

Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 78 (1952)
Heft: 12

Artikel: Méthode du service fédéral des eaux pour les levés du fond des lacs et des deltas
Autor: Kuntschen / Bircher, H. / Walser, E.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-58997>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 26.01.2026

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

BULLETIN TECHNIQUE DE LA SUISSE ROMANDE

Paraissant tous les quinze jours

Abonnements :Suisse : 1 an, 24 francs
Etranger : 28 francs

Pour sociétaires :

Suisse : 1 an, 20 francs
Etranger : 25 francsPour les abonnements
s'adresser à :**Administration**du « Bulletin technique
de la Suisse romande »
Librairie Rouge & Cie
S. A., LausanneCompte de chèques pos-
taux II. 5775, à Lausanne

Prix du numéro : Fr. 1.40

Organe de la Société suisse des ingénieurs et des architectes, des Société vaudoise et genevoise des ingénieurs et des architectes, de l'Association des Anciens élèves de l'Ecole polytechnique de l'Université de Lausanne et des Groupes romands des anciens élèves de l'Ecole polytechnique fédérale.

Comité de patronage — Président: R. Neeser, ingénieur, à Genève; Vice-président: G. Epitiaux, archi-
tecte, à Lausanne; Secrétaire: J. Calame, ingénieur, à Genève — Membres, Fribourg: MM. P. Joye,
professeur; E. Latelín, architecte — Vaud: MM. F. Chenaux, ingénieur; E. d'Okolski, architecte;
A. Paris, ingénieur; Ch. Thévenaz, architecte — Genève: MM. L. Archinard, ingénieur; Cl. Groscurin,
architecte; E. Martin, architecte; V. Rochat, ingénieur — Neuchâtel: MM. J. Béguin, architecte;
G. Furter, ingénieur; R. Guye, ingénieur — Valais: MM. J. Dubuis, ingénieur; D. Burgener, architecte.

Rédaction: D. Bonnard, ingénieur. Caste postale Chauderon 475, Lausanne.

Conseil d'administration de la Société anonyme du Bulletin Technique: A. Stucky, ingénieur, président;
M. Bridel; G. Epitiaux, architecte; R. Neeser, ingénieur.**Tarif des annonces**Le millimètre
(larg. 47 mm) 24 ctsRéclames: 60 cts le mm
(largeur 95 mm)Rébais pour annonces
répétées

Annonces Suisses S.A.

5 Rue Centrale, Tél. 22 33 26
Lausanne et succursales

SOMMAIRE : *Méthodes du Service fédéral des eaux pour les levés du fond des lacs et des deltas.* — Société suisse des ingénieurs et des archi-
tectes: *Voyage d'étude aux Etats-Unis; Voyage d'étude au Danemark et en Suède.* — LES CONGRÈS: *Section suisse de l'Union interna-
tionale des architectes; 2^{me} Exposition européenne de la Machine-Outil; Association suisse de technique sanitaire.* — **BIBLIOGRAPHIE.** —
CARNET DES CONCOURS. — **SERVICE DE PLACEMENT.** — **INFORMATIONS DIVERSES.**

MÉTHODES DU SERVICE FÉDÉRAL DES EAUX POUR LES LEVÉS DU FOND DES LACS ET DES DELTAS

Avant-propos

C'est en rapport avec les grandes corrections de rivières du siècle dernier qu'est né l'intérêt pour le problème du dépôt des alluvions à l'embouchure des cours d'eau dans les lacs. Rappelons que la dérivation de la Kander dans le lac de Thoune, effectuée au cours du 18^e siècle déjà, celles de la Linth dans le lac de Wallenstadt et de l'Aar dans le lac de Bienne, le déplacement de l'embouchure de l'Aar dans le lac de Brienz et celui du Rhin dans le lac de Constance ont donné naissance à autant de nouveaux deltas. L'observation des modifications des deltas est importante en raison de l'effet qu'elles peuvent exercer sur les cours d'eau corrigés et sur les lacs eux-mêmes. D'autre part, le volume des alluvions déposés sur un delta donne les indications les plus exactes sur le volume total des alluvions roulées ou en suspension d'une rivière se jetant dans un lac. La connaissance de ces valeurs est des plus utiles pour l'étude des questions de l'engrèvement des retenues et des bassins d'accumulation. L'ancien bureau hydrographique national, prédécesseur de notre service des eaux, a été l'initiateur de ces recherches; nous avons repris et continué cette activité.

En 1916 a paru le volume II des Annales de l'hydrographie nationale sur « Le charriage des alluvions » et la « Méthode pour l'exécution des levés des deltas ». Notre service fit paraître d'autres publications sur ce sujet, soit en 1923, la communication n° 15 sur le delta du Rhin dans le lac de Constance, en 1926, la communication n° 21 sur le delta de la Maggia dans le lac Majeur, en 1932, la communication n° 31 sur le régime des

débats, charriage et dépôt des alluvions du Vieux Rhin, en 1938 un article dans le périodique Cours d'eau et énergie, cahiers 5 et 6, sur les levés des deltas dans les lacs de Lugano et Majeur, en 1939, la communication n° 33 concernant nos études directes sur la formation du lit et sur le charriage des alluvions roulées et en suspension et enfin, en 1939, la communication n° 34 sur les levés de deltas.

Comme il s'agit de levés de terrains submergés, donc en majeure partie invisibles, on ne peut appliquer telles quelles les méthodes utilisées couramment pour les levés topographiques; il a fallu développer des procédés spéciaux et construire des appareils et instruments adaptés à ces conditions particulières. Les travaux relatifs à ces problèmes sont confiés à notre section d'hydrographie.

Les publications mentionnées plus haut et spécialement la publication n° 34 renseignent sur les méthodes employées jusque vers 1945; celles-ci seront par conséquent traitées aussi brièvement que possible dans le présent article. Le but de notre publication est en premier lieu de présenter une nouvelle méthode introduite en 1948. La place limitée dont on peut disposer dans un périodique nous a obligés à condenser notre texte. Cependant, nous donnerons très volontiers des renseignements plus détaillés à tous ceux que cette question pourrait intéresser.

