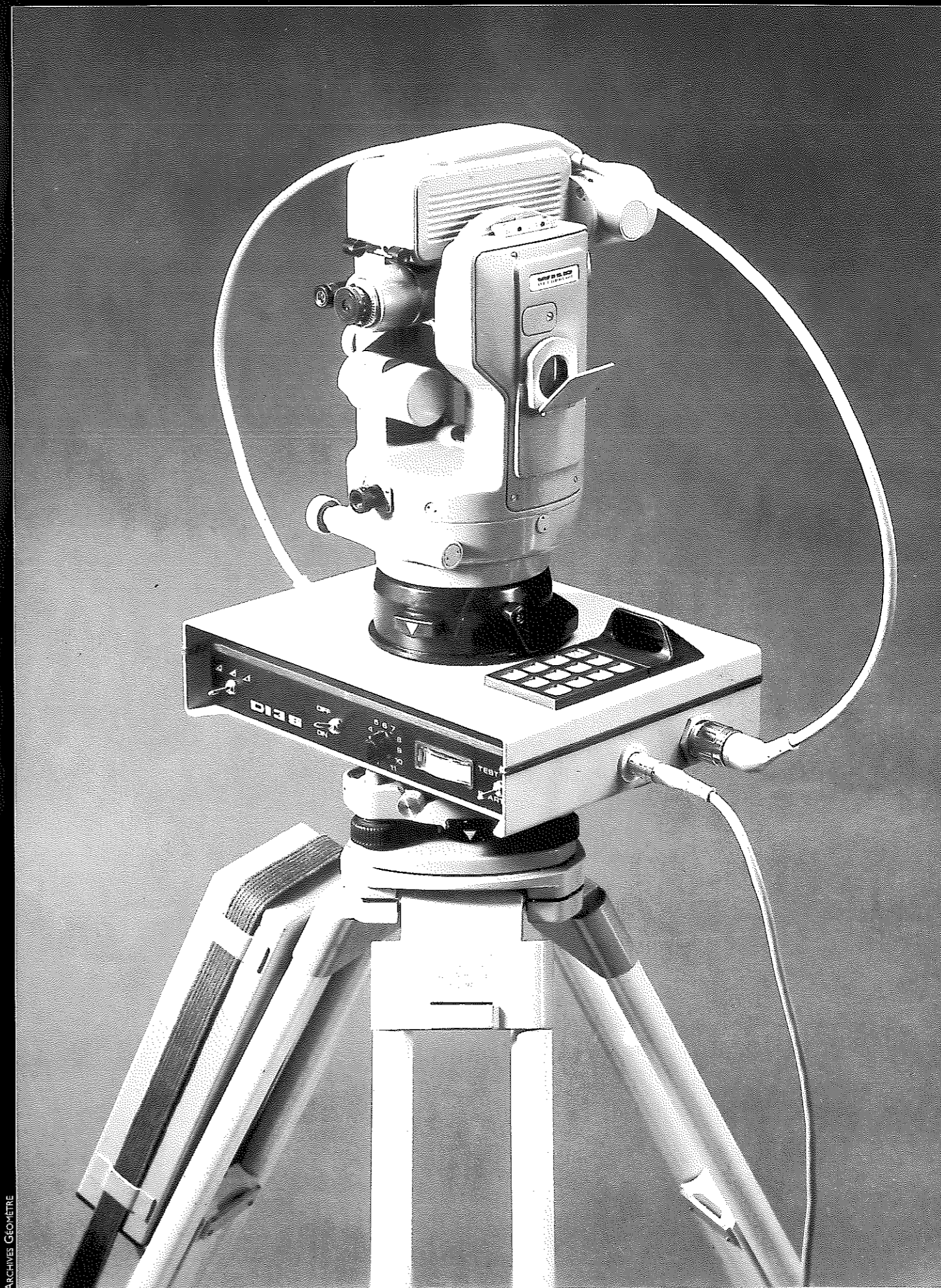


Les instruments de l'arpentage

par Michel Kasser



ARCHIVES GÉOMÈTRE



LAUKOS - GRAUDON - HENRI TESTEIN - CHÂTEAU DE VERSAILLES



Ci-contre, l'abbé Picard, inventeur de la lunette à réticule en 1668, auprès de Louis XIV. Au début du XIX^e siècle, les appareils ont évolué, mais la technique est la même. Ici des élèves de l'ESTP utilisent, à gauche un tachéomètre, à droite un cercle d'alignement.

