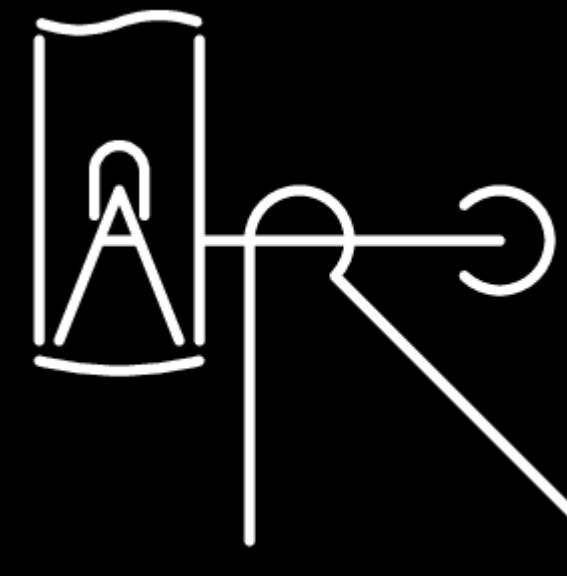




Le télescope Schmidt De Schmidt-telescoop



De Telescoop

- Dit instrument wordt De Telescoop genoemd omdat het lange tijd de enige kijker was op de Koninklijke Sterrenwacht met een spiegel. Alle andere kijkers gebruikten lenzen.
- De oorspronkelijke telescoop die hier stond werd aangekocht in 1933 bij Zeiss (Jena), en werd door de Duisters tijdens de Tweede Wereldoorlog meegenomen. Alleen de spiegel werd, onherstelbaar beschadigd, in 1948 teruggevonden.
- De montering (het grijze geschilderde deel) echter is nog steeds de originele montering van Zeiss uit 1933.
- In 1958 werd de huidige telescoop aangeschaft, gebouwd door Cox, Hargreaves and Thomson, Ltd.
- De hoofdspiegel heeft een diameter van 1,20 m, en is sferisch. Deze bevindt zich onderaan in de buis. De sferische vorm laat een groot beeldveld toe, maar veroorzaakt beeldfouten.
- Een correctieplaat bovenaan met een diameter van 0,85 m corrigeert deze beeldfouten.
- De telescoop kan gebruikt worden in 4 configuraties:
 - Schmidt: fotografisch met groot beeldveld,
 - Cassegrain: fotografisch met matig beeldveld of spectroscopisch,
 - Gregory: fotografisch met klein beeldveld of spectroscopisch,
 - Newton: visueel met klein beeldveld.

In het project RUSTICCA werd de telescoop in Schmidt-configuratie gebruikt, en dit is nog steeds de configuratie waarin de telescoop verkeert:

- Effectieve brandpuntsafstand: 2,10 meter.
- Effectieve opening: 0,85 meter.
- Beeldveld (fotografisch): 20×20 cm, hetgeen overeenkomt met 5×5 graden aan de hemel.
- Beeldveld met onze CCD-camera: 3×2 cm, of 1/2 op 3/4 graden aan de hemel (iets groter dan de volle maan).

- Cet instrument est appelé le Télescope parce qu'il a été pendant longtemps le seul instrument de l'Observatoire royal équipé d'un miroir. Tous les autres instruments étaient munis de lentilles.
- L'instrument original qui se trouvait dans cette coupole à été acheté en 1933 chez Zeiss (Jena), et a été emporté par les Allemands pendant la Guerre. Seul le miroir a été retrouvé en 1948, mais il était gravement endommagé.
- La monture (peinte en gris) est encore toujours la monture Zeiss originale de 1933.
- En 1958 l'instrument actuel a été acheté. Il a été construit par Cox, Hargreaves and Thomson, Ltd.
- Le miroir principal a un diamètre de 1,20 m et est sphérique. Il se trouve dans le bas du tube. Sa forme sphérique permet des images à grand champ, mais cause de l'aberration sphérique.
- Une lame correctrice de 0,85 m corrige l'aberration sphérique.
- Le télescope peut être utilisé en 4 configurations:
 - Schmidt: photographiquement, avec grand champ,
 - Cassegrain: photographiquement, avec champ moyen, ou spectroscopiquement,
 - Gregory: photographiquement, avec petit champ, ou spectroscopiquement,
 - Newton: visuellement avec petit champ.

