que l'on ait mesuré au graphomètre, sur le terrain, l'angle ABC, valant 125 grades, on posera le rapporteur sur le plan, et on prendra exactement la mesure des deux angles du plan correspondant aux deux angles ABL et LBC du croquis : la somme doit être de 125 grades, ou n'en différer que de très peu de minutes.

109. Nous ne faisons pas connaître les formules trigonométriques pour la résolution des triangles, parce que l'on ne peut opérer le calcul qu'avec le secours des tables de logarithmes et des tables de sinus, et que nous croyons l'intelligence et l'usage de ces tables beaucoup trop difficiles pour les personnes qui emploieront ce traité élémentaire.

D'un autre côté, faisons observer à nos lecteurs que, malgré l'excellence des résultats obtenus par les procédés trigonométriques, il faut toujours en venir à l'exécution matérielle du plan. Quelles que soient les connaissances mathématiques d'un arpenteur, il faut qu'il se serve des instruments graphiques pour indiquer sur le plan la direction des côtés qui comprennent les angles : l'ouverture de ces angles eût-elle été prise en grades, minutes et secondes, ne saurait être reportée sur le plan qu'au moyen d'un rapporteur en corne ou en cuivre. Or, ces instruments ne sont pas assez exacts pour donner une précision de secondes et même de minutes : on est donc forcé de s'en tenir à des approximations.

Ainsi donc, tout en accordant une haute estime aux procédés théoriques, il faut toujours, pour dessiner le plan, recourir aux procédés graphiques; et c'est là où l'on s'aperçoit de l'insuffisance des instruments.

Dans la topographie militaire et dans le cadastre, la triangulation et les résolutions trigonométriques sont les meilleurs moyens à employer; mais dans la pratique ordinaire, dans l'arpentage des terres, dans le travail des géomètres particuliers du cadastre, les moyens graphiques suffisent et sont employés presque toujours avec un grand succès. La difficulté consiste à opérer avec exactitude, et pour cela il faut de l'habitude, de l'adresse et de l'intelligence.

CHAPITRE DIXIÈME.

MOYENS SIMPLES D'ARPENTAGE QUE LES INSTITUTEURS PEUVENT EMPLOYER POUR INSTRUIRE LEURS ÉLÈVES.

110. Les instituteurs n'ont pas toujours à leur disposition des instruments, qui coûtent fort cher quand ils ont quelque précision; et il est cependant indispensable que les élèves opèrent sur le terrain, si l'on veut qu'ils aient des notions qui puissent s'appliquer. Nous avons cru rendre service aux instituteurs et aux élèves en leur fournissant des moyens simples pour relever presque toutes les surfaces.

Nous supposons que l'instituteur a parfaitement expliqué à ses élèves le commencement de cet ouvrage, et qu'il ne lui reste plus qu'à les faire opérer sur le terrain.

Soit le terrain accessible ABCDEFG (*fig.* 58) : pour marquer l'alignement GD, on substituera aux jalons des baguettes de coudrier bien droites et un peu fortes, que l'on rendra pointues par une extrémité pour les enfoncer en terre, et que l'on fendra à l'autre extrémité pour y adapter un papier blanc; on enfoncera une de ces baguettes au point G, et une autre au point D.

Si deux jalons ne suffisent pas, l'instituteur étant en G, par exemple, envoie un de ses élèves dans la direction GD au point H. L'élève appuie sa baguette verticalement sur la terre, et le maître observe si les trois baguettes G, H et D sont bien en ligne droite; si l'élève est trop à droite ou trop à gauche, il lui fait signe de se rapprocher de la direction GD. Quand les trois baguettes sont dans la même direction, l'élève enfonce sa baguette en H; et comme, dans ce mouvement, le jalon a pu se déranger de l'alignement, on vérifie de nouveau. Un second élève va planter, avec la même précaution, une baguette en I. On mesure alors la longueur GD.

111. Si l'instituteur n'a pas de chaîne métrique, voyons les moyens qui peuvent y suppléer : il y en a plusieurs.

1° Le premier est de compter le nombre de pas qu'il faut faire pour parcourir la distance GD. On suppose que l'instituteur, avec un peu de pratique, a adopté un pas régulier dont il connaît la longueur. Nous avons vu des personnes qui, sur des distances considérables, ne s'éloignaient pas sensiblement de la vraie mesure.

