

<b>Zeitschrift:</b>	Schweizerische Geometer-Zeitung = Revue suisse des géomètres
<b>Herausgeber:</b>	Schweizerischer Geometerverein = Association suisse des géomètres
<b>Band:</b>	9 (1911)
<b>Heft:</b>	4
 <b>Artikel:</b>	Théodolite et Aéroplane
<b>Autor:</b>	Messerly, Oscar
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-181689">https://doi.org/10.5169/seals-181689</a>

### 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:** 28.12.2025

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

*soll sich zu einem schweizerischen Geometerverein auswachsen.* Gerade so gut, wie die Konkordate für die Ausübung anderer gelehrter Berufsarten gefallen sind, eben so gut wird auch unser Geometerkonkordat, dessen vorzügliche Dienste in keiner Weise in Frage gestellt sein sollen, einer einheitlichen, auf breiterer Grundlage ruhenden Organisation weichen.“

Was ich und mit mir viele andere gewünscht, ist Wahrheit geworden, viel eher, als wir es nur zu hoffen wagten. Das Konkordat ist nicht mehr; aber das Ziel, das seine Gründer in letzter Linie ins Auge fassten, besteht noch: eine allgemeine Landesvermessung auf einheitlicher Grundlage. Das Konkordat hat dazu den Boden vorbereitet, den Samen gelegt, einige bescheidene Ernten gezogen und damit getan, was nach dem Stande der bedingenden äusseren Umstände zu tun möglich war. Den Gründern desselben, den Vorarbeitern an einer hohen kulturellen Aufgabe, gebührt der Dank der heute gereinigten schweizerischen Geometerschaft und des Vaterlandes. St.

---

### Théodolite et Aéroplane.

L'an dernier, du 3 au 13 Septembre 1910, j'ai eu l'occasion d'assister à un fort intéressant concours d'aviation à Atlantic, Mass., dans les environs immédiats de Boston (États-Unis).

Ce genre d'exhibition attire toujours un grand nombre de spectateurs amateurs d'émotions nouvelles et désireux de suivre de près les progrès incontestables de cette science éminemment moderne et toujours de plus en plus captivante.

Pour ma part, bien que je ne sois pas, en général, très amateur des grandes foules, j'avais fait cette fois quelque peu violence à mes antipathies instinctives et j'aurais vivement regretté de ne pas avoir assisté à ce *meeting*, car mon intérêt était surtout concentré sur les préparatifs techniques qui avaient été faits pour assurer à la détermination des hauteurs successives atteintes par les concurrents en présence, une exactitude aussi parfaite que possible et éviter de cette manière toute discussion éventuelle au sujet du *record*.

Ce résultat fut atteint par l'emploi du théodolite pour la mesure des angles en disposant les opérations de la manière que je vais décrire aussi succinctement que possible.

Les „contests“ officiels avaient lieu chaque jour dans l'après-midi entre 2 heures et 6 heures et demie et ceux spécialement consacrés au record d'altitude dans la dernière partie de la représentation; parfois si tard que ce n'était qu'avec beaucoup de difficulté que pouvait s'effectuer la lecture des verniers des instruments.

L'altitude maximum que l'on présumait devoir être atteinte était de 10 000 pieds (3050 mètres). D'autre part, les expériences ayant lieu généralement tard dans l'après-midi, il devenait nécessaire, pour obtenir les meilleures conditions d'observation, de fixer la situation du ou des points de station au sud du champ d'aviation, afin que les opérateurs puissent avoir le soleil derrière eux et non pas en face, ce qui aurait gêné considérablement leur travail de visée. Enfin, l'altitude présumée de 10 000 pieds à observer exigeait que les points de station fussent situés à une distance d'au moins deux milles du champ d'aviation, de manière que les angles verticaux ne fussent pas d'une amplitude supérieure à celle qui peut permettre le maniement commode d'un théodolite de construction usuelle.

Sous ce rapport l'emplacement choisi remplissait admirablement les conditions voulues, ainsi qu'on peut en juger par la carte annexée qui donne une idée assez exacte de la disposition des lieux et de la situation respective du champ d'aviation et de la base trigonométrique adoptée.

