

2^e SÉRIE, N^o 14.

BIBLIOTHÈQUE RURALE

instituée

PAR LE GOUVERNEMENT BELGE.

TRAITÉ

PRATIQUE

D'ARPENTAGE

ET

DE NIVELLEMENT.

Bruxelles. — Typ. de J. Vanbuggenhoudt

TRAITÉ
PRATIQUE
D'ARPENTAGE
ET DE NIVELLEMENT

A L'USAGE DES AGRICULTEURS,

PAR

J. LECLERC,
Chef du service du drainage en
Belgique.

J. TOUSSAINT,
Géomètre, attaché au ministère
de l'Intérieur.



BRUXELLES,
A LA LIBRAIRIE AGRICOLE DE H. TARLIER,
éditeur de la Bibliothèque rurale,
RUE DE LA MONTAGNE, N° 51.

1855

INTRODUCTION.

On a, depuis quelques années, écrit un grand nombre d'ouvrages pour l'instruction des agriculteurs : la *Bibliothèque rurale* est là pour témoigner de l'empressement avec lequel les théoriciens, les hommes de cabinet, et même quelques praticiens habiles, ont cherché à répandre les bienfaits de la science. Personne, cependant, n'a entrepris de doter la remarquable collection dont nous venons de parler d'un ouvrage traitant de l'*arpentage* et du *nivellement*.

Cette lacune ne saurait provenir de la supposition qu'un pareil ouvrage ne serait pas favorablement accueilli dans les campagnes, car on doit reconnaître que les procédés d'*arpentage* et de *nivellement* ont pour le cultivateur une utilité infi-

niment plus grande que beaucoup d'autres choses qu'on cherche à lui enseigner.

L'arpentage et le nivellement sont deux opérations qui se rattachent d'une manière fort intime à l'art de cultiver la terre, et il n'est point de fermier intelligent qui ne pût mettre journallement à profit la science des géomètres, s'il en possédait les principes. Combien de fois le chef d'une exploitation rurale n'est-il point dans l'embarras, faute de savoir mesurer une terre ou de pouvoir déterminer la différence de hauteur des diverses parties d'un champ! Combien de fois n'a-t-il point recours à une intervention étrangère pour des opérations que lui-même pourrait exécuter, avec fort peu d'études et de peine!

Le mesurage des terres peut trouver des applications continuelles dans une exploitation rurale, soit pour régler l'assolement, soit pour déterminer exactement l'étendue des diverses cultures, soit pour estimer les travaux assez nombreux qui s'exécutent à la tâche et dont le prix est fixé d'après l'étendue du terrain, soit pour la vente des produits sur pied, etc., toutes opérations qui se font très-souvent avec une approximation fort préjudiciable au fermier, mais dont celui-ci se contente pour ne point recourir aux services coûteux d'un géomètre assermenté. La connaissance du nivellement, d'un autre côté, n'est pas moins précieuse quand il s'agit de la conduite des eaux, du tracé des chemins, de l'exécution de travaux de déblai et de

remblai. Certaines améliorations agricoles, dont on comprend aujourd'hui toute la valeur dans les campagnes, ne sauraient même se faire d'une manière convenable si l'on n'avait pas recours au nivellement : l'irrigation des prairies, qui donne des résultats si avantageux à tous ceux qui la pratiquent avec méthode, et le drainage, qui métamorphose complètement les terrains humides, sont de ce nombre. Le succès et l'économie de ces opérations importantes reposent en grande partie sur l'emploi judicieux des méthodes du nivellement, car celui-ci est indispensable pour déterminer la position des prises d'eau, celle des rigoles d'alimentation, ainsi que la direction des ados dans l'irrigation, comme pour fixer la position, la profondeur des saignées et les points vers lesquels il convient de diriger les eaux dans le drainage.

Il faut donc chercher ailleurs les raisons de la lacune que nous avons signalée. Peut-être provient-elle de cette idée, assez généralement répandue, que l'arpentage et le nivellement sont deux sciences trop ardues pour le cultivateur qui, d'habitude, ne possède pas les connaissances préliminaires que leur étude exige. Nous ne partageons point cette manière de voir; nous pensons, au contraire, que les agriculteurs intelligents, comme il s'en rencontre beaucoup dans notre pays, peuvent arriver, sans efforts extraordinaires et sans perte de temps considérable, à acquérir sur ces matières les notions qui leur sont nécessaires; mais c'est à condition

qu'ils ne trouveront pas au commencement du livre, comme un épouvantail, de longues et difficiles études de géométrie à entreprendre. Les préliminaires doivent être réduits au strict nécessaire, et il faut qu'ils soient habilement fondus avec les applications dont ils sont destinés à faciliter l'intelligence. Ces applications elles-mêmes doivent être exposées de façon à n'exiger que peu de connaissances préalables. C'est ainsi que nous avons procédé dans le *Traité élémentaire* que nous offrons aux agriculteurs. Ils apprécieront si nous avons atteint le but que nous nous étions proposé.

La division, le partage et la fertilisation des terres sont les opérations qui, dans l'origine, paraissent avoir donné lieu à l'emploi des procédés dont l'ensemble a constitué plus tard les deux sciences importantes dont nous traiterons par la suite.

Celles-ci sont originaires de l'Égypte et elles remontent, à ce que prétendent quelques auteurs, jusqu'au temps du roi Sésostris.

Elles se sont perfectionnées au fur et à mesure du développement des mathématiques, dont elles forment une application.

La science qui s'occupe d'évaluer la superficie des terrains, d'en fixer les bornes ou d'en faire le partage, d'en représenter exactement les formes, les dimensions et les contours, enfin d'apprécier les différences de niveau des diverses parties du sol, porte maintenant le nom de *topographie*. C'est donc

un traité de topographie à l'usage des agriculteurs que nous allons entreprendre.

Nous avons divisé ce traité en trois parties principales :

La première partie est consacrée à l'arpentage ; la seconde traite du nivellement ; la troisième contient des notions sur le dessin, la copie et la réduction des plans.

La première partie se subdivise elle-même en trois sections distinctes :

Dans la première seront exposées des notions préliminaires sur les lignes et sur les angles, en même temps que toutes les considérations qui se rapportent aux instruments servant à mesurer ces deux espèces de grandeurs.

La deuxième section exposera les méthodes principales suivies pour lever les plans, c'est-à-dire la partie de l'arpentage qui consiste à représenter graphiquement les formes et les dimensions des terrains.

La troisième section comprendra l'arpentage proprement dit ou les méthodes qui servent à l'évaluation de la superficie des terres et au partage des propriétés.

TRAITÉ ÉLÉMENTAIRE

D'ARPENTAGE

ET DE NIVELLEMENT.

PREMIÈRE PARTIE.

ARPENTAGE.

—

PREMIÈRE SECTION.

NOTIONS PRÉLIMINAIRES SUR LES LIGNES ET LES ANGLES.

—

CHAPITRE PREMIER.

Des lignes, de leur tracé et de leur mesure.

Définitions.

1. — L'examen attentif des différents corps de la nature conduit à découvrir en eux plusieurs propriétés distinctes dont l'étude fait l'objet de sciences fort diverses. Au nombre de celles-ci se trouve la *géométrie*, dont l'arpenteur doit nécessairement posséder quelques notions.

Cette science, laissant à l'écart la plupart des propriétés des corps, n'envisage en eux que l'*étendue*, c'est-à-dire la place que chacun occupe dans l'espace.

Les corps, dépouillés des principaux attributs qui affectent les sens, éveillent encore dans l'esprit

l'idée de trois dimensions : *longueur*, *largeur*, *épaisseur*. Ensuite, quand on considère les limites extérieures des corps, en faisant abstraction de l'idée d'épaisseur, on acquiert une notion des *surfaces*, lesquelles n'ont que deux dimensions, la longueur et la largeur. Enfin, les surfaces, par leurs intersections mutuelles, produisent les *lignes*, qui, n'ayant d'épaisseur en aucun sens, ne conservent qu'une seule dimension, la longueur. Les extrémités d'une ligne ou bien encore le lieu où deux lignes se croisent ont reçu le nom de *points*; le point n'a évidemment aucune des trois dimensions de l'espace.

Ce sont là les définitions rigoureuses du point, de la ligne et de la surface, tels qu'on les considère en géométrie; hâtons-nous de faire observer que ces trois espèces de grandeurs, envisagées de la sorte, sont purement fictives et qu'elles n'ont rien d'analogue dans la nature, ni dans les arts. Il est impossible, en effet, de figurer un point sans dimensions, comme aussi de tracer une ligne sans lui donner une largeur appréciable, ou de détacher d'un corps une surface qui n'ait certaine épaisseur. Cette remarque importante étant faite, nous allons nous occuper, dans ce chapitre, de ce qui concerne les lignes.

Diverses espèces de lignes.

2. — Nous avons tout à l'heure considéré les lignes comme produites par l'intersection de deux surfaces; mais il résulte évidemment des définitions qui précèdent qu'on peut également envisager les lignes comme engendrées par un point qui se meut dans l'espace ou comme le lieu des positions successives d'un point en mouvement.

Cela posé, on nomme *ligne droite*, ou simplement *droite*, la ligne formée par un point qui, dans sa marche, se dirige constamment vers le même lieu de l'espace, et *ligne courbe*, ou simplement *courbe*, celle que trace un point dont le mouvement change de direction à chaque instant. La ligne droite qui joint les deux points A et B (fig. 1) jouit

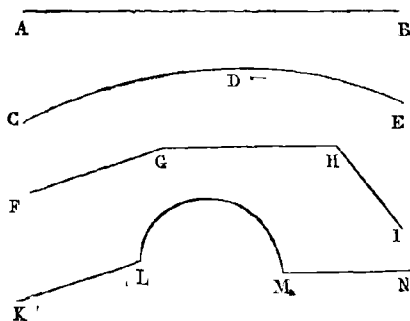


Fig. 1.

de la propriété d'être le plus court chemin de l'un de ces points à l'autre ; c'est donc la vraie distance entre les deux points.

Indépendamment de la ligne droite AB et de la ligne courbe CDE, nous aurons encore à parler par la suite des *lignes brisées* qui, comme FGHI, sont formées de portions de lignes droites ayant des directions différentes, et des *lignes mixtes*, KLMN, dans lesquelles on trouve en même temps des parties droites et des parties courbes.

Eu égard à la position qu'elles occupent dans l'espace, les lignes se partagent en lignes *horizontales*, *verticales* et *obliques*.

Une ligne horizontale est, par exemple, celle que

l'on tracerait sur la surface d'un étang ou d'une nappe d'eau parfaitement tranquille. La ligne verticale est celle qui, en chaque lieu, a la même direction que le fil à plomb et qui ne penche pas plus d'un côté que de l'autre sur l'horizontale. Toute ligne qui n'est ni horizontale, ni verticale, rentre dans la catégorie des lignes obliques.

À l'avenir, nous désignerons les lignes droites par deux lettres placées aux extrémités, les lignes courbes par trois de leurs points au moins, et les lignes brisées par des lettres mises aux extrémités et en chacun des points où se produit un changement de direction.

Cette notation est appliquée dans la fig. 1.

Tracé des lignes en général.

3. — Les opérations d'arpentage exigent que l'on sache tracer les différentes sortes de lignes, soit sur le papier, soit sur le terrain. On indique les lignes sur le papier par un simple trait fait au crayon, à la plume, ou à l'aide d'autres instruments dont nous parlerons plus loin.

Sur le terrain, quand une ligne n'est point déterminée par le bord d'un fossé, par une haie, par une plantation, ou de toute autre manière, on en marque la direction en fixant, au moyen de jalons, les points par lesquels elle doit passer.

Deux points A et B (fig. 1) suffisent pour déterminer la position d'une ligne droite; s'il s'agit d'une ligne brisée, on place un jalon aux extrémités et en chacun des points où cette ligne change de direction, c'est-à-dire en F, G, H, I (fig. 1); enfin, pour tracer sur le terrain une ligne courbe, on doit en fixer un nombre de points plus ou moins

considérable, suivant la forme de cette ligne, et choisir ceux-ci de manière que la ligne brisée que l'on obtiendrait en réunissant les jalons successifs par des lignes droites, ne s'écarte point sensiblement de la courbe à tracer.



Les jalons dont se servent les arpenteurs de profession sont généralement des tiges de bois bien dressées, longues d'environ 1^m, 50, garnies par le bas d'une pointe en fer qui permet de les enfoncer aisément dans la terre, et portant à leur partie supérieure une petite plaque en fer blanc ou en zinc recouverte de couleur claire (fig. 2). Mais on peut aussi faire usage de baguettes bien droites, que l'on coupe dans les champs au moment même où l'on en a besoin; on taille le gros bout en pointe et l'on pratique à l'autre extrémité une fente dans laquelle on insère un morceau de papier blanc assez grand pour être vu facilement à distance, ou mieux encore une carte à jouer.

Fig. 2.

4. — Lorsqu'on est dans la nécessité d'opérer sur une ligne droite d'une grande longueur, il ne suffit point d'en fixer les extrémités par des jalons; il faut, en outre, marquer de la même manière un certain nombre de points intermédiaires, afin de pouvoir cheminer partout sur cette ligne sans s'écarter sensiblement de sa véritable direction. Quelquefois aussi on est amené à prolonger une ligne droite au delà des points qui ont servi d'abord à fixer sa position. Les deux opérations dont il s'agit s'exécutent très-aisément sur le terrain et n'exigent point une grande habitude.

Pour obtenir des points intermédiaires d'une ligne droite, après que l'on a marqué les deux extrémités par des jalons *a* et *b* (fig. 3),

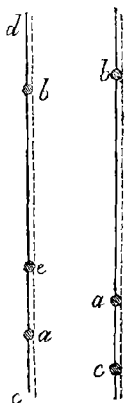


Fig. 3, Fig. 4.

on se place en *c*, à quelques pas en arrière du jalon *a*, et l'on vise suivant *cd*, de manière que le rayon visuel rase les jalons *a* et *b* du même côté. Une seconde personne marche ensuite le long de la ligne à jalonner; lorsqu'elle est arrivée à l'un des points que l'on veut fixer, elle fait face à la ligne et tient, en étendant le bras, un jalon qu'elle appuie par la pointe sur le sol en le maintenant aussi verticalement que possible; puis, sur les indications de l'observateur placé en *c*, elle avance ou recule jusqu'à ce que le jalon *e* affleure le rayon visuel *cd*. Les jalons ayant à peu près la même grosseur, le pied du jalon *e* se trouve alors dans la même ligne droite que les pieds des jalons *a* et *b*. On détermine de la même manière autant de points que l'on veut; on a soin, d'ailleurs, quand les jalons dont on dispose sont de longueurs différentes, de placer les plus courts sur les bosses et de réserver les plus grands pour les parties enfoncées du terrain.

Il est tout aussi facile de prolonger aussi loin que l'on veut une ligne droite dont on connaît deux points *a* et *b* (fig. 4). Dans ce cas l'opération peut même s'exécuter par une seule personne. Celle-ci, munie d'un jalon, se place en *c* sur le prolongement de la ligne *ba*, elle dirige un rayon visuel tangen-

tiellement aux jalons *a* et *b*, puis elle place le troisième jalon *c* de manière qu'il affleure la ligne de visée. Chaque fois qu'un nouveau jalon est enfoncé en terre, l'observateur s'en écarte de quelques pas, afin de vérifier s'il est parfaitement tangent au rayon visuel, déterminé par les jalons qui précèdent.

5. — Il peut se présenter des circonstances où l'on est obligé de jalonner des points intermédiaires d'une ligne droite, sans qu'il soit possible de se placer en arrière de ses extrémités, comme nous l'avons supposé dans le paragraphe précédent; on doit alors procéder de la manière suivante :

Soit A et B (fig. 5) les extrémités de la ligne

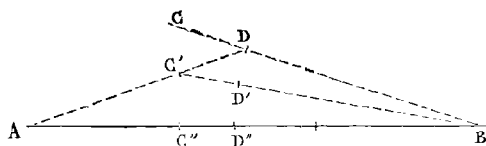


Fig. 5.

donnée, au delà desquelles l'observateur ne peut point arriver. Celui-ci pose alors un jalon dans l'intervalle, au point C par exemple, et à peu près dans l'alignement AB; il fait ensuite marcher un aide, muni d'un jalon et placé entre C et B, jusqu'à ce que celui soit arrivé en D sur l'alignement CB; alors l'observateur se déplace à son tour, et guidé par les indications de la personne qui se trouve derrière le jalon D, il vient planter son jalon en C' sur l'alignement DA. Cela fait, l'aide change la position de son jalon et le plante dans l'alignement C'B; on continue de la sorte jusqu'à ce que les jaloneurs soient arrivés en des points C'' et D''

tels que le point D'' se trouve exactement dans la direction $C''B$, et le point C'' dans la ligne $D''A$; les deux points C'' et D'' appartiennent alors à la ligne droite AB .

Une seule personne pourrait arriver au même résultat si elle avait à sa disposition une *alidade*, c'est-à-dire une petite règle adaptée horizontalement au haut d'un jalon vertical, et portant à chaque bout un rebord d'équerre percé d'une fente très-étroite, perpendiculaire (fig. 6) à la direction de la

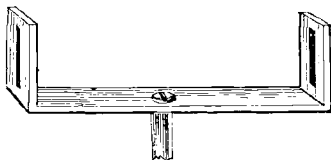


Fig. 6.

règle et à travers laquelle on peut viser. Le jalonneur, muni de cet instrument fort simple, chercherait alors par tâtonnements un point C'' , tel qu'après y avoir planté verticalement le support de son alidade et dirigé celle-ci de manière à apercevoir le jalon B à travers les deux fentes à la fois, il aperçût également le jalon A , en visant par le côté opposé sans déplacer l'alidade. Ce point se trouverait alors dans l'alignement AB .

6. — Il arrive encore fréquemment qu'il faut continuer le tracé d'une droite au travers d'un bâtiment, d'un bois, ou de tout autre obstacle. La solution de ce problème exige l'emploi d'un instrument particulier, nommé *équerre d'arpenteur*, que nous décrirons plus loin (§ 28), et qui sert à tracer sur le terrain une ligne *perpendiculaire* ou d'*équerre*

sur une autre ligne donnée. Voici comment on procède :

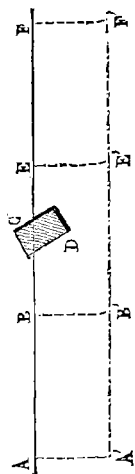


Fig. 7.

Soit A et B deux points de la ligne qu'il s'agit de prolonger de l'autre côté d'un obstacle CD (fig. 7). On tracera, au moyen de l'équerre d'arpenteur, les perpendiculaires AA' et BB' à la ligne AB ; on déplacera les jalons A et B d'une même quantité pour les reporter en A' et B' sur le côté de l'obstacle CD ; on prolongera par la méthode ordinaire la ligne $A'B'$, puis par les points E' et F' pris sur le prolongement, on mènera les perpendiculaires $E'E$ et $F'F$ sur lesquelles on prendra des longueurs égales à AA' ou BB' ; les points E, F , ainsi déterminés, se trouveront sur le prolongement de la ligne droite AB . Dans ces sortes d'opérations, il faut toujours avoir soin de choisir les points A et B, E' et F' aussi loin que possible l'un de l'autre; les résultats auxquels on parvient sont ainsi plus exacts.

Faisons une observation générale, applicable aux divers problèmes que nous venons de résoudre : c'est qu'il faut avoir soin, dans l'opération du jalonnage, de placer les jalons aussi verticalement que possible. On vérifie leur position au moyen d'un fil à plomb dans les circonstances où une grande exactitude est nécessaire. Lorsque l'on fait usage de baguettes qui ne sont pas bien droites, le pied et la tête des jalons doivent être situés sur une même verticale et la courbure doit être dirigée dans le sens de la ligne jalonnée.

Il existe encore dans le tracé des lignes sur le terrain d'autres cas particuliers, plus compliqués que ceux que nous avons passés en revue; nous ne les mentionnerons point, parce qu'ils trouvent rarement leur application dans les opérations usuelles.

Mesurage des lignes.

7. — *Mesurer* une ligne, c'est la comparer à une autre ligne déterminée; en d'autres termes, c'est chercher combien de fois elle contient une longueur connue que l'on convient de prendre pour *unité*.

L'unité de mesure pour les longueurs varie dans les différentes contrées, et généralement on se sert même de plusieurs sortes d'unités dans un même pays. C'est ainsi qu'en Belgique on adopte, suivant les cas, la toise, l'aune, le pied, etc., et qu'en outre, l'unité de mesure qui a reçu cette dernière dénomination a une valeur différente dans les diverses provinces.

Cependant, lorsque les relations des peuples sont devenues plus fréquentes, on a senti plus vivement les embarras et les inconvénients qui résultent de cette diversité de mesures, et l'on a cherché à remplacer les diverses sortes d'unités linéaires par une mesure unique choisie de manière à satisfaire à toutes les exigences. Cette heureuse réforme, entreprise en France vers la fin du siècle dernier, a fait aujourd'hui de grands progrès, et le *mètre*, base fondamentale du nouveau système des poids et mesures, deviendra bientôt, il faut l'espérer, d'un usage exclusif dans notre pays.

Nous laisserons donc de côté toute considération relative aux mesures anciennes et nous adopterons

le *mètre* pour unité dans l'évaluation de la valeur numérique des lignes ou des longueurs.

Cette unité n'a point été choisie arbitrairement, comme on pourrait le supposer ; c'est une grandeur positive et invariable, que l'on a obtenue en divisant en quarante millions de parties égales la longueur d'une circonférence de la terre mesurée en passant par les pôles. Le mètre est la dix-millionième partie de la distance du pôle à l'équateur, ou la quarante-millionième partie du méridien terrestre ; en sorte que si l'étalon matériel du mètre venait à s'égarer ou à s'altérer, on pourrait en retrouver la grandeur exacte en procédant à un nouveau mesurage des dimensions de notre globe.

Le système métrique n'admet d'ailleurs que les multiples et les sous-multiples décimaux de l'unité principale. Ainsi, le mètre se subdivise en 10 parties appelées *décimètres*, le décimètre en 10 parties appelées *centimètres*, et le centimètre en 10 parties que l'on nomme *millimètres*.

Il y a, par conséquent, dans un mètre 10 décimètres, ou 100 centimètres, ou 1,000 millimètres, et, réciproquement, le décimètre vaut un dixième, le centimètre un centième et le millimètre un millième de mètre.

On évalue les longueurs considérables et les grandes distances au moyen des multiples du mètre, savoir :

Le décamètre qui vaut	10	mètres.
L'hectomètre	»	100
Le kilomètre	»	1,000
Le myriamètre	»	10,000

8. — Dans la pratique, on se sert, pour évaluer les lignes, de mesures ayant différentes formes.

Pour les petites longueurs, on emploie le *double décimètre*, le *mètre* et le *double mètre*. — Pour les longueurs plus fortes, on a recours au *cordeau métrique* ou à la *chaîne d'arpenteur*. Nous dirons quelques mots de chacune de ces mesures.

9. — Le *double décimètre* (fig. 8) a, comme son nom l'indique, une longueur de deux décimètres ou un cinquième de mètre; il est formé d'une règle en bois, en cuivre ou en ivoire, amincie sur les bords et portant quelquefois en son milieu un bouton qui sert à la saisir. Sur les longs côtés de la règle sont tracés des traits de division qui la

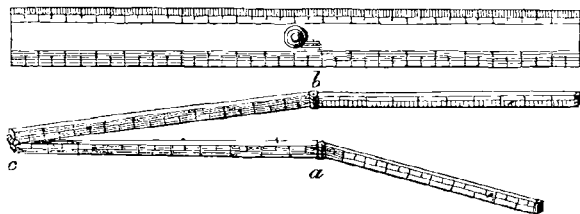


Fig. 8 et 9.

partagent en centimètres, en millimètres et souvent aussi en demi-millimètres. On peut donc avec cet instrument mesurer de très-petites longueurs avec une grande approximation.

L'unité linéaire ou le *mètre* se trouve dans le commerce sous deux formes principales : tantôt c'est une règle de bois bien dressée, large et épaisse de 2 à 3 centimètres, et garnie aux deux bouts d'une plaque en fer ou en cuivre qui empêche que la règle ne se raccourcisse trop rapidement par

l'usure; tantôt il est formé de 3 ou de 10 petites règles très-minces, en buis, en cuivre, en baleine ou en ivoire, réunies de façon qu'elles puissent se replier les unes sur les autres. La plupart des artisans, tels que les menuisiers, les charpentiers, etc., font ordinairement usage du mètre sous cette dernière forme. Dans l'un et l'autre cas, la longueur du mètre est divisée en 100 parties égales par des traits noirs tracés sur le bois; de 10 en 10 divisions on marque le trait d'un signe particulier qui permet de distinguer aisément les dixièmes du mètre.

Le *double mètre* ne diffère point, dans sa disposition, des mesures que nous venons de décrire; quelquefois cependant on le compose de quatre règles assemblées à charnières en *a*, *b*, *c* (fig. 9), et qui se replient l'une sur l'autre comme le montre la figure ci-contre.

10. — Le *cordeau métrique* se compose d'un ruban divisé en mètres, décimètres et centimètres, qui s'enroule sur une bobine renfermée dans une boîte cylindrique. Le ruban a, suivant les cas, une longueur totale de 3, de 5, et même de 10 mètres. La boîte qui renferme le cordeau de dix mètres n'a que 7 centimètres de diamètre sur 2 de hauteur, en sorte qu'elle est très-portative. Le cordeau métrique est d'un emploi fort commode dans beaucoup de circonstances; mais on ne peut guère se fier aux indications qu'il fournit lorsqu'il s'agit de mesurer avec précision, car le ruban peut aisément varier de longueur par la tension qu'on est obligé de lui faire subir en mesurant; en outre il subira, malgré le vernis dont il est recouvert, l'influence de l'humidité lorsqu'on s'en servira pour mesurer dans les champs par un temps pluvieux.

La *chaîne d'arpenteur*, dont on se sert exclusivement pour mesurer sur le terrain, a ordinairement une longueur de dix mètres ou un décamètre. Elle est faite de 50 chainons ou tiges en gros fil de fer courbées en boucles à chaque extrémité et réunies deux à deux par un anneau de même métal. Chaque chainon a 20 centimètres de longueur entre les centres de deux anneaux consécutifs. Les mètres sont marqués par un anneau de cuivre ; dans le milieu de la chaîne, c'est-à-dire à 5 mètres de chaque bout, se trouve un anneau plus grand et plus fort que les autres, garni en outre d'une branche en fer de 4 à 5 centimètres de longueur, en sorte qu'on le distingue à première vue.

La chaîne se termine de chaque côté par une poignée (fig. 10) qui est prise ordinairement sur la longueur du dernier chainon.

On fait aussi des chaînes d'arpenteur dans lesquelles les chainons sont doubles des précédents et ont par conséquent 40 centimètres de longueur ; elles sont moins sujettes à s'allonger par la tension.

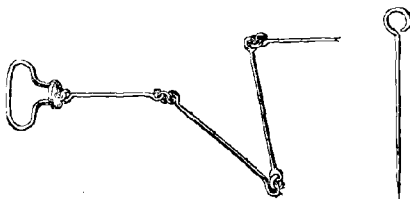


Fig. 10 et 11.

Pour mesurer une longueur avec la chaîne, on doit se munir de *fiches* : ce sont des piquets en bois, minces et courts, ou plus généralement des tiges

en fil de fer assez gros pour qu'elles ne plient point quand on les enfonce dans le sol. Les fiches en fer ont environ 25 centimètres de longueur; l'une de leurs extrémités est terminée en pointe, l'autre est recourbée en forme d'œillet (fig. 11). Quelquefois les fiches portent au-dessous de l'œillet une petite plaque métallique peinte en couleur claire; elle sert à retrouver aisément la fiche dans les broussailles ou dans les hautes herbes. Dans l'opération du chaînage, les fiches sont ordinairement au nombre de dix.

11. — Il n'est personne qui ne sache évaluer assez exactement une longueur lorsque celle-ci n'est point très-considérable et lorsque la mesure dont on fait usage peut être appliquée d'un bout à l'autre de la ligne à mesurer. Si l'on se sert du mètre, par exemple, et que l'on veuille connaître la longueur du bord d'une table, on appliquera la mesure le long de ce bord en commençant à l'un des bouts et en ayant soin de faire coïncider exactement l'une des extrémités de la règle graduée avec celui-ci; on marquera par un trait fin l'endroit où aboutit l'autre extrémité de la règle, puis on fera avancer la mesure jusqu'à ce que la première extrémité vienne occuper exactement la position qu'avait primitivement la seconde contre le trait; on fera une nouvelle marque au bout de la mesure, et l'on continuera à porter celle-ci le long du bord de la table autant de fois qu'elle peut y être contenue. Si après avoir déplacé ainsi la mesure un certain nombre de fois, on trouve qu'il ne reste rien, on en conclura que la longueur du bord de la table renferme un nombre entier de mètres, et cette longueur sera exprimée par le nombre de fois que l'on y aura appliqué la mesure. Si, au

contraire, il y avait un reste, qui serait nécessairement plus petit qu'un mètre, le bord de la table aurait pour longueur un nombre entier de mètres plus une fraction, et l'on évaluerait cette dernière en examinant combien le reste contient de décimètres, de centimètres et au besoin de millimètres. Ainsi, si après avoir porté trois fois une mesure d'un mètre à la suite d'elle-même, on constate qu'il y a, entre le point où se trouvait en dernier lieu l'extrémité de la règle et le coin de la table, la même longueur qu'entre le bout de la mesure marqué 0 et la 25^e division centésimale, on dira que le bord de la table mesure 3 mètres et 25 centimètres, que l'on écrit 3^m, 25.

Lorsque la longueur à mesurer est moindre que l'unité linéaire, on opère de la même manière qu'é précédemment, en se bornant à rechercher combien il y a de divisions décimales et centésimales du mètre entre l'extrémité de la mesure appliquée contre le bout de la longueur à mesurer et l'autre bout de celle-ci. Si l'on trouve par exemple 4 dixièmes 9 centièmes et 3 millièmes de mètre, on dira que la longueur mesurée contient 4 décimètres 9 centimètres et 3 millimètres, ou bien 49 centimètres 3 millimètres, ou encore 493 millimètres, que l'on écrit 0^m, 493.

12. — Quand il s'agit d'évaluer une ligne d'une grande portée, et surtout quand l'opération doit se faire sur le terrain, on ne peut guère opérer comme nous venons de l'indiquer, parce que ce procédé donnerait presque toujours lieu à de grandes inexactitudes. On se sert alors de la chaîne d'arpenteur, dont l'emploi exige le concours de deux personnes, et l'on opère comme nous allons l'expliquer.

Supposons qu'il s'agisse d'obtenir la *longueur*

réelle qui sépare deux points donnés sur le terrain ; on commencera par jalonner (§ 4) la ligne droite qui réunit les points en question, puis l'on cheminera le long de celle-ci avec la chaîne, que l'on portera à la suite d'elle-même autant de fois que possible, en évaluant le reste, s'il y en a un, en mètres et décimètres.

Le chaîneur et son aide, ou *porte-chaîne*, tiennent la chaîne chacun par une poignée ; le dernier marche en avant, et porte les fiches au nombre de dix. Le chaîneur applique le bord extérieur de sa poignée sur le sol, contre le point de départ de la distance à mesurer ; son aide tend la chaîne contre terre dans la direction jalonnée, en ayant soin qu'il n'y trouve point de nœuds, de tortillements, et en écartant les pierres, les touffes d'herbes et en général tout ce qui pourrait altérer la direction rectiligne de la mesure. L'aide plante alors en terre et d'aplomb une fiche qu'il a eu soin de préparer à l'avance et qu'il tient dans l'intérieur de la poignée, à l'endroit indiqué dans la fig. 12. — Cette fiche reste en place pendant que le chaîneur et son aide se transportent en avant avec la chaîne : le premier va appliquer la poignée qu'il tient contre la fiche (fig. 13), qu'il prend pour point d'arrêt, pendant

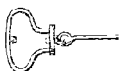


Fig. 12.

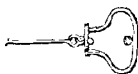


Fig. 13.



Fig. 14.

que l'aide tend de nouveau la chaîne avec les précautions indiquées plus haut. Il plante ensuite une seconde fiche ; après quoi les deux personnes

continuent leur marche, le chaîneur enlevant la fiche près de laquelle il est venu se placer chaque fois qu'il quitte sa position pour se transporter près de la fiche suivante.

En procédant de la sorte, on commet chaque fois, comme il est facile de s'en assurer par l'inspection de la fig. 14, une erreur égale à deux fois l'épaisseur de la poignée, plus l'épaisseur de la fiche ; mais on ne doit point en tenir compte, par la raison que les constructeurs donnent généralement à la chaîne 5 millimètres de plus que dix mètres et que cet excédant compense l'erreur que nous venons de signaler. Autant le chaîneur a de fiches en main à la fin de l'opération, autant la distance mesurée contiendra de décamètres ; on comptera, pour finir, combien il y a de chaînons depuis la dernière fiche jusqu'au bout de la ligne et l'on aura de la sorte le nombre de mètres et de décimètres qu'il faut ajouter aux décamètres pour obtenir la longueur totale de la ligne mesurée. Les parties plus petites que 20 centimètres s'estiment à l'œil, ou à l'aide d'une mesure particulière, divisée en centimètres, dans le cas où le chaînage devrait être fait avec une grande exactitude.

Une longueur de dix décamètres ou de cent mètres se nomme *portée*. Chaque fois que l'on a mesuré une portée, c'est-à-dire chaque fois que le chaîneur a retiré dix fiches, il rend celles-ci à son aide, et il en tient note sur son carnet. Lorsque l'opération est achevée, la distance entre le point de départ et celui d'arrivée est égale à autant de fois cent mètres que l'on a fait de portée, ou que les fiches ont passé des mains du chaîneur dans celles de son aide, plus autant de fois dix mètres que le chaîneur a de fiches en main à la fin du mesu-

rage, plus encore la longueur de la partie de chaîne qui sépare la dernière fiche du bout de la ligne que l'on mesure.

13. — Nous verrons plus tard que dans le lever des plans et l'arpentage, on ne cherche point à obtenir la superficie ni la figure réelle du terrain sur lequel on opère, mais seulement la projection horizontale de celui-ci. C'est pourquoi le chaînage, sur les terrains en pente, doit être conduit d'une manière un peu différente de celle que nous avons indiquée ci-dessus : les mesures alors doivent être prises horizontalement. Le chaineur se trouvant, par exemple, dans la partie basse du terrain, il tient la poignée du décamètre au-dessus du point de départ *a* (fig. 13), de manière que la chaîne soit à peu près

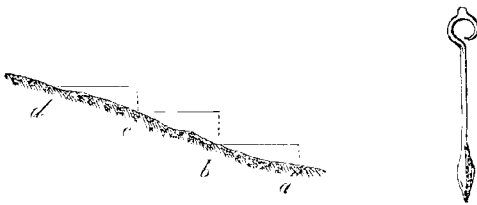


Fig. 13 et 14.

de niveau, et il agit de même après qu'il s'est transporté aux différents points *b*, *c*..., où l'aide a successivement planté des fiches. Quand le chaineur se trouve, au contraire, dans la partie la plus élevée, il applique la poignée de la chaîne contre le sol, au point *b*, par exemple, tandis que l'aide, en tenant la mesure tendue, soulève la poignée jusqu'à ce que la chaîne soit dans une position horizontale. Ce dernier laisse alors tomber librement

la fiche qu'il tenait contre la poignée et il l'implante à l'endroit où elle a rencontré le sol.

Pour chaîner dans les terrains en pente, on se sert souvent de fiches renforcées vers la pointe (fig. 16), pour qu'elles descendent bien verticalement.

Lorsque la chaîne ne peut pas être appliquée sur le sol dans toute son étendue, elle prend, sous l'action de son propre poids, une courbure assez prononcée et qu'il est difficile de faire disparaître par la tension. Cette circonstance constitue une source d'erreurs ; pour les atténuer autant que possible, on mesure seulement avec la moitié de la chaîne, et même avec une portion moindre encore dans les déclivités très-raides.

Il est nécessaire de vérifier fréquemment la longueur de la chaîne, qui peut varier, soit par l'effet des changements de température, soit par suite de la tension à laquelle ses différentes parties sont soumises. Cette vérification se fait en appliquant de temps à autre la chaîne sur une ligne de dix mètres de longueur marquée sur un pavement ou sur un mur.

CHAPITRE II.

Des angles, de leur mesure et de leur tracé.

Définitions.

14. — On appelle *angle* l'espace illimité renfermé entre deux lignes AB et CB qui se ren-

contrent (fig. 17). Les lignes AB et CB sont les *côtés* de l'angle; le point B en est le *sommet*. Un angle se désigne par trois lettres, dont deux se trouvent placées sur les côtés et la troisième à leur point d'intersection; quelquefois on se contente d'une seule lettre placée au sommet. On dira donc indifféremment l'angle B ou l'angle ABC, en ayant soin, dans ce dernier cas, de mettre au milieu la lettre qui occupe le sommet de l'angle.

Un angle est plus ou moins grand selon que les côtés qui le comprennent sont plus ou moins

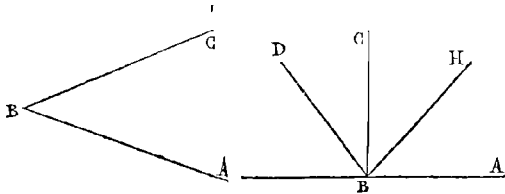


Fig. 17 et 18.

écartés l'un de l'autre, mais la longueur de ceux-ci n'influe aucunement sur la grandeur de l'angle.

De deux angles, le plus grand est, par conséquent, celui dont les côtés sont le plus écartés ou le plus ouverts.

Lorsque deux droites CB et AB se rencontrent de manière à former des angles égaux (fig. 18), c'est-à-dire qui peuvent se superposer exactement l'un sur l'autre, ces angles sont appelés *droits* et les lignes sont dites *perpendiculaires* entre elles.

Tous les angles droits sont égaux.

Un angle ABD (fig. 18), dont les côtés sont plus ouverts que ceux de l'angle droit ABC, s'appelle *angle obtus*.

Celui ABH , dont les côtés sont moins ouverts que l'angle droit, est un *angle aigu*.

Mesurage des angles.

15. — Supposons que d'un point C , qui forme le sommet commun de plusieurs angles ACB , BCD , DCH (fig. 19), on ait tracé une *circonférence de cercle*, c'est-à-dire une ligne courbe dont tous les points soient à une même distance, arbitraire d'ailleurs, du sommet C , ou du *centre* de la circonférence : les côtés CA , CB , CD , CH , prolongés

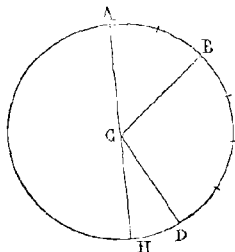


Fig. 19.

au besoin, iront couper la courbe en des points A , B , D , H , tels que les portions de circonférence ou les *arcs* AB , BD , DH , seront proportionnels aux angles correspondants ACB , BCD , DCH .

De telle sorte que si l'angle BCD est double de l'angle ACB , l'arc BD sera aussi double de l'arc BA , et que si l'angle DCH vaut seulement la moitié de ACB , ou le quart de BCD , l'arc DH sera compris deux fois dans la longueur de l'arc AB et quatre fois dans BD .

