

Bourgogne-Franche-Comté, Doubs
Besançon
la Bouloie
34, 36, 41 à 43 avenue de l' Observatoire
observatoire

générateur d'ondes (étalon de fréquence atomique) et horloge atomique Hewlett-Packard 5061A

Références du dossier

Numéro de dossier : IM25001944
Date de l'enquête initiale : 2001
Date(s) de rédaction : 2008
Cadre de l'étude : recensement du patrimoine astronomique
Degré d'étude : étudié

Désignation

Dénomination : générateur d'ondes, horloge, instrument de préparation
Précision sur la dénomination : étalon de fréquence atomique ; horloge atomique

Compléments de localisation

Historique

Cette horloge atomique a été fabriquée en 1971 par la société Hewlett-Packard. Créée en 1939 à Palo Alto (Californie, USA) par deux ingénieurs en électronique, William Hewlett (1913-2001) et David Packard (1912-1996), celle-ci s'est fait connaître dans ce domaine en 1964 avec son horloge atomique à jet de césium HP 5060A. Reprenant un principe imaginé par Harold Lyons à la fin des années 1940, la première horloge atomique utilisant le césium est réalisée en 1955 par Louis Essen (1908-1997). Le degré de précision de ce type d'appareil conduit en 1967 à la création du Temps atomique international (TAI), basé sur une nouvelle définition de la seconde qui est "la durée de 9 192 631 770 périodes de la radiation correspondant à la transition entre les deux niveaux hyperfins de l'état fondamental de l'atome de césium 133". Deux ans plus tard, l'observatoire de Besançon se dote de sa première horloge atomique. Celle étudiée a été installée en juin 1971. Après sa désaffectation, elle a été déposée en 1998 au Musée du Temps, qui l'a démontée afin d'en exposer l'enceinte du jet de césium.

Période(s) principale(s) : 3e quart 20e siècle ()
Dates : 1971 (daté par source)
Auteur(s) de l'oeuvre : Hewlett-Packard (fabricant)
Lieu d'exécution : Etats-Unis, Californie, Palo Alto

Description

Sur l'enceinte thermostatée du système à jet de césium 133, métallique, sont fixés un générateur et deux séries de câbles. L'appareil complet se présentait sous la forme d'un module (rack) avec en façade une horloge à cadran circulaire sur 24 heures (mouvement Patek), trois voyants lumineux et quatre prises coaxiales (plus, à droite de l'horloge, un tableau de commande masqué par un cache). Il fournissait trois fréquences de sortie : 5 mHz, 1 mHz et 100 kHz (sous deux forme : signal sinusoïdal et signal destiné au pilotage d'une horloge).

Éléments descriptifs

Catégorie(s) technique(s) : astronomie
Éléments structurels, forme, fonctionnement : fonctions combinées ; , instrument spécialisé

Matériaux : métal

Mesures :

Dimensions hors tout de l'enceinte : h = 20, la = 42,3, pr = 12, d = 14, pds = 8,9. Dimensions de l'appareil complet : l = 42,5, la = 46,5, h = 22, pds = 33,3.

Inscriptions & marques : inscription concernant le fabricant (imprimé, sur étiquette), inscription concernant le lieu d'exécution (imprimé, sur étiquette), logotype (imprimé, sur étiquette), plaque signalétique (imprimé, sur étiquette)

Précisions et transcriptions :

Plaque : [logotype HP : lettres h p dans un cercle en réserve sur un rectangle] 05061-6101 Cesium Beam Tube / High performance / Hewlett-Packard / Serial n° 1928A02267 [...]

État de conservation

œuvre incomplète , hors état de marche

L'horloge atomique a été démontée afin de n'exposer que l'enceinte du jet de césium.

Statut, intérêt et protection

Cet appareil est un jalon dans l'ensemble des instruments de la "chaîne du temps" identifiée à l'observatoire de Besançon.