Ce moyen n'est pas cependant très exact, et nous ne le conseillons que lorsqu'il n'est pas possible d'en employer un autre, et toujours lorsqu'il ne s'agira que d'une approximation.

112. Le pas moyen de l'homme est estimé avoir une longueur de 2 pieds 5 pouces 7 lignes, ou de 0^m8. Dans cette hypothèse, 100 pas forment 80 mètres. Les officiers au corps royal des ingénieurs géographes ont adopté cette mesure, et ils s'habituent à régler leur marche de manière à obtenir une assez grande précision.

113. 2° Le second moyen consiste à prendre une corde, et à la diviser en demi-mètres par des nœuds. Cette division doit être faite avec un grand soin par l'instituteur, qui doit mesurer lui-même toutes les distances sur le terrain avec un élève intelligent. On comprend facilement qu'une corde étant fort extensible, si le mesurage était confié à des enfants, ils tendraient la corde inégalement; ils se feraient un jeu de cette opération importante, et commettraient un grand nombre d'erreurs.

Si la corde a été bien divisée, si elle est un peu grosse, si on la vérifie souvent, et si on la rectifie toutes les fois que l'on s'en sert, elle peut remplacer la chaîne métrique; cependant les influences qu'exercent sur sa longueur l'humidité et la sécheresse ne permettent pas d'employer la corde dans les opérations délicates.

114. 3° Voici encore un troisième moyen fort simple : on dispose deux perches de bois bien sec, chacune d'un double mètre de longueur, environ 6 pieds 2 pouces (6 p. 1 po. 10 l. 592), et divisées en décimètres. Un des élèves place une des perches au point G (*fig.* 58), dans la direction GD; il place la seconde à terre bout à bout avec la première, dans la même direction. Pour éviter les erreurs d'alignement, on peut tendre un cordeau par terre de G en H, et porter les perches à la suite l'une de l'autre, autant de fois qu'il sera nécessaire. On détachera ensuite la corde en G, et on la tendra de H en I et de I en D.

Supposons que par cette manière d'opérer on ait trouvé les longueurs suivantes :

GA=6^m, AB=5^m, BC=11^{m}9; CD=10^m
DE=12^m 8; EF=13^m, FG=12^m, GB=12^{m}65,
GC=16^m 2; GD=18^{m}7; GE=18^{m}9.

On construira une échelle, ou bien on prendra un décimètre qui servira d'échelle, dans le rapport d'un centimètre par mètre. Sur la feuille de papier qui doit contenir le plan, on tirera une ligne indéfinie, sur laquelle on portera 18 centimètres 7 millim. pour représenter GD; du point G comme centre et avec une ouverture de compas de 16 centimètres 2 millimètres, on décrira un arc de cercle; à l'autre extrémité D, et avec une ouverture de compas de 10 cent. ou d'un décimètre, on décrira un arc de cercle qui coupera le précédent en C; on joindra le point C au point G. On tracera ensuite la ligne CD; mais comme elle est limite de la propriété, on l'indiquera par une ligne à l'encre de Chine ou à l'encre ordinaire bien limpide.

Des points G et C successivement pris comme centre, avec des ouvertures de compas de 12 cent. 6 millimètres et de 11 cent. 9 millim., on tracera deux arcs de cercle avec la pointe du compas garnie d'un porte-crayon; le point B où ils se couperont est un nouveau sommet du polygone cherché. Des points G et B pris comme centre, et avec deux ouvertures de compas de 6 cent. et de 5 cent., on décrira deux arcs de cercle qui se couperont en A. En continuant de la même manière on dessinera sur le papier le plan du terrain que l'on a mesuré. Les lignes GA, AB, BC, CD, DE, EF, FG, sont tracées à l'encre, et les lignes ponctuées GB, GC, GD, GE, sont tracées au crayon.

Voici la marche à suivre pour avoir la superficie du polygone. Du point A, avec une équerre et un crayon, on abaissera une perpendiculaire sur GB. Pour connaître la longueur de cette perpendiculaire A*a*, on la mesurera au compas sur le plan, et on portera cette ouverture sur l'échelle. Si l'on a pris le centimètre pour unité de l'échelle, comme nous l'avons supposé, il suffira de convertir les centimètres en mètres, pour avoir la longueur de la perpendiculaire. En multipliant la base 12.6 par la hauteur de la perpendiculaire, et en prenant la moitié du produit, on aura la mesure du premier triangle. On fera la même opération sur chacun des autres triangles; on ajoutera tous ces résultats, et l'on aura l'évaluation en mètres carrés et décimètres carrés de la figure 58.

