

Observation visuelle des satellites artificiels

Autor(en): **Pahud, S.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Archives des sciences [1948-1980]**

Band (Jahr): **16 (1963)**

Heft 1

PDF erstellt am: **12.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-739337>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

OBSERVATION VISUELLE DES SATELLITES ARTIFICIELS

PAR

S. PAHUD

1. DESCRIPTION DE L'APPAREIL

L'Observatoire de Genève possède, en guise d'appareil de mesure un théodolite tiré d'un ancien altazimut à monture lourde, stable et très précise, (fig. 1). Les cercles divisés ont un diamètre de 22 cm. L'échelle est en argent gravé et poli. L'oculaire de la lunette coudée est situé dans le prolongement de l'axe horizontal.

Les caractéristiques du système optique sont les suivantes:

Diamètre de l'objectif (dobler)	: 92 mm.
Diamètre utile	: 77 mm.
Distance focale	: 56 cm.
Type d'oculaire	: orthoscopique
Focale	: 48 mm.
Champ	: 65°
Champ du système	: 5° 15'
Prisme à réflexion totale	: 70 × 70

La chambre photographique contient 10 m. de film 35 mm. Elle a été construite à l'Observatoire et possède une avance automatique de 25 mm. de film après chaque impulsion de mesure.

Trois séries de miroirs renvoient les images des 2 échelles et celle d'un compteur de photos dans la caméra (fig. 2). Un flash électronique éclaire les échelles au moyen de miroirs et de diffuseurs appropriés. Nous disposons d'un chronographe Longines, piloté par une fréquence de 50 Herz issue d'une horloge à quartz, et sur lequel nous pouvons évaluer le millième de seconde.

Le mouvement de la lunette est obtenu par 2 volants: azimut à la main gauche et hauteur à la main droite. Derrière chacun de ces volants, un anneau assure le déclenchement de la mesure, indifféremment de la main droite ou de la main gauche.

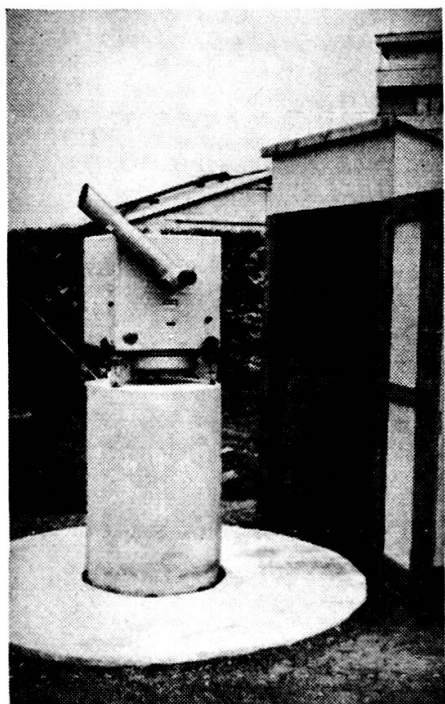


Fig. 1
Théodolite
employé à l'Observatoire de Genève
pour l'observation des satellites

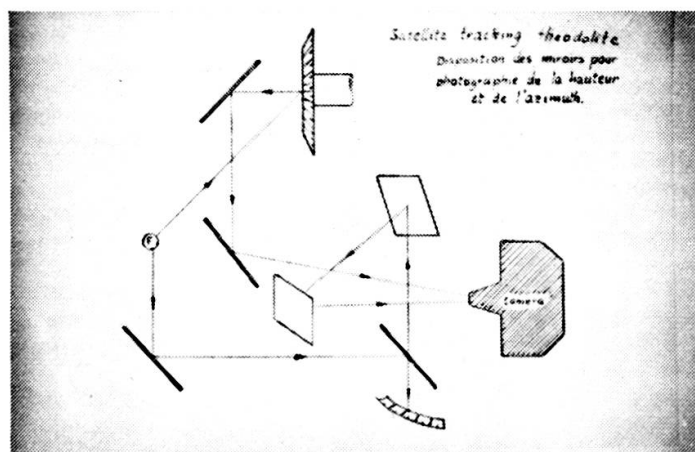


Fig. 2.
Plan du système de miroirs renvoyant les images
des échelles dans le champ de la caméra

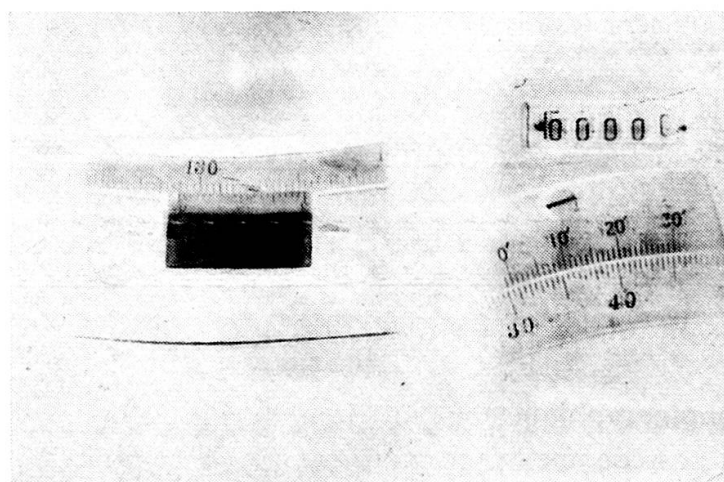


Fig. 3
Photographie obtenue par la caméra du théodolite

Le déroulement de la mesure est le suivant:

L'impulsion donnée par une pression sur un des anneaux déclenche

- a) Le chronographe qui imprime l'heure et le numéro de la mesure;
- b) Le flash qui photographie l'azimut, la hauteur et un numéro d'ordre identique à celui imprimé sous a, (fig. 3).

c) L'avance automatique de 25 mm. de film et la recharge du flash. La cadence maximum est de 1 mesure toutes les 6 secondes.