Intérêt de l'œuvre : à signaler

Statut de la propriété : propriété de l'État

Références documentaires

Documents d'archive

- **Cesium Beam Frequency Standard 5061A. Operating and service manual, 1968**
Cesium Beam Frequency Standard 5061A. Operating and service manual. - Palo Alto : Hewlett-Packard, 1968.
Pagination multiple : ill. - pl. dépl. h.t. ; 28 cm.
Musée du Temps, Besançon

Documents figurés

- **[L'horloge atomique Hewlett-Packard 5061A], 1968.**
[L'horloge atomique Hewlett-Packard 5061A], photographie, s.n., 1968. Publiées dans : *Cesium Beam Frequency Standard 5061A* [...] - Palo Alto : Hewlett-Packard, 1968.
Musée du Temps, Besançon
- **[Intérieur d'une horloge atomique montrant le tube à jet de césium], 1986**
[Intérieur d'une horloge atomique montrant le tube à jet de césium], photographie imprimée, s.n., 1986.
Publiée dans : *5031B Cesium Beam Frequency Standard. Operating information.* - [Santa-Clara] : [Hewlett-Packard], 1986, p. 3-3. Document accessible sur internet à l'adresse : http://www.cs.cmu.edu/~dga/time/5061/5061B_ops.pdf
- **[Vues extérieure et intérieure d'une horloge atomique HP 5061A], 2005**
[Vues extérieure et intérieure d'une horloge atomique HP 5061A], photographie, 2005. Images accessibles sur internet à l'adresse : http://fr.wikipedia.org/wiki/Horloge_atomique

Bibliographie

- **Davoigneau, Jean ; Le Guet Tully, Françoise ; Poupard, Laurent ; Vernotte, François. L'Observatoire de Besançon : les étoiles au service du temps, 2009**

Davoigneau, Jean ; Le Guet Tully, Françoise ; Poupard, Laurent ; Vernotte, François. *L'Observatoire de Besançon : les étoiles au service du temps* / fotogr. Jérôme Mongreville avec la collab. d'Yves Sancey ; cartogr. André Céréza. - Lyon : Lieux Dits, 2009. 80 p. : ill. ; 22 cm. (Parcours du patrimoine ; 349)
p. 25, 77

- **Vernotte, François. Les échelles de temps modernes, 1999**

Vernotte, François. *Les échelles de temps modernes*. - [Besançon] : [Observatoire de Besançon], 1999, p. 4-5 : ill.

ocument accessible sur internet à l'adresse : http://perso.utinam.cnrs.fr/~vernotte/echelles_de_temps.pdf

Multimedia

- **David Packard, 2011**

David Packard. - 2011. Document accessible en ligne sur Wikipédia à l'adresse : https://fr.wikipedia.org/wiki/David_Packard (Consultation : mai 2011)

- **Hewlett-Packard, 2011**

Hewlett-Packard. - 2011. Document accessible en ligne sur Wikipédia à l'adresse : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Hewlett-Packard> (Consultation : mai 2011)

- **Louis Essen, 2011**

Louis Essen. - 2011. Document accessible en ligne sur la version anglaise de Wikipédia à l'adresse : https://en.wikipedia.org/wiki/Louis_Essen (Consultation : mai 2011)

- **William Hewlett, 2011**

William Hewlett. - 2011. Document accessible en ligne sur Wikipédia à l'adresse : https://fr.wikipedia.org/wiki/William_Hewlett (Consultation : mai 2011)

Liens web

- Voir le dossier initial numérisé : <https://patrimoine.bourgognefranchecomte.fr/gtrudov/IM25001944/index.htm>
- Hewlett-Packard : hp.com

Annexe 1

Plaques signalétiques (HP Cesium Beam Tube)

Transcription :

[logotype HP] 05061-6101 Cesium Beam Tube / High performance / Hewlett-Packard / Serial n° 1928A02267 // Cesium oven / Temp. 117 °C / Thermistor 440 Ohms // Oven controller / Resistors / A11R11 4.64 K Ohms / A11R12 82.5 K Ohms // Electron multiplier voltage -1535 DC / Line width 358 Hz

