

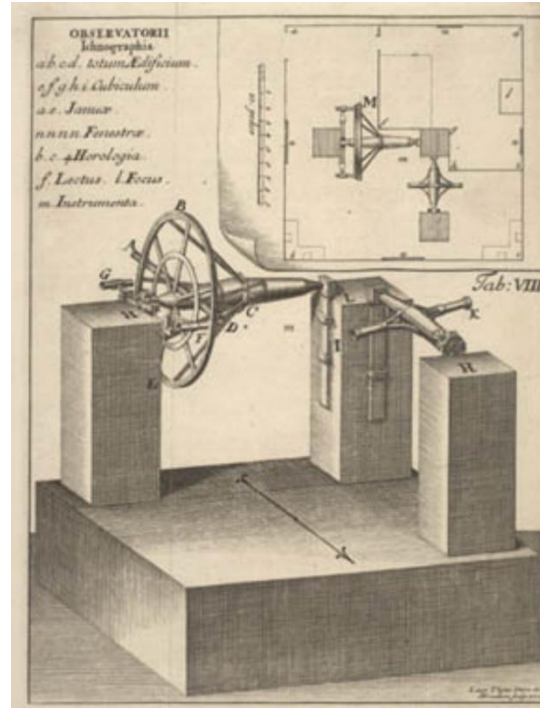
Eliminate the human factor. The automation of time determination at the Neuchâtel Observatory

Julien Gressot

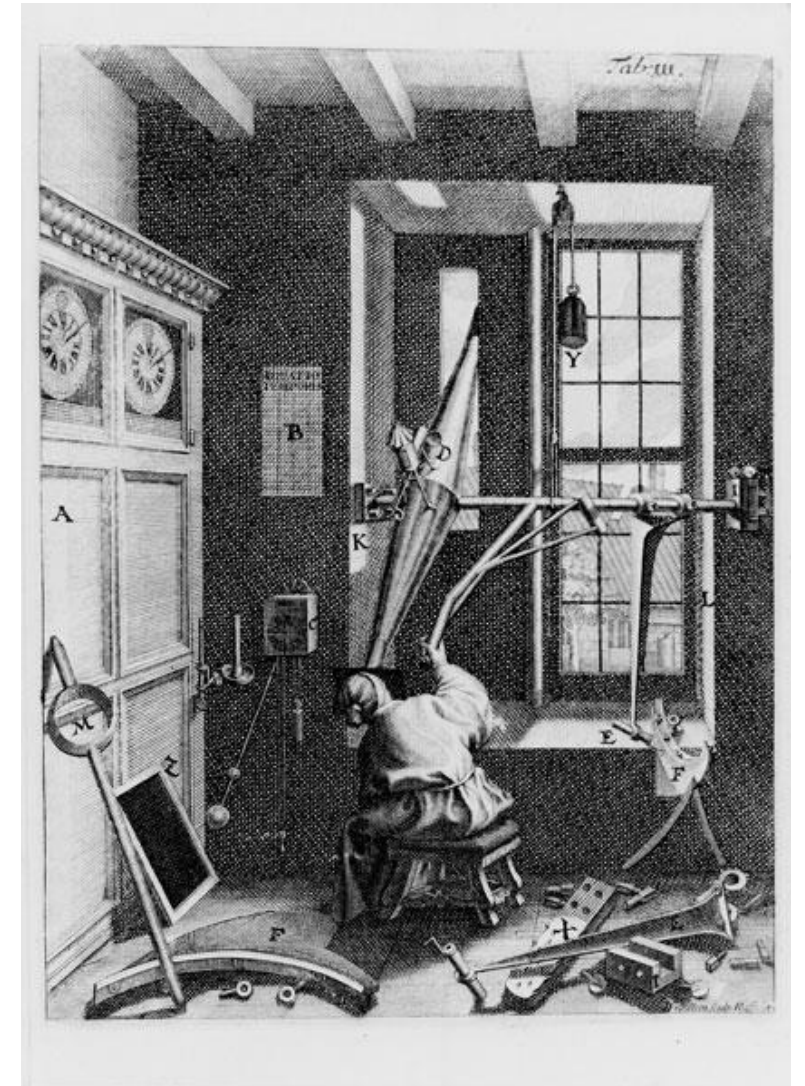
Observatory Networks Workshop, December 8, 2021



Introduction



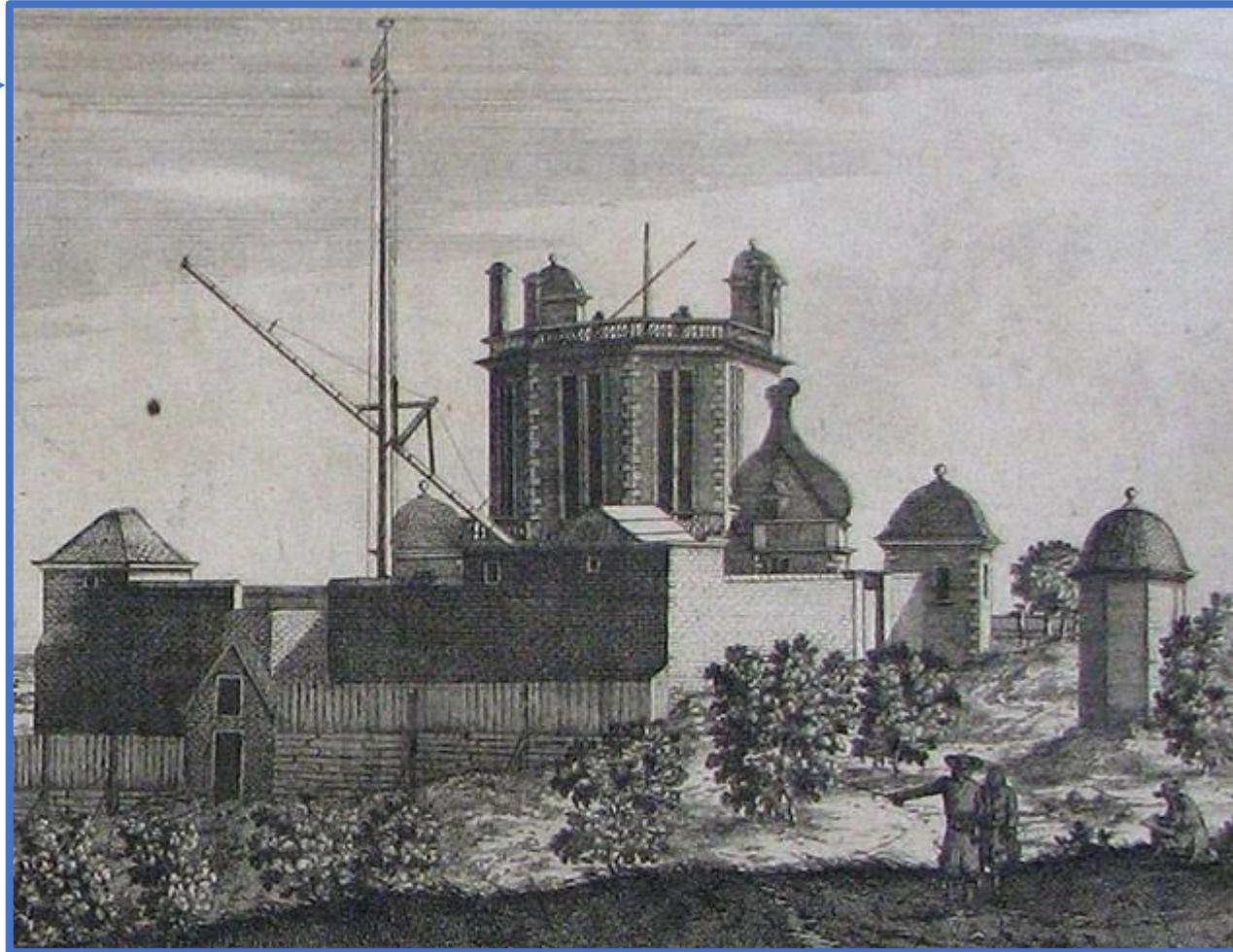
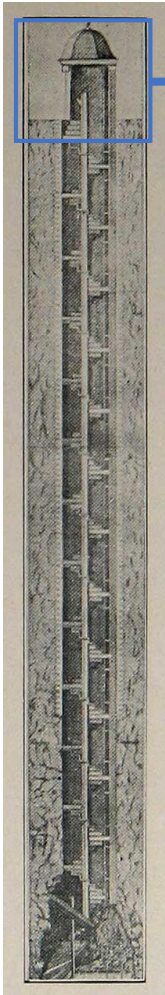
Roemer's « Machina domestica » or meridian telescope. Image taken from Peder Horrebow, *Basis astronomiae sive astronomiae pars mechanica* [...]. - Havniae : apud D viduam beati Hieron. Christiani Paulli, 1735.