Lorsque l'appareil n'est pas employé, il est protégé par une cabane montée sur roues et munie d'un système de chauffage qui maintient la température constante, empêchant la condensation sur l'appareil.

FROM NASA GODDARD SPACE FLIGHT CENTER. DATA SOURCE NORAD.

ISSUE DATE 31 OCT 1962.

BLTN 1 62 B-MU 2 IN 3 PARTS. PART I.

4 304.63136 0.0747204 -0.300-008 0.000 000 1.17539 0.00060
53.379 -3.635 -0.0000 145.816 3.009 0.0000 107.60 50.03

PART II. S-N EQUATOR CROSSINGS.

REV	TIME Z	LONG W	REV	TIME Z	LONG W	REV	TIME Z	LONG W
31 OCT 62								
0	0758.76	104.37	1	0946.36	131.62	2	1133.95	158.86
3	1321.55	186.11	4	1509.15	213.35	5	1656.75	240.60
6	1844.34	267.84	7	2031.94	295.09	8	2219.54	322.33
1 NOV 62								
9	0007.14	349.57	10	0154.73	16.82	11	0342.33	44.06
12	0529.93	71.31	13	0717.53	98.55	14	0905.12	125.80
15	1052.72	153.04	16	1240.32	180.29	17	1427.91	207.53
18	1615.51	234.78	19	1803.11	262.02	20	1950.71	289.26
21	2138.30	316.51	22	2325.90	343.75			
2 NOV 62								
23	0113.50	11.00	24	0301.09	38.24	25	0448.69	65.49
26	0636.29	92.73	27	0823.89	119.98	28	1011.48	147.22
29	1159.08	174.47	30	1346.68	201.71	31	1534.27	228.95
32	1721.87	256.20	33	1909.47	283.44	34	2057.07	310.69
35	2244.66	337.93						
3 NOV 62								
36	0032.26	5.18	37	0219.86	32.42	38	0407.45	59.67
39	0555.05	86.91	40	0742.65	114.15	41	0930.24	141.40
42	1117.84	168.64	43	1305.44	195.89	44	1453.04	223.13
45	1640.63	250.38	46	1828.23	277.62	47	2015.83	304.87
48	2203.42	332.11	49	2351.02	359.36			
4 NOV 62								
50	0138.62	26.60						

PART III. REDUCTION TO OTHER LATITUDES AND HEIGHTS FOR REV 25.

LAT	MINUTES	LONG	HEIGHT	LAT	MINUTES	LONG	HEIGHT
N	PLUS	CORR	KILOM	S	PLUS	CORR	KILOM
SN 00	0.00	0.00	1122.5	NS 00	53.78	193.62	1114.7
SN 10	3.89	352.54	1122.6	NS 10	57.66	186.16	1116.0
SN 20	7.88	344.35	1123.7	NS 20	61.64	177.97	1118.6
SN 30	12.11	334.33	1125.5	NS 30	65.87	167.94	1122.4
SN 40	16.95	319.96	1127.8	NS 40	70.70	153.58	1127.1
SN 50	25.55	283.53	1129.3V	NS 50	79.31	117.14	1133.0V
N PT	26.91	276.81	1129.0V	S PT	80.67	110.43	1133.4V
NS 50	28.27	270.10	1128.7V	SN 50	82.03	103.71	1133.7V
NS 40	36.86	233.66	1123.5V	SN 40	90.64	67.28	1131.4V
NS 30	41.69	219.29	1119.6	SN 30	95.48	52.91	1128.4
NS 20	45.92	209.27	1116.7	SN 20	99.72	42.89	1125.6
NS 10	49.89	201.08	1115.0	SN 10	103.70	34.70	1123.6
NS 00	53.78	193.62	1114.7	SN 00	107.60	27.24	1122.6

Fig. 4

Les prévisions telles qu'elles nous sont envoyées par le centre de calcul Goddard.

2. CORRECTION DES MESURES

L'expérience a montré que seule la collimation, l'erreur de mise en place en azimut et en hauteur, et la réfraction entraînent en ligne de compte, [1], [2].

La correction de mise en place en azimut est actuellement de $+1^{\circ} 07'$, celle de mise en place en hauteur de $+5'$, lunette à gauche.

La correction due à la réfraction, intervenant sur les mesures de hauteur, a été calculée d'après les tables figurant dans la Connaissance des temps. En procédant aux corrections indiquées ci-dessus, nous arrivons à un écart quadratique moyen de $1,8'$ sur des étoiles, ce qui correspond à la précision de lecture de l'appareil.

Par contre, en procédant au lissage des points d'une trajectoire d'Echo, variant aussi bien en azimut qu'en hauteur, nous arrivons à un écart quadratique moyen de $3,3$ minutes d'arc, qui comprend la précision de lecture et la précision de pointé.

3. LES PRÉVISIONS

Les prévisions nous sont généralement envoyées sous la forme ci-jointe [3], (fig. 4).

La première partie (*Part I*) donne, sous forme de code, des indications générales sur l'inclinaison, la période de révolution, etc., qui font un peu double emploi avec les parties suivantes.

La deuxième partie (*Part II*) nous donne le numéro de révolution, (*Rev*) l'heure en temps universel du passage au nœud ascendant (sur le plan de l'équateur) (*Time Z*) et la longitude ouest de ce point, comptée de 0° à 360° (*Long W*).

