Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 85 (1959)
Heft: 19

Artikel: Quelques aspects des méthodes radiotélémétriques
Autor: Ansermet, A.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-64131

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: 08.07.2025

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

85e année Lausanne, 12 septembre 1959 N° 19

BULLETIN TECHNIQUE DE LA SUISSE ROMANDE

paraissant tous les 15 jours

ORGANE OFFICIEL
de la Société suisse des ingénieurs et des architectes
de la Société vaudoise des ingénieurs et des architectes (S.V.I.A.)
de la Section genevoise de la S.I.A.
de l'Association des anciens élèves de l'EPUL (Ecole polytechnique de l'Université de Lausanne)
et des Groupes romands des anciens élèves de l'E.P.F. (Ecole polytechnique fédérale de Zurich)

COMITÉ DE PATRONAGE
Président: J. Calame, ing. à Genève
Vice-président: E. d'Okolski, arch. à Lausanne
Secrétaire: S. Rieben, ing. à Genève
Membres:
Fribourg: H. Gicot, ing. ; M. Waeber, arch.
Genève: G. Bovet, ing. ; Cl. Grosgurin, arch. ; E. Martin, arch.
Neuchâtel: J. Béguin, arch. ; R. Guye, ing.
Valais: G. de Kalbermatten, ing. ; D. Burgener, arch.
Vaud: A. Chevalley, ing. ; A. Gardel, ing.
M. Renaud, ing. ; Ch. Thévenaz, arch.

CONSEIL D'ADMINISTRATION
de la Société anonyme du « Bulletin technique »
Président: A. Stucky, ing.
Membres: M. Bridel ; R. Neeser, ing. ; P. Waltenspühl, arch.
Adresse: Ch. de Roseneck 6, Lausanne

RÉDACTION
D. Bonnard, ing.
Rédaction et Editions de la S. A. du « Bulletin technique »
Tirés à part, renseignements
Adresse: Case Chauderon 475, Lausanne

ABONNEMENTS

1 an	Suisse Fr. 26.—	Etranger . .	Fr. 30.—
Sociétaires	» » 22.—	» . .	» 27.—
Prix du numéro . . .	» » 1.60		

Chèques postaux: « Bulletin technique de la Suisse romande », N° II. 57 75, Lausanne.
Adresser toutes communications concernant abonnement, changements d'adresse, expédition, etc., à: Imprimerie La Concorde, Terreaux 29, Lausanne

ANNONCES
Tarif des annonces:

1/1 page	Fr. 275.—
1/2 »	» 140.—
1/4 »	» 70.—
1/8 »	» 35.—

Adresse: Annonces Suisses S. A.
Place Bel-Air 2. Tél. (021) 22 33 26. Lausanne et succursales

SOMMAIRE

Quelques aspects des méthodes radiotélémétriques, par M. le professeur A. Ansermet, ingénieur.
Association pour l'aménagement des Eaux
Actualité aéronautique (XVII).
Les congrès. — Société vaudoise des ingénieurs et des architectes. — Carnet des concours.
Documentation générale. — Informations diverses.

QUELQUES ASPECTS DES MÉTHODES RADIOTÉLÉMÉTRIQUES

par M. le professeur A. ANSERMET, ingénieur

En Suisse, et dans l'immédiat, ces méthodes ne jouent pas encore un rôle prépondérant. A l'étranger par contre, dans certains pays, elles évoluent avec une rapidité extrême que l'on ne peut ignorer. Dans les lignes ci-après, seules certaines formes de ces méthodes nouvelles seront succinctement exposées :

1° la télémétrie au sol (amplitude des distances jusqu'à 40 km environ)

2° la radiotélémétrie spatiale, en particulier :
- *a*) Les déterminations par la mesure de déphasages avec le récepteur à bord de l'aéronef.
- *b*) Emissions à partir de l'aéronef (impulsions). L'ampleur des distances mesurées peut atteindre 1000 km.

