

**Zeitschrift:** Bulletin technique de la Suisse romande  
**Band:** 66 (1940)  
**Heft:** 2

**Artikel:** Mémoire sur la méthode d'intégration des altitudes en aérologie:  
nivellement barométrique de précision  
**Autor:** Lugeon, Jean  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-50639>

#### 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:** 27.01.2026

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

# BULLETIN TECHNIQUE DE LA SUISSE ROMANDE

## ABONNEMENTS :

Suisse : 1 an, 12 francs  
Etranger : 14 francs

Pour sociétaires :  
Suisse : 1 an, 10 francs  
Etranger : 12 francs

Prix du numéro :  
75 centimes.

Pour les abonnements  
s'adresser à la librairie  
F. Rouge & C<sup>ie</sup>, à Lausanne.

Paraisant tous les 15 jours

Organe de la Société suisse des ingénieurs et des architectes, des Sociétés vaudoise et genevoise des ingénieurs et des architectes, de l'Association des anciens élèves de l'Ecole d'ingénieurs 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: M. IMER à Genève; secrétaire: J. CALAME, ingénieur, à Genève. Membres: *Fribourg*: MM. L. HERTLING, architecte; A. ROSSIER, ingénieur; *Vaud*: MM. F. CHENAUX, ingénieur; E. ELSKES, ingénieur; EPITAUX, architecte; E. JOST, architecte; A. PARIS, ingénieur; CH. THÉVENAZ, architecte; *Genève*: MM. L. ARCHINARD, ingénieur; E. ODIER, architecte; CH. WEIBEL, architecte; *Neuchâtel*: MM. J. BÉGUIN, architecte; R. GUYE, ingénieur; A. MÉAN, ingénieur cantonal; *Valais*: M. J. DUBUIS, ingénieur, à Sion.

RÉDACTION: D. BONNARD, ingénieur, Case postale Chauderon 475, LAUSANNE.

## ANNONCES

Le millimètre sur 1 colonne,  
largeur 47 mm :  
20 centimes.  
Rabais pour annonces  
répétées.

Tarif spécial  
pour fractions de pages.

Fermage des annonces :  
Annonces Suisses S.A.  
8, Rue Centrale (Pl. Pépinet)  
Lausanne

CONSEIL D'ADMINISTRATION DE LA SOCIÉTÉ ANONYME DU BULLETIN TECHNIQUE  
A. STUCKY, ingénieur, président; G. EPITAUX, architecte; M. IMER.

**SOMMAIRE:** Mémoire sur la méthode d'intégration des altitudes en aérologie. Nivellement barométrique de précision (suite et fin), par JEAN LUGEON. — La protection légale du titre d'architecte. — Problèmes d'économie électrique à base de « houille blanche ». — **BIBLIOGRAPHIE.** — SERVICE DE PLACEMENT.

## Mémoire sur la méthode d'intégration des altitudes en aérologie.

### Nivellement barométrique de précision,

par JEAN LUGEON.

(Suite et fin).<sup>1</sup>

### Un rapporteur aérologique altimétrique, dispensant l'emploi des diagrammes.

Nos diagrammes ont été construits avec un rapporteur gradué en angles. Au lieu de graduer la circonférence en angles, on peut la graduer directement en millibars, réalisant ainsi un rapporteur aérologique altimétrique remplaçant les fonctions d'un coordinatographe. Un bras radial biseauté, portant les températures, et tournant librement autour du pôle sera adjoint au rapporteur. Le centre du dispositif sera évidé, pour laisser la place nécessaire à la plaque solaire d'assise du planimètre radial. Le tout est posé sur un papier blanc quelconque qui sert d'épure. Le reportage du sondage aérologique  $p, t_v$  se fait point par point, en faisant tourner le bras et en l'arrêtant aux pressions de son choix. L'altitude est lue sur la roulette, en suivant la ligne pointillée avec le traçoir du planimètre. Les deux opérations de pointage et de planimétrage se font simultanément pendant le radio-sondage qui est ainsi entièrement terminé à l'éclatement du ballon.

J'ai fait construire cet appareil par la maison Alfred-J. Amsler, de Schaffhouse, figure 10. Ses caractéristiques

correspondent à celles du grand diagramme aérologique d'altitude décrit au début de cette note. On remarque sur la photographie un second bras radial non gradué, placé entre le traçoir du planimètre et sa poignée à molette. Ce bras facilite le tracé de repères pendant le planimétrage. Des encoches, non visibles sur la photographie, ont été taillées dans le bras des températures, afin

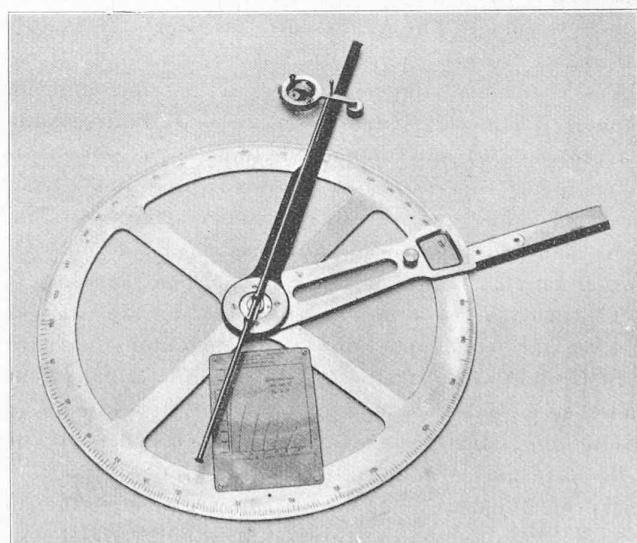


Fig. 10. — Rapporteur aérologique altimétrique imaginé à la Station centrale suisse de météorologie, construit par les Etablissements Alfred J. Amsler.

Les millibars sont gravés sur le bord du grand cercle et les températures sur le bras radial mobile. Le traçoir du planimètre-radial Durand-Amsler glisse le long d'un second bras radial mobile (noir) qui sert à tracer des lignes de repères.

<sup>1</sup> Voir *Bulletin Technique* du 13 janvier 1940, page 13.

de pouvoir facilement tracer des arcs de cercles de températures virtuelles  $t_v$  espacées de  $10^\circ$  en  $10^\circ$ . Sous une feuille transparente vissée sur une plaque métallique, j'ai dessiné des courbes pour transformer sans difficulté la température reçue par le sondage en température virtuelle.

Le bras radial des températures virtuelles est amovible, de manière à ce qu'on puisse le remplacer par un bras de quelques millimètres plus long, donnant le résultat du sondage en mètres ordinaires. On sait que le mètre dynamique vaut dans nos régions à peu de chose près 102 centimètres, soit  $\frac{1000}{g}$ , où  $g$  est l'accélération de la pesanteur.

Pour transformer les altitudes de mètres dynamiques (unité de géopotential) en mètres ordinaires, il suffit donc de leur ajouter 2 % de leur valeur. Ceci se produit automatiquement, en augmentant la longueur des rayons vecteurs gradués sur le bras, puisque les longueurs des arcs correspondants  $H$ , soit les altitudes s'en trouvent alors augmentées également de 2 %.

