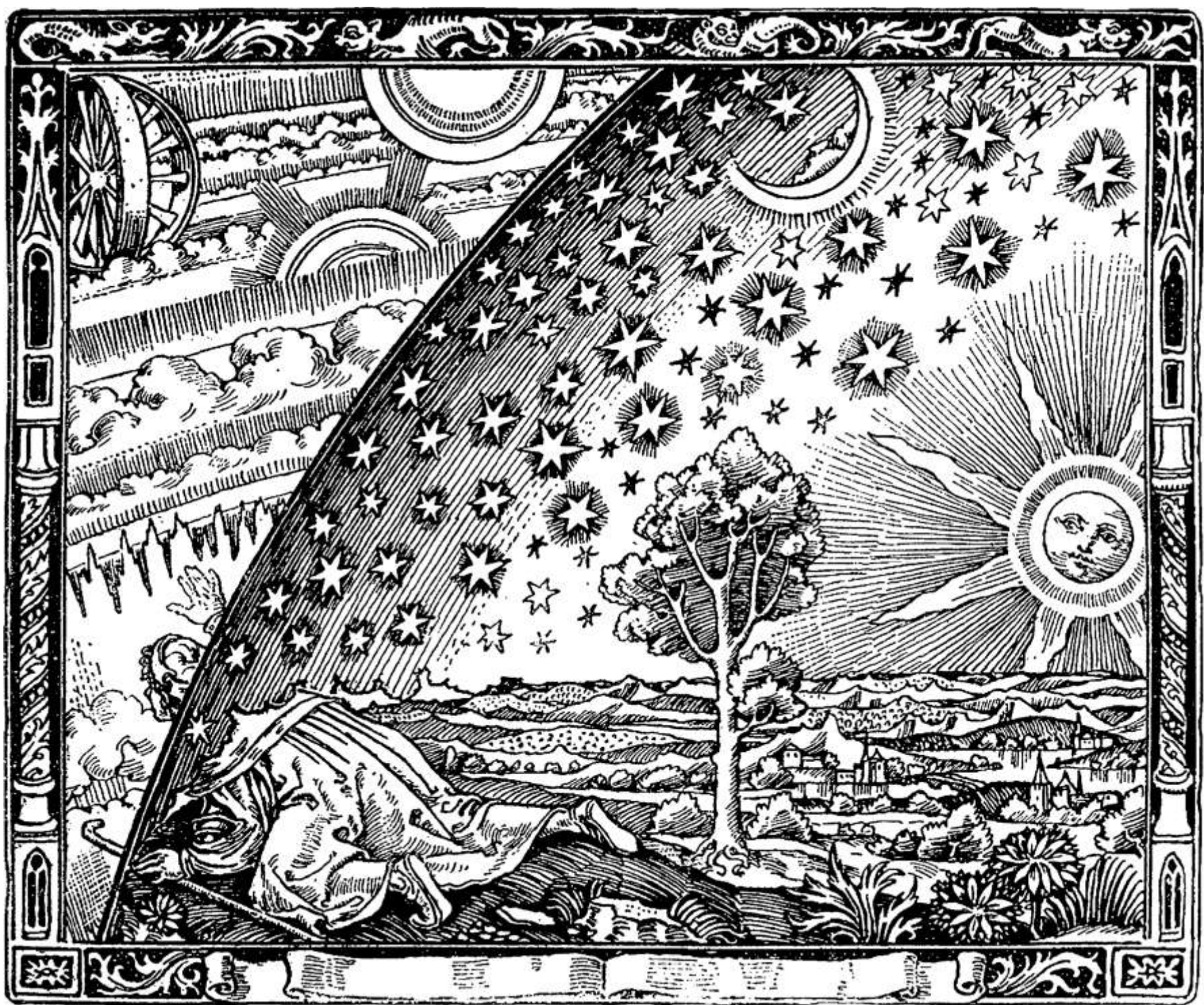


Focus Chart

For more film and photography related apps visit: www.distantblue.at



L'atmosphère: météorologie, 1888



Carte du Ciel

27. 7.2019

Hannu Määttänen

Hipparcus koosti 850 tähden luettelon 2200 vuotta sitten keskimäärin 20 kulmaminuutin tarkkuudella. Havaitti prekession.

Tyko Brahe pääsi kvadrantilla 15-35 kulmasekunnin tarkkuuteen 1600 luvulla.

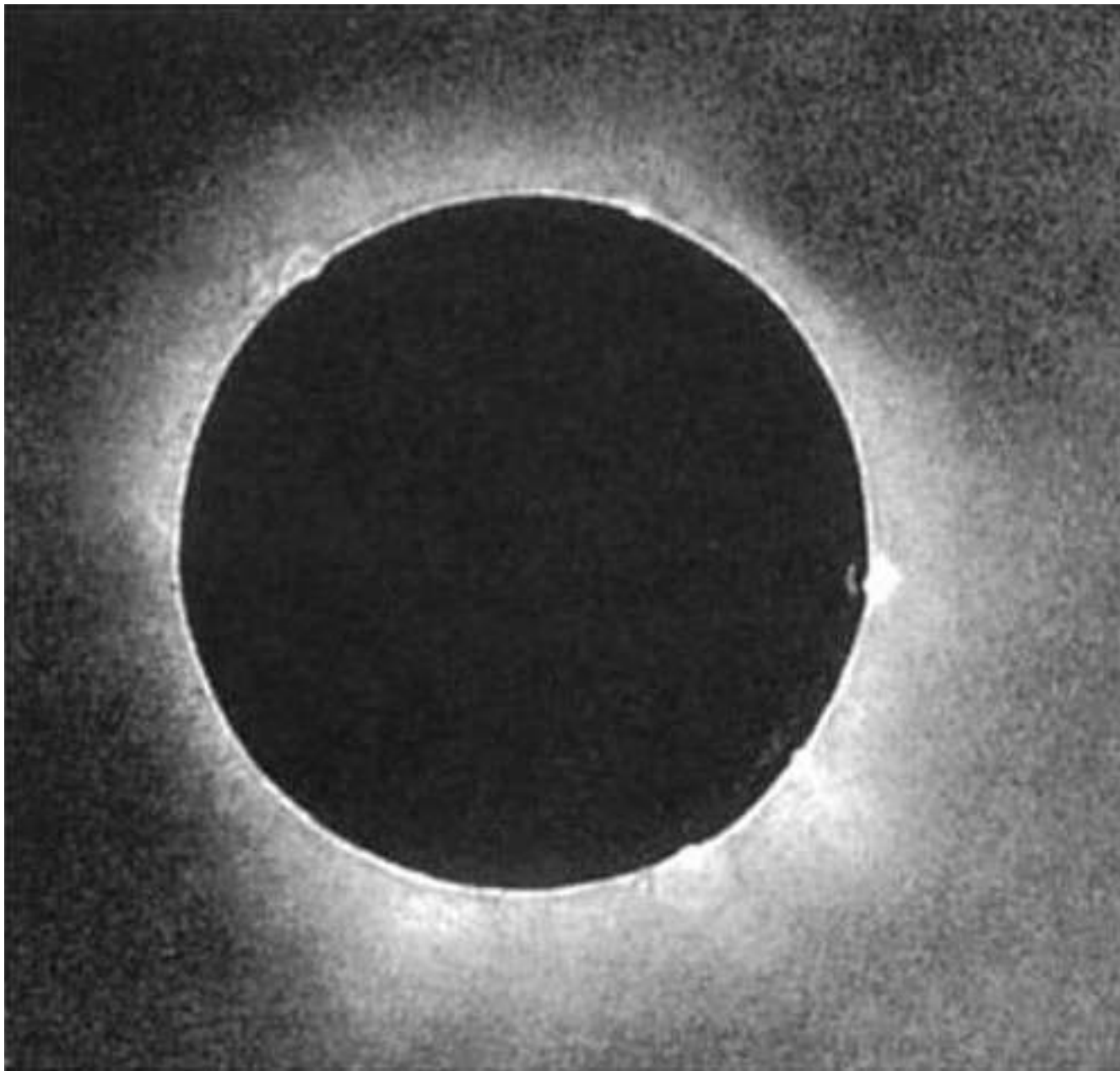
James Bradley yritti mitata tähden parallaksia onnistumatta 1729. Havaitti valon aberration ja nutaation.

Friedrich Bessel, modernin astrometria isä, havaitti ensimmäisenä tähden parallaksin. 0,3 kulmasekuntia tähdellä 61 Cygni vuonna 1838.



23 maaliskuuta,
1840, 20 minuutin
daguerreotypia
Kuusta 5 tuuman
peiliteleskoopilla

Dr. J. W. Draper, New York



Ensimmäisen daguerrotypiakuva täydellisestä auringonpimennyksestä 28. heinäkuuta 1851.

(1816 – 1902) Richard Leach Maddox



Kuivalevy 1879

1881 Eastman Dry Plate Company



JANUARY, 1888.

**THE EASTMAN
DRY PLATE AND FILM CO.**

(INCORPORATED 1884.)