En se fondant sur cette propriété remarquable, on est parvenu à ramener le mesurage des angles à celui des arcs de cercle qu'ils interceptent entre

leurs côtés. Il est évident, d'après ce que nous venons de dire, que si l'on convient de choisir pour unité l'angle DCH , il suffira, pour avoir la mesure d'un angle quelconque BCD , c'est-à-dire pour connaître combien de fois celui-ci contient l'angle choisi pour unité, de chercher combien de fois l'arc DH est contenu dans l'arc BD .

16. — Dans la pratique, on prend pour unité de mesure l'angle qui répond à la 560^e partie de la circonférence ; on lui donne le nom de *degré*. Pour évaluer les angles moindres que l'unité, on est convenu de subdiviser le degré en 60 parties nommées *minutes*, et la minute en 60 parties que l'on nomme *secondes*. La valeur d'un angle sera donc connue du moment où l'on saura combien il contient de degrés, de minutes et de secondes.

La division dont nous venons de parler a reçu le nom de *sexagésimale*.

Afin de mettre la mesure des angles en rapport avec le système décimal, on a proposé de remplacer l'ancienne division sexagésimale par la division *centigrade* ou *centésimale*.

Dans ce nouveau système, la circonférence se partage en 400 parties égales auxquelles on donne le nom de *grades* ; chaque grade se subdivise en 10 *décigrades* et chaque décigrade en 10 *centigrades*. Malgré les avantages que la division décimale présente pour les calculs, les géomètres ne s'empressent guère de l'adopter, et il en sera ainsi aussi longtemps que les anciens instruments, qui présentent tous la division sexagésimale, ne seront pas hors de service.

Dans la valeur écrite d'un angle exprimé en degrés, minutes et secondes, on indique d'une manière abrégée les degrés par $^{\circ}$ que l'on place à

la droite et un peu au-dessus du nombre correspondant, les minutes par ', et les secondes par ". Ainsi $54^{\circ} 16' 9''$ doit se lire 54 degrés 16 minutes 9 secondes.

17. — La valeur des angles étant assimilée à celle des arcs de cercle compris entre leurs côtés, il s'ensuit qu'un angle droit ABC (fig. 20), soutendant un arc égal au quart de la circonférence, aura pour mesure le nombre de degrés que contient cet arc, c'est-à-dire 90° .

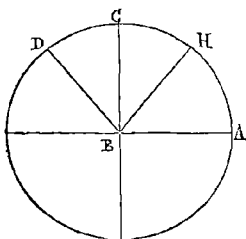


Fig. 20.

Tous les angles droits étant égaux, ils valent tous 90° . La moitié d'un angle droit vaut 45° .

Un angle aigu ABH vaudra moins de 90° ; un angle obtus ABD plus que 90° et moins que 180° .

On nomme *complément* d'un angle ce qui lui manque pour former un angle droit; ainsi 55° est le complément d'un angle aigu de 55° , car 55° plus 55° font 90 degrés.

On nomme *supplément* d'un angle ce qui lui manque pour égaler deux angles droits; ainsi l'angle de 82° est le supplément de l'angle de 98° , car 98° et 82° font 180° , qui est la valeur de deux angles droits.

Les angles, comme les longueurs et comme toutes les autres quantités, sont susceptibles d'addition et de soustraction.

On nomme angles adjacents ceux qui ont un côté de commun : tels sont les angles ABH et HBC de la figure ci-dessus.

Les angles ABC , EDH , qui ont leurs côtés parallèles et dirigés dans le même sens, sont égaux (fig. 21). Lorsque dans les mêmes conditions leurs

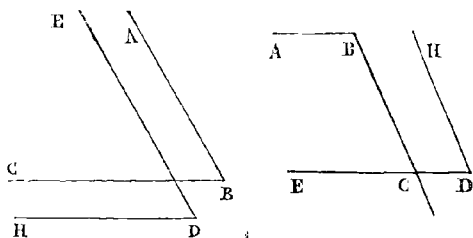


Fig. 21 et 22.

ouvertures sont tournées en sens opposés (fig. 22), ces angles sont supplémentaires.

Description et usage des instruments qui servent à mesurer les angles.

18. — Les angles dont on doit prendre la mesure peuvent avoir leurs côtés tracés sur une feuille de papier, sur une table ou sur toute autre surface plane ; ou bien la position du sommet et la direction des côtés sont simplement indiquées par des jalons, ainsi que cela arrive dans les opérations qui se font sur le terrain.

Les instruments à employer varient suivant ces deux circonstances.

Dans le premier cas, on fera usage du *rappor-teur* ; dans le second, on se servira du *pantomètre*, du *graphomètre*, ou de la *boussole*.

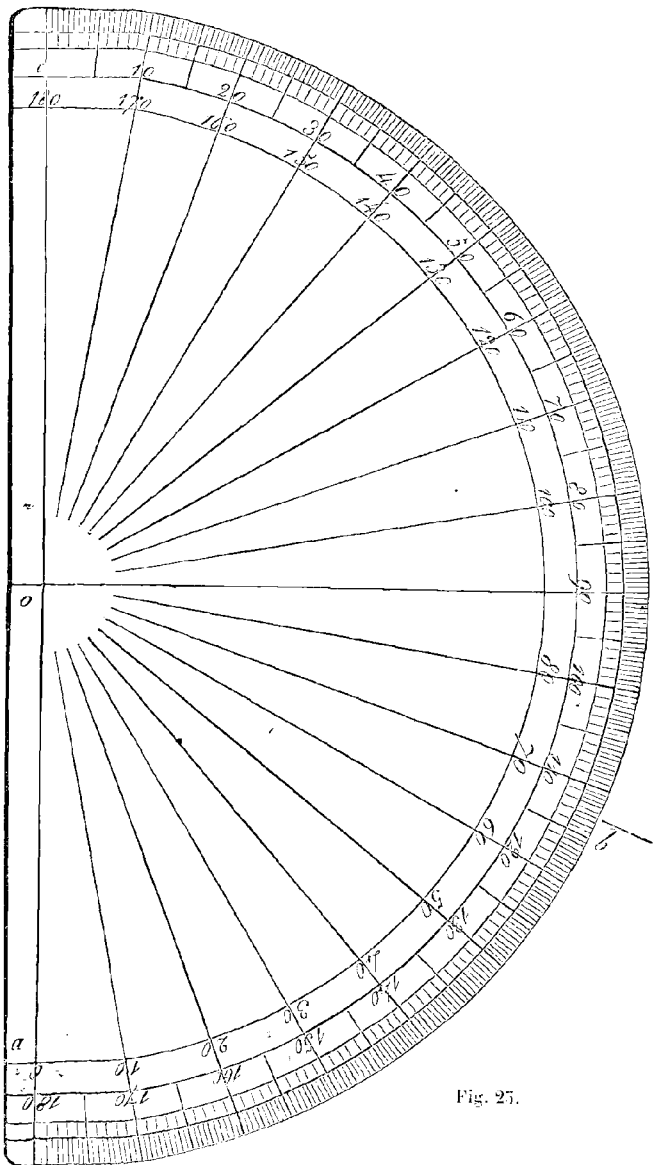


Fig. 25.

19. — Le *rappporteur* (fig. 25) consiste en un demi-cercle en cuivre ou en corne transparente, dont le bord curviligne est divisé en 180 parties égales, numérotées de 10 en 10 et dans les deux sens.

Chaque intervalle entre deux traits de division consécutifs équivaut à un degré, et souvent il est partagé encore en deux parties, de manière que l'on puisse évaluer aussi les demi-degrés.

Pour mesurer un angle au moyen de cet instrument, on commence par faire coïncider bien exactement le centre *o* du rapporteur avec le sommet de l'angle, et la *ligne de foi oa*, avec l'un des côtés de celui-ci; puis on examine en quel point tombe l'autre côté *ob*, suffisamment prolongé s'il y a lieu. Le nombre de degrés et de demi-degré compris depuis le point *a* jusqu'au point *b*, exprimera la valeur de l'angle mesuré. —

Cette opération est, comme on voit, d'une extrême simplicité et elle ne saurait embarrasser aucunement ceux qui auront à la faire.

20. — Il en est autrement lorsqu'il faut mesurer un angle sur le terrain. Les instruments dont on doit faire alors usage exigent une certaine habileté, et le mesurage réclame des précautions minutieuses. Le premier instrument qui se présente pour exécuter cette opération est le *pantomètre*. Il se compose, comme le montre la fig. 24, d'un cylindre creux,

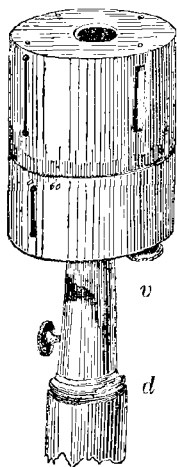


Fig. 24.

généralement en cuivre, coupé dans le milieu de sa hauteur par un plan perpendiculaire à son axe. La partie inférieure est garnie par le bas d'une douille *d*, munie d'une vis de pression, et qui sert à fixer l'instrument sur un bâton ferré.

Elle présente d'un côté une *pinnule*, c'est-à-dire une fente très-étroite perpendiculaire à la base du cylindre, et du côté diamétralement opposé une *fenêtre*, ou fente plus large que la précédente, divisée longitudinalement par un fil mince et tendu. A la pinnule correspond un trait de division marqué sur le bord supérieur du demi-cylindre de dessous; il se nomme *ligne de foi*.

La seconde moitié du cylindre peut tourner à frottement sur celle de dessous, absolument comme le feraient une boîte et son couvercle. Le bord inférieur de cette portion de l'instrument est divisé en 360 parties égales, numérotées de dix en dix depuis zéro jusqu'à 360. Une pinnule est percée au dessus du trait de division marqué zéro, et une fenêtre opposée correspond à la division cotée 180.

Pour mesurer au moyen du pantomètre un angle ABC, marqué sur le terrain par des jalons, on plante au sommet B de l'angle, et dans une position bien verticale, le bâton qui porte l'instrument; puis après avoir fait coïncider le zéro de la graduation avec la *ligne de foi*, l'on tourne tout l'appareil sur sa douille jusqu'à ce que l'on aperçoive par la pinnule inférieure et la fenêtre qui y correspond le jalon A, planté sur l'un des côtés de l'angle. Lorsque l'on a placé l'instrument de façon que ce jalon soit vu exactement derrière le fil tendu au milieu de la fenêtre, on serre la vis de pression de la douille, et l'on fait tourner le demi-cylindre supérieur jusqu'à ce que le fil de sa fenêtre, vu à travers la fente op-

posée, se projette exactement sur le jalon C. On s'assure alors que le premier jalon est toujours couvert par le fil du cylindre inférieur, et s'il en est ainsi, on lit sur la graduation le nombre de degrés compris depuis le zéro jusqu'à l'endroit où la ligne de foi est parvenue. Ce nombre de degrés exprime la valeur de l'angle.

Pour que la partie supérieure de l'instrument tourne lentement et avec régularité sur celle de dessous, on adapte ordinairement au pantomètre une vis de rappel que l'on voit en *v* dans la figure ci-dessus.

Nous ajouterons que le pantomètre est toujours aussi muni d'un *vernier*, c'est-à-dire d'une graduation tracée sur le bord supérieur du cylindre de dessous, à partir de la ligne de foi, et qui sert à évaluer les fractions de degré. Si nous n'expliquons pas en ce moment la manière de se servir du *vernier*, c'est que nous serons obligé d'y revenir tout à l'heure en parlant du graphomètre, et que l'on pourra aisément appliquer au pantomètre ce que nous dirons à propos du vernier de ce dernier instrument.

Lorsque l'on se sert d'un pantomètre, il est nécessaire d'en vérifier au préalable la construction. Le procédé à suivre dans ce but est le même que pour le graphomètre : il sera expliqué en détail dans ce qui va suivre.

21. Le *graphomètre*, qui permet de mesurer les angles avec une exactitude beaucoup plus grande que l'instrument décrit plus haut, est représenté dans la fig. 25.

Il se compose d'un demi-cercle en cuivre nommé *limbe*, dont la circonférence est partagée en 180 parties égales et dont le diamètre correspond à

une règle portant, avec les appendices dont elle est garnie, le nom d'*alidade fixe*. Aux extrémités du

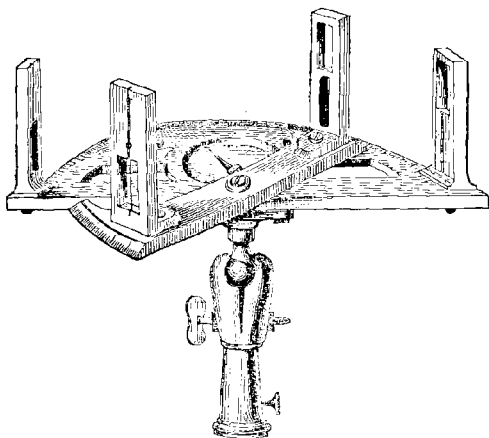


Fig. 23.

deuxième demi-cercle s'élève, perpendiculairement à son plan, deux petites plaques métalliques percées de deux systèmes de pinnule et de fenêtre correspondantes, l'un en haut, l'autre en bas. Ils sont disposés d'ailleurs de manière que le plan vertical passant par les fentes des pinnules et les fils des fenêtres contienne le diamètre marqué 0-180, que l'on nomme *ligne de foi*.

Une *alidade mobile* est assujettie au-dessus de la ligne de foi par le moyen d'une vis placée au centre du limbe; elle est composée, comme l'alidade fixe, d'une règle portant à ses extrémités des retours d'équerre dans lesquels sont percées des pinnules et des fenêtres dont le plan passe par le

centre de l'instrument. Les deux bouts de l'alidade mobile peuvent parcourir toute l'étendue du limbe; ils se terminent par une portion de circonférence graduée, qui constitue ce que l'on nomme *vernier*.

Entre le limbe et l'alidade fixe se trouve ordinairement une boussole dont le diamètre *nord-sud* est parallèle à celui du limbe. La boîte qui la contient est recouverte d'une plaque de verre tenue en place par un ressort.

Une douille s'adapte au centre de l'instrument au moyen d'un genou à coquilles qui permet de donner au plan du limbe différentes positions.

Le tout est supporté par un trépied ayant à sa partie supérieure une cheville qui entre à frottement dans la douille dont nous venons de parler.

22. — On nomme *vernier*, avons-nous dit, les arcs gradués qui terminent, de chaque côté, l'alidade mobile du graphomètre. Ils servent dans la mesure des angles à apprécier les fractions de degré.

Montrons à l'aide d'un exemple comment se traacent les divisions du vernier.

Supposons que l'on porte de a en b (fig. 26) sur

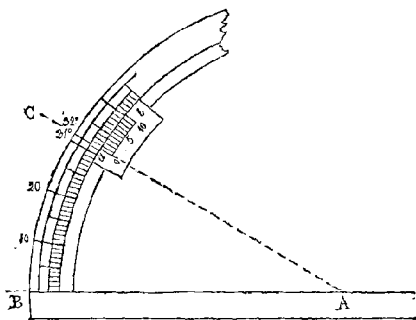


Fig. 26.

l'arc du vernier la longueur correspondant à neuf divisions du limbe, et que l'on divise cette longueur en dix parties égales; puisque les dix parties répondent à neuf parties du limbe, il est clair que chacune d'elles sera le $\frac{9}{10}$ de l'une de ces dernières, ou, en d'autres termes, qu'il y aura entre une division du vernier et une division du limbe, une différence de $\frac{1}{10}$ de degré. — Il en résulte que quand l'un des traits de division du vernier coïncide avec un du limbe, la différence entre le trait suivant du vernier et celui du limbe est de $\frac{1}{10}$ de degré ou six minutes; pour la division suivante cette différence sera $\frac{2}{10}$ de degré; pour la 3^e division elle sera de $\frac{3}{10}$, et ainsi de suite. Si au lieu d'un arc de 9 degrés, on eût porté sur le vernier la longueur correspondant à 11° ou à 19° et qu'on l'eût divisée respectivement en 12 ou en 20 parties égales, on aurait obtenu entre les divisions du vernier et celles du limbe une différence équivalente à $\frac{1}{12}$ ou à $\frac{1}{20}$ de degré. On peut donc pousser aussi loin qu'on le veut l'approximation que donne cet appareil. Les divisions du vernier commencent à partir du diamètre passant par les pinnules de l'alidade mobile; c'est ce diamètre qui est marqué zéro. Nous indiquerons tantôt la manière de se servir du vernier.

25. — Pour mesurer un angle à l'aide du graphomètre, on établit le trépied de façon que le centre de l'instrument se trouve sur la verticale passant par le sommet de l'angle, ce dont on peut au besoin s'assurer à l'aide d'un fil à plomb; puis on rend le limbe horizontal. C'est ce que l'on nomme *mettre l'instrument en station*.

On fait alors tourner le graphomètre dans sa coquille jusqu'à ce que le rayon visuel, passant par l'une des pinnules de l'alidade fixe et le fil de la

fenêtre opposée, soit dirigé suivant un côté de l'angle. Cela étant, on serre le genou à l'aide d'une vis pour que le limbe ne dévie plus de sa position ; ensuite on tourne l'alidade mobile jusqu'à ce que, en visant par une pinnule sur le fil de la fenêtre opposée, le rayon visuel aille rencontrer le jalon placé sur le second côté de l'angle à mesurer. L'arc compris entre la ligne de foi et le zéro du vernier donne la mesure de l'angle. On compte les degrés sur le limbe ; mais il est prudent de s'assurer, avant de faire la lecture, que l'alidade fixe a conservé la direction qu'on lui avait donnée d'abord.

Dans la plupart des cas, le zéro du vernier ne correspond pas exactement avec une division du limbe ; l'angle se compose alors d'un certain nombre de degrés, plus une fraction. On a recours au vernier pour estimer celle-ci, et voici comment l'on procède. Supposons que dans la mesure de l'angle BAC (fig. 26), la ligne de foi de l'alidade mobile ou le zéro de la graduation du vernier, tombe entre le trente et unième et le trente-deuxième degré. On examine quelle est la division du vernier qui coïncide exactement avec l'un des traits du limbe, puis on multiplie le chiffre qui indique le rang de cette division par la quantité dont les divisions du limbe surpassent celles du vernier, et l'on obtient ainsi la fraction que l'on doit ajouter à 31 degrés pour avoir la mesure de l'angle BAC. Ainsi, en admettant que la coïncidence ait lieu pour le trait n° 4 du vernier, et que celui-ci ait été divisé comme dans l'exemple que nous avons choisi au paragraphe 22, la fraction qu'il faudra ajouter à 31 degrés sera égale à 4 fois $\frac{1}{10}$ de degré ou à 24 minutes, et l'angle BAC vaudra 31° 24'.

Si aucun des traits du vernier ne se rapportait

avec ceux du limbe, il faudrait s'arrêter aux divisions qui se rapprochent le plus, compter comme il vient d'être dit et évaluer ensuite approximativement la quantité à ajouter ou à retrancher.

Lorsqu'on fait usage pour la première fois d'un graphomètre, il est nécessaire de connaître le degré de précision qu'on peut en obtenir. Pour cela il faut examiner sur le limbe combien l'arc compris entre les divisions extrêmes du vernier contient de degrés, diviser ce nombre de degrés par un nombre plus grand d'une unité et réduire en minutes le quotient fractionnaire que l'on obtient. Le résultat retranché de 60 minutes ou d'un degré indiquera la différence entre une division du limbe et une du vernier.

Les graphomètres qui doivent servir à viser des signaux placés à de grandes distances portent des lunettes au lieu de pinnules ; leur limbe est formé d'un cercle entier divisé en 360 parties égales.

24. — Le graphomètre, au sortir des mains de l'opticien, peut présenter des vices de construction ; il peut encore se déranger à la suite d'un long usage, ou par accident. Il importe donc de pouvoir en tout temps en contrôler les diverses parties.

On vérifie la graduation du graphomètre en mesurant successivement les trois angles d'un même triangle ; la somme des lectures indiquées par l'instrument doit être égale à 180 degrés ou à deux angles droits.

Un autre moyen consiste à mesurer différents angles dont les côtés partiraient du centre du graphomètre, en opérant toujours dans le même sens jusqu'à ce qu'on soit revenu au point de départ. La somme des lectures partielles doit valoir 360 degrés ou quatre angles droits. Cette opération s'appelle

faire un tour d'horizon. On considère l'instrument comme suffisamment exact pour les opérations ordinaires, quand on ne trouve en le vérifiant qu'une différence de quelques minutes. Il importe aussi de vérifier l'emplacement des pinnules. Pour cela on place l'alidade mobile de manière que les points marqués zéro sur les deux verniers coïncident avec les extrémités de la ligne de foi passant par les points zéro et 180° du limbe, et l'on s'assure que les quatre fils se trouvent dans un même plan. Après avoir retourné l'alidade bout à bout, la même coïncidence doit encore exister.

25. — La *boussole* dont on se sert pour mesurer les angles (fig. 27) se compose d'une aiguille aimantée, mince, ayant la forme d'un losange très-allongé, et portant à son centre une chape en agathe qui sert à la poser sur un petit pivot à pointe très-déliée, où elle se tient en équilibre. Ce pivot est

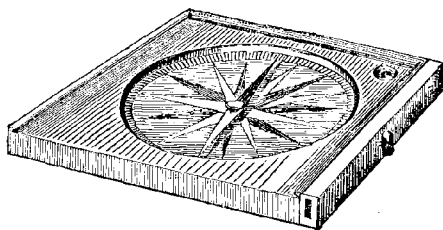


Fig. 27.

placé au centre d'un cercle, fait ordinairement de cuivre argenté, divisé en 360 parties égales, et sur lequel sont indiqués, par leurs initiales, les quatre points cardinaux. Les divisions du limbe sont ordinairement numérotées en allant du nord vers l'est, de sorte que le diamètre correspondant à la direction nord-sud passe par les divisions marquées zéro et 180° .

Le cercle gradué est établi de manière qu'il soit affleuré par les pointes de l'aiguille. Cet appareil est renfermé dans une boîte carrée en bois, dont le couvercle est à glissière. Une plaque de verre met l'aiguille à l'abri des mouvements de l'air quand le couvercle de la boîte est enlevé.

Un genou articulé, portant une douille, est fixé au centre de la face inférieure de la boîte; il permet de placer l'instrument sur un trépied et de le faire mouvoir dans tous les sens.

A l'un des bords parallèles au diamètre nord-sud est adaptée une alidade nommée *visière*, ou bien une lunette qui peut tourner autour d'un axe dans un plan perpendiculaire à celui du limbe. Un petit ressort enlève l'aiguille du pivot et la colle contre la plaque de verre, quand la boussole n'est pas en observation.

26. — L'emploi de la boussole repose sur un fait remarquable que la physique enseigne, à savoir : que dans un même lieu de la terre toutes les aiguilles aimantées, librement suspendues, prennent une direction constante, qui est à peu près celle du méridien terrestre. Nous disons à peu près, car le plan qui passe par les extrémités de l'aiguille et le centre de la terre, ou ce que l'on nomme le *méridien magnétique*, fait avec le méridien astronomique un certain angle qui porte le nom de *déclinaison* et dont la valeur est actuellement, pour la Belgique, de 20° 6' environ.

Une aiguille aimantée suspendue librement par son centre de gravité ne prendrait pas non plus une direction horizontale; aussi, dans la construction des boussoles, est-on obligé de lester l'extrémité de l'aiguille qui tend à s'élever.

Pour mesurer un angle avec cet instrument, il

faut d'abord placer le pied de la boussole de manière que le centre de celle-ci et le sommet de l'angle se trouvent sur une même verticale. On vérifie ensuite si le limbe est horizontal, ce qui a lieu quand les extrémités de l'aiguille ne cessent pas d'affleurer le cercle, alors qu'on place l'un des côtés de la boîte dans deux directions différentes.

Cela étant, on tourne tout l'appareil jusqu'à ce que, en visant par l'alidade ou la lunette, on rencontre le jalon ou tout autre signal qui, avec le centre de l'instrument, détermine un côté de l'angle, et l'on note le nombre de degrés indiqué par l'aiguille; faisant la même opération et la même lecture pour le second côté de l'angle, en veillant à ce que la position du centre de la boussole ne varie pas dans l'intervalle, la différence entre les nombres de degrés observés fournira la mesure de l'angle. De sorte que si la première fois l'aiguille s'arrête à la 28^e division, et si la seconde fois elle marque 74 degrés, on trouvera 46 degrés pour la valeur de l'angle observé.

On commet une légère erreur en procédant ainsi, parce que les rayons visuels que l'on dirige vers les signaux qui marquent les côtés de l'angle ne passent pas par le centre de la boussole, mais seulement par celui de la visière ou de la lunette fixée latéralement. Toutefois, cette erreur est généralement peu importante et elle devient tout à fait insensible lorsque les points vers lesquels on vise sont à une grande distance de l'observateur.

Il faut avoir soin d'écartier de la boussole tous les objets en fer qui occasionneraient une déviation de l'aiguille.

La boussole ne donne pas la valeur des angles avec une grande précision; on ne peut guère ob-

tenir par son secours des fractions inférieures aux quarts de degré.

La vérification de la boussole se fait en plaçant l'instrument successivement aux deux extrémités d'une droite d'une assez grande étendue et en observant, de ces deux points, les angles formés par la droite et la direction de l'aiguille aimantée. Si l'instrument est bon, ces angles doivent être supplémentaires. On nomme cette opération orienter une droite à ses deux extrémités.

Du tracé des angles.

27. — Les mêmes instruments que l'on emploie pour mesurer la valeur des angles peuvent aussi servir, cela se conçoit sans peine, à tracer des angles d'une grandeur déterminée. Un seul exemple suffira pour faire comprendre la manière dont on doit procéder à cette dernière opération.

Supposons qu'il s'agisse de marquer sur le terrain, par le moyen du graphomètre, la direction d'une droite qui, passant par un point pris sur une ligne connue, ferait avec celle-ci un angle de 57 degrés ; on établira l'instrument au point désigné comme devant former le sommet de l'angle, en prenant les précautions que nous avons indiquées au § 25 à propos de la mise en station ; on dirigera ensuite l'alidade fixe sur la ligne donnée ; puis, après avoir fait tourner l'alidade mobile jusqu'à ce que le zéro du vernier corresponde à la trente-septième division du limbe, l'on fera placer, par un aide, un jalon ou tout autre signal de manière qu'il soit vu, par la pinnule de l'alidade mobile, derrière le fil de la fenêtre opposée.

La ligne réunissant ce jalon et le point où l'instru-

ment se trouve placé aura évidemment alors une inclinaison de 37 degrés par rapport à la droite donnée.

28. — Il est rarement nécessaire, dans les opérations d'arpentage, de tracer sur le terrain des angles d'une valeur quelconque, tandis que l'on est fréquemment conduit à mener des lignes faisant avec d'autres des angles de 90 ou de 45 degrés.

Les instruments déjà décrits suffisent pour cet objet ; mais il est plus simple, en pareil cas, de recourir à un instrument dont nous n'avons pas encore parlé et que l'on nomme *équerre d'arpenteur*.

L'équerre d'arpenteur (fig. 28) a quelque analogie avec le pantomètre. Elle se compose généralement d'un prisme droit ayant pour base un octogone régulier. Chaque face de ce prisme est percée en son milieu d'une fente très-étroite perpendiculaire à la base, de sorte que le plan qui passerait par deux fentes diamétralement opposées passerait aussi par l'axe du prisme. Ces fentes portent le nom de *pinnules*.

Les lignes de visée déterminées par les pinnules *a b* et *c d* appartenant à des faces du prisme qui ne se joignent pas, sont perpendiculaires entre elles ; les lignes de visée, telles que *h k* et *a b* ou *h k* et *c d*, passant par les pinnules des faces adjacentes, font entre elles un angle de 45 degrés.

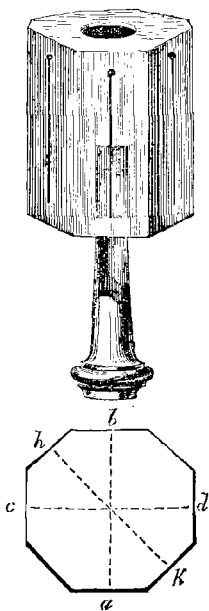


Fig. 28.

Les fentes sont élargies sur la moitié de leur hauteur en forme de petites fenêtres dont l'axe est occupé par un crin ou un fil très-mince. La portion élargie sur une face correspond d'ailleurs à la portion non élargie sur la face opposée.

Le corps de l'équerre se visse à une douille qui sert à poser l'instrument au haut d'un bâton droit, garni par-dessous d'une pointe en fer.

29. — On peut, avec l'équerre, se proposer de résoudre deux problèmes différents que nous allons faire connaître.

S'il s'agit de tracer une perpendiculaire à une droite donnée AB (fig. 29) par un point C pris sur cette ligne, on plantera verticalement en ce dernier

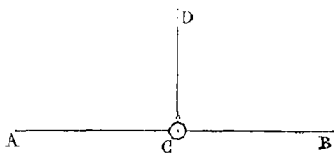


Fig. 29.

point le bâton de l'équerre et on tournera l'instrument jusqu'à ce que, visant par l'une des pinnules sur l'un des jalons A ou B , celui-ci soit couvert par le fil de la fenêtre opposée à cette pinnule. L'observateur placera ensuite son œil à la pinnule de la face non adjacente à celle par laquelle il a regardé en visant vers A ou vers B , et il fera planter un jalon en D de telle sorte qu'il soit couvert exactement par le fil de la fenêtre opposée. Ce jalon D et le point C déterminent la perpendiculaire cherchée.

Il arrive fréquemment aussi qu'on est obligé de

tracer une perpendiculaire à une ligne donnée **AB** par un point **D** situé en dehors de cette ligne.

On opère alors par tâtonnements. On place l'instrument à l'endroit qu'on juge être à peu près le pied de la perpendiculaire cherchée; on vise alors par deux pinnules diamétralement opposées vers les jalons **A** et **B**, afin de voir s'ils sont cachés par les fils des fenêtres correspondantes et de s'assurer de cette manière si le point que l'on a choisi se trouve exactement sur l'alignement **AB**; cela étant, on examine si le point **D** tombe dans le prolongement du rayon visuel déterminé par la pinnule et la fenêtre à angle droit sur les premières. Lorsqu'il n'en est pas ainsi à la première opération, on évalue approximativement de combien l'instrument doit être reporté vers **A** ou vers **B**, et l'on continue de la même manière jusqu'à ce qu'on ait trouvé un point **C** qui satisfasse à la condition voulue. Avec un peu d'habitude on parvient à obtenir ce point très-promptement.

50. — L'équerre d'arpenteur devant donner des angles droits, égaux entre eux, on la vérifie aisément. Il suffit de planter sur le terrain, et à une grande distance, deux jalons **A** et **B** (fig. 50) aux

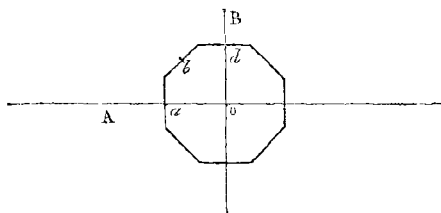


Fig. 50.

extrémités de deux lignes perpendiculaires se coupant au point o , où l'instrument se trouve placé; puis de faire tourner ce dernier sur sa douille de manière à amener le point a en b et le point b en d , et d'examiner ensuite si les deux jalons A et B sont encore exactement dans la direction des pinnules et des fils des fenêtres qui leur correspondent.

Si cette coïncidence a lieu en amenant successivement les diverses faces de l'instrument à la place de celle qui se trouvait en a , l'instrument sera exact.

CHAPITRE III.

Manière de rapporter sur le papier les lignes et les angles mesurés sur le terrain.

Tracé de la ligne droite et des lignes courbes.

51. — Pour le tracé des lignes droites sur le papier, on se sert de règles en bois, en baleine ou en métal, plates ou carrées.

Les règles plates et larges doivent être préférées aux règles carrées, parce qu'elles sont moins sujettes à se déformer par l'effet des variations de température.

Pour tracer une ligne droite, dans une direction arbitraire, il suffit d'appliquer la règle sur le papier et d'en suivre exactement le bord avec la pointe d'un crayon; si la ligne à tracer est déterminée de

position, c'est-à-dire si l'on connaît deux points par où elle doit passer, on appliquera la règle contre ces deux points et on les joindra avec le crayon en suivant l'arête de la règle.

On ne doit point se servir d'une règle avant de l'avoir vérifiée, car elle a pu être mal faite ou se déformer par l'usage. Ordinairement, pour les opérations qui ne demandent point beaucoup de précision, on se contente de placer l'œil dans le prolongement de l'arête que l'on veut employer ; si elle est bien droite, cette arête ne produit sur l'œil que l'effet qu'y produirait un seul point. Mais un semblable moyen ne peut être employé que par des personnes habituées à viser. En voici un autre, tout à fait indépendant de la justesse du coup d'œil. Appliquez la règle sur une feuille de papier et tracez contre l'arête à vérifier un trait de crayon aussi fin que possible ; retournez ensuite la règle bout pour bout (fig. 51), de manière que la face qui

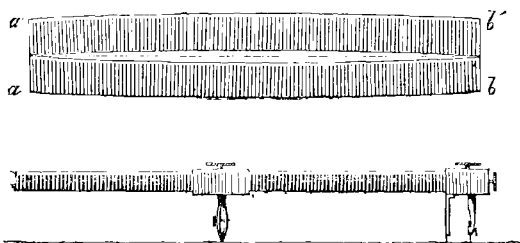


Fig. 51 et 52.

se trouvait appliquée primitivement sur le papier soit en second lieu tournée vers le ciel ; présentez à la ligne déjà tracée l'arête que le crayon a suivie

une première fois et voyez si cette ligne est recouverte exactement, dans toute son étendue, par l'arête en question. Dans ce cas la règle est juste. Il est aisé de voir que si l'arête essayée offrait une courbure, une concavité par exemple, celle-ci se reproduirait en sens inverse dans le retournement, en sorte que les plus minimes défauts de la règle n'échapperont point au moyen de contrôle que nous venons d'indiquer.

52. — La manière de tracer sur le papier une circonférence de cercle est extrêmement simple, lorsque l'on a un compas à sa disposition. Il suffit d'appuyer sur le papier l'une des deux pointes de l'instrument, convenablement ouvert, puis de faire tourner l'autre pointe ou le crayon qui en tient la place autour de la première, de manière qu'elle ne quitte pas le papier et qu'elle y marque sa trace. Cette trace constituera une *circonférence*; le point occupé par la pointe fixe en sera le *centre* et l'ouverture du compas le *rayon*. Lorsque le rayon de la circonférence à tracer est plus considérable que l'ouverture que l'on peut donner au compas ordinaire, on se sert du *compas à tringle* (fig. 32), que l'on emploie de la même manière que l'autre.

On peut aussi construire des circonférences d'un rayon très-grand, au moyen de lignes droites. Alors la courbe est considérée comme un polygone régulier d'un grand nombre de côtés.

S'il s'agissait, par exemple, d'obtenir une circonférence sans le moyen du compas, on formerait d'abord un carré, c'est-à-dire une figure dont les angles seraient droits et les quatre côtés égaux entre eux et au diamètre de la circonférence à construire. On diviserait chaque côté en deux parties égales, puis chaque moitié en un nombre de

parties égales d'autant plus grand que l'on désire obtenir une courbe plus parfaite; ayant numéroté chaque division comme dans la fig. 33, on join-

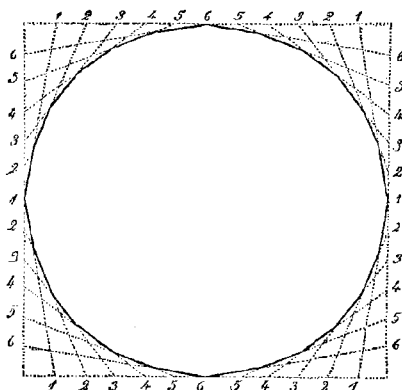


Fig. 33.

drait par des droites les divisions d'un demi-côté avec les mêmes divisions du demi-côté adjacent, et de cette manière on obtiendrait un polygone régulier qui se rapprocherait d'autant plus de la circonférence que le nombre des divisions de chaque côté du carré serait plus considérable.

Nous ajouterons que quand l'on doit tracer sur le papier des courbes irrégulières, on le fait généralement à la main; après avoir déterminé au préalable un certain nombre de points par où elles doivent passer. Les personnes qui n'ont point la main exercée peuvent cependant avoir recours à

un instrument nommé *pistolet* (fig. 54), qui se compose d'une planchette mince et flexible, taillée

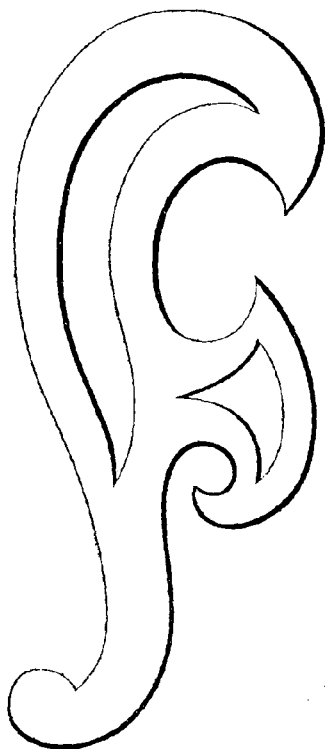


Fig. 54.

de manière à présenter en ses diverses parties des courbes de différentes natures.

Tracé des perpendiculaires.

53. — Le tracé des perpendiculaires sur le papier peut se faire soit par des procédés géométriques, en employant la règle et le compas, soit graphiquement à l'aide de l'équerre.

Nous examinerons successivement ces deux genres d'opérations.

Premier problème. — Par un point A (fig. 35)

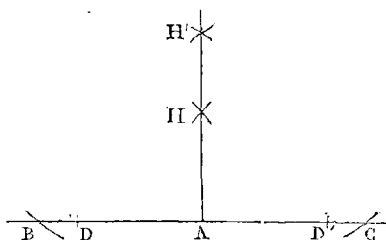


Fig. 35.

donné sur la droite BC, élever une perpendiculaire à celle-ci. — Portez avec le compas, sur la ligne BC, de part et d'autre du point A, deux longueurs égales AD, AD'; puis de chacun des points D et D' comme centres, avec une ouverture de compas plus grande que AD ou AD', tracez deux arcs de cercle qui se coupent en H; joignez par une droite le point H et le point A; la ligne HA sera la perpendiculaire demandée.

Deuxième problème. — Élever une perpendiculaire à l'extrémité d'une droite AB qu'on ne saurait prolonger (fig. 36).

D'un point quelconque C comme centre avec une ouverture de compas égale à CB, décrivez une cir-

conférence; joignez le point E où celle-ci coupe la droite AB avec le point C et prolongez la ligne EC

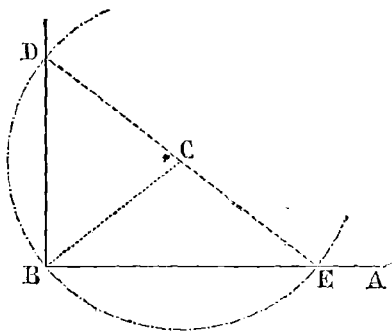


Fig. 56.

jusqu'à sa rencontre avec la circonférence en D, la ligne BD sera la perpendiculaire cherchée.

On pourrait aussi procéder de la manière suivante (fig. 57) :

Tracez du point B comme centre, avec un rayon arbitraire BA une portion de circonférence; faites la même chose au point A en conservant le même rayon; joignez le point A au point d'intersection C des deux arcs et portez sur le prolongement de la ligne AC une longueur CD égale à AC; vous aurez en DB la perpendiculaire à l'extrémité de AB.

