

Les mensurations aujourd'hui

Autor(en): **Howald, Pierre**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Ingénieurs et architectes suisses**

Band (Jahr): **110 (1984)**

Heft 12: **Ingénieurs du génie rural et géomètres aujourd'hui et demain**

PDF erstellt am: **26.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-75314>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Il y a donc lieu de

- réaménager l'état parcellaire: par un remaniement parcellaire, on regroupe les terres dispersées de part et d'autre de l'autoroute
- rétablir les accès entre l'amont et l'aval de l'autoroute, et cela par un nouveau réseau de chemins.

Mais la vie sociale dans un tel territoire communal se modifie! l'autoroute a créé de nouvelles régions, de nouveaux compartiments. C'est alors que les autorités, soucieuses d'un développement harmonieux,

- repensent l'affectation des terrains,
- étudient ou réétudient le plan de zone puis, s'il y a lieu de créer une nouvelle zone à bâtir,
- il faut l'équiper (eau, services industriels) et
- songer à l'évacuation des déchets, etc.

Certes, il s'agit dans cet exemple d'un problème multidisciplinaire nécessitant l'intervention de nombreux spécialistes, mais c'est un problème qui touche le sol, qui touche la propriété foncière, c'est un problème d'aménagement foncier et d'équipement et

l'ingénieur-géomètre doublé de l'ingénieur du génie rural

ou l'ingénieur du génie rural doublé de l'ingénieur-géomètre aura un rôle important à jouer (un rôle de coordinateur souvent!). On l'a vu, il est l'homme de confiance aussi bien des propriétaires fonciers ou des syndicats de propriétaires que des représentants des collectivités (autorités communales). L'exemple choisi ci-dessus montre de surcroît l'interpénétration des zones rurales avec les zones en voie d'urbanisation ou même urbaines. L'ingénieur du génie rural (il faudrait lui trouver un autre nom!) n'est plus aujourd'hui lié uniquement à l'espace rural, sa formation a d'ailleurs été complétée dans les domaines de l'aménagement du territoire et du génie de l'environnement. La profession d'ingénieur du génie rural et géomètre exige non seulement une formation de haut niveau scientifique mais aussi de la psychologie et des qualités de médiateur... car il lui faut souvent concilier des intérêts divergents.

Adresse de l'auteur:
Albert Jaquet, professeur EPFL
Institut de géodésie et mensuration
Avenue de Cour 33
1007 Lausanne

Les mensurations aujourd'hui

par Pierre Howald

Que sait le grand public des *mensurations*?

- qu'il y a des cartes, des plans;
- qu'il y a le géomètre qui «fait» des mesures dans le terrain, qui délimite en «plantant des bornes», qui «donne» des niveaux.

Et comment le géomètre travaille-t-il?

- il «regarde» dans une lunette; il place des «piquets»;
- il dessine proprement; il est précis et méticuleux;
- il semble ne pas avoir de difficultés à faire son travail.

Bien sûr, les partenaires ingénieurs et architectes des géomètres savent que ceux-ci sont hommes de science, que leurs indispensables travaux se font selon des méthodes rigoureuses, mettant en œuvre des équipements éprouvés et que leurs prestations correspondent à l'attente: la description «exacte», graphique et/ou numérique, du terrain, la mise en place «correcte» des constructions.

Les ingénieurs savent aussi qu'ils ont besoin de l'ingénieur-géomètre dans

toutes les phases de leurs réalisations; que c'est grâce à lui qu'ils auront les documents qui leur permettent les études des avant-projets, des projets dans l'ensemble et le détail; que c'est lui qui dressera les plans pour la mise à l'enquête; qu'il fera l'implantation des ouvrages lors des différentes étapes de la construction; que c'est encore lui qui saura faire des mesures pour surveiller la stabilité de l'ouvrage dans son environnement et dans le temps; qu'enfin il devra aussi faire les relevés permettant de mettre à jour les documents cartographiques et cadastraux une fois la réalisation terminée.

Il est indéniable que l'ingénieur-géomètre est un partenaire privilégié puisque concerné par les travaux du début à la fin, mais encore faut-il qu'il soit intégré au groupe de réalisateurs pour pouvoir conduire son travail efficacement. S'il est vrai que pour cela le géomètre doit comprendre les problèmes des ingénieurs et architectes, il est non moins nécessaire que ceux-ci connaissent les problèmes du géomètre et sachent quels sont ses moyens, ses procédés, et puis-

sent juger de la qualité de ses produits. Les techniques de mensuration s'appuient sur une longue tradition (on arpente la terre depuis toujours), et les produits élaborés qu'elles permettent aujourd'hui de fournir à la collectivité en sont l'héritage, mais aussi la preuve qu'elles ont su évoluer et bénéficier des progrès de la technique et de la communication.