Berne, mars 1952.

Service fédéral des eaux

Le directeur :

KUNTSCHEM

I. Anciennes méthodes

par M. H. BIRCHER, ingénieur diplômé,
chef de la section d'hydrographie

1. Généralités

Les levés topographiques des fonds des lacs posent des problèmes différents de ceux des levés ordinaires, car les surfaces à lever sont immergées, invisibles et inaccessibles. Dans les deux cas il faut déterminer la situation et l'altitude d'un nombre approprié de points, mais les levés des fonds des lacs occasionnent des dépenses beaucoup plus grandes par suite de difficultés qui leur sont propres.

Le but de tels levés, en ce qui concerne l'activité de notre service, est d'établir des plans bathymétriques dont l'échelle et l'équidistance des courbes de niveau sont à choisir suivant l'usage qui doit en être fait¹.

Dans le cas de levés ordinaires, le topographe peut, sur place, en se basant sur la déclivité ou sur d'autres caractéristiques du terrain, choisir librement les points à lever, compte tenu de l'échelle et l'équidistance des courbes de niveau. La vue du terrain lui permet en outre de faire appel à l'interpolation. Pour les levés bathymétriques par contre, récemment encore, les moyens permettant d'appliquer des méthodes équivalentes n'existaient pas; dès lors nos recherches ont abouti et ont conduit à une nouvelle méthode de levés décrite dans le chapitre II de la présente communication.

2. Détermination de l'altitude

a) Notre service détermine l'altitude des points à lever en mesurant à partir d'un bateau la profondeur de l'eau au moyen d'une sonde. Un poids attaché à l'extrémité d'un câble gradué est descendu sur le fond. Lorsque le poids touche le sol, il ferme un circuit électrique qui actionne une sonnerie sur le bateau. La profondeur de l'eau est obtenue par la différence des lectures faites sur le câble lorsque le poids est à la surface de l'eau et sur le fond; on calcule ensuite la cote du fond par rapport au niveau de l'eau. Au moyen d'un moulinet hydrométrique suspendu à un câble spécial et descendu de temps à autre à différentes profondeurs, on peut déceler la présence de courants lacustres qui pourraient faire dévier de la verticale le câble de la sonde, dans des limites inacceptables.

Cette méthode de sondage est représentée schématiquement sur la figure 1. La cote du niveau de l'eau le jour des

opérations est lue sur un limnimètre dont le zéro a été nivelé au préalable.

La figure permet d'établir les relations suivantes:

A_s = lecture sur le câble lorsque la sonde est sur le fond.
 A_w = lecture sur le câble lorsque la sonde est au niveau de l'eau.

H_w = cote du niveau de l'eau.

P_o = cote du zéro du limnimètre.

H_s = cote du fond du lac.

P = lecture au limnimètre.

$T = A_s - A_w$ = profondeur de l'eau.

$$H_w = P_o + P$$

$$H_o = H_w - T = P_o + P - T$$

Le câble de sonde dont les graduations sont exactes à l'état de neuf s'étire à l'usage; il faut donc vérifier périodiquement sa longueur au moyen d'un ruban d'acier étalonné. Pour tenir compte de ce fait on ajoute un terme correctif Δt aux valeurs des lectures A . La lecture A_w n'a pas besoin d'être corrigée, car elle se rapporte à une très courte longueur du câble. Les lectures sont faites sur une échelle horizontale placée à gauche du treuil de sonde sur la figure 1.

$$T = A_s + \Delta t_s - A_w$$

$$H_s = P_o + P - [A_s + \Delta t_s - A_w] \text{ ou}$$

$$H_s = P_o + P - [A_s + \Delta t_s] + A_w.$$

Aussi longtemps que la cote du niveau de l'eau reste constante et que le câble et la sonde sont inchangés, la relation:

$$P_o + P + A_w = H_p \text{ demeure constante.}$$

H représente une hauteur correspondant au plan d'horizon du sondage. Les cotes du fond du lac sont déterminées d'après la formule

$$H_s = H_p - [A_s + \Delta t_s] = H_p - A_s^*$$

$$\text{si } A_s^* = A_s + \Delta t_s.$$

b) On a aussi étudié l'utilisation d'autres appareils ou l'application d'autres méthodes à la place de la sonde. C'est ainsi qu'en collaboration avec le Service topographique fédéral, avec lequel nous avons du reste échangé des résultats d'expériences faites au cours de recherches d'une nouvelle méthode de levés, fut envisagée la possibilité d'utiliser des appareils de sondage par ultrasons tels que ceux conçus pour la navigation en haute mer. Leur principe est le suivant: Un appareil monté sur le fond du bateau émet des ondes sonores ultra-courtes qui sont réfléchies par le fond de la

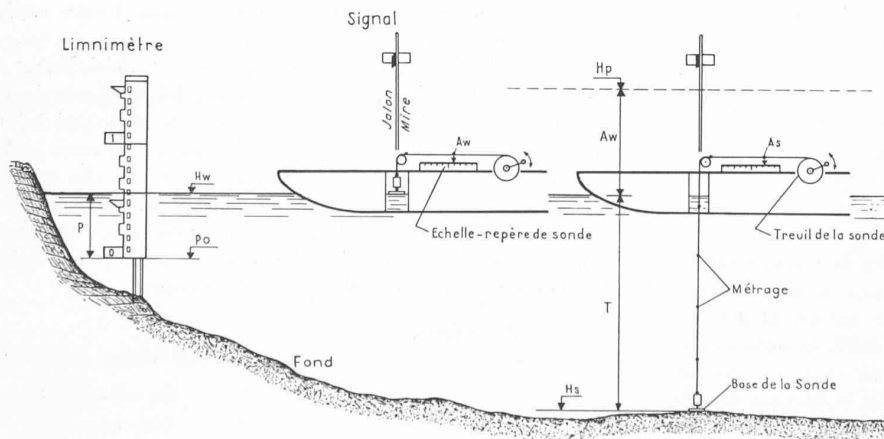


Fig. 1.
Représentation schématique de la mesure de la profondeur. (La destination du signal est expliquée au chapitre II.)