Des évolutions rares mais spectaculaires

Les outils employés par les arpenteurs ont suivi, comme tous les instruments ayant marqué l'histoire humaine, une évolution extrêmement discontinue. Durant de très longues périodes, les technologies utilisées sont restées parfaitement stationnaires et les instruments étaient alors uniquement caractérisés par l'habileté de l'artisan qui les avaient fabriqués, contexte a priori ne créant guère de progression. Cette situation est encore aujourd'hui valable pour la lutherie : les meilleurs violons ne sont pas nécessairement les plus récents et la technique n'évolue à peu près pas depuis plusieurs siècles. Pour se faire une idée des outils des géomètres, il suffit de retrouver où et quand se sont passés les changements technologiques.

Les mesures d'angles durant l'antiquité se sont toujours faites avec un dispositif permettant à l'œil de voir à travers deux objets, par exemple de petits orifices appelés « pinnules », ou tout autre dispositif équivalent. Ce genre de visée est nominalement limité par le seul pouvoir de résolution de l'œil (0,001 rd, soit un millimètre vu à une distance de un mètre), et on le retrouvera dans tous les instruments : niveaux à eau avec deux fioles communiquant par un tuyau comme employé parfois encore en maçonnerie, ou niveau à eau sous forme de chorobate (la visée est alors effectuée le long d'une rainure remplie d'eau). Même chose pour les mesures d'angles : dans

la groma (dessin page 14), ce sont deux fils qui matérialisent la visée ; dans les équerres optiques, ce sont de nouveau des pinnules. En astronomie aussi, ce sont des pinnules qui équipent tous les astrolabes, ce qui évidemment est une limitation majeure de la précision. Et pourtant, que de découvertes ont été faites ainsi !

Les premières lentilles étaient convexes (d'où leur nom, par analogie avec le légume bien connu) et d'assez mauvaise qualité car le verre n'était pas du tout homogène et les méthodes de polissage de surfaces sphériques étaient peu efficaces. Il semble que leur emploi date du XIII^e siècle et qu'elles aient été destinées à la correction de la presbytie et de la myopie, ou encore pour servir de loupes. Les lunettes d'approche, ou longues-vues, sont nées semble-t-il à la fin du XVI^e siècle, et utilisaient alors un verre convergent et un verre divergent, avec un grossissement modeste (trois bien souvent). La généralisation de leur emploi semble intervenir au début du XVII^e siècle pour la chasse ou la guerre. Après avoir considérablement amélioré ces lunettes pour atteindre des agrandissements de l'ordre de trente, Galilée se rendit célèbre par les découvertes qu'il fit avec (les satellites de Jupiter par exemple). Mais aucune mesure n'était encore possible avec une lunette ainsi conçue, faute d'un réticule et surtout d'un endroit où le placer. En effet, avec un oculaire formé d'une lentille divergente et un objectif convergent, il n'existe pas de

zone intermédiaire où se forme une image réelle, c'est-à-dire qu'on puisse observer sur une feuille de papier par exemple. La découverte, vers 1668, faite par l'abbé Picard (1620-1682), un des premiers membres de l'Académie des sciences, tout juste créée par Louis XIV, consista à employer une lunette composée de deux verres convergents. Ce dispositif avait déjà été proposé par Kepler dès 1630, mais essentiellement pour agrandir le champ de la lunette et Huygens en avait signalé l'intérêt puisqu'il existait alors une zone où une image réelle se formait, au foyer commun de l'oculaire et de l'objectif, et où l'on pouvait insérer un dispositif de mesure (Huyghens voulait mesurer le diamètre du Soleil). Dans cette zone focale intermédiaire, Picard mit deux fils de soie (ou des fils d'araignée) posés sur une petite platine, collés par de la cire : le premier réticule était né. Tous les instruments de topographie, de géodésie et d'astronomie en profitèrent largement, au point de faire promptement disparaître les anciens instruments à pinnules.

En géodésie comme en nivellement, les mesures effectuées pour la première fois par l'abbé Picard furent à peine améliorées en précision pendant deux siècles et demie, seule l'ergonomie des appareils fit des progrès considérables. La première innovation technologique majeure suivante s'est produite vers 1960 avec l'invention des appareils électroniques de mesures de distances comme celui présenté page 61. La disponibilité puis la miniaturisation de ces AEMD ont complètement changé la façon de travailler des géomètres. Auparavant, en effet, seul le chaînage direct et l'emploi de méthodes parallactiques étaient possibles. L'innovation suivante a été, dans les années 80, l'apparition de l'informatique sur le terrain et des théodolites numériques. Puis début 90, les niveaux numériques sont apparus, et le GPS a commencé à se répandre. Mais nous sommes ainsi tombés dans l'époque contemporaine que nous connaissons tous.