Généralités

En principe pour le praticien deux problèmes peuvent être posés :

I. Déterminer rapidement et aussi exactement que possible la position d'un aéronef destiné à des prises de vues.

II. Couvrir un territoire, en vue de sa mensuration, d'un réseau de points et, à cet effet, relier ces points par des chaînes ou réseaux à mailles quadrangulaires ou triangulaires.

Ce second problème fut effleuré mais de façon trop sommaire et fragmentaire dans le n° 19 de 1958 de ce Bulletin.

La trajectoire sur laquelle cheminent les trains d'oscillations a une courbure $\frac{1}{r}$ exprimée par la formule :

$$-\frac{1}{r} \cong B' + C'(H+H') - \frac{C' D^2}{6}\left[\frac{1}{R} + B' + C'(H+H')\right]$$

où H' est l'altitude de la station de référence au sol (H'' pour l'autre station), H l'altitude de l'émetteur en A, R le rayon (variable) de la surface de niveau zéro, D la distance de A à la station au sol, B' et C' des constantes météorologiques déterminées empiriquement. Il reste à savoir jusqu'à quel point elles sont rigoureusement constantes.

Un autre élément, le coefficient de réfraction n, joue un grand rôle dans le calcul de la trajectoire. A

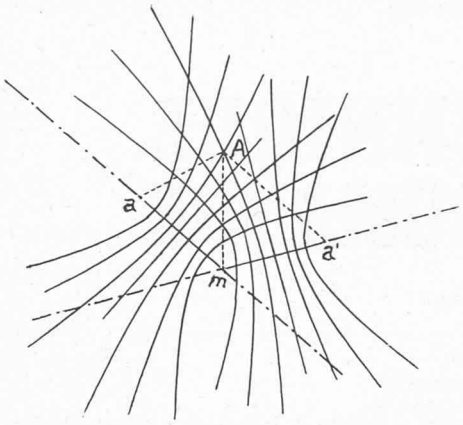

Fig. 1. — Réseaux d'hyperboles.

part les formules connues (Essen, etc.), citons une expression approchée, en fonction de l'altitude :

$$n - 1 \cong A + BH + CH^2$$

en comparant avec d'autres formules et en ayant recours à des valeurs provisoires A_o, B_o, C_o :

$$A = A_o + x, \quad B = B_o + y, \quad C = C_o + z$$

on obtient le système :

$$-f_i + v_i = x + yH_i + zH_i^2 \qquad (i = 1, 2, 3, 4 \ldots\ldots)$$

f_i étant le terme absolu et v_i l'erreur apparente. On pourrait de suite éliminer x en ajoutant une équation fictive à poids négatif.

La trajectoire des ondes peut présenter une double courbure mais la réfraction latérale éventuelle est pratiquement sans influence sur la distance. C'est là un avantage sur la triangulation.

Les déterminations par la mesure des déphasages

La figure 1 montre schématiquement en quoi consiste cette méthode qui ne convient guère que pour des mensurations aux petites échelles ; son intérêt est donc limité. Dans la figure, A désigne encore l'aéronef avec le récepteur, m une station dite maîtresse, a et a' des stations dites asservies. Deux émetteurs placés respectivement en a et m travaillent en ondes entretenues pures sur des fréquences que, pour l'instant, nous admettrons égales ; les émissions sont parfaitement synchronisées. Tous les points pour lesquels les ondes seront reçues avec le même déphasage seront situés sur une hyperbole de foyers a et m. Mettons ce déphasage sous la forme :

$$2K\pi + \varphi \qquad (o < \varphi < 2\pi)$$

le phasemètre n'indiquant que le résidu.