¹ Voir à ce sujet la communication n° 34 du Service fédéral des Eaux notamment les chapitres « Vorwort », « Einleitung », « Allgemeines über Aufnahme und Ausarbeitung » et « Zusammenfassung ».

mer et captées par un appareil récepteur placé dans le bateau. Le temps s'écoulant entre l'émission et la réception de l'onde permet de déterminer la profondeur. Celle-ci est enregistrée de sorte que le profil du fond au droit du chemin parcouru par le bateau se trouve dressé automatiquement. En disposant convenablement et en repérant avec soin le trajet parcouru, ce procédé permet d'établir un plan de situation avec courbes de niveaux.

Cette méthode ne peut malheureusement pas être utilisée pour nos buts, car elle ne donne pas la précision voulue. Les erreurs qui lui sont inhérentes conduisent à des distorsions de profils, singulièrement dans les parties en talus des rives. Or, comme nous l'avons déjà dit, notre service applique la méthode des levés bathymétriques principalement pour les levés de deltas, dont les résultats seraient faussés par ces erreurs.

3. Détermination de la situation

a) L'ancienne méthode appliquée par notre service consistait à lever une série de profils. Ceux-ci étaient disposés soit en éventail à partir d'un point fixe, soit répartis sur la surface du lac suivant une direction paraissant la meilleure, mais si possible toujours suivant la ligne de plus grande pente du fond, supposée ou connue par des levés antérieurs. Pour le levé du bassin supérieur du lac Majeur par exemple, on a employé les deux systèmes (fig. 2). Le profil fut fixé par un câble d'acier gradué, suspendu à 2 ou 3 mètres en dessous du niveau de l'eau par de petits câbles distants de 20 m les uns des autres, tenus par des flotteurs. La navigation ne subit ainsi aucune entrave. La plus grande longueur d'un tel profil fut de 5040 m lors du levé du delta du Rhin dans le lac de Constance. Les sondages furent effectués à partir du bateau-sonde se déplaçant le long du câble. On a obtenu ainsi un profil déterminé par une suite de points à distances voulues. Sur chacune des rives, on avait levé une polygonale passant par les points extrêmes des profils, et rattachés ensuite au réseau suisse des coordonnées. On a pu corriger ainsi les différences de longueur du câble fixant le profil. Si, par effet des courants lacustres et du vent, le câble s'écarte de la ligne droite, on mesure ces déviations latérales avec un théodolite placé sur l'un des points extrêmes du profil.

b) Cette méthode permet le choix à volonté du nombre de points à relever dans chaque profil. Le chef des travaux se rend compte, après avoir effectué quelques sondages, s'il doit lever des points intermédiaires. Ce procédé ne donnant cependant aucune indication sur la configuration du terrain entre les profils, on doit avoir recours à des estimations pour dessiner le plan bathymétrique. Toutefois les deltas étant des cônes de déjection dont la forme générale est connue, cela permet de fixer la position des profils de telle façon qu'il n'en résulte pas de grandes erreurs.

c) Pour établir avec plus d'exactitude le plan à courbes de niveaux, il est nécessaire de pouvoir sonder en des points uniformément répartis dans toutes les directions en se libérant des restrictions qu'implique la méthode rigide des profils. En 1923 déjà, nous avons levé une partie de la rade de Genève en déterminant la situation des points non pas au moyen d'un câble de mesure, mais par intersection de visées effectuées de la rive à l'aide de deux théodolites.

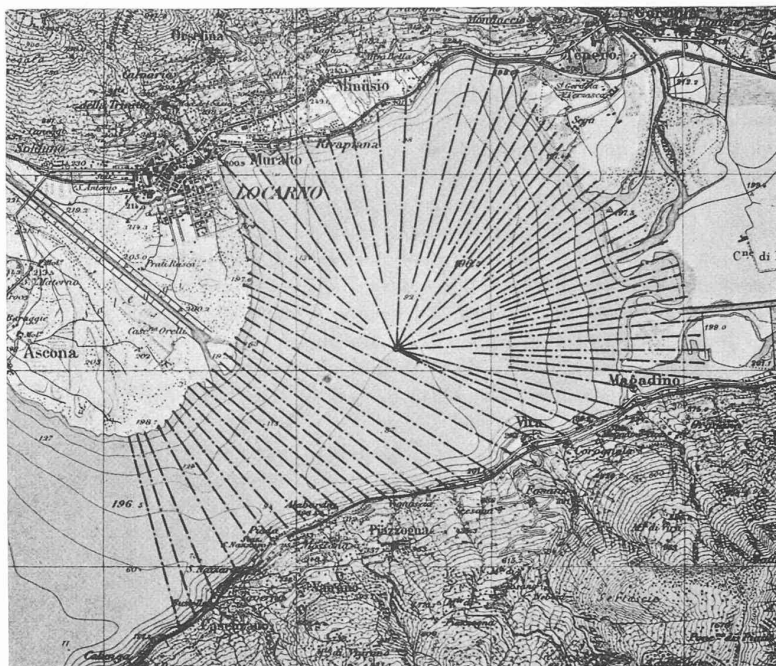


Fig. 2. — Emplacement des profils lors du levé du bassin supérieur du lac Majeur.

Les communications entre terre et bateau étaient assurées par signaux optiques. Dans ce cas-là, comme pour les levés de profils, la mise au net et le dessin du plan se faisaient ultérieurement au bureau, ce qui excluait toute possibilité d'y apporter des corrections et de combler des lacunes éventuelles sur la base de mesures complémentaires.

