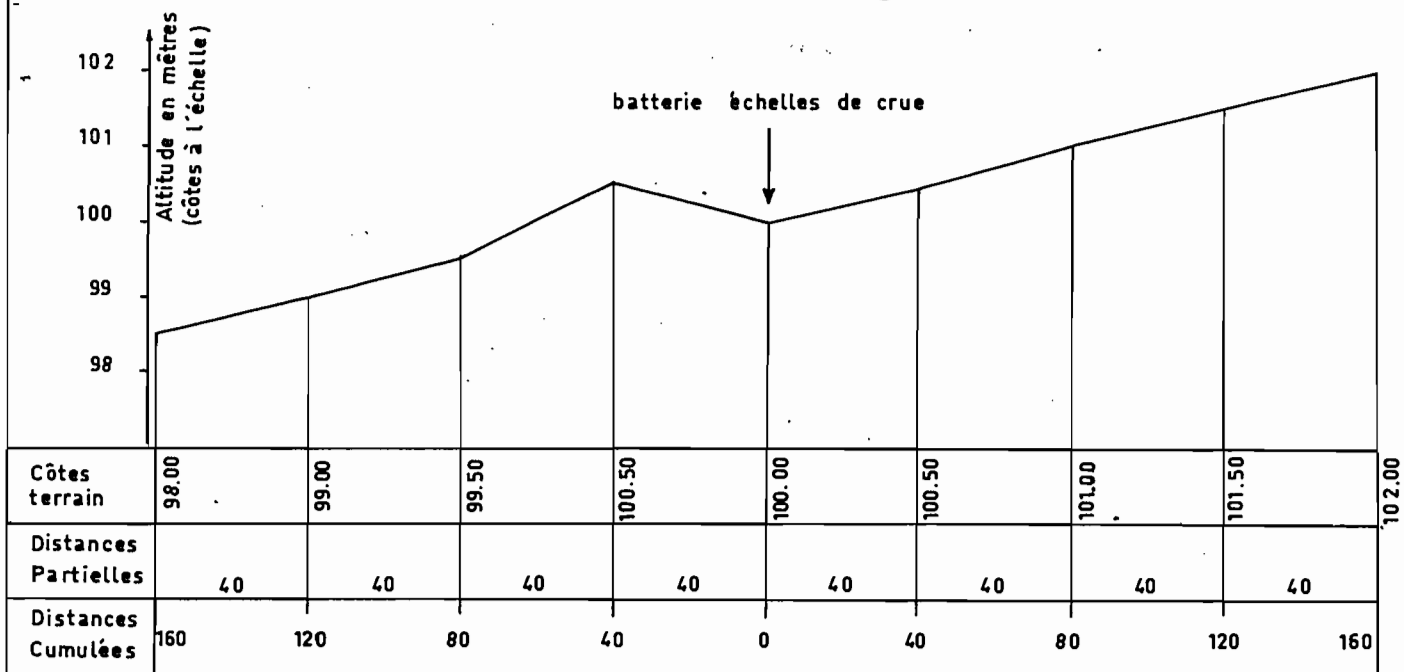


Fig: 18

### PROFIL EN TRAVERS

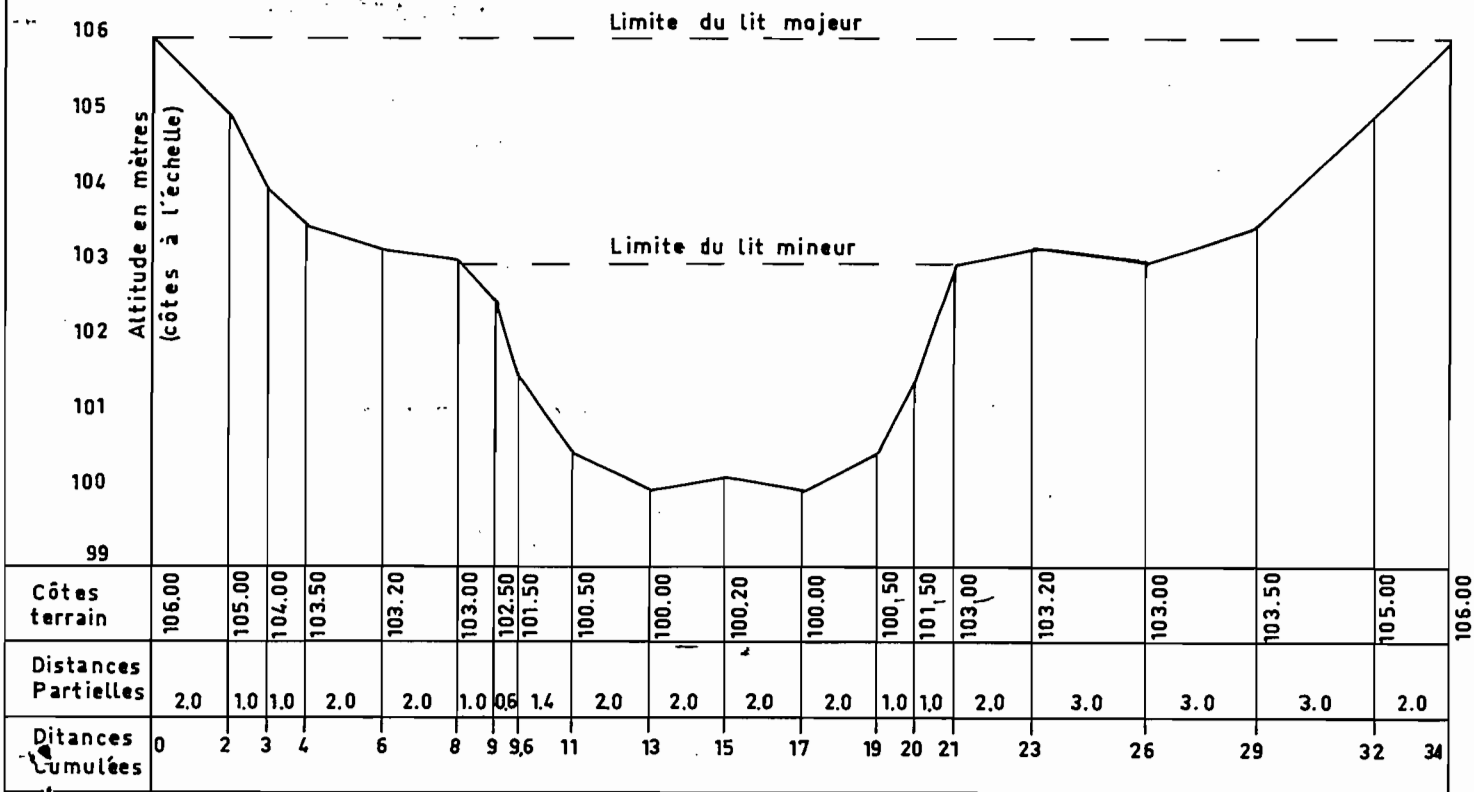


Fig: 19

Mise en place échelles de crue (Fig. 20).

Pour l'implantation d'une batterie à échelle mettre en place la première échelle afin que le bas du 1er élément soit plus bas que le fond du lit de la rivière ou de l'écoulement.

Placer la mire sur le sommet du premier élément d'échelle.

Mettre le niveau en station le plus haut possible en prenant soin de toujours lire la mire. Faire reculer le porte-mire perpendiculairement au sens de l'écoulement de l'eau en diminuant de 1 m après que le bas de chaque élément d'échelle ait été repéré dans le cas où chaque élément d'échelle mesure 1 mètre) de batterie d'échelle se trouve positionnée en effectuant un nivellement simple.

Toutes batteries d'échelles de crue doivent être rattachées par un cheminement au nivellement général ou sur une borne qui sera scellée en dehors de la zone inondée.

SONDAGES .-

Les méthodes précédemment décrites ne peuvent être utilisées pour niveler le lit des rivières, le fond des lacs etc... ; soit que le fond de l'eau est à une grande profondeur de la surface, soit que le courant est trop fort ou l'étendue de la nappe d'eau trop grande.

Pour certaines utilisations hydrauliques, il y a lieu de dresser des profils en travers des fonds de distance en distance.