Dans le projet RUSTICCA, le télescope était utilisé dans la configuration Schmidt, et c'est toujours la configuration dans laquelle se trouve le télescope aujourd'hui:

- Distance focale: 2,10 mètres.
- Ouverture effective: 0,85 mètre.
- Dimension du champ (photographique): 20×20 cm, ce qui correspond à 5×5 degrés sur le ciel.
- Dimension du champ avec notre caméra CCD: 3×2 centimètres, soit 1/2×3/4 de degré dans le ciel (un peu plus large que la pleine lune).

Fotografische astrometrie

Met behulp van de astrometrie bepaalt men de positie van de objecten aan de hemel, en van de bewegende objecten in het bijzonder. Bij de fotografische astrometrie wordt een fotografische plaat genomen met een redelijk groot beeldveld, zodat niet alleen het object waarvan de positie moet bepaald worden op de plaat staat, maar tevens een aantal referentiesterren waarvan de positie in catalogi aangegeven staat. De plaat wordt in een meettoestel geplaatst en de posities van zowel de sterren als het gewenste object worden met een nauwkeurigheid van enkele micrometers gemeten. Hieruit wordt de positie aan de hemel van het bewegend object bepaald. Nadat voldoende posities verzameld zijn, kan aan de hand hiervan zijn baan bepaald worden, zodat het bij volgende waarnemingen, desnoods jaren later, kan teruggevonden worden. Aldus ligt de astrometrie aan de basis van alle andere soorten waarnemingen (spectroscopie, fotometrie, ...) van bewegende objecten.

Tegenwoordig zijn fotografische platen vervangen door CCD-camera's. Hoewel het beeldveld van zo een CCD-camera veel kleiner is, blijft het principe hetzelfde als bij de fotografische astrometrie. De metingen hoeven echter niet meer met de hand te gebeuren, maar kunnen rechtstreeks door computerprogramma's uitgevoerd worden, en zijn aldus veel nauwkeuriger.

Astrométrie photographique

L'objet de l'astrométrie est de déterminer les positions des objets sur le ciel, et en particulier des astres errants. En astrométrie photographique, on prend des clichés photographiques couvrant un champ relativement grand, de telle sorte que, non seulement l'objet dont on désire la position est photographié, mais aussi un certain nombre d'étoiles de référence dont les positions sont données dans des catalogues. La plaque est mise sur un appareil de mesure, et les positions tant des étoiles que de l'objet considéré sont mesurées avec une précision de quelques micromètres. Il en découle la position dans le ciel de l'astre errant. Après avoir réuni suffisamment de positions de l'objet, on peut calculer son orbite, en vue de le retrouver après plusieurs années pour de nouvelles observations. Ainsi l'astrométrie reste à la base de toutes les autres techniques d'observation (spectroscopie, photométrie,...) d'autres errants.

Actuellement, les plaques photographiques ont été remplacées par des caméras CCD. Bien que le champ d'une caméra CCD soit beaucoup plus petit, le principe de l'astrométrie photographique reste le même avec une telle caméra. Cependant, les mesures ne doivent plus être faites à la main, mais peuvent être effectuées par des ordinateurs, et sont donc beaucoup plus précises.



Contact:

- Thierry Pauwels (Thierry.Pauwels@oma.be)
- Peter De Cat (Peter.DeCat@oma.be)