La direction générale de l'opération était confiée à Mr. le Prof. R. W. Wilson, de l'Université de Harvard, qui était également chargé du choix de l'emplacement des stations et du bureau spécial installé sur le champ d'aviation.

Les deux stations étaient situées (voir la carte): station A, sur le flanc Nord de Forbes Hill et station B en plein champ, Carey Estate, East Milton.

Chaque station était visible l'une de l'autre; mais, vu la nature accidentée du terrain intermédiaire, il ne fut pas possible de mesurer directement leur distance et on dut recourir pour le calcul de la base à l'établissement d'une polygonale au travers des rues adjacentes. La distance A B fut par ce moyen calculée comme étant égale à 6236 pieds et la distance entre cette base et le champ d'aviation étant d'environ  $2\frac{3}{4}$  milles, l'amplitude de l'angle vertical qui mesurait une hauteur de 10 000 pieds fut d'environ 35 degrés.

La hauteur respective des deux stations au-dessus du champ d'aviation fut obtenue au moyen d'un niveling direct basé sur les repères voisins et qui donna pour la station A une altitude de 127 pieds et pour la station B 71 pieds.

En arrière de chaque station et dans la ligne de base furent placées des balises recouvertes de bandes d'étoffe de coton alternativement blanches et noires et surmontées par un fanion de signal. Pour assurer la stabilité des instruments, de forts piquets furent fichés en terre pour recevoir les pointes des trépieds de théodolite et empêcher ainsi tout mouvement pendant l'observation.

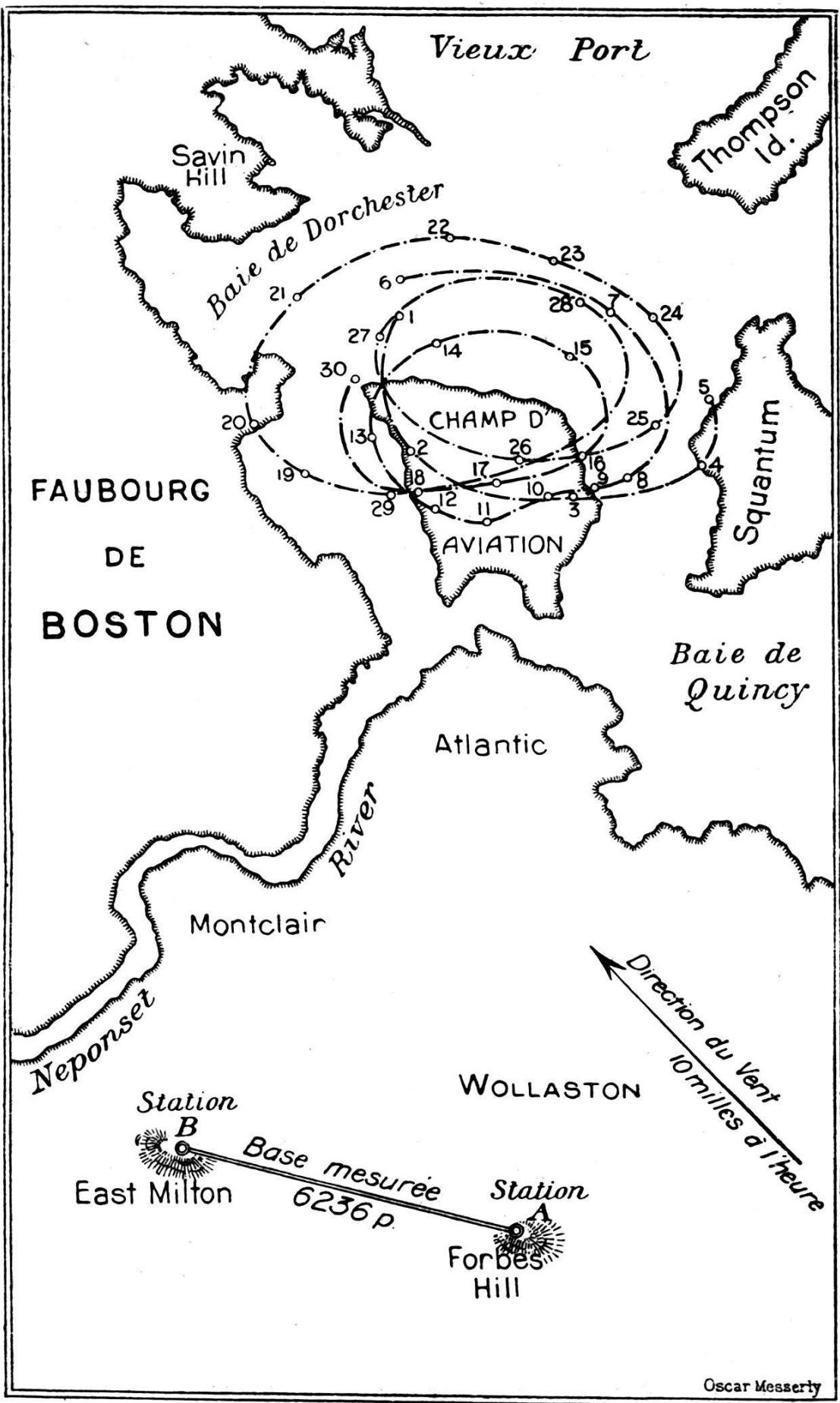
De même, la protection des instruments contre le soleil et le vent était assurée au moyen de tentes disposées à cet effet. Enfin la communication par téléphone était installée entre les deux stations de théodolite et le bureau du Prof. Wilson, situé sur le champ d'aviation même.