Le plan de comparaison est toujours la surface moyenne de l'eau (à une date connue) qui recouvre le fond à niveler (cette surface peut-être rattachée au nivellement terrestre avoisinant) (ou exprimé en cote à l'échelle de crue).

Le sondage consiste à mesurer la distance séparant la surface de l'eau du point du fond situé sur la verticale du lieu où l'on opère.

On utilise une mire parlante (pour les petites profondeurs d'eau) ou une sonde.

Une sonde est une masse pesante, suspendue à l'extrémité d'un cordeau sur lequel les mètres et les décimètres sont marqués par un nœud.

Les profils ou les plans sont nivelés en procédant soit par alignements matérialisés sur le terrain directement par un cordeau ou indirectement par des balises, soit par intersections. Dans les deux cas; des bases auxiliaires, matérialisées sur les bords de la nappe d'eau peuvent éventuellement faciliter les opérations de sondages ./.



## CHAPITRE IV

LECTURE D' UNE CARTEGENERALITES

Une carte est la représentation sur un plan d'une portion de la surface terrestre.

La terre a sensiblement la forme d'une sphère aplatie (ellipsoïde) tournant sur elle-même autour d'un axe imaginaire passant par son centre et deux points de sa surface diamétralement opposés appelés pôles.

Les plans passant par cet axe coupent la surface terrestre suivant les ellipses; qu'on appelle des méridiens; les plans perpendiculaires à l'axe la coupent suivant des circonférences qu'on appelle des parallèles. Le parallèle dont le plan passe par le centre de la terre est l'équateur.

COORDONNEES GEOGRAPHIQUES (Fig. 20)

Un point de la surface terrestre se détermine en considérant le méridien et le parallèle qui passent par ce point.

L'angle (M) que fait le plan du méridien d'un point avec celui d'un autre méridien origine est la longitude du point. L'angle (L) que fait la verticale du point considéré avec le plan de l'équateur est sa latitude.

La longitude et la latitude d'un point sont les coordonnées géographiques de ce point. Elles sont exprimées en grades ou en degrés.

La longitude se compte de 0 à 180 degrés ou de 0 à 200 grades à partir du méridien origine vers l'Ouest ou vers l'Est.

La latitude se compte à partir de l'équateur de 0 à 90 degrés ou de 0 à 100 grades au Nord ou au Sud en allant vers les pôles.

COORDONNEES RECTANGULAIRES

L'emploi des coordonnées géographiques pour la détermination des points de la surface terrestre est long et minutieux. On a été amené à utiliser un quadrillage rectangulaire kilométrique.

La surface terrestre n'étant pas une surface plane, la transformation en une surface plane est faite selon un système de projection qui réduit au minimum les déformations. (Système de projection U.T.M : Universelle Transverse de Mercator, par exemple et actuellement utilisé pour l'Afrique).

Le quadrillage rectangulaire kilométrique est obtenu en menant des parallèles au méridien origine et à la tangente au parallèle origine du système de projection utilisé. Toutes ces parallèles étant chiffrées; un point quelconque peut être désigné par les distances qui le séparent des cotés du carré qui l'encadre.

Les lignes du quadrillage, qui au centre de la projection se confondent avec le méridien et le parallèle du centre s'écartent progressivement des parallèles et des méridiens lorsqu'on s'éloigne du centre.

### E C H E L L E :

L'échelle d'une carte est le rapport constant qui existe entre les lignes de la carte et les dimensions réelles du terrain représenté.

L'échelle s'exprime par une fraction  $1/N$ . Par exemple, l'échelle  $1/10.000$  signifie qu'il faut multiplier par 10.000 la longueur mesurée sur la carte pour obtenir la longueur réelle ; ou encore qu'un millimètre de la carte représente  $0,001 \text{ m} \times 10.000 = 10 \text{ mètres}$  de terrain.

Sur les cartes au  $1/20.000$ ,  $1/50.000$ ,  $1/200.000$ , une longueur de 1 mm représente respectivement sur le terrain 20 m, 50m, 200 m.

L'échelle est d'autant plus grande que le dénominateur est petit. Les cartes à grande échelle sont plus détaillées que celles à petite échelle. L'indication d'échelle figure sur les cartes.