Troisième problème. — D'un point H pris hors d'une droite BC, abaisser sur celle-ci une perpendiculaire (fig. 58).

Décrivez de H comme centre et avec une ouverture de compas suffisamment grande une portion de circonférence qui coupera en B et en C la droite

donnée; divisez en deux parties égales la longueur BC , et le milieu A sera le pied de la perpen-

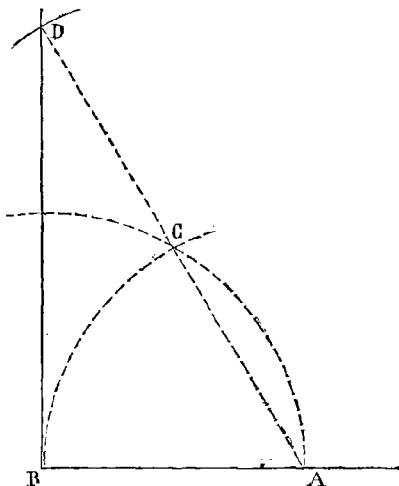


Fig. 57.

diculaire cherchée. Si l'on ne veut point faire la division dont nous venons de parler, on décrira des points d'intersection B et C avec un rayon plus grand que la moitié de BC , deux arcs de cercle qui se couperont en H' et l'on trouvera, en joignant le point H au point H' , la perpendiculaire cherchée.

34. — L'usage de l'équerre est beaucoup plus expéditif, mais souvent aussi beaucoup moins exact.

L'équerre est une planchette mince, flexible, en bois bien sec, taillée de façon que deux de ses arêtes se rencontrent à angle droit (fig. 58). On conçoit que si l'on applique une règle parfaitement

dressée le long de la ligne AB et que l'on fasse glisser sur cette règle l'un des côtés ab de l'angle

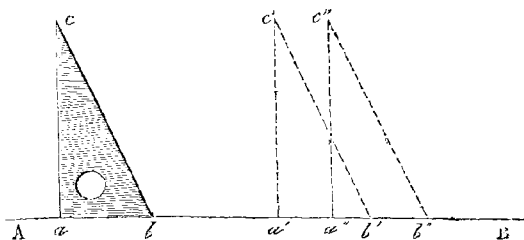


Fig. 38.

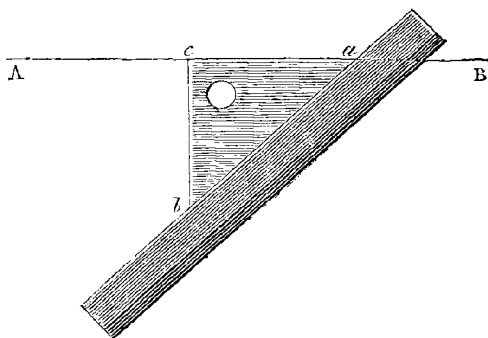


Fig. 39.

droit de l'équerre, le côté ac restera, pendant ce mouvement, perpendiculaire à la ligne AB. Ensuite, par conséquent, ce côté avec la pointe d'un crayon ou d'une plume, on tracera autant de lignes qu'on voudra, ac , $a'c'$, $a''c''$, qui toutes seront perpendiculaires à AB. Il sera, par conséquent, facile, soit d'élever une perpendiculaire en un

point déterminé de cette ligne, soit d'abaisser une perpendiculaire par un point situé en dehors.

Lorsqu'il ne faut point que les perpendiculaires à tracer s'écartent beaucoup les unes des autres, ou bien encore quand on désire qu'elles dépassent de part et d'autre la ligne donnée, on peut appliquer l'*hypothémuse* de l'équerre, c'est-à-dire le côté opposé à l'angle droit, contre une règle ou contre une seconde équerre, et tourner les deux instruments jusqu'à ce que le côté *ac* recouvre exactement la ligne donnée AB (fig. 59). En faisant alors glisser l'équerre le long de la règle, les lignes que l'on tracera le long du côté *bc* seront toutes perpendiculaires sur AB.

Une équerre est exacte lorsque, en appliquant l'un des côtés AC de l'angle droit contre une règle bien dressée RR' et traçant une ligne le long de l'autre côté AB, cette ligne est de nouveau exactement recouverte par la même arête après qu'on a retourné l'équerre de manière que AC soit venu se placer en AD (fig. 40).

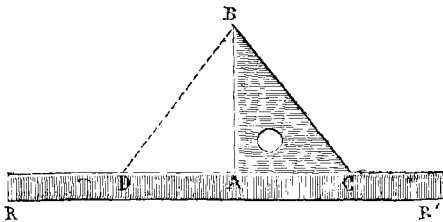


Fig. 40.

Tracé des parallèles.

55. — On nomme *parallèles* des lignes qui ne se rencontrent point, quelque loin qu'on les pro-

longe, ou qui sont partout à égale distance l'une de l'autre.

Les parallèles, comme les perpendiculaires, se tracent à l'aide de constructions géométriques ou, plus simplement, au moyen de l'équerre.

Pour mener des lignes parallèles à une droite d'une grande longueur, il est nécessaire de connaître au préalable, vers les deux bouts de celle-ci, les points par où les parallèles doivent passer. Supposons, par exemple, que par le point a (fig. 41) il faille mener une parallèle à la droite

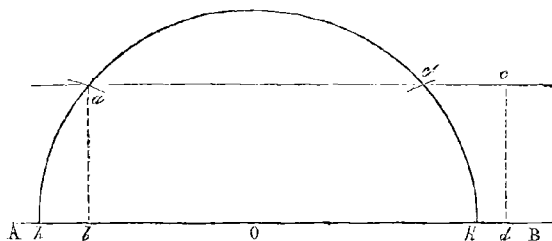


Fig. 41.

AB: on abaissera d'abord du point a une perpendiculaire sur cette ligne; puis par un point d situé à l'autre bout, on élèvera une perpendiculaire sur laquelle on portera une longueur dc égale à ab ; on joindra enfin, par le moyen d'une règle, les points a et c , et la ligne ac sera la parallèle demandée. On agirait de même pour toute autre ligne plus rapprochée ou plus éloignée de la première.

On arriverait au même résultat par le moyen suivant, mais il ne s'applique bien qu'à des lignes

d'une moindre longueur. Du point o pris vers le milieu de AB et avec un rayon égal à oa , on décrit une demi-circonférence, puis du point k avec une ouverture de compas égale à la distance ka , on décrit un arc de cercle qui coupe la circonférence première en c' . — La ligne qui joint le point a au point c' sera parallèle à AB .

Enfin, quand il ne s'agit que de lignes d'une faible longueur, on trouve dans l'emploi de l'équerre un moyen commode et expéditif de tracer des parallèles.

Il est aisé de voir en effet, par l'inspection des fig. 58 et 59, que si l'on veut tracer des parallèles à une ligne quelconque ac , il suffit d'appliquer le long de cette ligne l'un des côtés de l'équerre, de placer une règle le long du second côté ab , et de faire glisser ensuite l'équerre sur la règle comme nous l'avons expliqué précédemment.

De la réduction des longueurs au moyen d'échelles.

56. — Les dimensions prises sur le terrain ne sont pas reproduites sur le papier dans leur grandeur naturelle; elles y sont seulement représentées par des longueurs proportionnelles aux premières. Cette réduction ne peut s'obtenir qu'en faisant usage d'une *échelle*.

L'échelle la plus simple se compose d'une ligne AB (fig. 42) sur laquelle on porte des longueurs AC, CD, \dots , égales entre elles et représentant chacune une unité de longueur, telle qu'un mètre, un décamètre, un kilomètre. L'une de ces parties est subdivisée ensuite en autant de portions égales que l'unité dont on s'est servi sur les lieux avait elle-même de subdivisions. On conçoit que si pour

représenter en grandeur différentes longueurs qui ont été mesurées, on porte sur une ou plusieurs lignes un nombre de parties ou de fractions de partie de l'échelle égal au nombre d'unités ou de fractions d'unité trouvé lors du mesurage, les lignes du dessin conserveront un rapport constant

Fig. 42.

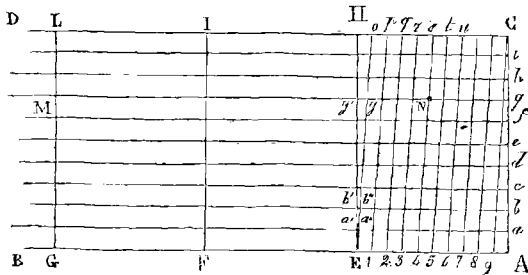
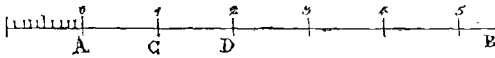


Fig. 43.

avec les lignes naturelles, et les premières seront évidemment, relativement à l'échelle, dans le même rapport que les secondes relativement à l'unité réelle qui a servi à les évaluer.

On exprime ordinairement en chiffres le rapport de l'échelle à l'unité employée pour la mesure des lignes; ainsi, si l'on a pris sur l'échelle un millimètre pour représenter la longueur du mètre, on dit que les distances rapportées sont au millième ou à l'échelle de 1 à 1000.

57. — Il existe une sorte d'échelle qui permet de saisir avec précision de très-petites parties, et que l'on nomme *échelle décimale*; voici comment elle se construit (fig. 45) : Sur une droite indéfinie AB, on porte un certain nombre de parties égales AE, EF, FG, représentant chacune 10 mètres, par exemple : la première de ces longueurs à droite est subdivisée en dix portions égales, de sorte que chaque subdivision représente un mètre. A l'extrémité A, on élève une perpendiculaire AC, sur laquelle on porte successivement dix longueurs entièrement arbitraires, mais égales entre elles; par les points *a, b, c, d, e, f, g, h, i, C*, ainsi obtenus, on trace des parallèles à la ligne AB, et par les points E, F, G, ..., des perpendiculaires EH, FI, GL, Il ne reste plus pour achever l'échelle qu'à diviser CH comme AE et à unir le point *o* avec le point E, le point *p* avec le point 1, le point *q* avec le point 2, et ainsi de suite. On démontrerait aisément que par suite des constructions que nous venons de faire, la distance *a' a''*, est égale au dixième de Ho et représente conséquemment un décimètre; que *b' b''* vaut deux dixièmes de Ho ou deux décimètres, et ainsi de suite en montant.

L'usage de cette échelle est facile à comprendre. Admettons qu'il soit nécessaire d'y prendre la longueur équivalente à 24 mètres 70 centimètres : on y parviendra en plaçant une pointe de compas sur la division n° 4, entre A et E, en la faisant glisser le long de la ligne *As* jusqu'en N, à la rencontre de la parallèle à AB, passant par le septième point de division de la ligne EH ou AC, et en écartant ensuite les branches jusqu'à ce que l'autre pointe vienne se placer en M.

Il est évident que M g'' représente 20 mètres.
 que $g'' g'$ équivaut à 70 centimèt.
 et $g' N$ à 4 mètres.

La longueur totale représente donc, sur l'échelle, $24^m, 70$.

58. — Il existe dans le commerce des échelles en ivoire ou en cuivre, dont les deux faces sont représentées par les fig. 44 et 45. L'extrémité n° 1 de la première face présente une longueur d'un centimètre partagée en millimètres; des lignes parallèles aux longs côtés et des transversales donnent, comme ci-dessus, des divisions dix fois plus petites que les premières ou des dixièmes de millimètre. Ce côté sert pour rapporter les plans à $\frac{1}{10}, \frac{1}{100}, \frac{1}{1000}, \frac{1}{10000}$, etc., ou bien à l'échelle de 1 mètre pour 10, 100, 1000, 10000 mètres, ce qui est la même chose.

Au côté marqué n° 2, une longueur de deux centimètres est divisée en dix parties égales, valant chacune deux millimètres; des transversales disposées comme nous l'avons dit plus haut donnent encore des divisions dix fois plus petites. Cette échelle sert à construire les dessins à $\frac{2}{10}, \frac{2}{100}, \frac{2}{1000}$, etc., c'est-à-dire à raison de 1 mètre pour 5, 50, 500 mètres.

Sur l'autre face et dans le coin marqué n° 3, l'espace divisé par les transversales est de quatre centimètres; en sorte que ce côté peut servir pour les circonstances où une longueur de un mètre sur l'échelle doit représenter $2^m, 50$, 25^m , 250^m , 2500^m , etc., en grandeur naturelle.

Enfin, le coin n° 4, dans lequel la longueur subdivisée est double de la précédente, sert dans tous les cas où la proportion entre les lignes rapportées et les lignes mesurées doit être comme 1 est à 1^m , 25 , $12^m, 50$, 125^m , 1250^m , etc.

39. — On se sert quelquefois d'une échelle

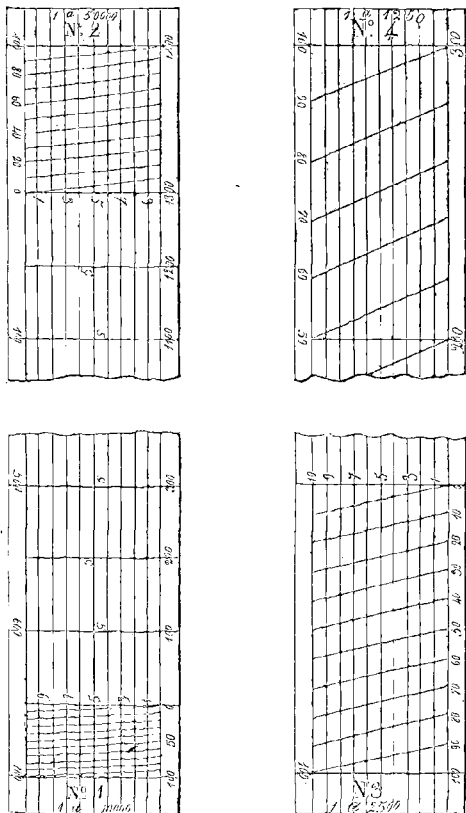


Fig. 44 et 45.

construite en corne très-transparente, et composée

d'un rectangle dont les deux côtés AC , BD , sont divisés en parties égales, ayant avec le mètre un rapport déterminé, 1 à 1250 par exemple (fig. 46). La ligne EF , qui passe par le milieu de ces deux côtés, est divisée de la même manière.

L'usage de cette échelle est facile à saisir. Supposons qu'à partir d'un point fixe M , nous ayons à porter sur une ligne donnée une longueur de 80 mètres, et qu'à l'extrémité de cette distance, il soit nécessaire d'élever une perpendiculaire de 50 mètres de longueur; nous placerons l'échelle de manière que la ligne EF , se confondant avec la droite donnée, le point G coïncide avec le point fixe M ; en comptant alors jusqu'à la 30^e division sur le côté CA à partir du point E , le point H sera l'extrémité et le point E , le pied de la perpendiculaire cherchée. Si à 100 mètres du point donné M , on a besoin d'une seconde perpendiculaire de 40 mètres de longueur, se dirigeant dans un sens opposé à la première, on avancera l'échelle de manière que la division de la ligne EF , correspondant au nombre 100, se trouve sur le point M ; l'endroit où sera arrivé alors le point E sera le pied de la perpendiculaire cherchée, et celui où sera parvenu le point C en sera l'autre extrémité.

Cette échelle est fort commode pour rapporter les plans. Son degré de perfection dépend, comme dans toutes les autres, de l'exactitude avec laquelle elle a été divisée.

Moyens de rapporter sur le papier les angles mesurés sur le terrain.

40. — Il y a deux moyens principaux pour

rapporter sur le papier les angles dont on a obtenu

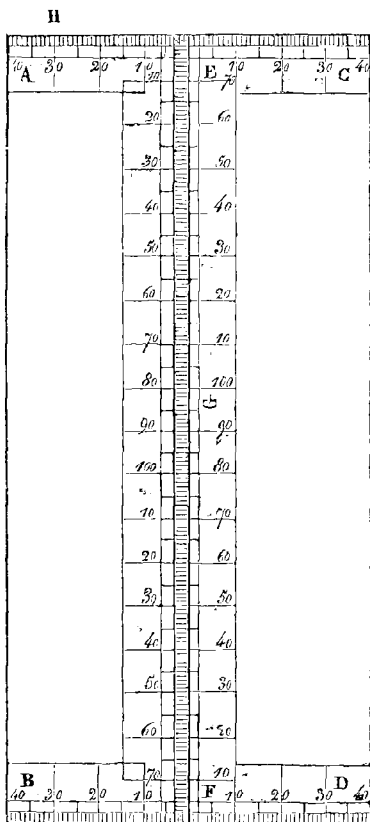


Fig. 46.

la valeur par un mesurage exécuté sur le terrain.

Le premier consiste dans l'emploi de l'instrument que nous avons décrit précédemment (§ 19) sous le nom de rapporteur. Pour tracer avec le secours de celui-ci un angle comprenant un nombre de degrés déterminé, à partir d'une droite donnée AB , on applique le centre du rapporteur au sommet O de l'angle à construire et l'on fait coïncider la ligne de foi — passant par les points de division 0 et 180 — avec la droite destinée à former l'un des côtés de l'angle. Après quoi il reste à indiquer sur le papier le point où aboutit la division du rapporteur qui correspond au nombre de degrés donné, et à joindre ce point au sommet O .

41. — Un moyen plus exact que celui que nous venons d'indiquer consiste à faire usage de la table ci-après, extraite du *Guide pratique de l'arpenteur*, par A. Lefebvre. Elle donne le moyen de construire tous les angles, de cinq en cinq minutes, depuis six jusqu'à quatre-vingt-dix degrés.

Table des cordes de 5 en 5 minutes depuis 6 degrés jusqu'à 90 71
pour un rayon de 1000 parties.

'	6°	7°	8°	9°	10°	11°	12°
0	105	122	159	157	174	192	209
5	106	125	141	158	176	193	210
10	108	125	143	160	177	195	212
15	109	126	144	161	179	196	213
20	110	128	145	163	180	197	215
25	112	129	147	164	181	199	216
50	115	151	148	166	183	200	218
55	115	152	150	167	184	202	219
40	116	154	151	168	186	203	221
45	118	155	153	170	187	205	222
50	119	157	154	171	189	206	223
55	121	158	155	175	190	208	225
60	122	159	157	174	192	209	226
'	13°	14°	15°	16°	17°	18°	19°
0	226	244	261	278	296	313	330
5	228	245	262	279	297	314	331
10	229	247	264	281	298	316	333
15	251	248	265	283	300	317	334
20	252	249	267	284	301	319	336
25	254	251	268	285	303	320	337
50	255	252	270	287	304	321	339
55	256	254	271	288	306	323	340
40	258	255	273	290	307	324	342
45	259	257	274	291	308	326	343
50	241	258	275	293	310	327	344
55	242	260	277	294	311	329	346
60	244	261	278	296	313	330	347
'	20°	21°	22°	23°	24°	25°	26°
0	347	364	382	399	416	433	450
5	349	366	383	400	417	434	451
10	350	367	384	402	419	436	453
15	352	369	386	403	420	437	454
20	353	370	387	404	421	439	456
25	354	372	389	406	423	440	457
50	356	375	390	407	424	441	458
55	357	374	392	409	426	443	460
40	359	376	393	410	427	444	461
45	360	377	394	412	429	446	463
50	362	379	396	413	430	447	464
55	363	380	397	414	431	448	465
60	364	382	399	416	433	450	467

'	27°	28°	29°	30°	31°	32°	33°
0	467	484	501	518	534	551	568
5	468	485	502	519	536	553	569
10	469	487	504	520	537	554	571
15	470	488	505	522	539	555	572
20	472	489	506	523	540	557	574
25	474	491	508	525	541	558	575
50	473	492	509	526	545	560	576
55	477	494	511	527	544	561	578
40	478	495	512	529	546	562	579
45	480	496	515	530	547	564	581
50	481	498	515	532	548	565	582
55	482	499	516	533	550	567	583
60	484	501	518	534	551	568	585
'	34°	35°	36°	37°	38°	39°	40°
0	583	601	618	635	651	668	684
5	586	605	619	636	652	669	685
10	587	604	621	637	654	670	687
15	589	605	622	639	655	672	688
20	590	607	624	640	657	673	689
25	592	608	625	641	658	674	691
50	595	610	626	643	659	676	692
55	594	611	628	644	661	677	694
40	596	612	629	646	662	679	695
45	597	614	630	647	665	680	696
50	599	615	632	648	665	681	698
55	600	617	633	650	666	683	699
60	601	618	635	651	668	684	700
'	41°	42°	43°	44°	45°	46°	47°
0	700	717	735	749	765	781	797
5	702	718	734	751	767	785	799
10	703	719	736	752	768	784	800
15	704	721	737	755	769	785	801
20	706	722	738	755	771	787	803
25	707	723	740	756	772	788	804
50	708	725	741	757	775	789	805
55	710	726	742	759	775	791	807
40	711	728	744	760	776	792	808
45	712	729	745	761	777	793	809
50	714	730	747	763	779	795	811
55	715	732	748	764	780	796	812
60	717	735	749	765	781	797	815

°	48°	49°	50°	51°	52°	53°	54°
0	813	829	843	861	877	892	908
5	815	851	846	862	878	894	909
10	816	852	848	864	879	895	911
15	817	853	849	865	881	896	912
20	819	855	851	866	882	898	913
25	820	856	852	868	883	899	914
30	821	857	853	869	885	900	916
35	823	859	854	870	886	901	917
40	824	840	856	872	887	903	918
45	825	841	857	875	889	904	920
50	827	845	858	874	890	905	921
55	828	844	860	875	891	907	922
60	829	843	861	877	892	908	923
°	55°	56°	57°	58°	59°	60°	61°
0	923	939	954	970	985	1000	1015
5	925	940	956	971	986	1001	1016
10	926	942	957	972	987	1005	1018
15	927	943	958	973	989	1004	1019
20	929	944	959	975	990	1005	1020
25	930	945	961	976	991	1006	1021
30	931	947	962	977	992	1007	1023
35	932	948	963	978	994	1009	1024
40	934	949	964	980	995	1010	1025
45	935	950	966	981	996	1011	1026
50	936	952	967	982	997	1013	1028
55	938	953	968	984	999	1014	1029
60	939	954	970	985	1000	1015	1050
°	62°	63°	64°	65°	66°	67°	68°
0	1050	1045	1060	1075	1089	1104	1118
5	1051	1046	1061	1076	1090	1105	1120
10	1053	1047	1062	1077	1091	1106	1121
15	1054	1049	1063	1078	1092	1107	1122
20	1055	1050	1065	1080	1094	1109	1123
25	1056	1051	1066	1081	1095	1110	1124
30	1058	1052	1067	1082	1097	1111	1126
35	1059	1054	1069	1083	1098	1112	1127
40	1040	1055	1070	1084	1099	1113	1128
45	1041	1056	1071	1086	1100	1115	1129
50	1042	1057	1072	1087	1101	1116	1150
55	1044	1059	1073	1088	1103	1117	1152
60	1045	1060	1075	1089	1104	1118	1153

'	69°	70°	71°	72°	73°	74°	75°
0	1155	1147	1161	1176	1190	1204	1217
5	1154	1148	1165	1177	1191	1205	1219
10	1153	1149	1164	1178	1192	1206	1220
15	1156	1151	1163	1179	1193	1207	1221
20	1158	1152	1166	1180	1194	1208	1222
25	1159	1155	1167	1181	1196	1209	1223
30	1140	1154	1168	1185	1197	1211	1224
35	1141	1155	1170	1184	1198	1212	1226
40	1142	1157	1171	1185	1199	1213	1227
45	1144	1158	1172	1186	1200	1214	1228
50	1145	1159	1175	1187	1201	1215	1229
55	1145	1160	1174	1189	1202	1216	1250
60	1147	1161	1176	1190	1204	1217	1251
'	76°	77°	78°	79°	80°	81°	82°
0	1251	1245	1259	1273	1286	1299	1312
5	1252	1246	1260	1275	1287	1500	1313
10	1254	1247	1261	1274	1288	1501	1514
15	1255	1248	1262	1275	1289	1502	1515
20	1256	1250	1263	1277	1290	1503	1516
25	1257	1251	1264	1278	1291	1504	1518
30	1258	1252	1265	1279	1292	1505	1519
35	1259	1253	1266	1280	1295	1507	1520
40	1240	1254	1268	1281	1294	1508	1521
45	1242	1255	1269	1282	1296	1509	1522
50	1243	1256	1270	1285	1297	1510	1525
55	1244	1257	1271	1284	1298	1511	1524
60	1245	1259	1272	1286	1299	1512	1525
'	83°	84°	85°	86°	87°	88°	89°
0	1525	1538	1551	1564	1577	1589	1402
5	1526	1559	1552	1565	1578	1590	1405
10	1527	1540	1555	1566	1579	1591	1404
15	1528	1541	1554	1567	1580	1592	1405
20	1550	1543	1553	1568	1581	1593	1406
25	1551	1544	1556	1569	1582	1594	1407
30	1552	1545	1558	1570	1583	1596	1408
35	1553	1546	1559	1571	1584	1597	1409
40	1554	1547	1560	1572	1585	1598	1410
45	1555	1548	1561	1573	1586	1599	1411
50	1556	1549	1562	1575	1587	1400	1442
55	1557	1550	1563	1576	1588	1401	1445
60	1558	1551	1564	1577	1589	1402	1444

FIN DE LA TABLE.

Nous pensons qu'il est superflu d'expliquer ici comment cette table a été construite; pour le faire clairement, nous serions obligé d'entrer dans des considérations que comprendrait difficilement la majeure partie des lecteurs à qui ce livre est principalement destiné.

Nous nous bornerons donc à faire connaître la manière de s'en servir. Un exemple suffira à cet effet.

Supposons qu'il s'agisse de construire au point O de la ligne AB (fig. 47) un angle de 49 degrés

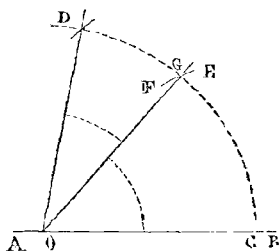


Fig. 47.

33 minutes. Avec une ouverture de compas égale à 1,000 parties d'une échelle quelconque, on décrira du point O comme centre une portion de circonférence CD. On cherchera ensuite dans la table, parmi les chiffres qui se trouvent inscrits au-dessous de 49°, le nombre qui est en face du chiffre 33, de la première colonne; ce nombre est 859. Cela fait, du point C comme centre, et avec un rayon égal à 859 parties de l'échelle adoptée d'abord, on tracera l'arc EF, qui coupera la circonférence CD en G; on joindra le point

d'intersection **G** avec le point **O** et l'on aura en **GOB** l'angle demandé.

Supposons encore, pour second exemple, qu'il faille mener par le point **O** une droite faisant avec **OG** un angle de 12 degrés 23 minutes. On cherchera dans la table la colonne qui répond au nombre de degrés que contient cet angle; puis on descendra dans cette colonne jusqu'à ce que l'on arrive en regard du chiffre 23' et l'on y trouvera le nombre 216. On prendra donc une ouverture de compas égale à 216 parties de la même échelle que plus haut, et du point **G** comme centre on décrira un arc de cercle qui coupera en **D** la circonférence **CD**. L'angle **GOD** vaudra alors 12 degrés 23 minutes.

Par le moyen de cette table on ne peut construire les angles que de 5 en 5 minutes; cette précision est plus que suffisante pour les besoins ordinaires de la pratique. Cependant, si l'on voulait obtenir les nombres correspondant aux angles intermédiaires, on pourrait y parvenir approximativement en faisant usage d'une proportion. Admettons, par exemple, qu'on demande le nombre qui répond à un angle de 54 degrés 48 minutes; on verra dans la table que la différence entre les nombres correspondant à 54° 45' et à 54° 50' est de 2, et l'on dira : Si pour 5 minutes la différence est 2, combien sera-t-elle pour 3 minutes, différence entre 54° 45' et 54° 48'? Cette proportion s'exprime ainsi, 5 : 2 = 3 : x , et elle donne pour la valeur du terme inconnu 1,2. C'est cette quantité qu'il faut ajouter à 597 pour avoir le nombre correspondant à un angle de 54 degrés 48 minutes d'ouverture.



DEUXIÈME SECTION.

LEVÉ DES PLANS.

42. — Si de tous les points remarquables et de tous les objets situés dans une localité, on abaisse sur un plan horizontal une série de perpendiculaires, les pieds de celles-ci, ou les *projections* des points par où elles passent, déterminent par leur ensemble la *projection horizontale* ou le *plan* de la localité.

Les opérations qu'il faut exécuter sur le terrain pour être à même de tracer sur le papier une figure exactement semblable à celle qui forme la projection d'une localité quelconque, constituent le *levé des plans*.

Ces opérations varient avec les instruments dont on veut faire usage; ce qui donne lieu à différentes méthodes de levé. Nous allons successivement passer en revue les principales.

Quelle que soit d'ailleurs la méthode que l'on suive, il faut préalablement parcourir le terrain que l'on veut représenter, afin d'en connaître parfaitement la forme; marquer, par des jalons, les points qui doivent figurer plus tard sur le plan, et dessiner à vue un croquis des diverses parties du terrain que l'opération embrasse.

CHAPITRE IV.

Méthode de levé à la chaîne et au pas.

45. — Les levés à la chaîne s'exécutent en décomposant en triangles l'espace dont on veut dresser le plan, et en mesurant ensuite tous les côtés de ces figures élémentaires. On construit aisément sur le papier, à l'aide d'une échelle, des triangles ayant des côtés proportionnels à ceux qui ont été mesurés sur le terrain, et l'on obtient de la sorte le plan demandé.

Soit, par exemple, à dresser par cette méthode le plan de la portion de terrain comprise dans le contour rectiligne A B C D E (fig. 48). On com-

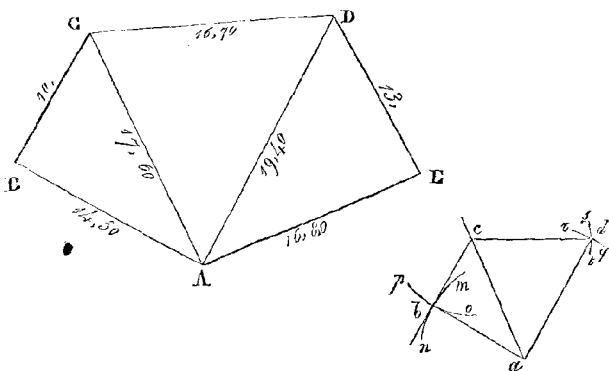


Fig 48.

mencera par en jalonner les différents côtés et par en faire, à vue, un croquis sur le papier; ensuite on mesurera à l'aide de la chaîne (*voyez* § 12) les côtés AB , BC , CD , DE , EA , et les diagonales AC et AD , que l'on jalonnera également afin de pouvoir en suivre exactement la direction; on inscrira enfin sur le croquis les longueurs trouvées, à côté des lignes auxquelles elles se rapportent, ainsi que cela a été fait sur la figure.

Il sera possible alors de rapporter le plan sur le papier, du moment où l'on saura construire un triangle dont les trois côtés sont connus.

44. — Or, rien n'est plus facile que de résoudre ce problème. Veut-on par exemple tracer une figure semblable au triangle ABC , dont les trois côtés ont respectivement une longueur de 17^m60 , 14^m50 et 10 mètres, on procédera de la manière suivante: Sur une ligne indéfinie on portera une longueur ac proportionnelle à la longueur du côté AC du triangle, ce qui s'obtient, comme nous l'avons expliqué au § 36, à l'aide d'une échelle réglée sur les dimensions que l'on veut donner au dessin. Cela fait, on prendra, sur la même échelle, une ouverture de compas proportionnelle à la longueur du second côté AB , c'est-à-dire 14^m50 , et l'on décrira du point a comme centre un arc de cercle mn ; enfin, du point c comme centre avec une ouverture de compas proportionnelle à la longueur du troisième côté CB , on décrira un second arc de cercle op , qui coupera le premier en b .

Joignant alors par des droites les points a et b , c et b , on aura dans la figure abc la reproduction fidèle du triangle ABC tracé sur le terrain.

On pourra continuer à faire des constructions

analogues pour les autres triangles qui composent la figure *ABCDE*.

Pour reproduire, par exemple, le triangle *ADC*, on prendra sur l'échelle, avec un compas, la longueur qui correspond à 19^m40 , et on tracera du point *a* comme centre un arc de cercle *qr*; puis la longueur qui représente *DC* ou 16^m70 avec laquelle on tracera du point *c* l'arc de cercle *st*, coupant le premier en *d*. On joindra les points *c* et *d*, *a* et *d*, et l'on obtiendra ainsi un second triangle *adc*.—En continuant de la sorte, on construira la figure entière dont on a voulu dresser le plan, quel que soit le nombre de triangles dont elle se compose.

45. — On peut aussi décomposer en triangles le polygone à lever, en partant d'un point intérieur *O* (fig. 49), et en mesurant les lignes *OA*,

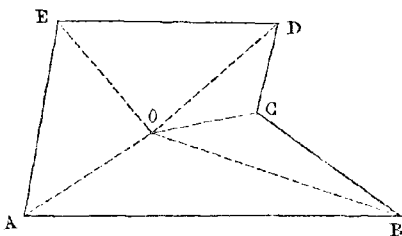


Fig. 49.

OB, *OC*, *OD*, *OE*, ainsi que les côtés *AB*, *BC*, *CD*, etc. Le reste s'exécute comme dans le cas précédent.

Le levé des plans à l'aide de la chaîne exige, comme on voit, de longs mesurages; aussi n'est-il guère usité que pour lever les plans de bâtiments.

Quand on l'emploie sur le terrain, il faut toujours avoir soin de mesurer horizontalement, comme nous l'avons expliqué au § 13.

46. — Le *levé au pas* ne diffère du levé à la chaîne qu'en ce que les longueurs se mesurent au pas. Il faut pour pratiquer cette méthode avec une exactitude suffisante s'exercer à faire des pas d'un mètre, ou bien déterminer exactement la longueur de son pas, en marchant le long d'une droite d'une grandeur connue et en divisant la longueur de cette ligne par le nombre de pas qu'il a fallu faire pour la parcourir.

Quoi qu'il en soit, les levés au pas ne sont jamais d'une grande exactitude, surtout lorsque le terrain présente des pentes ou des accidents notables, car on fait involontairement de plus grands pas lorsque l'on marche sur une pente sensible, et le contraire a lieu lorsqu'on parcourt une rampe.

CHAPITRE V.

Levé à l'équerre d'arpenteur.

47. — L'équerre d'arpenteur est l'instrument le plus généralement employé pour lever les plans d'une petite étendue, et même pour obtenir les détails dans les opérations où l'on se sert d'un autre instrument pour le levé des parties principales.

Pour dresser, à l'aide de l'équerre, le plan d'un terrain, il faut y tracer, au moyen de jalons, une

ligne de base que l'on prend la plus grande possible; abaisser sur cette base, avec le secours de l'équerre, des perpendiculaires de tous les points que l'on veut faire figurer au plan; mesurer les longueurs de ces perpendiculaires, ainsi que les distances comprises entre leurs pieds et celles qui séparent la première et la dernière perpendiculaire des extrémités de la base; inscrire enfin toutes ces cotes sur un croquis préparé à l'avance.

On rapportera le plan sur le papier, en y traçant une ligne indéfinie sur laquelle on marquera à l'aide d'une échelle des longueurs correspondantes à celles mesurées sur la base, et en élevant par les points ainsi déterminés des perpendiculaires auxquelles on donnera des longueurs proportionnelles à celles qu'on aura trouvées sur le terrain.

Soit le polygone A, B, C, D, E, F, G, H, I, K, L, M, N (fig. 50), dont on veut dresser le plan.

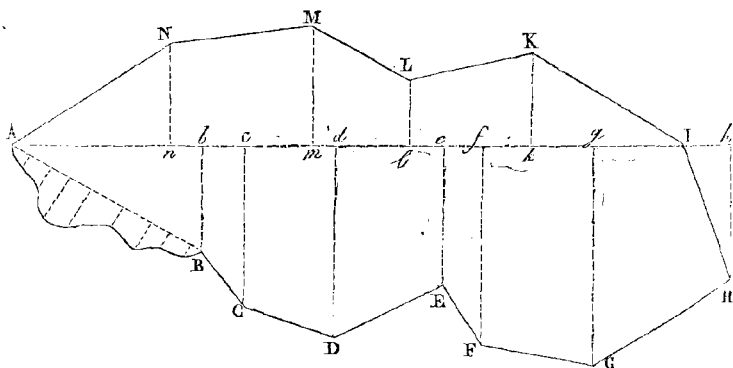


Fig. 50.

Après avoir placé des jalons aux points A, B, C, D, etc., on déterminera par quelques jalons

intermédiaires la direction de la ligne de base, que nous supposons passer, dans ce cas, par les sommets A et I. On cherchera ensuite, par le secours de l'équerre, les points b, c, d, \dots, g, h , où aboutissent les pieds des perpendiculaires abaissées des points B, C, D, ... G, H, sur la base; on mesurera, avec la chaîne, les longueurs $An, nN, nb, Bb, bc, Cc, cm, mM, md, dD$, etc., dont on inscrira les valeurs sur le croquis préparé à l'avance. Nous supposerons, pour ne pas embrouiller la figure, que l'on ait trouvé :

$An = 21.40.$	$\dots = \dots$
$nN = 14.15.$	$\dots = \dots$
$nb = 4.25.$	$gG = 32.65$
$bB = 15.60.$	$gI = 12.75.$
$bc = 6.20.$	$hH = 7.15.$
$cC = 22.10.$	$hH = 19.30.$

Pour rapporter ce plan sur le papier, on adopte une marche analogue à celle qu'on a suivie sur le terrain. Ainsi on trace d'abord une ligne droite Ah sur laquelle on porte les distances $An, nb, bc, cm, \dots, gI, Ih$, mesurées sur l'échelle que l'on a adoptée et que nous supposerons être d'un millièmè ou d'un millimètre par mètre.

Aux points n, b, c, \dots, g, h , on élève des perpendiculaires sur la base et on leur donne respectivement des longueurs proportionnelles à celles qui ont été trouvées sur les lieux. On joint ensuite les extrémités de toutes ces perpendiculaires et l'on obtient une figure semblable à celle qui se trouvait figurée sur le terrain; autrement dit, le plan du polygone A, B, C, D, E, F, G, H, I, ... N.

48. — Lorsque sur le terrain dont on lève le plan, il se rencontre des lignes sinucuses, formées soit par des haies, des chemins, une rivière, un

ruisseau, etc., on parvient à en déterminer la forme avec une approximation suffisante, en abaissant d'autant de points qu'on le juge convenable des perpendiculaires sur un alignement droit marqué à l'avance et considéré comme base. On choisit ces points de manière qu'entre deux perpendiculaires consécutives la courbe puisse sans erreur sensible être regardée comme une ligne droite (fig. 50). On mesure comme précédemment les longueurs de ces diverses perpendiculaires, ainsi que les distances qui séparent leurs pieds.

49. — En général, quand le plan que l'on veut lever a une grande étendue, il n'est plus possible d'abaisser de tous les points à figurer des perpendiculaires sur une seule et même base. Il faut alors faire usage d'un nombre plus ou moins considérable d'alignements liés entre eux, c'est-à-dire tracés de manière que la position de l'un soit parfaitement connue par rapport aux autres. C'est sur ces diverses lignes de construction qu'on abaisse alors des perpendiculaires, en rapportant à chacune d'elles la série des points qui s'en rapprochent le plus.