Je reprendrai plus loin la question de la variation de la longueur du mètre dynamique dans le système métrique, conditionnée, soit en altitude, soit en latitude à celle de  $g$ . Les erreurs qui s'introduisent du fait de négliger cette variation sont généralement plus petites que les erreurs instrumentales de nos sondes actuelles.

#### Un intégrateur altimétrique en coordonnées polaires.

Le rapporteur aérologique altimétrique qui vient d'être décrit, tout en étant d'une remarquable simplicité, d'une précision et d'une rapidité de maniement inconnues à ce jour, reste, malgré tout, assez encombrant. Il est vrai que dans beaucoup de cas on n'aura pas à utiliser toute la circonference. Néanmoins, j'ai voulu chercher mieux, à la fois pour économiser du papier et surtout pour élargir à volonté l'intervalle entre les degrés de température.

Ces conditions sont réalisables, si l'on introduit un rapport d'homothétie dans le mécanisme d'intégration. La précision est aussi bonne que dans le cas précédent, sinon même supérieure, eu égard aux rugosités irrégulières du papier qui peuvent être évitées. Je décris sommairement cet appareil (figure 11), sa théorie découle des considérations émises dans les paragraphes suivants.

Le traçoir  $T$  est situé à l'extrémité d'un bras moteur  $TAB$ , qui commande un parallélogramme articulé  $ABCD$ , dont le petit bras  $CD$  provoque le déplacement radial de la roulette intégrante, ainsi que la rotation d'un disque sur lequel repose son pied tangentiellement, de telle sorte que le mouvement de cette roulette est toujours en rapport d'homothétie directe avec celui du traçoir. Pour cela, le pantographe est maintenu fixe en  $P_2$ . Dans son déplacement radial, la roulette reste constamment perpendiculaire au rayon vecteur  $P_1 T$  de l'épure, car elle est guidée par une ornière radiale, solidaire d'un étrier  $E$ , liant le pignon chassé dans le pôle  $P_1$  immobile, au pignon prolongeant l'axe  $P_2$  du disque

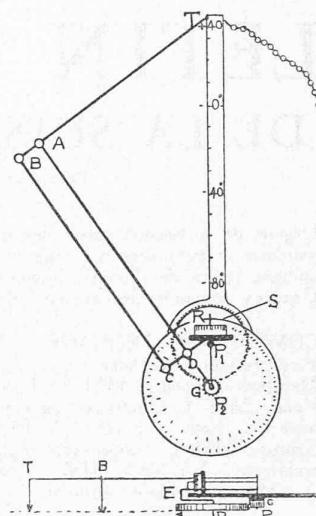


Fig. 11. — Intégrateur altimétrique pour coordonnées polaires

$T$  = traçoir;  $R$  = roulette intégrante donnant les altitudes;  $S$  = plateau solaire central immobile;  $G$  = galet d'entraînement du disque;  $E$  = étrier liant les organes fixes et mobiles. Les millibars sont dessinés sur le disque, les températures sont gravées sur un bras mobile tournant autour du plateau solaire.

légier tournant librement autour de la plaque d'assise solaire centrale de l'appareil. Ce bras pourra être, au besoin, poussé par le traçoir.

#### Un intégrateur altimétrique en coordonnées rectangulaires.

Ayant terminé l'étude de cet intégrateur en coordonnées polaires, je me suis demandé s'il ne serait pas transformable en un intégrateur en coordonnées rectangulaires, car il est plus agréable de travailler avec des droites, qu'avec des courbes.

En voici le principe. Substituons au mouvement circulaire du pôle du pantographe  $P$ , un mouvement linéaire, parallèle à la polaire de ce pôle par rapport au disque. L'intégrateur en coordonnées rectangulaires est réalisé, si cette polaire est l'axe des  $x$  ou sa parallèle, figure 12. En effet, les trois conditions d'intégration mécanique sont

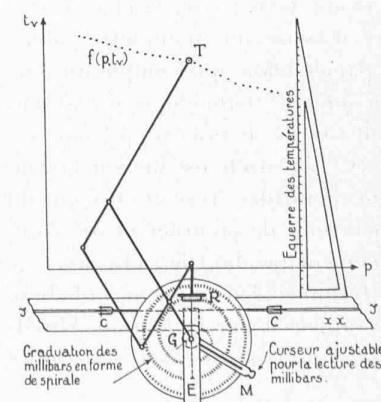


Fig. 12. — Intégrateur altimétrique pour coordonnées rectangulaires, à pantographe.

$T$  = traçoir;  $R$  = roulette intégrante (suivre le texte).

tournant. Ce disque est mû par un galet central  $G$ , s'engrenant dans la couronne dentée du plateau circulaire immobile, centré sur le pôle  $P_1$  de l'épure. Le développement de la roulette est ainsi multiplié à volonté. Comme on est maître de toutes les proportions, grâce au rapport d'homothétie qui peut être choisi commodément, cet instrument remplira tous les désiderata signalés ci-devant. Ajoutons que le rapporteur sera supprimé, les angles étant imprimés sur le disque tournant. Un repère ancrable, mobile autour du pôle, permettra de les lire commodément. Les températures seront graduées sur un bras radial

ainsi réunies : 1<sup>o</sup> Lorsque le traçoir  $T$  suit l'axe des abscisses  $x$ , la roulette est au centre du disque, elle ne tourne ni ne glisse. 2<sup>o</sup> Lorsqu'au droit d'un  $x$  quelconque, le traçoir suit la verticale  $y$ , la roulette glisse sur son pied, mais sans tourner. 3<sup>o</sup> Lorsque le traçoir suit une ligne quelconque  $y = f(x)$ , la roulette est sollicitée par la rotation du disque arc  $d\varphi = \frac{dl}{dr} = dx$  et par le déplacement du traçoir  $dy$ . Mais comme le rayon vecteur  $r$  du pied de la roulette est en rapport d'homothétie avec  $y$ , elle enregistre une valeur proportionnelle à  $\int y \cdot dx$ , soit résout l'intégration<sup>1</sup>.

La matérialisation de ce principe est des plus simples. On substitue au plateau solaire  $S$  de l'intégrateur à coordonnées polaires, une règle polaire  $XX'$ , parallèle aux  $x$ , contre le bord rugueux de laquelle roule le galet  $G$  entraînant la translation et la rotation du disque  $D$ , dont il est solidaire. La base de l'étrier  $E$ , portant les organes de l'appareil, est vissé sur le chariot  $C$ , roulant dans une rainure longitudinale  $J$ , creusée dans la règle polaire.

Ma méthode de calcul des altitudes d'un sondage aérologique, se trouve de la sorte transformée de coordonnées polaires en coordonnées cartésiennes. Les avantages pratiques ne se discutent pas. Comme dans l'intégrateur en coordonnées polaires, les millibars seront dessinés sur le papier bristol recouvrant le disque. Un curseur ajustable  $M$ , tournant autour de l'axe du disque et fixé à la branche supérieure de l'étrier servira de repère pour les lire. Le bras radial des températures sera remplacé par une simple équerre glissant le long de la règle polaire. Elle pourra être entraînée par le chariot portant tout l'équipage. Le reportage du sondage se fera comme précédemment point par point avec le traçoir  $T$  et l'équerre. On pourra même se dispenser de l'équerre, en lignant le papier à l'avance.