Dans la communication n° 34 citée plus haut furent mentionnées déjà la question de la suppression du câble de



Fig. 3. — Câble de mesure pendu aux flotteurs, dans le delta de la Maggia.

profil et l'idée de déterminer optiquement, à partir de la rive, la position du bateau-sonde; les communications avec les occupants du bateau étant réalisées dès la rive par téléphonie sans fil. Depuis lors, le perfectionnement des appareils de radiotéléphonie a en effet permis de développer et de mettre au point une nouvelle méthode de levés; elle est décrite au chapitre II.

4. Levés de deltas.

On a mentionné, dans l'avant-propos, le but et l'importance des levés de deltas, soit des levés bathymétriques des cônes de déjection des rivières. En répétant périodiquement ces levés, à des intervalles plus ou moins longs, et en comparant les formes du cône de déjection ainsi obtenues, on peut calculer le volume des alluvions qui se sont déposées entre les campagnes de mesures.

La précision des mesures doit être adaptée aux grandeurs que l'on se propose de déterminer. Les inexactitudes provenant de la détermination incomplète du terrain ainsi que des erreurs inhérentes aux mesures doivent être faibles par rapport aux différences à déterminer. L'intervalle de temps à laisser entre chaque campagne de mesures doit être tel que les différences de profondeurs apparaissent incontestablement. Cet intervalle variera selon l'intensité du charriage des alluvions de la rivière qui forment le delta et selon la surface sur laquelle celles-ci se déposent. Ainsi, le delta du Rhin dans le lac de Constance peut être levé utilement tous les 10 ans, tandis que des intervalles de 15 ans pour le delta de la Baye de Montreux dans le lac Léman et de 20 ans pour celui du Cassarate dans le lac de Lugano paraissent plutôt courts.

II. Nouvelle méthode pour les levés de deltas

par M. E. WALSER, ingénieur diplômé, chef de section

1. Conditions remplies par la nouvelle méthode

Les levés se font toujours à la sonde, point par point, mais la densité du réseau peut être modifiée à volonté au cours des opérations selon les exigences imposées par les caractéristiques locales de la topographie. La méthode répond aux conditions suivantes :

- Elle permet de lever n'importe quel point de la zone considérée. Elle permet de réduire à volonté la distance entre points dans un secteur, de l'augmenter dans un autre ou de lever par des séries de points des profils fixés d'avance.
- Elle permet de déceler déjà au cours des opérations les lacunes des mesures ou les résultats douteux ou tout accident du terrain, et d'effectuer immédiatement les contrôles et les mesures complémentaires nécessaires. Chaque point nouveau peut facilement être rattaché aux points voisins déjà levés. Ainsi avant de terminer les opérations sur place, on pourra s'assurer que l'on possède toutes données pour la mise au net parfaite du plan.
- Pendant le levé d'un point, le bateau-sonde est maintenu immobile. Cette immobilité obtenue, on exécute simultanément les mesures donnant la position en plan et l'altitude du point.
- La détermination de la position en plan des points se fait selon une méthode permettant d'adapter le degré d'exactitude à chaque cas particulier.
- Toutes mesures sont prises pour éviter les erreurs qui pourraient provenir d'une déviation du câble de sonde provoquée par des courants.
- Par des manœuvres rapides et simples, on peut amener le bateau sur un nouvel emplacement déterminé à l'avance et l'immobiliser pour de nouvelles mesures.

Cette nouvelle méthode consiste à opérer comme suit :

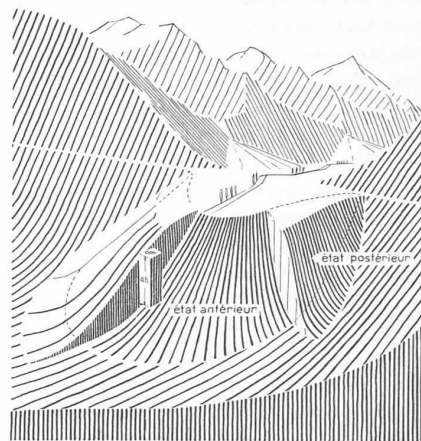


Fig. 4. — Vue schématique d'un delta, faisant apparaître deux stades successifs de sa formation.

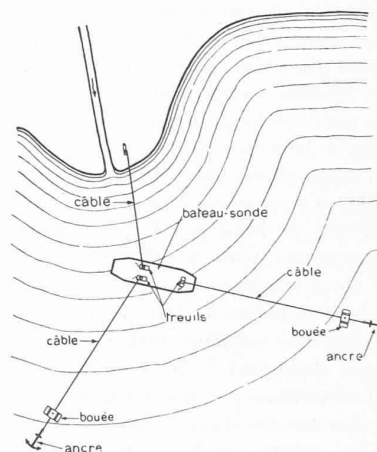


Fig. 5. — Amarrage du bateau-sonde.

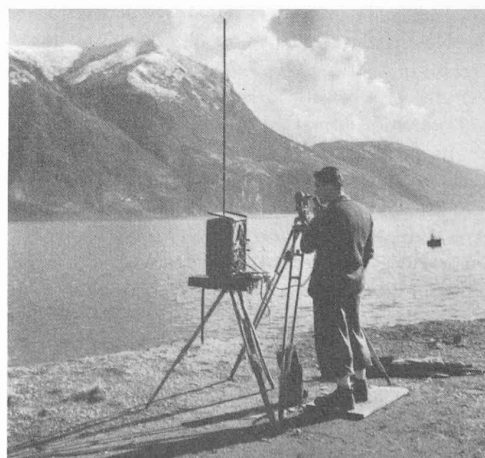


Fig. 6. — Station du théodolite.

2. Mise en place et déplacement du bateau-sonde

Le levé se fait par éléments de surfaces triangulaires. A chaque sommet du triangle est ancrée une bouée reliée à l'un des trois treuils montés sur le bateau-sonde. Si des sommets du triangle sont situés sur la rive, les câbles sont amarrés à des crochets, des anneaux ou des pieux. En agissant sur les treuils on peut déplacer le bateau à volonté et l'immobiliser en un point quelconque.