50. — Nous proposerons comme exercice de lever le plan de la petite propriété représentée dans la fig. 51, planche I.

Cet exemple aura l'avantage de familiariser les commençants avec quelques petits moyens pratiques qu'emploient les géomètres pour obtenir promptement différentes parties de leurs plans.

Occupons-nous d'abord de la partie AHMBRT, qui est entourée de haies. Nous commencerons par jalonner une ligne droite AB qui sera l'une des lignes principales de construction du projet. On pourra abaisser du point *a* sur cette ligne la perpendiculaire *aa'* qu'on mesurera et dont on inscrira

la longueur sur le croquis ; on chaînera ensuite la distance $a'A$ afin d'arrêter le point A ; on mesurera $A b'$, puis au point b' on élèvera une perpendiculaire passant par l'angle b du mur et on la prolongera jusqu'à b'' . Après cela on abaissera la perpendiculaire cc' que l'on mesurera ainsi que $b'b$, bc' , $c'b''$. On chaînera ensuite le long de la ligne droite ab'' dont les deux extrémités sont maintenant déterminées de position, et l'on élèvera sur cette ligne autant de perpendiculaires qu'il sera nécessaire pour obtenir les sinuosités de la haie ; on prolongera encore cette ligne jusqu'à la rencontre du bâtiment en d et l'on cotera les distances db'' et dd' . Le point e se déterminera, soit en abaissant de ce point une perpendiculaire sur bb' ou sur AB , soit en cherchant à quelle distance du point b' le parement du mur ef prolongé couperait la perpendiculaire $b'b''$.

Continuant à mesurer suivant la ligne AB jusqu'au point C, on aura déterminé la position de ce dernier point. On cote ensuite Cf' et la perpendiculaire ff' , ainsi que $f'h$ et la perpendiculaire hH . En mesurant cette dernière ligne, on a soin de coter séparément hg' , prolongement de gg'' , $g'i'$, $i'k'$, $k'l$, lm' , $m'H$, et l'on mesure $g'g''$, $i'i$, $k'k$, $m'm$, perpendiculaires à hH . En prolongeant la ligne ii' jusqu'en i'' contre l'une des façades de la cour, et en élevant vers l'extrémité i'' une perpendiculaire $i''s$ à la ligne ii'' , on déterminera ainsi la direction du côté ro .

En mesurant ensuite op , pu , uv , vq , qk et kr prolongement de qk , et en outre la diagonale oq , on aura les dimensions nécessaires pour figurer l'intérieur de la cour, puisqu'elle sera partagée en deux triangles dont on connaîtra la valeur des côtés ainsi que la position de l'un d'eux, or . Le levé

du petit bâtiment **D** se fera en abaissant des angles x et y des perpendiculaires sur la ligne **AB** et en continuant de chaîner comme précédemment. Celle qui passe par le point x pourra être prolongée suffisamment pour que l'on puisse lui élever à son tour une autre perpendiculaire passant par l'angle z .

Les côtés de ce bâtiment formant entre eux des angles droits, il suffit de noter leurs longueurs.

Quant à l'étang **E**, le contour du côté de la ligne **AB** se déterminera au moyen de perpendiculaires en suivant la marche indiquée précédemment. Pour le contour opposé, il suffira de prolonger les deux perpendiculaires extrêmes jusqu'en **F** et en **G** et d'en lever les sinuosités en prenant **FG** pour base.

Si l'étang ne permettait pas de continuer à chaîner sur la ligne **AB**, on élèverait les deux perpendiculaires d'égale longueur **FI**, **K'K**, et l'on mesurerait **IK**.

Du point **M** abaissons une nouvelle perpendiculaire sur **AB** et prolongeons-la jusqu'en **O**. On continuera à mesurer sur **AB** jusqu'au point **L**; on chaînera ensuite **LM** en prenant, en passant, un nombre suffisant de perpendiculaires à cette dernière ligne pour accuser exactement le contour de la haie de **B** en **M**.

On jalonnera la ligne droite **MH**, qui servira de base pour déterminer, de la même manière, les sinuosités de la haie **MH**. On cheminera ensuite le long de **LO** pour prendre les coudes de la haie **BQR**, comme l'indique la figure, en ayant soin de relever le point **Q** intersection des deux haies et de fixer le point **P** où la ligne **MO** rencontre la haie **SQ**.

Au point **O**, on élèvera sur la droite **MO** une

perpendiculaire OT aussi rapprochée que possible de la haie RT , mais qui cependant ne la coupe en aucun point; et c'est en prenant cette nouvelle ligne comme base qu'on lèvera cette haie. On déterminera encore le point U intersection des deux haies.

Fixant alors sur la ligne OT un signal T aussi rapproché que possible de l'angle de la haie, on jalonne la ligne $a'T$, et c'est en parcourant cette ligne que l'on abaissera une série de perpendiculaires destinées à relever les sinuosités de la haie TA . En passant on déterminera le point S . Si l'on trace une ligne droite passant par ce dernier point et par le point X pris sur la haie, ou qui en serait très-rapproché, que l'on prolonge cette ligne jusqu'à la rencontre de BQR et que l'on cote exactement la distance Y à L , l'on pourra se servir de SY pour lever les angles de la haie $SVPQ$. Le point V étant déterminé ainsi que le point U , on prendra la forme sinueuse de la haie UZV au moyen de petites perpendiculaires sur UV .

Passons au levé des parcelles qui sont en dehors de l'enceinte. En opérant sur la ligne Ta' , il est facile de déterminer les points 1, 2, 3, où aboutissent trois divisions de ces parcelles. Prolongeons la ligne AB jusqu'en 6 et plantons un signal 4, pied de la perpendiculaire passant par le point 5. Continuons la ligne OT jusqu'à la rencontre 7 de la division 2 — 16 et marquons le point 7 par un signal.

Mesurons ensuite $a'4$, 4,5, 5,8, 6,4, 4,9, le point 9 étant le prolongement de 1,10; mesurons encore 9,10, 9,11, 11,7, 7,12, 11,13 13,14, 8,13, 7,13, 13,16, et 12,17, ce qui terminera le lever.

Les lignes $a'B$, MO , $O7$, $T a'$ etc. (qui souvent sont mesurées deux fois, la première sans s'arrêter et la seconde en levant les différents angles comme il a été dit), doivent être tracées aussi près que possible des sinuosités à relever, afin d'éviter de trop longues perpendiculaires à chaîner. Ces perpendiculaires, quand elles sont longues, exigent aussi beaucoup de temps pour être tracées à l'équerre, tandis que si elles sont courtes, un grand nombre peuvent se tracer à vue.

Chaque fois que les opérations permettront de revenir à un point déjà levé, il ne faut jamais négliger ce moyen de vérification.

Un même plan peut s'obtenir de plusieurs manières différentes : c'est à celui qui opère à tracer ses lignes de construction le plus convenablement possible. Il est rare que deux géomètres à qui on donne le même terrain à lever s'y prennent de la même manière.

Pour faire le rapport des opérations que nous venons d'analyser, on opère sur le papier d'une manière analogue à celle que l'on a employée sur le terrain, en substituant le compas et l'échelle à la chaîne, la règle, et l'équerre à l'équerre d'arpenteur.

CHAPITRE VI.

Levé au graphomètre, au pantomètre et à la boussole.*Levé au graphomètre.*

51. — Lorsque les arpenteurs font usage du graphomètre, ce qui n'a lieu en général que lorsqu'il faut embrasser une assez grande étendue de terrain, ils ne se servent de cet instrument que pour déterminer la position des points les plus marquants du territoire qu'ils ont à relever. Les lignes droites qui unissent ces points deux à deux servent ensuite de bases pour lever les détails à l'aide de l'équerre d'arpenteur et de la chaîne, comme nous venons de l'expliquer au chapitre précédent. A cet effet, on emploie, selon les circonstances, divers procédés que souvent même l'on combine entre eux.

Nous allons examiner les principaux, en commençant par celui qui est le plus généralement suivi. Disons auparavant que toutes les mesures prises sont consignées sur un croquis à vue du terrain à lever et que ce croquis porte le nom de *canevas*.

52. — *Première méthode.* — Le premier procédé qui se présente consiste à exécuter une *triangulation*, c'est-à-dire, à déterminer l'emplacement de tous les points principaux du *canevas* au moyen d'une série de triangles.

Pour cela on mesure avec beaucoup de soin une

base AB que l'on prend la plus longue possible et que l'on choisit de telle sorte que de ses deux extrémités on puisse voir la majeure partie des objets à figurer ou des signaux préalablement placés aux divers points du canevas (fig. 52).

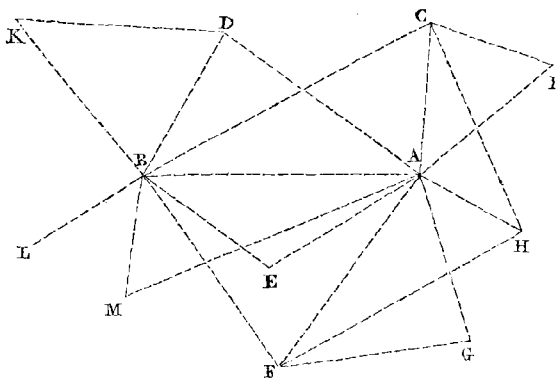


Fig. 52.

Mettant alors le graphomètre en station à l'une des extrémités A , on prend successivement l'ouverture des angles formés par la base AB avec chacun des rayons visuels dirigés sur les points D, C, I, H, G, F, E, M . Tous ces angles sont indiqués sur le croquis, ou mieux, inscrits sur un carnet où l'on écrit en outre la nature de l'objet auquel aboutit le rayon visuel.

Se transportant ensuite à l'autre extrémité B , on y accomplit une opération semblable, c'est-à-dire, qu'on prend l'ouverture des angles que fait la base AB avec les rayons visuels $BC, BD, BK, BL, BM, BE, BF$. Si quelques-uns des points, par

exemple G, H, I, ne pouvaient être aperçus de la station B, on se transporterait en F, d'où nous supposons que l'on puisse voir G et H, et l'on prendrait les angles que forment avec AF les rayons FG et FH, ainsi que FB, ce dernier élément pouvant servir de vérification.

En se plaçant ensuite en C d'où l'on aperçoit le point I, on mesurera l'angle ACI, et en outre l'angle ACH comme vérification. Les points K et L non relevés encore se déterminent d'une façon analogue.

Il est clair qu'avec les éléments que fournissent les opérations que nous venons de décrire, on peut aisément rapporter sur le papier la position relative de tous les points qui composent le canevas.

Pour cela, il n'y a qu'à tracer une ligne droite *ab* contenant autant de parties de l'échelle adoptée que la base AB contenait d'unités linéaires, puis à faire aux points *a* et *b*, en se servant du rapporteur, des angles égaux à ceux que l'on a mesurés sur le terrain avec le graphomètre. Les côtés de ces angles suffisamment prolongés détermineront deux à deux par leurs intersections des points qui seront placés les uns à l'égard des autres comme le sont les signaux ou les objets A, B, C, D, E, F, M.

La position du point F étant connue, on opérera sur FA pour les points G et H; de même la ligne CA servira de base aux constructions à faire pour trouver le point I, et ainsi de suite.

Cette méthode de triangulation est la plus expéditive de toutes, lorsque, dans les études de drainage, on veut relever la position des points qui dessinent sur le terrain les lignes horizontales ou de niveau, servant à fixer la direction des drains de dessèchement.

Dans les plans importants, les distances entre les différents objets sont en outre calculées au moyen de procédés fournis par la trigonométrie rectiligne.

Lorsqu'il s'agit de faire la carte d'un pays, on détermine encore par le calcul la distance de chaque objet à une méridienne, ordinairement celle de la capitale du pays, et à une droite qui lui est perpendiculaire.

L'exposition des méthodes employées pour cet objet sort du cadre de cet ouvrage.

53. — *Deuxième méthode.* — Dans les travaux ordinaires, même lorsqu'il s'agit de lever des plans représentant une étendue de deux à trois cents hectares, on substitue à la triangulation une méthode, dite de *cheminement*, qui consiste à tracer

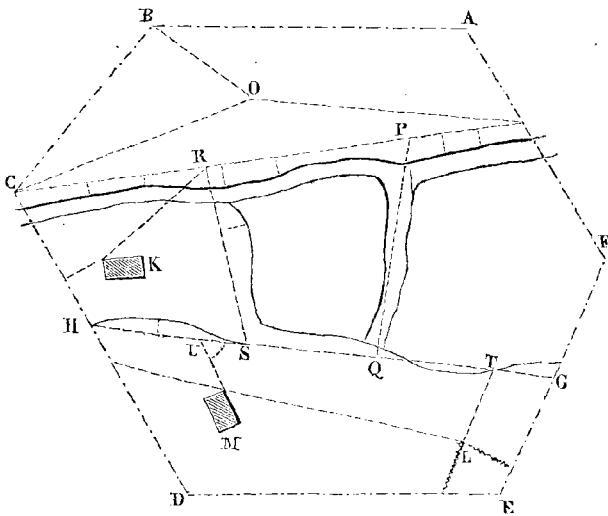


Fig. 53.

sur le terrain un assemblage de lignes droites AB, BC, CD, DE, EF, FA, IC, GH, etc. (fig. 35), que l'on rapproche le plus possible des détails à figurer.

Ces lignes sont mesurées deux fois : la première, sans faire attention aux objets d'alentour et en plantant de distance en distance des piquets de repère ; la seconde, en relevant à mesure toutes les divisions qui y aboutissent. On détermine ensuite avec le graphomètre les angles que forment entre-elles les lignes dont il s'agit, prises deux à deux, et au besoin on y rattache encore d'autres lignes, telles que PQ, RS, etc. Les objets les plus rapprochés sont ensuite rapportés à ces lignes, soit par des perpendiculaires, comme la maison K rattachée à la ligne CD ; soit en prolongeant la direction d'une haie ou d'un mur, comme en L et M, et en mesurant les angles en T, en U, ainsi que les distances TL et UM ; soit en cherchant la valeur des angles formés par les lignes principales avec des rayons visuels passant par ces objets, comme cela a été fait en I, en B et en C pour déterminer le point O. L'intersection de deux rayons visuels suffirait à la rigueur pour fixer la position de ce point ; mais on en conduit ordinairement trois pour être plus certain de l'exactitude du résultat. On achève le levé des détails en prenant pour bases, tantôt les lignes principales, tantôt les lignes de second ordre comme PQ, RS, et tantôt enfin celles qui réunissent les objets apparents déjà déterminés.

Nous croyons superflu, après ce que nous avons dit à propos de la première méthode, d'expliquer en détail la manière dont on doit s'y prendre, dans la seconde, pour rapporter sur le papier les diverses parties du plan. La règle et l'équerre, l'échelle, le compas et le rapporteur, suffiront, comme précé-

demment, pour cet objet, et nous laisserons à la sagacité du lecteur le soin d'analyser la fig. 53 et de déterminer les divers éléments que lui seraient nécessaires pour en construire une autre exactement semblable.

54. — *Troisième méthode.* — Quelquefois on place en dehors ou en dedans du terrain à lever, et à proximité de chaque angle, des signaux tels que A, B, C, D, E, F, G (fig. 54), formant un poly-

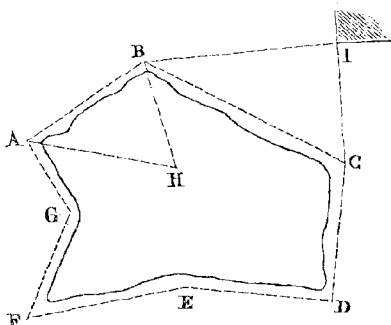


Fig. 54.

gone que l'on relève en chainant les côtés et en mesurant les angles qu'ils forment entre eux. Plaçant le graphomètre à l'un quelconque des sommets, en A par exemple, on observe la grandeur de l'angle GAB et l'on mesure les côtés GA, AB; on transporte ensuite le graphomètre au point B et on mesure ABC; on chaîne BC et on prend l'angle BCD, et ainsi de suite jusqu'au point A. On fait ensuite comme vérification la somme de tous les angles observés, laquelle doit être égale à au-

tant de fois deux angles droits qu'il y a de côtés moins deux dans le polygone levé.

S'il se trouve à droite ou à gauche des lignes du canevas des points tels que H et I qu'il serait utile de déterminer, on y parvient en prenant l'ouverture des angles BAH, ABH pour le premier, IBC, BCI pour le second.

Lorsqu'il s'agit de faire le plan d'une route (fig. 55), ou de lever les terrains qu'elle traverse,

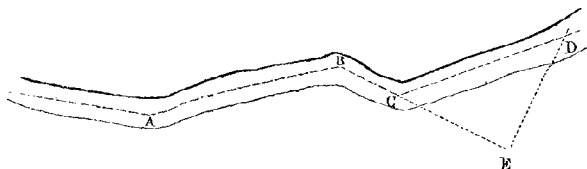


Fig. 55.

l'axe ABCD de la route étant déterminé de position, on place des signaux aux angles A, B, C, D; on mesure les angles ABC, BCD, etc., et les longueurs AB, BC, CD, etc.; on rapporte ensuite tous les détails à ces lignes considérées comme bases.

Nous ferons remarquer encore que dans certains cas on peut se dispenser de mesurer les angles tels que BCD, en prolongeant le côté BC jusqu'en E, élevant une perpendiculaire ED qui rencontre l'alignement CD, et mesurant les longueurs CE, ED.

Des opérations analogues exécutées sur le papier servent à rapporter le levé.

55. — *Quatrième méthode.* — Dans d'autres circonstances, il suffit de faire avec le graphomètre une seule station, soit à l'un des angles A du polygone,

soit en un point O , situé à l'intérieur de celui-ci (fig. 56).

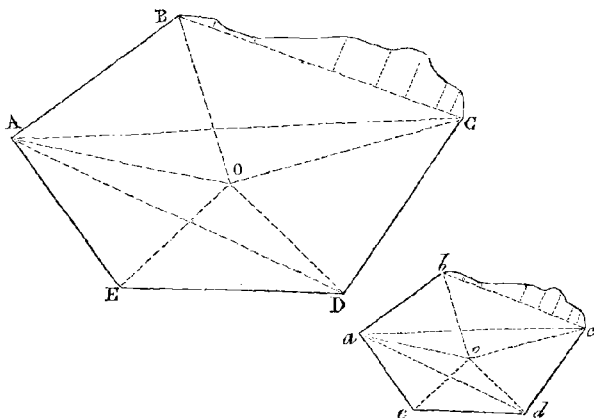


Fig. 56 et 57.

On prendra alors les valeurs des angles formés par les rayons visuels aboutissant à tous les points principaux, c'est-à-dire les angles BAC , CAD , DAE , si l'instrument est placé en A , ou les angles AOB , BOC , COD , DOE , EOA , si l'on a choisi le point O pour station. On mesure ensuite les distances des différents points du canevas au centre de l'instrument, c'est-à-dire les lignes AB , AC , AD , AE dans le premier cas, OA , OB , OC , OD , OE dans le second. C'est la méthode de levé *par rayonnement*. Les détails se relèvent de la manière déjà indiquée. Le rapport du plan se fait encore par un procédé analogue à celui employé sur le terrain, en substituant le rapporteur au graphomètre.

Ainsi, dans l'hypothèse où la station choisie pour

le levé par rayonnement serait le point O , on tracera sur le papier une ligne indéfinie oa destinée à représenter la ligne OA de la fig. 56. On y portera, à partir d'un point quelconque o , une longueur oa équivalant, sur l'échelle que l'on aura choisie, au nombre de mètres et de décimètres obtenus par le chainage de OA . Au point o on fera, à l'aide du rapporteur, un angle égal à l'angle AOB mesuré sur le terrain, et l'on marquera sur le côté de cet angle une distance ob proportionnelle à la valeur réelle de la ligne OB , opération qui fournira le sommet B . On tracera ensuite sur le papier la position de la ligne qui ferait avec ob un angle égal à BOC , dont la valeur est connue, et l'on obtiendra, sur cette ligne, la position du point c , en y portant la distance oc proportionnelle à la longueur OC obtenue sur le terrain. En continuant de la sorte, on arrivera successivement à fixer les positions relatives de tous les sommets du polygone. Il ne restera plus qu'à les réunir deux à deux et à rapporter les détails, s'il y en a, par des perpendiculaires, ainsi que nous l'avons expliqué lorsqu'il s'est agi du levé au moyen de l'équerre d'arpenteur.

Levé au pantomètre.

56. — Le pantomètre ayant avec le graphomètre à pinnules une grande analogie, les méthodes développées dans les paragraphes précédents sont également applicables lorsqu'on fait usage de cet instrument. Mais comme il n'est pas susceptible de la même exactitude que le graphomètre, il n'est employé que pour les opérations peu importantes et qui ne doivent point être faites d'une manière rigoureuse.

Levé à la boussole.

57. — Nous avons dit, au second chapitre, que pour obtenir avec la boussole la grandeur d'un angle, il fallait viser par l'alidade sur l'un des côtés de l'angle; lire sur le limbe le nombre de degrés compris entre le zéro de la graduation et l'extrémité de l'aiguille; faire la même opération relativement au second côté, et chercher enfin la différence entre les nombres de degrés trouvés successivement.

Il est clair que, quand on sait exécuter cette opération, on peut faire usage pour lever les plans à l'aide de la boussole des quatre méthodes décrites à propos du graphomètre. Il n'y a de différence que dans la manière de prendre la valeur numérique des angles.

58. — Nous ferons cependant remarquer que quand on opère avec la boussole pour relever un contour polygonal ABCDEF (fig. 58), on ne fait

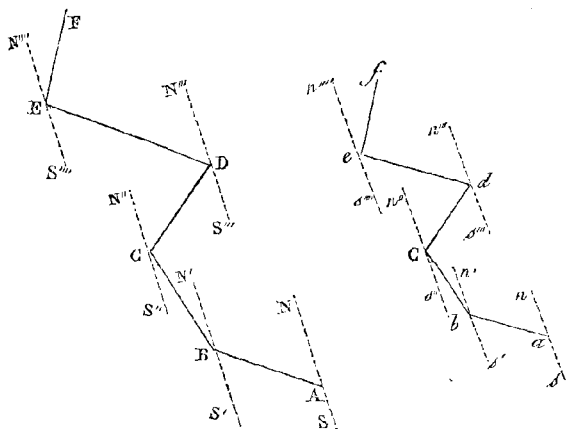


Fig. 58 et 59.

généralement à chaque sommet qu'une seule observation. Ainsi, dans le cas dont il s'agit, on met la boussole en station au point A, on vise vers le signal B, on note sur le canevas le nombre de degrés compris dans l'angle NAB formé par la ligne AB et la direction de l'aiguille aimantée, et l'on mesure la distance AB. Plaçant alors la boussole au point B, on cherche l'angle N'BC compris entre la ligne BC, et l'aiguille de l'instrument, et l'on mesure la ligne BC; au point C, on note l'angle N''CD, et on chaîne la droite CD, et ainsi de suite.

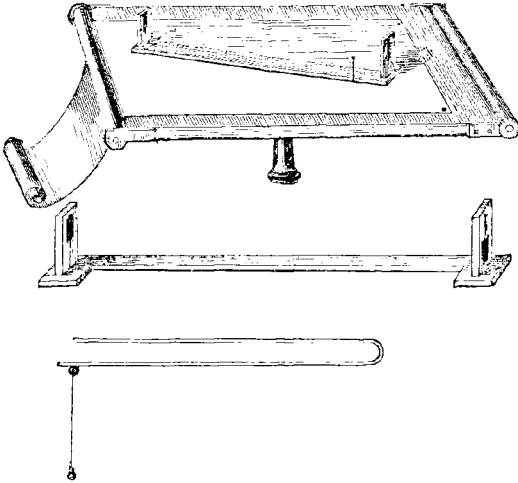
§9. — Le rapport du plan ne présente d'ailleurs aucune difficulté, lorsqu'on a opéré comme nous l'avons expliqué en dernier lieu. On trace sur le papier une ligne *sn* (fig. 59), qui représente la direction de l'aiguille, on fait sur cette ligne avec le rapporteur un angle égal à celui qui a été observé en A, et l'on porte sur *ab* une longueur proportionnelle à AB. Au point *b* on mène une parallèle *n's'* à *ns* et l'on trace la ligne *bc* faisant avec *n's'* un angle égal à l'angle observé en B. On continue de la même manière pour tous les points du canevas.

CHAPITRE VII.

Levé à la planchette.

60. — L'instrument nommé *planchette* (fig. 60) est formé d'une tablette carrée, en bois, de 0^m60 à 0^m80 de côté; les pièces qui la composent sont

assemblées à rainures et languettes et maintenues par un cadre en bois dur qui les empêche de se



• Fig. 60, 61 et 62.

voiler. Ordinairement deux côtés opposés de la tablette sont garnis de cylindres que l'on peut rendre immobiles au moyen de petites roues à rochets. Une feuille de papier recouvre la planchette. Cette feuille s'enroule sur les cylindres qui servent à la maintenir parfaitement tendue; d'autresfois la feuille de papier, qui n'a alors que les dimensions de la planchette, est collée le long des bords de celle-ci.

L'instrument est aussi muni, vers le dessous, d'un genou et d'une douille s'adaptant sur un trépied, comme pour la boussole et le graphomètre. Une règle en cuivre ou alidade portant à ses extrémités des pinnules semblables à celles du grapho-

mètre (fig. 61), ou munie d'une lunette qui peut se mouvoir dans un plan vertical, sert à viser et à tracer sur le papier la direction des rayons visuels. On est obligé encore d'avoir à sa disposition une espèce de fourchette (fig. 62) dont la branche supérieure est terminée par une pointe au-dessous de laquelle un fil à plomb est attaché à la branche inférieure. Cet appendice sert, dans les opérations que l'on fait au moyen de la planchette, à placer celle-ci de manière qu'un point déterminé, marqué sur le papier, se trouve exactement sur la même verticale que le point du terrain qu'il doit représenter. Il suffit pour cela, après avoir engagé la tablette dans la fourchette dont nous venons de parler, d'amener la pointe de celle-ci au-dessus du point que l'on considère et d'examiner si le fil à plomb tombe alors sur le point du terrain correspondant à celui-là.

Disons enfin que la tablette de l'instrument doit avoir, pendant les opérations, une position horizontale et qu'on l'y amène, soit au moyen du niveau à bulle d'air dont nous parlerons plus tard, soit à l'aide d'une petite bille en ivoire qui doit demeurer en repos en quelque point qu'on la place.

61. — Pour lever à la planchette un angle BAC , il faut se donner sur la feuille de papier qui la recouvre le point a qui répond au sommet de l'angle; mettre ensuite l'instrument en station en A , c'est-à-dire le placer en ce point et amener la tablette dans une position horizontale telle que le point a du papier se trouve directement au-dessus du point A sur la même ligne verticale. On plante ensuite en a une aiguille que l'on enfonce dans le bois et contre laquelle on appuie le bord de la règle de l'alidade qui correspond au plan des pinnules de

celle-ci ; on vise au moyen de cette alidade vers le point B, et quand celui-ci est exactement recouvert par le fil de la fenêtre, on trace contre le bord de la règle une ligne ab qui, passant par le point a , se dirige sur l'un des côtés de l'angle BAC. On fait une opération analogue pour le point C, vers lequel on vise ensuite et l'on obtient en définitive sur le papier un angle bac dont l'ouverture est précisément la même que celle de l'angle BAC marqué sur le terrain.

62. — Pour vérifier la visière, qui forme un accessoire indispensable de la planchette, on enfonce dans celle-ci deux aiguilles contre lesquelles on applique le bord de la règle de l'alidade ; puis, visant par les pinnules dans deux directions opposées, on fait planter dans leur plan deux jalons à une grande distance ; après quoi, on retourne l'alidade bout pour bout en l'appuyant de nouveau sur les aiguilles, et l'on examine si, dans cette seconde position de l'instrument, les rayons visuels déterminés par les pinnules et les fils des fenêtres vont encore aboutir exactement aux deux jalons de repère.

63. — C'est par des procédés analogues à ceux que nous avons exposés au chapitre VI que l'on exécute les levés à la planchette. Seulement, ici, au lieu d'obtenir la valeur numérique des angles, on arrive à les construire directement sur la feuille de papier qui recouvre l'instrument, et lorsqu'on est conduit à mesurer les longueurs de certaines lignes sur le terrain, on doit immédiatement porter, à l'aide d'une échelle et du compas, des distances proportionnelles sur les lignes correspondantes du dessin. On voit que de cette manière le rapport du plan se fait en même temps que le levé. Nous allons donner à cet égard quelques développements.

64. — Soit à lever le plan du polygone ACD EBF G (fig. 65). On commence par mesurer une

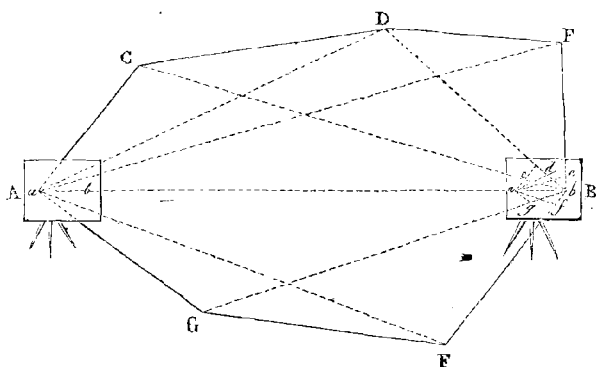


Fig. 65.

base AB; après quoi l'on met la planchette en station à l'une de ses extrémités, en prenant toutes les précautions que nous avons indiquées au n° 61. Cela fait, on vise vers les différents sommets C, D, E, B, F, G, en ayant soin de faire appuyer constamment l'alidade contre une aiguille enfoncée au point *a*, situé verticalement au-dessus de A, et l'on trace à la suite de chaque visée une ligne le long du bord de l'alidade correspondant aux pinnules.

Lorsque cette première opération est achevée, on porte sur *ab* autant de parties de l'échelle adoptée que la base AB contient d'unités linéaires, et l'on transporte la planchette en B. On l'arrange de façon que la planchette étant horizontale, le point *b* du papier se trouve sur la verticale du point B, et on la fait tourner jusqu'à ce que, l'alidade étant placée le long de la ligne *ab*, le rayon visuel passant par les

pinnules rencontre le signal qui a remplacé l'instrument au point A. C'est ce qu'on nomme *décliner* la planchette.

Celle-ci étant fixée dans cette position, on vise sur les points C, D, E, F, G, en ayant soin que l'alidade, contre le bord de laquelle on trace chaque fois une ligne, passe toujours par le point *b*. Les points d'intersection *c, d, e, f, g*, des lignes tracées en dernier lieu avec les premières menées de la station A, représenteront sur le plan les points C, D, E, F, G du terrain et le polygone *a, c, d, e, b, f, g* sera semblable à la figure A, C, D, E, B, F, G.

63. — Si l'on voulait en se servant de la planchette faire le plan de la figure A B C D E (fig. 64)

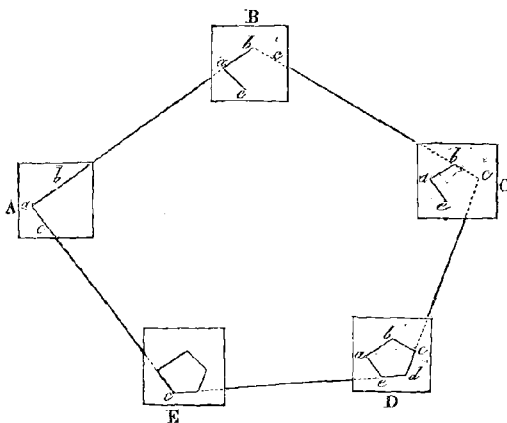


Fig. 64.

par la méthode de cheminement, on mettrait l'instrument en station à l'un quelconque A des sommets ; on marquerait sur la feuille de papier le point *a* qui correspond verticalement au point A, et faisant

passer l'alidade par ce point *a*, on dirigerait des rayons visuels sur *A* et sur *E* ; on mesurerait ensuite *AB* et *AE*, et l'on porterait sur le papier les distances *ab* et *ae*, proportionnelles aux longueurs trouvées.

On placerait alors l'instrument en station en *B* de manière que *B* et *b* fussent sur une même verticale et que l'alidade étant placée le long de la ligne *ab*, le rayon visuel dirigé à travers les pinnules passât par le signal placé en *A* ; cela étant, on viserait sur *c*. On tracerait la ligne *bc*, et l'on porterait sur celle-ci une longueur proportionnelle à *BC* que l'on mesurerait. On opérerait de même et successivement en *C*, en *D* et en *E*, et l'on obtiendrait en définitive la reproduction fidèle de la figure *ABCDE*.

66. — Enfin, on peut aussi établir la planchette en un point d'où l'on puisse apercevoir tous les objets à figurer, diriger des rayons visuels vers chacun de ces objets, et porter sur les lignes représentant la direction de ces rayons des longueurs proportionnelles aux distances horizontales qui séparent les différents objets du point où l'instrument a été établi.

Nous ferons observer, en terminant, que l'impossibilité d'opérer avec la planchette pendant les temps humides, les altérations qu'éprouve le papier, et la nécessité de porter constamment avec soi des instruments graphiques, ont fait généralement abandonner l'usage de cet instrument.

CHAPITRE VIII.

Orientation des plans.

67. — On dit qu'un plan est *orienté* lorsqu'on y a indiqué la position des quatre points cardinaux, ou seulement deux de ces points, le nord et le sud.

Pour orienter un plan, on se sert ordinairement de la boussole, au moyen de laquelle on prend l'angle formé par une ligne quelconque du terrain, reproduite sur le plan, avec la direction de l'aiguille aimantée.

Cet angle sert alors à marquer sur le dessin la trace du *méridien magnétique* dans lequel se place spontanément l'aiguille aimantée. Pour passer de celui-ci au *méridien terrestre*, il faut tenir compte de la *déclinaison* de l'aiguille, dont nous avons dit un mot au § 26, lorsqu'il a été question de la boussole.

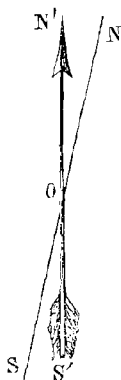


Fig. 65

Cette déclinaison varie avec le temps, dans un même endroit; elle diminue actuellement d'environ 14 minutes par année, et l'on peut admettre, d'après les observations faites par M. Quetelet à l'Observatoire royal de Bruxelles, que la pointe nord de l'aiguille aimantée déclinait vers l'ouest de 20 degrés 6 minutes au mois d'avril 1853. Si donc la ligne N'S' (fig. 65) repré-

sente le méridien magnétique, la ligne NOS faisant avec la première un angle de $20^{\circ}6'$ sera la trace du méridien terrestre ou la direction passant par les points cardinaux nord et sud.

Lorsqu'on n'a pas de boussole à sa disposition, on se contente d'observer l'angle formé à *midi vrai* par l'ombre d'un grand jalon vertical, avec l'une des lignes qui figurent sur le plan.

CHAPITRE IX.

Solution de quelques difficultés particulières qui se rattachent au levé des plans.

68. — Il peut se présenter, dans les opérations d'arpentage, certaines difficultés dont nous devons prévenir le lecteur. On peut aussi avoir à résoudre des questions que nous n'avons point traitées jusqu'à présent et sur lesquelles nous tenons cependant à dire quelques mots. Nous consacrerons en conséquence le présent chapitre à faire connaître les moyens les plus simples auxquels on peut recourir lorsque l'on est obligé de mesurer des distances inaccessibles, et à exposer succinctement la manière d'évaluer la hauteur des édifices. Nous ne reviendrons pas sur le jalonnement à travers des obstacles, parce que nous pensons que ce que nous en avons dit au chapitre premier suffit pour les circonstances ordinaires.

Mesurage des distances inaccessibles.

69. Pour mesurer une ligne droite AB , accessible seulement par l'une de ses extrémités, on peut employer divers procédés.

L'un d'eux consiste (fig. 66) à mener à la ligne

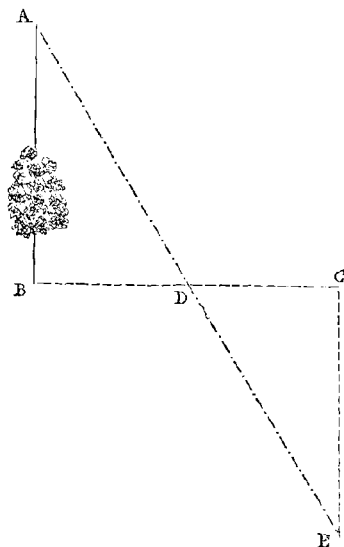


Fig 66.

AB qu'il s'agit de mesurer, une perpendiculaire BC , à laquelle on donne une longueur arbitraire; on en marque le milieu D et l'on élève à l'extrémité C une perpendiculaire CE à BC . On place ensuite sur CE , au point E , un jalon qui soit exactement

dans l'alignement déterminé par les points A et D. La ligne CE ainsi obtenue est égale alors à la distance AB et on peut en mesurer la longueur à la manière ordinaire.

70. — Un second moyen consiste à mener au point B une ligne BD (fig. 67) faisant avec AB un

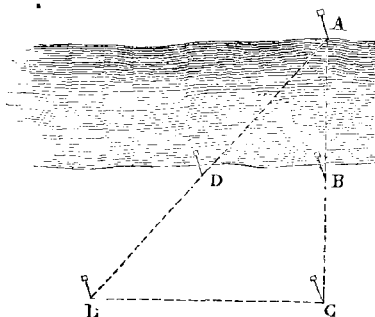


Fig. 67.

angle droit, à porter sur cette ligne une distance arbitraire BD, à prolonger AB d'une longueur quelconque BC et à élever au point C une seconde perpendiculaire qu'on prolonge jusqu'à ce qu'elle rencontre en E l'alignement déterminé par les deux points A et D.

Mesurant alors CE, on établit la proportion $AB : BD = AC : CE$; d'où l'on tire $AB = \frac{BD \times BC}{CE - BD}$ (1).

(1) Le signe + placé entre deux quantités indique qu'elles doivent être ajoutées l'une à l'autre; le signe - indique au contraire une soustraction; le signe \times veut dire *multiplié par*; enfin le signe = signifie égal. Lorsque deux quantités sont placées l'une au-dessus de l'autre et séparées par une barre horizontale, cela indique une division à effectuer.

Ce moyen est très-commode dans la pratique et il est d'une application facile. Supposons, par exemple, que l'on ait fait BD d'une longueur de 30 mètres, BC de 23 mètres, et que l'on ait trouvé en mesurant CE une longueur de 45 mètres, on aura $BD \times BC = 30 \times 23 = 750$ et $CE - BD = 45 - 30 = 15$ mètres; et par conséquent $AB = \frac{750}{15} = 50$ mètres.

71. — On peut aussi élever au point B une perpendiculaire BC , d'une longueur arbitraire (fig. 68), à l'extrémité C , élever une autre per-

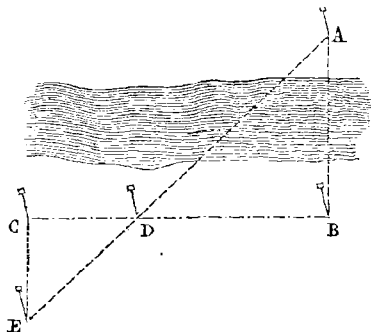


Fig. 68.

pendiculaire CE sur BC , à laquelle on donne également une longueur quelconque, et placer ensuite un jalon en D à l'intersection des alignements BC et AE . Après avoir mesuré alors les longueurs BD et DC , on établira la proportion $AB : BD = CE : CD$, de laquelle on déduira $AB = \frac{BD \times CE}{CD}$. Si, par exemple, on a donné à la perpendiculaire CE une longueur de 27 mètres, et que l'on ait trouvé respectivement pour les distances BD et DC , 52 et

15 mètres, on aura $BD \times CE = 52 \times 27 = 864$ mètres et $AB = \frac{864}{15} = 57^m60$.