Revenant au début de ce Mémoire, je tiens à souligner les avantages de cet appareil car il n'existe pas, à l'heure actuelle, d'intégrateur en coordonnées cartésiennes donnant à la fois les éléments nécessaires sur une seule roulette, tout en pouvant choisir des dimensions quelconques, qui rendent l'application de la formule barométrique très agréable, puisqu'on peut élargir le réseau des températures à volonté.

J'ai posé plusieurs conditions pour que le nouvel intégrateur soit d'un emploi commode dans la pratique aérologique courante :

1. L'appareil doit être d'une grandeur telle qu'on puisse reporter un radio-sondage atteignant de hautes altitudes, d'un seul trait, sur une feuille de papier ne dépassant pas  $40 \times 80$  centimètres, quelle que soit la précision demandée. En l'occurrence, je me suis arrêté à l'exactitude de 1 mètre sur l'altitude.

2. L'équidistance des températures doit être la plus

<sup>1</sup> Dans ma Note aux Comptes Rendus, loc. cit. 3, j'ai montré comment cet intégrateur fonctionne dans d'autres systèmes de coordonnées curvilignes (diagramme de l'enregistreur Richard ou cas du galvanomètre :  $x$  linéaire,  $y$  proportionnel à l'argument du rayon directeur porte plume avec avancement rectiligne du papier).

grande possible. J'ai choisi 2 millimètres par degré, en limitant les températures à  $+40^\circ$  et  $-80^\circ$ .

3. La lecture des millibars sur le disque doit se faire sans fatigue et sans loupe. On verra plus loin que le plus petit intervalle entre deux traits de millibars consécutifs est plus grand qu'un demi-millimètre.

4. Sur toute la longueur du reportage  $p, t_v$ , la distance entre les points consécutifs, soit la distance entre deux signaux de la radio-sonde est de quelques millimètres. Cette distance est d'ailleurs conditionnée par la vitesse ascensionnelle du ballon.

5. Le rapport d'homothétie doit être choisi aussi petit que possible, afin que la stabilité de l'instrument soit grande et que les efforts communiqués par le bras moteur aux organes d'intégration soient faibles et bien répartis.

6. La lecture de la roulette intégrante doit être agréable. Par conséquent, le domaine de roulement de la roulette sera choisi aussi grand que possible.

7. Pour éviter des efforts secondaires à la rotation du disque et pour en atténuer la force centrifuge, le nombre de tours du disque sera petit.

Il découle de là que'ques lemmes essentiels caractérisant la roulette.

1. Pour une même altitude  $H$ , plus on augmente le nombre de tours du disque, plus la roulette est rapprochée du pôle.

2. Pour un même nombre de tours du disque, plus le diamètre de la roulette diminue, plus celle-ci se rapproche du pôle.

3. Pour une même altitude et pour un rayon vecteur constant au pied de la roulette, plus on augmente le nombre de tours du disque, plus on doit corrélativement agrandir le diamètre de la roulette.

Mais voici une solution encore plus élégante.

#### L'intégrateur altimétrique définitif, sans articulations.

Nous avons vu que le fonctionnement de l'intégrateur repose sur le principe d'homologie, matérialisé par un pantographe. Lorsque je soumis le projet de mon appareil à la maison Alfred-J. Amsler à Schaffhouse, son ingénieur, le Dr Francis Dubois me fit remarquer que, l'emploi du pantographe, utilisé à la fois comme bras moteur de la roulette et comme timon d'entraînement du chariot, pourrait présenter à la longue des inconvénients, provenant du jeu des articulations. Par ailleurs, il est toujours difficile de construire un pantographe assez léger pour éviter des efforts secondaires dans les divers organes cinématiques de l'appareil.

J'ai alors cherché une solution pour supprimer le pantographe, tout en conservant les mêmes propriétés mathématiques de l'instrument. J'y suis arrivé en lui substituant un simple triangle, qui sert à la fois de bras moteur et entraîneur ; l'intégrateur s'en trouve considérablement simplifié.

Considérons, figure 13, le pantographe  $PABT_p$ , où  $T_p$  est le traçoir. La ligne droite  $T_p T'_p R R' P$  passe par le centre du disque  $P$  et reste constamment perpendicu-

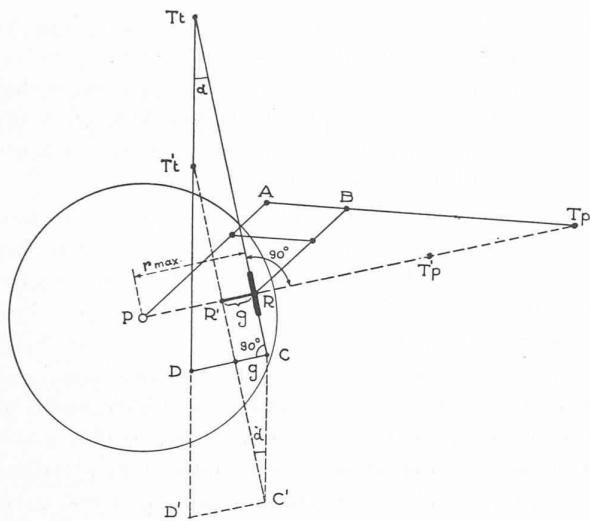


Fig. 13.

laire aux abscisses du diagramme. L'axe de rotation de la roulette intégrante est confondu avec cette droite et son pied repose en  $R$  sur la figure. Lorsque le traçoir  $T_p$  trace une ordonnée complète de la température maximum  $T_p$  à la température minimum  $T'_p$ , l'extrémité du petit bras du pantographe, soit le pied de la roulette  $R$  décrit le segment  $R R'$ . La roulette ne fait que glisser sur son pied, sans tourner.

Le point  $R$  restant constamment situé sur le côté  $T_t C$  du triangle, le glissement  $R R'$  dans les mêmes conditions d'homologie est obtenu par la translation le long de  $T_t D$  du triangle solide  $T_t D C$ , dont le côté  $T_t C$  est perpendiculaire à la droite  $T_p P$  du pantographe. Autrement dit, tout déplacement de  $R$ , le long de la droite  $T_p P$  est à la fois en rapport d'homologie avec les déplacements simultanés de  $T_p$  et de  $T_t$ .

Montrons que les rapports d'homothétie  $k_p$  du pantographe, et  $k_t$ , celui produit sur  $R$  par le mouvement du triangle sont identiques, si les déplacements de  $T_t$  et  $T_p$  sont égaux. On a par définition, pour le pantographe :  $k_p = \frac{T_p T'_p}{R R'} = \frac{T_p T'_p}{g}$ ; pour le triangle :  $k_t = \frac{T_t T'_t}{R R'} = \frac{T_t T'_t}{g}$ .

Le parallélogramme  $T_t C C' T'_t$  donne :

$$T_t T'_t = C C'; g = \sin \alpha \cdot C C' = \sin \alpha \cdot T_t T'_t.$$

Nous choisissons l'angle  $\alpha$  de telle sorte que  $T_p T'_p = T_t T'_t$ , d'où l'on a :

$$k_p = \frac{T_p T'_p}{g} = \frac{T_t T'_t}{g} = \frac{T_t T'_t}{\sin \alpha \cdot T_t T'_t} = \frac{1}{\sin \alpha} = k_t.$$

Le rapport d'homothétie  $k_t = \frac{1}{\sin \alpha}$  du triangle est donc

simplement conditionné par l'ouverture de l'angle  $\alpha$ . Ceci présente un grand intérêt pratique, comme on le verra plus loin, dans l'emploi d'autres unités d'altitudes. Cette propriété n'aurait pas été facilement matérialisable dans le dispositif à pantographe.

