

Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Vermessung, Kulturtechnik und Photogrammetrie = Revue technique suisse des mensurations, du génie rural et de la photogrammétrie

Herausgeber: Schweizerischer Verein für Vermessungswesen und Kulturtechnik = Société suisse de la mensuration et du génie rural

Band: 59 (1961)

Heft: 7

Artikel: Utilisation des calculatrices électronique pour la mensuration cadastrale suisse

Autor: Bachmann, Walter K.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-216903>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 04.12.2024

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

ser Zeitschrift ausführlich publiziert werden. Es soll dies in der Juli- und August-Nummer geschehen.

Die Referate werden nicht ganz in der Art gedruckt, wie sie an der Tagung gehalten wurden. Die Autoren haben sich bereit erklärt, die in den Diskussionen gefallenen Voten nach Möglichkeit in ihren ursprünglichen Text einzubauen. Die hier gedruckten Artikel sind daher vollständiger als die Referate.

Auf Wunsch und im Einvernehmen mit Herrn Professor Regamey wird sein Vortrag über die Regulierung des Grundbesitzes als Folge des Nationalstraßenbaues nicht in die Artikelreihe aufgenommen, da sein Vortrag in deutscher und französischer Fassung bereits in Nr. 12/1959 unserer Zeitschrift publiziert wurde.

Utilisation des calculatrices électroniques pour la mensuration cadastrale suisse

Par Dr Walter K. Bachmann,

Professeur à l'Ecole Polytechnique de l'Université de Lausanne

La mensuration cadastrale comprend la triangulation du 4^e ordre, la mensuration parcellaire et leur conservation. L'application du calcul électronique à la triangulation étant bien connue, nous n'y reviendrons pas ici. Ce qui nous intéresse aujourd'hui, c'est l'utilisation des calculatrices électroniques pour la mensuration parcellaire. Mais faisons un petit tour d'horizon avant d'entrer dans le vif du sujet, afin de rappeler brièvement les différentes méthodes de lever utilisées en Suisse. Je ne parlerai pas de la méthode photogrammétrique puisque celle-ci fera l'objet d'une autre communication.

La méthode de lever à adopter pour les relevés parcellaires dépend de la précision qu'on doit obtenir et qui est prescrite par les *Tables de tolérances de la Mensuration cadastrale suisse*. Comme vous le savez, nous avons en Suisse trois zones d'instructions qui sont fixées de cas en cas en fonction de la valeur des terrains à lever. Vu que nous avons affaire à un cadastre foncier, les terrains de grande valeur sont levés avec une grande précision, tandis qu'on se contentera de méthodes de lever moins précises pour les terrains de moindre valeur. Les trois zones d'instructions sont:

a) *Instruction I* pour certaines villes où le prix du terrain est très élevé. Dans ce cas, le cadastre est essentiellement numérique, c'est-à-dire que tous les signes de démarcation (bornes, chevilles, etc.) sont donnés par leurs coordonnées, condition indispensable pour le calcul précis de la contenance des parcelles. Dans cette instruction, l'erreur linéaire de fermeture des polygones principales ne doit pas dépasser $0,005 \sqrt{s}$ où s désigne la longueur totale de la polygonale, ce qui nous donne une tolérance d'environ 16 cm pour une polygonale d'un km de longueur. Le

lever s'effectue avant tout d'après la méthode orthogonale, les distances étant mesurées avec des lattes. L'instruction I est naturellement un champ d'application idéal pour le calcul électronique. Si nous n'en parlons pas ici, c'est parce que nous manquons encore d'expérience pratique dans ce domaine. Mais il serait souhaitable que cette question soit étudiée de plus près, car la méthode de calcul électronique permettrait de gagner un temps considérable, facteur très important vu le manque de personnel dont nous souffrons.

b) *Instruction II* pour les terrains de valeur moyenne en ville et à la campagne. Dans cette zone, le lever s'effectue presque exclusivement par la méthode polaire à l'aide d'un tachéomètre duplicateur à mire horizontale. Les angles sont mesurés à la minute centésimale près et la mesure optique des distances comporte une précision d'environ 1 à 2 cm sur 100 mètres.