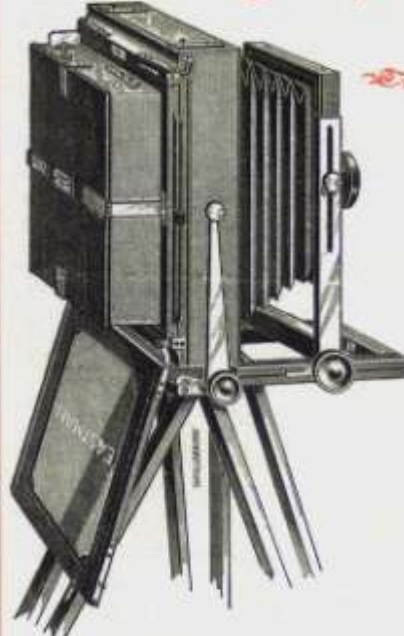
MANUFACTURERS OF

Photographic

Materials

AND

APPARATUS.



PROPRIETORS OF THE ONLY COMPLETE
SYSTEM OF FILM PHOTOGRAPHY.

—
PHOTOGRAPHY MADE EASY.
—

PATENTEES OF THE AMERICAN FILM AND
THE EASTMAN-WALKER ROLL-HOLDER.

Factory and Office, - ROCHESTER, N. Y.
Branch Office, 13 Soho Square, London.

Henry Draperin vuonna 1880 ottama ensimmäinen kuva Orionin sumusta.



Suuri komeetta 1882

Sir David Gill oli skotlantilainen tähtitieteilijä, joka vietti suuren osan urastaan Etelä-Afrikassa.

Näkymiä valokuvauksen mahdollisuuksiin antoi vuoden 1882 Suuri komeetta.

Gill tajusi kuivalevyn mahdollisuuden määrittää tähden paikka ja kirkkaus.





Vuoden 1882 suuri komeetta. Nov. 14, 1882 (Royal Observatory, Cape of Good Hope, South Africa).





Andrew Ainslie Common kuvasi Orionin sumua 1883 ja osoitti, että valokuva tavoittaa sumuja ja tähtiä, joita ei kaukoputkella näe.

Carte du Ciel

The first all-sky photographic astrometry project, Astrographic Catalogue and Carte du Ciel, was started in 1887. It was conducted by 20 observatories all using special photographic telescopes with a uniform design called normal astrographs, all with an aperture of around 13 in (330 mm) and a focal length of 11 ft (3.4 m), designed to create images with a uniform scale on the photographic plate of approximately 60 arcsecs/mm while covering a $2^\circ \times 2^\circ$ field of view. The attempt was to accurately map the sky down to the 14th magnitude but it was never completed.

Carte du Ciel

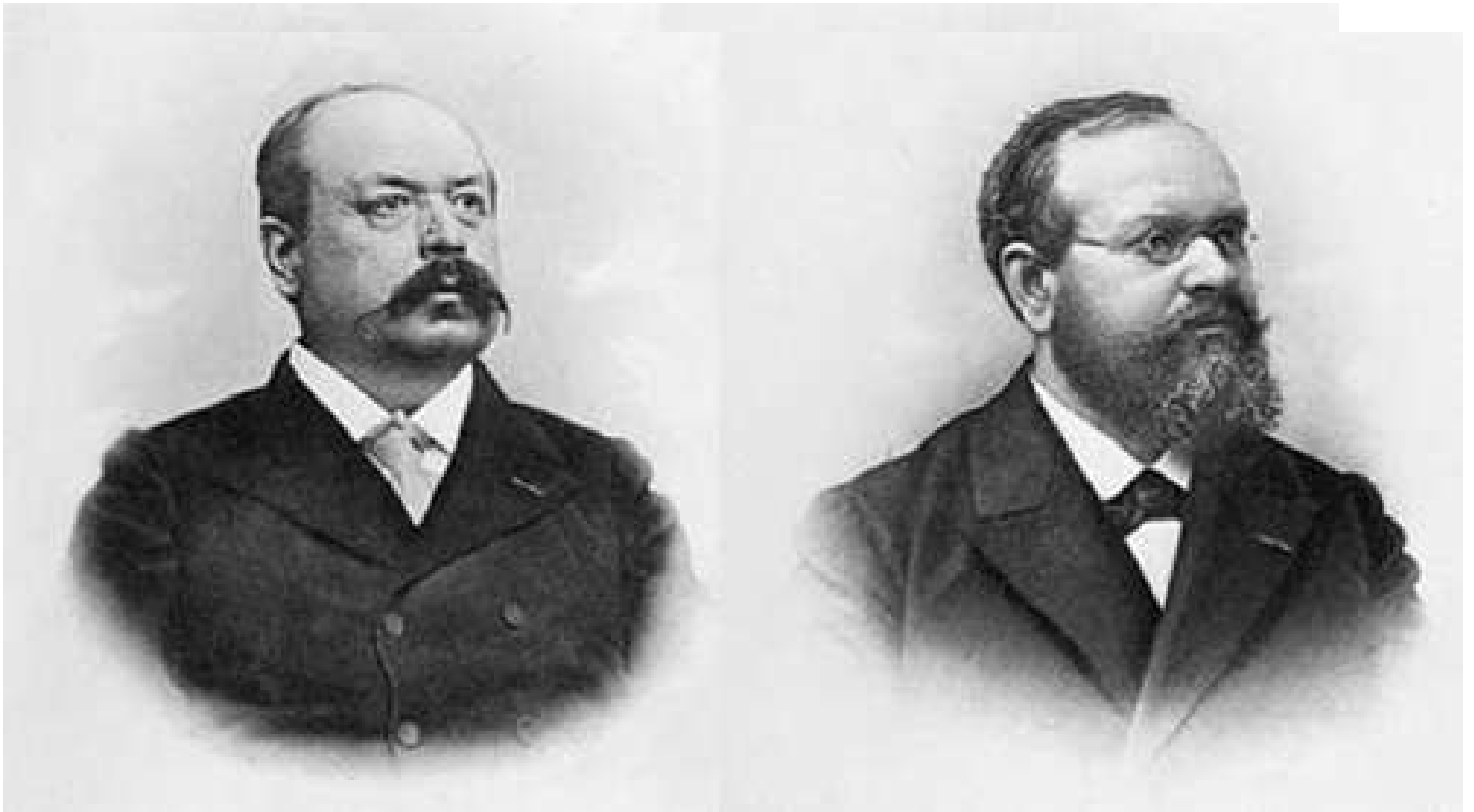
1887- Ernest Amédée Mouchez (1821-1892) järjesti ensimmäisen Carte du Ciel -tapaamisen Pariisin observatoriossa. 18 observatoriota päätti tehdä yhteistyötä käyttäen 33 cm:n kuvausteleskooppia, jonka Henryn veljekset olivat kehittäneet.



Carte du Ciel



16.4.1887 alkoi kokous Pariisissa. Anders Donner mukana.