17th century – First's zenith telescopes

Flemmsted's Well Telescope . From Webster's Greenwich Park its History and Associations (London, 1902)



Bradley's Zenith Sector following the modifications made prior to sending it to the Cape in 1837. Plate XV from Volume 1 of Verification and extension of La Caille's arc of meridian at the Cape of Good Hope (1866)

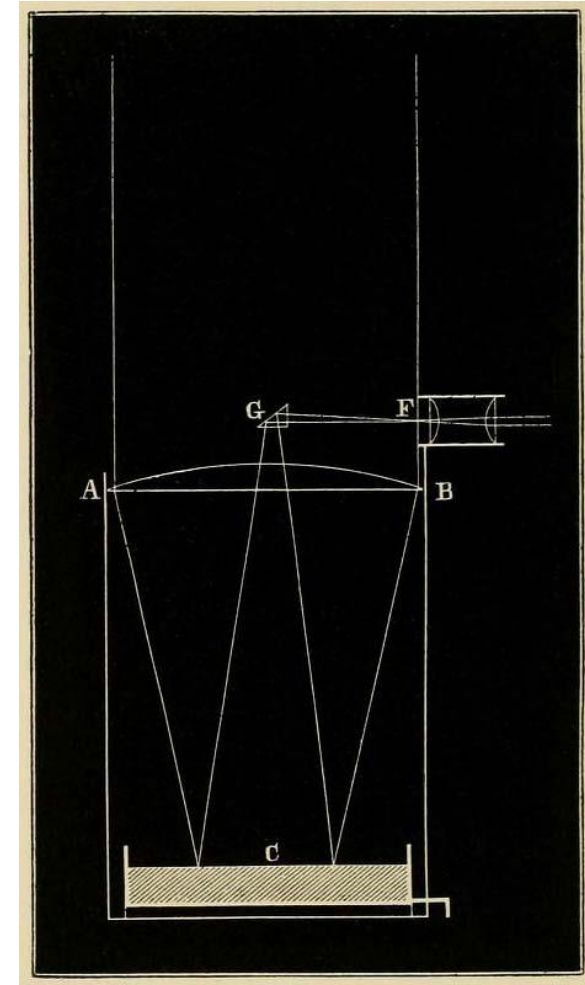


1851 – AIRY'S REFLEX ZENITH TUBE (Greenwich)



The top section of Airy's Reflex Zenith Tube. Photo taken in the Science Museum storage in 2009

<http://www.royalobservatorygreenwich.org>



The principle of Airy's Reflex Zenith Tube. Fig. 131 from J Norman Lockyer's *Stargazing: Past and Present* (London 1878)



1911 - PHOTOGRAPHIC ZENITH TUBE (US NAVAL OBSERVATORY WASHINGTON)

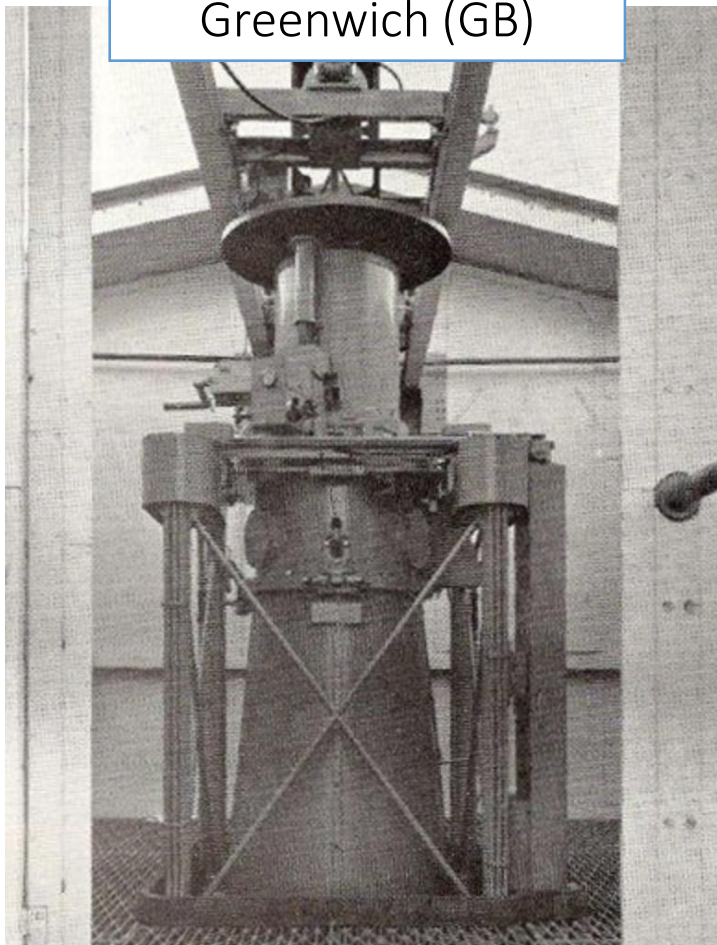


(c) USNO
<https://www.usno.navy.mil/USNO/library/historical/historical-images-search/images/lantern-slide/lantern-slides/LanternSlide173.jpg/image/view/fullscreen>



1946 - UIA Copenhaguen

Greenwich (GB)



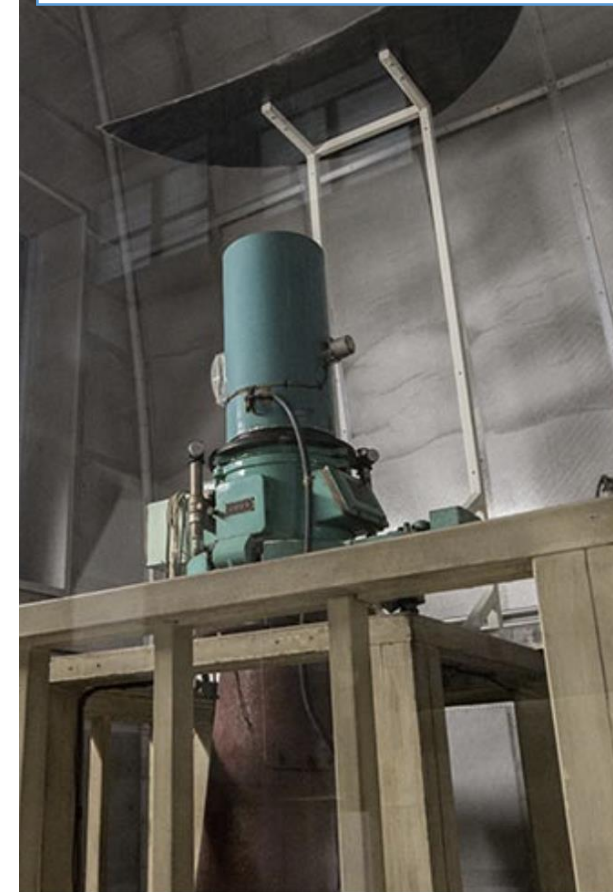
The Photographic Zenith Tube. From an RGO photo published in 1958. Image courtesy of Phillip Getting

Mount Stromlo (Australia)



Zenith tube at Mount Stromlo in 1962. © National Archives Australia series A1200, control symbol L42631, Barcode 8832462.