72. — On peut encore élever au point B une perpendiculaire BC et chercher sur cette ligne, au moyen de l'équerre d'arpenteur, un point C d'où

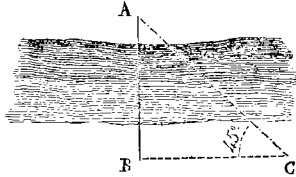


Fig. 69.

l'on puisse apercevoir le point A sous un angle de 45° . La distance BC ainsi obtenue sera alors égale à la longueur AB et il suffira de mesurer directement la première.

Ce procédé exige des tâtonnements qui font souvent perdre un temps précieux.

73. — Enfin un cinquième moyen consisterait à faire usage du graphomètre ou du pantomètre. On jalonne une ligne quelconque BC dont on mesurerait la longueur, et l'on chercherait à obte-

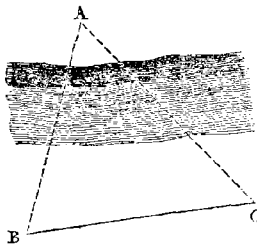


Fig. 70.

nir sur le terrain l'ouverture des angles ABC , ACB (fig. 70). En construisant alors, au moyen d'une échelle et du rapporteur, une figure semblable au triangle ABC , il ne resterait plus qu'à mesurer sur cette figure la longueur AB et à chercher sur l'échelle quelle est sa valeur en mètres et en décimètres.

74. — S'il était nécessaire d'obtenir la distance entre deux objets A et B (fig. 71) dont on serait

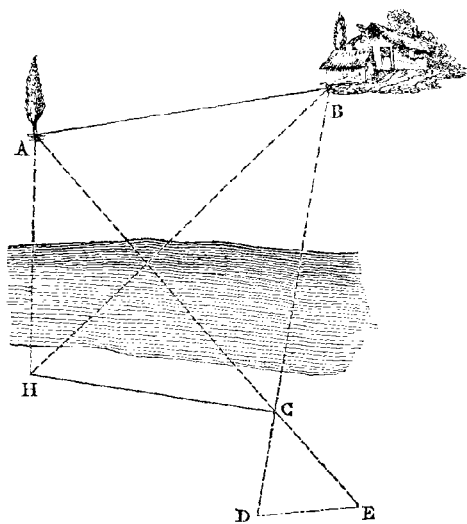


Fig. 71.

séparé par un obstacle tel qu'une rivière, on choisirait un point C d'où l'on pût apercevoir ces deux objets et l'on mesurerait les distances AC et BC par l'un des procédés que nous venons d'indi-

quer. Après cela, sur les prolongements de AC et BC, on porterait des longueurs CE et CD proportionnelles aux quantités trouvées ; la longueur DE, que l'on mesurerait directement, serait alors dans le même rapport avec AB que CE et CD avec AC et BC, c'est-à-dire que si l'on avait fait CD égal au tiers de BC et CE égal au tiers de AC, la longueur DE serait aussi le tiers de la longueur AB.

On pourrait encore résoudre ce problème par une construction analogue à celle du n° 75. A cet effet, on mesurerait une base CH, et des deux extrémités de celle-ci on prendrait les angles que feraient avec la base les rayons visuels menés aux deux points A et B. En construisant ces angles sur le papier, après avoir rapporté la ligne CH à l'échelle, on obtiendrait les positions relatives des points A et B ; il ne resterait, comme précédemment, qu'à estimer à l'aide de l'échelle la distance réelle qui les sépare.

Mesurage des hauteurs.

75. — Pour mesurer la hauteur AC d'un édifice (fig. 72) dont la base est accessible, on plante

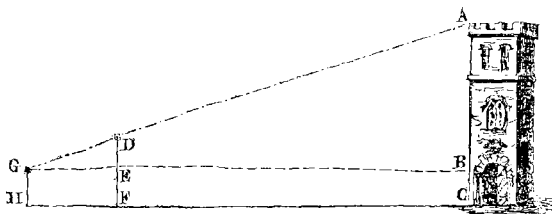


Fig. 72.

verticalement et sur une même direction avec

l'objet à mesurer, deux jalons GH et FD d'inégales longueurs; puis on vise de l'extrémité G du plus petit, qui est aussi le plus éloigné de la hauteur à mesurer, sur le sommet A de cette dernière, et l'on fait marquer le point D où le rayon visuel GA rencontre le jalon FD ; mesurant ensuite GH , HF , FD et FC , on établira la proportion :

$$GE : ED = GB : BA$$

et l'on en conclura

$$BA = \frac{ED \times GB}{GE}.$$

On a d'ailleurs $ED = FD - FE = FD - GH$
 $GB = HC = HF + FC$ et $GE = HF$, en sorte que la valeur de BA sera connue. En y ajoutant la distance $BC = GH$, on obtiendra la hauteur cherchée AC .

Nous allons faire une application de cette règle fort simple, afin qu'elle se grave mieux dans l'esprit du lecteur.

Supposons que la hauteur du plus petit des deux jalons au-dessus du sol soit de 0^m73 ; que le point où le rayon visuel GA coupe le second jalon soit élevé de 1^m80 au-dessus de terre; que les deux jalons aient été établis à 4 mètres l'un de l'autre et que le plus grand soit, de son côté, éloigné de 35 mètres du bâtiment.

Nous trouverons dans cette hypothèse :

$$ED = FD - GH = 1^m80 - 0^m73 = 1^m03.$$

$$GB = HF + FC = 4^m00 + 35^m00 = 39^m00.$$

$$GE = HF = 4^m00$$

et par conséquent

$$AB = \frac{ED \times GB}{GE} = \frac{1^m03 \times 39^m00}{4} = \frac{40^m93}{4} = 10^m24.$$

Il reste pour achever les calculs à ajouter à la valeur de AB celle de BC ou GH , c'est-à-dire 0^m73 . On trouve donc en définitive pour la hauteur cher-

chée $10^m24 + 0^m73$ ou 10^m99 . Il est sans doute inutile de faire remarquer que la manière d'opérer que nous venons de décrire suppose que le terrain soit de niveau sur une certaine étendue aux environs de l'objet à mesurer.

76. --- Si le pied de l'objet dont on doit mesurer l'élevation au-dessus du sol était rendu inaccessible, soit par la présence d'un cours d'eau ou d'un fossé, soit par celle d'un mur, d'une haie ou d'un taillis, on pourrait encore, dans certaines circonstances, procéder comme nous venons de le dire, en évaluant la distance FC par l'un des moyens que nous avons indiqués en commençant ce chapitre; mais généralement il sera préférable de recourir au procédé suivant, qui suppose toujours que l'on puisse opérer au niveau de l'objet à mesurer.

On agira avec deux jalons d'inégales longueurs DF et GH (fig. 75), comme dans le cas précédent

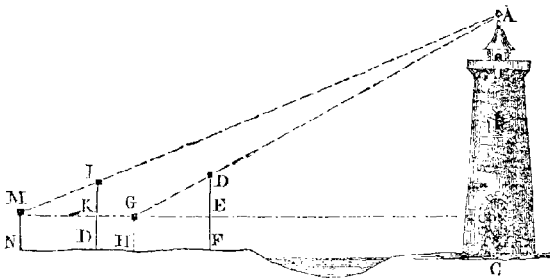


Fig. 75.

et on mesurera seulement les lignes DF , GH et FH . On portera ensuite les jalons en deux autres points L et N pris arbitrairement sur la droite CF prolongée; on répétera la même opération que ci-dessus,

en ayant soin en outre que la hauteur MN soit la même que GH, et l'on mesurera IL, NL et LH.

La hauteur AB sera donnée dans ce cas par la formule $AB = \frac{ED \times IK \times NH}{(ED \times LN) - (HF \times IK)}$, et il suffira d'ajouter la hauteur MN au résultat pour avoir la hauteur totale AC que l'on cherche.

Pour faire une application de cette formule, supposons que l'on ait trouvé, en opérant sur le terrain, $GH = 0^m45$, $FH = 5^m$, $LN = 6^m$, $DE = DF - EF = DF - GH = 1^m45$, $IK = IL - KL = IL - MN = 1^m20$, et enfin $LH = 12$ mètres.

On aura alors $NH = NL + LH = 6^m00 + 12^m00 = 18^m00$, $DE \times IK \times NH = 1^m45 \times 1^m20 \times 18^m00 = 31^m52$.

$DE \times LN = 1^m45 \times 6^m00 = 8^m70$, $HF \times IK = 5^m00 \times 1^m20 = 6^m20$ et par conséquent $AB = \frac{31^m52}{8^m70 - 6^m20} = \frac{31^m52}{2^m50} = 11^m60$.

Ajoutant à ce résultat la longueur GH ou 0^m45 , nous trouverons pour hauteur de l'objet mesuré $11^m60 + 0^m45 = 12^m05$.

TROISIÈME SECTION.

ARPENTAGE PROPREMENT DIT.

—

CHAPITRE X.

Évaluation de la superficie des figures régulières.

77. — On désigne plus spécialement sous le nom d'*arpentage* cette partie de la topographie

qui a pour objet la mesure des surfaces et leur division.

Mesurer, avons-nous dit au chapitre premier, c'est comparer deux grandeurs de même nature, afin de connaître combien de fois l'une d'elles, que l'on prend pour unité, est contenue dans l'autre.

Quand les terrains à mesurer sont inclinés à l'horizon, c'est-à-dire en pente forte, ce n'est pas l'étendue de la surface réelle que l'on cherche à obtenir, mais seulement celle de leur projection horizontale. La raison que l'on donne pour justifier cette manière d'agir est que les tiges des végétaux croissent verticalement quelle que soit l'inclinaison du sol, et que, par conséquent, un terrain incliné ne peut pas en produire davantage que n'en produirait la surface de niveau correspondante.

Ce principe nous paraît fort contestable; mais ce n'est pas ici le lieu d'entamer une discussion à ce sujet.

78. — Dans le système décimal des poids et mesures, l'unité de superficie pour la mesure des terres s'appelle *are* : c'est une figure carrée dont chaque côté a une longueur de dix mètres et dont la surface vaut *cent mètres carrés*.

On ne fait usage que d'un seul multiple de l'*are*, à savoir, l'*hecto-are*, ou, plus simplement, l'*hectare*, qui vaut cent ares et renferme conséquemment dix mille mètres carrés.

On n'emploie non plus qu'un seul sous-multiple, qui est le *centiare*. Sa valeur est la centième partie de celle de l'*are*, c'est-à-dire un mètre carré.

Le mètre carré contenant 100 décimètres carrés, le décimètre carré, cent centimètres carrés, et le

centimètre carré, cent millimètres carrés, il en résulte que l'ensemble des mesures de superficie forme, à partir des unités les plus élevées jusqu'aux unités les plus basses, une progression dont chaque terme est cent fois plus petit que celui qui le précède et cent fois plus grand que celui qui le suit.

Il faut bien se garder, d'après cela, de confondre l'énoncé d'un nombre de mètres simples, suivis de sous-multiples, avec un nombre de mètres carrés, également suivis de sous-multiples. C'est une erreur dans laquelle des personnes instruites tombent fréquemment. Il y a une très-grande différence entre le nombre fractionnaire 5^m326 , représentant des unités linéaires, et le même nombre 5^m326 , représentant des unités de superficie. Le premier renferme 5 mètres 3 décimètres 2 centimètres et 6 millimètres ; mais on se tromperait étrangement si l'on voulait conclure, par analogie, que le second contient 5 mètres carrés 3 décimètres carrés 2 centimètres carrés et 6 millimètres carrés. En effet, puisque le décimètre carré est la centième partie du mètre carré, il faut pour avoir le nombre de décimètres carrés contenus dans la partie fractionnaire 0,326 prendre les chiffres décimaux jusqu'aux centièmes inclusivement, en sorte que l'on trouvera 52 décimètres carrés.

Le centimètre carré formant de son côté la centième partie du décimètre carré ou la dix-millième partie du mètre carré, on obtiendra le nombre de centimètres carrés que renferme la fraction en prenant les chiffres décimaux jusqu'aux dix-millièmes inclusivement ; ce qui exige que l'on ajoute ici un zéro à la suite du nombre 526, qui n'exprime que des millièmes, et l'on aura 5260 centimètres

carrés. Le nombre 5^m526 s'énoncerait donc 5 mètres carrés 52 décimètres carrés 60 centimètres carrés.

En raisonnant de la même manière, on trouvera que le nombre 7^m26455 renferme 7 mètres carrés 26 décimètres carrés 45 centimètres carrés et 50 millimètres carrés.

Les grandes surfaces topographiques s'énoncent par kilomètres carrés et par myriamètres carrés; quant aux surfaces agraires, c'est-à-dire celles des terrains en culture, on ne les évalue que par hectares, ares et centiares.

79. — Pour apprendre à mesurer une surface de forme quelconque, il faut d'abord connaître la manière de calculer la superficie de quelques figures régulières dont s'occupe la géométrie; ces figures élémentaires sont : le triangle, le parallélogramme, le trapèze, le cercle et l'ellipse.

Nous allons maintenant en faire connaître la nature et indiquer les moyens que la géométrie enseigne pour en obtenir la grandeur.

80. — On nomme *triangle* (fig. 74) une surface limitée par trois côtés. La superficie ou l'aire d'une semblable figure s'obtient en multipliant la

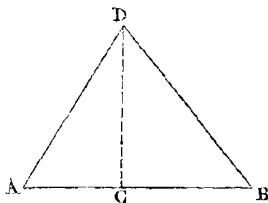


Fig. 74.

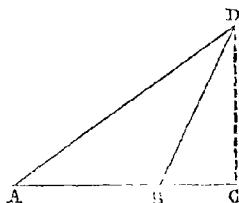


Fig. 75.

longueur de l'un des côtés AB par celle de la per-

perpendiculaire CD à ce côté abaissée du sommet opposé D , et en prenant la moitié du produit. Le côté AB se nomme la *base*, et la perpendiculaire CD , la *hauteur* du triangle. Il peut se faire que le pied de la perpendiculaire CD tombe en dehors du côté AB , comme c'est le cas pour le triangle de la fig. 75; mais la règle ci-dessus n'en reste pas moins applicable en cette circonstance.

Il sera donc toujours facile d'évaluer sur le terrain la superficie d'un triangle quand on aura à sa disposition une chaîne et une équerre d'arpenteur. Si l'on a trouvé $AB = 45^m20$ et $CD = 37^m60$, on aura $AB \times CD = 45^m20 \times 37^m60 = 1699^m52$, et la moitié ou 849^m76 sera la superficie du triangle. On l'énonce 849 mètres carrés 76 décimètres carrés, ou bien 8 ares 49 centiares et 76 centièmes.

81. — Le *parallélogramme* (fig. 76) est une figure dont les quatre côtés sont égaux et parallèles deux à deux. Il se mesure par le produit de la *base*

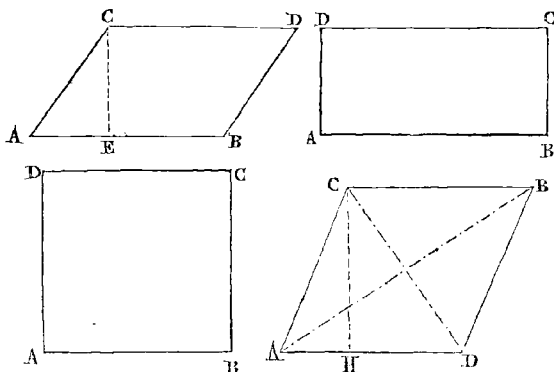


Fig. 76, 77, 78 et 79.

AB et de la *hauteur* CE , c'est-à-dire de la perpen-

diculaire abaissée sur AB par l'un des points du côté opposé.

Soit $AB = 54^m75$ et $CE = 22^m36$, on trouvera pour la surface du parallélogramme $AB \times CE = 54^m75 \times 22^m36 = 1224^m21$, c'est-à-dire 1224 mètres carrés 21 décimètres carrés, ou 12 ares 24 centiares et 21 centièmes.

Le parallélogramme se change en *rectangle* (fig. 77) lorsque ses angles sont droits. Dans ce cas la base et la hauteur sont les deux côtés adjacents de la figure, en sorte qu'il suffit, pour évaluer la superficie de celle-ci, d'avoir la mesure des lignes AB et CB.

Si en même temps que les angles sont droits les côtés deviennent égaux, la figure prend le nom de *carré*, et il est évident que pour en obtenir la surface il suffira de mesurer l'un des côtés et de le multiplier ensuite par lui-même. Ainsi le côté AB (fig. 78) ayant été trouvé égal à 12^m48 , on aura pour valeur du carré : $AB \times AB = 12^m48 \times 12^m48 = 155^m7504$, et l'on dira que celui-ci contient 155 mètres carrés, 75 décimètres carrés et 4 centimètres carrés.

Le parallélogramme dont les quatre côtés sont égaux se nomme *losange* (fig. 79). On obtiendrait la superficie d'un losange en multipliant l'un des côtés AD par la hauteur correspondante CH, comme nous l'avons fait précédemment pour le parallélogramme; mais certaines propriétés dont jouit le losange permettent de simplifier l'opération. Il suffit, en effet, de multiplier l'un par l'autre les nombres qui expriment les longueurs des deux diagonales AB et CD et de prendre la moitié du produit, pour avoir immédiatement la superficie comprise dans le contour ACBD.

82. — On désigne sous le nom de *trapèze* une figure de quatre côtés (fig. 80) dans laquelle deux

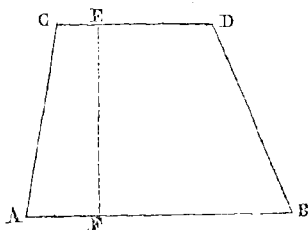


Fig. 80.

sont parallèles. La superficie d'un trapèze se calcule à l'aide des longueurs AB, CD des deux côtés parallèles et de la perpendiculaire EF abaissée sur l'un de ces côtés par un point du second, laquelle perpendiculaire est encore appelée *hauteur* du trapèze. Il faut pour cela faire la somme des deux côtés parallèles, en prendre la moitié, et la multiplier par la hauteur. Appliquons cette règle à un cas particulier.

Soit $AB = 12^m20$, $CD = 8^m70$, $EF = 7^m50$. La somme des bases sera $AB + CD = 12^m20 + 8^m70 = 20^m90$ et la moitié, 10^m45 . On trouvera donc pour la superficie $10^m45 \times 7^m50 = 78^m575$, c'est-à-dire 78 mètres carrés 57 décimètres carrés 50 centimètres carrés, ou encore 78 centiares 575 millièmes.

83. — Nous avons précédemment défini la *circonférence* : c'est une courbe dont tous les points sont également éloignés d'un point intérieur que l'on nomme *centre*. La surface que cette courbe renferme porte le nom de *cercle*.

La superficie d'un cercle peut s'obtenir de deux

manières : la première, en multipliant le rayon par lui-même et le produit par le nombre fractionnaire 3,14159, qui exprime le rapport de la circonférence au diamètre; la seconde, en calculant d'abord la longueur de la circonférence et en multipliant celle-ci par la moitié du rayon. Il faut savoir alors que la longueur de la circonférence a pour mesure le produit du nombre fractionnaire ci-dessus par le double du rayon ou le diamètre. Nous allons donner un exemple des calculs à faire, dans chacune de ces deux méthodes, pour arriver à la surface du cercle.

Soit le rayon de celui-ci égal à 6^m20. En le multipliant par lui-même on obtient 38^m44, et ce produit multiplié par le nombre 3,14159 conduit à 120^m7627 pour la surface du cercle.

D'un autre côté, la circonférence vaudra le produit de 12^m40 ou le double du rayon, par 3,14159, c'est-à-dire 58^m9557. En multipliant ce dernier nombre par 5^m10, moitié du rayon, on trouve comme précédemment, pour la superficie du cercle, 120^m7627, quantité qui s'énonce 120 mètres carrés, 76 décimètres carrés et 27 centimètres carrés. Une portion du cercle comprise entre deux rayons et l'arc qu'ils interceptent (fig. 81) se nomme *secteur*. Sa surface équivaut au produit de l'arc ACB par la moitié du rayon OA ou OB. C'est une partie du cercle exprimée par le rapport entre le nombre de degrés que renferme l'angle AOB, et la valeur de quatre angles droits ou 360 degrés.

La portion de cercle limitée par l'arc ACB et la droite AB que l'on nomme *corde*, est un *segment* de cercle. Pour en obtenir la superficie, il suffit de calculer d'abord celle du secteur ACBO et d'en retrancher celle du triangle AOB.

84. — L'ellipse est une courbe tracée de telle façon que la somme des distances de l'un quelcon-

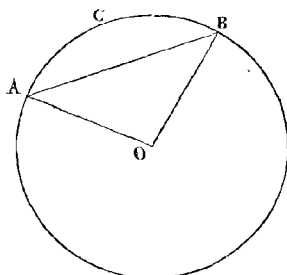


Fig. 81.

que de ses points à deux points F et F' (fig. 82),

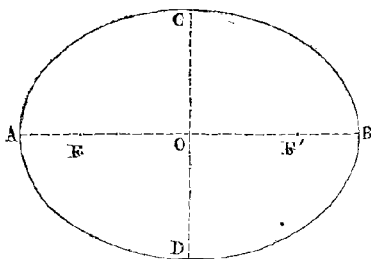


Fig. 82.

situés sur la droite AB, reste toujours la même. Pour obtenir la superficie limitée par une semblable courbe, il suffira de calculer l'aire d'un cercle dont le rayon serait moyen proportionnel entre les lignes OB et OC, qui joignent le centre O de la courbe respectivement au point le plus éloigné B et au point le plus rapproché C.

Ainsi, en supposant $OB = 8$ mètres et $OC =$

4 mètres, on trouvera pour moyenne entre ces deux longueurs $\frac{8+4}{2} = \frac{12}{2} = 6$ mètres, et c'est là le rayon du cercle dont la surface équivaut à celle de l'ellipse.

CHAPITRE XI.

Évaluation de la superficie des figures irrégulières.

83. — Les notions que nous venons de rapporter suffisent à la mesure de toute espèce de surface.

Quand celles-ci sont irrégulières, on les décompose en triangles, en parallélogrammes, en trapèzes, etc., dont il est aisé d'évaluer la superficie à l'aide des principes qui précèdent.

Nous allons montrer par quelques exemples comment se fait cette décomposition.

Soit le quadrilatère quelconque ABCD (fig. 85)

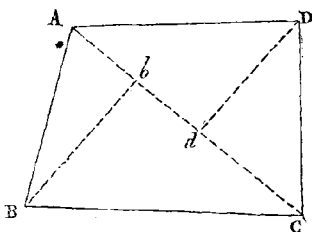


Fig. 85.

dont on veut obtenir la surface. On placera d'abord un jalon ou un signal quelconque en chacun des

angles; puis sur la diagonale AC prise pour base et marquée, si cela est nécessaire, au moyen de quelques jalons intermédiaires, on abaissera au moyen de l'équerre d'arpenteur les perpendiculaires Bb et Dd, dont on mesurera la longueur, ainsi que celle de la base AC.

Ces données seront d'ailleurs inscrites sur un croquis préparé à l'avance.

Il est évident que la figure ABCD se trouve divisée par la diagonale AC en deux triangles ABC, ACD ayant une base commune AC, et respectivement Bb, Dd pour hauteurs. L'aire du premier sera $\frac{AC \times Bb}{2}$, et celle du second $\frac{AC \times Dd}{2}$; la somme de ces deux quantités, c'est-à-dire $\frac{AC}{2} (Bb + Dd)$ donnera la superficie de la figure entière.

86. — Soit encore (fig. 84) un terrain limité

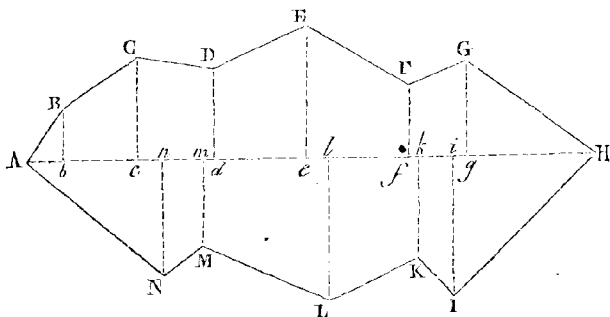


Fig. 84.

par le contour sinueux ABCDEFGHIKLMN. Après avoir parcouru le terrain pour prendre connaissance de sa forme et placer des jalons aux angles,

on tracera une base AH passant par les deux sommets le plus éloignés l'un de l'autre; on abaissera sur cette base des perpendiculaires Bb , Cc , Nn , etc., que l'on mesurera, ainsi que les distances, Ab , bc , cn ,... c'est-à-dire que l'on procédera absolument comme lorsqu'on veut lever le plan du terrain au moyen de l'équerre d'arpenteur et de la chaîne.

La portion de terrain située au-dessus de la base AH se trouvera ainsi décomposée : 1° en un triangle rectangle ABb , qui a pour mesure $\frac{Ab \times Bb}{2}$; 2° en cinq trapèzes $BbcC$, $CcdD$, $DdeE$, $EefF$ et $FfgG$, qui ont respectivement pour mesure $\frac{Bb + Cc}{2} \times bc$, $\frac{Cc + Dd}{2} \times cd$, $\frac{Dd + Ee}{2} \times de$, $\frac{Ee + Ff}{2} \times ef$, et $\frac{Ff + Gg}{2} \times fg$; 3° en un second triangle rectangle GgH , dont la surface est égale à $\frac{Gg \times gH}{2}$.

La parcelle située au-dessous de la base sera également partagée en deux triangles rectangles et quatre trapèzes dont on déterminera aisément les surfaces respectives.

La somme de toutes ces superficies partielles représentera l'aire du terrain à mesurer.

87. — Lorsqu'un terrain est limité par des lignes courbes, comme cela se voit en $DPQ... TE$ (fig. 85), on partage le contour sinueux en un assez grand nombre de parties pour que chaque portion, envisagée isolément, ne diffère pas sensiblement d'une ligne droite; puis de chacun des points de division on abaisse des perpendiculaires sur la ligne DE prise pour base; on mesure ensuite comme nous l'avons indiqué au paragraphe précédent les deux triangles rectangles DPI et TOE , ainsi que les quatre trapèzes $IPQK$, $QKLR$, $RLMS$ et

SMOT. La somme des surfaces élémentaires que nous venons de désigner s'ajoute alors à la superficie du triangle rectangle **DHE**.

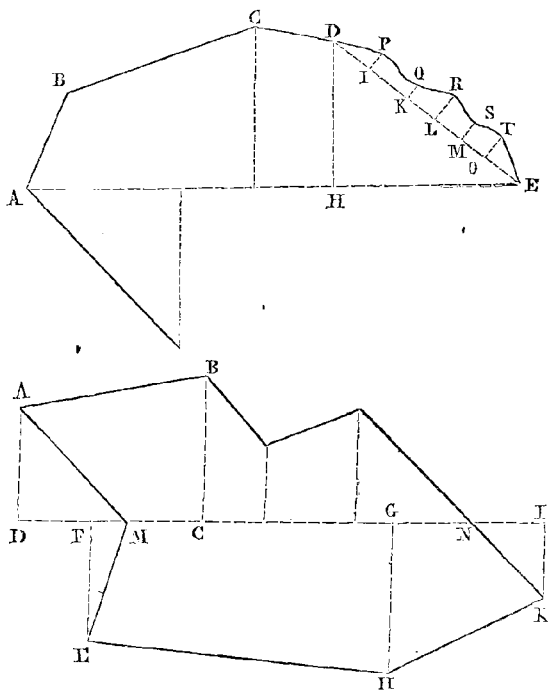


Fig. 85 et 86.

88. — Si les perpendiculaires abaissées sur la base par un ou plusieurs sommets tombaient en dehors des limites du terrain, comme cela a lieu pour **AD**, **EF**, **IK** dans la fig. 86, on calculerait

d'abord l'axe de la parcelle en y comprenant les trapèzes BCD , $EFGH$ et $IKHG$; après quoi l'on retrancherait du résultat la somme des triangles partiels ADM , EFM et IKN .

89. — Lorsque l'espace à mesurer est tel qu'on ne peut opérer dans son intérieur, on construit à l'entour un triangle, un quadrilatère, ou un autre polygone dont on puisse déterminer la surface; sur les côtés de ce polygone on abaisse, par tous les sommets de la parcelle à mesurer, des perpendiculaires qui déterminent des triangles, des trapèzes ou des rectangles; on calcule séparément les surfaces de ces petites figures supplémentaires, et en les retranchant de la superficie du polygone circonscrit, on arrive à obtenir la contenance cherchée.

Voici des exemples de cette manière d'opérer :

Dans la fig. 87, l'espace à mesurer a été circonscrit par un rectangle $ABDC$ dont la surface, égale au produit $DC \times BD$, s'obtient aisément par le mesurage des lignes DC et BD . Par les angles que forment les contours du terrain, on a abaissé des perpendiculaires de , bc , fg , ih sur les côtés du rectangle. L'ensemble de ces lignes constitue le triangle Ced , les trapèzes $edbc$, $cAab$, $aBgf$, $gfih$, et le triangle hiD , dont on sait déterminer les surfaces. Il est évident que les aires de ces différentes figures étant soustraites de celle du rectangle $ABDC$, il restera la superficie de la figure $Cdbafid$.

Dans la figure 88, le terrain est entouré d'un trapèze $ABCD$ dont les deux côtés parallèles sont les perpendiculaires AD et BC sur la droite AB , et qui a pour mesure $\frac{AD + BC}{2} \times AB$. L'excédant de ce trapèze sur le polygone à mesurer se détermine

comme précédemment, en observant qu'une aire du

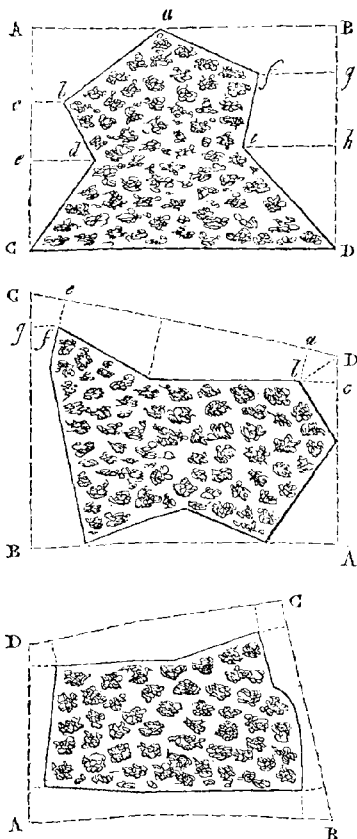


Fig. 87, 88 et 89.

quadrilatère $Dabc$ est égale à celle de deux trian-

gles rectangles Dab , Dec , et qu'il en est de même pour le quadrilatère $Cefg$.

Dans le cas de la fig. 89, le polygone circonscrit au terrain à mesurer est un quadrilatère dans lequel les angles DAB et DCB sont droits. La surface de ce quadrilatère vaut celle de deux triangles rectangles DAB , DCB , dont le premier a pour mesure $\frac{DA \times AB}{2}$, et le second $\frac{DC \times CB}{2}$.

La surface à déduire de ce quadrilatère pour obtenir celle que l'on cherche se détermine encore comme dans les exemples précédents.

Évaluation des surfaces au moyen d'un plan.

90. — Il arrive fréquemment que l'on est obligé de calculer des contenances au moyen des données fournies par un plan. La méthode à suivre dans cette circonstance consiste encore à décomposer la parcelle totale en figures élémentaires, et généralement en triangles; les lignes qui opèrent cette division sont tracées au crayon sur le plan, et les éléments nécessaires pour évaluer les superficies partielles sont mesurés sur celui-ci à l'aide du compas et de l'échelle.

Nous allons faire connaître en peu de mots comment les praticiens exécutent ces sortes d'opérations.

Soit le polygone $ABCDEFGH$ (fig. 90) dont on veut connaître la surface. On tracera d'abord au crayon les lignes AC , CI , CH , CG , GD , GE . Puis, au moyen de l'équerre, on mènera les perpendiculaires BK , IL , IM , GN , DO , DP , FQ , qu'on prolongera suffisamment en dehors de la figure.

Le quadrilatère $ABCI$, composé de deux triangles ABC et ACI qui ont une base commune AC ,

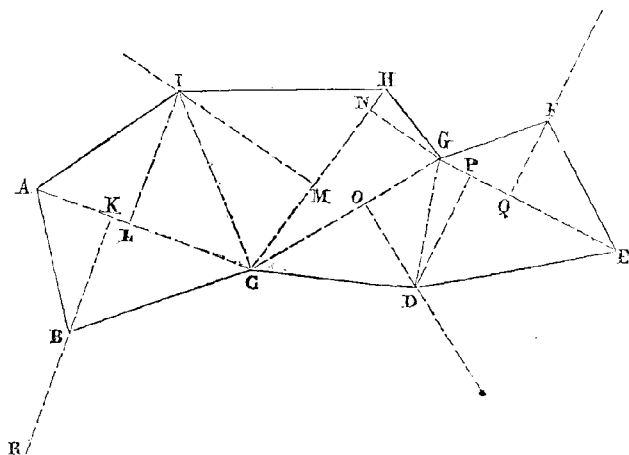


Fig. 90.

se calcule en une fois. Pour cela on prend avec le compas la distance AC et on la porte sur l'échelle afin d'en évaluer la longueur en nombre; on saisit ensuite avec le compas la distance IL , qu'on porte de B en R sur le prolongement de BK , et l'on ouvre le compas de manière à embrasser d'un seul coup la distance RK ; on évalue ensuite celle-ci sur l'échelle comme on l'a fait pour la base AC . Le triangle ABC ayant pour mesure $AC \times \frac{BK}{2}$ et le triangle ACI se mesurant par $AC \times \frac{IL}{2}$, leur somme vaudra $AC \times \frac{IL + BK}{2}$, expression qui peut se remplacer, à la suite de l'opération que nous venons de faire, par $\frac{AC \times KR}{2}$.

Au moyen de cette méthode, on calcule donc deux triangles à la fois et l'on est dispensé de prendre chaque fois la moitié de l'une des dimensions.

On opérera de même pour les quadrilatères $ICGH$, $GDEF$, composés respectivement de deux triangles qui ont pour base commune CH et GE .

CHAPITRE XII.

Partage des propriétés.

91. — La division des propriétés en portions équivalentes, ou en parties qui ont entre elles un rapport déterminé, est sans contredit l'une des opérations les plus importantes de l'arpentage.

Cette division peut avoir lieu, soit directement sur le terrain, soit sur un plan levé au préalable, et dans ce dernier cas le résultat de l'opération doit être reproduit sur les lieux.

Les méthodes employées dans ces deux circonstances sont du reste les mêmes; il n'y a que les instruments employés qui diffèrent.

Nous allons faire connaître, au moyen de quelques exemples, les procédés les plus commodes à suivre dans la pratique pour ce genre d'opération.

Partage des triangles.

92. — La subdivision des triangles en parties équivalentes, par des lignes partant de l'un des

sommets, se fait aisément en divisant le côté opposé en autant de parties égales que l'on veut avoir de parts, et en réunissant chaque point de division au sommet que l'on a choisi.

Ainsi, pour partager le triangle ABC (fig. 91) en quatre parties égales par des lignes droites aboutissant au point A , on divisera le côté BC en quatre parties, BD , DE , EF , FC , égales l'une entre elles, et les droites AD , AE , AF formeront le

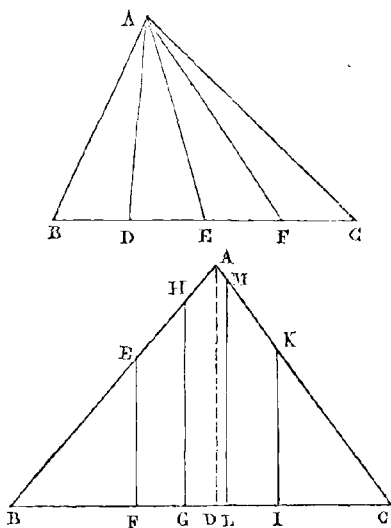


Fig. 91 et 92.

partage demandé. En effet, les triangles ABD , ADE , AEF , AFC seront équivalents comme ayant des bases égales et une même hauteur.

Si la subdivision en parties égales devait être

faite par des lignes perpendiculaires à l'un des côtés BC du triangle (fig. 92), on déterminerait la distance BF du point B à la première perpendiculaire, en multipliant la longueur BC par la longueur BD, distance du sommet B au pied de la perpendiculaire abaissée du point A, en divisant le produit par le nombre de parts, et en extrayant la racine carrée du quotient (a).

La distance BG s'obtiendrait en ajoutant la seconde part à la première et en faisant la proportion, surf. BFE : surf. BGH \equiv \overline{BF}^2 : \overline{BG}^2 , dans laquelle les trois premiers termes sont connus. On continue à opérer de la même manière pour les autres divisions, et lorsqu'on obtient pour résultat une distance plus grande que BD, on la rejette, et l'on recommence les mêmes calculs que plus haut en partant du point C.

Nous ne donnerons que ces deux exemples, convaincu que nous sommes que ceux qui les auront bien compris seront à même de résoudre tous les cas qui pourraient se présenter dans la division des triangles.

Partage des trapèzes.

95. — Soit le trapèze ABCD (fig. 95) qu'il faut subdiviser en quatre parties équivalentes par des

(a) En effet la surface du triangle ABC est $\frac{BC \times AD}{2}$; celle de BFE $\equiv \frac{BF \times EF}{2}$; cette dernière étant égale à l'une des parts, est n fois plus petite que la première, si n représente le nombre de parts; on a donc $\frac{BC \times AD}{2} = \frac{BF \times EF}{2} \times n$ (1) ou $BC \times AD = BF \times EF \times n$. On a aussi $BD : BF = AD : EF$, d'où l'on tire : $EF = \frac{AD \times BF}{BD}$. Substituant cette valeur dans l'expression (1), on obtient $BC \times AD = \frac{BF^2 \times AD \times n}{BD}$ d'où $BF^2 = \frac{BC \times BD}{n}$ et enfin $BF = \sqrt{\frac{BC \times BD}{n}}$.

lignes allant de l'une à l'autre base AB et DC . Il suffira de partager chacune de celles-ci en quatre parties égales et d'unir les points de division correspondants.