La troisième partie (*Part III*) nous donne la correction de temps (*Minutes Plus*) et de longitude (*Long Corr*) par rapport au nœud ascendant en fonction de la latitude, ainsi que l'altitude du satellite au point considéré (*Height Kilom*).

A l'usage du théodolite, nous devons transformer ces coordonnées en coordonnées horizontales locales.

Pour cela il existe deux méthodes: par calcul ou par graphique.

a) Méthode de calcul :

S est le point au-dessus duquel passe le satellite, P le pôle, A le point d'observation (fig. 5).

Il s'agit tout d'abord de calculer l'angle géocentrique ou arc B , et l'angle α , l'azimut.

Les longitudes L_A et L_S sont comptées positivement en direction de l'ouest

$$\begin{cases} \beta = L_A - L_S \\ \cos B = \sin \varphi_A \sin \varphi_s + \cos \varphi_A \cos \varphi_s \cos \beta \\ \sin B \cos \alpha = \sin \varphi_s \cos \varphi_A - \cos \varphi_s \sin \varphi_A \cos \beta \\ \sin B \sin \alpha = \sin \beta \cos \varphi_s \end{cases}$$

Comme $0 < B < \pi$, B étant le côté d'un triangle sphérique, B et α sont entièrement déterminés. L'azimut α est compté de 0° à 360° . Conformément aux conventions actuelles de transmission des observations, l'origine est au nord, et le sens nord-est-sud-ouest.

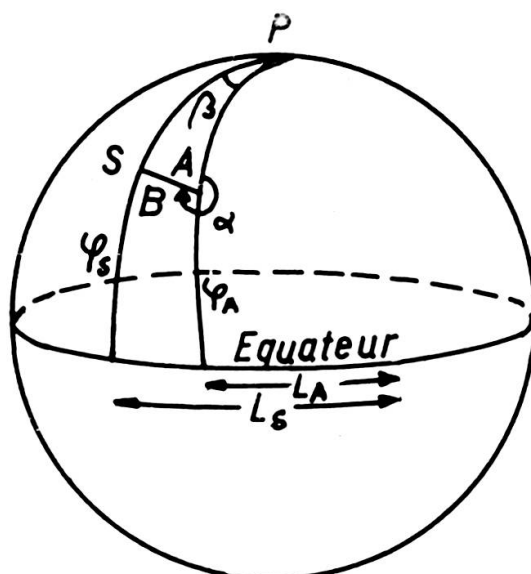


Fig. 5

Pour trouver la hauteur h au-dessus de l'horizon, considérons le grand cercle passant par S et A (figure 6):

$$\overline{OA} = \text{rayon terrestre} = R$$

$$H = \text{altitude du satellite}$$

$$\overline{OS'} = R + H$$

$$K^2 = R^2 + (R + H)^2 - 2R(R + H) \cos B$$

$$-\cos\left(h + \frac{\pi}{2}\right) = \sin h = \frac{(R + H) \cos B - R}{K}$$

Comme $-\frac{\pi}{2} < h < \frac{\pi}{2}$, la hauteur est déterminée.

Exemple :

Tous les exemples qui suivent concernent la 25^e révolution de 62 *bêta mu 2* (fig. 4), dont le passage, observé à Genève, est rapporté en fin d'article. Nous remarquerons la précision remarquable des prévisions, envoyées par le centre américain « Space Flight Goddard », si l'on songe que le satellite tournait depuis 2 jours à peine.

Coordonnées géographiques de l'Observatoire de Genève:

$$\varphi_A = 46^\circ 11' 59,3''$$

$$L_A = 353^\circ 50' 52''$$

Nœud ascendant du satellite:

65,49° de longitude ouest à 4 h. 48,69 min.

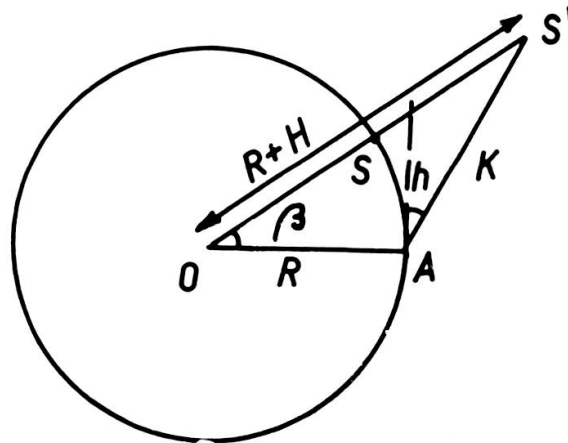


Fig. 6

Passage au-dessus du 40^e parallèle:

$$\alpha = 266^\circ 22' \quad h = 9^\circ 20' \quad t = 5 \text{ h. } 05,64 \text{ min. (TU)}$$

Passage au-dessus du 50^e parallèle:

$$\alpha = 38^\circ 26' \quad h = 59^\circ 20' \quad t = 5 \text{ h. } 14,24 \text{ min. (TU)}$$

Mais cette méthode est longue, et se prête mal à une programmation pour la machine électronique, le nombre de données à entrer étant beaucoup trop grand (sur la figure 10, nous voyons que par cette méthode nous n'aurions pu observer que la fin de la trajectoire).

Pour une telle programmation, il est bien préférable d'avoir les éléments de l'orbite, de calculer l'anomalie moyenne, et, à partir de là, les prévisions locales de minute en minute [4].