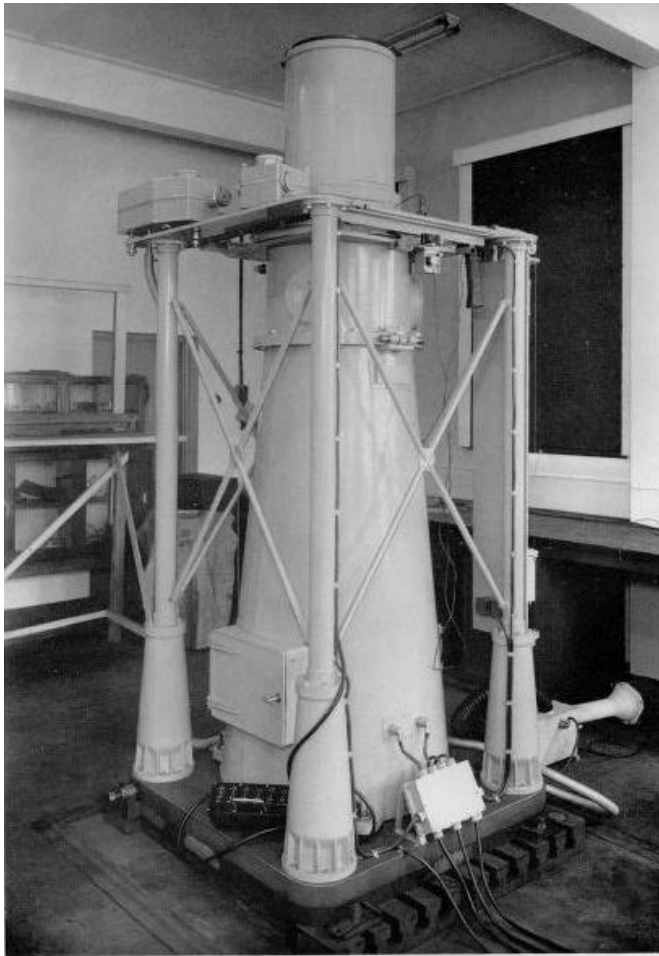
NAOC Mizusawa - (Japan)



