

Les méthodes et les matériels de terrain du topographe de demain

M. KASSER Michel, Ingénieur Géographe
I.G.N. - 2 avenue Pasteur
94160 Saint-Mande

Pour pouvoir tenter d'appréhender l'avenir des méthodes et des matériels de terrain, il paraît intéressant de regarder quelques observations tirées du passé. Nous nous intéresserons tout d'abord à l'altimétrie, puis à la planimétrie et à la gravimétrie à titre d'exemples.

Un peu d'histoire

Si la topométrie est un des plus vieux métiers du monde, voyons par exemple, le cas des outils utilisés pour le nivellement. Un appareil des plus anciens semble le niveau de maçon en forme de A (fig. 1).

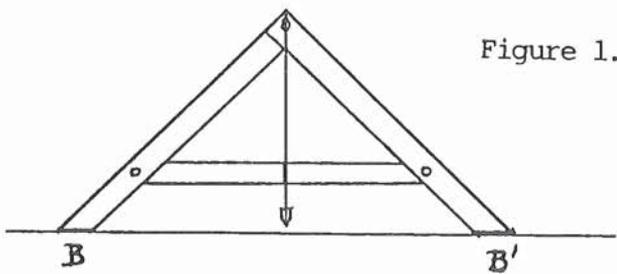


Figure 1.

Très simple de conception, son capteur de verticale est un pendule et il est encore employé couramment dans le monde. S'il est tenu à la main, la base BB' peut servir de ligne de visée. Le réglage est facile (retournement) mais la précision est très limitée (10 m/km comme ordre de grandeur). Un autre instrument, le chorobate décrit par Vitruve (reconstitué fig. 2), utilise l'eau dans une petite rigole comme critère

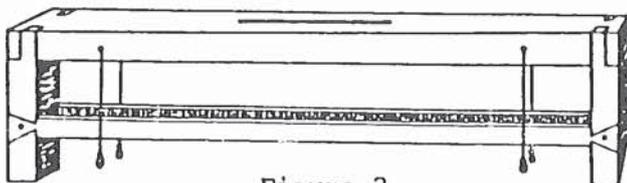


Figure 2.

d'horizontalité d'une espèce de table, initialement de dimensions réduites et dont le plan détermine la visée. C'est légèrement plus précis (1 m/km ?) mais on imagine aisément combien cet outil est peu pratique de mise en œuvre ! Eh bien, lorsque nos ancêtres ont essayé d'en améliorer la précision, spontanément, ils ont conçu des chorobates de plus en plus grands (plusieurs mètres). La précision s'améliorerait sans doute, mais assez peu, (quelques décimètres par km), et la manœuvrabilité était évidemment

épouvantable. Il semble pourtant que de tels instruments aient servi jusqu'au XVII^e siècle.

Là, apparaît un saut technologique majeur : l'abbé Picard, vers 1660, imagine de mettre un réticule dans