Les feuilles que nous recevons sont peu appropriées à ces calculs, aussi de très nombreux centres d'observations préfèrent la méthode graphique.

b) *Méthode graphique :*

C'est un moyen très rapide qui nous permet d'avoir des prévisions locales de minute en minute. Nous avons ainsi bien plus de chance de pouvoir observer le

satellite, même par ciel partiellement couvert. Par contre, il faut une certaine organisation, et beaucoup d'espace.

Voici comment nous procédons :

Sur une carte de géographie, dont il suffit d'ailleurs d'avoir les méridiens et les parallèles, nous reportons les lignes de même azimut et de même distance géocentrique par rapport au lieu de l'observation, (fig. 7). Nous obtenons un système de coordonnées polaires plus ou moins déformées suivant la carte employée.

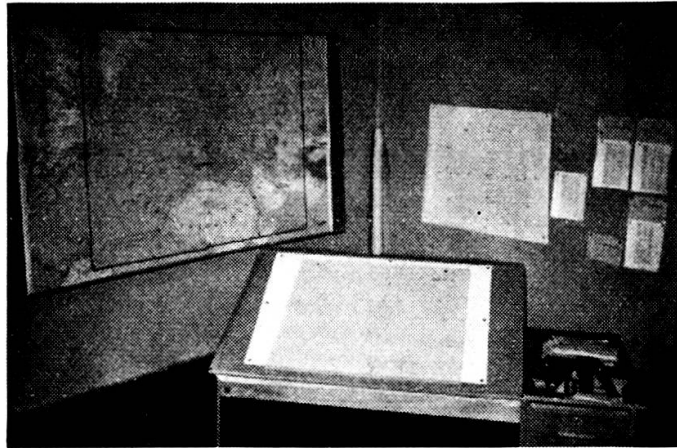


Fig. 7

Cartes employées pour les prévisions

Sur un papier calque, nous traçons la trajectoire du satellite, grâce à la 3^e partie des feuilles de prévisions, que nous graduons de minute en minute après le passage au nœud. Il suffit alors de placer le calque sur le graphique en faisant coïncider le nœud avec la longitude indiquée sur la feuille de prévision, pour obtenir à chaque minute l'azimut et la distance géocentrique. Une table nous fournit la hauteur au-dessus de l'horizon en fonction de l'altitude du satellite et de la distance géocentrique.

Pour l'exemple précédent, voici ce que nous obtenons :

5 h. 07 min.	$\alpha = 270^\circ$	$h = 18^\circ$
5 h. 08 min.	$\alpha = 273^\circ$	$h = 25^\circ$
5 h. 09 min.	$\alpha = 276^\circ$	$h = 32^\circ$
5 h. 10 min.	$\alpha = 282^\circ$	$h = 41^\circ$
5 h. 11 min.	$\alpha = 292^\circ$	$h = 52^\circ$
5 h. 12 min.	$\alpha = 310^\circ$	$h = 62^\circ$
5 h. 13 min.	$\alpha = 350^\circ$	$h = 70^\circ$
5 h. 14 min.	$\alpha = 025^\circ$	$h = 65^\circ$
5 h. 15 min.	$\alpha = 048^\circ$	$h = 52^\circ$
5 h. 16 min.	$\alpha = 057^\circ$	$h = 41^\circ$

4. LE CÔNE D'OMBRE

Pour que nous puissions observer, il faut naturellement que le ciel soit sombre, mais il est également nécessaire que le satellite soit éclairé par le soleil. Cela a lieu pendant un certain laps de temps après la tombée de la nuit et avant le lever du jour. La lettre *V* se trouvant à côté des altitudes, sur la figure 4, *Part III*, nous indique en principe que le satellite est visible, et un peu d'habitude permet de deviner si l'observation est possible. Cependant, dans les cas tangents, il est utile de savoir calculer la hauteur de l'ombre en un point donné et à un instant précis. Soit *A* le point considéré, de longitude *L* et de latitude φ , *P* le pôle de la terre, S_{\odot} l'intersection de la droite joignant le centre du soleil au centre de la terre avec le globe terrestre (fig. 8). La déclinaison du soleil est δ_{\odot} .