Pour $\varphi = o$ on obtient des courbes appelées, par les uns hyperboles fondamentales, par d'autres hyperboles zéro (Nullhyperbeln). La distance séparant sur la base am deux de ces courbes consécutives est égale à une demi-longueur d'onde. Pour permettre la comparaison des phases à la réception, les fréquences d'émission sont différentes pour chaque émetteur ; on les choisit de façon à être des multiples entiers d'une fréquence f

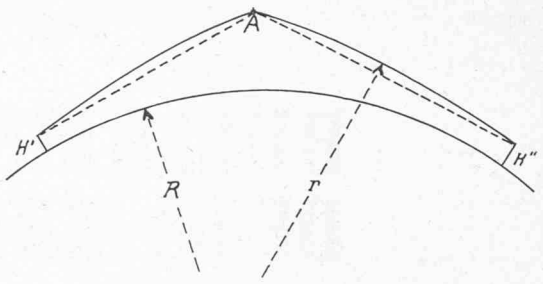

Fig. 2. — Radiotélémétrie spatiale (coupe verticale).

déterminée. Les fréquences sont ensuite converties en vue de les ramener à une valeur commune dite fréquence de comparaison. L'indicateur relatif à une paire d'émetteurs est appelé décomètre (système Decca).

Exemple : L'Allemagne de l'Ouest a une chaîne judicieusement conçue :

Zeven	(Z)	latitude	= 53,3°	longitude	= 9,25°
Brilon	(B)	»	= 51,4°	»	= 8,6°
Stadtkyl	(S)	»	= 50,3°	»	= 6,5°
Coburg	(C)	»	= 50,25°	»	= 11,0°

Brilon est la station maîtresse, assez voisine du centre de gravité du triangle constitué par les trois stations asservies (Z), (S), (C).

Il faut que les hyperboles déterminant le point A se coupent favorablement mais cela ne suffit pas. La *sensibilité* de ces courbes intervient aussi. Lorsqu'on commet une erreur sur la différence $(Am - Aa)$ la tangente à l'hyperbole en A, en même temps bissectrice de l'angle aAm, subit une faible translation laquelle est proportionnelle à l'erreur et à l'inverse de sinus $\frac{aAm}{2}$. Cette translation exprime par son ampleur que l'hyperbole est plus ou moins sensible. On appelle aussi facteur de dilatation l'inverse du sinus de la moitié de l'angle sous lequel on voit la base depuis le point A.

Calculs. En réalité, les calculs ne sont pas si simples dès que l'altitude de l'aéronef-récepteur A n'est pas négligeable. Théoriquement, ce point n'est pas donné par l'intersection de courbes mais de surfaces. D'autre part sur la surface terrestre les hyperboles ne sont plus planes mais sphériques ou même sphéroïdiques.

En calculant une position provisoire pour A on obtient les éléments nécessaires pour projeter ce point sur la surface de référence choisie. Il faut d'autre part fixer un mode de représentation pour la carte portant en surimpression les réseaux de courbes ayant chacun une couleur distincte.

Prenons encore l'exemple de l'Allemagne de l'Ouest : un système stéréographique, donc conforme, ayant son origine à Brilon, station maîtresse, présente de sérieux avantages. Mais comme la mensuration du territoire allemand est basée sur un système conforme à axe neutre il faut établir la corrélation entre les deux systèmes, en général sous la forme de séries. Dans un prochain chapitre, tout ce problème des modes de représentation sera développé avec l'ampleur désirable.

Résultats obtenus. Dans un rayon de 400 km environ autour de la station maîtresse l'erreur moyenne sur sur la détermination planimétrique du point A est $\pm$ 100 m approximativement. Cela suffit en général pour certaines mensurations aux petites échelles comme on l'a dit ci-dessus.

Provisoirement, en Europe on compte six chaînes : une allemande, trois anglaises, une danoise, une française. D'autres sont à l'état de projet.

La radiotélémétrie au sol

Des créations relativement récentes suscitent en ce moment bien des espoirs qui sont en voie de réalisation. Citons le telluromètre qui, dans le domaine des distances jusqu'à 40 km, est en passe de créer une concurrence sérieuse au géodimètre.