L'erreur linéaire de fermeture des polygonaux principales ne doit pas dépasser $0,01 \sqrt{s}$, ce qui donne une tolérance de 32 cm pour une polygone d'un km de longueur; c'est donc le double de ce qui est admis pour l'instruction I.

c) *Instruction III* pour les terrains de moindre valeur tels qu'alpages, etc.

Ici, l'écart de fermeture linéaire des polygonaux principales peut atteindre $0,04 \sqrt{s}$, ce qui donne une tolérance de 126 cm pour une polygone d'un km de longueur. Pour la mesure des distances, on applique la méthode stadimétrique avec une mire verticale, donnant une précision d'environ 10 cm pour une distance de 100 mètres. Comme la distance entre les points de triangulation atteint facilement 2 km dans les régions à lever dans l'instruction III, on utilise avant tout le *cheminement à la boussole* en se servant du théodolite Wild T 0. Cet instrument est très léger, ce qui facilite grandement le travail à la montagne. Les azimuts magnétiques sont obtenus avec une précision de 3 à 4 minutes centésimales. Le théodolite Wild T 0 est sans aucun doute un excellent instrument qui mériterait d'être amélioré.

Le mode de lever appliqué dans l'instruction III a l'avantage d'être très rapide, surtout lorsqu'il est utilisé en connexion avec la photogrammétrie. Mais il présente aussi un certain nombre de désavantages qu'il faut connaître si l'on ne veut pas risquer d'avoir des surprises désagréables. Il s'agit de:

1° *La mesure stadimétrique des distances.* Comme déjà indiqué plus haut, elle s'effectue avec une mire verticale. Elle ne présente somme toute pas de difficultés particulières puisque les côtés d'un cheminement à la boussole ne dépassent jamais 40 à 50 mètres. Mais l'opérateur peut commettre des fautes de lecture, notamment des fautes d'un mètre. Quoique les tolérances soient très larges dans l'instruction III, on se trouve souvent pour diverses raisons au bord de la tolérance et l'on ne sait par conséquent jamais si l'erreur de fermeture provient uniquement des erreurs accidentelles ou si l'on a éventuellement commis une faute. Ce risque est d'au-

tant plus grand que tous les côtés ne sont mesurés que dans un seul sens et qu'on n'a de ce fait pas de contrôle direct.

2° *La détermination magnétique de l'azimut.* Au théodolite Wild T 0, cette détermination s'effectue au moyen d'une aiguille magnétique reposant sur une fine pointe par l'intermédiaire d'une chape. Cette aiguille oriente le limbe horizontal duquel elle est solidaire. Malheureusement, le champ magnétique terrestre est sujet à des fluctuations dont les causes sont d'une part terrestres et d'autre part célestes. Les *variations diurnes*, qui sont de l'ordre de grandeur de 10 à 15°, sont normalement données par des tables ou des graphiques. Mais la variation diurne moyenne, donnée par ces tables, est sujette à des fluctuations accidentelles qui sont de l'ordre de grandeur de 5°. Ces erreurs n'ont heureusement pas une grande importance, vu que les tolérances sont assez larges. Ce qui est beaucoup plus important, ce sont les *orages magnétiques* provoqués essentiellement par l'activité solaire. Ces orages entraînent de fortes perturbations du champ magnétique terrestre et faussent de ce fait les mesures. Vu qu'ils sont imprévisibles, on risque d'être obligé de refaire les mesures, ce qui constitue une perte de temps. Il est entendu que l'Office Météorologique Fédéral, qui possède une station d'enregistrement automatique à Regensburg, fournit sur demande tous renseignements voulus, données qui peuvent éventuellement permettre de corriger les mesures ultérieurement.