Paul Henry ja Prosper Henry

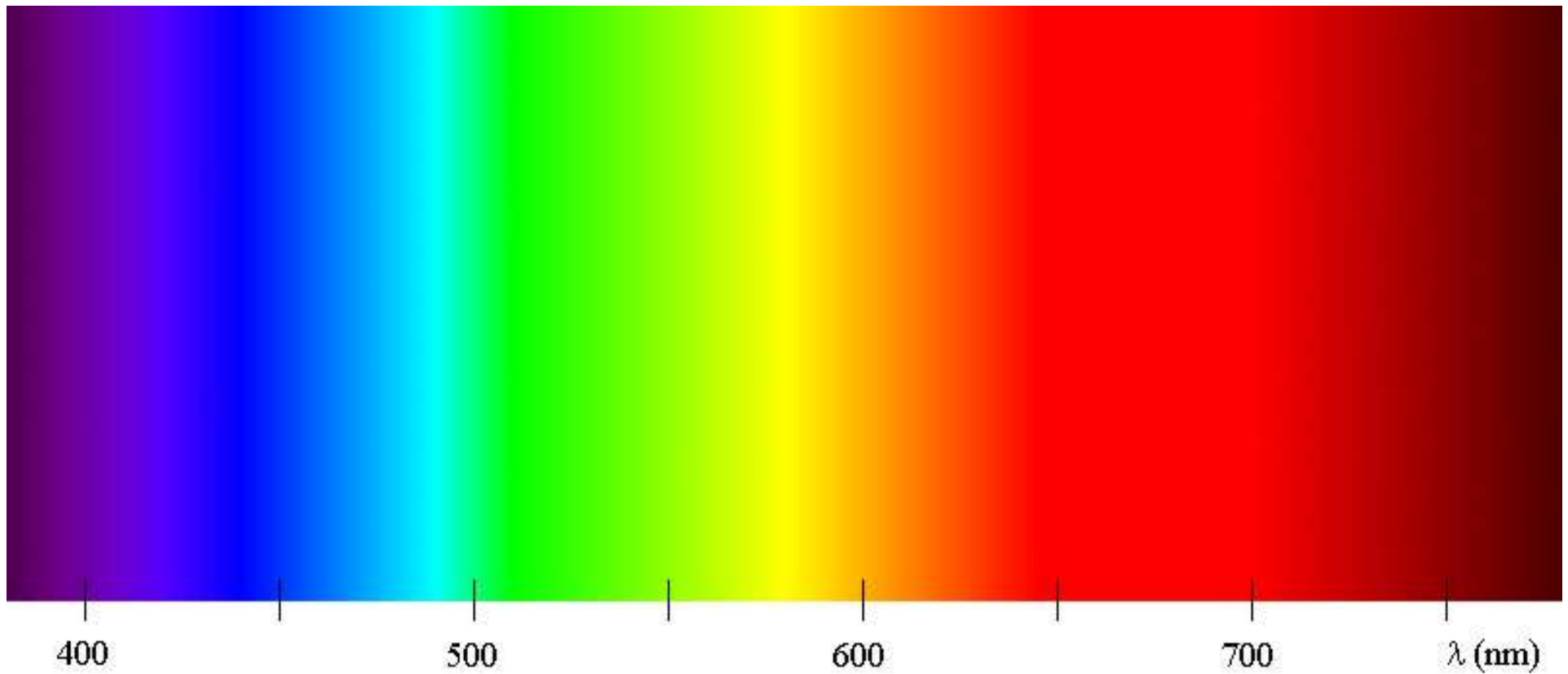
Henryjen ensimmäinen putki

Korjattu G-viivalle, 430 nm.

Nelikulmaiseen teräsputkeen asennettiin kuvausputki ja 25 cm:n visuaalinen seurantaputki, jonka polttoväli 360 cm. Kuvausputken okulaari antoi 400x suurennuksen. Okulaaria voitiin siirtää kuvakentässä 80 kulmaminuutin verran.

Seurannassa oli 156 ja 52 sekunnin periodiset virheet amplitudeiltaan 2".4 ja 1".2.

Herkyys eri väreille



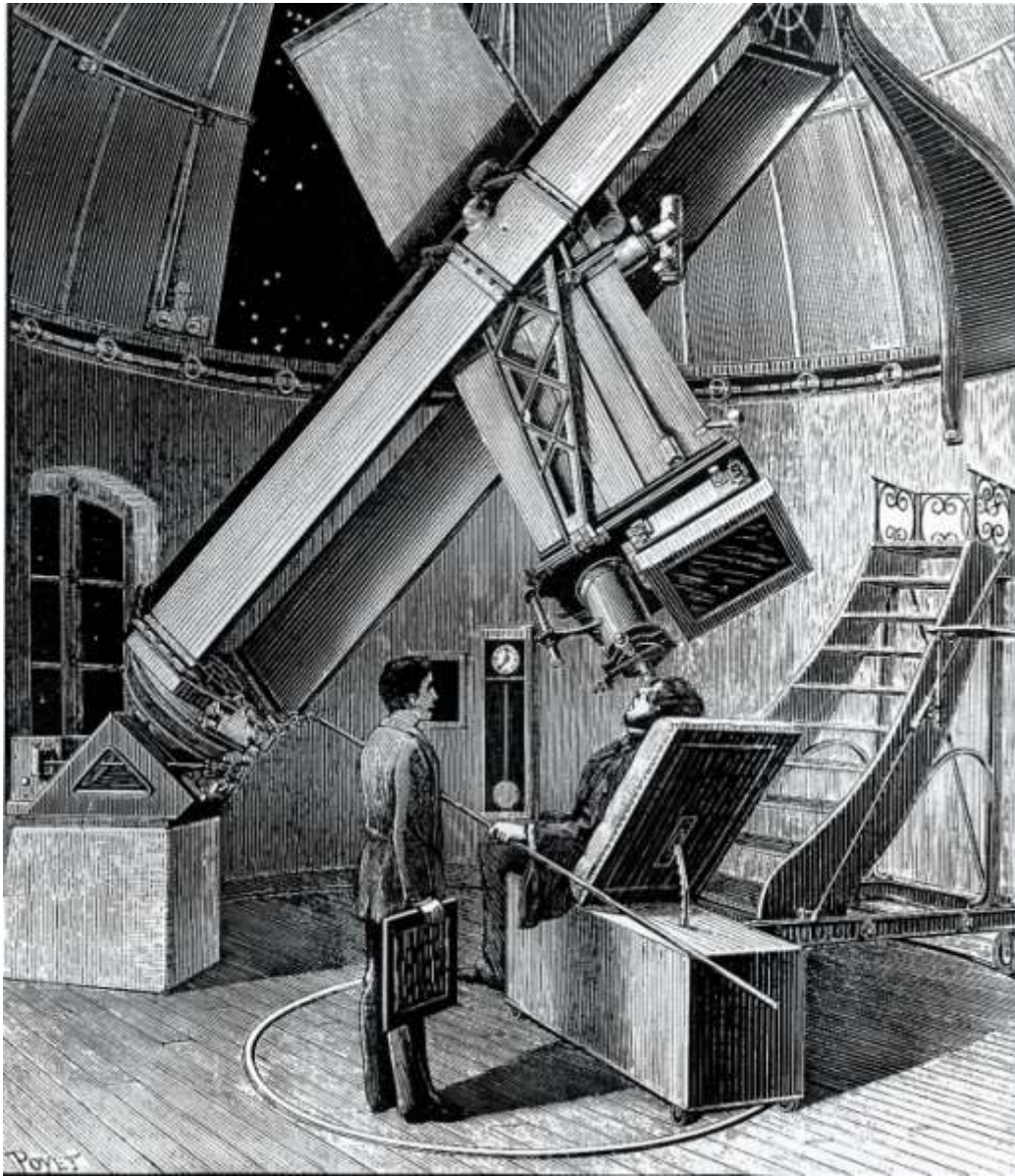
1850

1885

1894

1902

$$E = \frac{hc}{\lambda}$$



Polttoväli 3,43 m, jolloin $1 \text{ mm} = 1 \text{ kulmaminuutti}$

Pariisin observatorio 1880-luvulla

Carte du Ciel

Kaikkiaan neljä yritystä valmisti projektin teleskooppeja - Henry Brothers (Ranska), Grubb ja Cook (Iso-Britannia) sekä Steinchel (Saksa).

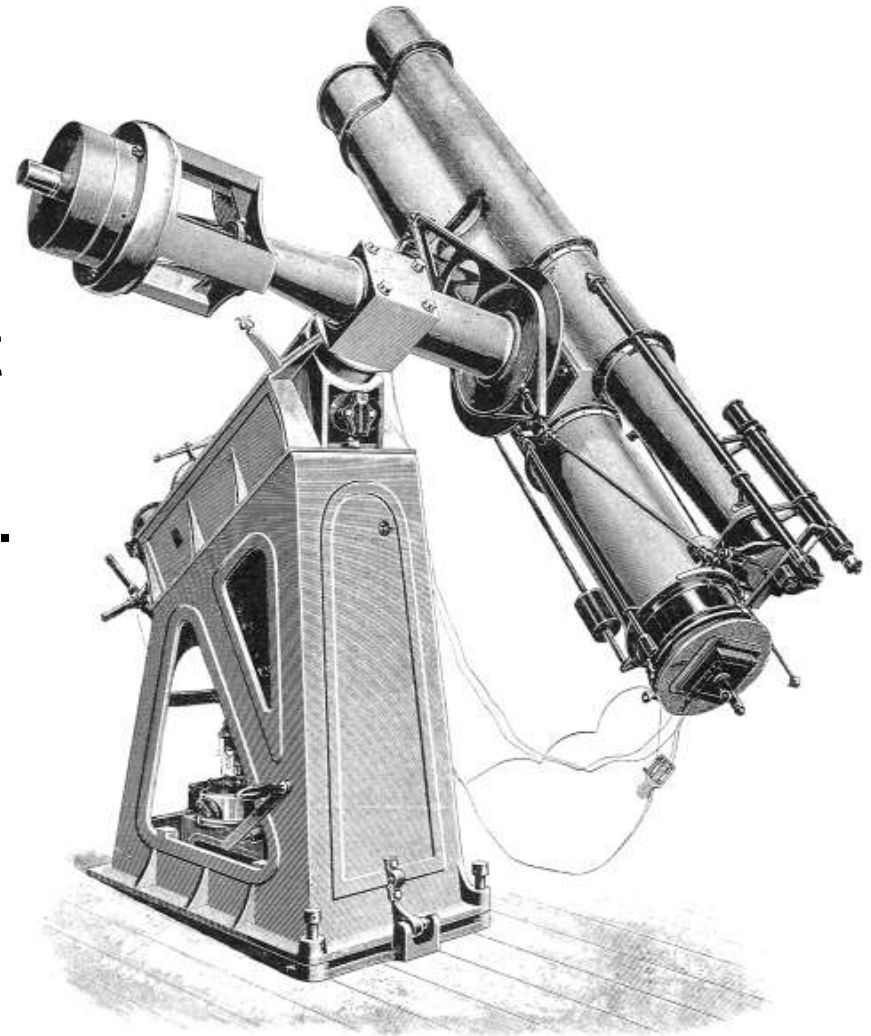
Carte du Ciel -observatoriot määrittivät yli neljän miljoonan tähden paikat.