La conception constructive du telluromètre est connue (voir [2], [3]). L'élément essentiel à la station principale est un tube de Braun sur l'écran indicateur duquel une base circulaire des temps est engendrée électroniquement ; les temps sont convertis en distances grâce à une division à 100 intervalles, l'estimation pouvant porter sur un demi-intervalle avec précision. Comme cette échelle divisée et la base des temps, toutes deux circulaires, ne sont en général pas rigoureusement concentriques, on élimine l'erreur d'excentricité, comme cela a lieu avec les théodolites, en effectuant les lectures en deux points diamétralement opposés. C'est par voie électronique que l'élimination de l'erreur est réalisée.

Les deux stations, aux extrémités de la base à mesurer, sont à la fois émettrices et réceptrices. Il n'est pas nécessaire que les opérateurs, placés à chaque extrémité, se voient ; il y a une liaison téléphonique dotée de la même fréquence que celle servant aux mesures. La consommation de courant est assez faible.

La trajectoire sur laquelle cheminent les ondes peut rencontrer des obstacles ou être près du sol en certains endroits, ce qui pourrait nuire à la précision. Les constructeurs préconisent une méthode semi-graphique pour étudier les réflexions éventuelles par le sol ; une nappe liquide, une surface rocheuse ou recouverte de glace surtout, sont à craindre. Le procédé semi-graphique consisterait à faire varier par degrés réguliers les fréquences.

Les résultats obtenus à ce jour permettent d'évaluer l'erreur moyenne à $\pm$ (5 cm + $3 \cdot 10^{-6} D$) où D est la distance mesurée, résultat déjà fort réjouissant et qui engage le praticien à mettre le telluromètre en parallèle avec le géodimètre lors du choix d'un télémètre. Rappelons que le géodimètre est basé sur la vitesse de propagation des ondes lumineuses et qu'il comporte trois types. Ces types sont le NASM-2 qui fournit une précision de $\pm$ 5 cm environ à 40 km de distance, le NASM-3 (précision $\pm$ 10 cm jusqu'à 25 km) et le NASM-4 (précision environ $\pm$ 2,5 cm à 3 km).

Mais le géodimètre ne présente pas que des avantages : il ne peut guère être utilisé que de nuit et par un temps clair. De jour il y a des luminosités perturbatrices qui suscitent des difficultés. La cellule de Kerr est sensible au gel déjà vers + 5° C ; elle ne donne pas encore pleine satisfaction dans l'infrarouge.

Remarquons que les méthodes traditionnelles (appareils d'invar) conserveront cependant leur suprématie quant à la précision.

Mise en valeur des mesures. La radiotélémétrie au sol donne lieu à des réseaux à mailles quadrangulaires ou triangulaires de dimensions courantes. Ces réseaux viennent compléter ceux à grandes mailles résultant des méthodes spatiales dont il sera question plus loin ; citons par exemple le procédé Hiran (High Accurate Shoran) qui a fait ses preuves.

Les développements qui suivent portent sur des réseaux de toutes structures avec des côtés atteignant des centaines de kilomètres. Ils peuvent être libres ou rattachés, c'est-à-dire s'appuyer sur des sommets ou côtés déjà connus.

Surface de référence. Quand l'étendue du territoire le permet on a recours à des coordonnées planes conformes à cause de leurs avantages. L'élément fondamental est le rapport de similitude ou module de déformation linéaire m ou plutôt son logarithme.

La solution la plus générale est dite à variables non dissociées et on sait qu'il faut tendre à rendre minima la valeur moyenne du carré du gradient de $\log_e m$ pour le territoire considéré (Théorème de Tchebychef-Darboux). L'intégrale double à calculer à cet effet sera convertie en une intégrale curviligne.

Si le réseau est à grandes mailles on aura recours en général à des coordonnées curvilignes conformes, le sphéroïde étant projeté sur une sphère. Dans la série qui exprime la valeur $\log_e m$ les termes jusqu'au second ordre inclusivement sont éliminés. De préférence on choisira un système à axe neutre (axe curviligne).