Mais il existe d'autres erreurs, beaucoup plus dangereuses encore: ce sont les *anomalies locales*. Il se peut que la région à lever comporte des minéraux magnétiques provoquant des anomalies dans le champ magnétique terrestre. Dans un tel cas, les mesures polygonales sont irrémédiablement perdues si l'on n'a pas pris des précautions spéciales. Nous avons par exemple rencontré un tel cas au Val Moiry où la variation de la déclinaison est de l'ordre de grandeur de 1^{gr} par km. En admettant initialement qu'il suffisait pour la mensuration cadastrale dans l'instruction III de déterminer la déclinaison une ou deux fois par jour, on a sans doute été trop optimiste. Pour éviter tous ces risques et inconvénients, nous utilisons à notre Institut depuis bientôt dix ans la méthode astronomique par la détermination de la déclinaison en observant le soleil. Nous avons l'habitude de procéder à une observation solaire par heure, ce qui demande au maximum 2 à 3 minutes. En procédant ainsi, on peut se tirer d'affaire même dans les cas très difficiles sans risquer d'être obligé de refaire les mesures une seconde fois. Ces observations solaires donnent naturellement lieu à des calculs supplémentaires. Mais actuellement, nous les effectuons à l'aide de notre calculatrice électronique, ce qui est très rapide.

La réduction des distances à l'horizon et le calcul des différences de niveau s'effectuaient précédemment avec la règle à calculer. Mais aujourd'hui, on n'a plus besoin de procéder au préalable à cette réduction, la calculatrice le fait automatiquement en calculant les polygonales.

Il ressort de ce qui précède que le calcul électronique offre de nombreux avantages pour la mensuration cadastrale dans l'instruction III;

nous ne pouvons par conséquent que recommander aux géomètres chargés de tels travaux d'examiner de plus près ces possibilités.

Mais revenons maintenant à l'instruction II qui fait l'objet principal de notre communication.

La mensuration cadastrale dans l'instruction II

Nous avons déjà vu plus haut qu'en instruction II le lever s'effectue normalement par la méthode polaire avec mesure optique des distances. Cette méthode, appliquée en Suisse depuis une trentaine d'années déjà, est parfaitement au point et donne entière satisfaction. Le fait qu'elle permet de mesurer simultanément les polygonales et les points de détail rend cette méthode très économique.

En ville, où la circulation est très dense, son application présente cependant quelques difficultés et nous sommes d'accord avec les collègues qui estiment que dans ce cas il serait préférable de déterminer les points de détail par intersection à partir des points de polygone. Cette méthode, utilisée en Autriche, mériterait d'être introduite également en Suisse pour les grandes agglomérations. En 1950, nos collègues autrichiens ont introduit un nouvel appareil appelé *Koorapid* pour le calcul graphique de l'intersection et du relèvement. Cet instrument a été d'une grande utilité, vu qu'il permettait de supprimer complètement le calcul de tous les points de détail. Aujourd'hui, le problème se présente cependant autrement, étant donné que tous les calculs peuvent être effectués très rapidement avec une calculatrice électronique. A notre avis, il y aurait lieu de revoir complètement la méthode de lever en ville, et ceci aussi bien en instruction II qu'en instruction I. Nous avons l'impression que la détermination des points de détails par intersection présenterait dans ce cas des avantages appréciables par rapport au lever polaire.

Mais revenons à la méthode polaire et examinons les nouvelles possibilités qu'offre le calcul électronique. Nous avons en somme trois genres de calculs à considérer, à savoir:

- a) Calcul des polygonales
- b) Calcul des points de détail
- c) Calcul de la contenance des parcelles

Notons cependant dès maintenant que la méthode de calcul électronique ne peut être rationnelle que si elle est organisée convenablement dès le début, c'est-à-dire avant le commencement des opérations sur le terrain. Si cette précaution n'a pas été prise, les travaux intermédiaires risquent de compromettre le résultat final.

Avant d'examiner ces questions de détail, nous vous donnerons quelques renseignements d'ordre général sur le calcul électronique. Avec les machines à calculer ordinaires, dites machines de bureau, on ne peut effectuer que quelques opérations arithmétiques, telles qu'addition, soustraction, multiplication, division (éventuellement extraction automatique de la racine carrée), opérations qui doivent être commandées *individuelle-*

ment par l'opérateur. De plus, ces machines n'ont généralement pas de mémoire, c'est-à-dire qu'elles n'offrent pas la possibilité d'enregistrer des nombres en vue de leur reprise pour des calculs ultérieurs.

Avec les calculatrices électroniques, tous ces inconvénients ont pu être supprimés, en ce sens qu'elles permettent non seulement d'enregistrer une grande quantité de nombres, mais elles peuvent aussi retenir des programmes de calculs comprenant parfois plus de 1000 opérations arithmétiques. Citons un exemple pour fixer les idées.