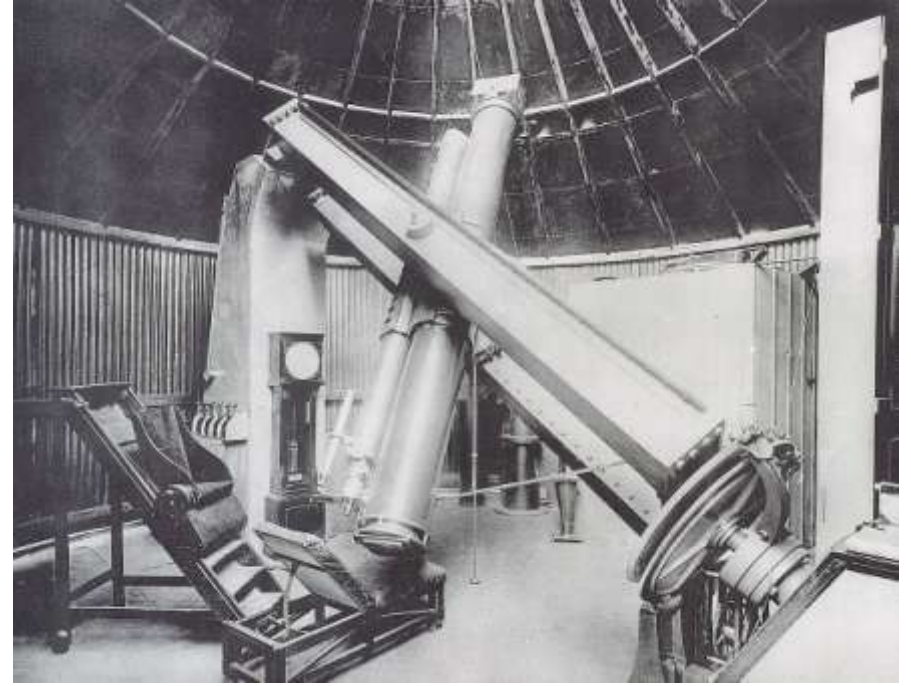
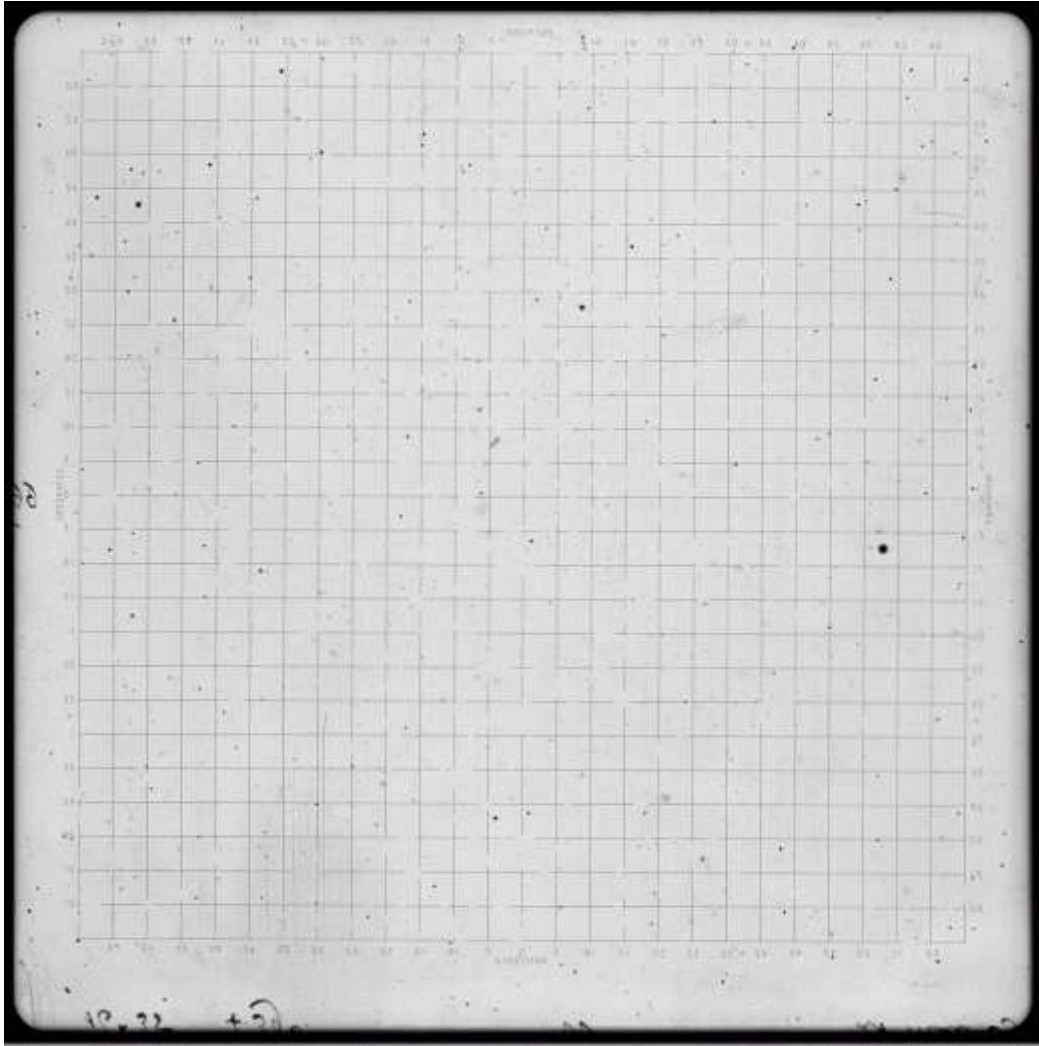
Hankkeen arvioitiin tarvitsevan 22 154 valokuvauslevyä ja tarvitsevan 10 – 15 vuotta.

Carte du Ciel

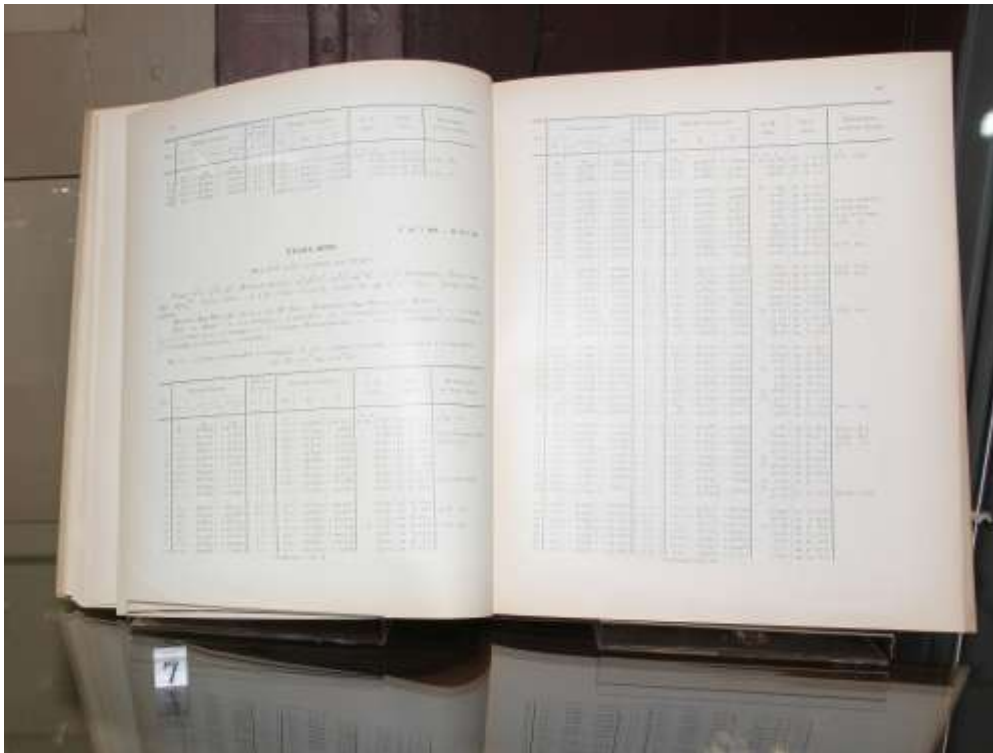
Kaikki ranskalaiset observatoriot tilasivat astrografit Henryn veljeksiltä ja jalustat teki Gautier.

Brittiläisen maailman observatorioiden objektiivit valmisti Howard Grubb. He valmistivat myös useimpiin jalustat.





Each plate was to have three exposures; of 10 seconds, 3 minutes and 6 minutes, separated by moving the telescope 30".



Otto Struve suositteli tutustumaan Mouchezin suunnitelmaan.