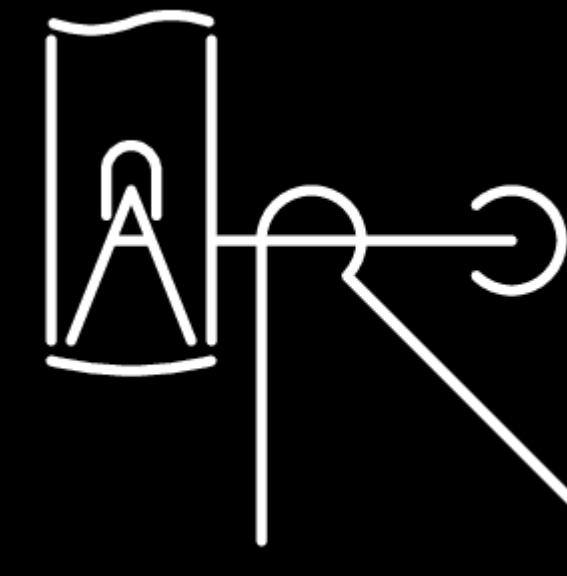
<https://aa.oma.be/>



Pour nous tous à nos postes
Alle posters staan hier bijgedraagt



Le télescope Schmidt De Schmidt-telescoop



Het project RUSTICCA

Door de enorme lichthinder van de Brusselse agglomeratie, werden in de jaren 1970-1990 in Ukkel bijna geen waarnemingen meer gedaan 's nachts. Enkel de Dubbele Astrograaf (de kijker die in de kleinere koepel hiernaast staat), werd nog tot in het begin van de jaren 1990 sporadisch gebruikt. Fotografisch was het bijna niet meer mogelijk nog wetenschappelijk zinvolle waarnemingen te doen.

Toen in de eerste helft van de jaren 1990 duidelijk werd dat door de telescoop van een CCD-camera te voorzien, er opnieuw zinvolle waarnemingen zouden kunnen gedaan worden, kon de afdeling fotografische astrometrie van de Koninklijke Sterrenwacht een speciaal budget krijgen voor de aanschaf van een CCD-camera. RUSTICCA staat dan ook voor "Revalorising the Ukkel Schmidt Telescope by Installing a CCD Camera".

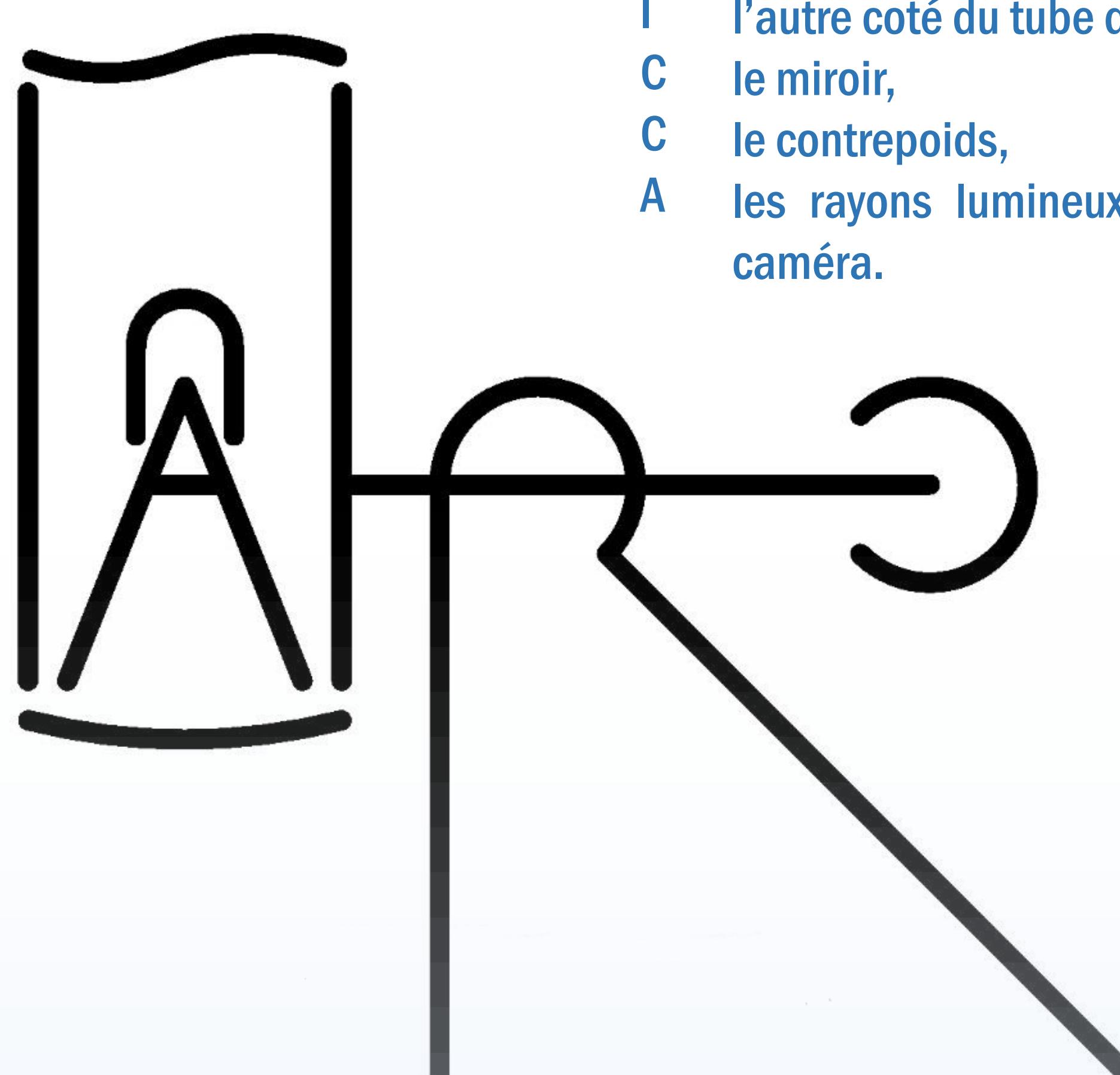
De CCD-camera werd geleverd en geïnstalleerd in april 1996, en was vanaf het najaar van 1996 in operationeel gebruik. Daarnaast werd de telescoop geautomatiseerd om de waarnemingen efficiënter te maken. Positiebepaling van kleine planeten was het hoofddoel van dit project. Daarnaast werden er ook andere wetenschappelijke waarnemingen mee verricht, zoals fotometrische waarnemingen van onderlinge verschijnselen van satellieten van planeten, fotometrie van variabele sterren en bedekkingen van sterren door kleine planeten.