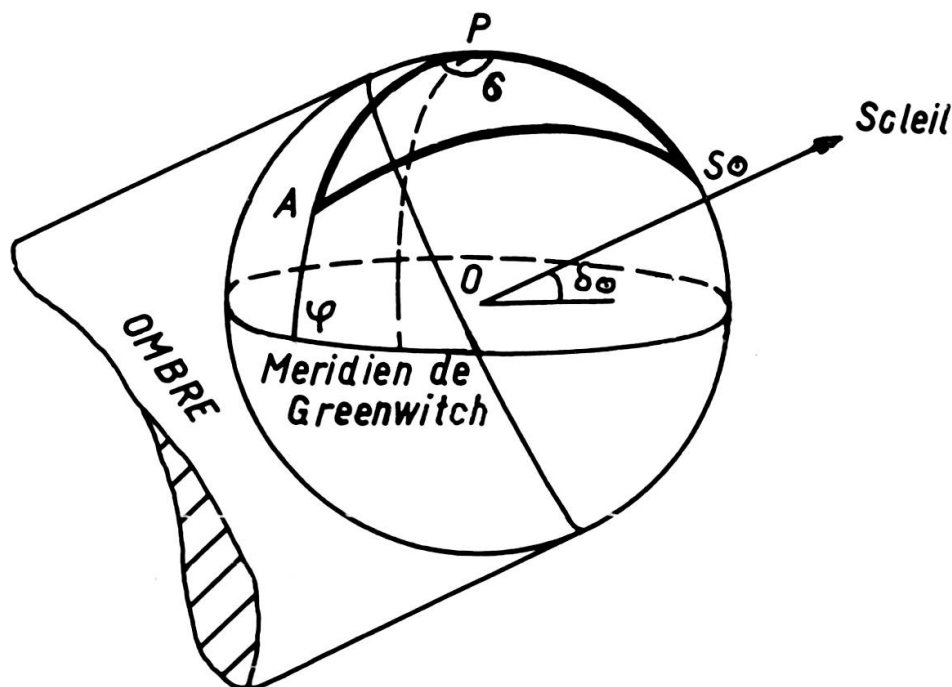


Fig. 8

Appelons Arc $\widehat{AS}_{\odot} = (\pi/2 + \xi)$

Considérons le triangle sphérique PAS_{\odot} . σ est l'angle dont on a tourné le soleil depuis l'instant où il était au méridien de *A*; c'est donc le temps vrai en *A* à l'instant considéré. Pratiquement, nous prenons [5]:

$\sigma =$ temps universel à l'instant donné + temps vrai à 0 h. à Greenwich - *L*

Par la formule bien connue des triangles sphériques, nous avons:

$$-\cos\left(\frac{\pi}{2} + \xi\right) = \sin \xi = -\sin \varphi \sin \delta_{\odot} - \cos \varphi \cos \delta_{\odot} \cos \sigma$$

Pratiquons une coupe dans le plan passant par A , S_{\odot} et O (fig. 9). La réfraction atmosphérique provoque une déviation de l'ombre de 72 minutes d'arc. C'est ce qui transforme le cylindre en un cône d'ombre.

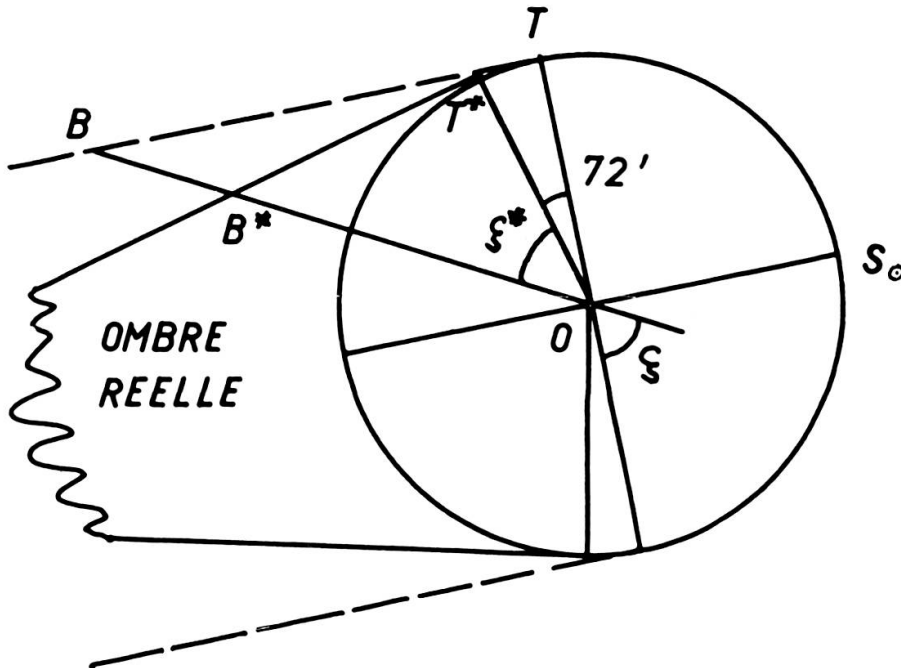


Fig. 9

Posons:

$$\xi^* = \xi - 72'$$

$$\frac{\overline{OT}^*}{\overline{OB}^*} = \frac{R}{R + \overline{AB}^*} = \cos \xi^*$$

D'où l'on tire:

$$\overline{AB}^* = \frac{R(1 - \cos \xi^*)}{\cos \xi^*}$$

Nous possédons des tables fonctions de φ et de δ_{\odot} donnant $\cos \varphi \cos \delta_{\odot}$ et $\sin \varphi \sin \delta_{\odot}$. Un graphique nous fournit ensuite la hauteur de l'ombre en fonction de ξ
Exemple:

Passage de $62\beta\mu 2$ au dessus du 40^{e} parallèle:

Heure en temps universel: 5 h. 05,64 min.

Longitude : $25^{\circ} 27'$

Déclinaison du soleil : $-14^{\circ} 36'$

Temps vrai à 0 h. à Greenwich: 12 h. 16 min. 23 sec.

$\sigma = 17 \text{ h. } 22 \text{ min. } 01 \text{ sec.} - 25^{\circ} 27' = 260^{\circ} 30' - 25^{\circ} 27' = 235^{\circ} 03'$

$\sin \xi = 0,5867$

hauteur de l'ombre: 1379 km.

Le satellite se trouvant à 1127,8 km. n'est donc pas éclairé. Par contre, lorsque le satellite passe au-dessus du 50^e parallèle, la hauteur de l'ombre est de 485 km. Si l'on admet que la variation est linéaire, le satellite entrera dans la lumière au-dessus du 43^e parallèle environ (fig. 10).

5. UTILISATION DES POINTÉS

Nous prévoyons utiliser directement nos observations pour certaines études théoriques. En outre, nous les envoyons par télex, en code SATEV, à l'Observatoire de Meudon, qui se charge de les transmettre aux différents centres de calcul américains et au centre anglais de Slough; les observations de satellites russes sont également communiquées au centre soviétique Cosmos.