Helsingin yliopiston Observatorion työtä johti Anders Donner. Observatorion osalla oli deklinaatioväli +39...47 astetta. Kaikki 1008 luettelolevyä saatiin otetuiksi vuoden 1896 kevääseen mennessä. Niistä valmistettiin kahdeksan niteen tähtiluettelo, joista viimeinen ilmestyi 1937. Niteissä oli 4224 sivua. Niissä oli 284 663 tähden paikkaa.



Carte du Ciel Helsingissä

Objektiivit valmistettiin Pariisissa, valmistuen helmikuussa 1890. Putki- jalustaosat Hampurissa (Repsold). Hinta nykyrahassa noin puoli miljoonaa euroa.

Deklinaatioalue +39 - + 47. Kuvattiin limittäen kahdesti, levyjä kaikkiaan 1008. Lyvyn mitta 16x16 cm. Kasetin rajoittama alue 13 x 13 cm.

Carte du Ciel Helsingissä

Luettelolevyä valotettiin kolmesti ja levyä siirrettiin valotusten välissä deklinaatiossa 24 kaarisekuntia. Helsingissä valotukset tyypillisesti 6 ja 3 min sekä 20 sekuntia.

Kartastolevyä valotettiin kauemmin. Levyjä, joiden keskipisteet olivat 40, 42, 44 ja 46, valotettiin tunti. Parittomien deklinaatioiden levyjä valotettiin kolmasti puoli tuntia siirtäen levyä kuvien välillä siten, että tähden kuvat muodostivat tasasivuisen kolmion.

Carte du Ciel Helsingissä

Ohjaustähtien valinnassa avusti Pulkovan observatorio. Helsingin vyöhyke oli Astronomische Gesellschaftin luettelossa Bonnin ja Lundin luetteloiden vyöhykkeillä, joita ei oltu täydellisesti julkaistu.

Levyjen alustava tarkastus Helsingissä valmistetulla Vilhelm Falck-Rasmussenin mittauskojeella, varsinainen mittaus Repsoldin levynmittauskojeella.

Mittaukset tehtiin mittaamalla tähden etäisyys ruudukon suhteen levyä kääntäen ja useaan kertaan toistaen. Mm. mikrometriruuvin, ruudukon ja levyjen korjaukset huomioitiin ruutu ruudulta.

Objektiivin aiheuttamat korjaukset määriteltiin kuvaamalla Seulasia, jolta alueelta tunnettiin tähtien paikkoja tarkkojen meridiaanihavaintojen ansiosta.

Carte du Ciel Helsingissä

Kuvaustauko noin toukokuun 10. päivästä elokuun puoliväliin. Keskimäärin 60 kelvollista yötä vuodessa. Kuvaus aloitettiin alueista, joiden kuvausajankohta oli vuoden aikana ahtaimmin rajoitettu.

Ensimmäinen levy 8.11.1891. Kaikki 1008 luettelolevyä kevääseen 1896 mennessä.

Kartastolevyjä kuvattiin syksystä 1896 kevääseen 1911.



Observaattori George Drejer tutkimassa valokuvalevyä ja Nanny Helin laskemassa tähtien paikkaa 1900-luvun alun menetelmillä. Laskentaa tekivät useimmiten naiset.

Helsingin yliopisto

Uusi tekniikka, valokuvaus, mullisti havaintotekniikan 1880-luvulla ja antoi sysäyksen kansainväliseen tähtiluettelo-ohjelmaan (Carte du ciel). Anders Donnerin johdolla Helsingin tähtitornissa valokuvattiin taivaanvyöhyke (deklinaatioväli $+39^{\circ}$ - $+47^{\circ}$) useaan kertaan. Levyiltä mitattiin vyöhykkeen kaikki noin 12. suuruusluokkaa kirkkaammat tähdet ja laskettiin niiden koordinaatit sekä levyllä että taivaalla. Vuonna 1890 alkanut työ kesti lähes puoli vuosisataa, ja Donnerin 12-osainen luettelo sisältää lähes 285 000 tähdenpaikkaa. Sen viimeinen osa ilmestyi 1937.

Helsingin yliopiston tähtitorni osallistui professori, rehtori, kansleri ja valtioneuvos Anders Donnerin johdolla vuodesta 1887 lähtien kansainväliseen tähtivalokuvausyhteistyö-ohjelmaan. Sen myötä Tähtitieteen laitoksessa on laaja ja arvokas levyarkisto, joka käsittää noin 5000 lasista valokuvauslevyä.

Helsingin tähtitornin Carte du Ciel -ohjelman luettelolevyjen valotusaika oli pisimmillään kuusi minuuttia. Karttalevyjä sen sijaan valotettiin tunnin ajan. Karttalevyissä erottuu sen takia paljon heikompia tähtiä kuin luettelolevyissä. Kun luettelolevyjen rajasuuruusluokka on noin 12, karttalevyissä erottuvat 14. – 15. suuruusluokan tähdet. Helsingin luettelossa on noin 120 000 tähteä. Voidaan arvioida, että karttalevyillä on mitattavissa noin 3 – 8 miljoonaa tähteä.

Teksti Tapio Markkanen

All the necessary calculations were made without mechanical aid but with ingenious auxiliary tables to speed the work. It was too onerous to calculate the plate constants by least-squares so most followed the Christie and Dyson (1895) method where all the stars in four successive halves of the plate are lumped together.



Esitelmän aiheeseen johdattavia linkkejä

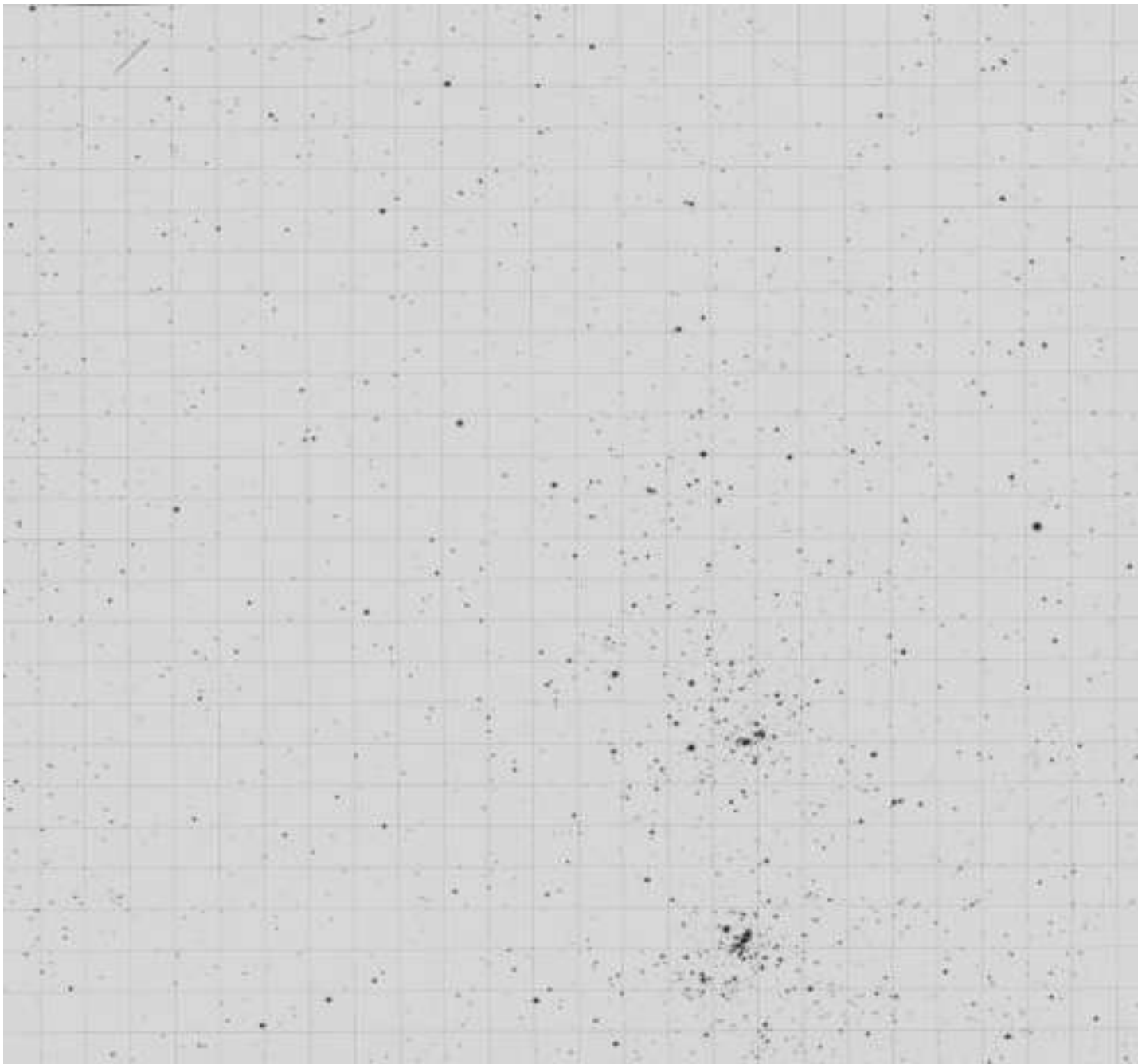
<https://books.google.fi/books?id=qrRz-sXyXJYC&lpg=PA29&ots=afnjt7Gzvr&dq=carte%20du%20ciel%20history&hl=fi&pg=PA35#v=onepage&q=carte%20du%20ciel%20history&f=true>