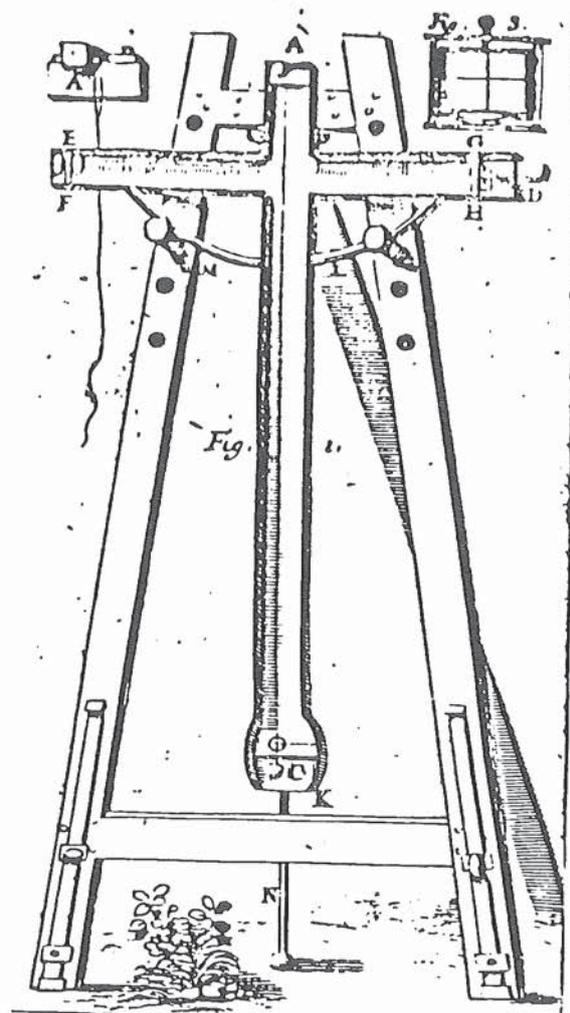


Figure 3.

une lunette de Galilée, permettant le pointé. Puis, il conçoit un niveau (fig. 3) radicalement nouveau par :

- l'usage d'un grand trépied bien stable,
- l'emploi d'un fil fin bien abrité comme indicateur de verticale,
- une mise en station autorisant un réglage fin,
- une technologie simple et fiable.

A la même époque, d'autres académiciens, Huyghens (fig. 4). Romer (fig. 5), La Hire (fig. 6), imaginent des niveaux bien plus sophistiqués. Ils sont automatiques, vraisemblablement moins précis, et sans doute très malcommodes d'emploi sur le terrain, quoique bien plus séduisants sur le papier.

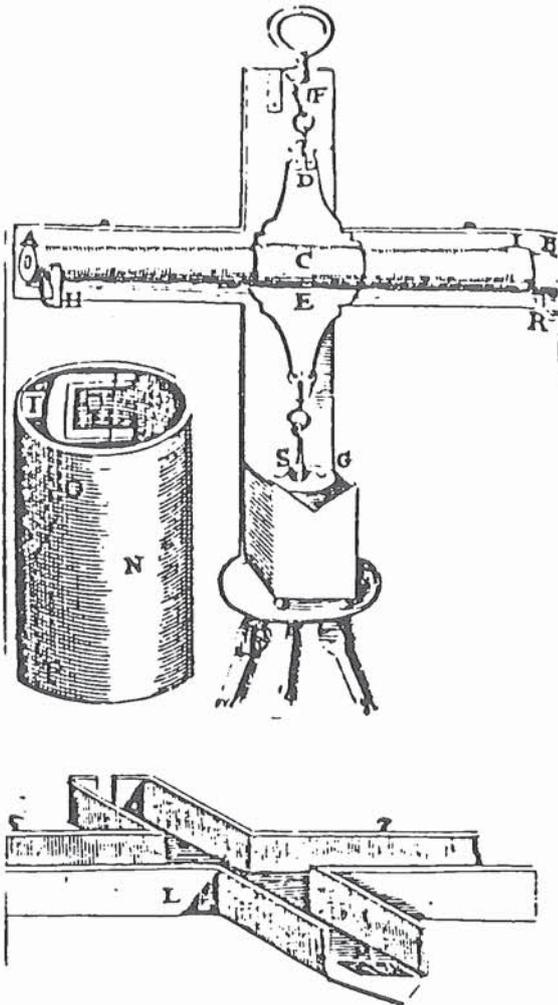


Figure 4.

Le terrain va départager nettement : lorsque Thouvenot aura conçu la nivelle à fiole torique en 1660, le niveau non automatique ainsi défini aura vu le jour et il survivra jusqu'à aujourd'hui. Et Picard signera les premiers nivellements de haute précision (1 cm/km) jamais effectués.

Qu'est-ce que nous en déduisons ?