6. QUELQUES OBSERVATIONS

Nous conformant à la manière de présenter les observations de satellites adoptée par l'Observatoire de Meudon [6], nous publions ci-dessous, dans l'ordre chronologique des passages (la date et l'objet étant indiqués en tête de chacun), les données suivantes :

- Temps de l'observation en heures, minutes, secondes et centièmes (temps universel)
- Azimut compté du nord vers l'est en degrés et minutes
- Hauteur au-dessus de l'horizon corrigée de la réfraction en degrés et minutes
- Ascension droite en degrés et fractions décimales
- Déclinaison (notée *S* pour les déclinaisons australes) en degrés et fractions décimales.

Liste des observations

60 iota 1	19.10.62
	25.10.62
	1.11.62
62 bêta alpha 1	25.10.62
	1.11.62
62 bêta mu 2	2.11.62
	17.12.62
62 alpha xi 1	22.11.62
61 rho 1	22.11.62

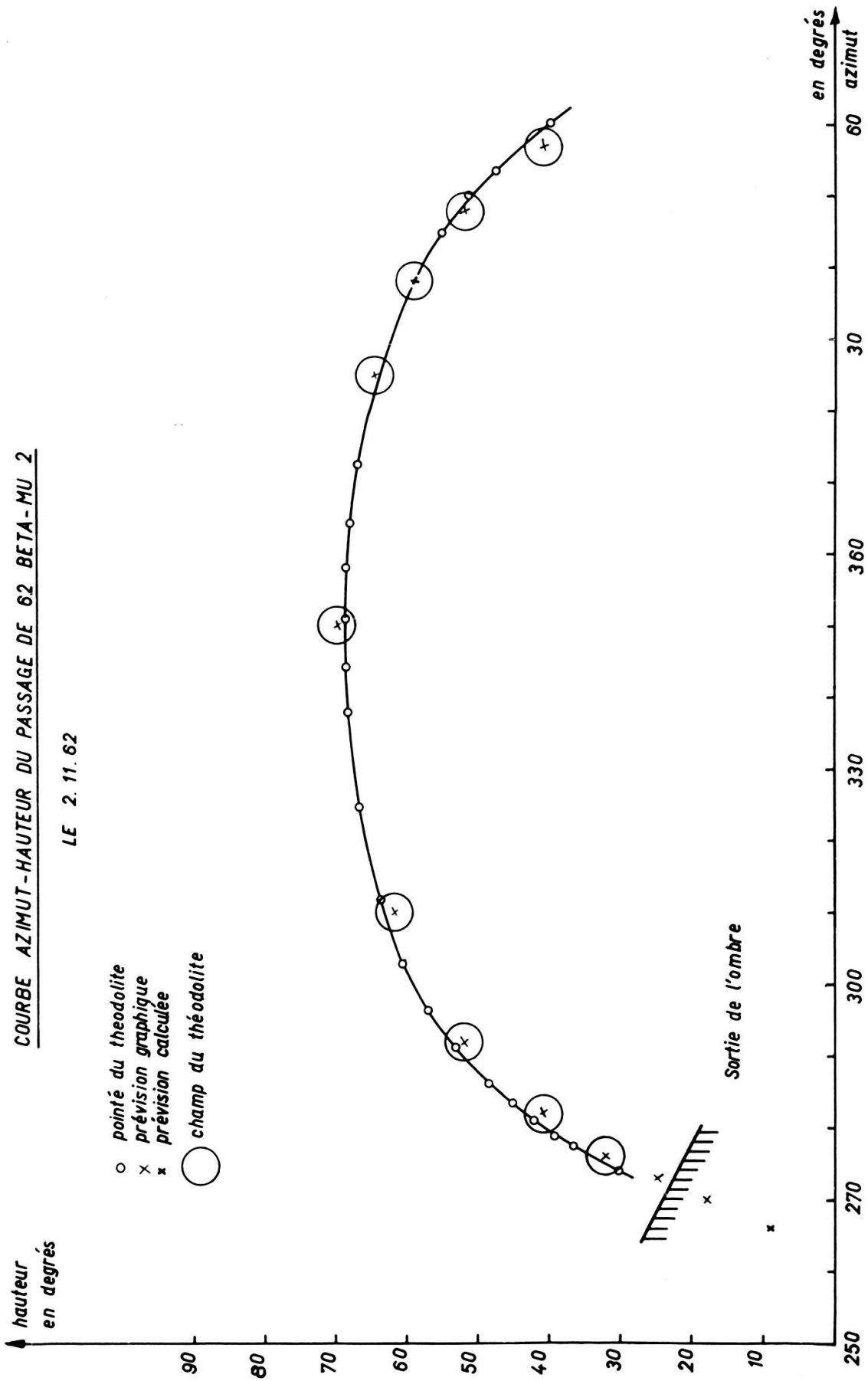


Fig. 10

La courbe azimut-hauteur du passage de 62 bêta mu 2 nous prouve que la méthode graphique de détermination des coordonnées locales est suffisante, le satellite passant dans le champ du théodolite pour chaque prévision