Compensation. Les réseaux télémétrés (ou trilatérés) sont caractérisés par un degré d'hyperdétermination relativement faible, du moins quand ils sont libres. Les praticiens mesurent en plus des éléments linéaires des azimuts dits de Laplace, donnant lieu à des équations de Laplace, ce qui améliore la précision.

Désignons par L le nombre des côtés mesurés et par p le nombre des sommets ($2p$ coordonnées) ; en réalité, au point de vue de la compensation, il y a $u = (2p - 3)$ inconnues. Trois coordonnées sont choisies arbitrairement, ceci dans un réseau libre. Dans la règle, on a recours à une solution provisoire, d'où pour chaque côté l'équation dont la forme générale est :

$$-f + v = a\,(dx - dx') + b\,(dy - dy') \qquad a^2 + b^2 = 1$$

f étant le terme absolu, v l'erreur apparente, dx, dx', dy, dy' des corrections à apporter aux valeurs provisoires des coordonnées.

C'est le calcul classique dit par la variation des coordonnées que l'on utilise peu en télémétrie à cause du grand nombre d'équations normales qui en résulte. Désignons par L_1, L_2, L_3 ..... les longueurs mesurées, par $(L_1 + v_1)$, $(L_2 + v_2)$, $(L_3 + v_3)$ ..... les valeurs compensées ; la forme générale des équations de condition est :

$$F\,(L_1 + v_1,\ L_2 + v_2,\ L_3 + v_3 \ldots\ldots) = 0 = [av] + w$$
$$(w = \textit{discordance})$$

C'est surtout ce w dont le calcul est parfois laborieux.

En radiotélémétrie il faut substituer aux v_1, v_2, v_3 ..... les binômes $(v_1 + t)$, $(v_2 + t)$, $(v_3 + t)$ ..... où t est une *inconnue auxiliaire*, une correction à apporter qui dans son essence est indépendante de la longueur mesurée ; elle est d'origine surtout instrumentale. En particulier, il s'agit de retards dans la retransmission de la réponse à la station de référence,

retards pas rigoureusement constants (Hiran par ex.).

Le système d'équations de condition devient :

$$[a\upsilon] + [a]\,t + w = 0, \quad [b\upsilon] + [b]\,t + w' = 0,$$
$$[c\upsilon] + [c]\,t + w'' = 0 \ldots\ldots$$

Pour certains réseaux (schémas) on peut rendre nuls les coefficients de l'inconnue t ; mais dans cette courte note il n'est pas possible de s'étendre sur ce sujet (voir [5]).

Quant aux éléments provisoires, ils peuvent jouer un rôle :

$$L'_1 = L_1 + f_1,\ L'_2 = L_2 + f_2,\ L'_3 = L_3 + f_3 \ldots\ldots$$

la fonction F devient sous la forme générale en radiotélémétrie

$$F\,(L'_1 - f_1 + \upsilon_1 + t,\quad L'_2 - f_2 + \upsilon_2 + t,$$
$$L'_3 - f_3 + \upsilon_3 + t \ldots) = 0$$

Faisons momentanément abstraction de l'inconnue t et admettons

$$F\,(L'_1, L'_2, L'_3 \ldots\ldots) = 0$$

C'est ce qui confère de l'intérêt aux valeurs provisoires $L'_1, L'_2, L'_3 \ldots\ldots$ En d'autres termes on passe du réseau provisoire au réseau compensé en déformant légèrement la figure (accroissements des côtés : $(\upsilon_1 - f_1)$, $(\upsilon_2 - f_2)$, $(\upsilon_3 - f_3) \ldots\ldots$). Certains f peuvent être nuls.

Dans quelques cas on dissocie même le calcul des coefficients $a_1, a_2, a_3 \ldots\ldots$ de celui de la discordance w, cette dernière n'étant pas indispensable dans certains problèmes.