Il n'est pas possible, dans un tel article, de présenter les techniques et les moyens, mais l'on aimerait rappeler ou montrer aux utilisateurs quelles sont les disciplines de base des mensurations et quels en sont actuellement les moyens; ces disciplines sont d'ailleurs bien connues.

La *géodésie* d'abord; parallèlement à sa tâche historique qui est de déterminer forme et dimension de la Terre, elle fournit les bases de toutes les mensurations d'un pays:

En faisant choix d'un mode de représentation plane — une projection — de la surface terrestre qui elle ne l'est pas (chez nous une double projection conforme cylindrique à axe oblique dérivée de la projection de Mercator), on définit le système des coordonnées cartésiennes planes (Y, X) dans lequel sont alors rattachées toutes les mensurations faites dans le territoire.

Il est essentiel que tous les relevés du terrain s'insèrent dans une référence commune et unique, afin que la juxtaposition de tous ces éléments représentatifs jusque dans le détail (plans de secteurs restreints) puisse fournir la représentation cohérente de l'ensemble (cartes de régions plus étendues).

Tous les relevés et travaux de mensuration s'appuient pour cela sur un réseau de points repérés dans le terrain (les points trigonométriques ou de nivellement) et dont les coordonnées et l'altitude ont préalablement été déterminées par les opérations de triangulation et de nivellement.

Les produits les plus connus du grand public de toutes les opérations géodésiques sont les cartes topographiques et d'atlas, dont la confection procède des méthodes de la *cartographie*. En Suisse, l'Office fédéral de la topographie à Wabern (issu du Bureau topographique fédéral créé par le Général Dufour en 1838 à Genève) est compétent pour l'édification et la publication de toutes nos cartes nationales, depuis l'échelle 1:25 000 aux plus petites et en assure actuellement la mise à jour complète et systématique selon un cycle régional de six ans.

Concernant les représentations topographiques aux plus grandes échelles (on parle alors de plans), les cantons suisses sont compétents pour le Plan d'ensemble (1:10 000, 1:5000, dans certaines régions 1:2500); c'est une œuvre officielle de la Mensuration cadastrale et qui, de ce fait, est édifiée et maintenue à jour

selon des directives cartographiques uniformes pour l'ensemble du pays. Tous les constructeurs, aménagistes et autres professionnels qui s'occupent de réalisations touchant le terrain connaissent bien ces plans dont l'utilité est aujourd'hui unanimement reconnue. Comme autre discipline fondamentale des mensurations, on a ce qu'on appelle tout simplement la *topographie*. Elle englobe la connaissance des méthodes de travail et celle des appareils de mesure. Une énumération succincte de travaux topographiques permet de comprendre quels sont les problèmes à résoudre:

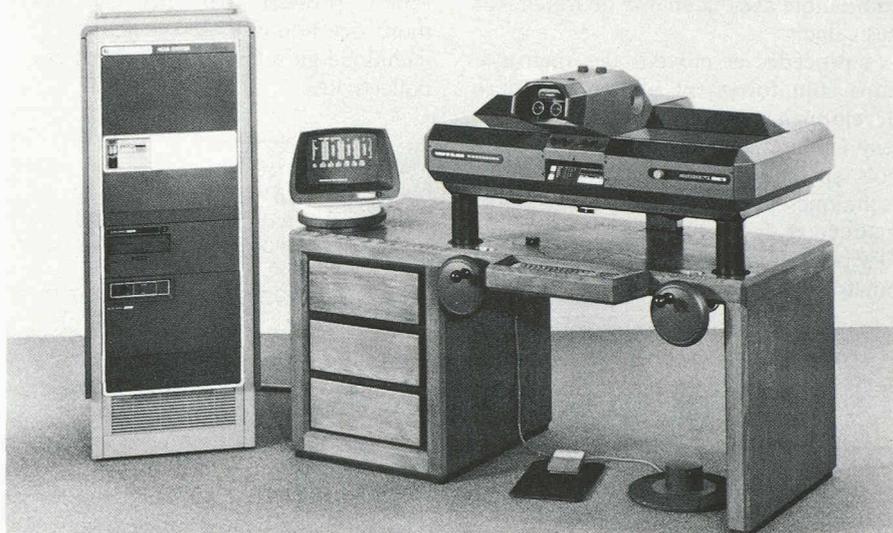
— La détermination de coordonnées de points: Il s'agit d'obtenir dans le système de référence national (coordonnées planes) la position planimétrique de repères du terrain. Cette détermination se fait par des méthodes trigonométriques (mesures d'angles), polygométriques (mesures d'angles et de longueurs), linéaires (mesures de longueurs).