<https://www.nao.ac.jp/study/mitaka-guide/en/audio.html?area=14&audio=48>

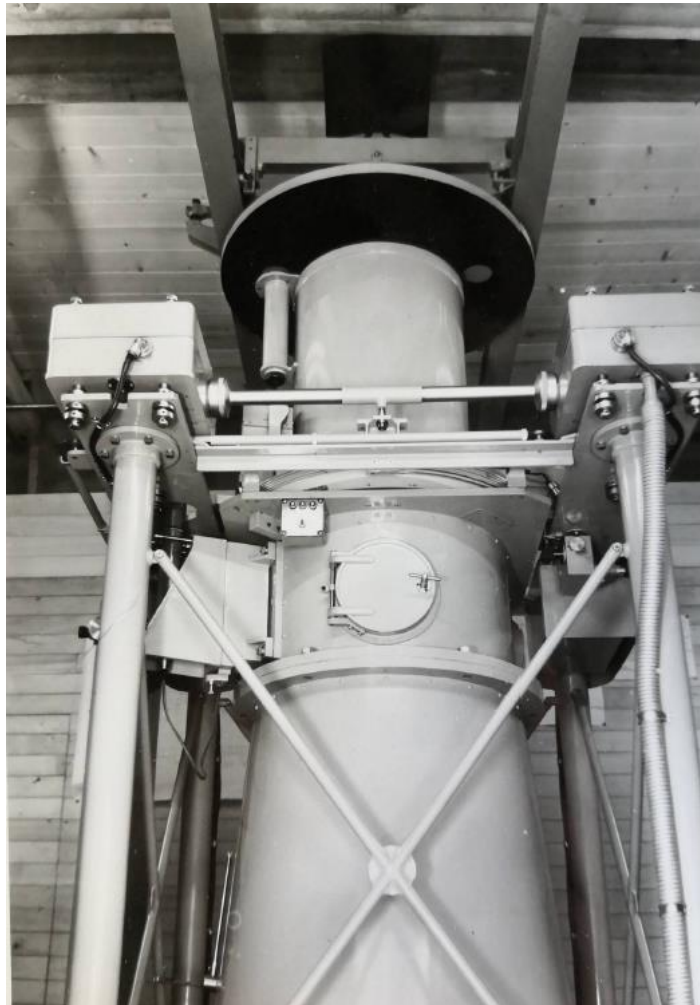


GRUBB & PARSONS' PHOTOGRAPHIC ZENITH TUBE - 1954

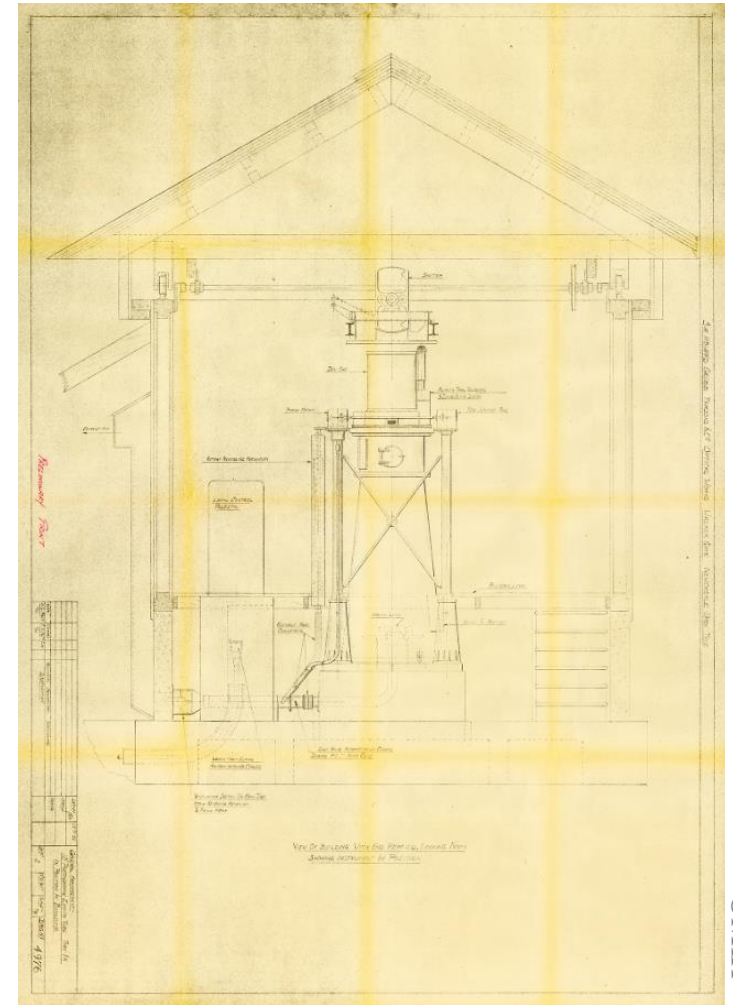


10 INCH PHOTO ZENITH TUBE, TYPE 1A

©Grubb&Parsons



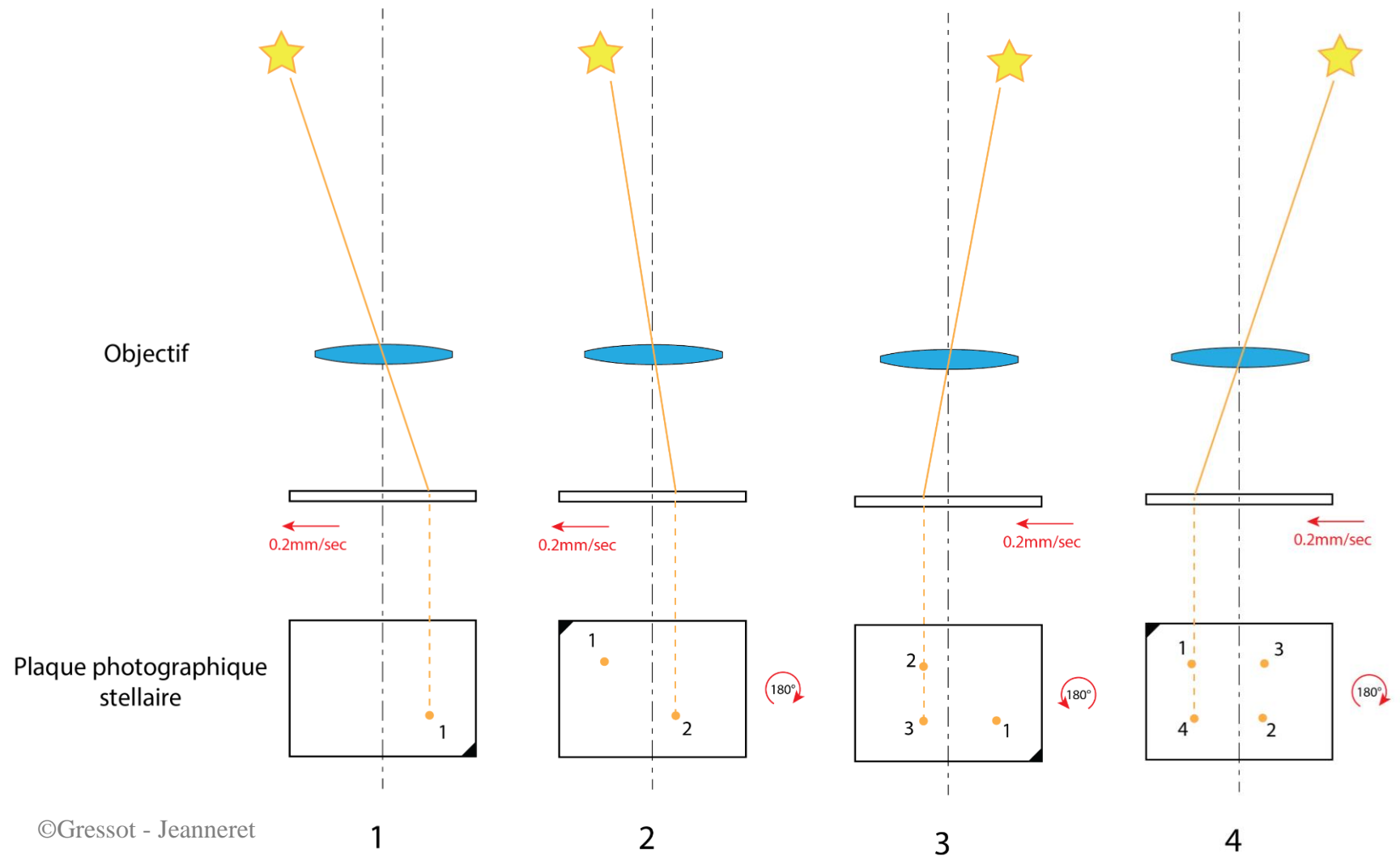
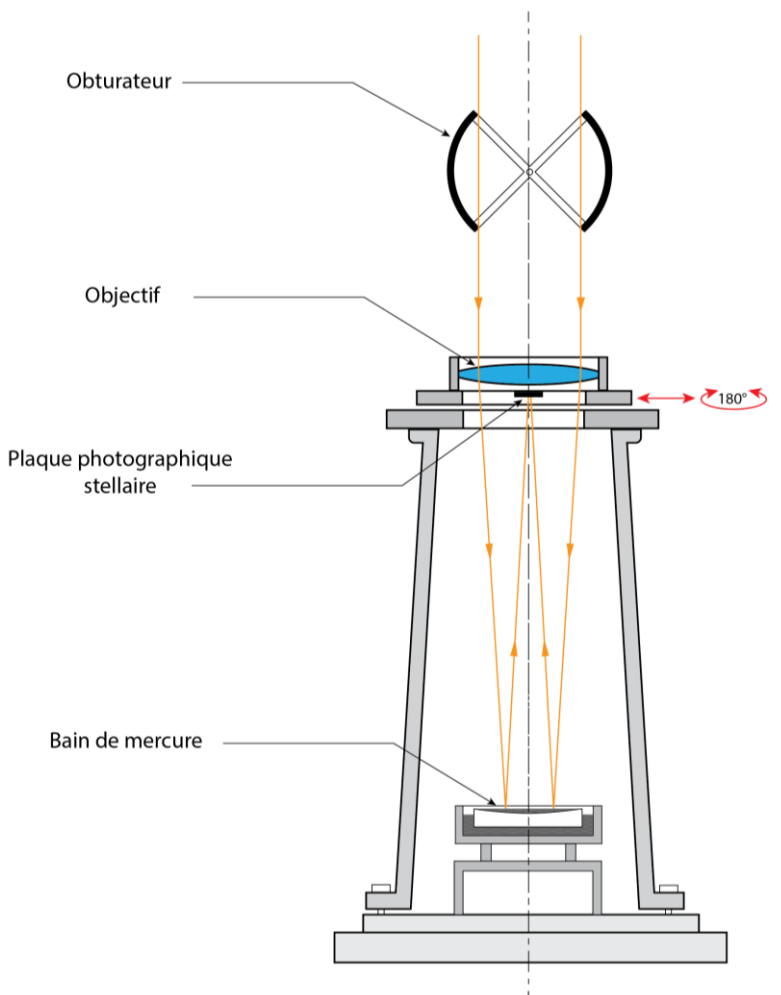
©DAV