Si la division devait se faire par des lignes parallèles aux bases (fig. 95), on commencerait par

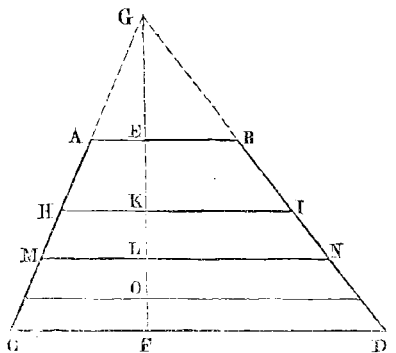


Fig. 95.

mesurer les longueurs AB , CD et EF formant les bases et la hauteur du trapèze. On déterminerait ensuite FG par la proportion $GF : GF - EF = CD : AB$; ce qui donne $GF = \frac{CD \times EF}{CD - AB}$. En retranchant de GF la distance connue EF , on obtient la valeur de GE , hauteur du triangle ABG ; il est, par conséquent, facile de déterminer la surface de ce dernier triangle. En ajoutant à cette surface la contenance d'une des parts à faire, on obtiendra une somme que nous nommerons S , et l'on posera la proportion $GAB : S = \overline{GE}^2 : \overline{GK}^2$, dont les trois premiers termes sont connus, et qui fournit la valeur

de GK ou la position du point K par où doit passer la première ligne de division.

On déterminerait GL en prenant pour valeur de S le triangle GAB, plus deux des parts à faire et en établissant la proportion $GAB : S :: \overline{GE}^2 : \overline{GL}^2$.

En continuant de la sorte, on arriverait à déterminer successivement les différents points K, L, O... par où doivent passer les lignes de division.

Partage des terrains irréguliers.

94. — Soit proposé de partager le terrain irrégulier ABCDEF (fig. 94) en trois parties équivalentes.

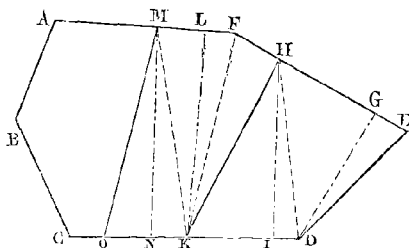


Fig. 94.

Après avoir calculé la surface du polygone donné, on le divisera par le nombre de parts à faire, c'est-à-dire par trois, afin d'obtenir l'étendue de chacune. On procédera ensuite de la manière suivante. Du point D, on abaissera une perpendiculaire DG sur le côté EF, et après l'avoir mesurée, on divisera par la longueur obtenue le tiers

de la surface du polygone donné, c'est-à-dire la valeur de l'une des parts. On portera ensuite de E vers F un nombre d'unités linéaires égal au quotient de la division, et en joignant le point H trouvé de la sorte avec le point D, on formera un triangle DEH qui aura pour mesure $\frac{DG \times EH}{2}$ et qui sera égal à la moitié de l'une des parts à faire, ou au sixième de la figure donnée.

Si ensuite on abaisse du point H sur CD une perpendiculaire III, que l'on divise le tiers du polygone ABCDEF par la longueur de cette perpendiculaire, que l'on porte de D en K la valeur du quotient obtenu, et que l'on trace HK, on aura formé un nouveau triangle HDK qui, comme le premier, présente une surface égale à la moitié de la première part; le quadrilatère KDEH constitue donc cette première part tout entière.

Pour obtenir la seconde part, on calcule la surface du triangle KHF et on la retranche du tiers du polygone donné; on divise ensuite le reste par la longueur de la perpendiculaire abaissée du point K sur AF; le quotient sera la longueur FM de la base d'un triangle KFM qui a pour surface la moitié de ce qu'il faut ajouter à KHF pour compléter la seconde part. On obtiendra l'autre moitié en abaissant du point M une perpendiculaire MN sur le côté CD, la mesurant et divisant par la longueur trouvée, la différence entre la seconde part et le triangle KHF; le quotient sera la longueur KO de la base d'un triangle MOK, dont le côté MO limite la seconde part.

La figure ABCOM sera la troisième partie dont il est bon de calculer la surface pour vérification.

93. — Supposons maintenant qu'il faille subdiviser la propriété ABCDEF (fig. 93) en quatre

portions équivalentes au moyen de droites passant par les points G, H, I , préalablement fixés sur l'un des côtés.

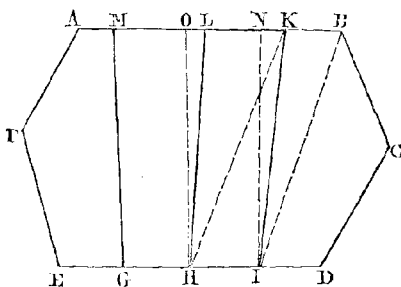


Fig. 95.

Après avoir mesuré la superficie du terrain donné et en avoir pris le quart, afin de connaître l'aire de chacune des portions à faire, on trace la ligne IB , et l'on mesure le quadrilatère $IDCB$; on retranche la contenance de celui-ci, du quart de la superficie totale, et le reste est ce qu'il faut ajouter au quadrilatère pour compléter l'une des portions. Si du point I on abaisse sur AB la perpendiculaire IN , qu'on en prenne la longueur, et qu'ensuite on divise le reste qu'on vient d'obtenir par la moitié de la longueur numérique de cette perpendiculaire, il est évident que le quotient, porté de B en K , déterminera un triangle IBK égal en superficie au reste dont il est question. La figure $IDCBK$ constituera par conséquent le quart du polygone donné.

Pour trouver la seconde ligne de partage on mesurera le triangle HKI , et sa superficie retranchée aussi du quart de la figure totale donnera un

deuxième reste qu'il faut chercher sur la figure. Pour cela, du point H abaissons sur AB la perpendiculaire HO , et après avoir divisé le second reste par la moitié de la longueur de cette perpendiculaire, prenons KL égal au nombre d'unités linéaires indiqué par le quotient, et traçons LH . Il est évident que le triangle HKL ajouté au triangle HIK formera le second quart de la parcelle totale.

Le troisième quart $GHLM$ se déterminera de la même manière que le second, et la ligne GM étant tracée, la partie à gauche représentera la quatrième part. Ordinairement on en calcule la contenance pour s'assurer de l'exactitude des opérations précédentes.

96. — Nous ferons encore connaître comment on subdivise un terrain en portions équivalentes, par des lignes aboutissant en un point donné à l'intérieur de ce terrain.

Soit $ABCDEF$ (fig. 96) un polygone à partager en quatre parties égales et O le point où les lignes de division doivent aboutir; admettons en outre que la ligne de séparation OG soit donnée de position.

La première opération à faire consiste, comme ci-dessus, à mesurer la surface totale de la propriété et à en prendre le quart qui représente la superficie des portions.

Alors on mesure la surface du triangle GOE , on la retranche de la valeur d'une part, et le reste divisé par la moitié de la perpendiculaire OH , abaissée du point O sur le côté ED , donne pour quotient la longueur qu'il faut porter de E en I pour former un quadrilatère $EGOI$, équivalent au quart de la surface totale.

On obtiendra la seconde part en calculant la superficie du triangle IOD , la retranchant du

quart de la figure à partager, et divisant ensuite le reste par la demi-longueur de la perpendiculaire OK . Le quotient indiquera la longueur DL de la

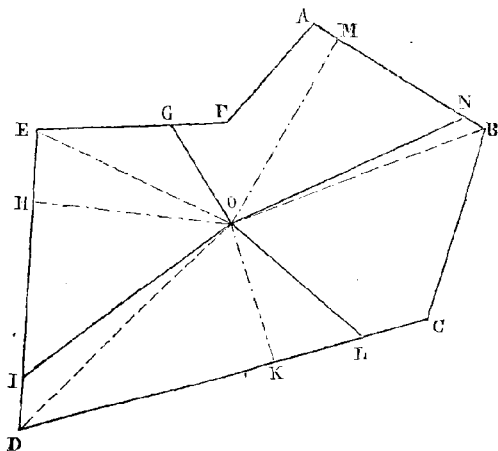


Fig. 96.

base du triangle DOL équivalent à ce reste; cette longueur, portée de D en L , permettra de construire le quadrilatère $IDLO$ qui forme la seconde portion.

Pour déterminer la troisième, calculez la surface du quadrilatère $OLCB$, retranchez-la encore du quart de la superficie à partager, et divisez le reste par la moitié de la ligne OM perpendiculaire à AB . Portez ensuite de B en N un nombre d'unités linéaires et de fractions d'unité égal à celui obtenu au quotient : la ligne ON limitera la troisième portion. Enfin $NAFGO$ sera la quatrième.

Si le quadrilatère $CLOB$ était plus grand que l'une des parts, on chercherait de combien il la

surpasse et l'on diviserait l'excès par la moitié de la longueur de la perpendiculaire abaissée du point O sur BC ; le quotient porté de B vers C déterminerait un point qui, uni avec O , formerait la ligne de division cherchée.

Nous terminerons ce sujet en faisant remarquer que quand le terrain à subdiviser ne peut être parcouru, on en fait le plan par l'un des moyens indiqués plus haut; puis l'on exécute sur ce plan les opérations de partage que nous venons de décrire, pour reporter ensuite sur le terrain les résultats obtenus.

CHAPITRE XIII.

Bornage des propriétés.

97. — On plante ordinairement des bornes à chacun des angles formés par la ligne de séparation de deux propriétés contiguës, afin que ces propriétés, lorsqu'elles ont été parfaitement délimitées, ne puissent plus être confondues.

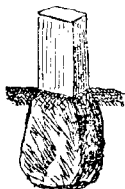


FIG. 97.

Les bornes sont ordinairement des prismes en pierre (fig. 97) placés debout dans la terre, et qui s'élèvent un peu au-dessus de la surface du sol.

D'autres signes servent aussi à délimiter les propriétés; ce sont : les talus, les haies, les plantations d'arbres, les murs, etc.

Tout possesseur d'un héritage peut obliger ses voisins au bornage de leurs propriétés contiguës ; dans ce cas , les frais de l'opération sont en commun.

L'arpenteur auquel on confie le soin de borner des propriétés doit être en possession des titres de chacun des propriétaires. Si, après vérification des surfaces, il se trouve qu'un des possesseurs occupe plus de terrain que ses titres n'en renseignent, et que l'autre en utilise moins, et qu'en outre ces différences soient égales, il faut que restitution se fasse pour celui qui y a droit. Dans le cas où l'excédant trouvé dans l'une des propriétés est supérieur ou inférieur à ce qui manque dans l'autre, les deux propriétaires participent à la différence proportionnellement à la surface des parcelles contiguës pour lesquelles il y a lieu à rectification.

Ce qui précède s'applique, bien entendu, au cas où il n'y a pas prescription.

Lorsqu'une certaine surface doit être retranchée d'une propriété pour être jointe à une autre, on fait usage des procédés que nous avons décrits en traitant du partage des terrains.

Lorsque les bornes ont été plantées à demeure, à l'endroit convenable, on dresse un procès-verbal de l'opération. Ce procès-verbal doit indiquer :

1° L'époque à laquelle on a procédé au bornage ;

2° En vertu de quel pouvoir on a opéré ;

3° Les tenants et aboutissants de la pièce qu'on a bornée ;

4° Les noms et prénoms des personnes présentes à l'opération ;

5° La contenance de la pièce et celle de ses parties, si elle a été divisée ;

6° Le nombre de bornes qu'on a plantées, leur situation et la distance entre chacune d'elles.

Un plan est ordinairement joint à ce procès-verbal.

DEUXIÈME PARTIE.

NIVELLEMENT.

CHAPITRE PREMIER.

Considérations générales.

Définition du nivellement.

98. — Le nivellement est une opération qui a pour objet de déterminer les hauteurs relatives de différents points de la surface du sol, en d'autres termes, de mesurer de combien les uns sont plus élevés ou plus bas que les autres.

Pour déterminer les hauteurs relatives de deux ou plusieurs points, il faut les comparer à une même *surface de niveau*.

99. — On nomme ainsi la surface sur laquelle on peut cheminer dans tous les sens sans devoir ni monter, ni descendre; une semblable surface est déterminée par la condition de se trouver partout perpendiculaire à la direction de la verticale ou du *fil à plomb*. On obtient l'idée la plus exacte d'une

surface de niveau en l'assimilant à celle d'une masse d'eau tranquille : telle serait, par exemple, la surface de la mer, si cette masse liquide n'était point soumise aux perturbations continuelles qui y produisent le flux et le reflux. D'après cela, on doit comprendre que ce que nous appelons *surface de niveau* n'est point une surface plane, comme celle d'une table; c'est, au contraire, une surface dont tous les points sont à peu près à égale distance du centre de la terre et qui se rapproche conséquemment de la forme sphérique.

Néanmoins, comme la courbure de la terre est faible et que l'on n'opère dans le nivellement que sur des portions de terrain peu étendues relativement à la surface de celle-ci, on peut admettre, sans grande erreur, que la surface de niveau se confond avec un plan dans l'étendue que l'on considère, ou que la direction du fil à plomb est la même en tous les points de celle-ci.

Dans cette hypothèse, il suffit, pour déterminer les hauteurs relatives de différents points, d'imaginer au-dessus d'eux un plan horizontal, et de mesurer les perpendiculaires abaissées de ces points sur le plan dont il s'agit. Les longueurs respectives de ces perpendiculaires, que l'on nomme *côtes*, font connaître de combien l'un quelconque des points dont on s'occupe est plus haut ou plus bas que tous les autres.

100. — L'opération du nivellement, envisagée de cette manière, se réduit donc à rechercher la distance d'un point quelconque du terrain au-dessous d'un plan horizontal déterminé. Les instruments dont on a besoin pour cet objet sont de deux sortes : les uns, qu'on nomme *niveaux*, fournissent le plan horizontal dont nous avons parlé,

ou du moins une ligne horizontale que l'on peut diriger dans tous les sens autour d'un même point ; les autres, appelés *nires*, servent à mesurer la hauteur de cette ligne horizontale au-dessus des divers points de la surface du sol. Nous allons faire connaître la disposition et l'emploi de ces divers instruments.

CHAPITRE II.

Description des instruments qui servent à niveler.

Des diverses espèces de niveaux.

Il existe un grand nombre de niveaux différents ; nous ne décrirons que les plus simples, ceux dont l'usage est le plus répandu et l'emploi le plus facile.

101. *Niveau à perpendiculaire.* — Le niveau à perpendiculaire (fig. 98) n'est autre que celui qu'emploient continuellement les maçons et les charpentiers. Il se compose d'ordinaire de deux règles en bois, assemblées en *a* et reliées entre elles par une troisième règle *bc*, de manière à former un triangle dans lequel les côtés *ab* et *ac* sont égaux en longueur. Les extrémités *d* et *f* sont dans une ligne perpendiculaire à la ligne *ag* déterminée par le sommet du triangle et par un trait marqué sur la traverse *bc*.

Un fil à plomb, ou perpendiculaire, est attaché

près du sommet a , en un point de la ligne ag ; lorsque ce fil, tombant librement, coïncide avec la

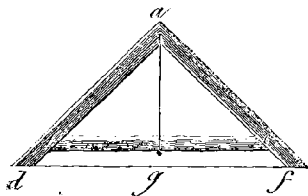


Fig. 98.



Fig. 99.

ligne de foi ag , les points sur lesquels s'appuient les côtés ad et af sont à la même hauteur.

Le niveau à perpendiculaire est quelquefois formé d'une planche dont le côté inférieur bc (fig. 99), échancré vers le milieu pour recevoir le plomb, est exactement perpendiculaire à la ligne de foi ag , tracée sur la planche.

Pour vérifier le niveau à perpendiculaire, on le place sur une règle bien droite; puis on élève ou on abaisse l'un des bouts de celle-ci, jusqu'à ce que le fil à plomb coïncide exactement avec la ligne de foi. On retourne ensuite le niveau, face pour face, sans toucher à la règle et on examine si la coïncidence dont nous venons de parler subsiste après le retournement. S'il en est ainsi, le niveau est exact, sinon la ligne de foi doit être changée, et tracée de manière à ce qu'elle divise en deux parties égales l'angle compris entre la ligne de foi primitive, et la ligne que marque le fil à plomb dans la seconde position de l'instrument.

102. — Il est facile de comprendre comment cet instrument peut servir à niveler. Supposons deux

points A et B (fig. 100), distants de trois mètres, dont on veut connaître la différence de hauteur. On place une règle de trois mètres de longueur dans la direction AB, de manière que l'une de ses extrémités s'appuie sur le point A; on met par

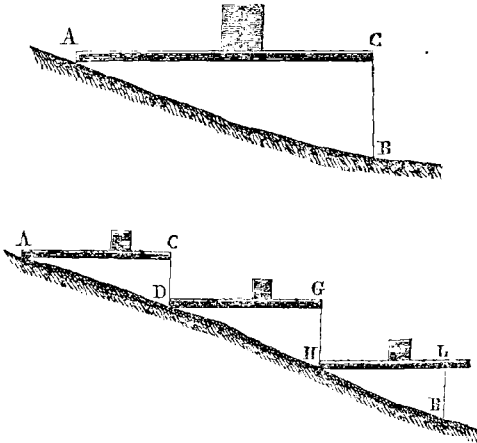


Fig. 100 et 101.

dessus le niveau de maçon, et l'on élève, ou l'on abaisse le bout C, jusqu'à ce que le fil à plomb coïncide avec la ligne de foi du niveau; on mesure alors verticalement la distance CB de la face inférieure de la règle au point B; elle exprime la différence de niveau entre A et B.

Si les deux points A et B étaient éloignés l'un de l'autre d'une quantité trop considérable pour qu'on pût procéder comme nous venons de le dire, il faudrait faire le nivellement en plusieurs fois (fig. 101) et ajouter ensuite les hauteurs CD, GH, LB, pour avoir la différence de niveau totale entre A et B.

Quand on doit opérer sur une grande étendue de terrain, on se sert d'une règle bien droite, montée sur un trépied au moyen d'un genou à coquille (fig. 102); on met le niveau par-dessus,

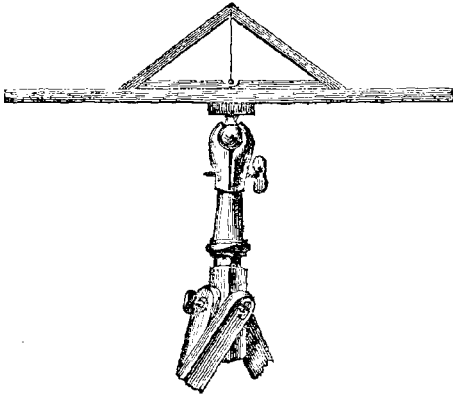


Fig. 102.

et l'on fait varier la position de la règle jusqu'à ce que le fil à plomb corresponde à la ligne de foi. En visant alors le long de l'arête supérieure de la règle, on obtient une ligne horizontale. La tige qui supporte l'appareil et qui tourne dans la boule du genou à coquille doit être à fort peu près verticale, autrement les rayons visuels que l'on obtiendrait en plaçant la règle dans diverses directions ne seraient point exactement dans le même plan horizontal. Pour arriver à remplir cette condition essentielle, on fait tourner l'instrument jusqu'à ce que le fil à plomb batte *librement* sur la traverse ou sur la planche du niveau; on desserre ensuite la coquille, et l'on fait mouvoir la règle dans le

plan vertical où elle se trouve jusqu'à ce que le fil marque l'aplomb. On serre de nouveau la vis du genou, et l'on est certain alors que l'axe de rotation de l'appareil est dans une position assez voisine de la verticale pour que les erreurs ne soient point trop considérables.

L'instrument que nous venons de décrire est très-grossier et ne peut servir que pour des opérations qui demandent peu de précision.

103. — *Niveau d'eau.* — Le niveau d'eau (fig. 103) se compose d'un tuyau cylindrique, de

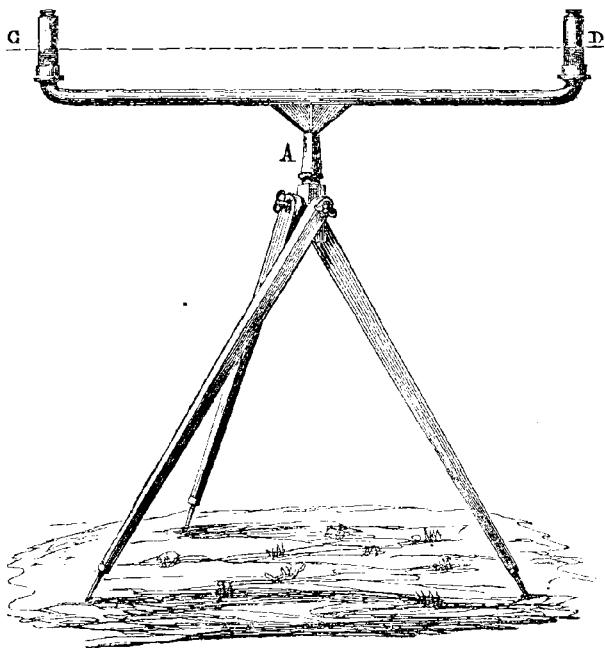


Fig. 103.

fer-blanc ou de cuivre, portant en son milieu une douille conique A, et recourbé à angle droit à ses extrémités, qui se terminent par deux fioles en verre, ouvertes aux deux bouts.

Pour se servir de ce niveau, on le remplit d'eau jusqu'à moitié ou aux deux tiers de la hauteur des fioles, et on l'établit sur un trépied. Le plan CD, déterminé par les surfaces supérieures des deux colonnes de liquide est alors horizontal, etsi les deux verres sont exactement cylindriques et d'égal diamètre, ce plan reste le même dans toutes les positions que prend le niveau quand on le fait tourner sur le trépied. En visant tangentiellement aux deux fioles, sur les points d'intersection de leurs parois avec la surface de l'eau, on obtient un rayon visuel horizontal.

104. — Plusieurs précautions doivent être prises quand on se sert de cet instrument. En premier lieu on doit avoir soin que le tube ne contienne que de l'eau ou qu'il n'y reste pas d'air, ce qu'on obtient facilement en tenant l'un des bouts du niveau plus haut que l'autre pendant qu'on le remplit et en lui imprimant en même temps quelques légères secousses. On applique le doigt sur la fiole la plus basse pendant cette opération, afin que l'eau n'en sorte pas.

La tige du trépied sur lequel on place le niveau doit se trouver dans une position à peu près verticale; pour qu'il en soit ainsi, il faut que quand on fait faire à l'instrument un tour entier sur son axe, la hauteur d'eau dans les fioles ne change pas sensiblement. On doit toujours s'assurer, avant de commencer à niveler, que le liquide ne peut pas, pendant tout ce mouvement, sortir de l'une des fioles ni cesser d'être apparent dans l'autre, afin de

ne pas s'exposer à devoir recommencer des opérations déjà faites.

Les intersections de la surface de l'eau avec les parois des fioles ne sont point des lignes bien nettes, parce que l'eau, en vertu de l'attraction moléculaire, se relève un peu contre le verre; elle forme un ongles dont l'épaisseur jette quelque incertitude sur la direction des rayons visuels.

Pour viser avec exactitude, on doit se placer à un ou deux mètres en arrière du niveau; alors les ongles paraissent comme des lignes noires bien tranchées, qui seraient tracées sur le verre même. Pour fixer plus exactement les points de visée, on garnit quelquefois les fioles d'*obscureurs*.



Fig. 104.

Ce sont des enveloppes cylindriques, échancrées latéralement, qui laissent voir les portions de la surface supérieure du liquide nécessaires pour diriger le rayon visuel (fig. 104); ces enveloppes sont noircies intérieurement et l'eau en reçoit un reflet noirâtre qui tranche mieux sur le verre. On peut obtenir un résultat analogue en mettant dans un niveau ordinaire de l'eau colorée.

Ajoutons que pour opérer avec justesse à l'aide du niveau d'eau, on ne doit point niveler à des distances plus fortes que 25 à 30 mètres. Lorsque l'on veut déplacer le niveau, on met un bouchon sur l'une des fioles.

Le niveau d'eau n'est point un instrument très-précis; cependant les résultats qu'il donne ont une exactitude suffisante pour les opérations relatives à l'irrigation et au drainage. Le plus grave inconvénient attaché à cet instrument, c'est que l'on ne peut point l'employer quand le vent est un peu fort, à cause

des oscillations qui se produisent alors à la surface de l'eau. Il peut aussi arriver que l'eau se congèle en hiver : on la remplace, dans ce cas, par de l'esprit-de-vin ou du genièvre.

103. — *Niveau à bulle d'air.* — Cet instrument se compose d'un tube de verre cylindrique légèrement arqué dans le sens de sa longueur, fermé à ses deux bouts et presque entièrement rempli d'un liquide très-mobile, capable aussi de conserver sa fluidité par les plus grands froids ; il reste dans le tube un petit espace occupé par une bulle d'air. La pièce que nous venons de décrire est renfermée dans une garniture en cuivre (fig. 103)



Fig. 103.

échancrée par-dessus et montée sur une règle inférieure *a b*, disposée de manière qu'elle soit horizontale lorsque la bulle d'air est au milieu du tube. Une échelle de division, gravée sur le verre ou sur le bord de la garniture, marque les points de repère entre lesquels la bulle d'air doit être amenée pour que la règle du niveau soit horizontale.

Afin de pouvoir au besoin rectifier cet instrument, on a fixé la garniture du tube sur la règle au moyen d'une charnière *c* et d'une vis *v*, avec laquelle on peut l'élever ou l'abaisser jusqu'à ce que le niveau soit réglé. La vérification s'opère, d'ailleurs, par le principe du retournement dont nous avons déjà parlé (101). On pose le niveau sur une règle bien dressée et l'on fait monter ou descendre l'une des extrémités de cette règle jusqu'à ce que la

bulle d'air soit parvenue à ses points de repère. On retourne ensuite le niveau, bout pour bout, et si la bulle ne reste pas dans la même position, on est averti par là que l'instrument est inexact. Pour le rectifier on tourne la vis de rappel v jusqu'à ce que la bulle se retrouve au milieu du tube; on compte le nombre de tours qu'il a fallu faire pour obtenir ce résultat; puis on fait en sens contraire moitié de ce nombre de tours. Le niveau est alors suffisamment exact; mais si l'on veut plus de précision, on recommence un certain nombre de fois l'opération que nous venons d'indiquer.

Le niveau à bulle d'air sert à obtenir un rayon visuel horizontal de la même manière que le niveau de maçon (102).

106. — *Niveau à bulle d'air et à lunette.* — Dans les opérations de nivellement qui demandent une grande précision, on substitue aux instruments plus ou moins imparfaits décrits plus haut, les niveaux à bulle d'air et à lunette. Il y en a plusieurs variétés; mais nous nous bornerons à en faire connaître un seul, connu sous le nom de *niveau cercle de Lenoir*. C'est parmi tous les niveaux à lunette l'un des plus simples et celui dont l'emploi est le plus facile pour les personnes peu habituées au maniement des instruments de précision.

Le niveau cercle de Lenoir est représenté fig. 106. Il se compose d'une lunette ab portant en son milieu deux pivots p et q , et vers ses extrémités deux colliers prismatiques c , d , exactement pareils. La lunette s'appuie par les faces inférieures des colliers sur un plateau circulaire gh , tandis que le pivot q entre à frottement doux dans une ouverture percée au centre de ce plateau. Celui-ci est fixé sur un pied en cuivre m , supporté par

trois branches *n*, *o*, *r*, dans chacune desquelles se ment une vis à caler. Au-dessus de la lunette est

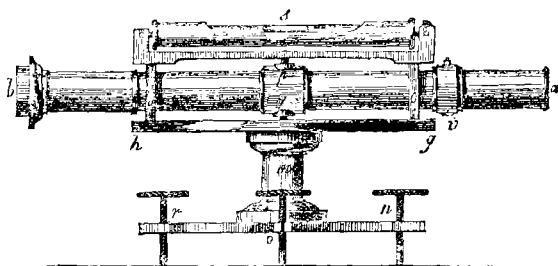


Fig. 106.

placé un niveau à bulle d'air ordinaire *s*, reposant sur les faces supérieures des colliers *c*, *d*, et maintenu par le pivot *p* qui pénètre dans un trou percé dans la règle ou le patin adapté à la garniture du niveau. La lunette est ordinairement composée de trois tubes de cuivre emboîtés les uns dans les autres. Celui qui est placé en *b*, du côté de l'objet que l'on examine avec la lunette, porte un assemblage de verres auquel on donne le nom d'*objectif*; à l'autre bout est un verre grossissant auquel le niveleur applique l'œil et qui s'appelle *oculaire*. Enfin le tube du milieu porte en *v* un anneau nommé *réticule* ou *porte-fils*, parce qu'il porte deux fils très-fins, tendus suivant deux diamètres perpendiculaires de cet anneau. Ordinairement l'un des fils est horizontal; leur point de croisement, nommé *centre du réticule*, sert de repère pour niveler.

L'image des objets que l'on regarde dans la lunette est renversée; en sorte que si un point exté-

rieur est vu au-dessous du centre du réticule, c'est un signe qu'il faut l'abaisser pour l'amener à se confondre avec ce dernier. Il faudrait au contraire qu'il fût élevé, s'il apparaissait au-dessus dans la lunette.

Le réticule avance et recule dans le tube qui le porte, afin qu'on puisse le placer exactement à l'endroit où se forme l'image des objets vers lesquels la lunette est dirigée. Le tube de l'oculaire est également mobile : chaque personne qui nivelle doit le faire sortir ou le rentrer jusqu'à ce qu'elle aperçoive très-distinctement et sans fatigue les fils du réticule.

Tout l'instrument est posé sur un trépied ; il y est fixé par le moyen d'un crochet à ressort qui entre dans un anneau placé au-dessous du pied *m*, ou bien par une vis qui pénètre dans l'intérieur du pied taraudé en forme d'écrou.

Il est nécessaire, quand on emploie le niveau à lunette, que l'image du point de mire soit exactement dans le plan du réticule, autrement le pointé serait fautif. Pour vérifier si cette condition est remplie, on vise un objet et l'on y marque le point auquel correspond le centre du réticule ; puis on porte l'œil à droite et à gauche, en haut et en bas, autant que le permet la grandeur du trou de l'oculaire. Si dans toutes les positions de l'œil le point de visée primitif reste en coïncidence avec le centre du réticule, celui-ci est bien placé ; si le contraire arrive, on avance ou recule le réticule jusqu'à ce que la condition dont nous venons de parler se réalise.

107. — Pour mettre l'instrument en état de servir, on règle d'abord le niveau à bulle d'air (105). Il faut ensuite centrer la lunette, c'est-

à-dire vérifier si le centre du réticule se trouve exactement dans l'axe de figure du tube. Pour cela on doit d'abord rendre horizontal le plateau sur lequel s'appuie la lunette, en posant le niveau à bulle d'air sur le plateau dans la direction de deux des vis du pied, et en agissant sur l'une de ces vis, ou sur les deux à la fois, jusqu'à ce que la bulle d'air soit au milieu du tube; puis en mettant le niveau dans une direction perpendiculaire à la première, on manœuvre la troisième vis de manière à amener de nouveau la bulle d'air au milieu du tube.

Cette opération achevée, on vise avec la lunette un objet très-éloigné, et l'on fait marquer exactement le point sur lequel se projette le centre du réticule. On retourne ensuite la lunette de manière qu'elle s'appuie sur les faces des colliers qui portaient d'abord le niveau à bulle d'air, et l'on vise de nouveau le même objet. Si la coïncidence subsiste, la lunette est centrée; sinon, on fait marquer le point sur lequel se projette en second lieu le croisement des fils, et l'on déplace le réticule jusqu'à ce que son centre corresponde au milieu de la distance entre les deux points observés. En répétant un certain nombre de fois cette épreuve, on arrive bientôt à un centrage parfait.

Après que ces rectifications sont opérées, l'instrument est en bon état. Lorsqu'on l'établit sur le terrain pour commencer une opération, ou chaque fois qu'on le déplace dans le cours de celle-ci, il est nécessaire, avant de s'en servir, de rendre le plateau horizontal. Pour cela on amène la lunette et le niveau qu'elle porte dans la direction de deux des vis du pied, et en agissant sur l'une des vis, ou sur les deux à la fois, on amène la bulle d'air au milieu du tube; on tourne ensuite la lunette de

manière à la mettre dans une situation perpendiculaire à la première, ou au-dessus de la troisième vis du pied : en manœuvrant cette vis, sans toucher aux deux autres, on amène encore la bulle d'air au milieu. En recommençant deux ou trois fois cette opération, la bulle finit par se maintenir entre ses repères dans les deux positions de la lunette. L'axe de celle-ci est alors une horizontale que l'on peut diriger dans tous les sens pour donner des coups de niveau.

L'exactitude du niveau cercle de Lenoir dépend entièrement de sa bonne construction, car le niveleur ne possède aucun moyen de rendre l'axe de la lunette parallèle avec le plateau, si cette condition n'était pas remplie. Il faut pour que le parallélisme existe, que les colliers *c* et *d* aient rigoureusement la même hauteur, ce qui exige que la bulle d'air du niveau conserve sa position au milieu du tube, soit qu'on pose celui-ci directement sur le plateau, soit qu'on le mette sur les colliers. Si cette condition n'est pas remplie, l'instrument devra être réparé.

La distance à laquelle on peut viser avec cet instrument est considérable; il ne convient pas cependant d'aller au delà de 100 à 150 mètres. Afin de corriger les erreurs qui pourraient provenir d'un vice de construction, il faut toujours se placer autant que possible à égale distance des points à niveler.

Lorsque, dans le cours d'une opération, la bulle d'air s'écarte un peu de ses repères par suite du changement de direction de la lunette, on peut l'y ramener en tournant celle des vis à caler qui s'en rapproche le plus, sans que l'on ait à craindre de changer d'une quantité appréciable la hauteur du plateau ou celle du rayon visuel.

108. — *De la mire.* — Il y a des mires de différentes sortes ; mais comme elles sont toutes construites sur le même principe, nous nous bornerons à décrire la mire ordinaire. Cet instrument se compose de deux parties distinctes et indépendantes : un *voyant* et une *règle*.

Le voyant est une planche mince ou une plaque de métal de forme rectangulaire (fig. 107), dont

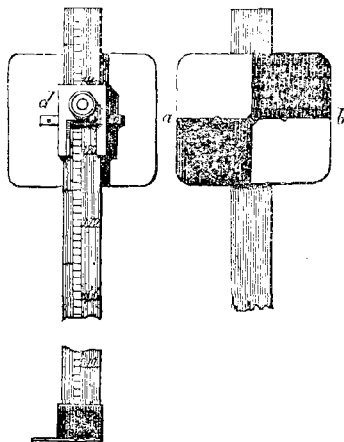


Fig. 107.

la face qui doit être tournée vers le niveleur est divisée en quatre parties égales peintes de couleurs différentes : deux carreaux situés sur une même diagonale sont blancs, les deux autres sont rouges ou noirs ; la ligne moyenne *ab* est appelée ligne de foi. Sur le derrière du voyant est fixée une douille *d* dans laquelle passe la règle qui forme le corps de la mire. Au moyen de cette pièce, le

voyant peut être monté ou descendu à volonté, et une vis de pression permet de le fixer à une hauteur quelconque.

Le corps de la mire est une forte règle en bois de deux mètres de hauteur, divisée en centimètres à partir du pied. Cette graduation permet de compter de combien la ligne de foi du voyant est élevée au-dessus du point sur lequel la mire est placée. Lorsqu'on veut obtenir cette hauteur avec exactitude, on se sert d'une petite échelle fixée à la douille du voyant et divisée en millimètres. Le zéro de cette échelle correspond à la ligne de foi, en sorte qu'on peut compter le nombre de millimètres qui existe entre celle-ci et la dernière division centésimale de la règle, et on l'ajoute au nombre de centimètres déjà trouvé.

Afin de pouvoir faire servir la mire à la mesure des côtes qui dépassent deux mètres, on compose quelquefois la règle de deux parties qui glissent l'une sur l'autre; souvent aussi le pied de la règle est muni inférieurement d'une semelle en fer qui l'empêche de s'enfoncer dans le sol.

Détails pratiques sur l'emploi des instruments qui servent à niveler.

109. — Lorsqu'on a choisi la position d'où l'on veut commencer à donner les coups de niveau, on y établit le trépied, en enfonçant dans le sol les pointes en fer qui garnissent les extrémités des pieds et en écartant plus ou moins les branches de manière que la tige ou la table destinée à recevoir le niveau soit respectivement dans une direction à peu près verticale ou horizontale; ou

serre ensuite les vis des branches du trépied et l'on met le niveau en place, en prenant toutes les précautions que nous avons indiquées, ou en réglant au besoin l'instrument.

La mire est tenue dans l'opération du nivellement par un ouvrier nommé *porte-mire*. Il se place en face du niveleur, les yeux fixés sur lui pour saisir ses signaux, et la main sur la vis du voyant. La mire doit toujours être placée d'aplomb ou aussi verticalement que possible : le niveleur s'aperçoit aisément si elle ne penche ni à droite ni à gauche, tandis que le porte-mire peut, de son côté, s'assurer qu'elle n'incline ni en avant ni en arrière.

Pour faire baisser ou hausser le voyant de la mire, le niveleur abaisse ou élève la main à plusieurs reprises, d'un geste d'autant plus prononcé et plus rapide, que le voyant est plus éloigné du rayon de visée. A mesure qu'il s'en rapproche, le niveleur diminue l'amplitude de ses mouvements, et le porte-mire, de son côté, ne déplace le voyant qu'avec précaution, de manière à ne point dépasser le but quand il y arrive. Lorsque la ligne de foi du voyant se trouve exactement à la hauteur du rayon de visée, le niveleur fait un mouvement horizontal de la main, et alors le porte-mire arrête le voyant en serrant la vis. Il laisse d'ailleurs la mire en place jusqu'à ce que le niveleur ait vérifié la cote, et ait averti son aide par un dernier signe que le voyant est bien placé. On lit enfin la distance du centre du voyant au pied de la mire et l'on en prend note.

CHAPITRE III.

De la manière d'exécuter l'opération du nivellement.

Opération élémentaire.

110. — L'opération élémentaire du nivellement consiste à mesurer au moyen de la mire la distance verticale qu'il y a entre un point de la surface du sol et le plan horizontal déterminé par l'ensemble des rayons visuels que fournit le niveau.

Pour cela on procède de la manière suivante : le niveau étant installé convenablement au point *a* (fig. 108), le niveleur le fait pirouetter sur son

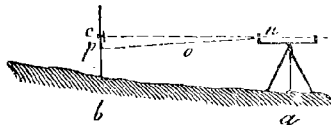


Fig. 108.

axe, jusqu'à ce que son rayon visuel rencontre la mire, posée d'aplomb au point *b*, dont on veut connaître la hauteur. Le porte-mire, guidé par les signes que lui fait le niveleur, monte ou descend le voyant jusqu'à ce que la ligne de foi corresponde exactement au rayon visuel : il le fixe dans cette position ; après quoi il compte la distance de la

ligne de foi au pied de la mire. Cette distance bc est la *côte* du point b relativement à l'horizontale nc .

C'est là ce qu'on appelle *donner un coup de niveau* sur un point; la cote obtenue est aussi quelquefois désignée sous le nom de *coup de niveau*.

Erreurs qui affectent le nivellement.

111. — La ligne horizontale nc , que l'instrument fournit dans l'opération que nous venons de décrire, n'est point rigoureusement une ligne de niveau. On sait, en effet (99), que la ligne de niveau véritable passant par le point n affecte à peu près la forme d'une circonférence de cercle; ce serait donc une courbe *nop* inférieure à la ligne du niveau apparent nc ; d'où résulte une erreur qui affecte les résultats donnés par les instruments qui servent à niveler.

Une seconde cause d'erreur provient de la *réfraction*. Les rayons lumineux qui partent de la mire pour arriver à l'œil du niveleur ne vont point en ligne droite; ils décrivent généralement une courbe qui tourne sa concavité vers la terre. La réfraction que subit la lumière a pour effet de faire voir au niveleur les objets plus hauts qu'ils ne le sont réellement, et l'erreur qui en résulte compense en partie celle qui provient de la différence entre le niveau vrai et le niveau apparent.