— La détermination de différences de niveau et d'altitude: Il s'agit de la troisième composante permettant de situer complètement un point dans l'espace. La détermination altimétrique va souvent de pair avec la détermination planimétrique, mais elle peut aussi être totalement indépendante. Il s'agit en fait et d'abord de déterminer des différences de niveau entre les repères du terrain. Si l'un de ces points constitue un horizon de référence, le calcul des altitudes est possible.

On désigne par nivellements les méthodes topographiques qui permettent d'obtenir des différences de niveau: le nivellement géométrique ou direct, indépendant d'une connaissance planimétrique des points, par mesures d'éléments verticaux; le nivellement trigonométrique ou indirect se fondant sur la situation planimétrique réciproque des repères (distances) et la mesure d'un angle de pente entre eux.

— Les levés de détail et levés topographiques proprement dits: C'est le relevé dans le détail de tous les éléments à faire figurer dans un document topographique. Les méthodes peuvent être numériques (mesures d'angles et de distances dans le terrain puis calculs et dessins au bureau); graphiques (mesures dans le terrain et dessin immédiat du plan au fur et à mesure de l'avancement du levé) par la méthode de la planchette topographique; photogrammétriques (mesures et confection des documents d'après des photographies du terrain, le plus souvent prises par avion). L'établissement de profils de terrain (en long, en travers) est un cas particulier de levés de détail.

— Les mensurations techniques liées aux constructions (implantations, piquetages d'axes), les contrôles d'ouvrages et les surveillances de zones de glissement



Equipements nouveaux... (Restituteur photogrammétrique stéréoscopique Wild AvioLyt BC 1.)

de terrain; les mensurations industrielles (mise en place de machines et éléments de machine). Ces thèmes sont décrits par l'article consacré au «Rôle des mensurations dans l'industrie et les grands ouvrages».

— La topographie souterraine: Mise en œuvre particulière des méthodes et équipements topographiques pour des opérations de relevés d'exploitation du sous-sol (mines, galeries).

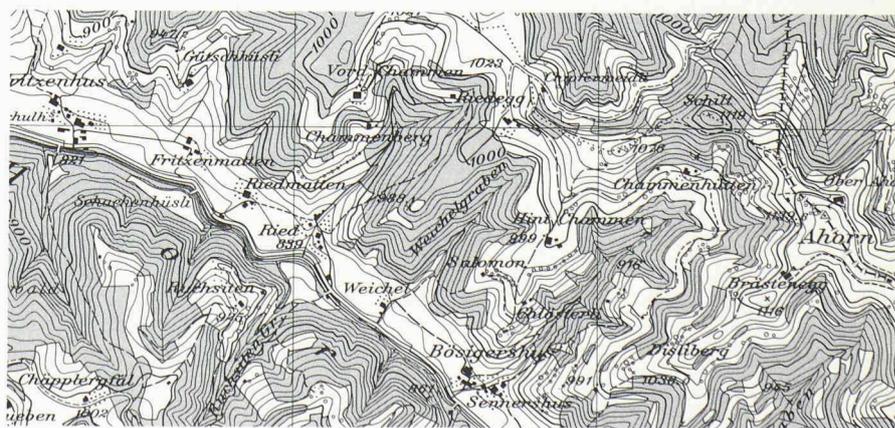
Lorsqu'on énumère les différents domaines des mensurations, il faut citer la *mensuration cadastrale* dont l'importance est fondamentale puisque sur elle repose la description et la garantie de la propriété foncière (on lira à ce sujet l'article qui lui est spécialement consacré). Pour résoudre ses problèmes, on l'a vu, l'ingénieur-géomètre doit faire des mesures dans le terrain et les exploiter pour obtenir et fournir des résultats numériques ou graphiques. Pour toutes ces opérations, il dispose d'un appareillage évolué et souvent à la pointe des progrès techniques. S'il est vrai que le public peut avoir une idée des équipements avec lesquels il peut voir travailler le géomètre dans le terrain, il n'a souvent aucune connaissance de l'ensemble des moyens mis en œuvre, qui vont des instruments de mesure aux ap-

pareils à dessiner, en passant par l'utilisation de calculatrices, depuis celles de poche aux grands ordinateurs.