©MIH

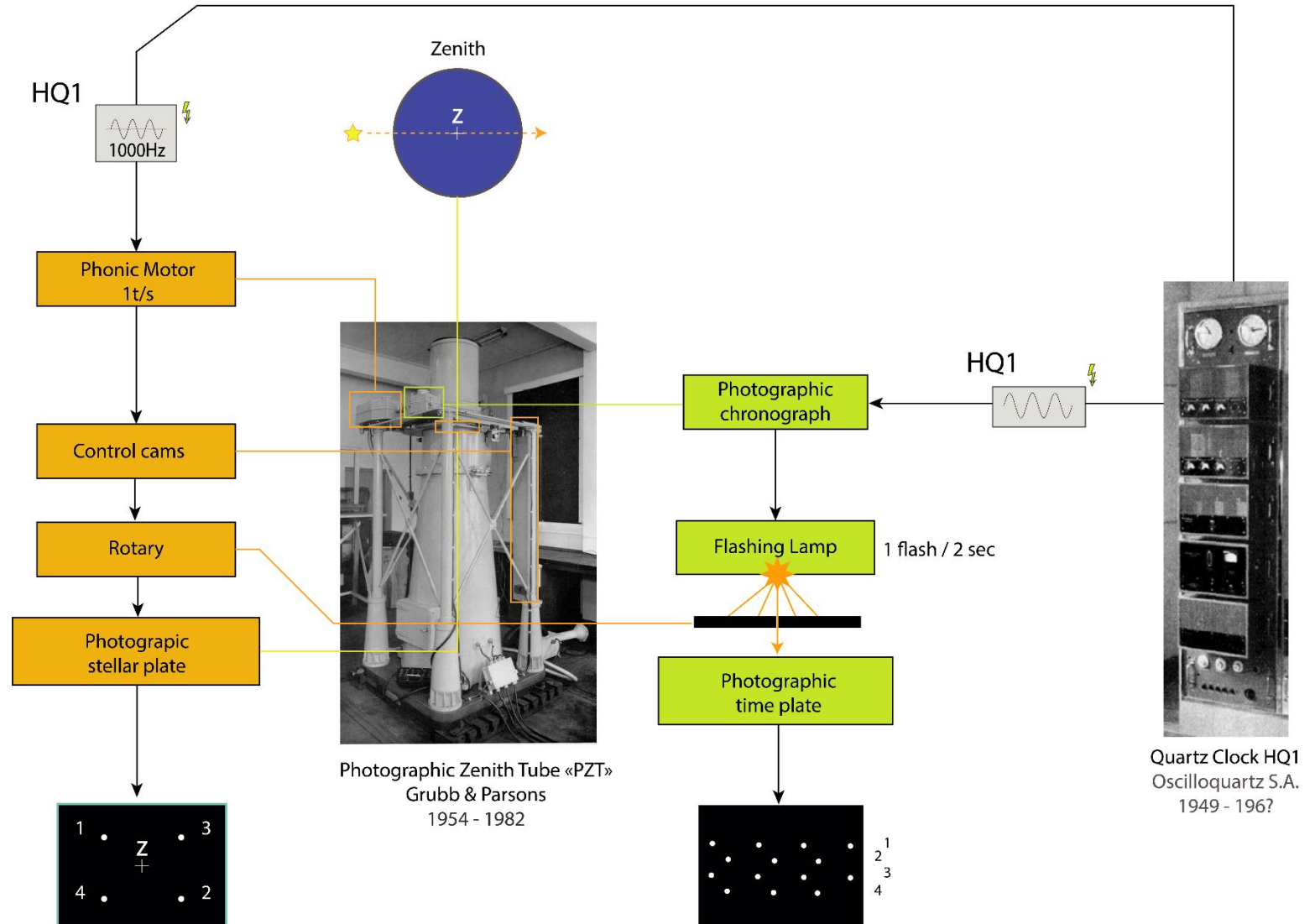


FUNDAMENTAL PRINCIPLES OF A PZT





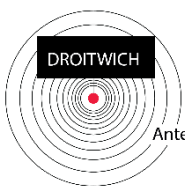
OPERATING CHAIN OF PZT TIME DETERMINATION



Comparaison avec les horloges à Quartz de Greenwich

GREENWICH

Emission d'une fréquence étalon depuis Droitwich comparé à Neuchâtel au même moment qu'à Greenwich. Cette opération permet de contrôler la différence entre l'heure de Neuchâtel et l'heure de Greenwich

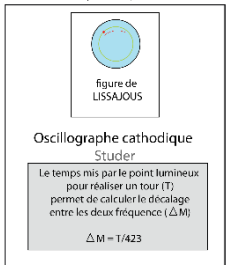


10h30 (Temps universel)

Antenne



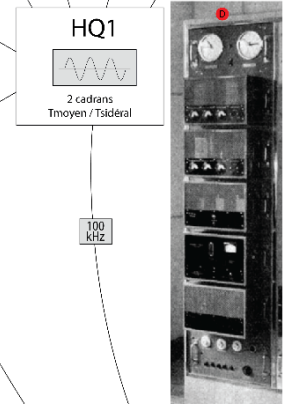
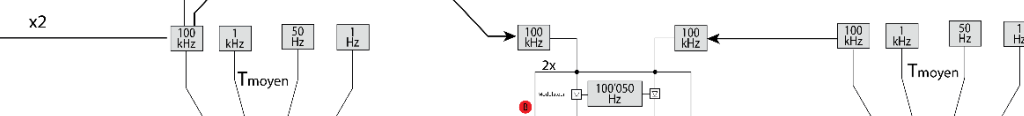
Oscilloscope Tektronix 515
Tektronix
1957-19?



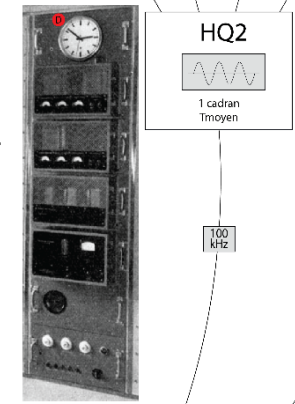
Récepteur-comparateur
Oscilloquartz S.A

Transmis par câble pour:
Institut de Physique L.S.R.H.
Département Oscilloquartz

Principe:
On retranche des deux fréquences à contrôler qui sont d'environ 100kHz la fréquence d'un oscillateur auxiliaire qui vaut environ 100'050Hz.
On obtient ainsi deux fréquences de 50Hz qui font tourner un moteur synchrone. Ces derniers agissent sur un différentiel qui transmet leur différence à un compteur de tours possédant 6 chiffres, le dernier correspondant à l cent millièmes de seconde.
Si l'on relève le compteur tous les jours à la même heure, la différence de deux lectures consécutives donne la marche journalière relative d'une des horloges par rapport à l'autre.

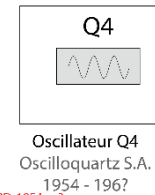


Horloge à quartz HQ1
Oscilloquartz S.A.
1949 - 1967

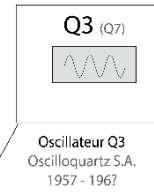


Horloge à quartz HQ2
Oscilloquartz S.A.
1950 - 1967

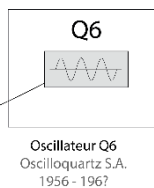
Comparateur double de fréquence
Oscilloquartz S.A
1951



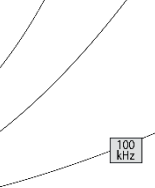
Oscillateur Q4
Oscilloquartz S.A.
1954 - 1967
RD, 1954, p.3



Oscillateur Q3 (Q7)
Oscilloquartz S.A.
1957 - 1967



Oscillateur Q6
Oscilloquartz S.A.
1956 - 1967



Oscillateur Q5
Oscilloquartz S.A.
1954 - 1967

HQLSRH



L.S.R.H.



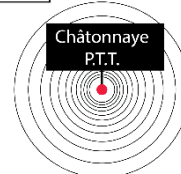
HQLSRH

2 Tableaux de commutation qui permettent, grâce à des jack, de brancher la fréquence de n'importe quel oscillateur avec n'importe quel autre ou par rapport à la fréquence de Droitwich sur les comparateurs



2 tableaux de commutation
Oscilloquartz S.A
RD, 1954, p.3

HQCh



Châtonnaye
P.T.T.

Retransmission des ondes américaines WWV ?
RD, 1950, p.5

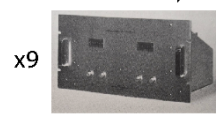
Antenne

R

Récepteur pour ondes ultra-courtes (O.U.C.)
HASLER S.A.