3. Détermination de la situation

A partir de deux points choisis sur la rive, on mesure au théodolite les angles formés par la direction du nord et la visée sur un jalon monté sur le bateau au-dessus du point de suspension du câble de sonde (azimut). (Fig. 6 et 1.)

Dans le voisinage de la rive, où le procédé par intersection n'est plus guère applicable par suite de l'angle défavorable des deux visées, on détermine la situation par des mesures d'angles et des mesures optiques des distances à partir d'un des points de stationnement des théodolites (levés polaires).

4. Détermination de l'altitude

La détermination de l'altitude se fait selon la méthode décrite au chapitre I, chiffre 2a.

5. Particularités de la méthode, dessin du plan original

La plan original des levés est dessiné en grande partie sur le bateau pendant les travaux. Chaque point levé est immédiatement reporté sur le plan. A cet effet, les lectures au théodolite sont transmises au bateau-sonde par radio-téléphonie; un plan de situation coté est établi au fur et à mesure et on trace, pendant les opérations déjà, le plus possible de courbes de niveaux. Toutes précautions sont prises sur place pour que ne surgisse au bureau plus aucune difficulté pour l'achèvement du tracé des courbes de niveau.

Lorsqu'un point est reporté sur le plan, on fixe l'emplacement du point suivant et on déplace le bateau. Une fois le bateau immobilisé, on détermine la situation et l'altitude du nouveau point et ainsi de suite.

Le procédé par intersection ne donne de bons résultats

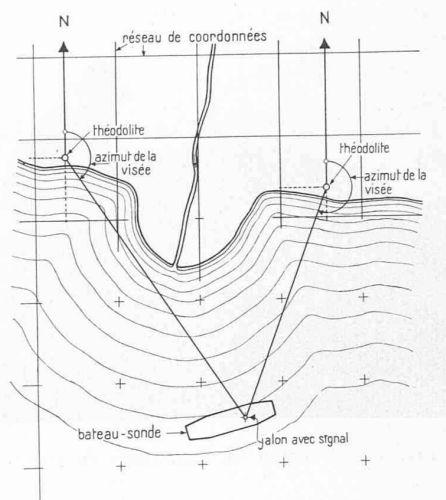


Fig. 7. — Détermination de la situation.

que si les deux visées se coupent sous un angle pas trop aigu. Tenant compte de ce fait, on divise toute la zone à lever en éléments de manière que chacun d'eux comprenne deux points fixes de stationnement des théodolites. Ces points sont choisis et leurs coordonnées calculées lors de la reconnaissance des lieux.

Après la reconnaissance des lieux et avant le début des levés, on prépare au bureau la feuille de dessin tendue sur une table en aluminium. En plus du réseau des coordonnées et de la situation des rives avec indication des points de stationnement des théodolites, on trace, avec ces derniers comme centres, de grands arcs de cercle gradués; l'origine de leur graduation est donnée par les rayons correspondant à la direction nord. Ce travail ne se fait pas avec le rapporteur, mais par calcul trigonométrique en utilisant le système des coordonnées. De cette façon, les résultats des levés peuvent s'inscrire très exactement, même si le système de

coordonnées devait présenter des inexactitudes de dessin.

Pendant les travaux, la graduation du cercle horizontal du théodolite doit avoir la même orientation que celle dessinée à l'avance sur le plan, ce que l'on obtient par des visées sur des points auxiliaires. Les lectures au théodolite donnent ainsi directement les azimuts. Les deux azimuts communiqués au bateau-sonde par radio-téléphonie sont repérés sur le plan. Le point d'intersection des deux lignes de visée, tracées au moyen de règles, donne la position du point levé. Pour rendre cette opération aisée, le Service fédéral des eaux a construit un appareil de dessin représenté par la figure 8. Les axes de rotation des règles à dessiner peuvent être fixés exactement sur les points figurant la position des théodolites

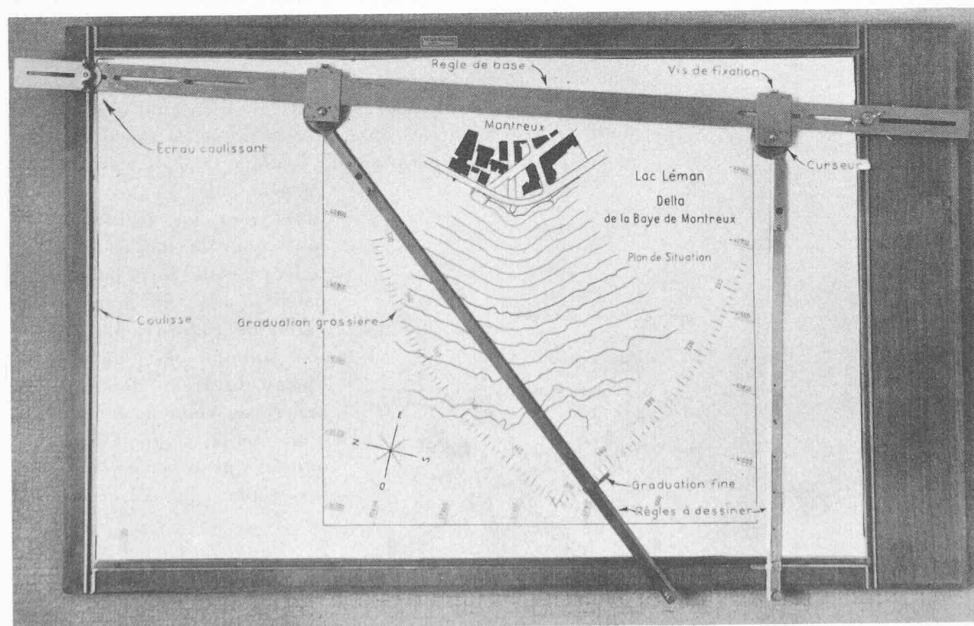


Fig. 8. — Appareil à dessiner.