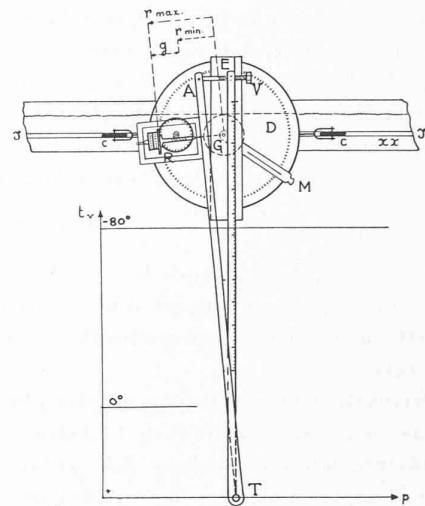


Fig. 14. — Intégrateur pour coordonnées rectangulaires.  
(Coordinatographe et intégrateur)

$T$  = traçoir de pointage et d'intégration;  $R$  = roulette intégrante donnant les altitudes;  $V$  = vis pour passer des mètres dynamiques aux mètres du système métrique;  $M$  = curseur ajustable pour les millibars dessinés sur le disque; l'échelle des températures est gravée sur le côté  $TV$  du triangle mobile, qui sert de bras moteur. Le disque solidaire du galet  $G$  se déplace en tournant le long de la règle polaire  $XX$ . L'équipage mobile est supporté par un chariot dont les roues  $CC'$  servent de guidage. Dans la figure le traçoir est sur l'ordonnée de + 40°.

La construction de l'intégrateur basé sur ce nouveau principe est des plus simples.

Le traçoir  $T$  est le sommet du triangle  $TAV$  mobile qui forme à la fois le bras moteur et le bras sur lequel seront graduées les températures, figure 14. Ce bras fait un mouvement de va-et-vient sur lui-même en glissant contre l'étrier  $E$ . L'axe de la roulette passe par le centre du disque; il est constamment perpendiculaire au côté  $TA$  du triangle mobile. Pour cela  $TA$  glisse contre l'équipage de la roulette, lequel est guidé radialement vers le centre du disque par un timon  $f$ , de sorte que le pied de la roulette reste toujours sur le même rayon vecteur perpendiculaire à  $TA$ . L'équipage de la roulette est appliqué contre le côté  $TA$  par un léger ressort. Les organes sont groupés et actionnés comme dans l'intégrateur à pantographe décrit ci-dessus. L'équipage disque-roulette-triangle est monté sur un chariot  $C$ , dont les roues tournent dans la rainure  $J$  d'un rail métallique servant de guidage et disposé parallèlement aux abscisses. Le mouvement de rotation du disque est commandé par un galet central  $G$ , qui lui est solidaire, et s'engrène dans une crémaillère taillée longitudinalement sur le bord de la règle. Le disque  $D$  est gradué en millibars avec un repère ajustable  $M$ , comme dans l'appareil précédent.

Les trois conditions d'intégration sont remplies exactement comme dans l'intégrateur à pantographe. Lorsque le traçoir  $T$  se déplace le long d'une même ordonnée, il provoque le déplacement radial de la roulette qui glisse sur son pied, mais sans tourner. La longueur du glissement est directement proportionnelle, dans le rapport

d'homothétie choisi, à la hauteur de l'ordonnée. Comme la rotation du disque le long des  $x$  est proportionnelle à l'avancement  $dx$  du traîneau, la roulette mesure une quantité directement proportionnelle à l'ordonnée. Enfin, pour un mouvement horizontal du traîneau le long de l'axe des  $x = 0$ , la roulette est immobile au centre du disque, où  $\int y \cdot dx = 0$ .

Les dimensions des organes sont déduites des limites d'emploi que j'ai définies comme dans les appareils précédents : Echelle des températures  $-80^\circ$  à  $+40^\circ$  sur une ordonnée de 240 millimètres soit 2 mm pour 1 degré. Echelle des pressions graduées sur le disque de 1100 à 5 millibars, soit une hauteur de 42266 m.dyn., en atmosphère isotherme à  $0^\circ$ . En atmosphère polytrope, l'altitude sera notablement inférieure. J'ai admis que pour une seule translation de l'appareil le long de la règle de 80 centimètres, l'altitude serait d'environ 24 km, ce qui équivaut à une température moyenne de  $-40^\circ$  sur toute la hauteur de la tranche atmosphérique considérée. C'est sensiblement l'atmosphère standard. Si l'altitude du ballon devait dépasser 24 km, c'est-à-dire dépasser l'extrémité de la règle on coupera la ligne d'état, en transportant son extrémité supérieure vers le milieu de l'épure, d'où le reportage sera repris jusqu'aux plus hautes altitudes. Cette coupure sera d'ailleurs extrêmement rare, les ballons utilisés en radio-sondage éclatant la plupart au-dessous de 20 km.

Voici quelques formules concernant les divers organes de l'appareil.

#### Symboles :

- $r_{max}$  = rayon vecteur maximum du pied de la roulette, compté depuis le pôle du disque et correspondant à la température maximum  $T_{max}$ .
- $r_{min}$  = rayon vecteur minimum du pied de la roulette, compté depuis le pôle du disque et correspondant à la température minimum  $T_{min}$ .
- $r_{max} - r_{min}$  =  $g$  = glissement radial du pied de la roulette sur le disque pour toute l'ordonnée  $T_{max}$  à  $T_{min}$ .
- $k$  = rapport d'homothétie.
- $d$  = diamètre de la roulette intégrante (la largeur de la jante est déterminée empiriquement).
- $H_{max}$  = altitude maximum en m.dyn. en atmosphère isotherme pour  $T_{max}$  au-dessus de 1100 millibars.
- $H_{min}$  = altitude minimum en m.dyn. en atmosphère isotherme pour  $T_{min}$  au-dessus de 1100 millibars.
- $n$  = nombre de tours du disque le long de la règle polaire parallèle aux abscisses.
- $c$  = coefficient de développement de la jante de la roulette sur le papier en mm pour 1 m.dyn.
- $l$  = longueur utile de la règle polaire pour  $n$  révolutions du disque.

#### Valeurs barométriques choisies :

Pour un déplacement longitudinal du traîneau le long

des 80 centimètres utiles de la règle polaire, la roulette donnera, à compter de l'origine de 1100 millibars : sur l'ordonnée maximum

$$T_{max} + 40^\circ \dots H_{max} = 32045 \text{ m.dyn.}$$

sur l'ordonnée minimum

$$T_{min} - 80^\circ \dots H_{min} = 19761 \text{ m.dyn.}$$

sur l'ordonnée  $T_o = 0^\circ \dots H_o = 27950 \text{ m.dyn.}$

Cette dernière donnée n'est pas nécessaire pour le dimensionnement ; elle est là à titre de contrôle pour les essais.

#### Roulette :

Elle est graduée en 100 parties égales faisant 1000 m.dyn. Son vernier au  $1/10$  donne les mètres dynamiques.