### PLANIMETRIE :

La carte est la représentation sur un plan d'une fraction de la surface terrestre.

La planimétrie consiste à représenter sur les cartes non seulement les formes du terrain, mais encore une infinité d'objets naturels (accidents du relief, cours d'eau, lacs, etc...) ou construits par l'homme (routes, voies ferrées, canaux, lieux d'habitation, constructions et plantations de toutes nature, etc...).

Suivant l'échelle et le but de la carte, la représentation des détails planimétriques est plus ou moins complète.

### SIGNES CONVENTIONNELS :

Quelles que soient l'échelle et la destination, il importe que tous les objets mentionnés sur la carte soient reconnaissables et facilement identifiables.

A une échelle suffisamment grande, la plupart des objets pourraient être représentés par leur projection, encore, pour les distinguer (une école d'une mairie par exemple), serait il nécessaire de faire figurer une inscription appropriée.

L'échelle diminuant, les dimensions des images deviennent plus petites et il devient indispensable de recourir à des conventions pour figurer les objets. Ces conventions se traduisent par l'adoption de signes conventionnels ayant des dimensions indépendantes des objets eux-mêmes, mais proportionnelles à leur importance.

Ces signes conventionnels, réunis sous la forme d'un tableau, figurant généralement au bas de la carte, constituent l'alphabet de la carte.

Ils rappellent la forme des objets qu'ils représentent ou les symbolisent.

En même temps que l'échelle diminue, les signes conventionnels se simplifient et deviennent également moins nombreux.

On classe généralement les détails à représenter en trois grandes catégories ;

-- Les voies de communication et les constructions de toute nature, sauf celles se rapportant aux eaux.

-- Tous les détails de l'hydrographie, cours d'eau, lacs, canaux, sources pont.

-- Les cultures : bois, broussailles, landes, vignes vergers, etc...

#### ALTIMETRIE :

Il ne suffit pas pour donner une image exacte du terrain de représenter tous les objets qui y figurent, il faut, en outre, trouver le moyen de représenter les saillies et les creux que le sol présente, autrement dit, le relief du terrain.

Les principales formes du relief se ramènent à deux grandes catégories : les hauteurs qui font saillie au-dessus du niveau moyen de la région considérée et les creux que le sol présente.

Les hauteurs prennent des noms différents, correspondant à des formes variées : mamelon, plateau, dôme, pic, côteau, colline, éperon, croupe (partie terminale d'une colline).

On appelle ligne de crête ou de faite, la ligne réunissant les points les plus élevés d'une hauteur, c'est encore la ligne de partage des eaux. Cette ligne passe par des points moins élevés appelés cols.

Les dépressions prennent des noms différents, suivant leur aspect : vallées, vallon, ravin, gorge, cluse, confluent, bassin; crique, cuvettes.

On appelle thalwegs, la ligne de réunion des eaux de deux versants d'une même vallée.

Comme pour la planimétrie les formes du relief sont projetées sur un plan horizontal.

Plusieurs systèmes de représentation peuvent être utilisés <sup>pour</sup> les points cotés; les courbes de niveau seules, les courbes de niveau et un estompage, les hachures et les teintes hypsométriques.

On nomme équidistance des courbes de niveau la différence constante d'altitude de deux courbes de niveau consécutives.

Cette équidistance peut varier avec l'accidentation du terrain, elle varie, avec l'échelle. Par exemple, elle est généralement de 5 mètres au 1.20.000; 10 mètres au 1/50.000, 20 ou 40 mètres au 1/200.000. Mais elle peut varier par exemple au 1/50.000 de 5 mètres à 20 mètres, suivant que le terrain représenté est en plaine ou en haute montagne.

Pour faciliter la lecture des cartes en courbes; les courbes de niveau de cote ronde sont tracées en trait plus épais, ce sont les courbes maitresses.

La chiffration des courbes de niveau est disposée de telle façon que le sommet des chiffres soit orienté vers le haut du terrain.

Nous citons pour mémoire les hachures, qui ne sont plus utilisées dans les cartes récentes.

L'estompage consiste à ajouter sur les cartes des effets d'éclairage qui accentuent les formes du relief.