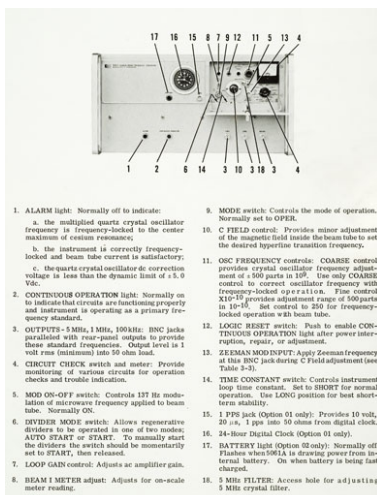
Cesium Beam Tube / Notice : this cylinder contains between 0,5 and 5 grams of cesium, not radioactive. Do not open. No serviceable parts inside. / Part number : 05083-61030 / Serial number : 1928A02267 / Return to : Hewlett Packard 5301 Stevens Creek Blvd. Santa Clara, CA 95050 U.S.A. / Mfd. by Hewlett Packard Made in U.S.A. 5080-0063

Illustrations



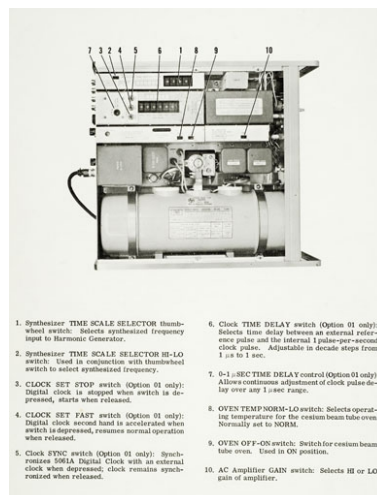
[L'horloge atomique Hewlett-Packard 5061A : vue d'ensemble], 1968.

Phot. Jérôme Mongreville
 IVR43_20112501107NUC4A



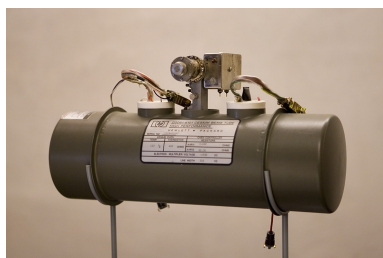
1. ALARM light: Normally off to indicate:
 - a. the multiplied quartz crystal oscillator frequency is frequency-locked to the center maximum of cesium resonance;
 - b. the instrument is correctly frequency-locked and beam tube current is satisfactory;
 - c. the quartz crystal oscillator de correction voltage is less than the dynamic limit of ± 5.0 Vdc.
2. CONTINUOUS OPERATION light: Normally on to indicate that circuits are functioning properly and instrument is operating as a primary frequency standard.
3. OUTPUTS - 5 MHz, 1 MHz, 100 kHz: BNC jacks parallel with rear-panel outputs to provide these standard frequencies. Output level is 1 volt rms (maximum) into 50 ohm load.
4. CIRCUIT CHECK switch and meter: Provide monitoring of various circuits for operation checks and trouble indication.
5. MOD ON-OFF switch: Controls 137 Hz modulation of microwave frequency applied to beam tube. Normally ON.
6. OVEN MODE switch: Allows regenerative dividers to be operated in one of two modes: AUTO START or START. To manually start the dividers the switch should be momentarily set to START, then released.
7. LOOP GAIN control: Adjusts at amplifier gain.
8. BEAM 1 METER adjust: Adjusts for on-scale meter reading.
9. MODE switch: Controls the mode of operation. Normally set to OPER.
10. C FIELD control: Provides minor adjustment of the magnetic field inside the beam tube to set the desired hyperfine transition frequency.
11. OSC FREQUENCY controls: COARSE control provides crystal oscillator frequency adjustment of 500 parts in 10^6 . Use only COARSE control to correct oscillator frequency with frequency-locked operation. Fine control X10-10 provides adjustment range of 500 parts in 10^{-10} , but control is BNC for frequency-locked operation with beam tube.
12. LOGIC RESET switch: Push to enable CONTINUOUS OPERATION light after power interruption, repair, or adjustment.
13. ZEEMAN MOD INPUT: Apply Zeeman frequency at the BNC jack during C field adjustment (see Table 3-3).
14. TIME CONSTANT switch: Controls instrument loop time constant. Set to HIRET for normal operation. Use LONG position for best short-term stability.
15. 1 PPS jack (Option 01 only): Provides 10 volt, 20 μ s, 1 pps into 50 ohms from digital clock.
16. 24-Hour Digital Clock (Option 01 only).
17. BATTERY light (Option 02 only): Normally off. Flashes when 5061A is drawing power from internal battery. On when battery is being fast charged.
18. 5 MHz FILTER: Access hole for adjusting 5 MHz crystal filter.