Coefficient de développement de la roulette sur le papier pour 1 m.dyn. :

$$c = \pi \cdot d \cdot \frac{1}{1000} \text{ en millimètres}$$

d'où diamètre de la roulette :

$$d = \frac{r_{max} \cdot 1000 \cdot 2 \cdot n}{H_{max}}$$

où  $d$  et  $r_{max}$  sont en millimètres et  $H_{max}$  est en m.dyn.

#### Rapport d'homothétie :

$$k = \frac{T_{max} - T_{min} \text{ en millimètres}}{r_{max} - r_{min} \text{ en millimètres}}$$

$$\frac{r_{max}}{r_{min}} = \text{constante} = \frac{H_{max}}{H_{min}} =$$

$$= \frac{\text{Nombre enregistré par la roulette sur l'horizontale} + 40^\circ}{\text{Nombre enregistré par la roulette sur l'horizontale} - 80^\circ}$$

Dans le cas du pantographe, figure 13 :

$$k = \frac{P T_p}{r_{max}} = \frac{A T_p}{AB}$$

Dans le cas du triangle :

$$\sin \alpha = \frac{g \text{ en millimètres}}{T_{max} T_{min} \text{ en millimètres}}$$

#### Disque :

Le rayon extérieur minimum à donner au disque est fixé par  $r_{max}$  :

$$r_{max} = \frac{\pi \cdot d \cdot \frac{1}{1000} H_{max}}{2 \cdot \pi \cdot n} = \frac{c \cdot H_{max}}{2 \cdot \pi \cdot n}$$

et par analogie :

$$r_{min} = \frac{\pi \cdot d \cdot \frac{1}{1000} H_{min}}{2 \cdot \pi \cdot n} = \frac{c \cdot H_{min}}{2 \cdot \pi \cdot n}$$

Glissement radial du pied de la roulette sur le disque :

$$g = r_{max} - r_{min}$$

#### Entraînement :

Rayon du galet d'entraînement du disque :

$$r = \frac{l}{2 \cdot \pi \cdot n}$$

Après de nombreux essais, compte tenu des remarques énumérées pour l'intégrateur à pantographe, je me suis arrêté aux dimensions suivantes :

Diamètre de la roulette  $d = 25$  millimètres, d'où son

coefficient de développement  $c = 0,07854$  mm pour 1 m.dyn.

Pour 7 révolutions du disque le long de la règle de 80 cm, avec 240 mm comme ordonnée des températures de  $+40^\circ$  à  $-80^\circ$ , on obtient : diamètre du galet d'entraînement du disque : 36,378 mm,  $r_{max} = 57,224$  mm,  $r_{min} = 35,288$  mm;  $g = 21,936$  mm et, enfin,

$$\sin \alpha = \frac{g}{240}, \text{ d'où } \alpha = 5^\circ 14' 19''.$$

Un tour de la roulette donne 1000 m.dyn.; son axe entraîne par une vis sans fin un compteur divisé en 40 parties, totalisant ainsi 40 km.

La graduation du disque en millibars a été faite le long d'une spirale qui enveloppe son centre. Pour 7 révolutions le long de la règle de 80 centimètres on a la répartition suivante :

Nombre de tours	Millibars	Altitude en m. dyn. au-dessus de 1100 mbars de l'atmosphère isotherme de :	
		$0^\circ$	$-40^\circ$
1	1100 à 660	4 003	3 417
2	660 à 397	7 986	6 816
3	397 à 238	11 996	10 237
4	238 à 143	15 988	13 643
5	143 à 86	19 972	17 046
6	86 à 52	23 915	20 411
7	52 à 31	27 968	23 870

Les derniers tours donnent la pression jusqu'à 5 millibars. Grâce à l'amplification que produit le disque, l'intervalle des graduations en millibars est excellente et ne nécessite pas l'emploi de la loupe. On n'aurait pas obtenu une division si visible le long de la règle polaire ; les traits eussent été confondus aux fortes pressions. Le plus petit intervalle vers 1100 millibars, dépasse le demi-millimètre. Vers 1000 millibars l'équidistance est 0,7 mm, vers 400 millibars 1 mm et continue à croître vers les basses pressions.

Le reportage est également très clair sur l'épure.

*Cas du radio-sonde.* Calculons l'intervalle des points les plus rapprochés. Prenons à dessein une atmosphère chaude où les points sont les plus serrés. Plus la vitesse ascensionnelle du ballon est petite plus le nombre de signaux par unité d'altitude est grand. La radio-sonde suisse, qui transmet un groupe de signaux  $p, t, u$ , toutes les 30 secondes environ, donnera ainsi 1 point par 100 mètres d'élévation pour une vitesse ascensionnelle de 200 m/min. Le degré hypsométrique croissant avec l'altitude, l'intervalle des points sur l'épure sera minimum aux pressions fortes. A 1100 millibars et  $+40^\circ$ , le degré hypsométrique est 8,2, d'où :

différence de pression entre 2 signaux consécutifs =

$$= \frac{100 \text{ m.dyn.}}{8,2} = 12 \text{ millibars et de là :}$$

distance des points sur l'épure soit avancement du disque ayant tourné de 1100 à 1088 millibars d'un angle de  $7^\circ 77'$ :

$$\text{arc } 7^\circ 77' \times \text{rayon du galet} = 2,5 \text{ mm.}$$

Ce calcul concerne l'atmosphère isotherme, où la courbe d'état est une droite horizontale. Mais comme la température, en réalité, varie avec l'altitude, le segment entre les points sera toujours oblique et par conséquent plus grand. Le reportage est commode sur toute l'étendue du diagramme. A 10 km et  $-50^\circ$ , l'intervalle des points est 3,4 mm. Si la vitesse ascensionnelle est doublée, soit 400 m/min, ce qui est courant en pratique, ces intervalles sont évidemment doublés ; il y a deux fois moins de points à reporter, puisque le ballon est deux fois moins de temps en l'air.

#### Transformation des mètres dynamiques en mètres géométriques sur l'intégrateur d'altitudes.

J'ai indiqué au début de ce Mémoire les raisons essentielles qui ont incité les météorologistes à introduire la notion de mètre dynamique valant environ 102 centimètres, en unités métriques, au sol, en Europe centrale. Nous avons vu qu'il croît avec l'altitude, ce dont on ne tient généralement pas compte dans la pratique courante des radio-sondages, eu égard à l'imperfection des instruments de mesure, particulièrement du baromètre anéroïde, dont les capsules vidy ou bourdon n'assurent, dans les conditions les plus favorables, qu'une exactitude de 2 millibars tout au plus. A 10 km et  $-50^\circ$ , l'erreur commise à ce taux serait d'environ 32 mètres ; vers 20 km elle dépasse 40 mètres.

Néanmoins, j'ai prévu le cas où l'appareil devrait être utilisé pour des calculs théoriques aussi exacts que possible, en tenant compte à la fois de la variation de la gravité avec la latitude et l'altitude. Pour cela, il est nécessaire de passer des mètres dynamiques, dont la longueur en unités métriques est variable, en mètres géométriques ordinaires, dont la longueur est fixe. Par ailleurs, surtout pour les besoins militaires, du repérage par le son ou de la balistique, il y a intérêt à travailler en mètres géométriques.