Les deux erreurs dont nous venons de parler sont très-faibles lorsque les coups de niveau n'ont point une grande portée : celle qui provient de la différence entre le niveau vrai et le niveau apparent n'est que de sept dixièmes de millimètre à 100 mètres de distance; l'autre n'est moyennement

que les seize centièmes de la première. Elles se compensent, du reste, en partie; en sorte qu'il est permis d'en faire abstraction lorsqu'on ne doit opérer que sur de faibles étendues de terrain, comme cela arrive dans le drainage et l'irrigation. On peut d'ailleurs les annuler en ayant soin de placer le niveau à peu près à égale distance des points à niveler, ce que l'on obtient facilement à la simple vue.

Du nivellement simple.

112. — On donne le nom de *nivellement simple* à l'opération par laquelle on détermine la différence de hauteur entre deux ou plusieurs points, sans changer le niveau de place, ou en ne faisant qu'une seule *station*.

Soit a et b , deux points de la surface du sol (fig. 109), dont la distance ne dépasse pas la por-

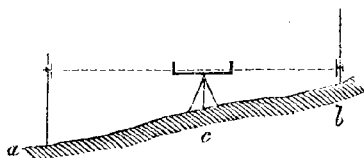


Fig. 109.

tée du niveau dont on dispose, et dont on veut connaître les hauteurs relatives. On établit le niveau en un point intermédiaire c , à peu près à égale distance de a et de b ; la mire étant placée en a , on donne un coup de niveau sur ce point et l'on note la cote obtenue, que nous supposerons égale à 1^m59 . Le porte-mire va se placer ensuite

en *b*, et le niveleur, sans changer son instrument de place, donne un coup de niveau sur *b* : supposons qu'il fournisse pour cote 0^m55 ; la différence entre 1^m59 et 0^m55 , c'est-à-dire 1^m24 , indique de combien le point *a* est plus bas que le point *b*, ou, réciproquement, de combien celui-ci est plus élevé que *a*.

Le point le plus bas est toujours celui dont la cote est la plus forte. Dans le cas qui nous occupe, on dit que le point *a* est en *contre-bas* du point *b* et que ce dernier est en *contre-haut* de *a*.

Si au lieu de deux points, on avait à en niveler plusieurs, placés de manière à être vus aisément d'une même station, on opérerait pour chacun d'eux comme nous venons de le dire et l'on comparerait entre elles les diverses cotes obtenues.

Du nivellement composé.

113. — Le nivellement est dit *composé* lorsque les hauteurs relatives que l'on cherche ne peuvent être obtenues qu'en plaçant le niveau dans deux ou plusieurs situations différentes, ou en faisant deux ou plusieurs stations. Le nivellement composé est formé d'une série de nivellements simples rattachés les uns aux autres.

Soit deux points *a* et *b* (fig. 110) très-éloignés

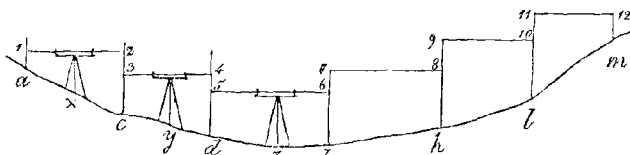


Fig. 110.

l'un de l'autre et dont on veut connaître la différence de hauteur. On placera d'abord le niveau à une distance convenable de a , et l'on donnera sur ce point un coup de niveau, qui fournira pour côte la longueur $a1$; on fera transporter ensuite la mire en un point c , placé, autant que possible, dans la direction ab et distant du niveau d'environ la même quantité que a ; on donnera un coup de niveau sur c sans changer le niveau de place et l'on obtiendra pour côte $c2$. Après cela, le porte-mire restant en c , on déplacera le niveau et on le transportera en y ; on donnera un second coup de niveau sur c , fournissant la côte $c3$ et un autre sur le point d , donnant la côte $d4$. En faisant une nouvelle station en z , on obtiendra de la même manière la côte $d5$ pour le point d et la côte $b6$ pour le point extrême b .

Dans cette opération, on appelle *coups d'avant*, les coups de niveau que l'on donne dans la direction suivant laquelle on chemine ; on appelle *coups d'arrière*, ceux que l'on donne en sens inverse de cette même direction. On distingue de même les côtes obtenues dans le nivellement en *côtes d'avant* et en *côtes d'arrière*. Chacun des points intermédiaires c, d, \dots reçoit donc alternativement un coup d'avant et un coup d'arrière ; le premier point a ne reçoit qu'un coup d'arrière et le dernier b , qu'un coup d'avant. Dans l'exemple que nous avons choisi, $c2, d4$ et $b6$ sont les côtes d'avant ; $a1, c3$ et $d5$ sont celles d'arrière. Il est facile, au moyen de toutes ces côtes, de calculer la différence de hauteur des deux points extrêmes a et b . En effet, on sait d'abord que c est en contre-bas de a d'une quantité égale à la différence entre $c2$ et $a1$, que nous désignerons par A ; d'un autre côté, le point d

est en contre-bas de c d'une quantité égale à la différence B entre $d4$ et $c5$; donc la somme de A et de B ou $A \dagger B$ exprimera de combien le point d est plus bas que le point a . Enfin le point b étant en contre-bas de d de la différence C entre $b6$ et $d5$, il suffira d'ajouter C à la somme $A \dagger B$ pour obtenir la différence de niveau totale entre a et b : ce sera $A \dagger B \dagger C$.

Supposons, pour fixer les idées, $a1 = 0^m75$, $c2 = 1^m43$, $c5 = 0^m52$, $d4 = 1^m05$, $d5 = 0^m60$ et $b6 = 0^m98$; on trouvera alors :

$$A = 1^m43 - 0^m75 = 0^m68, \quad B = 1^m05 - 0^m52 = 0^m73, \quad C = 0^m98 - 0^m60 = 0^m58.$$

Et par conséquent la différence de niveau entre a et b sera :

$$A \dagger B \dagger C = 0^m68 \dagger 0^m73 \dagger 0^m58 = 1^m79.$$

114. — Il existe un moyen plus simple d'arriver à ce résultat : il consiste à faire la somme de toutes les côtes d'avant, ainsi que celle des côtes d'arrière, et à retrancher la plus faible de ces deux sommes de la plus forte. Ainsi, dans le cas qui nous occupe, la somme des côtes d'avant est $1^m43 \dagger 1^m05 \dagger 0^m98 = 5^m46$; celle des côtes d'arrière est $0^m75 \dagger 0^m52 \dagger 0^m60 = 1^m67$, et leur différence $5^m46 - 1^m67 = 1^m79$, résultat auquel nous étions arrivés plus haut.

Quand la somme des coups d'avant est plus forte que celle des coups d'arrière, c'est un signe que le point b est au-dessous de a ; si le contraire a lieu, le point b est en contre-haut du point a ; enfin, si les deux sommes sont égales, les deux points a et b sont de niveau.

Le mode de calcul qui précède peut servir à trouver la relation de hauteur entre deux points quelconques de la série, aussi bien que celle des

points extrêmes. Si l'on veut savoir, par exemple, de combien le point *d* est en contre-bas du point *a*, on fera la somme $1^m43 + 1^m05 = 2^m48$ des côtes d'avant obtenues entre ces deux points, et la somme $0^m75 + 0^m52 = 1^m07$ des côtes d'arrière. La différence $2^m48 - 1^m07 = 1^m41$ donnera la quantité cherchée.

115. — La méthode que nous venons d'indiquer remplit le but du nivellement; mais elle n'est expéditive que dans le cas où l'on a besoin de connaître les hauteurs relatives de deux points seulement. Lorsque chacun des points de la série doit pouvoir être comparé à tous les autres, le nombre des additions et des soustractions à faire devient très-considérable. Dans ce cas, on simplifie considérablement les recherches en rapportant tous les points nivelés à un seul et même plan horizontal, dit *plan général de comparaison*, que l'on substitue aux lignes horizontales 12, 54, 56, données successivement par le niveau dans le cours des opérations.

On prend ordinairement le plan de comparaison au-dessus du terrain et on le suppose placé à une hauteur assez forte pour que tous les points sur lesquels on a opéré dans le nivellement se trouvent d'un même côté de ce plan.

Soit le profil *acdbhlm* (fig. 110) qu'il s'agit de rapporter à un plan général de comparaison. Supposons qu'indépendamment des côtes dont nous avons assigné la valeur au n° 115, on ait encore obtenu par trois nouvelles stations :

$b7 = 1^m62$, $h8 = 0^m15$, $h9 = 1^m90$, $l10 = 0^m52$, $l11 = 1^m70$, $m12 = 0^m45$.

Après avoir reconnu, soit à l'œil, soit au moyen du calcul, que le point *m* n'est pas à trois mètres en

contre-haut de a , on suppose que le plan général de comparaison passe à 3^m00 au-dessus de ce dernier point; la côte de a sera 3^m00 et se nomme *côte d'emprunt*. Pour obtenir la côte du point c , on ajoute à 3^m00 la côte d'avant de ce point, c'est-à-dire 1^m43, et l'on retranche de la somme obtenue le coup d'arrière sur a ou 0^m73. On trouve ainsi pour côte de c relativement au plan de comparaison :

$$3^m00 + 1^m43 - 0^m73 = 3^m68.$$

La côte de d se déduit de celle de c de la même manière : on ajoute à la dernière le coup d'avant sur d ou 1^m03 et on retranche le coup d'arrière sur c ou 0^m32; on trouve donc

$$\text{côte du point } d = 3^m68 + 1^m03 - 0^m32 = 4^m41.$$

En continuant la même opération, on obtient successivement :

$$\text{Côte du point } b = 4^m41 + 0^m98 - 0^m60 = 4^m79,$$

$$\text{Côte du point } h = 4^m79 + 0^m13 - 1^m62 = 3^m32,$$

$$\text{Côte du point } l = 3^m32 + 0^m32 - 1^m90 = 1^m74,$$

$$\text{Côte du point } m = 1^m74 + 0^m43 - 1^m70 = 0^m47.$$

Donc, règle générale, pour former la côte d'un point quelconque, retranchez de celle du point précédent le coup d'arrière de ce dernier point et ajoutez au reste le coup d'avant du premier.

On voit immédiatement l'avantage que présente le plan général de comparaison : il procure une série de côtes dont la simple lecture fait savoir si tel point est plus haut ou plus bas que tel autre et de quelle quantité; tandis que pour arriver au même résultat par le procédé du n^o 114, il faudrait de très-longs calculs. Veut-on connaître, par exemple, la différence de niveau des points a et b , on n'a

qu'à prendre la différence de leurs côtes et l'on trouve :

$$4,79 - 3,00 = 1,79.$$

Vent-on savoir de combien le point *d* est en contre-bas de *a*, on obtient immédiatement :

$$4,41 - 3,00 = 1,41 ;$$

résultats identiques à ceux auxquels nous sommes arrivés au n° 114.

116. — Lorsqu'on rapporte à un même plan de comparaison un certain nombre de points, il est bon de vérifier, après, que l'on n'a pas commis d'erreurs dans les calculs.

On fait à cet effet la preuve suivante : on ajoute ensemble tous les coups d'arrière, ainsi que tous ceux d'avant ; on prend la différence des deux sommes, et si les calculs que l'on a faits sont exacts, celle-ci doit se retrouver égale à la différence entre les côtes des deux points extrêmes du nivellement.

Dans l'exemple que nous avons choisi, la somme des coups d'avant est :

$$1,45 + 1,05 + 0,98 + 0,15 + 0,52 + 0,45 = 4,56 ;$$

et celle des coups d'arrière :

$$0,75 + 0,52 + 0,60 + 1,62 + 1,90 + 1,70 = 6,89.$$

Leur différence est

$$689 - 4,56 = 2^m 55.$$

Or, la différence entre la côte du point *a* et celle du point *m* est

$$3,00 - 0,47 = 2^m 55,$$

comme la précédente ; ce qui prouve que nous n'avons pas commis d'erreur dans les additions et

les soustractions successives que nous avons faites au numéro précédent.

Les considérations ci-dessus s'appliquent à des points distribués d'une manière quelconque à la surface du sol.

117. — Dans l'opération du nivellement composé, on est conduit à annoter sur le terrain un nombre de côtes d'autant plus considérable que les points nivelés sont eux-mêmes plus nombreux, et il importe de les classer de façon qu'il ne puisse y avoir confusion entre les hauteurs qui se rapportent aux différents points.

On recommande généralement, pour atteindre ce but, l'emploi d'un tableau disposé de la manière suivante :

POINTS nivelés.	CÔTES d'avant.	CÔTES d'arrière.	DIFFÉRENCES positives.	DIFFÉRENCES négatives.	CÔTES DÉFINITIVES de comparaison.
a	"	0.75	}	0.68	5.00
c	1.45	0.52		"	0.75
d	1.05	0.60	}	0.38	4.41
b	0.98	1.62			"
h	0.15	1.90	}	1.58	3.52
l	0.52	1.70			"
m	0.45	"	}	1.27	0.47
					"

En supposant qu'on veuille l'appliquer à l'opération de nivellement qui a fait l'objet des §§ 113,

114 et 115, on inscrira dans la première colonne les différents points *a, c, d... m*, sur lesquels des coups de niveau ont été donnés; les côtes d'avant se placeront dans la seconde et les côtes d'arrière dans la troisième, en face des points auxquels elles se rapportent. Les quatrième et cinquième colonnes, intitulées respectivement *différences positives* et *différences négatives*, sont destinées à recevoir la différence des côtes de deux points observés de la même station. En admettant que cette différence s'obtienne en retranchant la côte d'avant d'un point de la côte d'arrière de celui qui le précède immédiatement, elle sera positive si le premier point est plus élevé que le second, et négative dans le cas contraire.

Enfin, une dernière colonne sert à contenir les côtes définitives rapportées au plan général de comparaison. La côte d'emprunt pour le point *a* est de 3 mètres; les autres côtes s'obtiendront pour chaque point en ajoutant à la côte de celui qui précède les différences négatives, ou en retranchant les différences positives. On voit en effet qu'en exécutant pour le tableau ci-dessus ces diverses opérations, on retrouve les côtes définitives obtenues déjà au n° 115.

Tel est le procédé généralement suivi dans les grands travaux de nivellement; mais nous croyons que pour les circonstances les plus ordinaires, point n'est besoin de tant de précautions. On peut, sans aucun danger, se dispenser de recourir à l'emploi du tableau ci-dessus, et se contenter d'écrire les côtes recueillies sur le terrain à la suite les unes des autres, pourvu que l'on ait soin de séparer par une barre celles qui ont été prises de stations différentes. Le carnet à tenir pour l'opéra-

tion du § 115 peut donc être disposé tout simplement comme ci-dessous :

$a - 0.75$	$d - 0.60$	$h - 1.90$
$c - 1.45$	$b - 0.98$	$l - 0.52$
—	—	—
$c - 0.52$	$b - 1.62$	$l - 1.70$
$d - 1.05$	$h - 0.15$	$m - 0.45$
—	—	—

et le calcul des côtes de comparaison se fait alors par la règle générale formulée au § 115.

118. — Il est quelquefois utile de pouvoir rendre sensibles à l'œil les inégalités que le terrain présente. On y arrive très-facilement quand, outre les hauteurs relatives des divers points du sol, on connaît les distances horizontales qui séparent ces points. Il suffit alors de tracer sur le papier une ligne indéfinie que l'on considère comme la ligne générale de comparaison; d'y porter à la suite les unes des autres les distances des points nivelés; de mener à l'extrémité de chaque distance et vers le bas des perpendiculaires à la ligne de base; enfin, de marquer sur chaque perpendiculaire la longueur de la côte du point auquel elle correspond. Les extrémités de ces perpendiculaires sont ensuite réunies deux à deux par des lignes droites et l'on obtient un *profil* qui montre immédiatement à l'œil toutes les irrégularités du terrain. Afin de rendre celles-ci plus sensibles, on adopte ordinairement pour rapporter les côtes de hauteur une échelle dix fois plus forte que celle qui sert pour les distances horizontales.

Cependant, il est assez rare que l'on ait besoin,

pour les opérations les plus usuelles, de construire de semblables profils. On peut presque toujours se contenter, après avoir rapporté le nivellement, d'inscrire sur le plan du terrain la côte de chaque point à l'endroit où elle a été prise. On obtient ainsi ce qu'on appelle un *plan côté*.

Les côtes de nivellement se mettent entre parenthèses, afin qu'elles ne soient pas confondues avec les autres indications que portent les plans; on peut aussi les marquer à l'encre rouge.

Difficultés que l'on rencontre en nivelant.

119. — Lorsqu'on nivelle dans la campagne, on est quelquefois gêné par des taillis ou des bois de haute futaie : on doit alors contourner ces obstacles ou bien y donner des coups de niveau d'une faible portée. La rencontre d'une haie ne cause point ordinairement d'embarras, parce qu'il est facile d'y trouver ou d'y faire un passage pour le rayon de visée.

Les murs de clôture sont moins faciles à franchir, surtout quand il n'y existe point de porte. On prend alors la hauteur de la crête du mur avec un fil à plomb, en se servant d'une règle bien droite que l'on maintient dans une position horizontale sur le dessus du mur. On mesure les distances verticales de la face supérieure ou inférieure de la règle aux points du terrain situés en dessous de part et d'autre du mur, et ces distances remplacent les coups de niveau que la présence de ce dernier empêche de donner.

CHAPITRE IV.

Solution de quelques problèmes relatifs au niveau ent.

120. — Les principes que nous avons exposés aux chapitres précédents fournissent le moyen de résoudre toutes les questions qui ont rapport au nivellement. Cependant celui-ci trouve quelques applications particulières qui pourraient embarrasser les personnes qui ne se servent pas habituellement du niveau et de la mire ; c'est pourquoi nous avons rassemblé ci-dessous les problèmes principaux que l'on peut avoir à résoudre dans la pratique.

121. — *Premier problème.* — Trouver sur le terrain deux ou plusieurs points situés à la même hauteur ; en d'autres termes, tracer sur le terrain une ligne dont tous les points soient de niveau entre eux.

Après avoir installé le niveau à portée du point par lequel on veut faire passer cette ligne, on donne sur celui-ci un coup de niveau et l'on fixe le voyant à la hauteur du rayon de visée. Le portemire se transporte ensuite en différents points du terrain, sans toucher au voyant, et le niveleur dirige chaque fois un rayon visuel vers lui. Si le voyant est vu trop haut ou trop bas, on fait signe au portemire de descendre ou de monter sur le terrain, jusqu'à ce qu'il ait trouvé, par tâtonnements, une position dans laquelle le centre du

voyant correspond au rayon visuel du niveleur. Le point qui se trouve au pied de la mire est alors à la même hauteur que le premier.

On peut déterminer de cette manière plusieurs points de niveau entre eux ; mais si la ligne horizontale que l'on veut marquer sur le terrain est très-étendue, ou si celui-ci est fort accidenté, on éprouvera tôt ou tard le besoin de changer le niveau de place. Dans ce cas, le porte-mire reste au dernier point déterminé, et quand on a établi le niveau dans la nouvelle station, on vise ce point et l'on fait hausser ou baisser le voyant sur la règle de la mire jusqu'à ce que la ligne de foi se retrouve dans le nouveau rayon visuel. On cherche alors d'autres points de la ligne de niveau en faisant promener le porte-mire comme la première fois ; on ne touche point au voyant aussi longtemps que l'on n'est pas dans la nécessité de changer de station.

122. — *Deuxième problème.* — Un point étant donné sur le terrain, en trouver un second qui soit à une hauteur déterminée au-dessus ou au-dessous du premier.

On établit le niveau à portée du point donné et l'on en détermine la côte ; puis on hausse ou on baisse le voyant de la quantité dont le point cherché doit être en contre-bas ou en contre-haut du premier, et l'on détermine ensuite par tâtonnements l'endroit du terrain pour lequel la ligne de foi du voyant correspond au rayon visuel du niveleur.

Pour faire mieux comprendre cette opération, supposons qu'on veuille trouver un point placé à 0^m55 plus bas qu'un autre, dont la côte mesure 1^m64. On haussera le voyant de la mire de 0^m55, c'est-à-dire qu'on le placera à la hauteur de 1^m99 et

sans bouger le niveau on cherchera le point du terrain qui possède cette même côte.

Pour déterminer un point situé à 0^m50 au-dessus du premier, dont la côte reste égale à 1^m64 , on abaissera le voyant de 0^m50 et l'on cherchera le point du terrain qui a pour côte $1^m64 - 0^m50$, c'est-à-dire 1^m14 .

Si le point que l'on cherche devait se trouver à une grande distance du point donné, on mènerait préalablement par celui-ci une ligne horizontale, ou bien on diviserait la différence de niveau qui doit exister entre les deux points en plusieurs parties, pour chacune desquelles on ferait une opération distincte.

123. — *Troisième problème.* — Trouver le point le plus haut ou le plus bas d'une ligne donnée.

On fait poser la mire sur divers points de cette ligne, en dirigeant chaque fois le niveau vers elle. Tant que le niveleur s'aperçoit que le voyant doit être abaissé pour arriver au rayon visuel, c'est un signe que la ligne monte; si au contraire le voyant, dans les positions successives de la mire, doit constamment être haussé, c'est un signe que la ligne descend. Le point pour lequel le mouvement descendant ou le mouvement ascendant que l'on doit imprimer au voyant s'arrêtera, sera le plus haut ou le plus bas de la ligne suivant laquelle chemine le porte-mire.

Il peut y avoir sur une même direction plusieurs points culminants; si l'on veut savoir quel est entre tous le plus haut ou le plus bas, il faut en comparer les hauteurs par un nivellement proprement dit.

124. — *Quatrième problème.* — Trouver le

point le plus haut ou le plus bas d'une surface.

Dans une suite d'alignements sensiblement parallèles et suffisamment rapprochés, on cherche par la méthode que nous venons d'indiquer le point le plus haut ou le plus bas; on réunit par une ligne les points déterminés de la sorte; puis on cherche sur cette ligne le point le plus haut ou le plus bas. Ce sera le point demandé.

125. — *Cinquième problème.* — Tracer sur le terrain une ligne qui présente en toutes ses parties une pente de 0^m003 par mètre.

Ce problème revient à déterminer une série de points dont on connaît la différence de hauteur. On donne d'abord un coup de niveau sur le point par lequel la ligne en question doit passer et on en marque la cote; on fixe en ce point l'extrémité d'une chaîne ou d'une corde, longue de 10 mètres par exemple : on calcule la pente totale pour cette longueur, qui est ici de 3 centimètres; on hausse le voyant de cette quantité, et le porte-mire tenant en main l'autre bout de la chaîne ou de la corde, chemine sur le terrain en restant toujours à la même distance du premier point, jusqu'à ce qu'il ait trouvé une position pour laquelle le voyant soit revenu à la hauteur du rayon visuel. Cette position est un point de la ligne cherchée, et l'on en déterminera successivement d'autres par le même procédé.

126. — *Sixième problème.* — On doit creuser dans un terrain irrégulier une tranchée profonde de 1^m03 à l'extrémité inférieure et dont le fond doit présenter une pente uniforme de 0^m004 par mètre : calculer la profondeur qu'aura cette tranchée en différents points.

Ayant fixé par des jalons la direction de la tranchée, on fait le long de celle-ci un nivellement ordinaire, et l'on rapporte au besoin les différentes côtes à un même plan de comparaison; on mesure en outre la distance horizontale entre tous les points sur lesquels on a donné les coups de niveau; après quoi l'on possède tous les éléments nécessaires à la solution du problème.

Supposons que le profil du terrain nivelé soit $abcd$ (fig. 411) et que l'on ait trouvé :

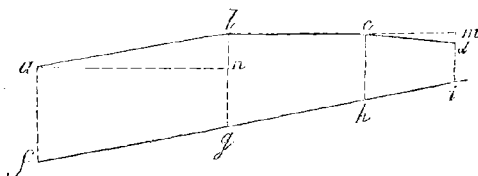


Fig. 411.

Côte de $a = 2^m28$	distance de a à $b = 32^m$
Côte de $b = 1^m74$	distance de b à $c = 54^m$
Côte de $c = 1^m74$	distance de c à $d = 13^m$
Côte de $d = 1^m96$	

Le fond $fghi$ de la tranchée ayant 4 millimètres de pente par mètre, le point g sera au-dessus du point f de 52 fois 4 millimètres ou de 0^m208 ; le point h sera plus élevé que g de 34 fois 4 millimètres ou 0^m136 ; le point i sera plus haut que h de 13 fois 4 millimètres ou de 0^m060 . Cela posé, si le terrain était de niveau entre a et b , comme an , la profondeur ng de la rigole serait évidemment égale à af diminué de 0^m208 , c'est-à-dire à

$$1^m03 - 0^m208 = 0^m842;$$

mais comme le point b est plus élevé que a de la

quantité nb ou $2^m23 - 1^m74 = 0^m31$, la profondeur en b se trouvera augmentée d'autant et sera par conséquent égale à

$$ng + nb = 0^m842 + 0^m31 = 1^m332.$$

Les points b et c , ayant la même côte 1^m74 , sont de niveau; en sorte que la profondeur ch s'obtiendra en retranchant simplement de bg la pente totale du fond de la tranchée depuis g jusqu'en h , ou 0^m156 ; on trouvera donc :

$$ch = 1^m332 - 0^m156 = 1^m216.$$

Si le terrain de c en d était de niveau, comme cm , la profondeur mi serait $1^m216 - 0^m060 = 1^m136$; mais le point d ayant une côte plus forte que c , est en contre-bas de ce dernier de la quantité md , et l'on voit par la figure que la profondeur di est égale à mi diminuée de md qui vaut $1^m96 - 1^m74 = 0^m22$. On trouvera donc :

$$di = 1^m136 - 0^m22 = 0^m936.$$

Ce dernier problème trouve de fréquentes applications dans les travaux de drainage.

TROISIÈME PARTIE.

DU DESSIN PLANIMÉTRIQUE, DE LA COPIE ET DE LA
RÉDUCTION DES PLANS.

CHAPITRE PREMIER.

**Du trait, de la représentation des différents objets,
des traits de force, du lavis.**

Du trait.

127. — Dans la seconde partie de ce livre, nous avons fait connaître, à propos du levé des plans, comment on peut reproduire sur le papier les diverses opérations d'arpentage exécutées sur le terrain ; nous allons compléter ce sujet par quelques indications relatives à l'exécution matérielle des plans.

128. — Le rapport d'un plan se fait habituellement sur le papier à dessin, qui est beaucoup plus épais et plus solide que celui dont on se sert pour écrire.

Toutes les lignes de construction se tracent d'abord au crayon. Celui-ci doit être assez tendre pour que les traces qu'il laisse sur le papier puissent être facilement enlevées au moyen de gomme élastique, et assez dur pour qu'il ne faille pas le tailler trop souvent. Afin que le crayon casse rarement et qu'il donne des lignes très-fines, on le taille en lan-

gue de chat, ou, mieux encore, on effile et on arrondit la pointe sur une petite lime.

Après que le plan est entièrement tracé au crayon, on repasse, avec un tire-ligne (fig. 112) contenant de l'encre de Chine, tous les traits qui doivent demeurer apparents. L'encre de Chine se trouve en bâtons dans le commerce. Pour la délayer, on frotte le bâton sur le fond d'un godet en porcelaine contenant quelques gouttes d'eau, jusqu'à ce que le liquide ait acquis une teinte suffisamment foncée; ce dont on s'assure en faisant quelques traits d'essai sur un morceau de papier.

On introduit l'encre entre les lèvres du tire-ligne après avoir desserré quelque peu la vis qui sert à en régler l'écartement; on les rapproche ensuite, et l'on essaye l'instrument en tournant la vis dans un sens ou dans l'autre jusqu'à ce que les traits atteignent la grosseur ou la finesse qu'on désire leur donner.

Pour bien tracer les lignes, il faut tenir le tire-ligne presque verticalement et l'appuyer contre l'arête supérieure de la règle, de l'équerre ou du pistolet. Lorsque l'encre devient trop épaisse ou sèche dans le tire-ligne, celui-ci ne marque plus : il faut alors la renouveler.

On doit s'exercer à faire des traits aussi purs et aussi déliés que possible.

Après avoir mis à l'encre toutes les lignes qui sont nécessaires à l'intelligence du plan, on efface celles qui n'ont servi qu'à construire le dessin.



(Fig. 112.)

Représentation des différents objets qui entrent dans la composition d'un plan.

129. — Les plans topographiques doivent exprimer aussi fidèlement que possible toutes les particularités que le terrain présente : il convient d'y marquer les accidents de terrain, les montagnes, les cours d'eau, les routes, les plantations, les bâtiments, les ponts, etc. ; ce à quoi l'on arrive au moyen de signes conventionnels qu'il importe de connaître.

Notre intention n'est pas de fournir ici le moyen de représenter les nombreux objets qui peuvent figurer sur les plans ou sur les cartes ; il suffira, pour le but que nous nous proposons, d'indiquer les signes dont on fait le plus fréquemment usage.

130. — Le procédé employé pour exprimer le relief du sol, c'est-à-dire pour représenter les montagnes, les collines ou les monticules, consiste à supposer le terrain coupé par une série de plans horizontaux équidistants. On obtient ainsi une suite de *courbes de niveau* (§ 121) que l'on passe à l'encre par un trait fin, continu et de largeur uniforme (fig. 113).

Les courbes horizontales suffisent pour exprimer le relief du terrain dans les plans dressés à une échelle supérieure à un dix-millième. Lorsque l'échelle est plus petite que celle que nous venons d'indiquer, on se dispense de tracer les lignes de niveau à l'encre, mais on intercale entre elles des hachures dirigées normalement à ces courbes et qui forment des teintes d'autant plus foncées que la pente du sol est plus rapide. C'est ce moyen que

l'on a employé dans la partie A de la figure ci-dessus.

151. — Le lit d'une rivière ou d'un ruisseau se trace par deux lignes un peu tremblées (voyez en R fig. 115) : celle de droite ou de dessous est légère ; l'autre est un peu plus forte. Quand le plan est à une petite échelle, on marque les rivières, les ruisseaux et même les fossés par une ligne à l'encre bleue, plus ou moins forte.

Les canaux se marquent par deux lignes, comme les rivières (C fig. 115) ; on indique par deux lignes ponctuées *a, a* les parties souterraines. Les écluses qui se trouvent sur les canaux sont indiquées par un rectangle *e*, terminé par deux chevrons dont les sommets sont tournés vers l'amont.

Un étang, une pièce d'eau naturelle ou artificielle est représentée en E (fig. 115).

152. — Les ponts en pierre s'expriment par deux lignes parallèles correspondant aux murs de tête ; on y joint les avant-bees et les arrière-bees des piles et les murs en aile des culées quand la dimension du plan le permet. Cette notation est adoptée en P (fig. 115).

Les ponts de bois se représentent de la même manière ; on mène cependant entre les deux têtes des lignes parallèles plus ou moins rapprochées pour indiquer les madriers, comme cela se voit en Q (fig. 115).

Les ponts de bateaux, tels que B (fig. 115), sont formés par deux lignes parallèles que dépassent, de part et d'autre, les extrémités des bateaux.

Les édifices, les bâtiments et les constructions de toute espèce, sont représentés par leurs projections horizontales, comme on le voit dans la figure, en T.

153. — Les routes, les chemins et les sentiers s'indiquent par deux lignes fines. Pour les premières on ajoute, lorsque l'on dessine à une grande échelle, les accotements, les fossés et même les plantations ou les haies qui sont sur le côté (*r, r*, fig. 115).

Quelques géomètres adoptent pour représenter les chemins vicinaux une ligne pleine et une ligne ponctuée, en figurant sur les bords des buissons et des broussailles légères. Une ligne pleine et une ligne ponctuée, ou même deux lignes ponctuées, servent aussi pour les sentiers.

154. — Autrefois on dessinait les arbres en projection verticale sur les plans et on adoptait pour chaque essence une notation différente. Aujourd'hui on ne les fait plus qu'en projection horizontale ou à vol d'oiseau, et l'on cherche autant que possible à donner au dessin les allures des arbres eux-mêmes, afin que l'on puisse, à première vue, reconnaître les différentes essences. La figure 113 donne à cet égard quelques indications.

Lorsqu'il s'agit de représenter des arbres isolés, on se contente d'en indiquer la position par de petits cercles qui figurent leur section horizontale.

155. — Enfin le sol lui-même est représenté dans les plans sous des aspects différents, suivant l'état dans lequel il se trouve, ou la nature de la végétation qui le recouvre.

Le bois taillis (8 fig. 114) s'indique par de petites masses, laissant voir le fond du terrain, que l'on pointille d'herbage.

Les landes (16 fig. 114) s'expriment par de petites broussailles, sur un fond pointillé d'herbage, de distance en distance.

Les bruyères (6 fig. 114) ont un fond composé

de monticules couverts de petites broussailles légères, de petits herbages et de touffes d'arbustes.

Les prés (13 fig. 114) sont parsemés de petits herbages.

Les marais (5 fig. 114) s'expriment par des ondes, des touffes d'herbes, des jones et des roseaux; aux parties couvertes d'eau correspondent des lignes fines tirées horizontalement.

Les terres (11 fig. 114) sont sillonnées avec de petits points longs quand le plan doit être ombré à la plume.

Les vergers plantés d'arbres à fruits (12 fig. 114) se dessinent en quinconce sur un fond de verdure; les arbres sont pochés d'un vert foncé et l'on en projette l'ombre lorsque l'échelle le permet.

Les jardins potagers (18 fig. 114) offrent le dessin des plates-bandes et des plantes potagères. On ombre ces planches par des traits droits, et d'autres avec des touffes d'herbes, tantôt rondes, tantôt évasées.

Des traits de force.

136. -- Deux systèmes divisent les dessinateurs quant à la représentation des objets en creux et en relief. Les partisans de l'ancien système admettent que tout ce qui figure sur le plan est éclairé par des rayons lumineux formant de gauche à droite et avec l'horizon des angles de 45° . Toutes les lignes qui reçoivent directement la lumière sont tracées très-finement, tandis que celles qui se trouvent du côté de l'ombre sont fortement accusées; on nomme ces dernières *traits de force*.

D'après cela, si les figures 115 et 116 représentent des objets en relief, les lignes AB, BC, FG et

la partie IKL seront tracées légèrement, tandis que CD, ED, EF, GH, AH de la seconde et IML de la première recevront des traits de force.

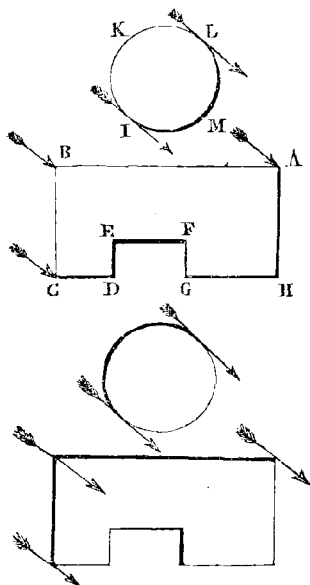


Fig. 115, 116, 117 et 118.

Si, au contraire, les objets représentés sont en creux, c'est du côté opposé qu'il faudrait placer les traits de force, comme on le voit dans les figures 117 et 118.

Quand le plan doit être colorié, toutes les lignes sont d'abord tracées légèrement, et ce n'est qu'après le lavis terminé qu'on met les traits de force.

Les dessinateurs de la nouvelle école considè-

rent tous les objets comme éclairés par des rayons lumineux verticaux ; tous les points sont alors également éclairés et il n'y a plus lieu d'employer les traits de force. Quant à nous, nous ne sommes nullement partisans du nouveau système : les traits de force donnent au plan un aspect moins monotone et permettent d'apprécier d'un seul coup d'œil les objets en relief et ceux qui sont en creux.

Du lavis.

137. — Pour indiquer sur un plan la nature des différents terrains, le genre de culture, etc., on se sert de différentes teintes. C'est ce qui constitue le lavis.

Les couleurs dont on fait usage pour colorier les plans sont ordinairement :

L'encre de Chine qui est noire et fournit le ton gris.

Le carmin qui est rouge.

La gomme-gutte qui est jaune.

Le bleu de Prusse qui est bleu.

La sépia ou le bistre qui est brun.

L'ocre jaune qui est jaune.

Les quatre premières, combinées convenablement, fournissent toutes les teintes dont on peut avoir besoin.

Noir et rouge donnent la couleur cramoisie, lie de vin, rouge noir et les violets foncés.

Noir et jaune donnent la couleur verdâtre, olive, brun.

Noir et bleu fournissent le gris de fer, le gris ardoise, le bleu de pierre, etc.

Rouge et jaune donnent, si le rouge domine, le

rose, l'orange, et si le jaune domine, le roux, le sable, la jonquille.

Jaune et bleu fournissent toutes les nuances du vert.

Rouge et bleu permettent d'obtenir toutes les nuances du violet.

Noir, rouge et jaune font un ton brun couleur de terre, qu'on peut modifier à volonté en augmentant ou en diminuant les quantités des couleurs primitives.

L'ocre jaune sert à donner les teintes aux chemins.

138. — Pour faire usage des couleurs, on les délaye dans des godets en porcelaine contenant de l'eau. On doit toujours préparer du premier coup assez de couleur pour qu'on ne soit pas exposé à en devoir refaire une seconde fois, parce qu'alors il est toujours difficile d'obtenir le même ton.

Les pinceaux dont on fait usage dans le lavis des plans pour appliquer les teintes sont en poils de martre zibeline, montés dans des plumes de cygne; on les considère comme bons lorsque, étant mouillés, ils forment une pointe élastique.

Pour laver il faut avoir deux pinceaux assemblés sur une même hampe.

139. — Dans le lavis, on distingue deux sortes de teinte : les teintes plates et les teintes de fond. Les teintes plates sont celles qui offrent partout la même intensité; les teintes de fond sont celles qui doivent recevoir un autre travail. Une teinte de fond peut être ou n'être pas plate.

Pour appliquer une teinte plate il faut l'étendre uniformément, à plein pinceau, sans passer deux fois sur le même endroit. Le pinceau doit toujours être suffisamment rempli de couleur, et il ne faut

pas attendre qu'il n'en contienne plus pour en prendre de nouvelle ; il ne faut pas non plus laisser sécher les bords de la teinte.

On adoucit une teinte en l'affaiblissant graduellement le long du bord, avant qu'elle soit séchée, au moyen d'un pinceau contenant de l'eau pure.

140. — Quand le lavis est terminé et parfaitement sec, il reste à mettre les écritures sur le plan.

Les caractères à employer doivent être proportionnés à l'échelle du plan. Ils seront d'autant plus grands que l'objet qu'ils désignent est plus important. Les écritures sont placées, autant que possible, parallèlement au bord inférieur du plan ; excepté pour les chemins, les routes, les rivières, etc., dont elles suivent la direction.

Nous donnons à la fin de l'ouvrage une planche représentant les teintes conventionnelles employées dans les plans. (Fi . 119.)

CHAPITRE II.

De la copie des plans.

141. — Pour faire la copie d'un plan, on peut recourir à différents procédés, les uns mécaniques, tels que la piqure, le calque, la copie par carrés, et les autres basés sur des considérations géométriques. Nous allons examiner successivement ces diverses méthodes.

De la piqure.