HQc



Comparateur double de fréquence
Oscilloquartz S.A
1949- ?
RD, 1954, p.3
RD, 1952, p.3



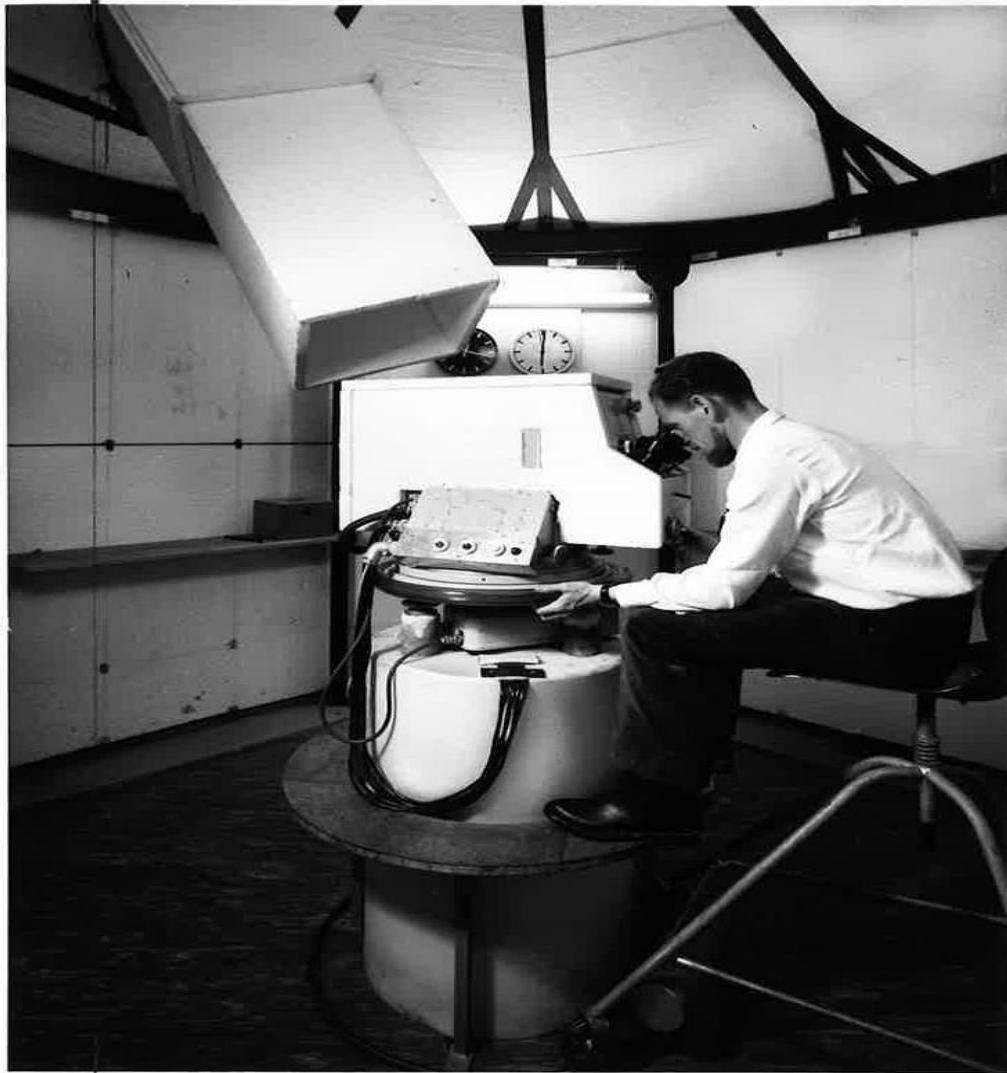
Diviseurs décadiques à impulsion
Oscilloquartz S.A
1957 - ?
RD, 1957, p.9

trop chères. La solution suivante, assurant la sécurité par la diversification a été adoptée: quatre horloges (Q₁, Q₂, Q₃ et Q₄) seront alimentées par des vibreurs individuels et équipées de diviseurs décadiques, permettant la mesure de l'état de l'horloge à la microseconde indépendamment des comparateurs de fréquence. Ces installations seront réalisées au cours de 1956.

Time conservation In 1958



Astrolabe Danjon





Calculation of reductions - EPUL's computing center.



© Catalog of Stantec Zebra, 1961.