Et si...

Il semble qu'une première révolution technologique aurait pu se produire bien plus tôt si un besoin important s'était fait sentir. Il est manifeste en effet que les connaissances disponibles à l'école d'Alexandrie (II^e-I^{er} siècles av. J.-C.) suffisaient pour que le savoir-faire en optique, apparu au XVI^e siècle, puisse éclore alors. On peut trouver de multiples raisons à cette non évolution.

La société grecque reposait sur l'esclavage, le travail manuel avait donc très mauvaise image. Les inventeurs alexandrins étaient capables de concevoir des appareils extraordinaires (utilisant la vapeur, par exemple), pourvu que le but en vaille la peine (faire ouvrir automatiquement les portes d'un temple, par exemple). En aucun cas ils n'auraient voulu déchoir en s'intéressant à des productions à finalité « industrielle ».

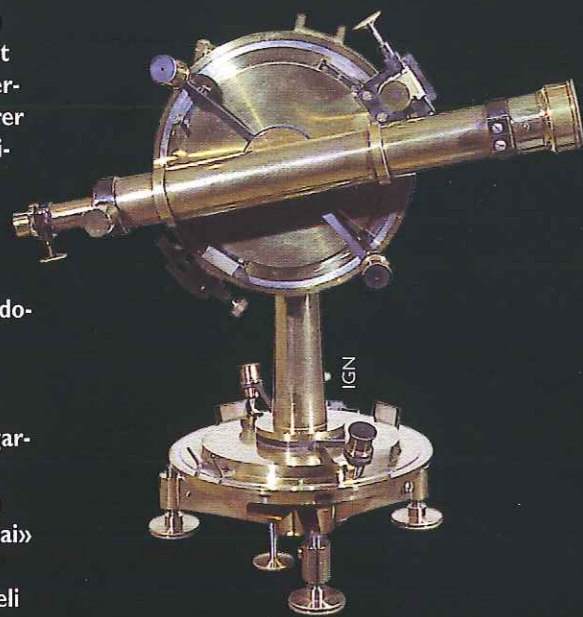
La civilisation romaine a sécrété de nombreux ingénieurs de grand talent. Mais elle n'a pas été inventive et, là encore, la force de travail gratuite de l'esclavage limitait la demande pour une évolution.

Puis la culture chrétienne s'est comportée comme un étouffoir pour toute la pensée scientifique jusqu'à la Renaissance. A tel point qu'il a fallu créer des zones de liberté complète pour les « intellectuels », et cela a été le début des universités au XIII^e siècle. Véritables « zones franches » où les autorités séculières et religieuses ne devaient pas intervenir, elles ont été les pépinières des savants de la Renaissance. C'est alors seulement que l'on a redécouvert la science grecque et arabe, et qu'un nouvel élan a commencé.

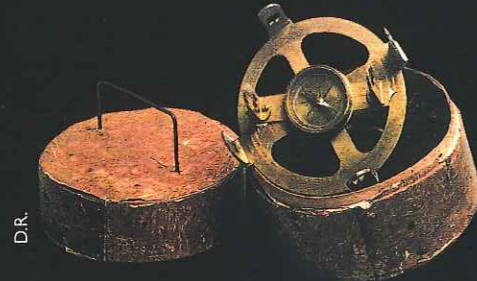
Que se serait-il passé si Louis XIV n'avait pas voulu, pour asseoir la domination française sur l'Europe et le monde, créer cette première Académie des sciences ? Il est très probable que dans les quelques décennies suivantes quelqu'un d'autre, peut être un astronome aussi, aurait fini par inventer la lunette à réticule qui a tant transformé les sciences topographiques. L'abbé Picard était en effet un bon théoricien et un excellent expérimentateur, mais il a essentiellement su réemployer de façon astucieuse un corpus de connaissances qui était disponible, éparpillé ça et là. C'est une des bases de la démarche inventive, et cette invention était possible grâce aux verriers, aux horlogers, à Galilée, à Kepler, à Huyghens, à d'autres comme Auzout, Roberval, Buot, etc. La démarche scientifique était alors en train de quitter le domaine du savant complètement isolé (comme Tycho Brahé au siècle précédent) et vivant en autarcie intellectuelle, pour s'installer dans la situation qui est la norme aujourd'hui, où tous les chercheurs communiquent abondamment.