Considérons par exemple un quadrilatère complet à peu près inscrit dans un cercle ; on peut écrire, en admettant que la figure provisoire soit inscrite rigoureusement (formule de Ptolémée) :

$$(L_5 + f_5)\,(L_6 + f_6) = (L_1 + f_1)\,(L_3 + f_3) + (L_2 + f_2)\,(L_4 + f_4)$$

mais cette relation n'est valable rigoureusement ni pour les valeurs mesurées, ni même en général pour les compensées. Elle permet cependant de calculer les coefficients des υ qui sont pratiquement les mêmes que ceux des f. La discordance w est à calculer autrement.

Dans la figure schématique 3 on voit un fragment de chaîne fermée constituée par des carrés complets. De telles chaînes rencontrent une certaine faveur chez les praticiens.

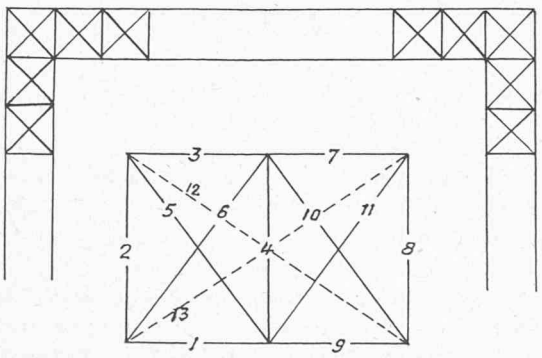

Fig. 3. — Schémas de réseaux (fragments).

Exemple numérique. Considérons (fig. 3) les deux rectangles accolés avec les 11 côtés $L_1, L_2, L_3 \ldots\ldots L_{11}$ (traits pleins) auxquels on peut ajouter éventuellement les quatre côtés L_{12}, L_{13} (diagonales) et les longs côtés $L_{14} \cong L_3 + L_7$ et $L_{15} \cong L_1 + L_9$.

Il y a donc six éléments surabondants en tout mais, pour simplifier le calcul, faisons abstraction de $L_{12}, L_{13}, L_{14}, L_{15}$.

La largeur et la longueur des rectangles étant choisies dans le rapport 3 : 4, admettons des poids inverses des distances.

$$p_1 : p_2 : p_3 : \ldots\ldots = \frac{1}{L_1} : \frac{1}{L_2} : \frac{1}{L_3} \ldots\ldots$$

Grâce à la compensation ces poids $p_1, p_2, p_3 \ldots\ldots p_{11}$ sont amplifiés et deviennent $P_1, P_2, P_3 \ldots\ldots P_{11}$. Un calcul facile donne :

	1	2	3	4	5	6
$1 : p_i =$	0,3	0,4	0,3	0,4	0,5	0,5
$p_i : P_i =$	0,936	0,850	0,936	0,743	0,704	0,704

7	8	9	10	11
0,3	0,4	0,3	0,5	0,5
0,936	0,850	0,936	0,704	0,704

avec le contrôle : $[p_i : P_i] = 9$ (9 inconnues) ([1] p. 159)

propriété caractéristique de la méthode des moindres carrés.

Les poids des côtés 1, 3, 7, 9 sont peu amplifiés, ce que l'on présumait ; quant aux diagonales 5, 6, 10, 11 elles ont bénéficié davantage de la compensation que le côté 4, commun aux deux rectangles. Si l'on s'écarte du principe des moindres carrés, les poids P ne sont en général plus déterminés sans ambiguïté.

Rattachements. Cette face du problème est susceptible de tels développements qu'il faut se borner ici à des considérations générales.

En réseau libre, si on mesure encore L côtés joignant p sommets $(u = 2p - 3)$, on aura $(L - 2p + 3)$ équations de condition ou, si on effectue la compensation par la méthode de la variation des coordonnées, L équations dites aussi relations d'observation.