Stantec Zebra



IBM 7040

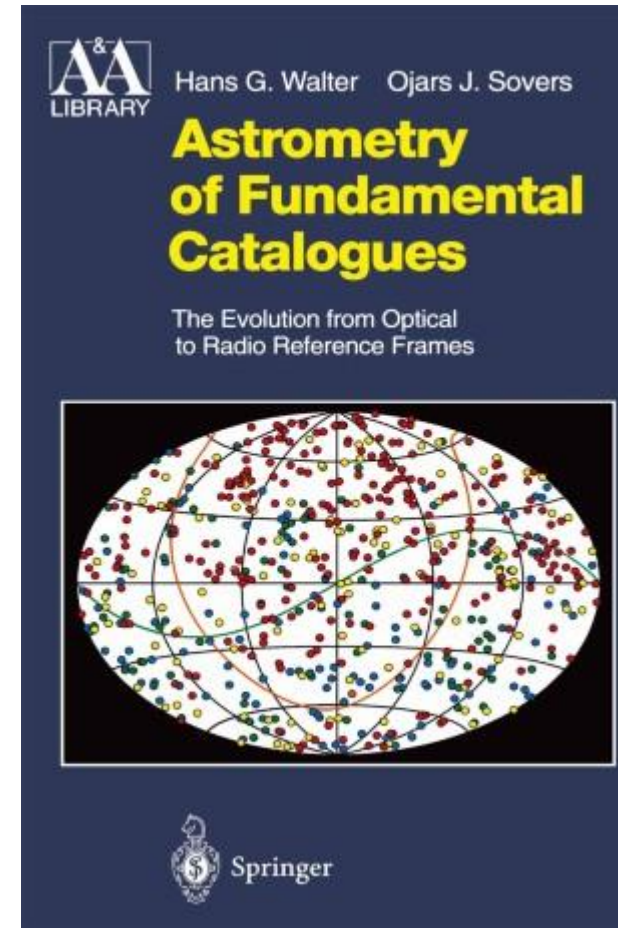


Catalog in Bruxelles, RechenInstitut



https://fr.wikipedia.org/wiki/Astronomisches_Rechen-Institut

Astronomisches Rechen-Institut of Heidelberg

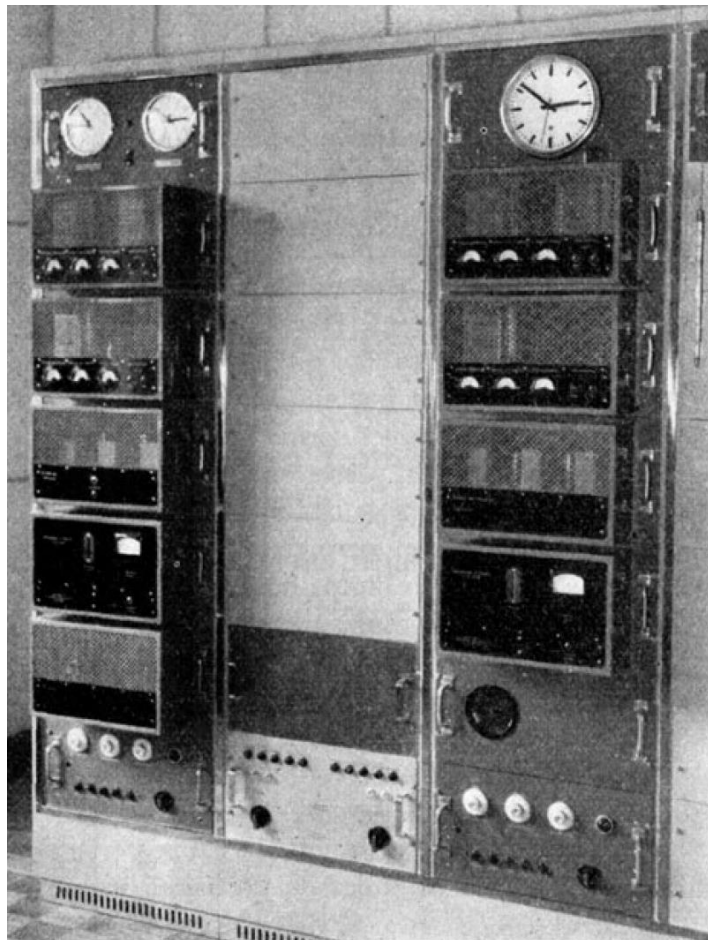


The Conventional Fundamental Catalogue FK5

© The Conventional Fundamental Catalogue FK5

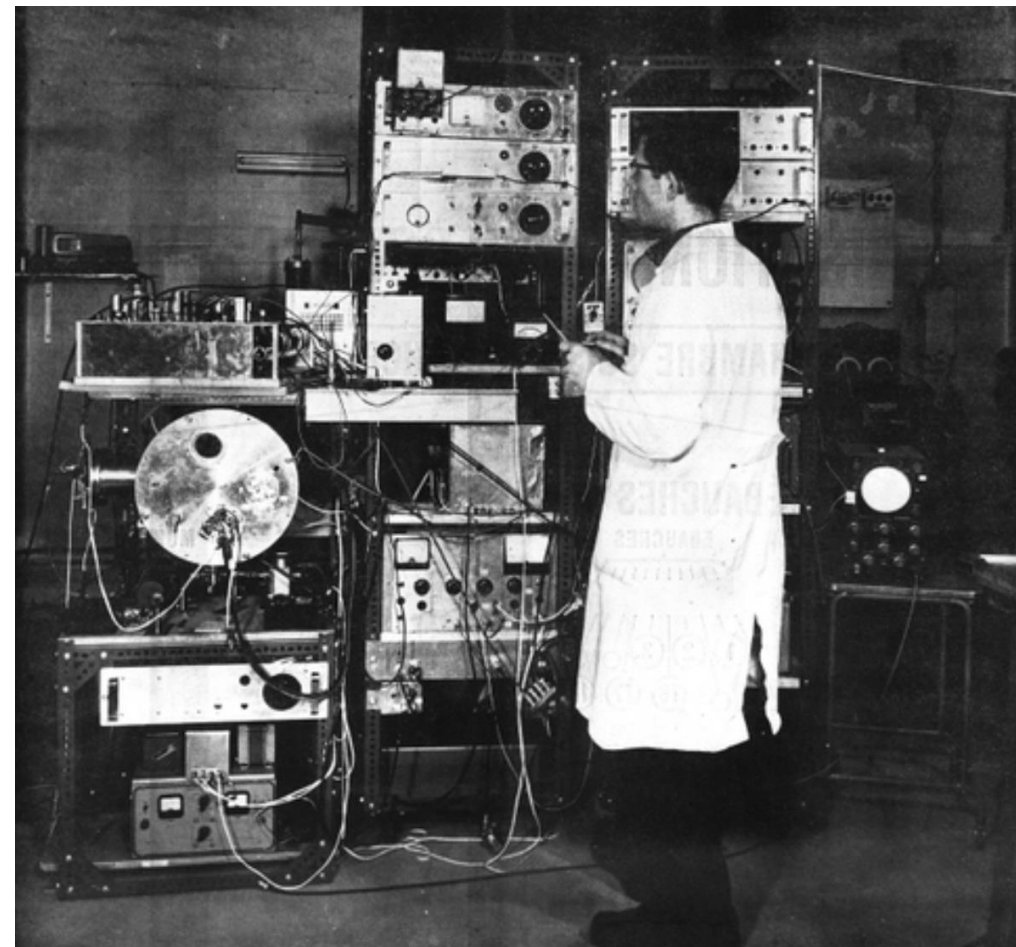


FROM EARTH TO CAESIUM: NEW STANDARD FOR THE SECOND IN 1967



Quartz clocks Q1 et Q2
1949

Edmond Guyot, la conservation de l'heure avec les horloges à quartz, 1953.

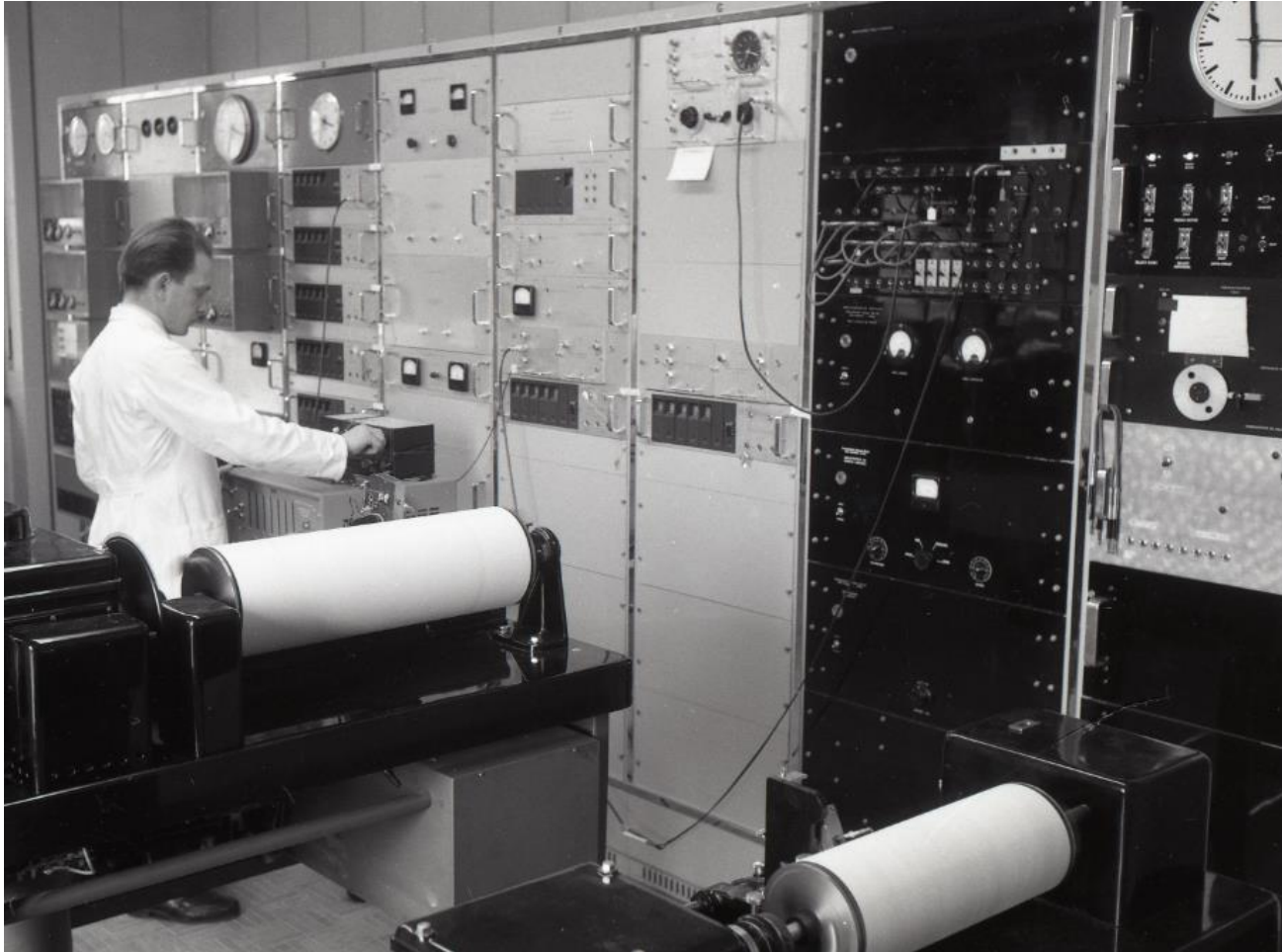


Atomic clock
1963

La Gazette technique, industrielle et scientifique, 12
décembre 1963.



FROM THE OBSERVATORY TO THE LABORATORY



Quartz clocks room in 1961. Source: FP-NEG-2858-21



Quartz clocks room in 1961. Source: FP-NEG-2859-16



FROM THE OBSERVATORY TO THE LABORATORY



L'Observatoire cantonal neuchâtelois, 1858-1912 : souvenir de son cinquantième et de l'inauguration du Pavillon Hirsch Département de l'instruction publique.