[L'horloge atomique Hewlett-Packard 5061A : identification des éléments en façade], 1968.
 Phot. Jérôme Mongreville
 IVR43_20112501108NUC4A



1. Synthesizer TIME SCALE SELECTOR thumb-wheel switch: Selects synthesized frequency input to Harmonic Generator.
2. Synthesizer TIME SCALE SELECTOR HI-LO switch: Used in conjunction with thumb-wheel switch to select synthesized frequency.
3. CLOCK SET STOP switch (Option 01 only): Digital clock is stopped when switch is depressed, starts when released.
4. CLOCK SET FAST switch (Option 01 only): Digital clock second hand is accelerated when switch is depressed, resumes normal operation when released.
5. Clock SYNC switch (Option 01 only): Synchronizes 5061A Digital Clock with an external clock when depressed; clock remains synchronized when released.
6. Clock TIME DELAY switch (Option 01 only): Selects time delay between an external reference pulse and the internal 1 pulse-per-second clock pulse. Adjustable in decade steps from 1 μ s to 1 sec.
7. 0-1-SEC TIME DELAY control (Option 01 only): Allows continuous adjustment of clock pulse delay over any 1-sec range.
8. OVEN TEMP/NORM-LO switch: Selects operating temperature for the cesium beam tube oven. Used in ON position. Normally set to NORM.
9. OVEN OFF-ON switch: Switch for cesium beam tube oven. Used in ON position.
10. AC Amplifier GAIN switch: Selects HI or LO gain of amplifier.

[L'horloge atomique Hewlett-Packard 5061A : côté gauche, capot ôté], 1968.
 Phot. Jérôme Mongreville
 IVR43_20112501109NUC4A



Vue d'ensemble.
 Phot. Yves Sancey
 IVR43_20082500167NUC2A

Dossiers liés

Édifice : observatoire (IA25000379) Bourgogne-Franche-Comté, Doubs, Besançon, la Bouloie, 34, 36, 41 à 43 avenue de l' Observatoire

Dossiers de synthèse :

la chaîne du temps de l'observatoire de Besançon (IM25001977) Bourgogne-Franche-Comté, Doubs, Besançon, la Bouloie, 34, 36, 41 à 43 avenue de l' Observatoire

Oeuvre(s) contenue(s) :

Oeuvre(s) en rapport :

les instruments et le mobilier de l'observatoire (IM25001826) Bourgogne-Franche-Comté, Doubs, Besançon, la Bouloie, 34, 36, 41 à 43 avenue de l' Observatoire

Auteur(s) du dossier : Françoise Le Guet Tully, Anthony Turner, Delphine Issenmann, Jean Davoigneau, Laurent Poupard

Copyright(s) : (c) Région Bourgogne-Franche-Comté, Inventaire du patrimoine



[L'horloge atomique Hewlett-Packard 5061A : vue d'ensemble], 1968.