<https://academic.oup.com/astrogeo/article/41/5/5.16/212569>

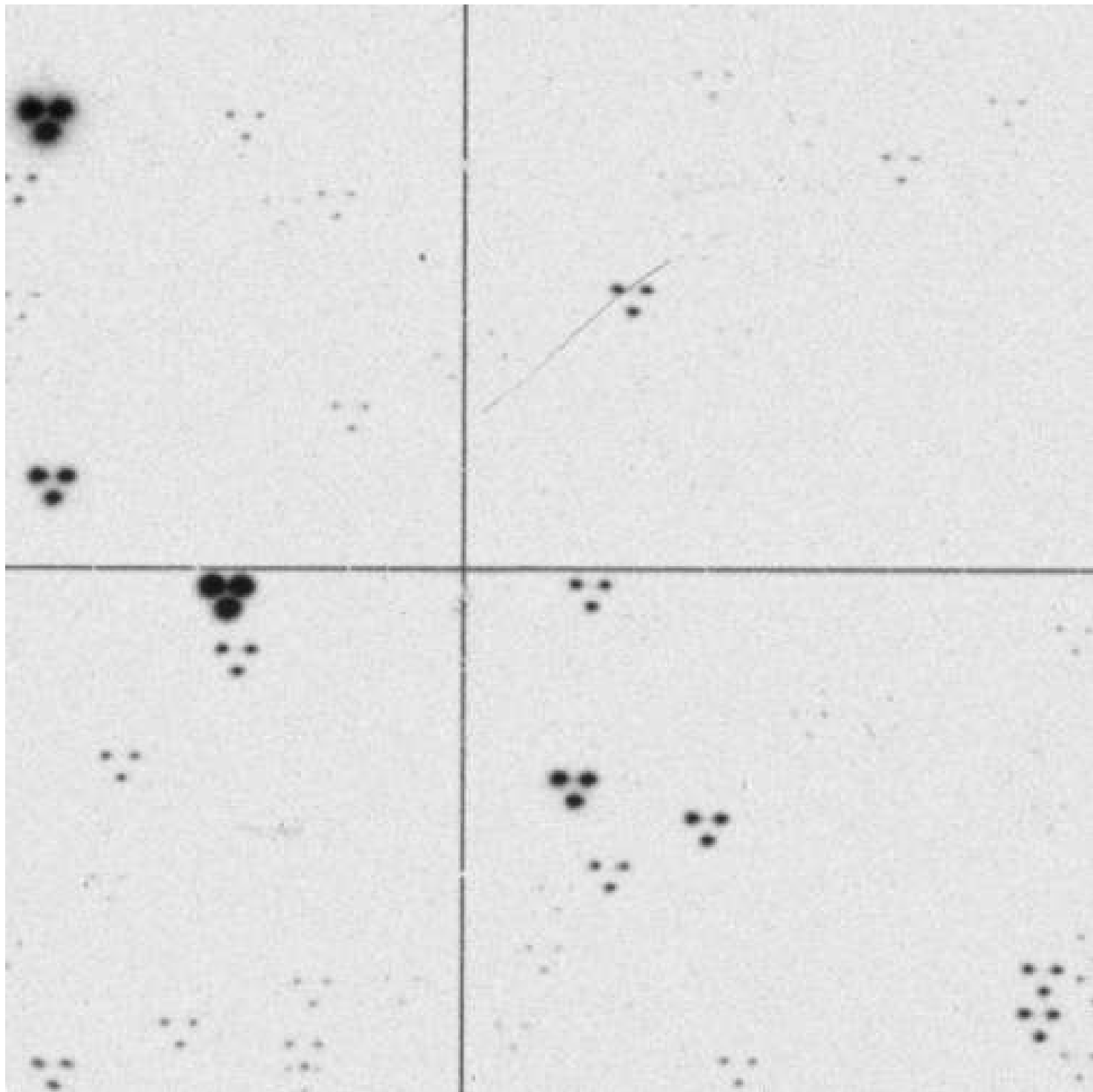
<https://arxiv.org/abs/1805.08596v1> - suomalainen digitointi

<https://web.archive.org/web/20060826104509/http://www.astro.virginia.edu/~rjp0i/museum/engines.html>

Ursan julkaisut 130 ja 142



Tavoitteena tarkkuus rektaskensiossa 0,3" ja deklinaatiossa 0,5"



Observatorion levyt nykypäivänä

Alla oleva linkki kertoo observatorien levyjen digitoinnista

<https://yle.fi/uutiset/3-10227270>

Hipparcos, ESA

Hipparcos ESA, elokuu 1989 -
maaliskuu 1993

Tavoitteena oli mitata noin 100 000 tähden paikka, parallaksi ja ominaisliike 0,002 kaarisekunnin tarkkuudella 2,5 vuoden aikana sekä vähäisemmällä tarkkuudella 400 000 tähden väri ja astrometriset ominaisuudet (Tycho-experiment).



Hipparcos, ESA

Hipparcos turned slowly on its axis and repeatedly scanned right around the sky at different angles. It measured angles between widely separated stars, and recorded their brightness, which were often variable from one visit to the next. Each star selected for study was visited about 100 times over four years.

Havainnoista ensiksi koostettu Hipparcos-luettelo (1997) käsittää 118 218 tarkasti kartoitettua tähteä. Vähäisemmällä tarkkuudella koostettu Tycho-luettelo sisältää 1 058 332 tähteä. Tycho 2 -luettelossa (2000) on 2 539 913 tähteä ja sisältää 99 % kaikista suuruusluokkaa 11 kirkkaammista tähdistä.



Hipparcos, ESA

Tycho-luettelon paikkojen tarkkuus on 0,04". Samaa suuruusluokkaa on ominaisliikkeen vuotuinen tarkkuus. Vertaamalla paikkoja CdC:n tuloksiin tarkkuus paranee suuresti 0,0025".

Sadan vuoden aikajänteen paikkatietojen avulla voidaan lähiavaruuden tähtien kinematiikkaa arvioida noin tuhannen parsekin etäisyydelle.

Some 20,000 distances were determined to better than 10%, and 50,000 to better than 20%.

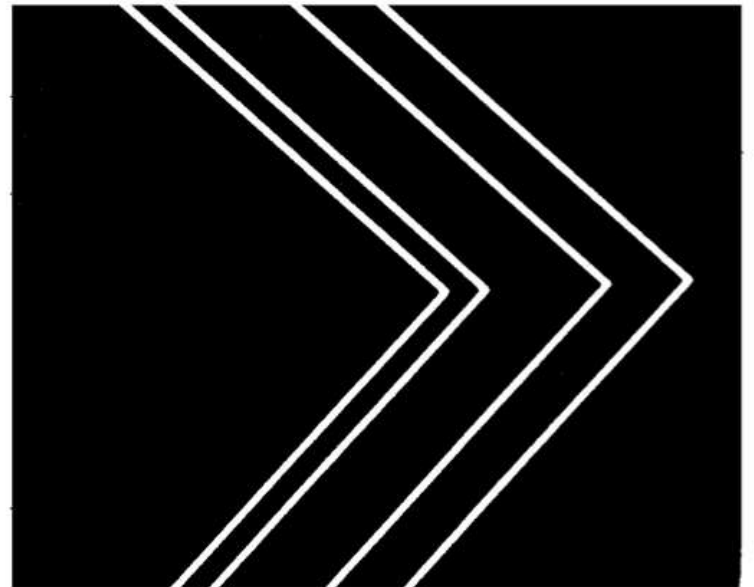
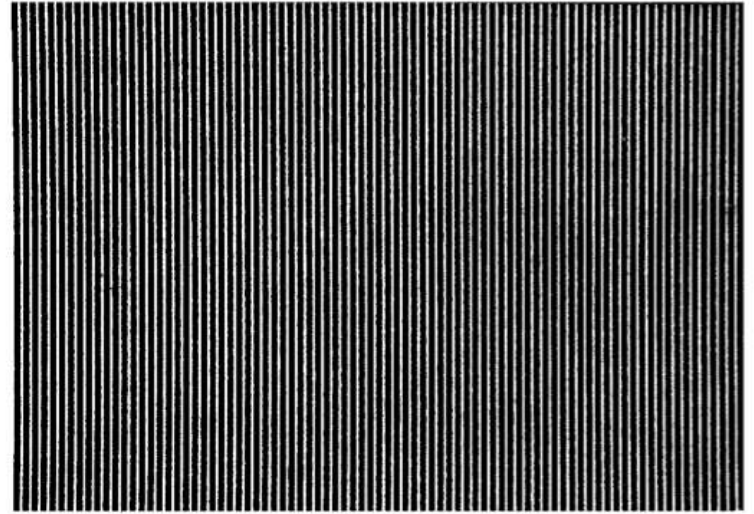
Hipparcos, ESA