A cela viennent s'ajouter r conditions, pour la plupart des équations de Laplace. Il en résulte que l'erreur quadratique moyenne de poids unité peut être déterminée de trois façons : en considérant seulement le groupe des relations d'observation, ou seulement le groupe des r conditions supplémentaires ou finalement ces deux groupes ensemble ([1], p. 203). Les trois valeurs ainsi obtenues devraient concorder de façon satisfaisante.

Un autre cas est le suivant : un réseau nouveau vient faire sa jonction avec un autre déjà existant. Il y a des points communs et des divergences se révèlent sur les coordonnées qu'il faut éliminer au moins partiellement. On se trouve en présence non d'une compensation mais d'une transformation ou adaptation. Selon le nombre de points communs aux deux réseaux on aura recours à une transformation affine ou à la transformation d'Helmert (*Bulletin technique* n° 25, 1955).

Une solution plus générale qu'il n'est pas possible de développer ici (voir [4]) consiste à établir la relation suivante :

$$x' + iy' = A_0 + iB_0 + (A_1 + iB_1)\,(x + iy) + (A + iB_2)$$
$$(x + iy)^2 + \ldots\ldots$$

entre les systèmes (x, y) et (x', y'). Il peut y avoir hyperdétermination.

Tels sont, sommairement exposés, les calculs qui se présentent en radiotélémétrie.

Méthode spatiale avec émetteur sur l'aéronef

Comme l'indique le schéma de la figure 2, l'aéronef A évolue dans le voisinage immédiat du plan vertical contenant les stations de référence d'altitudes respectives H' et H'' (altitude de $A = H$). C'est dire que les mesures brutes, qui sont nombreuses, devront subir des corrections et réductions.

En d'autres termes, l'émetteur en A débite, à une cadence déterminée, alternativement aux deux stations de référence, des interrogations périodiques sous la forme de « pulses » extrêmement brefs (longueurs d'ondes respectives 1,5 m et 1,2 m). Pour le retour à l'aéronef, après renforcement des impulsions, la longueur d'onde est commune soit 0,9 m. Sur l'écran indicateur du tube de Braun, en A, la base des temps est circulaire et résulte de la combinaison de deux ondes sinusoïdales déphasées de 90°. L'opérateur voit le « pip » interrogateur et ceux de réponse ; à l'aide de deux boutons il réalise la coïncidence des trois « pips », de façon continue. L'enregistrement cinématographique des mesures permet le calcul d'une parabole compensatrice dont le sommet correspond aux traces, mutuellement proches, de la trajectoire de l'aéronef dans le plan vertical contenant les stations au sol. On obtient ainsi la somme des distances de A à ces stations, résultat qu'il faudra encore réduire en fonction des altitudes H, H' et H''.

Les fréquences de la base des temps sont 93109/9310,9/931,09 Hz ce qui correspond à 100/10/1 milles.

Les avis ne concordent pas complètement quant à la précision réalisable ; comme ordre de grandeur on peut admettre $\pm$ 1/100 000 si l'on tient bien compte de toutes les circonstances météorologiques. Un meilleur rendement est obtenu si l'on dispose d'éléments de rattachement déterminés par d'autres méthodes.

Le procédé est surtout rapide sans présenter de sérieux avantages économiquement parlant. Au Canada un territoire de plus de 5 000 000 km² fut doté d'un réseau radiotrilatéré en moins de quatre ans.

LITTÉRATURE

[1] Grossmann, W. : *Ausgleichungsrechnung* (Springer, Berlin).

[2] Matthias, H. : *Elektronische Distanzmessgeräte* (Schw. Zeitschr. f. Verm. 1959, nos 2, 3).

[3] Strasser, G. : *Das Tellurometer* (Zeitschr. f. Verm. wesen 1957).

[4] Ansermet, A. : *Les projections géodésiques conformes à variables non dissociées* (Schw. Zeitschr. f. Verm. 1957, no 6).