115. On peut remarquer que par ce procédé on n'obtient pas directement les longueurs des perpendiculaires, mais qu'on les trouve au moyen de l'échelle de proportion. Si les côtés et les diagonales du polygone, figure 58, ont été relevés très exactement, on peut espérer un résultat assez juste. Mais on doit comprendre qu'il est presque indispensable d'avoir pris les longueurs des perpendiculaires sur le terrain même, car elles servent à vérifier les longueurs trouvées sur l'échelle de proportion.

116. Lorsque l'on veut mener des perpendiculaires sur le terrain et les mesurer, il faut recourir au second procédé, qui est la *mesure des terres avec l'équerre d'arpenteur et la chaîne.*

Nous avons suppléé à la chaîne et aux jalons par le pas de l'homme, par la corde divisée en décimètres, par les perches et par les bâtons pointus; il sera de même facile de construire à peu de frais une équerre d'arpenteur.

On prendra une planche carrée en bois bien sec, de 40 centimètres sur chaque côté et de 12 à 14 millimètres d'épaisseur (*fig.* 59); on divisera les côtés *ab*, *bd*, *dc* et *ca*, chacun en deux parties égales, et on tirera les droites *ef*, *gh*, qui doivent être d'égale longueur et se couper à angles droits au point *o*. A chaque point *e*, *f*, *g*, *h*, on enfoncera verticalement une aiguille bien fine, on clouera la planche sur un pied de bois, et on aura une équerre d'arpenteur suffisamment exacte. Pour élever une perpendiculaire, on suivra la marche indiquée dans le paragraphe 59. On portera une équerre d'arpenteur sur la ligne GB (*fig.* 58); le point *o* (*fig.* 59) doit tomber verticalement sur cette ligne; on placera l'instrument de manière que les points G, B, et les deux aiguilles en *g* et *h*, soient dans la même direction. Il faut d'abord voir si *h*, *g* et G, sont en ligne droite; ensuite on se reporte en *g*, et on examine de même si *g*, *h* et B sont également en ligne droite. Si dans cette position les deux autres aiguilles correspondent au jalon planté en A, la ligne A*a* est la perpendiculaire demandée. Si la direction des aiguilles ne correspond pas au jalon en A, il faut reculer l'équerre à droite ou à gauche; mais il faut vérifier une seconde fois l'alignement des quatre points G, *g*, *h*, B. Quand les quatre aiguilles sont dans les directions convenables, on mesure à la perche ou à la corde la ligne A*a*.

Dans le polygone ABCDEFG (*fig.* 58), si du point G on mène des diagonales à tous les sommets des angles non adjacents, on formera autant de triangles qu'il y a de côtés moins deux. Dans le premier triangle AGB, on mesure la base GB et la perpendiculaire A*a*. Dans le triangle GBC, on mesure la base GC et la perpendiculaire B*b*.

Il serait inutile de mesurer les lignes qui ne servent point à la mesure des triangles, telles que GA, AB, BC, CD, etc., etc.

117. Il est souvent indispensable d'envelopper un polygone dans un rectangle, comme nous l'avons vu plus haut (69), quand le terrain à mesurer est impénétrable; par exemple, si c'est un taillis, un étang, un marais, etc., etc.

En se servant des instruments avec adresse, on ne s'éloignera pas beaucoup de la véritable contenance, quoique l'opération ne soit pas aussi directe que par la mesure des angles et des côtés.

Supposons que l'instituteur soit chargé de mesurer un terrain marécageux (*fig.* 60), accessible à l'extérieur : il procèdera comme pour le terrain représenté dans la figure 45. S'il place son équerre d'arpenteur au point I, la direction des aiguilles lui donnera un moyen facile de planter des jalons aux points A et D: la droite AD sera la directrice du rectangle; au point A il élèvera une perpendiculaire qui passera par le sommet de l'angle E; à l'extrémité de AB, il élèvera avec l'équerre d'arpenteur une perpendiculaire qui passera par le sommet F. Il suffira, pour fermer le rectangle, d'élever une perpendiculaire en D ou en C, qui passe par le sommet G. Des points P, O, N, M, H, R, on abaisse avec l'équerre d'arpenteur les perpendiculaires PV, OS, NT, MK, HG, RQ.