S'il s'agit de compenser un point de triangulation de 4^e ordre avec une calculatrice électronique, il suffit d'introduire tout d'abord dans la machine le programme de calcul préétabli sur une bande perforée. Celui-ci dicte à la machine la suite d'opérations qu'elle doit effectuer. Une fois le programme enregistré par la machine, on introduit, également au moyen d'une bande perforée, les données et les mesures. Cela étant, tous les calculs s'effectuent automatiquement et la machine imprime au fur et à mesure les résultats obtenus. La compensation complète d'un point de triangulation, comprenant

- a) le calcul des coordonnées provisoires par intersection ou relèvement,
- b) la compensation planimétrique,
- c) la compensation altimétrique,
- d) le calcul des «Abriss» (séries orientées),
- e) le calcul des points lancés,
- f) l'impression des résultats,

de dure environ 5 minutes, temps auquel il faut naturellement ajouter la préparation de la bande numérique au téléscripneur.

Cet exemple nous montre que les calculs s'effectuent très rapidement avec une calculatrice électronique, si le travail est organisé convenablement. Mais il ne faut pas oublier que le *programme de calcul* doit être préparé au préalable; il s'agit là d'un travail mathématique souvent assez délicat, qui peut exiger plusieurs semaines et parfois plusieurs mois de travail. Ces programmes constituent par conséquent une importante mise de fonds qui doit être amortie par la suite. C'est pour cela qu'on ne peut pas se permettre d'établir un programme pour chaque calcul qui se présente. Les problèmes à résoudre doivent être présentés sous une forme bien déterminée, afin de permettre l'utilisation de programmes déjà existants dans toute la mesure du possible. Nous avons établi à mon Institut plus de 100 programmes et nous sommes ainsi à même de traiter à peu près tous les problèmes qui se présentent en mensuration cadastrale, en triangulation et en photogrammétrie, à condition qu'ils soient présentés sous une forme convenable.

Vu qu'il est important que le géomètre, désireux de faire exécuter ses calculs au moyen d'une calculatrice électronique, connaisse ces bases, nous allons indiquer ci-après quelques règles qui doivent être respectées en mensuration cadastrale:

1° Désignation des points

En appliquant la méthode polaire, on a l'habitude de désigner les points de détail par les lettres *a, b, c, ...*. Cette désignation est utilisable pour une machine électronique. De même des désignations de stations telles que 145^A, 146^{AB}, 147 a', etc., doivent être évitées. On en conclut donc que:

Si les calculs doivent être faits au moyen d'une machine électronique, *tous les points* (stations et points de détail) doivent être désignés par des nombres positifs; aucune lettre ne doit figurer dans cette numérotation.

Notons cependant que des nombres négatifs pourraient également être utilisés pour la numérotation, mais nous les évitons systématiquement, afin de pouvoir les utiliser à l'intérieur de la machine pour la sélection de suites de points. Dans nos programmes, nous avons prévu pour la numérotation des nombres comprenant 5 décimales devant et 2 décimales derrière la virgule, ce que nous indiquons par

Numérotation : + 12345.12

Il n'est cependant pas nécessaire que tous les 7 chiffres soient présents dans un numéro. Pour le montrer, nous allons considérer quelques exemples:

<i>Nombre écrit:</i>	<i>Numéro imprimé par la machine</i>
+ 12345.12	12345.12
+ 45.12	45.12
+ 345.1	345.10
+ 2345.02	2345.02

Suivant le programme de calcul choisi, le signe du numéro peut être supprimé ou non. Normalement, on le supprimera, mais dans certains cas, il est préférable de le maintenir. En effet, il arrive fréquemment que des résultats fournis par la calculatrice dans un premier calcul doivent ensuite être repris lors d'un second calcul. Dans ce cas, on les enregistre directement sur bandes perforées, afin de ne pas être obligé de les récrire pour une nouvelle introduction. Dans ce cas, le signe doit être maintenu, car autrement la bande ne pourrait pas être lue par la machine.

Nous avons l'habitude de désigner les points de triangulation par des nombres non inférieurs à 10000. A cet effet, nous ajoutons 10000, 20000, etc., au numéro donné du point de triangulation, ce qui permet en même temps de distinguer les différentes sections de la triangulation.