La transformation de l'appareil est instantanée. L'adjonction d'une simple vis micrométrique  $V$ , fig. 14, formant le côté opposé à l'angle d'ouverture du triangle, permet de changer cet angle à volonté et par là le rapport d'homothétie, d'où le rayon vecteur du pied de la roulette, ce qui donne à celle-ci un autre développement, sans qu'aucune échelle, ni millibars, ni température ne soit changée. Quelques tours de vis permettent de passer des mètres dynamiques de longueur quelconque, en mètres géométriques. A cet effet, la tête de la vis porte une graduation se déplaçant devant un repère. J'explique les fonctions de cette vis par un exemple numérique.

Soit à changer le réglage de l'appareil, tel qu'il a été dimensionné ci-dessus, en mètres géométriques de 100 centimètres (unité du système métrique). Admettons que le mètre dynamique dans le système métrique vaut, par exemple, 102 cm. Le long de la règle de 80 centimètres, la roulette donne 32045 m.dyn. pour l'atmosphère isotherme de  $+40^\circ$ . Après la transformation, le long de la même longueur, cette roulette devrait indiquer :

$32045 + 2\% \cdot 32045 = 32686$  mètres ordinaires ; à  $-80^\circ$   $20156$  mètres ordinaires au lieu de  $19761$  m.dyn.

D'après les lemmes concernant la roulette, rappelés plus haut, on obtiendra ce chiffre en augmentant d'une quantité convenable le rayon vecteur  $r_{max}$  ( $+40^\circ$ ) du pied de la roulette. Ceci revient à ouvrir un peu plus l'angle  $\alpha$  du triangle. Calculons le nouvel angle, d'après les formules établies. On a :  $r_{max} = 58,396$  mm ;  $r_{min} = 35,994$  mm ;

$g = 22,375$  mm, d'où :  $\sin \alpha = \frac{g}{240}$  et  $\alpha = 5^\circ 20' 58''$  au lieu de  $5^\circ 14' 19''$  pour les m.dyn.

On voit que la différence entre les deux angles pour les mètres dynamiques à  $102$  cm et les mètres ordinaires à  $100$  cm correspond à un allongement de l'ordre de grandeur de  $1$  mm du petit côté du triangle.

Cette remarquable propriété permet donc d'intégrer les altitudes géométriques d'une manière rigoureusement exacte, en tenant compte de la variation de la gravité avec l'altitude. Il suffira de changer progressivement la longueur du mètre dynamique en agissant sur la vis. On fera le changement par paliers successifs. Il est clair que la roulette doit être soulevée à chaque opération, sinon elle ferait un petit glissement oblique sur le disque ; le mécanisme a été suffisamment décrit pour qu'il ne soit pas nécessaire d'insister sur ce point.

#### Mode d'emploi de l'intégrateur altimétrique.

L'intégrateur décrit sert à la fois de coordinatographe et d'intégrateur d'altitude. Le traçoir comporte une aiguille perforatrice à rappel. Les deux opérations de pointage et d'intégration se font successivement par un seul opérateur, pendant l'ascension même de la radio-sonde. L'appareil est placé sur une planche à dessin bien plane de  $90 \times 60$  centimètres. On dispose une minute vierge en face de soi devant le rail, sous le domaine de translation du bras moteur triangulaire. La roulette intégrante est ramenée à zéro par le procédé du papier à cigarette décrit, ou à l'altitude de la station d'envol du ballon, selon qu'il faille obtenir les altitudes au-dessus de ce poste ou au-dessus du niveau de la mer. Puis la roulette est bloquée par un frein à sabot élastique et elle est soulevée au-dessus du disque par une vis à molette et ancrage. Le traçoir est alors placé sur une ordonnée origine quelconque, choisie aussi près que possible du début du rail. On lit la température de départ gravée sur le bras, en face du repère fixe, et le point correspondant est piqué sur l'ordonnée origine. L'équipage étant maintenu immobile, on ajuste et vérifie le curseur des millibars sur le disque, au droit de la pression de départ. L'appareil est amorcé.

Les points  $p, t_v$  sont alors piqués sur le pa-

pier, au fur et à mesure de l'ascension. Après une dizaine de minutes, par exemple, le reportage est interrompu, et le traçoir ramené sur l'origine par un chemin quelconque. La roulette est remise sur le disque et le frein est desserré. L'intégration commence en suivant la ligne pointillée reportée, qu'on a eu soin de rendre bien visible et continue par un trait de crayon. On arrête l'appareil aux pressions de son choix, lues sur le disque, et on lit les altitudes qui leur correspondent sur la roulette. Ou bien on fait l'inverse : l'intégration est arrêtée à des altitudes définies d'avance, pour lesquelles le bras moteur donne la température et le disque la pression correspondantes. Ces valeurs peuvent être codifiées immédiatement pour la dépêche internationale. Lorsque le point qui termine le premier groupe de signaux est atteint par le traçoir, la même opération du début est répétée pour le groupe de signaux  $p, t_v$  suivant. La roulette est d'abord freinée et soulevée ; l'appareil travaille comme coordinatographe pendant les dix à vingt minutes suivantes, puis son traçoir est ramené au premier point d'arrêt par un chemin quelconque. La roulette est posée sur le disque, puis le frein est desserré. Comme l'altitude du dit point a été conservée sur la roulette, l'appareil reprend sans autre ses fonctions d'intégrateur le long du second groupe de signaux. Et ainsi de suite, jusqu'au moment où le ballon éclate une heure et demie, généralement, après son envol.

#### Note sur la correction d'humidité.

Nous avons expliqué les raisons physiques, pour lesquelles les intégrations devaient être faites en température virtuelle et non pas en température ordinaire, l'air n'étant jamais sec.

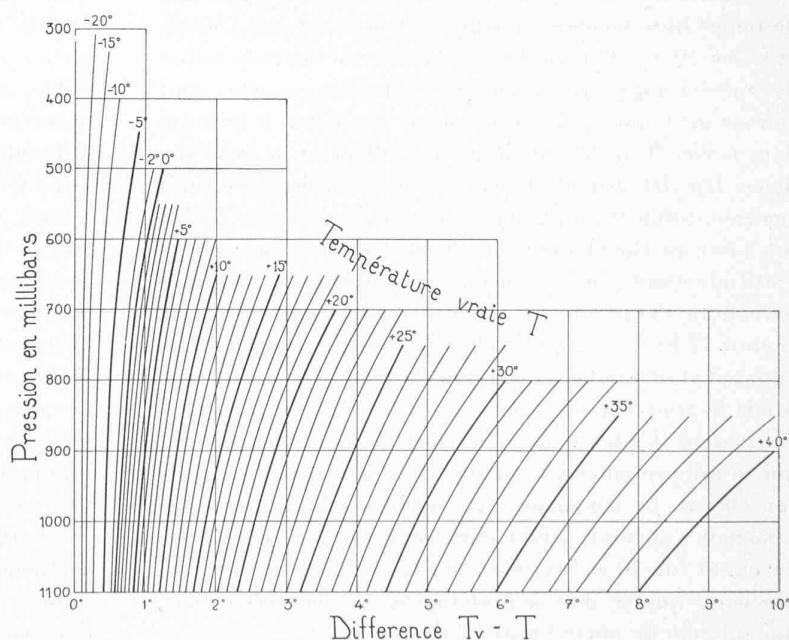


Fig. 15. — Diagramme pour le calcul de la température virtuelle.