Mais dans nos sciences, comme dans toutes les autres, il n'y a jamais eu d'activité inventive aussi effrénée qu'actuellement et nous sommes tous bien en peine de savoir avec quels outils nous travaillerons dans dix ou vingt ans.

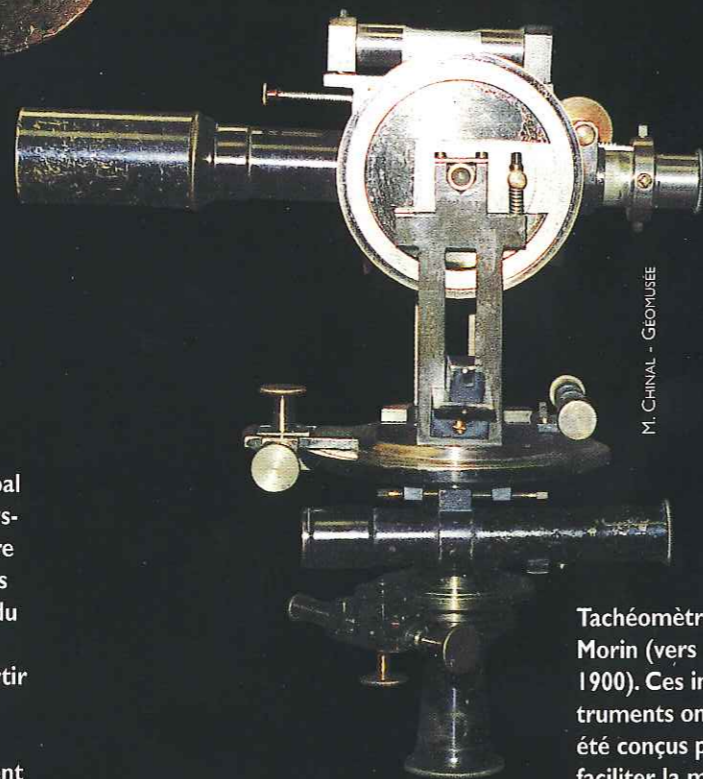
Théodolite du XIX^e siècle. Cet instrument permet de mesurer les angles horizontaux et verticaux à partir d'un même point. Le mot «théodolite», du latin scientifique «theodelitus» veut dire «regarder au loin». Théo vient du grec «théomai» qui signifie «regarder», deli vient du grec «télé», qui signifie «au loin».



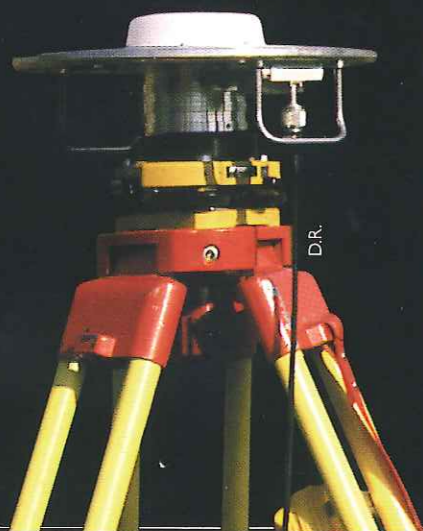
Tachéomètre signifie «mesure rapide». Modèle moderne avec lecture électronique des angles et mesure électronique des distances.



Cercle d'arpenteur et son étui. Matériel léger de mesure.



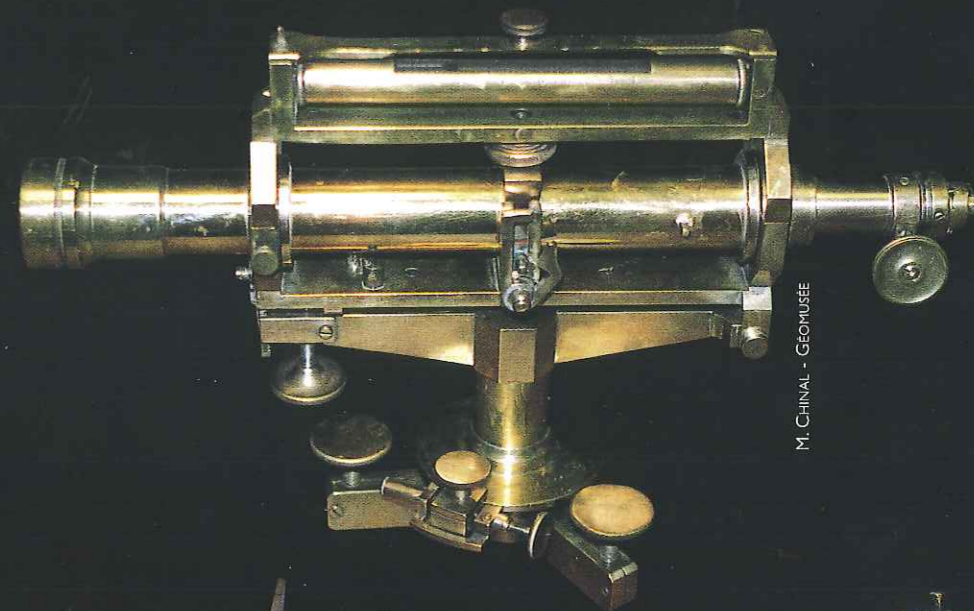
Tachéomètre Morin (vers 1900). Ces instruments ont été conçus pour faciliter la mesure des distances et accélérer les levés par rayonnement. Visible au Géomusée