Référence du document reproduit :

- **[L'horloge atomique Hewlett-Packard 5061A], 1968.**
[L'horloge atomique Hewlett-Packard 5061A], photographie, s.n., 1968. Publiées dans : *Cesium Beam Frequency Standard 5061A* [...] - Palo Alto : Hewlett-Packard, 1968.
Musée du Temps, Besançon

IVR43_20112501107NUC4A

Auteur de l'illustration : Jérôme Mongreville

Date de prise de vue : 1968

(c) Région Bourgogne-Franche-Comté, Inventaire du patrimoine
reproduction soumise à autorisation du titulaire des droits d'exploitation



1. **ALARM light:** Normally off to indicate:
 - a. the multiplied quartz crystal oscillator frequency is frequency-locked to the center maximum of cesium resonance;
 - b. the instrument is correctly frequency-locked and beam tube current is satisfactory;
 - c. the quartz crystal oscillator dc correction voltage is less than the dynamic limit of ± 5.0 Vdc.
2. **CONTINUOUS OPERATION light:** Normally on to indicate that circuits are functioning properly and instrument is operating as a primary frequency standard.
3. **OUTPUTS - 5 MHz, 1 MHz, 100 kHz:** BNC jacks paralleled with rear-panel outputs to provide these standard frequencies. Output level is 1 volt rms (minimum) into 50 ohm load.
4. **CIRCUIT CHECK switch and meter:** Provide monitoring of various circuits for operation checks and trouble indication.
5. **MOD ON-OFF switch:** Controls 137 Hz modulation of microwave frequency applied to beam tube. Normally ON.
6. **DIVIDER MODE switch:** Allows regenerative dividers to be operated in one of two modes; AUTO START or START. To manually start the dividers the switch should be momentarily set to START, then released.
7. **LOOP GAIN control:** Adjusts ac amplifier gain.
8. **BEAM I METER adjust:** Adjusts for on-scale meter reading.
9. **MODE switch:** Controls the mode of operation. Normally set to OPER.
10. **C FIELD control:** Provides minor adjustment of the magnetic field inside the beam tube to set the desired hyperfine transition frequency.
11. **OSC FREQUENCY controls:** COARSE control provides crystal oscillator frequency adjustment of ± 500 parts in 10^9 . Use only COARSE control to correct oscillator frequency with frequency-locked operation. Fine control $\times 10^{-10}$ provides adjustment range of 500 parts in 10^{-10} . Set control to 250 for frequency-locked operation with beam tube.
12. **LOGIC RESET switch:** Push to enable CONTINUOUS OPERATION light after power interruption, repair, or adjustment.
13. **ZEEMAN MOD INPUT:** Apply Zeeman frequency at this BNC jack during C Field adjustment (see Table 3-3).
14. **TIME CONSTANT switch:** Controls instrument loop time constant. Set to SHORT for normal operation. Use LONG position for best short-term stability.
15. **1 PPS jack (Option 01 only):** Provides 10 volt, 20 μ s, 1 pps into 50 ohms from digital clock.
16. **24-Hour Digital Clock (Option 01 only).**
17. **BATTERY light (Option 02 only):** Normally off. Flashes when 5061A is drawing power from internal battery. On when battery is being fast charged.
18. **5 MHz FILTER:** Access hole for adjusting 5 MHz crystal filter.

[L'horloge atomique Hewlett-Packard 5061A : identification des éléments en façade], 1968.

Référence du document reproduit :