[5] Ansermet, A. : *Sur le calcul de réseaux hyperdéterminés à mesures linéaires* (Schw. Zeitschr. f. Verm. 1959, no 6).

LES CONGRÈS

Association suisse pour l'aménagement des Eaux

Extrait du rapport de l'Association sur l'exercice 1958

L'Association suisse pour l'aménagement des Eaux a tenu son assemblée générale les 27 et 28 août 1959, à Sils, en Engadine. Nous donnons ici, comme nous l'avons fait précédemment à plusieurs reprises [1], *un large extrait du rapport annuel de cet important groupement.* (Réd.)

Conditions météorologiques et hydrographiques

En 1958, les *précipitations* furent presque partout plus abondantes, parfois nettement plus que la moyenne de 1864/1940, avec des écarts jusqu'à 29,5 % (Zurich). Parmi les 21 stations d'observation de la Centrale suisse de météorologie, seules cinq d'entre elles (Säntis, La Chaux-de-Fonds, Neuchâtel, Bâle et Lugano) ont enregistré des précipitations un peu moins importantes que la moyenne. Au nord des Alpes, ce furent surtout les mois de janvier, février, juin, août et octobre qui présentèrent les plus fortes précipitations, tandis que les mois de mars et de novembre furent secs ; les autres mois, les précipitations varièrent fortement d'un endroit à l'autre. Au Tessin, les mois les plus pluvieux furent ceux de février, avril, mai et août, surtout décembre, tandis que les mois de janvier, mars, juin, juillet, septembre et novembre furent très secs. Comme l'année précédente, il y a lieu de mentionner une nouvelle anomalie en 1958 : au mois de février, qui est normalement le mois le plus sec, 7 stations sur 21 notèrent les précipitations mensuelles les plus élevées (Säntis, Righi, La Chaux-de-Fonds, Zurich, Saint-Gall, Schaffhouse et Sion) ; ailleurs, le maximum des précipitations mensuelles eut lieu généralement en août. De plus amples détails sont publiés périodiquement dans notre Revue [1], avec indications des conditions météorologiques, selon les renseignements fournis par la Centrale suisse de météorologie. Excepté à Bever (— 0,1° C) et à Locarno-Monti (0° C), les *températures annuelles moyennes* furent partout un peu plus élevées (jusqu'à + 1,2° C à La Chaux-de-Fonds) que la moyenne de 1864/1940.

Les courbes des *débits* de 1958 du Rhin à Rheinfelden, du Rhône à Chancy, de l'Inn à Martina, du Tessin à Bellinzone et du Doubs à Ocourt, relevés par le Service fédéral des eaux donnent un aperçu général des conditions des débits de l'année, comparés à une année sèche et à une année pluvieuse, ainsi qu'aux moyennes mensuelles des débits des bassins versants de ces cours d'eau, depuis de nombreuses années. Les résultats, en chiffres, sont indiqués dans l'Annuaire hydrographique de la Suisse, publié par le Service fédéral des eaux.

Pour se rendre compte du *régime des eaux* d'une partie prépondérante de la Suisse, nous considérons comme de coutume les conditions du Rhin à Rheinfelden, où les eaux proviennent d'un bassin versant de 34 550 km², ce qui fournit une bonne base de comparaison pour juger des possibilités de production d'énergie électrique en Suisse. Le tableau 1 indique les débits mensuels moyens des années sèches caractéristiques (1908/09, 1920/21, 1948/49), des années très pluvieuses (1909/10, 1939/40), de l'année hydrographique écoulée (du 1er octobre 1957 au 30 septembre 1958), du dernier semestre d'hiver 1958/59, ainsi que les moyennes mensuelles générales de 1935 à 1958. En 1958, le débit

[1] Voir entre autres *Bulletin technique*, 1954, p. 211 *(Réd.)*

[1] « Cours d'eau et Energie ».