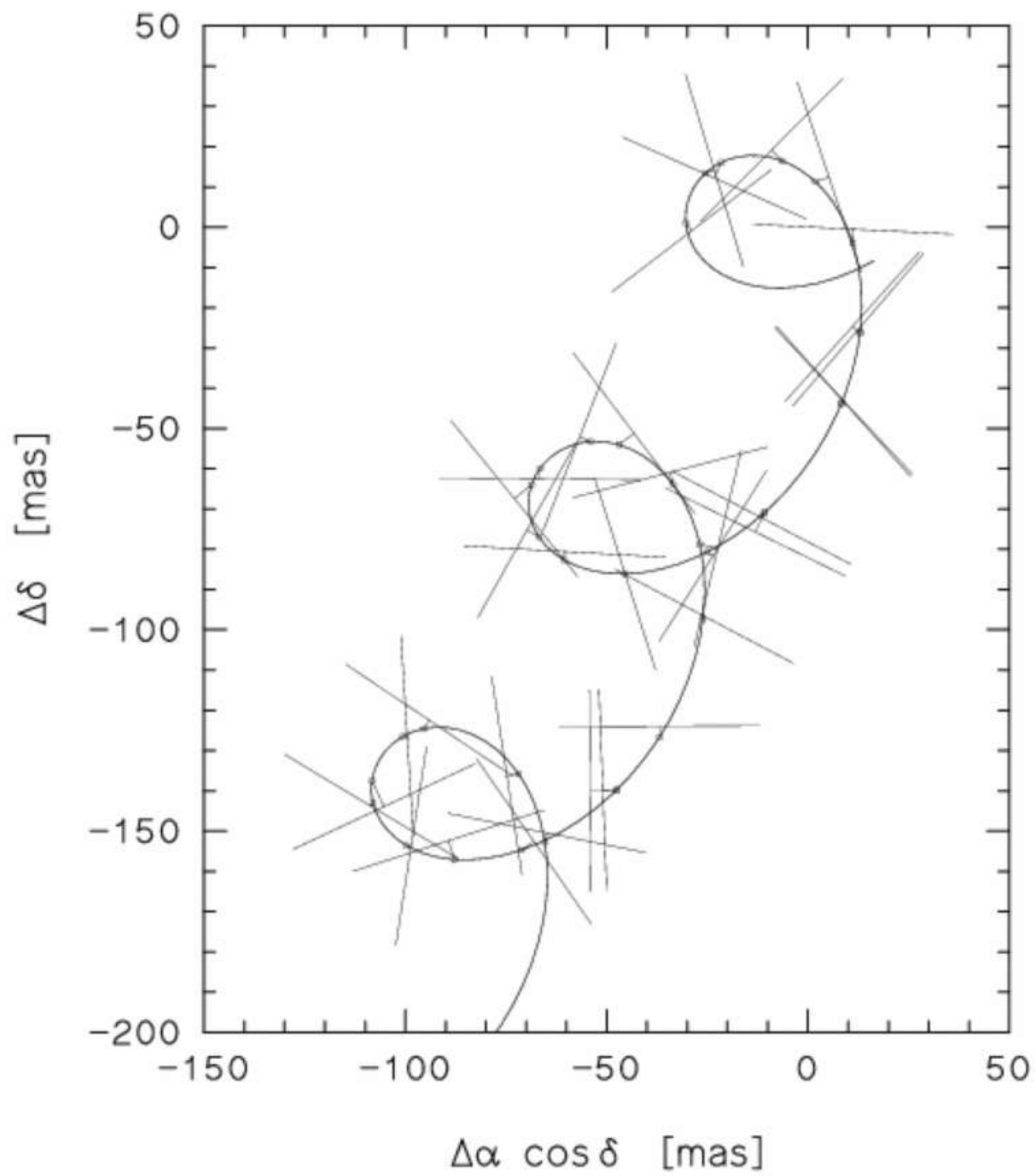
The payload was centred around an optical all-reflective Schmidt telescope. A novel feature of the telescope was the 'beam-combining' mirror, which brought the light from the two fields of view, separated by about 58 degrees and each of dimension 0.9×0.9 degrees, to a common focal surface. This achieved both large- and small-field measurements simultaneously. The satellite swept out great circles over the celestial sphere, and the star images from two fields of view were modulated by a highly regular grid of 2688 transparent parallel slits located at the focal surface and covering an area of 2.5×2.5 square centimetres.

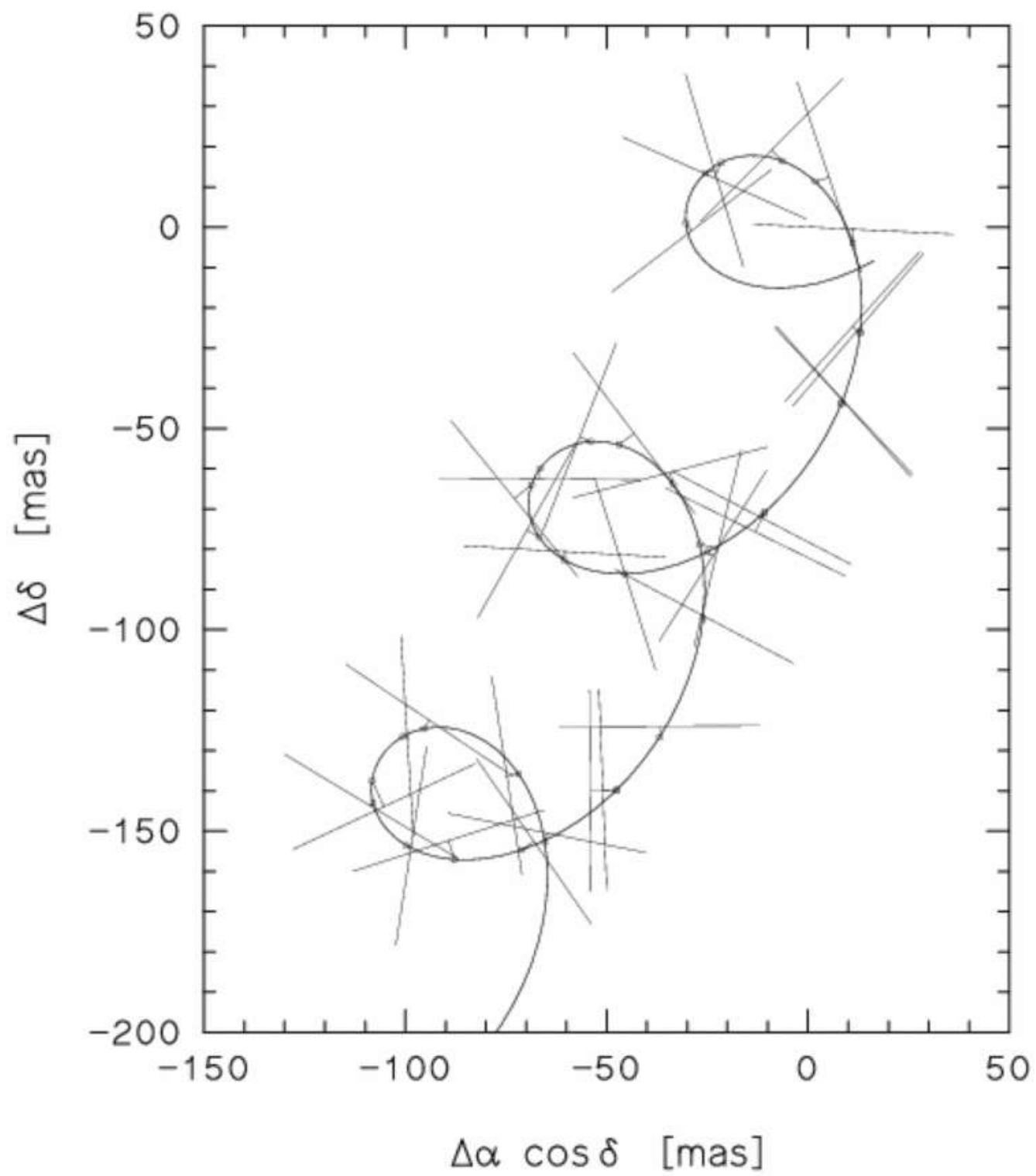
Hipparcos, ESA

The telescope used a system of grids, at the focal surface, composed of 2688 alternate opaque and transparent bands, with a period of 1.208 arc-sec (8.2 micrometre).

the final Hipparcos Catalogue comprised nearly 120,000 stars with a median accuracy of slightly better than 0.001 arc-sec







Gaia, ESA

19. joulukuuta 2013. Se tekee havainto-toimintansa maan ja auringon Lagrangen pisteessä L2.