Les teintes hypsométriques, utilisées sur les cartes à petites échelles sont limitées par les courbes et mettent en évidence les régions de même altitude.

### ORIENTATION DE LA CARTE

L'orientation d'une carte consiste à placer les lignes de la carte parallèlement aux lignes du terrain qu'elles représentent.

On peut employer trois procédés différents.

1<sup>o</sup>/ Etant sur un point identifié à la fois sur la carte et le terrain d'où l'on voit au moins un autre point également identifié sur la carte et le terrain, il suffit de tourner la carte de façon que la ligne joignant les deux points connus sur la carte soit dirigée sur le point éloigné.

2<sup>o</sup>/ On oriente la carte au soleil. On sait que celui-ci est sensiblement à l'EST à 7 heures, au Sud à midi, etc ...

Ce procédé ne donne qu'une orientation approximative;

Pratiquement on s'oriente au soleil, en plaçant une montre sur la de façon à superposer la ligne XII - VI du cadran et la ligne SUD-NORD de la carte et en faisant tourner pour amener vers le soleil la bissectrice de l'angle fourni par la petite aiguille et le chiffre XII.

De nuit, on s'oriente à la polaire qui donne une approximation suffisante de la direction du Nord (Fig. 21).

L'étoile polaire se trouve approximativement dans le prolongement de la base de la Grande ourse à 5 fois la longueur de cette base, comme dessiné sur la figure ci-contre.

### 39/ On utilise la boussole

Généralement en marge de la carte figurent les angles de la déclinaison et de la convergence du méridien géographique et de l'axe des y du quadrillage kilométrique pris au centre de la carte considérée à une date donnée.

La déclinaison est l'angle formé par la direction du Nord magnétique et celle du Nord géographique. Elle varie suivant le temps et le lieu (la variation annuelle est mentionnée sur la carte).

La convergence est l'angle formé par le méridien géographique et l'axe des y du quadrillage rectangulaire kilométrique.

Pour orienter la carte à l'aide de la boussole, et connaissant la valeur de la déclinaison, on met la boussole sur la carte en superposant la ligne Nord-Sud du cadran, sur un méridien, puis, on fait tourner la carte et la boussole jusqu'à ce que la pointe bleue de l'aiguille fasse avec la direction Nord-Sud un angle égal à la déclinaison.

#### REMARQUE :

Enfin, il faut noter que nombre d'explications sont mentionnées en marge des cartes.

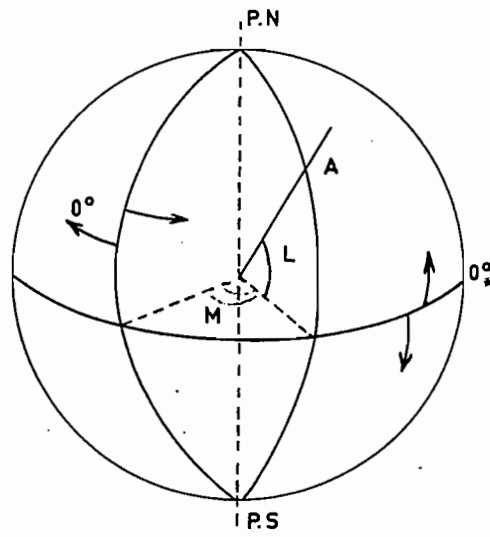


Fig: 20

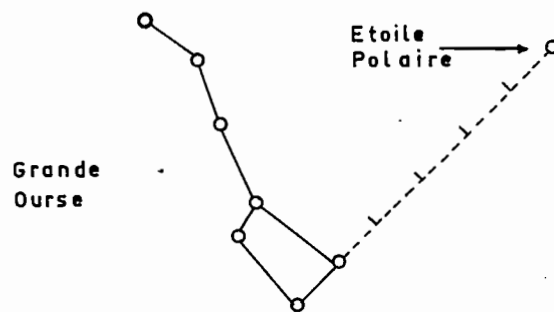


Fig: 21

Dubée Gaston.

Rappel notions topographiques spécifiques à l'hydrologie.

Tunis : Direction des Ressources en Eau et en Sol,

1970, 16 p. multigr.