GPS ou «global positioning system», dernière révolution des instruments du géomètre. Il permet, à partir d'une liaison satellites, un positionnement tridimensionnel.

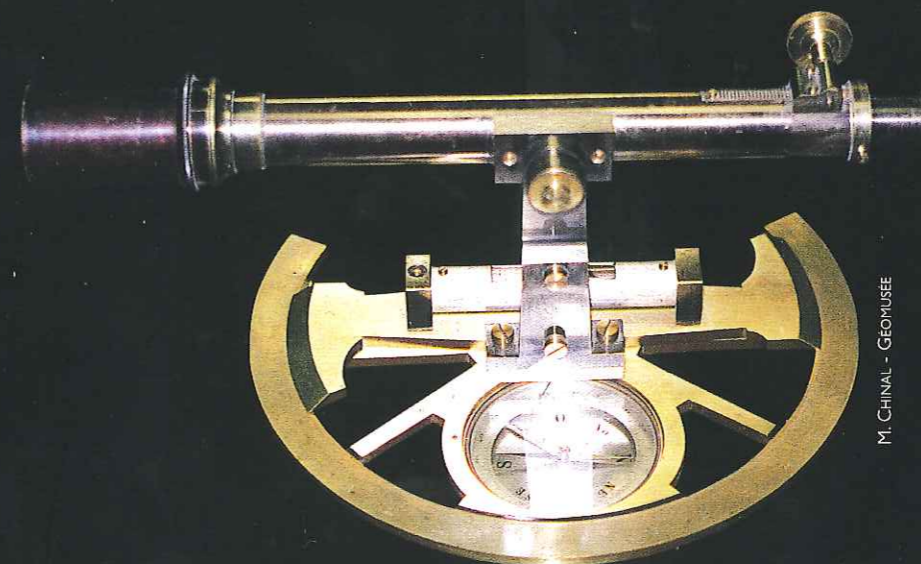
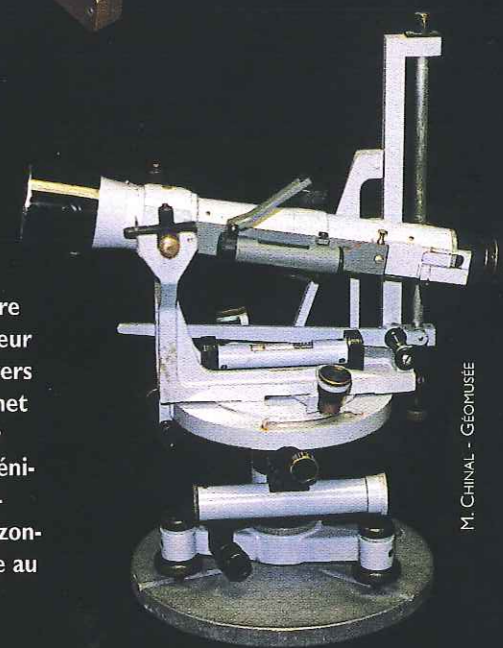
Les instruments de l'arpentage

Niveau à nivelle indépendante (1860) permettant une correction de toutes les erreurs instrumentales. Visible au Géomusée (Lyon).



Graphomètre à pinnules. Matériel à utiliser sur une planchette.

Tachéomètre autoréducteur Secrétan (vers 1930). Permet de mesurer aisément dénivellés et distances horizontales. Visible au Géomusée.



Graphomètre à lunette avec boussole Radiguet (vers 1920). Matériel destiné aux levés précis à la planchette (travaux de cartographie). Visible au Géomusée.