Exemples

<i>Numéro donné des points de triangulation</i>	<i>Numéro utilisé dans la calculatrice</i>	
Section I {	145	10145
	237	10237
	599	10599
Section II {	145	20145
	349	20349
	⋮	

Ainsi, en rencontrant dans les calculs un numéro ≥ 10000 , on sait tout de suite qu'il s'agit d'un point de triangulation.

La station excentrique en un point de triangulation est indiquée par un chiffre fractionnaire après le numéro du point de triangulation.

Exemples

Excentrique N° 1 au point de triangulation Δ 145: 10 145.10

Excentrique N° 2 au point de triangulation Δ 145: 10 145.20

Pour la numérotation des stations, nous utilisons des nombres entiers < 10000 . On a ainsi la possibilité de reconnaître immédiatement les stations. Quant aux points de détail, nous les désignons en chaque station par 1, 2, 3, ..., et la machine imprime alors les numéros des points de détail comme il suit:

- le numéro de la station, qui est un nombre entier, est suivi par
- le numéro du point de détail sous forme fractionnaire

Exemples

N° 145.20: point de détail N° 20 à la station N° 145

N° 10145.02: point de détail N° 2 au point de triangulation Δ 145.

En procédant de cette façon, le nombre de points de détail doit être inférieur à 100 par station, ce qui est généralement le cas. Mais si des difficultés devaient survenir, on pourrait sans autre, par une modification du programme, introduire trois chiffres après la virgule, ce qui porterait le nombre de points lancés à 999 par station.

Rappelons encore une fois que cette numérotation doit être choisie avant le début des opérations sur le terrain, car autrement on risque de commettre des erreurs par la suite. Comme que comme un changement de numérotation en cours de route occasionne toujours un travail supplémentaire aussi désagréable qu'inutile.

La numérotation des points étant ainsi fixée, nous allons passer à l'établissement du réseau de polygones.

Le plan de calcul des polygonales doit être établi avant le début des opérations sur le terrain, afin que la numérotation des points puisse s'effectuer correctement.

Les programmes N^{os} 34 à 36 que nous avons établis spécialement pour l'instruction II de la mensuration cadastrale suisse permettent de traiter les cas suivants où non seulement les points de polygone, mais également les points de détail sont calculés en coordonnées orthogonales dans le système de projection de la Suisse:

- a) Calcul et compensation d'une polygonale rattachée aux deux extrémités.
- b) Calcul de polygonales rattachées seulement à l'une de leurs extrémités.
- c) Compensation d'un point nodal et calcul des polygonales de rattachement.
- d) Compensation d'ensemble de deux points nodaux avec calcul des polygonales de rattachement et de la polygonale de jonction.

Les cas mentionnés sous *a*, *b* et *c* ne présentent rien de nouveau par rapport à la méthode classique si ce n'est que les points de détail sont calculés en même temps que les points de polygone.

La compensation d'un double point nodal présente quelques difficultés lorsqu'on utilise la méthode classique, raison pour laquelle on n'en parle pas dans les traités de la théorie des erreurs. En utilisant par contre une calculatrice électronique, ce problème se présente sous un jour assez favorable. Aussi avons-nous établi un programme qui effectue cette compensation d'une façon entièrement automatique. Lors d'un premier passage de la bande numérique, la machine calcule et compense les gisements aux deux points nodaux. Lors d'un second passage, elle calcule les coordonnées compensées des deux points nodaux. L'ensemble de ces calculs dure de 15 à 20 minutes. Cela étant, on passe la bande numérique une troisième fois dans la machine qui calcule alors les points de polygone ainsi que tous les points de détail.

Mais revenons maintenant à l'établissement du réseau de polygones, question qui a déjà été soulevée plus haut.

Il est indiqué que les numéros se suivent dans le même ordre dans chaque polygonale et que le sens de la numérotation corresponde avec le sens du calcul de la polygonale. La mesure des polygonales doit alors s'effectuer dans le sens de la numérotation croissante et l'on introduira toujours au limbe horizontal du théodolite la lecture zéro pour la visée arrière. Cette position du limbe doit être maintenue pour la mesure des points de détail.

Les règles susmentionnées doivent être respectées pour que les valeurs inscrites sur les feuilles de lever puissent être transcrites sans modification préalable sur les bandes perforées.