Les courbes sont la température vraie mesurée directement au thermomètre. Les ordonnées sont la pression barométrique en millibars et les abscisses sont la différence entre la température virtuelle  $T_v$  de l'air dans lequel est baigné le thermomètre ayant la température  $T$ , pour 100 % d'humidité relative. Si l'humidité est  $U\%$ , on a :

$$T_v = T + U\% \cdot (T_v - T).$$

La conversion de la température de l'air vraie  $T$ , en température virtuelle  $T_v$ , que j'appelle à dessein la correction d'humidité, se fait facilement par le diagramme, figure 15. La température virtuelle, d'après sa définition, est toujours plus élevée que la température de l'air sec. Le graphique donne cette différence  $T_v - T$  en abscisses, pour 100 % d'humidité relative. La conversion se fait ainsi : on entre dans le diagramme avec la pression et la température vraie de l'air  $T$ . On lit la différence  $T_v - T$  sur les abscisses. Ce chiffre est multiplié par l'humidité de l'air en % et il est additionné à  $T$ , ce qui donne la température virtuelle  $T_v$  au niveau de pression en question.

*Exemple :* La radio-sonde a transmis 50 % d'humidité,  $+ 25^\circ$  et 900 millibars. Le diagramme donne une correction de  $+ 4^\circ$  pour 100 % d'humidité. On multiplie donc  $4^\circ \cdot 50\% = 2^\circ$ . Et la température virtuelle  $T_v$  est alors  $25^\circ + 2^\circ = 27^\circ$ . C'est cette dernière température qui est reportée sur le diagramme altimétrique.

Selon la précision d'altitude désirée, cette correction n'est souvent pas nécessaire. Un coup d'œil sur le diagramme montre que les différences  $T_v - T$  sont fortes aux hautes températures, mais décroissent rapidement vers  $0^\circ$ . Par ailleurs, elles décroissent rapidement, aussi, avec l'humidité relative. Ainsi, en hiver, on peut se dispenser de la conversion, comme aussi dès une certaine altitude, en été. Quelques essais auront vite convaincu les usagers de l'intégrateur ; les erreurs théoriques commises sur les grandes altitudes sont presque toujours inférieures aux erreurs instrumentales.

#### Expériences, gonio-sondages, niveau de givrage des avions.

L'expérience m'a montré qu'on dispose de beaucoup de temps libre pendant ce travail. Ainsi, dans deux essais faits les 19 et 20 avril 1939 à la Station centrale suisse de météorologie à Zurich (8), l'altitude exacte était connue au moment de l'éclatement du ballon à 18,5 km dans le ciel. Tout le travail de dépouillement, le tracé des lignes  $H_p$ ,  $H_t$ ,  $H_u$  et de la vitesse ascensionnelle était également achevé. Dans la seconde expérience, le ballon fut suivi au théodolite ; l'angle de hauteur, l'azimut et l'altitude étant ainsi connus à l'éclatement, je sus que le parachute s'était ouvert au-dessus du lac de Sempach. Il était 17 heures. A 19 h. 30, je fis lire par la radio qu'un appareil était tombé du ciel dans la région de ce lac et je priais le trouvleur éventuel de m'avertir. A 19 h. 50 un cultivateur des bords de ce lac historique me téléphonait que la radio-sonde était tombée à 17 h. 10 sur le dos de son cheval. Le lendemain, à 9 h. du matin, la poste me ramenait l'appareil intact dans mon cabinet. La vitesse de chute fut 10 m/sec, environ. C'est là une indication précieuse que je dois à l'intelligence de ce cultivateur, qui eut soin de noter l'instant d'atterrissement.

Ajoutons que la vitesse ascensionnelle des ballons emportant des radio-sondes n'est pas constante. Le procédé qui vient d'être décrit permet de la calculer à tout instant, puisqu'on connaît constamment l'altitude exacte du

ballon et le temps qu'il a mis pour l'atteindre. Dans nos essais la vitesse ascensionnelle a varié de 220 à 280 m/min, environ.

Notons, que si l'on repère le petit poste transmetteur T. S. F. attaché au ballon par deux cadres radiogoniométriques situés aux extrémités d'une base d'une trentaine de kilomètres, on connaît à tout instant et à toute altitude la vitesse et la direction du vent. Ce goni-sondage est de toute importance par temps bouché, soit pour l'aéronautique ou la balistique, sans insister sur les services incalculables qu'il rend en prévision du temps.

Enfin, le radio-sondage rapidement dépouillé, donne une indication très précieuse, aussi, sur l'altitude du niveau de givrage, qui a causé tant de désastres en planquant les avions au sol. Dès que le givre se fixe sur les organes du ballon (on lui suspend à cet effet une nacelle en treillis pour augmenter l'effet), la force ascensionnelle change brusquement, puisque la charge est augmentée. Corrélativement la vitesse ascensionnelle diminue.

Par danger de givrage, il faut donc toujours dessiner la courbe de vitesse ascensionnelle. Ses points d'infexion brutaux coïncideront avec précision à l'altitude où la nacelle, voire l'enveloppe du ballon s'est recouverte de glace. La méthode d'intégration proposée est si rapide et si précise, que ces niveaux sont obtenus par un seul opérateur pendant l'ascension.

#### Nivellement barométrique de précision.

Je signale, sommairement, que la méthode préconisée pourra rendre des services pour l'évaluation des altitudes dans les pays montagneux, où les réseaux de triangulation sont insuffisants. J'ai essayé de contrôler les altitudes de plusieurs de nos stations météorologiques alpines, du Plateau, à 500 mètres, jusqu'au Jungfraujoch, à 3578 m. Par temps calme et gradient barométrique faible, il est possible d'utiliser les valeurs de  $p$  et  $t$ , observées 3 fois par jour, dans une dizaine de niveaux différents. Les différences entre les altitudes intégrées et celles de la carte Siegfried étaient de l'ordre de quelques mètres, ceci pour la tranche atmosphérique de 3000 mètres de hauteur considérée.

Je vois donc une application intéressante de l'appareil dans les régions élevées des Andes, des Montagnes Rocheuses, de l'Himalaya, par exemple. Il suffira d'échelonner entre les sommets à mesurer et les bases de départ connues, quelques postes météorologiques intermédiaires observant simultanément la pression, la température et l'humidité, ou à défaut d'observateur, des appareils enregistreurs lus après coup.

Ajoutons finalement à ce sujet, que dans les radio-sondages, on commet forcément des erreurs d'ordre dynamique, dues à la variation de la pression dans la colonne d'air traversée pendant l'ascension du ballon. Il est clair, puisque la transmission dure une à deux heures, que la pression peut avoir varié pendant ce temps-là. Cette variation n'est pas nécessairement de même sens dans les divers niveaux. Mais là aussi, les différences sont très

faibles, surtout si le radio-sondage est effectué à un moment de la journée où la variation diurne de la pression est à l'étale.