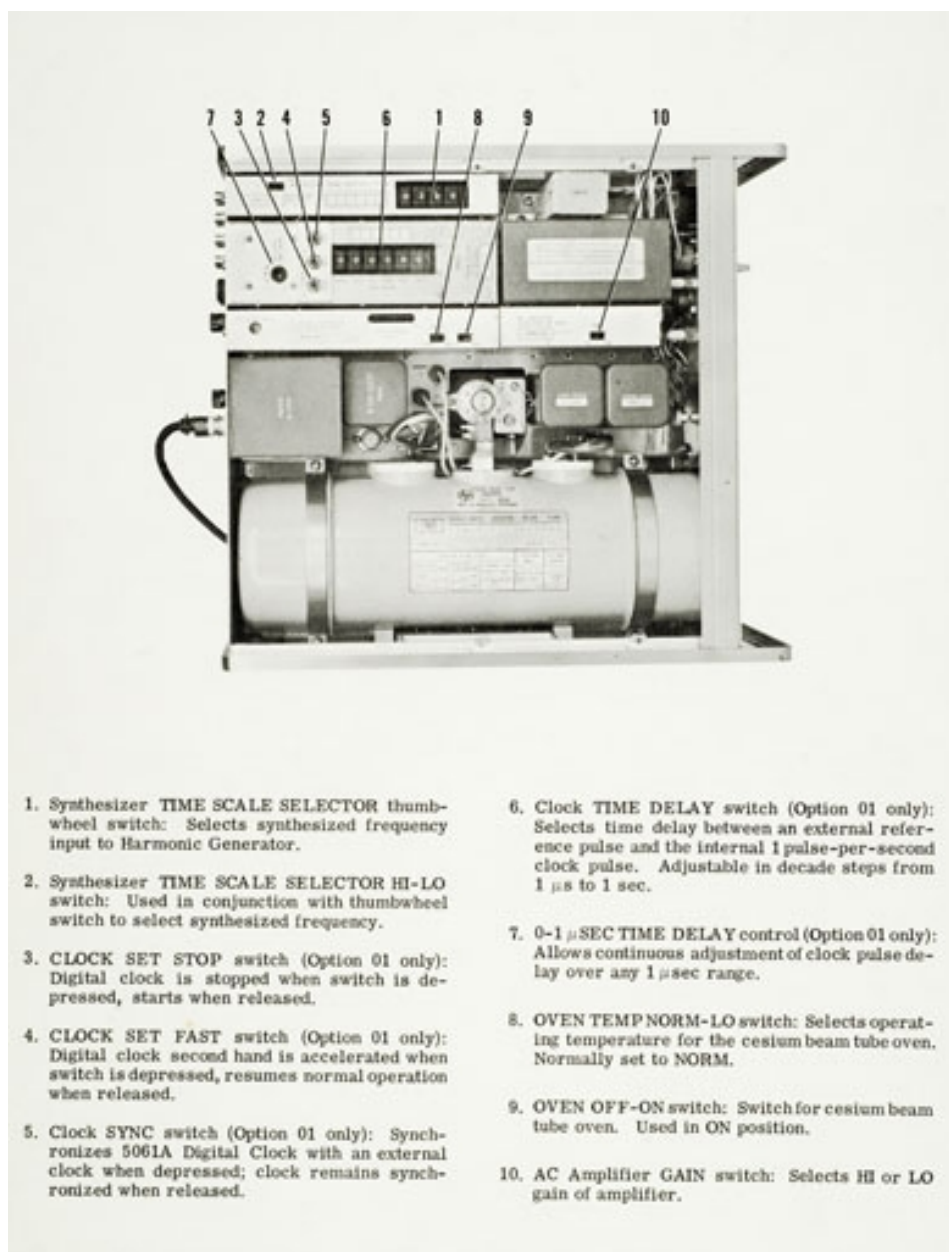
- **[L'horloge atomique Hewlett-Packard 5061A], 1968.**
[L'horloge atomique Hewlett-Packard 5061A], photographie, s.n., 1968. Publiées dans : *Cesium Beam Frequency Standard 5061A* [...] - Palo Alto : Hewlett-Packard, 1968.
Musée du Temps, Besançon

IVR43_20112501108NUC4A

Auteur de l'illustration : Jérôme Mongreville

Date de prise de vue : 1968

(c) Région Bourgogne-Franche-Comté, Inventaire du patrimoine
reproduction soumise à autorisation du titulaire des droits d'exploitation



[L'horloge atomique Hewlett-Packard 5061A : côté gauche, capot ôté], 1968.