Les théodolites employés étaient du type *transit*, c'est-à-dire à lunette centrale et retournement complet sur l'axe des tourillons; l'un d'eux donnait une approximation de 10" aux verniers et le second de 20". Oculaires à image invertie.

Le pointeur (*recorder*) de chaque station fonctionnait également comme téléphoniste et était muni d'un appareil portatif de réception et de transmission.

Lorsque sur le champ d'aviation l'avis était donné qu'un vol pour altitude allait être tenté, l'appel était transmis aux deux stations instrumentales et le temps chronométrique signalé simultanément. Les montres des opérateurs étaient alors comparées avec cette indication et les différences, s'il y en avait, soigneusement notées dans le calepin en même temps que le nom de l'aviateur et type de machine en opération.

Aussitôt que l'aéroplane était en vue, le *recorder* de la station A donnait le signal „*attention*“ et les deux observateurs dirigeaient leurs instruments respectifs sur l'aviateur même comme centre de gravité de l'appareil. Ensuite la station B, aussitôt le pointage commencé, téléphonait à A: *All right*, et chaque observateur suivait les mouvements de l'aéroplane en tournant l'alidade de la main gauche et faisant mouvoir simultanément la lunette de la main droite en agissant sur la vis tangente du cercle vertical; le cercle inférieur azimutal avait été préalablement bloqué ferme à zéro sur la ligne de base.



Le signal „*all right*“ était répété à de courts intervalles entre les deux stations jusqu'à ce que le *recorder* A ait donné le signal „*set*“. A cet instant précis, les deux observateurs arrêtaient le mouvement de la lunette et lisaienr rapidement les indications des cercles zenithal et azimuthal qui étaient immédiatement notées par le *recorder* en même temps que le temps du chronomètre à une seconde près. Le temps noté réduit au temps du champ d'aviation servait à identifier l'observation correspondante. Pendant la durée du *contest* huit séries furent prises réparties sur cinq jours différents.

Les angles horizontaux enregistrés donnaient le moyen d'obtenir la distance horizontale à l'aéroplane et chaque angle vertical fournissait une valeur indépendante de la hauteur, ce qui constituait ainsi un contrôle de la mensuration verticale de chaque instrument. En comparant les valeurs inscrites dans la colonne 4 de la table ci-jointe, on aura une idée du degré de coïncidence des résultats. Ces différences furent relativement faibles, excepté cependant en ce qui concerne les n°s 3, 7 et 27 des séries qui furent prises sur l'aviateur Brookins sur un biplane Wright le 10 Septembre, jour durant lequel le dit aviateur atteignit le record en hauteur du contest à 4725 pieds.

Une partie de la projection horizontale de la course effectuée par Brookins le dit jour est désignée sur la carte par une ligne pointillée au-dessus du champ d'aviation.