Nous avons déjà expliqué (59) comment, au moyen de l'équerre d'arpenteur, on peut élever ou abaisser une perpendiculaire : ce serait nous répéter inutilement que de reproduire ce procédé; nous exercerons seulement nos lecteurs par le calcul des deux figures 60 et 61.

Pour avoir la contenance du polygone (*fig.* 60), voici le calcul à faire.

Supposons d'abord que AL $= 70^m$, A $= 50^m$, EB $= 70^m$, VB $= 4^m$, VS $= 61^m$, ST $= 56^m$, TF $= 80^m$, FC $= 99^m$, CK $= 30^m$, KG $= 45^m$, GD $= 45^m$, DQ $= 60^m$, et QI $= 100^m$.

Il nous faut encore la longueur des perpendiculaires.

Soit PV $= 58^m$, OS $= 11^m5$, TN $= 6^m4$, MK $= 11^m2$, HG $= 13^m5$, RQ $= 6^m3$.

Détail des opérations.

Triangle AEL.	Multiplier la base 70 par la hauteur 50, et en prendre la moitié.	1750^m
Trapèze BVPE.	Ajouter les deux bases parallèles 70 et 58, multiplier par la hauteur 4, et prendre la moitié.	256
Trapèze VPOS.	Ajouter les deux bases parallèles 58 et 11.5, multiplier par la hauteur 61, et prendre la moitié du produit.	219.75
Trapèze SONT.	Ajouter les deux bases parallèles 11.5 et 6.4, multiplier par la hauteur 56, et prendre la moitié du produit.	501.20
Triangle TNF.	Multiplier la base 6.4 par la hauteur 80, et	
		2726.95

	Report.	2726.95
	prendre la moitié du produit.	256
Trapèze FMKC.	Ajouter les deux bases parallèles 99 et 11.2, multiplier par la hauteur 30, et prendre la moitié du produit.	1678.4
Trapèze MKGH.	Ajouter les deux bases parallèles 11.2 et 13.5, multiplier par la hauteur 45, et prendre la moitié du produit.	555.75
Trapèze GDQR.	Ajouter les deux bases parallèles 45 et 6.3, multiplier par la hauteur 60, et prendre la moitié du produit.	1539
Triangle RQI.	Multiplier la base 100 par la hauteur 6.3, et prendre la moitié du produit.	315
	Total.	7071^m10

118. Pour mesurer le grand rectangle, nous multiplierons la base par la hauteur, nous retrancherons $7{,}071^m10$, et le reste sera la contenance de la pièce de terre.

Rectangle,	36,000.00
A retrancher,	7,071.10
Mesure de la pièce de terre,	$28{,}928^m90$

La figure 60 a donc 2 hectares 89 ares 29 centiares.

Donnons encore un autre exemple qui exercera les élèves au calcul.

Supposons un terrain ABCDEFGHIK (*fig*, 61) accessible, dans lequel on a tiré la directrice AB; supposons aussi que l'on ait mesuré les perpendiculaires CM, DN, EO, FQ, GB, LK, PI, HR.

Parties de la directrice. Soit $AM = 4^{m}7$, $MN = 10^{m}1$, $NO = 20^{m}3$, $QO = 17^{m}2$, $QB = 21^{m}8$, $AL = 8^{m}1$, $LP = 42^{m}6$, $PB = 23^{m}4$.

Perpendiculaires. $CM = 19^{m}9$, $DN = 36^{m}5$, $EO = 23^{m}8$, $FQ = 37^{m}2$, $GB = 27^{m}5$, $HR = 5^{m}1$, $LK = 17^{m}3$, $PI = 19^{m}8$.

Détail des opérations.