Gaian tarkoituksena on kartoittaa noin miljardi Linnunradan tähteä (1% galaksin tähtimäärästä) ja koostaa niistä kotigalaksimme kolmiulotteinen kartta. Lisäksi mitataan tähtien väri, koostumus ja liikesuunta.

Gaia, ESA

Paikan lisäksi kameralla määritetään tähden kirkkaus punaisella ja sinisellä aallonpituudelle. Näillä saadaan selville tähden lämpötila ja tietoa koostumuksesta. Spektrometrillä mitataan spektriviivojen Doppler-siirtymä, josta saadaan tähden liikenopeus näkösäteen suunnassa.

Hipparcos-luettelosta saadaan tähden sijainti 20 vuotta aikaisemmin, mikä aikajänne parantaa mittaustuloksen tarkkuutta.

Gaian massa on 2030 kg ja se kuljettaa 270 kg ajoainetta. Aluksen tiedelaitteiden massa on noin 800 kg. Alus tuottaa 1900 W sähkötehoa ja varavoimana on 60 Ah Litium-akku. Aluksen korkeus on 3 metriä ja aurinkopaneeli avattuna sen halkaisija on 9,5 metriä. Alus on kolmiakselistabiloitu ja säätää asentoaan mikrotrustereilla.

Alus sisältää kaksi optista teleskooppia, jotka määrittävät tähtien sijainnit. Ne toimivat yhdessä kolmen tieteellisen instrumentin kanssa.

Aluksen pääteleskoopin apertuuri on 1,4 m × 0,5 m ja polttoväli on 35 metriä ja sen instrumenttina on noin 200 CCD-kameraa, joissa kussakin on 4 500×1 966 pikseliä. Aluksen muistikapasiteetti on 8 gigabittiä.

Kuten Hipparcos, Gaia tarkkailee kahdessa eri kohdassa, joiden kulmaetäisyys on 106.5°.

Gaia, ESA

Alus kiertyy $1^\circ/\text{min}$, jolloin kierros kestää 6 tuntia. Kiertoakseli on 45 asteen kulmassa aurinkoon nähden. Prekession periodi on $63,12$ vuorokautta, jonka ansiosta kohdetta voidaan havaita 86 kertaa 5 vuoden toiminta-aikana.

Gaia, ESA

Gaia uses the global astrometry concept demonstrated by Hipparcos. The principle is to link stars with large angular distances in a network where each star is connected to a large number of other stars in every direction. The condition of closure of the network ensures the reduction of the position errors of all stars. This is achieved by the simultaneous observation of two fields of views separated by a very stable basic angle.

Gaia has seven identical VPUs, each one dealing with a dedicated row of CCDs. Each CCD row, contains in order, two SM CCDs (one for each telescope), 9 AF CCDs, 1 BP CCD, 1 RP CCD, and 3 RVS CCDs 106 CCDs

Now, by combining new data from the European Space Agency (ESA) Gaia mission with observations made with the NASA/ESA Hubble Space Telescope, astronomers have found that the Milky Way weighs in at about 1.5 trillion solar masses within a radius of 129,000 light-years from the galactic center.

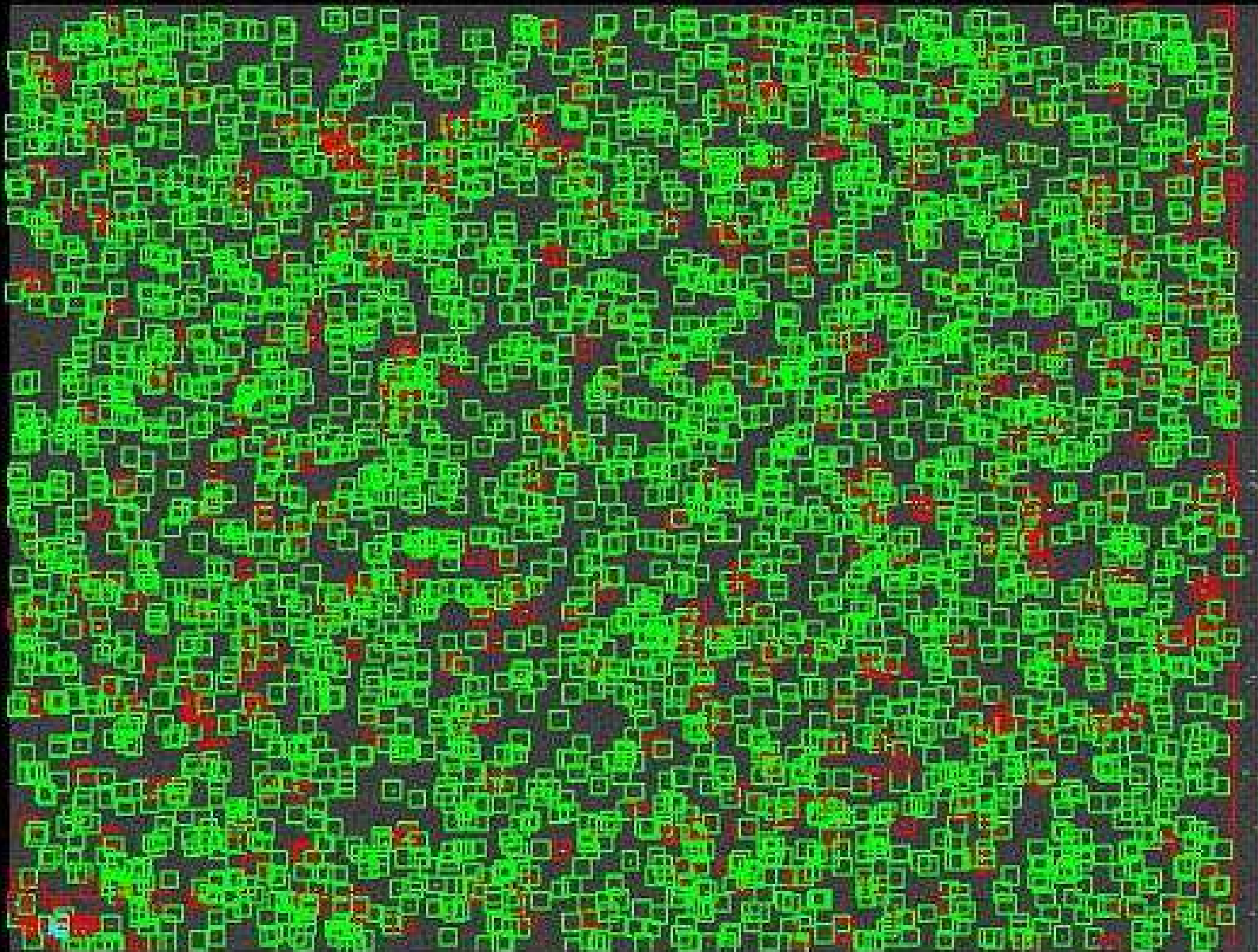
On average some 40 million stars cross the focal plane every day triggering astrometric, photometric and spectroscopic measurements.

Things improve as one moves to progressively brighter stars, and by magnitude 15, the accuracy will remain unaltered at approximately 25 μ arcsec.

Finally, Gaia also contains a laser interferometer called the BAM (Basic Angle Monitor) system, designed to measure the angle of separation between Gaia's two telescopes to an accuracy of 5 μ arcsec every few minutes. This is necessary in order to correct for variations in the separation angle caused by 'normal' thermal changes in the payload as Gaia spins.

Gaia, ESA





confirmed faint star
confirmed bright star extremities
un-confirmed object

Gaia, ESA - tavoitteet

Determine the position, parallax, and annual proper motion of 1 billion stars with an accuracy of about 20 microarcseconds (μas) at 15 mag, and 200 μas at 20 mag.

Determine the positions of stars at a magnitude of $V = 10$ down to a precision of 7 μas —this is equivalent to measuring the position to within the diameter of a hair from 1000 km away—between 12 and 25 μas down to $V = 15$, and between 100 and 300 μas to $V = 20$, depending on the colour of the star.

The distance to about 20 million stars will thus be measured with a precision of 1% or better, and about 200 million distances will be measured to better than 10%. Distances accurate to 10% will be achieved as far away as the Galactic Centre, 30,000 light-years away.

Samuel Oschin telescope



Korjauslasin halkaisija
1,22 m, pääpeilin 1,82
m pääpeili f/2,5

Palomar
Observatory Sky
Survey (POSS)

The first photographic plate was exposed on November 11, 1949. 99% of the plates were taken by June 20, 1956, but the final 1% was not completed until December 10, 1958

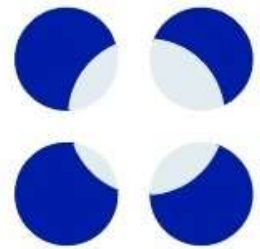
The survey utilized 14-inch square photographic plates, covering about 6° of sky per side (approximately 36 square degrees per plate). Each region of the sky was photographed twice, once using a red sensitive Kodak 103a-E plate, and once with a blue sensitive Kodak 103a-O plate. This allowed the color of celestial objects to be recorded.



Carte du Ciel

27. 7.2019

Hannu Määttänen



Teknofokus