19 Octobre 1962

60 IOTA 1

18 06 27.71	263 26	25 00	228.82	13.49
18 06 46.24	263 35	26 59	230.25	14.98
18 07 02.81	263 46	29 02	231.73	16.53
18 07 10.09	263 51	29 54	232.36	17.19
18 07 17.54	264 00	30 52	233.03	17.95
18 07 25.98	264 06	32 01	233.88	18.80
18 07 36.01	264 19	33 22	234.83	19.86
18 07 44.91	264 25	34 34	235.75	20.74
18 07 55.29	264 37	36 02	236.84	21.84
18 08 08.88	264 47	38 04	238.44	23.30
18 08 16.31	264 59	39 12	239.29	24.16
18 08 27.02	265 11	40 55	240.67	25.39
18 08 37.14	265 22	42 34	242.02	26.55
18 08 43.55	265 32	43 36	242.86	27.30
18 08 53.83	265 46	45 34	244.52	28.66
18 09 01.88	266 08	46 51	245.54	29.65
18 09 09.60	266 14	48 12	246.77	30.51
18 09 16.94	266 24	49 35	248.02	31.42
18 09 25.08	266 40	51 04	249.36	32.42
18 09 54.42	268 02	56 58	254.95	36.31
18 10 09.44	268 40	60 10	258.31	38.18
18 10 41.98	271 17	67 22	266.38	42.23
18 10 59.56	273 30	71 23	271.36	44.23
18 13 35.48	071 26	70 42	326.91	48.94
18 13 43.88	072 33	68 57	329.54	48.43
18 14 00.96	074 03	65 27	334.66	47.35
18 14 08.96	074 53	63 55	336.78	46.69
18 14 18.46	075 19	62 02	339.40	46.03
18 14 26.33	075 59	60 33	341.34	45.31
18 14 39.70	076 24	58 09	344.51	44.34
18 14 58.04	077 09	54 53	348.57	42.76
18 15 11.78	077 37	52 36	351.28	41.57
18 15 27.24	077 56	50 10	354.11	40.31
18 15 37.81	078 16	48 32	355.90	39.35
18 15 50.84	078 35	46 39	357.92	38.24
18 15 59.50	078 50	45 25	359.19	37.46
18 16 13.57	079 04	43 29	001.19	36.29
18 16 26.47	079 21	41 49	002.82	35.21
18 16 55.47	079 43	38 13	006.33	32.93

19 Octobre 1962 (*suite*)

18 17 04.51	079 51	37 12	007.27	32.24
18 17 23.50	080 05	35 06	009.18	30.83
18 17 39.79	080 20	33 21	010.70	29.60
18 17 56.64	080 29	31 38	012.21	28.42
18 18 17.62	080 43	29 39	013.89	27.01
18 18 38.11	080 57	27 46	015.43	25.63
18 18 57.91	081 07	26 04	016.82	24.40
18 19 16.12	081 17	24 32	018.04	23.27
18 19 48.69	081 32	22 04	019.98	21.44

25 Octobre 1962

62 *Beta Alpha 1*

18 18 52.51	327 21	39 59	221.63	65.55
18 21 56.57	226 25	59 31	291.89	22.33
18 22 19.88	215 15	54 38	295.14	15.15
18 22 32.81	210 30	51 47	296.76	11.43
18 22 39.98	208 19	50 10	297.54	09.44
18 22 58.48	203 35	46 06	299.39	04.60
18 23 19.85	199 23	41 36	301.27	00.52S
18 23 29.10	197 54	39 47	302.00	02.54S

25 Octobre 1962

60 *Iota 1*

18 42 43.00	277 15	57 21	275.42	40.91
18 42 49.81	276 44	58 47	277.33	41.25
18 43 41.67	269 50	70 05	293.14	42.68
18 45 56.76	132 06	75 01	334.90	35.26
18 46 03.60	129 55	73 38	336.56	34.57
18 46 18.71	126 09	70 28	340.17	32.94
18 46 27.30	124 26	68 47	342.07	32.09
18 46 51.68	121 07	63 54	347.15	29.39
18 47 02.69	120 06	61 48	349.22	28.17
18 47 15.69	119 07	59 25	351.49	26.74
18 47 25.63	118 24	57 41	353.15	25.72
18 47 59.33	116 40	51 57	358.31	22.14
18 48 12.80	116 10	49 48	000.16	20.75
18 48 33.98	115 28	46 40	002.82	18.71
18 48 40.99	115 19	45 39	003.64	18.01
18 48 55.74	114 55	43 39	005.30	16.69
18 49 06.53	114 42	42 12	006.46	15.70

25 Octobre 1962 (*suite*)

18 49 21.00	114 23	40 22	007.94	14.46
18 49 44.56	114 02	37 31	010.16	12.47
18 49 52.30	113 55	36 39	010.84	11.87

1 Novembre 1962

62 *Beta Alpha 1*

17 48 12.92	232 05	39 54	276.08	07.86
-------------	--------	-------	--------	-------

1 Novembre 1962

60 *Iota 1*

18 13 18.04	272 15	28 14	248.99	21.43
18 13 55.90	267 56	32 34	255.28	21.56
18 14 12.11	265 43	34 31	258.24	21.49
18 14 33.78	262 24	37 03	262.28	21.21
18 14 47.93	259 56	38 44	265.08	20.93
18 15 02.79	257 08	40 29	268.09	20.57
18 15 11.94	255 16	41 36	270.03	20.34
18 15 34.80	250 12	44 12	274.88	19.58
18 15 49.31	246 33	45 43	278.04	18.93
18 15 56.60	244 38	46 27	279.63	18.59
18 16 22.92	236 57	48 46	285.49	17.10
18 16 30.74	234 20	49 26	287.37	16.61
18 16 43.86	230 10	50 18	290.24	15.79
18 16 56.57	225 47	50 59	293.11	14.89
18 17 10.12	221 00	51 31	296.13	13.88
18 17 24.42	215 52	51 50	299.26	12.76
18 17 35.38	211 52	51 54	301.66	11.85
18 18 02.16	202 27	51 27	307.25	09.54
18 18 15.77	197 54	50 57	309.98	08.37
18 18 22.82	195 35	50 34	311.39	07.70
18 18 36.73	191 13	49 42	314.08	06.39
18 18 44.64	188 57	49 13	315.53	05.73
18 19 03.65	183 38	47 49	319.03	04.07
18 19 10.98	181 43	47 12	320.33	03.41
18 19 22.73	178 51	46 09	322.35	02.36
18 19 32.24	176 40	45 11	323.94	01.43
18 19 53.55	172 15	43 14	327.31	00.30S
18 20 05.86	169 54	42 09	329.20	01.19S
18 20 16.79	168 05	40 58	330.75	02.19S
18 20 42.61	164 04	38 26	334.34	04.17S
18 20 49.00	163 07	37 46	335.23	04.68S