142. — Pour piquer un dessin, il faut placer sur une table ou sur une planche à dessiner la feuille de papier qui doit recevoir la copie, et étendre par-dessus le plan qu'on veut reproduire; on maintient les deux feuilles l'une sur l'autre, soit au moyen de clous à tête de cuivre, nommés *punaïses*, soit avec des poids. Alors, avec une aiguille bien fine on pique tous les points qu'on veut reproduire sur la copie, en ayant soin de tenir constamment l'aiguille dans une position perpendiculaire au papier.

On enlève ensuite la feuille supérieure et l'on unit au crayon, en se guidant sur l'original, les points marqués sur la feuille blanche par les petits trous qu'y a laissés l'aiguille.

Quand on s'est assuré qu'il n'y a pas eu confusion entre les divers points piqués et que le tracé fait au crayon reproduit exactement l'original, on achève le dessin en repassant à l'encre les différentes lignes qui le composent.

Du calque.

143. — On reproduit un dessin par le calque de diverses manières. Un premier moyen consiste à faire usage d'un carreau de verre incliné, renfermé dans un châssis en bois et disposé de telle sorte que la lumière n'y arrive que par le dessous. Pour cela on place le châssis incliné contre une fenêtre et on masque tous les carreaux qui se trouvent au-dessus de lui; on entoure en outre la fenêtre et le châssis d'un rideau pour intercepter le jour ve-

nant des autres fenêtres de la pièce. Cet appareil porte le nom de *calquoir*. Les choses étant disposées comme nous venons de le dire, le dessin que l'on met sur le carreau apparaît sur la feuille blanche placée au-dessus et on peut en suivre les contours, soit au crayon, soit au tire-ligne, en s'aidant d'ailleurs de règles, d'équerres et de pistolets pour les parties courbes qui ne peuvent se tracer au compas.

L'instrument dont nous venons de parler est représenté dans la fig. 120.

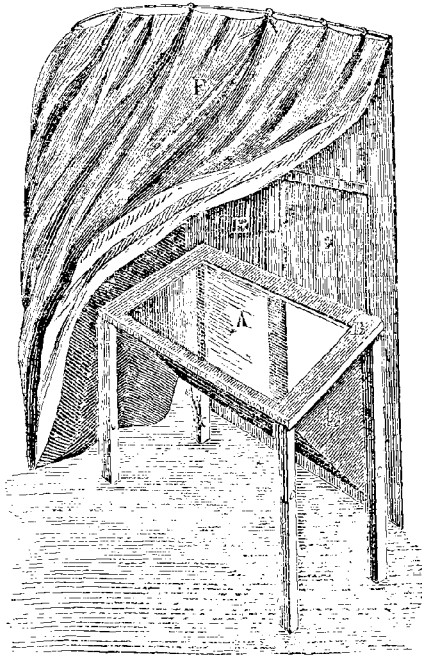


Fig. 120.

A est une glace inclinée sur laquelle on pose le dessin à copier, recouvert de la feuille sur laquelle on veut le reproduire.

B est un châssis en bois portant la glace; il est posé sur quatre pieds *c, c*.

D sont des planches qui dirigent vers la glace le jour de la partie inférieure de la fenêtre.

E est un châssis en étoffe ou en papier noir qui empêche le jour de pénétrer par les parties supérieures de la fenêtre.

F est le rideau destiné à intercepter le jour des autres fenêtres de l'appartement, rideau qui devient inutile si la chambre dans laquelle on opère n'a qu'une seule croisée.

Un second moyen de calquer un plan, plus fréquemment usité que celui qui précède, consiste à couvrir le plan d'une feuille de papier transparent dit *papier à calquer*, et à suivre tous les traits du dessin avec le crayon ou le tire-ligne, comme dans le premier procédé.

Le dessin achevé, on colle la feuille de papier à calquer sur une feuille de papier à dessin ordinaire.

Méthode des carrés.

144. — Pour copier un plan ou un dessin quelconque par ce procédé, on trace avec un crayon, tant sur le dessin à reproduire que sur la feuille qui doit en recevoir la copie, deux séries de lignes parallèles perpendiculaires entre elles, de manière à former des carrés ou des rectangles égaux. Pour plus de facilité on numérote en carrés, comme l'indiquent les figures 121 et 122.

On place ensuite dans les carrés de la feuille blanche, soit à vue, soit par des procédés géomé-

triques, tous les détails qui se trouvent dans les carrés correspondants du dessin à copier. Soit,

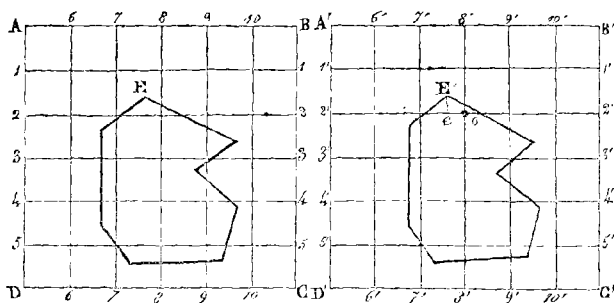


Fig. 121 et 122.

par exemple, le point E de la feuille $ABCD$ à placer sur la feuille $A'B'C'D'$. On prend avec un compas la distance de ce point à la droite 8, 8, parallèle à AD , et l'on porte cette distance du point o , intersection des droites $S' 8'$ et $2' 2'$ en e . Prenant ensuite la distance du point E à la droite 2, 2, et la portant de e perpendiculairement à $2' 2'$, on obtient le point E' demandé. Les perpendiculaires telles que $E' e$ étant fort petites, on se dispense de les tracer.

Méthode des intersections.

143. — Soit le polygone $ABCDEF$ (fig. 123) dont on veut obtenir une copie. On trace d'abord sur le papier dont on dispose, une ligne ce à laquelle on donne une longueur égale à CE ; du point c comme centre et avec une ouverture de compas égale à CB , on décrit vers le point b un arc de cercle, et du point e avec BE comme rayon on

décrit encore vers le point b un second arc de cercle qui coupe le premier en b ; leur point d'in-

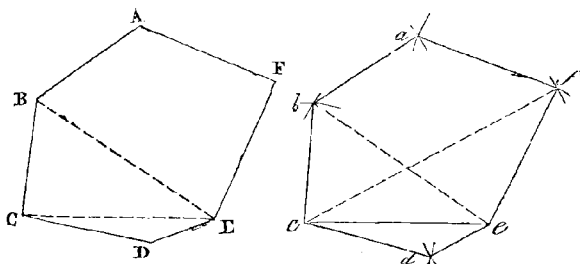


Fig. 125.

tersection sera le sommet correspondant à B, car il est évident que les triangles BCE, bce seront égaux entre eux.

De même, en décrivant du point c avec la distance CA pour rayon, et du point e avec un rayon égal à EA, des arcs de cercle vers le point a , leur intersection déterminera un second sommet du polygone à reproduire.

Les points f et d s'obtiendront de la même manière.

Cette méthode, comme on le voit, est l'application du problème de géométrie qui consiste à construire un triangle dont on connaît les trois côtés, problème dont nous avons fait connaître précédemment (44) la solution.

Méthode des perpendiculaires.

146. — Pour copier par cette méthode le plan représenté dans la figure 124, on commencerait

par tracer sur le dessin la ligne droite AE , et des sommets B, C, D, F, G, H, I, K , on abaisserait des perpendiculaires sur cette ligne.

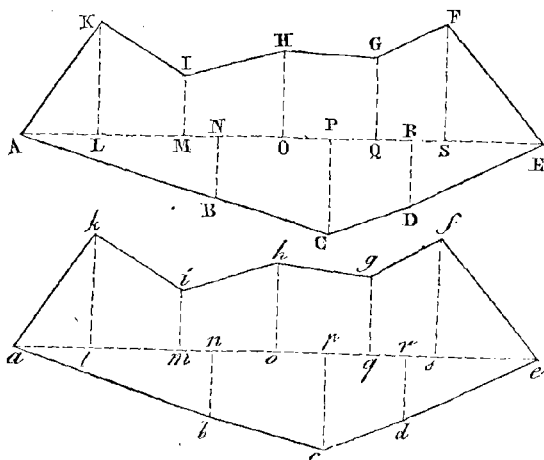


Fig. 124.

Ensuite, sur une ligne ae tracée sur la feuille qui doit recevoir la copie, on porterait les distances $al = AL$, $lm = LM$, $mn = MN$, etc., et des points l, m, n, o , etc., on élèverait à la ligne ae des perpendiculaires auxquelles on donnerait respectivement des longueurs $lk = LK$, $mi = MI$, $nb = NB$, ... $sf = SF$.

En unissant les points a, b, c, d, e, f, \dots etc., on obtiendrait la copie demandée.

Souvent on emploie en même temps, pour copier un même dessin, les deux procédés que nous venons de décrire, selon que les parties qu'il faut reproduire se prêtent plus ou moins à l'une ou à l'autre de ces constructions géométriques.

CHAPITRE III.

De la réduction des plans.

147. — Les procédés à l'aide desquels on reproduit un plan ou un dessin quelconque en lui donnant de plus grandes ou de plus petites dimensions, ont beaucoup d'analogie avec ceux que nous avons décrits au chapitre précédent. Ils en diffèrent seulement en ce que les longueurs prises sur l'original doivent, avant d'être portées sur la copie, subir une augmentation ou une diminution déterminée par le rapport qui existe entre l'échelle des deux plans. Nous allons néanmoins entrer dans quelques détails à ce sujet.

Méthode des carrés.

148. — Voici comment doit être modifié le procédé indiqué au n° 144 pour servir à la réduction d'un plan :

Après avoir construit sur le dessin à copier le rectangle ABCD (fig. 121), et avoir tracé dans le sens de chacun des côtés des parallèles équidistantes, on construit un second rectangle *abcd* de manière que les côtés *ab*, *bc* contiennent respectivement autant de parties de l'échelle adoptée pour la copie, que AB, BC contiennent de parties de l'échelle originale. On partage les côtés de ce

rectangle en autant de parties égales qu'il y en a dans AB et BC , et l'on mène par les points de division des parallèles aux côtés.

On dessine ensuite dans chaque rectangle de la figure $abcd$ les détails qui se trouvent dans le rectangle correspondant de la figure $ABCD$, soit à vue, soit, comme nous l'avons dit plus haut, en prenant les distances d'un point quelconque à deux lignes qui se coupent; mais dans ce dernier cas on aura soin de porter chaque distance sur l'échelle originale afin de savoir combien elle contient de parties de celle-ci, et de prendre ensuite sur l'échelle de copie un nombre égal de divisions pour le porter dans les carrés correspondants.

Méthode des intersections.

149. — Proposons-nous encore de réduire à une échelle N le plan $ABCDEF$, dressé à l'échelle M (fig. 123).

On tracera d'abord sur le papier une ligne be correspondant à la ligne BE de l'original; on cherchera combien cette dernière contient de parties de l'échelle M et l'on portera sur be le même nombre de parties de l'échelle N ; les points b et e seront alors déterminés de position.

Prenant ensuite la longueur BA , on la portera sur l'échelle M , et avec une ouverture de compas égale à la longueur correspondante sur l'échelle N , on décrira du point b comme centre un petit arc de cercle au-dessus de be . On fera la même opération pour AE , c'est-à-dire que l'on décrira du point e avec un rayon ae , contenant autant de parties de l'échelle N que AE contient de parties de l'échelle M , un second arc de cercle qui coupera le premier

en a . Ce point d'intersection sera l'un des sommets du plan réduit. On continuera l'opération de la même manière et l'on obtiendra successivement les points correspondant aux sommets F , D et C .

150. — Le procédé que nous venons de décrire est très-lent, en ce qu'il oblige de manier constamment deux échelles. On pare à cet inconvénient en faisant usage d'un angle de réduction que l'on construit de la manière suivante :

Sur une droite indéfinie OP (fig. 125) on porte

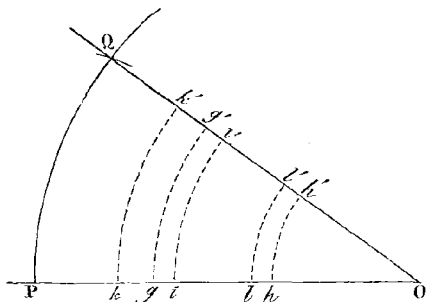


Fig. 125.

de O en P un certain nombre de parties de l'échelle M , et du point O avec OP pour rayon on décrit un arc de cercle; puis du point P comme centre et avec un rayon égal au même nombre de parties de l'échelle N , on décrit un second arc de cercle qui coupe le premier en Q . En réunissant le point O avec le point Q , on obtient un angle POQ qui constitue l'angle de réduction.

Pour réduire le polygone $ABCDEF$ (fig. 125) au moyen de cet angle, on procédera de la manière suivante :

Après avoir tracé la ligne indéfinie be , on prendra avec le compas la distance BE , et plaçant une des pointes de l'instrument au sommet O de l'angle de réduction, on portera cette distance sur chacun des deux côtés en Og et Og' : la corde gg' sera égale à la distance qui doit exister entre les points b et e du dessin réduit. Prenant ensuite une longueur égale à BA et la portant encore, à partir du sommet O , sur les deux côtés de l'angle en oh et oh' , la corde hh' sera la longueur du côté correspondant ba ; décrivant donc du point b un arc de cercle vers a avec hh' pour rayon, le sommet a devra se trouver sur cet arc. De même, en prenant la distance EA et la portant de O en Oi et Oi' , la corde ii' , sera l'ouverture de compas avec laquelle il faudra décrire du point e un second arc de cercle dont l'intersection avec le premier fournira le point a .

On déterminera le point f en prenant la distance BF , la portant de O en Ok et en Ok' , décrivant avec kk' pour rayon et du point b comme centre un arc de cercle vers f , puis en portant la longueur EF en Ol , Ol' et décrivant du point e comme centre avec un rayon égal à la corde ll' un autre arc de cercle qui coupera le premier en f .

Les deux autres sommets c et d se trouveront par une construction analogue.

Méthode des perpendiculaires.

131. — Après avoir tracé sur le plan à réduire une ligne droite AE (fig. 124) joignant les sommets de deux angles opposés, et avoir abaissé sur cette base une série de perpendiculaires par les différents sommets B, C, D, F, G, H, I , on trace sur le papier qui doit recevoir la copie réduite une ligne

indéfinie ae sur laquelle on porte les distances al , lm , mn , no , op , etc., proportionnelles à AL , LM , MN , NO , OP , etc., et par les points l , m , n , o , p , q , on trace des perpendiculaires auxquelles on donne aussi des longueurs proportionnelles à LK , MI , BN ,..... GQ . Toutes ces lignes proportionnelles s'obtiendront en examinant combien chaque distance prise sur le plan original $A, B, C, D \dots K$, contient de parties de l'échelle à laquelle cette figure a été dessinée, et en prenant ensuite sur l'échelle du plan réduit le même nombre respectif de parties. Il ne restera plus pour achever l'opération qu'à unir les points $a, b, c, d, e, f, g, h, i, k$ par des lignes droites.

152. — Les opérations relatives à la réduction des plans se simplifient beaucoup quand on a à sa disposition un *compas réducteur*. C'est un instrument à quatre pointes (fig. 126) présentant deux

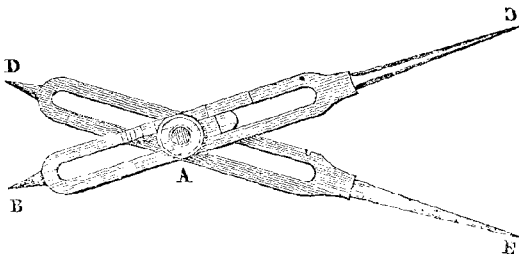


Fig. 126.

compas opposés dont l'un donne la ligne réduite ou augmentée, dès que l'autre a ses pointes sur les extrémités de la ligne du modèle.

La charnière de ce compas peut être déplacée, c'est-à-dire que le pivot A peut glisser dans une mortaise à jour pratiquée sur chacune des deux

branches BC et DE; on le rend fixe au moyen d'un écrou de pression semblable à celui des compas ordinaires. D'ailleurs, des traits de division marqués sur l'une des branches indiquent les positions que doit avoir ce pivot, suivant que l'on veut réduire à moitié, au tiers, au dixième, etc. Un taquet qui empêche les branches de glisser l'une sur l'autre, permet d'opérer le changement de position sans détruire l'égalité des branches du grand compas, ni celle des branches du petit.

S'il s'agit, par exemple, de réduire au tiers avec ce compas, on placera l'indicateur sur la ligne portant le n° 3, de manière que chaque branche sera divisée par le pivot en deux portions dont l'une sera le tiers de l'autre. Alors chaque fois que l'on prendra une distance quelconque avec les pointes du grand compas, les pointes du petit seront écartées l'une de l'autre du tiers de cette distance. Il suffira donc pour réduire, de prendre les lignes du modèle avec le grand compas et de faire, avec le petit, les lignes correspondantes de la copie.

Pour tripler, ce serait le contraire; le petit compas servirait pour le modèle et le grand pour la copie.

155. — *Remarque.* — Quand on réduit un plan à une échelle qui n'est que la moitié ou le tiers de l'échelle originale, chaque ligne de la copie n'est plus que la moitié ou le tiers de la ligne à laquelle elle correspond; mais la superficie occupée par le plan réduit équivaut seulement au quart ou au neuvième de celle du plan donné.

Cette circonstance est rendue sensible au moyen de la figure 127. On voit en effet que le côté du carré EFGB étant la moitié de celui du carré ABCD, la première figure est contenue quatre fois dans la seconde.

Afin de trouver l'échelle à laquelle on doit réduire un plan pour qu'il soit ramené à la moitié, au tiers,

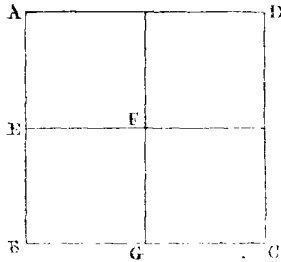


Fig. 127.

de ce qu'il est sur l'original, il faut chercher une moyenne proportionnelle entre la longueur de l'échelle primitive et la moitié, le tiers, etc., de celle-ci. Cette moyenne proportionnelle sera l'échelle demandée.

Cela résulte d'un principe de géométrie qui s'énonce de la manière suivante : les surfaces de deux figures semblables sont entre elles comme les carrés de leurs côtés correspondants.

Réduction au pantographe.

154. — L'application des moyens que nous avons indiqués ci-dessus pour la copie ou la réduction des plans demande un temps considérable, lorsqu'il s'agit de reproduire des dessins qui renferment beaucoup de détails. Mais il existe un instrument nommé *pantographe*, dont l'emploi supplée aux procédés qui précèdent, et dont l'utilité

est telle que nous ne pouvons point le passer sous silence.

Le pantographe se compose d'un parallélogramme articulé ABCD, en bois, en baleine ou en métal.

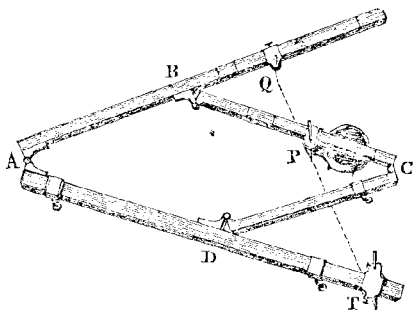


Fig. 128.

Deux côtés adjacents AB et AD se prolongent d'une certaine quantité : le premier porte en Q une pointe fixe ou calquoir ; le second est également garni d'un crayon ou traçoir T, mais celui-ci peut s'adapter à volonté en différents points du côté AD. L'instrument se fixe sur la table ou sur une planche à dessiner au moyen d'un pivot P situé au point où le côté BC du parallélogramme serait rencontré par la droite qui réunirait le calquoir Q au traçoir T.

Pour réduire les plans à l'aide de cet appareil fort simple, il suffit de disposer, l'une auprès de l'autre, la feuille de papier qui porte le dessin original et celle sur laquelle on veut le reproduire, et de suivre avec le calquoir les contours du dessin à copier. Le traçoir décrit alors de lui-même une figure semblable à ce dessin.

On modifie d'ailleurs le rapport entre les échelles en déplaçant le traçoir **T** sur le côté **AD**, ainsi que le pivot **P**, qui doit toujours se trouver en ligne droite avec les deux points **Q** et **T** qu'occupent respectivement le calquoir et le traçoir. Le pantographe doit être disposé de manière que les lignes **QP** et **TP** soient entre elles dans le même rapport que l'échelle originale et celle du plan réduit. Il en résulte que si l'on veut simplement copier un dessin sans augmenter ni diminuer ses dimensions, il faudra disposer l'instrument de telle façon que les distances **QP** et **TP** soient égales entre elles.

FIN.

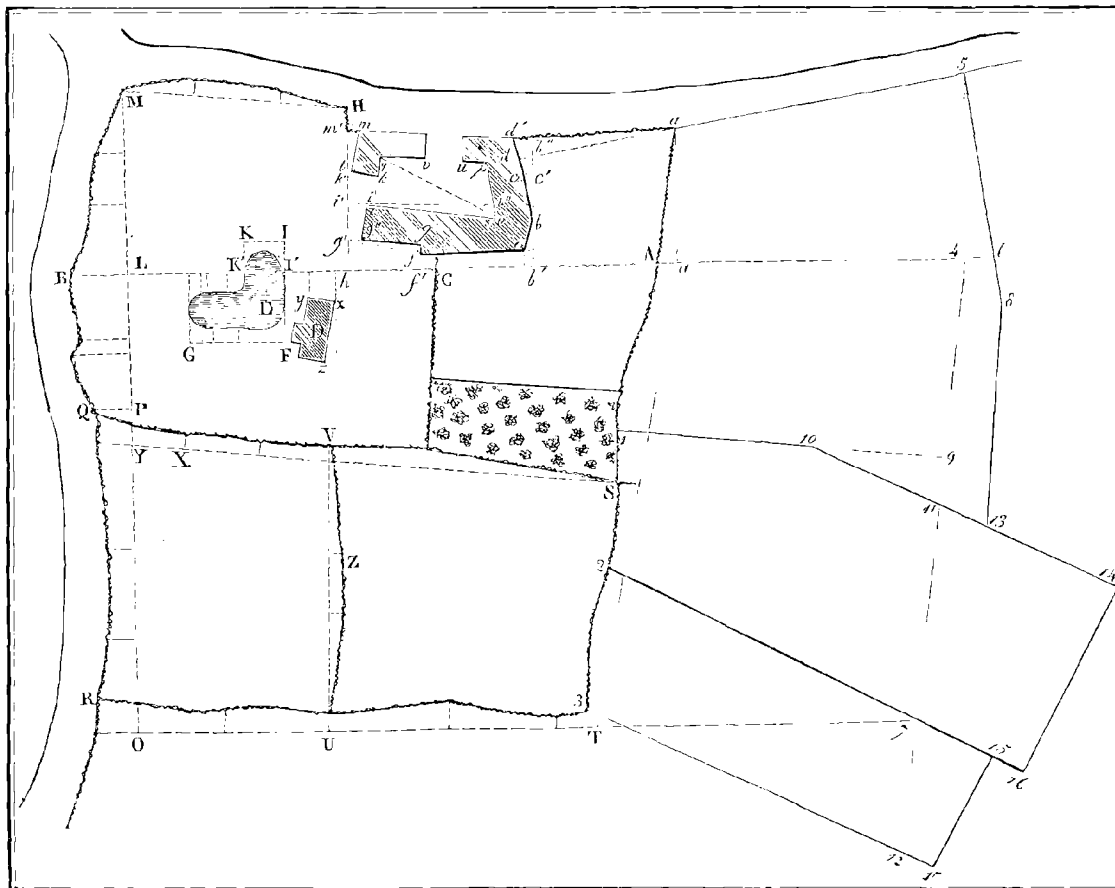


Fig. 81.

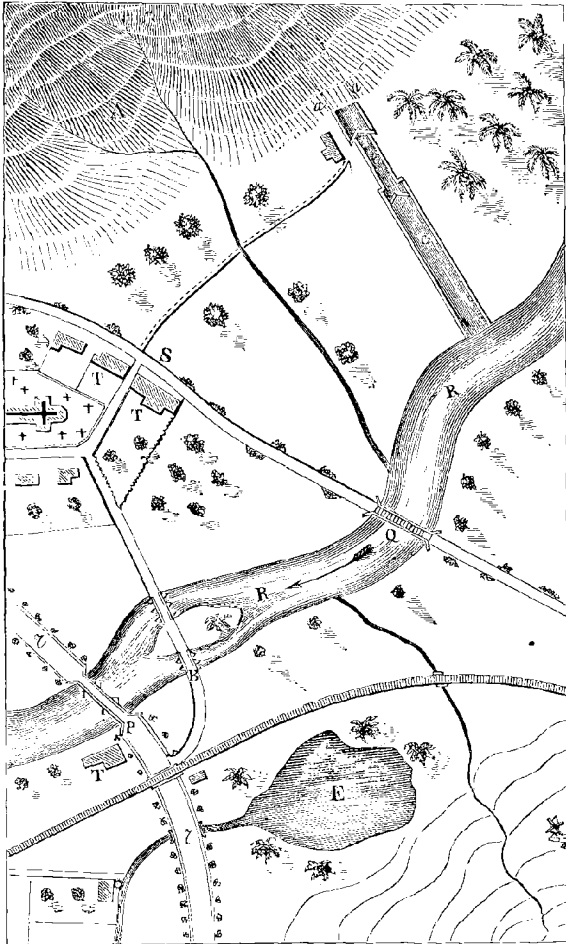


Fig. 113.

Page 187.

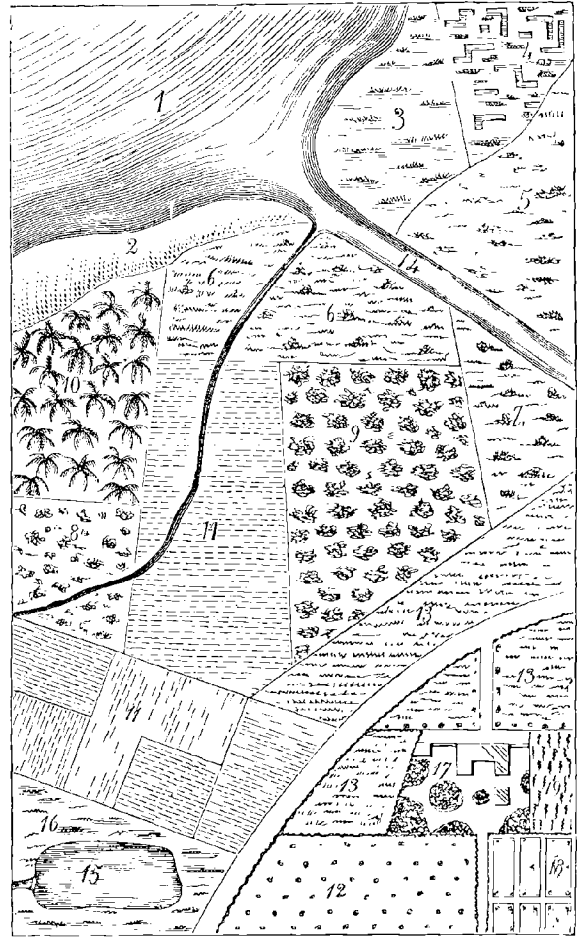


Fig. 114.

Page 187.

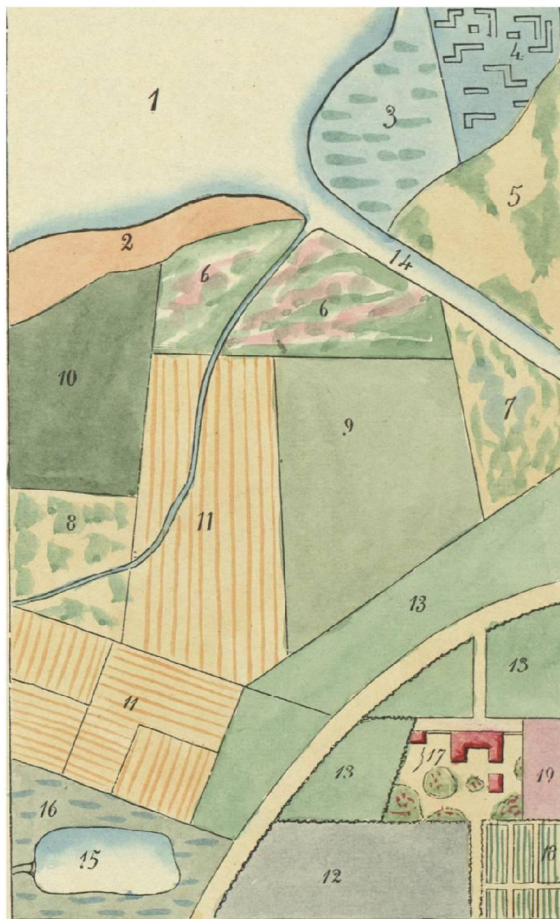


Fig. 119.

LÉGENDE.

Différentes espèces de terrains.	Teintes conventionnelles.
1 Mer	Bleu de prusse.
2 Sables.	Jaune orange.
3 Marais.	Fond bleu poché de vert.
4 Tourbières	Fond bleu avec indications des tourbières.
5 Friches	Fond jaune d'ocre poché de larges plaques vertes.
6 Bruyères	Fond vert poché de carmin.
7 Broussailles	Fond jaune d'ocre poché de petites plaques vertes et bleues.
8 Taillis.	Fond jaune d'ocre poché de plaques vertes.
9 Forêts.	Vert olive.
10 Sapinière	Vert olive plus foncé.
11 Terres labourables.	Fond jaune d'ocre avec indications des sillons.
12 Verger	Bleu et encre de chine.
15 Prairies.	Vert.
14 Rivières.	Bleu de prusse.
15 Étang	Bleu de prusse.
16 Landes	Fond vert poché de bleu.
17 Jardins	Fond jaune d'ocre avec indications des plantations.
18 Potagers.	Fond jaune d'ocre avec des sillons verts.
19 Vignes.	Fond jaune d'ocre poché en lie de vin.

TABLE DES MATIÈRES.

PREMIÈRE PARTIE.

De l'Arpentage.

PREMIÈRE SECTION.

Notions préliminaires sur les lignes et les angles.

CHAPITRE PREMIER. — *Des lignes, de leur tracé et de leur mesure.*

	Pages.
Ce que c'est qu'un corps, une surface, une ligne, un point. . .	11
Noms donnés aux lignes suivant leurs formes ou leurs directions. . .	12
Comment on fixe sur le terrain la position des lignes. Emploi des jalons.	14
Comment on détermine sur le terrain des points intermédiaires d'une ligne droite dont on connaît les extrémités.	15
Comment on prolonge une ligne droite sur le terrain.	16

	Pages.
Comment on détermine des points intermédiaires d'une ligne droite dont les extrémités sont inabordable.	17
Comment on prolonge un alignement droit au travers d'un obstacle.	18
Ce qu'on entend par mesurer une longueur.	20
Unités de mesure pour les longueurs. — Du mètre, de ses multiples et de ses subdivisions.	21
Des différentes formes que l'on donne aux mesures usitées dans la pratique.	21
Du double décimètre et du mètre.	22
Du cordeau métrique et de la chaîne d'arpenteur.	25
Procédé à suivre pour mesurer une longueur quelconque.	25
Emploi de la chaîne d'arpenteur pour la mesure des longueurs sur le terrain	26
Modification à apporter au mesurage dans les terrains en pente.	30

CHAPITRE II. — *Des angles, de leur mesure et de leur tracé.* —
Définitions.

Unité adoptée pour la mesure des angles.	52
Diverses propriétés des angles.	54
Instruments qui servent à mesurer les angles.	53
Description et usage du rapporteur.	37
Description, emploi et vérification du pantomètre.	37
Description, emploi et vérification du graphomètre.	39
Description, emploi et vérification de la boussole.	45
Du tracé des angles.	48
Description, emploi et vérification de l'équerre d'arpenteur.	40

CHAPITRE III. — *Manière de rapporter sur le papier les lignes et les angles mesurés sur le terrain.*

Tracé des lignes droites.	52
Moyen de vérifier une règle.	55
Tracé des circonférences.	54
Tracé des lignes courbes de forme quelconque.	55
Procédés à suivre pour tracer des perpendiculaires, soit à l'aide de constructions géométriques, soit par le moyen de l'équerre.	57
Des différentes manières de tracer des lignes parallèles.	61
De la réduction des longueurs au moyen d'échelles.	65
Échelles de diverses espèces, que l'on trouve dans le commerce.	66
Moyens de tracer sur le papier les angles mesurés sur le terrain.	68

	Pages.
Emploi du rapporteur	70
Usage de la table des cordes.	75

DEUXIÈME SECTION.

Levé des plans.

En quoi consiste cette opération.	77
---	----

CHAPITRE IV. — *Méthode de levé à la chaîne et au pas.*

Manière d'exécuter le levé à la chaîne.	78
Comment on rapporte les opérations sur le papier.	79
En quoi consiste le levé au pas.	81

CHAPITRE V. — *Levé à l'équerre d'arpenteur.*

Manière d'exécuter le levé au moyen de l'équerre.	81
Rapport des opérations sur le papier.	82
Comment on relève les contours sinueux.	85
Exemple de la manière de procéder à la confection du plan d'une propriété à l'aide de l'équerre d'arpenteur et de la chaîne.	84

CHAPITRE VI. — *Levé au graphomètre, au pantomètre et à la boussole.*

Emploi du graphomètre pour le levé des plans.	89
Méthode de levé par triangulation.	89
Méthode de levé par cheminement.	92
Autre méthode de levé par cheminement.	94
Méthode de levé par rayonnement.	95
Levé des plans au pantomètre.	97
Levé des plans au moyen de la boussole.	98

CHAPITRE VII. — *Levé des plans à la planchette.*

Description, usage et vérification de la planchette.	99
Manière d'employer la planchette pour le levé des plans.	101

CHAPITRE VIII. — *Orientation des plans.*

Ce qu'on entend par orienter un plan.	106
Diverses manières d'orienter les plans.	106

CHAPITRE IX. — *Solution de quelques difficultés particulières qui se rattachent au levé des plans.*

	Pages.
Divers moyens de mesurer les distances dont l'une des extrémités est inaccessible.	108
Manière de mesurer une longueur dont les deux extrémités sont inaccessibles.	112
Moyen de mesurer la hauteur d'un édifice dont le pied est ou n'est pas accessible.	115

TROISIÈME SECTION.

Arpentage proprement dit.

CHAPITRE X. — *Évaluation de la superficie des figures régulières.*

Ce qu'on entend par mesurer une surface.	116
Unité décimale adoptée pour la mesure des superficies ; multiple et sous-multiple de l'are.	117
Distinction à établir entre les mesures de longueur et celles de superficie	118
Évaluation de la surface du triangle, du parallélogramme, du trapèze.	119
Évaluation de la superficie du cercle, du secteur, du segment et de l'ellipse.	122

CHAPITRE XI. — *Évaluation de la superficie des figures irrégulières.*

Mesure d'un quadrilatère quelconque.	125
Évaluation de la superficie d'un terrain quelconque limité par des lignes droites.	126
Manière à suivre quand le terrain présente des contours sinucux.	127
Manière de procéder au mesurage lorsqu'on ne peut opérer dans l'intérieur du terrain.	129
Évaluation des surfaces au moyen d'un plan.	131

CHAPITRE XII. — *Partage des propriétés.*

Subdivision d'un terrain de forme triangulaire en parties équivalentes par des lignes partant de l'un des sommets, ou par des lignes perpendiculaires à l'un des côtés.	133
---	-----

TABLE DES MATIÈRES.

215

	Pages.
Subdivision des trapèzes en parties équivalentes par des lignes parallèles aux bases ou par des lignes allant d'une base à l'autre.	133
Subdivision des terrains irréguliers en portions équivalentes, soit par des lignes arbitraires, soit par des lignes partant d'un point déterminé.	137

CHAPITRE XIII. — *Bornage des propriétés.*

En quoi consiste le bornage.	142
Formalités à remplir quand on l'effectue.	143

DEUXIÈME PARTIE.

Du Nivellement.

CHAPITRE PREMIER. — *Considérations générales. — Définition.*

Ce qu'on entend par surface de niveau.	144
En quoi consiste l'opération du nivellement.	146

CHAPITRE II. — *Description, vérification et emploi des instruments qui servent à niveler.*

Niveau à perpendiculaire.	147
Moyen de le vérifier.	148
Comment on se sert de cet instrument pour niveler.	148
Description du niveau d'eau.	151
Précautions à prendre dans l'emploi du niveau d'eau.	152
Description du niveau à bulle d'air.	154
Description du niveau à bulle d'air et à lunette, dit niveau cercle de Lenoir.	155
Vérifications diverses à faire avant que d'employer le niveau de Lenoir.	157
Manière de régler l'instrument.	157
De quoi dépend l'exactitude de ce niveau.	159
Description de la mire.	160
Détails pratiques sur l'emploi des instruments qui servent à niveler.	161

CHAPITRE III. — *De la manière d'exécuter l'opération du nivellement*

	Pages.
Opération élémentaire du nivellement.	165
Erreurs qui affectent le nivellement.	164
Du nivellement simple	165
Du nivellement composé.	166
Manière de calculer la différence de niveau entre deux points quelconques d'un nivellement composé.	166
Autre moyen d'arriver à ce résultat	168
Manière de rapporter tous les points d'un nivellement à un même plan de comparaison.	169
Vérification des calculs à faire pour cet objet.	171
Comment on tient note des côtes de nivellement recueilliés sur le terrain.	172
Construction des profils. — Plans cotés.	174
Difficultés que l'on rencontre en nivelant	175

CHAPITRE IV. — *Solution de quelques problèmes relatifs au nivellement.*

Tracer sur le terrain une ligne dont tous les points soient de niveau entre eux.	176
Trouver un point plus bas ou plus haut qu'un autre d'une quantité donnée.	177
Trouver le point le plus haut ou le plus bas d'une ligne donnée.	178
Trouver le point le plus haut ou le plus bas d'une surface.	178
Tracer sur le terrain une ligne qui ait dans toutes ses parties une pente déterminée.	179
Déterminer la profondeur que doit avoir en divers points une tranchée faite dans un terrain irrégulier, lorsque la pente du fond et la profondeur au point de départ sont connus.	179

TROISIÈME PARTIE.

Du Dessin planimétrique, de la copie et de la réduction des plans.

CHAPITRE I. — *Du trait, de la représentation de différents objets, des traits de force et du lavis.*

Du tracé des lignes au crayon et au tire-ligne.	185
---	-----

TABLE DES MATIÈRES.

215

	Pages.
Représentation des accidents du terrain.	185
Manière de représenter les rivières, les canaux, les écluses et les pièces d'eau	184
Manière de représenter les diverses espèces de ponts, les édifi- ces, les routes et les chemins.	183
Manière de représenter les divers états du sol, suivant la végéta- tion qui la couvre.	185
De l'emploi des traits de force pour la représentation des objets en relief ou en creux.	188
Des couleurs à employer pour le lavis des plans et de la manière de s'en servir	190

CHAPITRE II. — *De la copie des plans.*

Procédé à suivre pour piquer un dessin.	195
Reproduction d'un dessin au moyen du calque.	195
Copie d'un plan au moyen de la méthode des carrés.	195
Reproduction des plans par des procédés géométriques.	196

CHAPITRE III. — *De la réduction des plans.*

Réduction par la méthode des carrés.	199
Réduction par la méthode des intersections.	200
Construction et usage de l'angle de réduction.	201
Réduction par la méthode des perpendiculaires.	202
Description et emploi du compas réducteur.	203
Réduction des plans au moyen du pantographe.	205

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.