Un exemple des notes prises le même jour est également donné ci-joint. La table donne l'altitude pour chaque observation, le mouvement par minute effectué en ascension et en descension, ainsi que l'avancement apparent.

On notera dans la colonne 4 que les différences en élévation, observées de la station B, donnent dans presque chaque pointé une valeur plus grande pour l'altitude; il a été reconnu que cela était dû à une légère différence en temps au moment du pointage qui aurait dû être mathématiquement simultané aux deux stations, tandis qu'en pratique, après que le *recorder* A avait transmis l'appel *set*, l'observateur en B s'attardait forcément du temps requis pour que son *recorder* ait pu répéter le signal. Cependant les moyennes, reportées en profil, forment une courbe assez régulière même avec des différences maximum.

Pendant la durée du vol donné comme exemple dans le tableau ci-joint le vent soufflait du S.-E. à raison de 10 milles

à l'heure. Les deux aviateurs Brookins et Graham White étaient en même temps en l'air essayant l'altitude et les ingénieurs A et B furent avisés depuis le bureau du champ d'aviation d'avoir à suivre d'abord Brookins. A ce moment il était 5 h. 38 min. 40 sec. pm., et l'altitude notée : 1221 pieds. Il fut suivi jusqu'à 5 h. 43 min. 46 sec. pm., jusqu'à ce que du bureau central fut reçu l'ordre de changer le pointé sur Graham White qui fut suivi de 5 h. 45 min. 40 sec. à 5 h. 51 min. 25 sec. pm.; à ce dernier moment il disparut de la vue derrière un arbre près de la station B.

Les visées sur Brookins furent alors reprises à 5 h. 54 min. 21 sec. pm. et continuées jusqu'après le moment où l'altitude maximum fut atteinte et que l'aviateur fut redescendu à une altitude de 1378 pieds à 6 h. 17 min. 28 sec. pm.; l'obscurité croissante ne permit pas de le suivre plus longtemps.

L'ascension rapide de Brookins à raison de 189 pieds par minute, ainsi que le montrent les trois premiers pointés, fut faite contre le vent. Ensuite il vola à peu près horizontalement pendant une minute à une hauteur d'environ 2000 pieds. Ce fut à ce point que les observateurs changèrent sur Graham White.

Après une série qui dura 10 min. 52 sec., Brookins fut repris.

Il est intéressant de noter dans la table les différences sensibles dans l'avance par minute suivant que le vol s'effectuait de l'Est à l'Ouest ou vice-versa; on verra d'après les chiffres de la colonne 10 que le vol à l'Ouest était beaucoup plus lent que le vol à l'Est. La raison de cette différence n'a pas été découverte.

Pendant la durée de ce vol 35 pointés ont été effectués sur l'aéroplane à un intervalle moyen de 1 minute; l'intervalle minimum étant de 35 secondes.

En somme, bien qu'il ne se soit présenté aucun élément réellement nouveau dans les méthodes employées pour la mesure des altitudes, on peut recommander d'une manière toute particulière l'emploi d'appareils à mouvements excessivement doux, un réglage parfait de tous les organes en jeu et une attention soutenue de la part des observateurs et *recorders* qui doivent être constamment sur le qui-vive pendant toute la durée d'une opération.

Simultanément avec les observations au théodolite, des hauteurs approximatives furent prises au sextant et annoncées au fur et à mesure sur le champ d'aviation; d'autre part, chaque

aéroplane était muni d'un baromètre anéroïde et d'autres appareils de contrôle, mais les altitudes officielles furent calculées d'après les observations que nous venons de décrire plus haut et les résultats obtenus chaque soir étaient communiqués à la presse qui les publiait le matin suivant.

La solution des triangles est extrêmement simple: la formule des sinus donnant

$$a = \frac{C \sin A}{\sin C} \text{ et } b = \frac{C \sin B}{\sin C}$$

il suffit d'ajouter respectivement aux logarithmes de  $a$  et  $b$  ainsi obtenus les log. tang. des angles verticaux en  $A$  et en  $B$ . Ces altitudes sont ensuite corrigées en ajoutant la hauteur de l'instrument  $H$  et l'opération est terminée.