Triangle CAM.	Multiplier la base 4.7 par la hauteur 19,9, et en prendre la moitié.	$46^{m}76$
Trapèze DCMN.	Ajouter les deux bases parallèles 19.9 et 36.5, multiplier par la hauteur 10.1, et prendre la moitié.	284.82
Trapèze DEON.	Ajouter les deux bases parallèles 36.5 et 23.8, multiplier par la hauteur 20.5, et prendre la moitié.	612.04
Trapèze EFQO.	Ajouter les deux bases parallèles 23.8 et 37.2, multiplier par la hauteur 17.2, et prendre la moitié.	524.60
		$1468^{m}22$

	Report.	$1468^{m}22$
Trapèze FGBQ.	Ajouter les deux bases parallèles 37.2 et 27.5, multiplier par la hauteur 21.8, et prendre la moitié.	705.23
Triangle GHB.	Multiplier la base 27.5 par la hauteur 5.1, et prendre la moitié.	70.12
Triangle ALK.	Multiplier la base parallèle 8.1 par la hauteur 17.3, et prendre la moitié.	70.06
Trapèze MPIK.	Ajouter les deux bases parallèles 17.3 et 19.8, et multiplier par la hauteur 42.6, et prendre la moitié.	790.23
Triangle PBI.	Multiplier la base 23.4 par la hauteur 19.8, et prendre la moitié.	231.66
	Total. . . .	$3,335^{m}52$

La surface de la figure 61 est donc de 33 ares 36 centiares.

Un instituteur intelligent comprendra toute l'importance d'exercer ses élèves sur le terrain; c'est le véritable moyen de leur apprendre l'arpentage.

On peut proposer les exercices en pleine campagne comme récompense du zèle et de l'attention aux leçons de la classe; les élèves qui ont arpenté une première fois trouvent ce travail très amusant, et inspirent à leurs camarades l'envie d'y prendre part.

Ces notions d'arpentage, suffisantes pour les besoins ordinaires de la vie, seront extrêmement utiles quand elles seront répandues dans les écoles. Les cultivateurs, éclairés sur leurs véritables intérêts, pouvant mesurer eux-mêmes leurs propriétés, éviteront ainsi bien des querelles, bien des procès avec leurs voisins. Et c'est aux instituteurs actuels qu'est confié cet important résultat !

Quand les instituteurs pourront se procurer une boussole, ou un graphomètre, ou une planchette, ils suivront la marche que nous leur avons tracée à partir du paragraphe 76.

CHAPITRE ONZIÈME.

CULTELLATION ET NIVELLEMENT.

119. Dans tout ce que nous avons dit jusqu'ici, nous avons supposé que le terrain était horizontal; mais il n'en est pas toujours ainsi, et beaucoup de pièces de terre sont en pente.

Quand on opère avec la planchette pour lever un plan incliné, on ne représente pas la surface inclinée, mais seulement le plan horizontal. Ce plan horisontal offre une surface qui diffère plus ou moins de la véritable, selon que l'inclinaison du terrain est plus ou moins grande.

Pour mesurer une distance sur un terrain incliné, on tend la chaîne horizontalement, sans s'inquiéter de l'inclinaison du terrain. Si l'on mesure cette distance dans une descente rapide, le porte-chaîne tend la chaîne horizontalement, et laisse échapper de la main qui tient l'anneau une fiche qui s'enfonce verticalement dans la terre, ou laisse une empreinte qui fait connaître la place où elle doit être plantée.

120. Soit une longueur AC inclinée à l'horizon (*fig.* 62); on portera la chaîne horizontalement de A en E, de F en G, de H en T, de K en L; il est évident que AE=DM, FG=MN, HI=NO, KL=OC ; donc la somme des longueurs partielles obtenues avec la chaîne est égale à l'horizontale DC ; donc le plan lui-même ne sera pas le plan incliné à l'horizon, mais la superficie horizontale, que l'on nomme aussi *base productive*. En effet, les arbres, les blés et tous les végétaux poussent dans une direction verticale, et non pas dans une direction perpendiculaire au plan, en sorte qu'une ligne inclinée AB ne contient pas plus de pieds d'arbres que la distance horizontale CB (*fig.* 63).

Si, au lieu d'arbres, le plan incliné était couvert de moissons ou de plantes basses de tige, on pourrait croire qu'il en contient plus que la superficie horizontale ; mais l'expérience a prouvé que les terrains inclinés ne rapportent pas plus que les superficies horizontales : car les pluies entraînent la terre végétale et les semences, et comme ces plans inclinés ne peuvent entretenir l'humidité si nécessaire à la végétation, la sécheresse est excessive ; la culture d'ailleurs est fort pénible; c'est donc avec raison qu'on les assimile à une superficie moindre.

121. L'opération qui a pour but de ramener une surface inclinée à la surface horizontale s'appelle *cultellation :* car il semble, en effet, qu'on a enlevé horizontalement le terrain incliné, comme avec un *couteau*.