L'évolution allant dans le sens d'une automatisation toujours plus poussée, l'on dispose aujourd'hui pour certains travaux de processus de traitement qui permettent d'obtenir les produits finals (coordonnées, plans) directement à partir des mesures elles-mêmes enregistrées.

Si l'*ordinateur* a maintenant complètement supplanté les moyens mécaniques de calcul (sans parler des logarithmes encore en usage il y a moins de trente ans), l'électronique a aussi fait sa percée dans l'appareillage de mesure. Une des évolutions les plus importantes est l'utilisation de plus en plus performante d'*instruments de mesure électronique des distances (MED)*. Il est ainsi possible aujourd'hui de mesurer toutes distances jusqu'à plusieurs kilomètres à la précision de quelques millimètres.

De tels équipements sont le plus souvent combinés avec le *théodolite*, l'instrument bien connu de mesure des angles et qui, quoique toujours conçu selon ses principes traditionnels, subit aussi l'évolution vers une automatisation toujours plus poussée de la mesure angulaire: affichage numérique des angles, des distances s'il y a lieu, enregistrement sur bande ou autre support



... qualité traditionnelle. (Extrait de la carte nationale suisse 1:25 000.) (Reproduit avec l'autorisation de l'Office fédéral de topographie du 30 mai 1984.)

compatible avec la chaîne de traitement des calculs.

Les procédés et moyens des mensurations sont fortement influencés par le développement des sciences en général; leur évolution est aujourd'hui liée aux vols spatiaux, à la télédétection, aux techniques de l'information, de l'informatique et de l'automatisation.

D'arpenteur qu'il était autrefois, le géomètre est devenu ingénieur en mensu-

ration, professionnel spécialisé partenaire des hommes de science et de la technique au service de la société et des collectivités.

Adresse de l'auteur:
Pierre Howald, professeur EPFL
Institut de géodésie et mensuration
Avenue de Cour 33
1007 Lausanne

Le rôle des mensurations dans l'industrie et les grands travaux

par Hubert Dupraz, Lausanne

Par les méthodes géodésiques, c'est-à-dire grâce à des mesures d'angles, de distances et de différences d'altitude, le géomètre détermine la position dans l'espace des signaux de triangulation de la mensuration nationale, des détails topographiques de la carte et des points-limites de la mensuration cadastrale.

L'ingénieur responsable de grands travaux ou de réalisations industrielles a aussi besoin de connaître la position exacte des «objets» qu'il construit ou qu'il exploite: routes, ponts, tunnels, bâtiments ou grosses machines. C'est généralement le géomètre qui, grâce aux mêmes méthodes, lui fournira les informations dont il a besoin.

En effet, la différence entre ces deux catégories de tâches réside surtout dans la précision requise: alors qu'il suffit de déterminer la position d'un point-limite cadastral avec une précision de quelques centimètres, la surveillance d'un barrage exige le millimètre, et la mise en place de certaines machines une précision plus grande encore. Les ingénieurs-géomètres sont particulièrement bien

sensibilisés aux problèmes complexes liés à ces mesures de haute précision (influence de la température, étalonnage des appareils de mesure, mise en place de points de référence stables) et disposent d'une vaste gamme d'équipements spéciaux.

Lorsqu'il s'agit de déterminer sur le terrain l'emplacement d'une construction future, on parle d'*implantation d'ouvrage*. Lorsqu'il s'agit de mesurer les déformations d'une construction existante, on parle de *mesures géodésiques de contrôle*.

C'est incontestablement dans la construction des tunnels que les travaux d'implantation sont les plus spectaculaires. Lors du percement du tunnel du Simplon, vers 1900, les équipes de forage commencèrent à creuser simultanément de chaque côté de la montagne: grâce aux indications des géomètres, les deux galeries se rencontrèrent avec une précision de 20 cm, pour un tunnel de près de 20 km!