- Le saut quantitatif exigeait de repenser l'ensemble du processus, mais en plus,
- Le nouvel appareil n'était pas inutilement sophistiqué et était suffisamment rustique pour passer à la postérité. C'est une histoire semblable que l'on observe dans les observations de triangulation géodésique. Du XVII^e au début du XX^e siècle, les angles se mesuraient avec des "cercles" d'autant plus importants que l'on souhaitait obtenir de la précision. C'est encore à un réexamen complet de ce type de technologie que l'on doit la naissance du théodolite

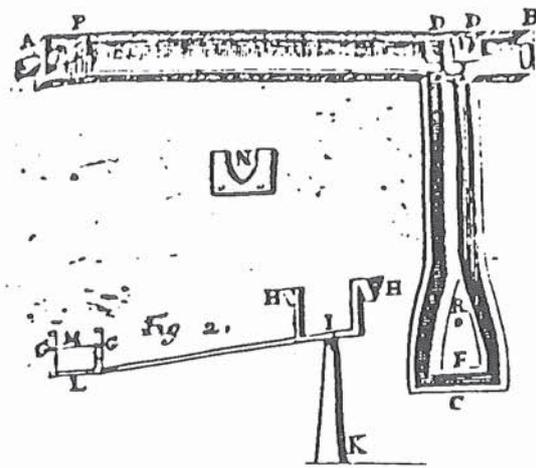


Figure 5.

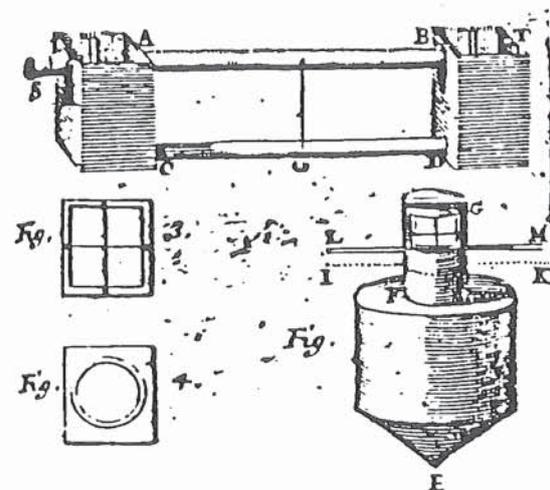


Figure 6.

moderne juste après la guerre. Et c'est la parfaite adéquation avec les impératifs de terrain qui a assuré son succès durable.

En gravimétrie, depuis les premières mesures avec un pendule réversible au XVII^e, on pourrait noter pareillement des sauts technologiques successifs, jusqu'au gravimètre absolu conçu par Mr. Sakuma au BIPM. Nous mesurons g avec une précision voisine du microgal. Mais quel est le sens physique de ce microgal ?

A ce stade de notre court panorama, une observation importante doit être faite : dans la quasi-totalité des secteurs de la topométrie, les précisions ultimes ne sont plus conditionnées par les instruments, mais par l'environnement de la mesure : traversée de l'atmosphère par exemple.

Il faut donc chercher des mesures physiquement nouvelles, et repenser l'ensemble du problème métrologique qui nous est posé à chaque fois que l'occasion se présente.

... Premier Congrès International de l'AFT

L'avenir des méthodes de terrain

• L'Altimétrie ne bénéficiera pas de sitôt des mesures par satellite qui fournissent systématiquement des observations géométriques, alors que le nivellement est une mesure liée essentiellement au champ de pesanteur terrestre. Or, le géoïde est extrêmement irrégulier à l'échelle du centimètre et en tout état de cause, il n'est pas près d'être connu avec cette précision ! Les méthodes terrestres vont donc rester irremplaçables encore quelque temps. Il est toutefois parfaitement concevable de les faire évoluer. Nous voyons ainsi, après le succès du Nivellement Motorisé conçu en Allemagne et mis au point par M. Becker en Suède pour les grands réseaux nationaux, une autre méthodologie exploitant des visées zénithales réciproques et simultanées entre deux théodolites avec mesure de la distance (Nivellement Indirect de Précision Motorisé ou Nipremo) que nous avons mis au point dès 1981. A brève échéance, de telles mesures pourraient remplacer progressivement le nivellement de précision classique.