La compensation des polygonales s'effectue d'après la méthode classique, c'est-à-dire que l'écart de fermeture angulaire est réparti uniformé-

ment sur les angles mesurés, tandis que les écarts de fermeture linéaires se répartissent proportionnellement à la longueur des côtés. Au début du calcul, la machine indique les points de rattachement, puis les écarts de fermeture ainsi que la tolérance admise. Nous obtenons ensuite tous les points de polygone avec leurs coordonnées compensées, suivis des points de détail. En plus de cela, la machine nous donne les gisements compensés des côtés de polygone, ce qui facilitera par la suite la mise à jour des documents.

Vu qu'on aura besoin des coordonnées de tous les points calculés pour le report et le calcul des surfaces, on les enregistrera sur bande perforée lors des calculs. Ces bandes pouvant ensuite être introduites sans modification dans la machine, on a la possibilité de procéder à une sélection automatique des points pour

- a) le report automatique,
- b) le calcul des surfaces,
- c) les calculs de vérification.

Avantages du calcul électronique

L'introduction du calcul électronique en mensuration cadastrale n'a de sens que s'il présente des avantages par rapport aux méthodes déjà en cours. En ce qui concerne le coût de ces calculs, nous ne sommes aujourd'hui pas encore à même d'indiquer des chiffres précis. Il est, en effet, indispensable d'avoir traité non seulement une, mais plusieurs entreprises avec cette méthode, avant de pouvoir indiquer des prix définitifs. Mais une chose est certaine, c'est que la nouvelle méthode de calcul est beaucoup plus rapide que la méthode classique et qu'elle permet de ce fait d'économiser du personnel. En outre, le géomètre a ainsi la possibilité de confier ses calculs à un spécialiste et de se consacrer à d'autres tâches.

Le calcul des coordonnées de tous les points de détail donne naturellement lieu à un travail supplémentaire qui n'est pas négligeable. Les avantages qu'on peut en tirer sont les suivants:

1° Le *report* de tous les points, c'est-à-dire des points de polygone et de détail, peut s'effectuer en une seule fois avec un coordinatographe orthogonal. Si l'on utilise par exemple le grand coordinatographe rectangulaire *Haag-Streit*, on peut reporter une feuille cadastrale entière d'un seul jet, c'est-à-dire avec un seul ajustage de la feuille. Le report est par conséquent beaucoup plus rapide qu'avec le coordinatographe polaire, qui doit être ajusté en chacune des stations.

Mais n'oublions pas qu'il existe actuellement des coordinatographes qui permettent de reporter les points automatiquement au moyen de leurs coordonnées orthogonales. A cet effet, les coordonnées des points sont introduites dans le coordinatographe au moyen de bandes ou de cartes perforées, et la machine procède alors automatiquement au report.

Il existe toutefois quelques difficultés qui doivent être éliminées par une préparation préliminaire de la bande. En effet, la machine stoppe si elle tombe sur un point qui se trouve hors du domaine d'utilisation du coordinatographe. Par conséquent, les points à reporter doivent d'abord être ordonnés par feuilles cadastrales, ce qui peut se faire automatiquement au moyen d'une trieuse ou d'une calculatrice. On obtient ainsi une bande par feuille cadastrale. Mais sous cette forme, le report automatique serait beaucoup trop long, car le piquoir devrait peut-être effectuer de grands déplacements en passant d'un point à l'autre. Il faut donc grouper les points d'après leur situation, ce qui peut également se faire par un triage automatique au moyen d'une calculatrice. Une fois la bande définitive établie, elle est placée dans l'appareil de lecture du coordinatographe et tous les points, ainsi que le système de coordonnées, sont alors reportés automatiquement sur la feuille cadastrale.

Il se présente cependant encore une question d'organisation. En effet, les points de détail sont en général levés à partir de deux stations, ce qui donne un contrôle. Comme les *deux* déterminations figurent dans le registre des coordonnées, elles seront reportées toutes les deux. Si la précision du lever est bonne, les deux points piqués sur la minute originale seront pratiquement confondus. Dans le cas contraire, l'écart entre les deux points reportés donnera une idée de la précision réalisée. Mais en piquant les deux points, on risque d'endommager la feuille originale; on peut alors se demander s'il y aurait éventuellement lieu de former au préalable la valeur moyenne des deux déterminations dans le registre des coordonnées. Nous examinerons cette possibilité un peu plus loin. Il va de soi que si le report des points n'est pas automatique, cette difficulté n'existe pas.