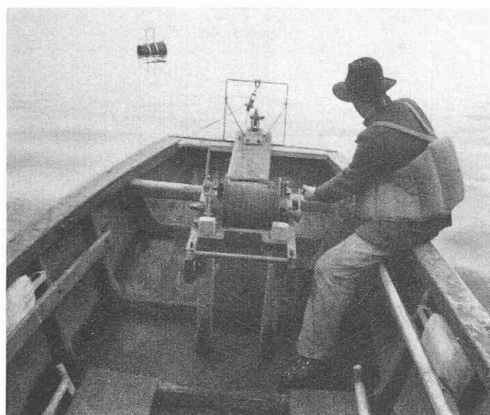


Fig. 10. — Treuil de l'amarrage de proue.

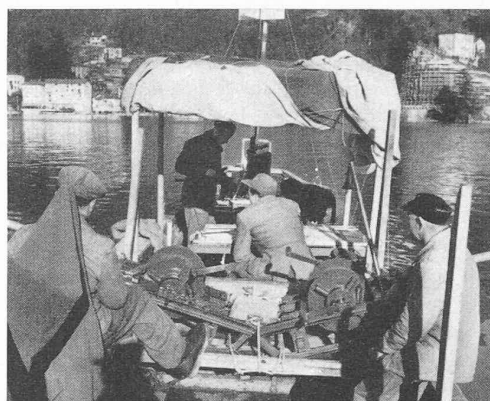


Fig. 11. — Treuils d'amarrage de poupe.

au moyen de curseurs et de la règle de base. Les règles à dessiner sont placées selon les azimuts à l'aide des échelles préparées à l'avance.

9. Equipement du bateau-sonde

Lors des deux derniers levés de deltas, on a utilisé comme bateau-sonde un ponton militaire en bois en trois parties. Cependant, l'emploi d'une telle embarcation, construite pour naviguer surtout en rivière, sera contre-indiquée s'il y a risque de violentes tempêtes et si les distances au port le plus proche sont grandes.

La figure 9 montre la disposition des installations du bateau-sonde :

Trois treuils actionnant les câbles d'amarrage, l'un monté à l'avant (fig. 10) et les deux autres à droite et à gauche à l'arrière (fig. 11).

Les câbles partant des treuils amarrent le bateau-sonde aux trois bouées. Chaque câble est formé de tronçons de 100 m de longueur, reliés les uns aux autres par des manchons d'accouplement. Lors d'une interruption du travail, on déroule les câbles jusqu'à découverte d'un manchon, on les détache du bateau et on les abandonne dans l'eau amarrés à une seule bouée centrale mouillée à cet effet. Le bateau peut alors se déplacer librement à l'aide de son moteur

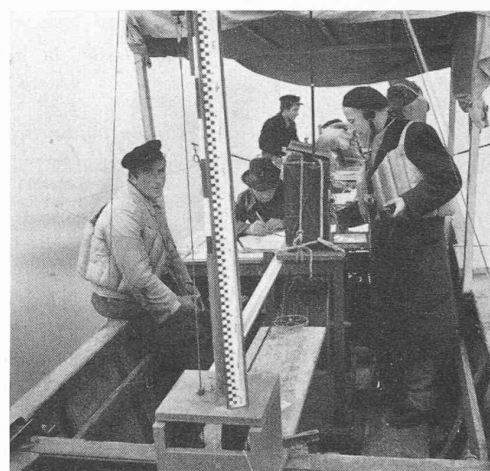


Fig. 12. — Vue depuis l'avant.

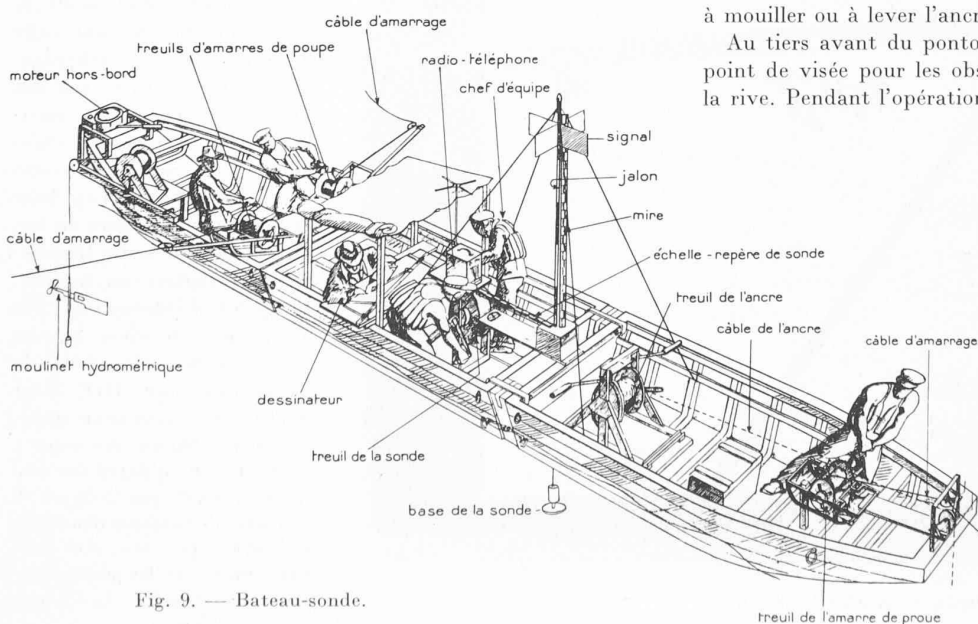


Fig. 9. — Bateau-sonde.

(moteur hors-bord). Pour reprendre le travail, on exécute ces opérations en sens inverse.

Le bateau est en outre muni d'un treuil qui sert seulement à mouiller ou à lever l'ancre.

Au tiers avant du ponton est dressé un signal qui sert de point de visée pour les observations faites au théodolite dès la rive. Pendant l'opération de sondage ce signal est abaissé

verticalement et les observateurs font les lectures. Une mire pour la mesure des distances lors des levés polaires est placée à côté du jalon. L'appareil de radio-téléphone avec son antenne est monté au-dessus du treuil de sonde. En arrière de celui-ci et à l'abri d'une tente, se tient le dessinateur qui reporte les points sur le plan (fig. 12 et 13).