• **En planimétrie**, par contre, la percée des méthodes spatiales amorcée dans les années 70 devrait se concrétiser par du matériel d'un prix accessible donnant des positionnements relatifs à quelques centimètres près jusqu'à quelques dizaines de kilomètres. Ceci à terme rendra caduques les méthodes d'observation de grands réseaux (triangulation, multilatération), mais ne supplantera pas les méthodes de tachéométrie locale moderne (télémètre électronique, théodolite numérique) qui resteront bien plus rapides.

Les méthodes inertielles ne laissent pas prévoir d'abaissement majeur des prix (actuellement très élevés) pour des centrales de position (Litton, Ferranti) a priori destinées à un marché militaire dont les objectifs sont bien différents des nôtres (spécifications, contraintes de prix...). Intrinsèquement, il n'y a pas d'impossibilités techniques, mais il faudrait une nette évolution technologique pour que les prix baissent suffisamment. Par contre, les méthodes gyroscopiques de précision (quelques décimilligrades sur la position du Nord), pourraient être un élément nouveau majeur pour le géomètre, en lui fournissant une orientation facile. Il faudra pour cela que les diverses études menées dans quelques laboratoires soient prises en compte par un constructeur sérieux.

Les télémètres électroniques progresseront lentement vers une meilleure précision par l'emploi de deux couleurs ; ce surcroît de qualité (1 mm/10 km) pourrait s'avérer primordial pour certaines nouvelles méthodes de levé et pour toutes les surveillances et auscultations (ouvrages d'art, versants instables).

• **La saisie des données**, tout en suivant de près les possibilités des micro-ordinateurs de terrain, devra s'adapter au parc de matériel topométrique dont la jouvence restera lente. Les entrées vocales seront bientôt utilisables avec une fiabilité suffisante pour que cela puisse se généraliser. Quelques remarques s'imposent :

— Les boîtiers de saisie spécialisés n'offrent pas un rapport qualité/prix comparable à celui de la micro-informatique grand public, vu la différence de taille des marchés ; et cela a des chances d'aller en empirant.

— Les problèmes de logiciels deviendront moins aigus : la place mémoire disponible permettra une programmation très peu optimisée sans inconvénients, et les langages deviendront de plus en plus "transparents" pour l'utilisateur, exigeant donc de lui moins de connaissances informatiques pures.

Donc, l'avenir devrait rester aux micro-ordinateurs très portables avec entrée vocale : le logiciel étant conçu par le géomètre en fonction de son application propre, sans difficultés, grâce à un langage très évolué.

Conclusion : La formation des topographes est à revoir de façon assez complète pour qu'ils puissent être familiers avec les technologies nouvelles sans s'en laisser trop conter par les spécialistes (informaticiens, électroniciens, statisticiens). Le topographe doit être polyvalent dans ces domaines et rester le spécialiste de l'adéquation des diverses technologies évoquées ici aux conditions de terrain. Il devra être en état de critiquer tout ce qui lui vient de l'étranger et pour cela, il doit s'ouvrir davantage aux langues étrangères (Anglais tout au moins) afin de lire les innombrables publications techniques existantes. Ce gros effort d'information est désormais primordial pour compenser le retard actuel de la profession.

Par ailleurs, le topographe de demain devrait être capable de faire évoluer l'instrumentation existante en fonction de ses besoins, alors qu'une situation différente prévaut actuellement : les constructeurs étudient le marché, de plus en plus délicat à cerner, et produisent des appareils que la profession mal informée est quasiment obligée d'accepter. Seuls des professionnels suffisamment polyvalents et techniquement très bien informés peuvent devenir des interlocuteurs écoutés des industriels. Le topographe de demain devra donc d'abord avoir une formation plus poussée, et il concevra alors aisément des méthodes optimisées régulièrement à la lumière des innovations technologiques publiées.