1 Novembre 1962 (*suite*)

18 20 59.66	161 43	36 46	336.58	05.42S
18 21 33.43	157 45	33 29	340.69	07.82S
18 21 55.80	155 36	31 28	343.11	09.26S
18 22 19.11	153 31	29 27	345.56	10.64S
18 22 33.63	152 26	28 09	346.96	11.57S
18 22 42.10	151 47	27 28	347.78	12.02S
18 22 53.46	150 58	26 33	348.85	12.63S
18 23 11.51	149 47	25 08	350.46	13.59S
18 23 36.80	148 17	23 10	352.62	14.91S
18 23 49.53	147 35	22 14	353.66	15.53S
18 24 14.86	146 20	20 23	355.64	16.77S

2 Novembre 1962

62 Beta Mu 2

05 07 46.33	274 05	30 45	053.96	24.29
05 08 28.12	277 26	36 57	057.58	30.36
05 08 43.62	278 59	39 29	059.19	32.84
05 08 59.91	280 57	42 20	061.08	35.68
05 09 17.36	283 31	45 34	063.40	38.95
05 09 34.35	286 24	48 49	066.02	42.21
05 09 57.00	291 16	53 21	070.29	46.80
05 10 14.04	296 19	57 05	074.60	50.59
05 10 31.55	302 56	60 43	079.87	54.45
05 10 49.81	311 49	64 02	086.45	58.32
05 11 09.16	324 30	67 01	095.86	62.19
05 11 25.44	337 36	68 39	105.96	64.85
05 11 32.82	344 17	69 00	111.30	65.87
05 11 40.75	350 58	69 00	116.88	66.75
05 11 48.21	358 02	68 53	123.27	67.29
05 11 55.94	004 15	68 28	129.23	67.63
05 12 06.15	012 28	67 25	137.86	67.81
05 13 10.25	045 03	55 38	180.09	60.67
05 13 29.10	050 10	51 50	186.95	57.29
05 13 47.88	053 58	48 00	192.55	53.98
05 14 32.96	060 23	40 09	201.15	46.62

22 Novembre 1962

62 Alpha XI 1

17 39 27.86	175 19	24 58	336.73	18.71S
17 39 37.08	171 19	23 23	340.76	19.97S
17 39 47.39	167 15	21 36	345.04	21.22S

22 Novembre 1962			61 Rho 1	
17 56 50.25	242 55	51 40	300.11	21.76
17 56 57.21	242 28	54 08	302.14	23.42
17 57 09.79	241 32	58 28	305.83	26.27
17 57 19.36	240 36	62 03	309.01	28.58
17 57 27.89	239 19	65 25	312.19	30.62
17 57 38.02	237 46	69 35	316.15	33.20
17 57 50.34	233 12	74 49	321.82	36.01
17 59 10.18	078 19	67 45	009.54	46.14
17 59 21.50	076 56	63 05	016.30	45.59
17 59 33.10	075 21	58 39	022.69	45.03
17 59 43.17	074 34	55 00	027.76	44.18
17 59 50.20	074 14	52 53	030.60	43.56
17 59 56.23	073 57	50 57	033.15	42.93
18 00 10.27	073 12	46 40	038.69	41.47
18 00 26.37	072 42	42 18	044.00	39.64

17 Décembre 1962			62 Beta Mu 2	
16 45 39.85	318 09	56 35	290.87	62.42
16 45 48.54	321 34	58 19	295.25	64.02
16 45 56.37	324 51	59 55	299.87	65.26
16 46 08.22	330 47	62 14	308.03	66.94
16 46 17.75	336 16	63 49	315.24	68.01
16 46 25.20	341 15	64 55	321.58	68.68
16 46 31.46	345 40	65 46	327.16	68.97
16 46 50.94	001 08	67 24	344.90	68.79
16 47 01.15	010 17	67 37	354.16	67.93
16 49 06.96	072 10	47 09	045.38	42.32

Observatoire de Genève,
1^{er} avril 1963.

BIBLIOGRAPHIE

1. JORDAN und EGGERT, *Handbuch der Vermessungskunde* (p. 354 et suiv.).
2. TARDI, P., *Traité de géodésie* (p. 154 et suiv.).
3. National Aeronautics and Space Administration. Goddard Space Flight Center, Greenbelt, Maryland, *Bulletin*.
4. JAGER, C. DE. *Satellite observation in the Netherlands*. Sternwacht « Sonnenborgh » Utrecht, Overdruk, n° 29 Quarto.
5. *Connaissance des temps*, pp. 10-25.
6. MULLER, Paul, *Observations de satellites artificiels faites à Meudon* (1957-1960 sauf Echo 1). C.N.R.S., Fusées et satellites, série 11, fasc. 1.