Mais le géomètre intervient aussi dans beaucoup de situations moins connues

pour matérialiser sur le terrain l'emplacement prévu par les projets de construction. Il indique au chef de chantier l'axe et l'emprise d'une nouvelle route; à l'entrepreneur, l'emplacement d'un nouvel immeuble; au chef d'usine, la position exacte d'une turbine à installer. Les difficultés récentes du barrage de Zeuzier, en Valais, et sa mise hors exploitation, ont mis en évidence le rôle essentiel du géomètre dans la surveillance périodique du comportement des grands ouvrages. En effet, les mesures géodésiques ont été déterminantes pour la détection et l'interprétation des déformations anormales qui dès 1978 commencèrent à compromettre la sécurité de l'ouvrage.

Pour les mêmes raisons, on peut citer l'intervention de plus en plus fréquente du spécialiste des mensurations lorsqu'il s'agit de surveiller la mise en charge d'un pont, le comportement de bâtiments mis en danger par un glissement de terrain, ou la stabilité de très grosses machines, comme les turbines des centrales thermiques ou les anneaux d'accélération dans les centres de recherche nucléaire.

Lorsque les déformations sont trop rapides pour être saisies par les méthodes géodésiques traditionnelles, ou lorsqu'on désire instaurer une surveillance continue, l'ingénieur-géomètre peut mettre en place une combinaison judicieuse de capteurs électroniques, permettant d'enregistrer périodiquement et automatiquement des variations de longueur (extensomètres), d'inclinaison (inclinomètres) ou d'altitude relative (niveaux hydrostatiques) entre divers points de l'ouvrage ausculté. Ces possibilités, loin de concurrencer les méthodes géodésiques classiques permettent le plus souvent de les enrichir considérablement.

Mais les meilleures techniques restent stériles si elles doivent être mises en œuvre dans de mauvaises conditions. L'expérience a largement montré que les résultats sont plus sûrs, plus rapides et moins coûteux lorsque l'ingénieur-géomètre est associé et écouté comme un partenaire à part entière, dès les premières étapes de la conception du projet et jusqu'à son achèvement.

Nous présentons ci-dessous quelques exemples d'intervention de l'ingénieur-géomètre dans le domaine des constructions et des installations techniques.

Exemple n° 1

La législation fédérale prescrit que les digues et barrages font l'objet d'une surveillance périodique faisant intervenir divers moyens de contrôle, parmi lesquels les mesures géodésiques jouent un rôle prépondérant.

La figure 1 représente les positions du couronnement du barrage de Gigerwald obtenues par de telles mesures effec-

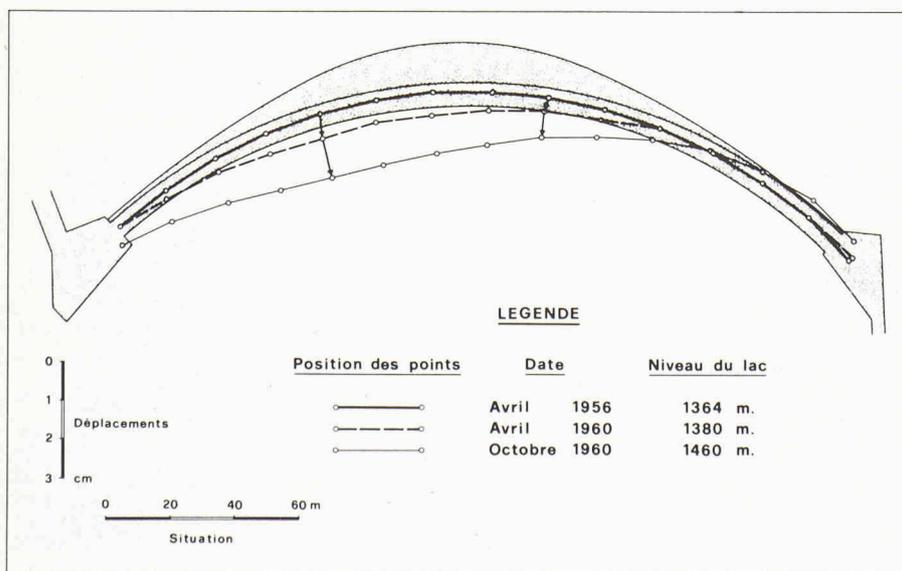


Fig. 1. — Surveillance d'un barrage: position du couronnement de barrage de Gigerwald.