Référence du document reproduit :

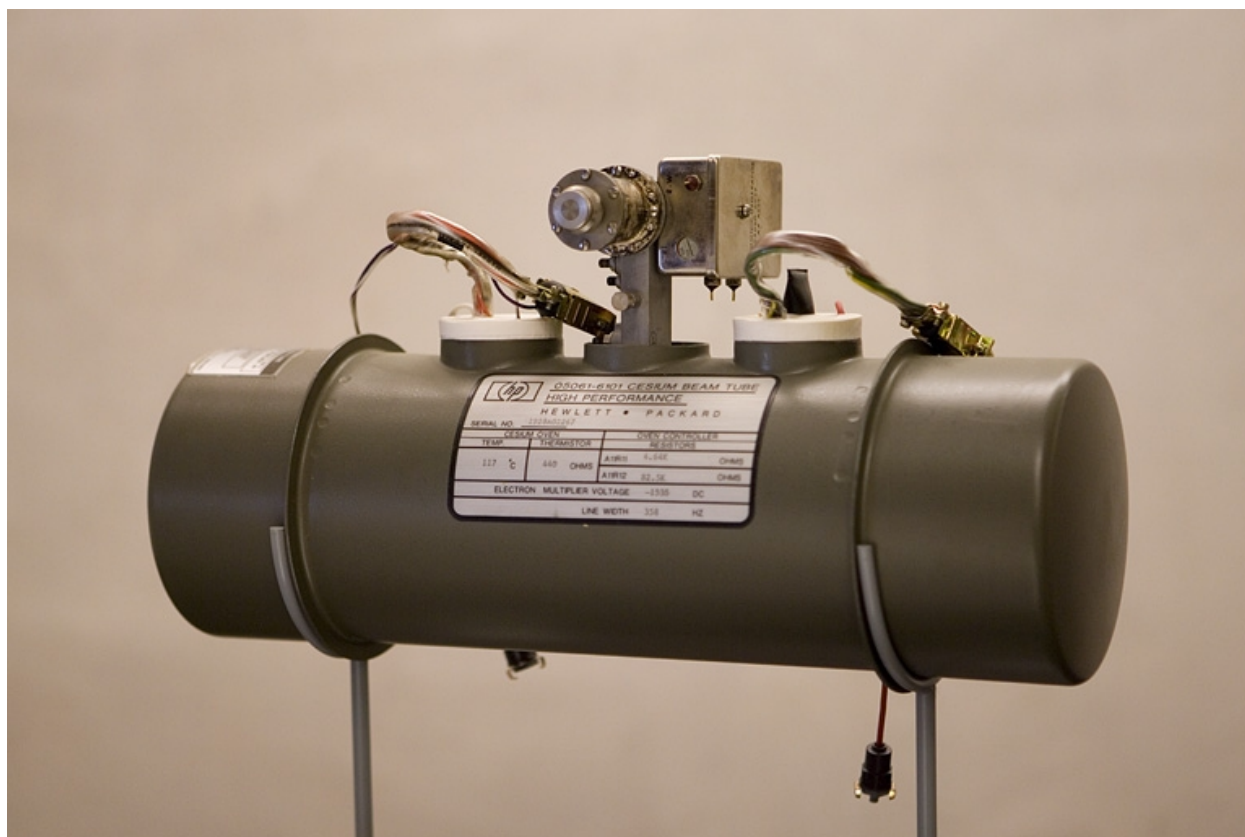
- **[L'horloge atomique Hewlett-Packard 5061A], 1968.**
[L'horloge atomique Hewlett-Packard 5061A], photographie, s.n., 1968. Publiées dans : *Cesium Beam Frequency Standard 5061A* [...] - Palo Alto : Hewlett-Packard, 1968.
Musée du Temps, Besançon

IVR43_20112501109NUC4A

Auteur de l'illustration : Jérôme Mongreville

Date de prise de vue : 1968

(c) Région Bourgogne-Franche-Comté, Inventaire du patrimoine
reproduction soumise à autorisation du titulaire des droits d'exploitation



Vue d'ensemble.

IVR43_20082500167NUC2A

Auteur de l'illustration : Yves Sancey

Date de prise de vue : 2008

(c) Région Bourgogne-Franche-Comté, Inventaire du patrimoine
reproduction soumise à autorisation du titulaire des droits d'exploitation