#### BIBLIOGRAPHIE

1. JEAN LUGEON. *La détermination instantanée et sans calcul de toute altitude d'une radio-sonde*, Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences, t. 208, p. 591, Paris, 20 février 1939.
2. JEAN LUGEON. *Un altimètre intégrateur pour sondage aérogique*, Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences, t. 208, p. 1327, Paris, 24 avril 1939.
3. JEAN LUGEON. *Un intégrateur pour coordonnées polaires rectangulaires et curvilignes*, Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences, t. 208, p. 1874, Paris, 12 juin 1939.
4. L. WEICKMANN. *Ueber aerologische Diagrammpapiere*, O. M. I. 2 fasc. Springer, Berlin, 1938.
5. V. BJERKNES. *Dynamische Meteorologie und Hydrographie. — Statik der Atmosphäre und der Hydrosphäre* (mit J. W. Sandström). F. Vieweg und Sohn, Braunschweig, 1922.
6. H. DE MORIN. *Les appareils d'intégration*, Gauthier-Villars, Paris, 1913.
7. R. PERS. *Un type nouveau de planimètre intégrateur*, Revue générale des sciences, n° 15, nov. 1935, Paris, 1935.
8. JEAN LUGEON und MAX SCHÜEPP. *Radiosondenaufstiege in der Schweiz*, Flugwehr und Technik, N° 5, Zurich, 1939.
9. JEAN LUGEON. *Der aerologische Transporteur der Meteorologischen Zentralanstalt*. Ann. M. Z. A., 1938, Zurich, 1939.

Zurich, St. cent. météo., nov. 1939.

## La protection légale du titre d'architecte.

Cette note nous a été aimablement communiquée par M. Marcell-D. Müller, architecte S.I.A. à Bruxelles. Elle constitue un complément d'information aux quelques lignes parues dans le « Bulletin technique » du 9 septembre 1939, où nous avions déjà reproduit quelques articles de cette loi et mentionné les Associations professionnelles qui en Belgique menèrent campagne pour aboutir à ce remarquable résultat. (Red.)

Cette question est à l'ordre du jour dans notre pays et la Société suisse des ingénieurs et des architectes vient de soumettre en accord avec la Fédération des architectes suisses, un projet de loi fédérale sur la protection des titres d'ingénieur et d'architecte<sup>1</sup>. Le canton du Tessin a, sans attendre une solution générale, sur l'initiative de la Section tessinoise de la Société suisse des ingénieurs et des architectes montré le chemin dans ce domaine en votant l'année dernière une loi qui réglemente l'exercice de ces deux professions et protège les titres<sup>2</sup>.

Nombreux sont les pays qui ont légiféré dans ce domaine au cours des dernières années. C'est ainsi qu'en Tchécoslovaquie, en Hongrie, en Grèce, en Yougoslavie, en Espagne, en

Italie, en Allemagne, en Belgique la question a trouvé une solution. En France, en Hollande, en Angleterre la question est à l'étude. En Belgique une loi vient d'être promulguée le 2 février dernier et qui contient des dispositions qui peuvent nous intéresser :

#### Loi belge sur la protection du titre et de la profession d'architecte.

*Article premier.* — Nul ne peut porter le titre d'architecte, ni en exercer la profession s'il ne possède un diplôme établissant qu'il a subi avec succès les épreuves requises pour l'obtention de ce diplôme.

*Art. 2.* — Le diplôme d'architecte est délivré par les institutions d'enseignement organisées, reconnues ou agréées par le Ministre de l'Instruction publique ou par l'Office de l'Enseignement technique, en vue de préparer à la profession d'architecte.

Il est délivré également par un Jury central, organisé par l'Etat.

Un Jury supérieur de l'Etat peut délivrer le titre d'architecte diplômé du Jury supérieur de l'Etat, titre complété éventuellement par une spécialité.

*Art. 3.* — Les conditions d'organisation ou d'agrégation des institutions dont il est question au paragraphe premier de l'article précédent, de même que les programmes et la durée des études menant à la délivrance du diplôme d'architecte, les conditions d'octroi du diplôme, l'organisation du Jury central et du Jury supérieur, sont arrêtées par le Roi.

*Art. 4.* — L'Etat, les provinces, les communes, les établissements publics et les particuliers doivent recourir au concours d'un architecte pour l'établissement des plans et le contrôle de l'exécution des travaux pour lesquels les lois, arrêtés et règlements imposent une demande préalable d'autorisation de bâti.

En ce qui concerne les établissements publics et les particuliers, des dérogations peuvent être accordées par le Gouverneur, sur proposition du Collège échevinal de la commune où les travaux doivent être effectués. Un arrêté royal indiquera les travaux pour lesquels le concours d'un architecte ne sera pas obligatoire.

*Art. 5.* — Les fonctionnaires et agents de l'Etat, des provinces, des communes et des établissements publics ne peuvent faire acte d'architecte en dehors de leurs fonctions.

Il est dérogé à cette disposition en faveur des architectes qui prêtent leurs services aux institutions d'enseignement visées à l'article 2.

*Art. 6.* — L'exercice de la profession d'architecte est incompatible avec celle d'entrepreneur de travaux publics ou privés.

#### Dispositions transitoires.

*Art. 7.* — Les personnes de nationalité belge, nées avant le 1<sup>er</sup> janvier 1907, peuvent :

1. Si elles sont notamment connues comme exerçant la profession d'architecte, continuer à porter le titre d'architecte et en exercer la fonction ;

2. Si elles ont travaillé comme dessinateurs, pendant au moins dix années chez un ou plusieurs architectes notamment connus comme tels, ou dans des bureaux où s'élaborent notamment des projets d'architecture, être autorisées à prendre le titre d'architecte et en exercer la profession, sous réserve pour elles de subir devant le Jury central une épreuve spéciale de capacités professionnelles. Les conditions de cette épreuve spéciale sont arrêtées par le Roi.

Les Belges nés pendant la période du 1<sup>er</sup> janvier 1907 au 31 décembre 1916 sont autorisés à porter le titre d'architecte et à en exercer la profession à condition de faire la preuve de connaissances professionnelles suffisantes. Cette preuve devra être faite devant une Commission instituée par le Ministre de l'Instruction publique et dans un délai d'un an prenant cours à la date de la publication au « Moniteur » de l'arrêté de constitution de cette Commission.

Les Belges nés pendant cette même période du 1<sup>er</sup> janvier 1907 au 31 décembre 1916 et qui sont en possession d'un diplôme ou d'un certificat de fin d'études d'architecture délivré par une institution organisée ou reconnue par le Ministre de l'Instruction publique ou par l'Office de l'Enseignement technique, sont dispensés de faire cette preuve, sous réserve cependant de soumettre à la dite commission le titre de capacité qui leur a été délivré. Ce titre sera revêtu du sceau du Ministère de l'Instruction publique.

Les porteurs d'un diplôme ou d'un certificat de fin d'études d'architecture délivré par les mêmes institutions aux élèves en cours d'études au moment de la promulgation de la présente loi, sont soumis aux dispositions du paragraphe précédent du présent article.

*Art. 8.* — Les architectes de nationalité étrangère peuvent exercer l'architecture en Belgique et bénéficier des dispositions de la présente loi pour autant que la réciprocité soit admise par leur pays d'origine. Les conditions de la réciprocité seront réglées par des conventions diplomatiques.

<sup>1</sup> Il s'agit du projet introduit en décembre 1938 auprès des autorités fédérales par l'Union suisse des associations d'ingénieurs et d'architectes, composée de la Société suisse des ingénieurs et des architectes, de la Fédération des architectes suisses et de l'Association suisse des ingénieurs conseils. (Réd.)

<sup>2</sup> L'essentiel des dispositions de cette loi tessinoise a été donné à notre numéro du 23 avril 1938, p. 122. (Réd.)