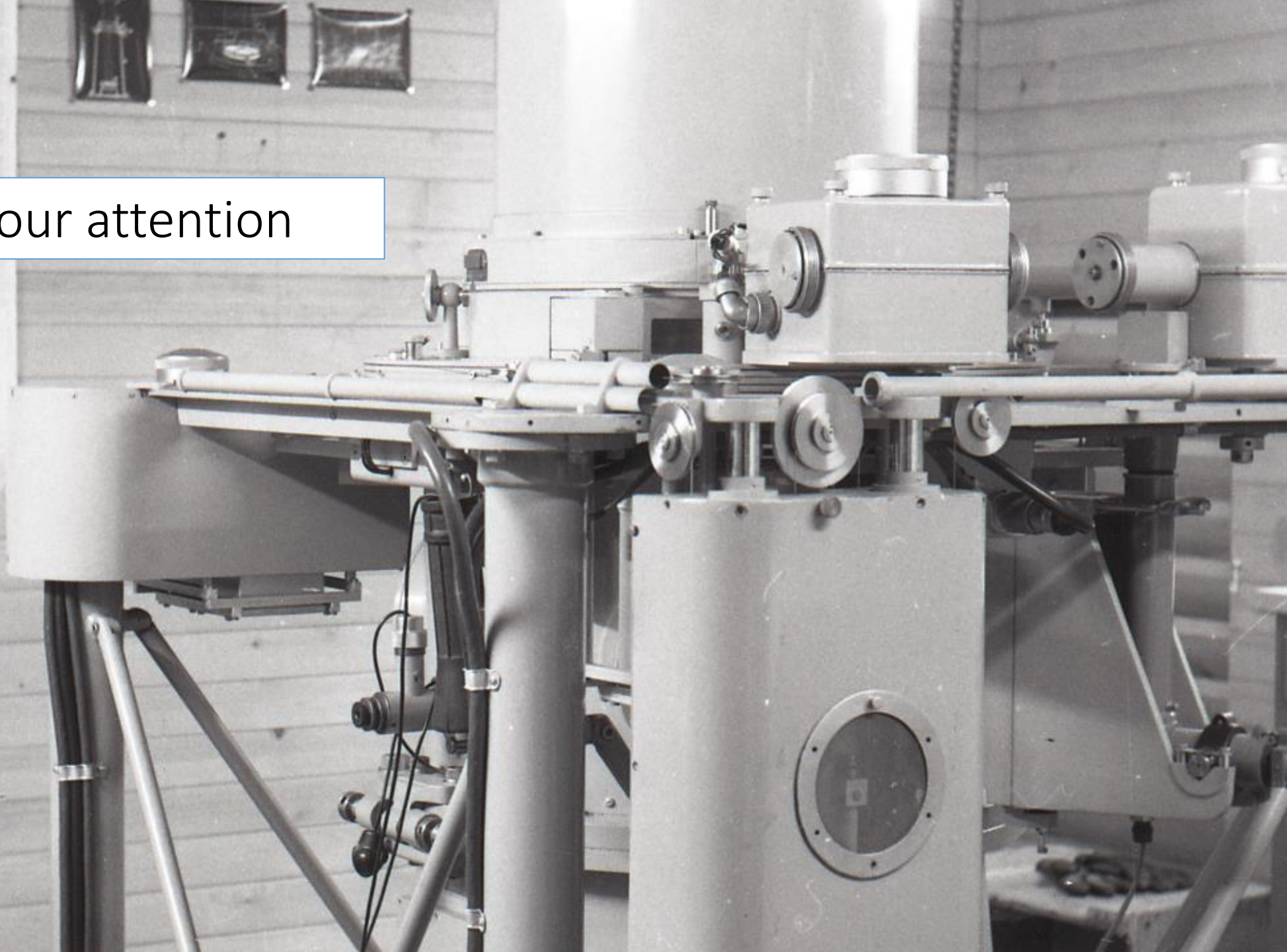


Latitude Network - Mizusawa



<https://www.miz.nao.ac.jp/kimura/c/description/art>
icle-01

Thanks for your attention





Bibliography

- Ambronn Leopold. Handbuch der astronomischen Instrumentenkunde. Eine Beschreibung der bei astronomischen Beobachtungen benutzten Instrumente sowie Erläuterung der ihrem Bau, ihrer Anwendung und Aufstellung zu Grunde liegenden Principien. Bd. 2. Berlin : Springer, 1899
- Archives de l'État de Neuchâtel (AEN), fonds 1EP-364.
- Aubin David, Charlotte Bigg und Otto Sibum, *The Heavens on Earth. Observatoire and Astronomy in Nineteenth-century Science and Culture*, Durham and London: Duke University Press, 2010.
- Blaser, J.P., *Comparaison de la lunette zénithale photographique et de l'astrolabe Danjon dans le cadre de la réorganisation du service international des latitudes. Congrès de l'U.G.G. I. Helsinki. 1961.*
- Brooks Randall C., « Development of Micrometers in the Seventeenth, Eighteenth and Nineteenth Centuries », *Journal of History of Astronomy*, 22(2), 1991, pp.127-173.
- Canales Jimena, *A tenth of a second: A history*, Chicago: University of Chicago Press, 2011.
- Chapman Allan, *Dividing the Circle: The Development of Critical Angular Measurement in Astronomy, 1500-1850*, Chichester Etc.: J. Wiley: Praxis, 1995.
- Edgerton David, *The Shock of the Old: Technology and Global History Since 1900*, Oxford : Oxford University Press, 2006.
- George Biddell Airy, « description of the reflex zenith tube of the royal observatory, Greenwich », *Greenwich Observations*, Appendix I, 1854, III-XVIII.
- Gressot Julien et Romain Jeanneret, «The Photographic Zenith Tube (PZT) of the Neuchâtel Observatory (1954-1982) between improvement and paradigmatic break of time determination», *SISFA - International on-line workshop "Observing, sensing, detecting Toward a multi-layered picture of the Universe from historical and epistemological perspectives*, 4th February 2021.
- Gressot Julien et Romain Jeanneret, «Determining the right time, or the establishment of a culture of astronomical precision at Neuchâtel Observatory in the mid-nineteenth century », *Journal for the history of astronomy* [accepted], 2022.
- Guyot Edmond. *Rapport sur le projet de l'achat d'une lunette zénithale photographique pour l'Observatoire de Neuchâtel. Annexe 1. 02 décembre 1947.*



Bibliography

- Hirsch Adolphe, « Expériences chronoscopiques sur la vitesse des différentes sensations et de la transmission nerveuse, In : Bulletin de la Société des Sciences Naturelles de Neuchâtel, tome 6, pp.100-114.
- King Henry C. und Harold Spencer Jones, The history of the telescope, London: C. Griffin, 1955.
- Le Guet-Tully Françoise et Jean Davoigneau, « L'inventaire et le patrimoine de l'astronomie : l'exemple des cercles méridiens et de leurs abris », in : In Situ, 6, 2005, pp.1-52.
- Malcolm M. Thomson, «The Calgary photographic zenith tube (P.Z.T.)», The journal of the royal astronomical society of Canada, vol.62, n°5, 1968, 205-213.
- Rapports de directeur de l'Observatoire cantonal de Neuchâtel (conservés aux AEN).
- Satterwhaite Gilbert E, « Airy's zenith telescopes and «the birth-star of modern astronomy», Journal of Astronomical History and Heritage, 6(1), 2003, 13-26.
- Schaffer Simon, « Astronomer mark time: discipline and the personal equation », In: Science in Context, 2, 1, 1988, pp. 115-145.
- Schuler Walter, Étude théorique et expérimentale de la lunette zénithale photographique (PZT) de Neuchâtel, Genève : Édition Médecine & hygiène, 1967.
- Dick Steven J.(ed.), Sky with ocean joined : proceedings of the sesquicentennial symposia of the U.S. Naval Observatory, Washington: U.S. naval observatory, 1983.
- Wise M. Norton, The values of precision, Princeton: Princeton University Press, 1995.