Ce qui précède nous permet de constater que les coordinatographes automatiques présentent des avantages considérables par rapport aux coordinatographes classiques. Mais hélas, leur prix est aujourd'hui encore très élevé (environ 150 000 francs); il n'y a donc que de très grands bureaux ou instituts qui peuvent envisager un tel achat. En Suisse, aucun office ne possède pour le moment un tel appareil, et on peut se demander si l'on ne sera pas obligé de centraliser désormais le report dans quelques bureaux spécialisés. Nous constatons ici une fois de plus que les méthodes modernes exigent de gros investissements et que de ce fait les petits bureaux s'occupant de nouvelles mensurations deviendront de plus en plus rares. C'est avec quelque nostalgie que nous assistons à ce développement qui conduit nécessairement à une certaine industrialisation de la mensuration. Mais étant donné le manque de personnel dont nous souffrons, il existe peut-être ici un moyen de surmonter quelques-unes des difficultés, à condition que les autorités compétentes aient la possibilité de prendre les dispositions qui s'imposent. Mais, d'autre part, il est clair que la mise à jour des plans cadastraux nécessitera toujours plus de personnel, d'où il résulte que les petits bureaux ne seront nullement appelés à disparaître; bien au contraire, leur activité s'accroîtra au fur et à mesure de l'avancement des nouvelles mensurations.

2° *Le calcul des surfaces*, c'est-à-dire le calcul de la contenance des parcelles, s'effectue normalement au planimètre. Pour le calcul des masses de contrôle (ensemble de plusieurs parcelles) ou de la contenance des feuilles cadastrales, on applique par contre la méthode numérique en calculant les excédents.

En appliquant, par contre, la méthode de calcul électronique que nous avons exposée plus haut, on obtient les coordonnées orthogonales de tous les points, ce qui donne la possibilité d'utiliser la méthode numérique pour le calcul de la contenance de toutes les parcelles. Cette méthode donne sans doute la précision maximum puisque les erreurs du planimètre sont éliminées. Elle sera donc avantageusement utilisée en instruction I. Mais lorsqu'on travaille dans l'instruction II, il nous paraît pour le moment plus rationnel de se servir comme par le passé du planimètre pour le calcul des petites parcelles. Les grandes parcelles, par contre, ainsi que les masses de contrôle et la contenance des feuilles cadastrales, devraient être calculées par voie électronique.

3° *Le travail de vérification* est effectué par l'Office cantonal. Le géomètre n'a donc pas besoin de s'en occuper; il en supporte uniquement les conséquences. Le vérificateur procède par sondage en répétant certaines mesures sur le terrain et en contrôlant le travail de bureau.

Si les calculs ont été faits par voie électronique, le travail de vérification pourrait à notre avis être simplifié. En effet, puisque les points de détail sont donnés par leurs coordonnées et que la majorité de ceux-ci a été déterminée à partir de deux stations, on pourrait facilement établir avec une calculatrice électronique une liste indiquant pour chaque point la valeur moyenne des coordonnées et les écarts par rapport aux déterminations individuelles. En examinant la liste de ces écarts, le vérificateur pourrait immédiatement se rendre compte de la précision obtenue et il n'aurait ainsi plus besoin de vérifier de plus près les points levés depuis deux stations. En procédant de cette façon, le travail de vérification serait passablement simplifié, mais les frais de calcul qui en résulteraient devraient naturellement être supportés par l'Office de vérification et non pas par le géomètre adjudicataire.

Le tour d'horizon que nous venons de faire vous aura sans doute montré que les méthodes de mensurations sont en pleine évolution grâce à l'intervention de l'électronique. Aujourd'hui, nous avons encore un peu de peine à nous y adapter, mais demain tout cela sera monnaie courante, raison pour laquelle nous devons suivre ces développements de très près. La période que nous vivons est sans doute l'une des plus intéressantes et nous pouvons être fiers d'avoir le privilège d'y participer activement.