7. Enumération des opérations de levés

(Voir aussi le tableau 1 : « Placés et fonctions du personnel pendant les levés ».)

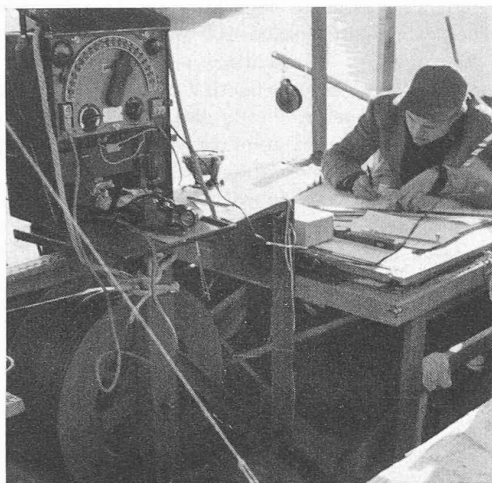


Fig. 13. — Table à dessin, téléphone et treuil de sonde.

- a) Le bateau est amené au droit du point à lever. Le chef d'équipe [1] donne l'ordre par téléphone aux observateurs des théodolites [2 et 3] d'effectuer les visées.
- b) Les observateurs n^{os} 2 et 3 visent continuellement le signal du bateau; ils maintiennent le trait vertical de la lunette du théodolite sur ce signal en agissant sur la vis micrométrique du cercle horizontal.
- Du bateau, on sonde le fond du lac jusqu'à ce que les lectures au câble ne varient plus, ce qui indique que le bateau et la sonde sont immobiles.
- A l'instant où l'on fait la lecture définitive sur le câble de sonde, on abaisse le signal (fig. 14). Les observateurs n^{os} 2 et 3 laissent les vis micrométriques du cercle horizontal dans leur dernière position.
- c) Le chef d'équipe note dans son carnet l'heure du sondage que lui indique le dessinateur; il communique à son tour



Fig. 14. — Chef d'équipe (à gauche) en train de faire la lecture au câble de sonde. Au-dessus de lui le signal abaissé.

- au dessinateur la lecture faite sur le câble de sonde et celui-ci l'inscrit dans son carnet.
- Les observateurs n^{os} 2 et 3 notent dans leurs carnets l'heure du sondage et les azimuts correspondants.
- d) Le dessinateur corrige ensuite la lecture faite sur le câble de sonde et calcule la cote du fond au moyen du plan d'horizon du sondage (à inscrire dans le carnet, voir chapitre I, chiffre 2).
- Les observateurs n^{os} 2 et 3, sur demande du chef d'équipe lui communiquent les azimuts; celui-ci les inscrit dans son carnet et les répète par téléphone (fig. 12).

Places et fonctions du personnel pendant les levés

TABLEAU 1.

1 Chef d'équipe n ^o 1, dirige sur place les levés, travaille sur le bateau, soit à la sonde, au téléphone, et à la table à dessin	2 Observateurs des théodolites, n ^{os} 2 et 3, travaillent aux points de stationnement sur la rive	1 dessinateur n ^o 4, travaille à la table à dessin sur le bateau	3 bateliers n ^{os} 5, 6 et 7, travaillent aux treuils sur le bateau	1 aide (sondeur) n ^o 8, travaille au treuil de sonde sur le bateau
Détermine le nouveau point à lever. Donne l'ordre aux bateliers de déplacer le bateau au moyen des treuils.		Détermine les positions des points à lever. Elabore le plan.	Déplacent le bateau dans la direction voulue en tendant ou déroulant les câbles.	Soulève avec soin la sonde chaque fois que cela est nécessaire.
Annonce chaque opération de sondage aux deux observateurs n ^{os} 2 et 3. Sonde avec l'aide n ^o 8. Actionne le signal pour les n ^{os} 2 et 3. Lecture de la profondeur et communication au dessinateur n ^o 4. Demande les azimuts aux n ^{os} 2 et 3. Note et répète les azimuts.	Visent continuellement le signal sur le bateau avec la lunette du théodolite. Lecture et notation des azimuts avec indication de l'heure. Communications de l'azimut au n ^o 1.	Note l'heure du sondage et la lecture A_s . Corrige la lecture A_s de la valeur Δt_s . Calcule la cote du fond H_s . Ecoute la répétition des azimuts et les reporte sur le plan. Inscrit la cote du fond du lac.	Attendent les nouveaux ordres du chef d'équipe n ^o 1.	Abaisse la sonde sur le fond du lac; sonde avec l'aide du n ^o 1. Relève la sonde.
Attendre le moment où bateau et câble de sonde sont immobiles.				
Suite comme indiquée plus haut.				

N. B. — Les levés polaires sont exécutés de façon analogue.

- e) En entendant le chef d'équipe répéter par téléphone les azimuts, le dessinateur fixe les règles à dessiner dans la position voulue, trace les deux rayons, marque le point et inscrit la cote calculée précédemment (fig. 12.).
- f) Le chef d'équipe et le dessinateur comparent le point qui vient d'être levé avec les points voisins déjà levés et le premier fixe l'endroit du sondage suivant.
- g) Le chef d'équipe lit sur le plan la direction et la distance du nouveau point à lever. La direction est déterminée à l'aide de la rose des vents dessinée sur le plan et elle est reportée dans le terrain par l'intermédiaire d'une boussole (visible sur la fig. 13 à droite de l'appareil de radio). Dans le voisinage de la rive, la direction peut être indiquée par rapport à un point du rivage.
- h) En général, le chef d'équipe indique à chacun des aides préposés aux treuils, le nombre de tours dont il faut dérouler ou enrouler le câble.
Avec des aides expérimentés et qui auront répété souvent les mêmes manœuvres de déplacement du bateau, il suffira de leur indiquer la direction et la distance.
- i) Lorsque la manœuvre des treuils est terminée, les opérations du levé continuent selon le procédé indiqué sous a).