Afin de simplifier encore le calcul en le réduisant à une simple opération, la formule suivante fut adoptée:

- $x$  = hauteur de l'aéroplane au-dessus du théodolite,  
 $c$  = longueur de la ligne de base (dans ce cas: 6236 pieds),  
 $\alpha$  = angle vertical à la station A,  
 $A$  = angle horizontal à la station A,  
 $\beta$  = angle vertical à la station B,  
 $B$  = angle horizontal à la station B,  
 $q$  = hauteur de l'instrument au-dessus du champ en A,  
 $m$  = " " " " " " " B,  
 $a$  = côté opposé à l'angle A,  
 $b$  = " " " " B,  
 $c$  = " " " " C,  
 $C$  = angle à l'aéroplane.

Du moment que  $a = \frac{c \sin A}{\sin (A + B)}$

et que  $x = a \tan \beta$

nous avons en combinant ces deux égalités:

$$x = \frac{c \sin A \tan \beta}{\sin (A + B)}$$

que nous pouvons écrire pour la station B:

$x + m = c \sin A \tan \beta \operatorname{cosec} (A + B) + m$   
et pour la station A:

$x + q = c \sin B \tan \alpha \operatorname{cosec} (A + B) + q$ ,  
ce qui fournit une formule plus simple et toujours susceptible d'être calculée par logarithmes.

## Tableau des Pointés.

Visée	ÉLÉVATION		Moyenne Elevation	Différence Altitude	Temps en minutes	Ascension en pieds par min.	Avance en pieds	Avance pieds p. min.	REMARQUES	
	Station A	Station B							10	11
1	Pieds	Pieds	Pieds	Pieds	Min.	Pieds			<b>5 h. 38 m. 40 s. pm.</b>	
2	1219	1222	+ 3	1221	1.83	295	161	1421	Contre le vent	
3	1510	1521	+ 11	1516	1.23	285	231	2439	Volant à l'Est	
4	1682	1920	+ 238	1801	1.02	193	189	2700	Avec le vent	
5	2003	1985	- 18	1994	1.02	26	25	1300	Avec le vent	
6	2018	2521	- 3	2020	10.52	1418	135	1274	Avec le vent	
7	3431	3444	- 3	3438	90	71	79		Volant à l'Est	
8	3413	3605	+ 192	3509	2.00	203	101		Contre le vent	
9	3710	3714	- 4	3712	67	50	75		Volant à l'Ouest	
10	3761	3762	- 1	3762	75	64	85		Avec le vent	
11	3801	3850	- 49	3826	1.08	35	32		Volant à l'Est	
12	3857	3864	- 7	3861	92	8	9		Contre le vent	
13	3872	3865	- 7	3869	1.33	115	87		Volant à l'Ouest	
14	3985	3983	- 2	3984	60	56	93		Avec le vent	
15	4037	4043	- 6	4040	73	51	70		Volant à l'Est	
16	4090	4091	- 1	4091	83	109	131		Contre le vent	
17	4200	4200	0	4200	75	94	125		Volant à l'Ouest	
18	4293	4295	- 2	4294	65	45	69		Avec le vent	
19	4337	4340	- 3	4339	87	83	95		Volant à l'Est	
20	4417	4426	- 9	4422	88	53	60		Contre le vent	
21	4470	4479	- 9	4475	78	25	32		Volant à l'Ouest	
22	4496	4503	- 7	4500	1.02	38	37		Avec le vent	
23	4529	4547	- 18	4538	58	34	59		Volant à l'Est	
24	4568	4576	- 8	4572	70	49	70		Contre le vent	
25	4616	4625	- 9	4621	82	24	29		Volant à l'Ouest	
26	4644	4645	- 1	4645	87	80	92		Avec le vent	
27	4718	4732	- 14	4725*	1.60	817	511		Volant à l'Est	
28	3973	3843	- 130	3908	77	556	722		Contre le vent	
29	3340	3364	- 24	3352	2.17	1559	719		Volant à l'Ouest	
30	1374	1381	- 9	1378	83	415	500		Avec le vent	
									<b>6 h. 17 m. 28 s. pm.</b>	

\* Hauteur maximum atteinte.