8. Durée et coût des travaux

Un levé de delta s'exécute en trois étapes : travaux préparatoires, travaux de levés proprement dits et mise au net des résultats. Ce sont les travaux de levés qui coûtent le plus du fait des salaires, des indemnités de déplacement et des frais de location du matériel.

Les travaux préparatoires peuvent être sériés comme suit : Au bureau, établissement du projet des levés, c'est-à-dire choix provisoire sur la carte des points de stationnement des théodolites, disposition des points d'ancrage du bateau-sonde, etc. Reconnaissance des lieux, choix définitif des points de stationnement des théodolites, détermination de leurs coordonnées, dépôt du matériel, lieux d'ancrage du bateau pour les jours de repos et lors des tempêtes, recrutement des aides, prise de contact avec les autorités dont dépend la zone des levés et avec les offices intéressés. Pour suite des travaux préparatoires au bureau, préparation du plan, commandes de matériel. Font aussi partie des travaux préparatoires le montage sur place du bateau-sonde et l'instruction des aides. Pour les travaux préparatoires d'un levé de delta de peu d'importance, il faut prévoir un mois environ. Ce délai augmente avec l'ampleur du levé.

Le temps nécessaire pour le levé proprement dit dépend du nombre de points à lever. Lors du levé du delta de la Baye de Montreux dans le lac Léman, avec des profondeurs atteignant jusqu'à 120 m, on a levé en moyenne 15 points par heure de travail effectif, alors qu'on en a levé en moyenne 13

pour le delta du Cassarate dans le lac de Lugano, avec des profondeurs atteignant jusqu'à 200 m. Selon leur intensité, le vent, les vagues et le brouillard peuvent obliger à interrompre le travail. Au temps effectif d'un levé doit être ajouté le temps nécessaire pour gagner la place de travail et pour en revenir, ainsi que le temps employé à mouiller et à déplacer les bouées d'amarrage. Lors des levés exécutés à Montreux pendant les mois de novembre et décembre et à Lugano pendant les mois de décembre à février, le temps effectif de travail a été en moyenne de cinq heures par jour, en tenant compte de tous les jours ouvrables entre le début et la fin des travaux. Il a fallu plusieurs fois interrompre les travaux en plein lac par suite de la violence des vagues, mais on pouvait les poursuivre plus près du rivage, dans un endroit abrité par la configuration de la rive. Par contre, la pluie et des chutes de neige pas trop denses n'ont pas causé d'arrêt dans le travail.

Comme le plan est dessiné en grande partie sur place, les travaux de mise au net ne donnent plus beaucoup à faire. Il s'agit de terminer le tracé des courbes de niveaux. Si un doute subsiste quant à un point, il est facile de le contrôler sur la base des indications notées dans les carnets. Il ne reste plus qu'à passer le plan à l'encre et à le titrer.

Le coût des levés est indiqué dans le tableau suivant qui sert ainsi de conclusion à notre communication :

TABLEAU 2.

Caractéristiques du levé	Deltas	
	Baye de Montreux dans le lac Léman 1948	Cassarate dans le lac de Lugano 1950/51
Surface levée	10 ha	110 ha
Profondeur maximum	120 m	200 m
Echelle	1 : 1000	1 : 2000
Equidistance	2 m	5 m
Nombre de points levés	1560	3281
Coût total du levé y compris les salaires, en chiffres ronds,	15 800 fr.	27 100 fr.
dont : Trav. préparatoires	14 %	12 %
Levés proprement dits	75 %	79 %
Mise au net, reprod.	11 %	9 %
Coût du levé proprement dit d'un point	7,60 fr.	6,50 fr.

SOCIÉTÉ SUISSE DES INGÉNIEURS ET DES ARCHITECTES

Voyage d'étude aux Etats-Unis

Programme provisoire

Les détails du programme sont actuellement mis au point, avec l'aide des Associations américaines d'ingénieurs et d'architectes.

Mercredi 20 août : Départ de Kloten avec la Swissair.

Jeudi 21 août, *New-York* : Arrivée à l'International Airport. Round Table Conference American Society of Civil Engineers (dîner).

Du vendredi 22 août au mardi 26 août, *New-York* : Manhattan, Washington Square, Wall Street, Fifth Avenue, Battery, East River, Bowery, St. Patrick's Cathedral, Central Park, Columbia University, City College, Harlem (quartier nègre), China Town, etc. — Visites spéciales : Empire State Building, Rockefeller Center, Leverbrother Building, United Nations Building, Bridges, New Jersey Turnpike, Parkways New-York - Long Island, Port Authority Structures, including Airports, Department of Marine and

Aviation, Water Supply, Sewage Treatment, Subways, Museum of Modern Art, etc.

Mercredi 27 août : *New-York* - *Washington* en chemin de fer (« The Senator »).

Du jeudi 28 août au samedi 30 août, *Washington* : Visite de la ville. — Visites spéciales : White House, Washington Memorial Capitol, Smithsonian Institute, National Gallery, Mount Vernon.

Dimanche 31 août : *Washington*-*Pittsburgh* en chemin de fer.

Lundi 1^{er} septembre, *Pittsburgh* : Visite de la ville. — Visites spéciales : Aluminium industry, Steel industry. — Après-midi : *Pittsburgh*-*Cleveland* en chemin de fer.

Mardi 2 septembre, *Cleveland* : Visite de la ville. — Visites spéciales : Mills industries, Civil Engineering Work. — Après-midi : *Cleveland*-*Detroit* en chemin de fer ou par bateau.

Mercredi 3 septembre, *Detroit* : Visite de la ville. — Visites spéciales : Ford Company, General Motors Company « Research Plant » (E. & E. Saarinen). — Soir : *Detroit*-*Chicago* en wagon-lit.

Jeudi 4 septembre : Arrivée à *Chicago*.
Du jeudi 4 septembre au samedi 6 septembre, *Chicago* : « The Centennial of Engineering » (3-13 sept.) : 100th anniversary of the