Ondertussen stonden andere sterrenwachten ook niet stil. Het aantal ontdekte asteroïden nam exponentieel toe, wat betekent dat het aantal overgebleven nog te ontdekken asteroïden die binnen het bereik van het RUSTICCA-project lag, bleef slinken. De laatste ontdekking van een nog niet-geïdentificeerde asteroïde door het RUSTICCA-project gebeurde in 2012, en de laatste waarneming met de Telescoop dateert van 2016. RUSTICCA was niet meer competitief en de waarnemingen werden gestaakt.

Het logo van RUSTICCA

Het logo van RUSTICCA stelt de telescoop voor met de CCD-camera erin, en is volledig opgebouwd uit de letters van het woord RUSTICCA:

- R de voet van de telescoop en de uuras,
- U de CCD-camera, die in het primaire brandpunt zit,
- S de correctieplaat (in werkelijkheid heeft die de vorm van een dubbele S)
- T de wand van de telescoop en de ophanging van de tegengewichten,
- I de andere wand van de telescoop,
- C de spiegel,
- C het tegengewicht,
- A de lichtstralen die door de spiegel weerkaatst worden en het ingangsvenster van de CCD-camera.



Le projet RUSTICCA

A cause de l'importante pollution lumineuse de l'agglomération bruxelloise, les observations nocturnes depuis Uccle ont toutes pratiquement cessé entre les années 1970-1990. Seul l'Astrographe Double (l'instrument dans la coupole attenante) était encore utilisé de temps à autre jusqu'au début des années 1990. Photographiquement, faire des observations de valeur scientifique était devenu pratiquement impossible.

Quand, dans la première moitié des années 1990, il était devenu clair qu'en équipant le télescope d'une caméra CCD, des observations à valeur scientifique redeviendraient possibles, la section d'astrométrie photographique de l'Observatoire royal a pu obtenir un budget spécial pour l'achat d'une caméra CCD. C'est pourquoi le projet s'appelle RUSTICCA: "Revalorising the Ukkel Schmidt Telescope by Installing a CCD Camera".

La caméra CCD a été livrée et installée en avril 1996, et était en usage opérationnel depuis l'automne 1996. Le télescope a ensuite été automatisé afin d'optimiser les observations. Dans ce projet, l'intention était de faire principalement des déterminations de positions de petites planètes. Cependant, d'autres observations scientifiques ont aussi été réalisées, comme les observations de phénomènes mutuels des satellites de planètes, d'occultations d'étoiles par des petites planètes ou encore la photométrie d'étoiles variables.

Entre-temps, les autres observatoires ne sont pas restés inactifs non plus. Le nombre d'astéroïdes découverts a augmenté de façon exponentielle, ce qui signifie que le nombre d'astéroïdes non découverts restant observable dans le cadre du projet RUSTICCA a continué de diminuer. La dernière découverte d'un astéroïde non identifié par le projet RUSTICCA a eu lieu en 2012, et la dernière observation faite avec le Télescope date de 2016. RUSTICCA n'était plus compétitif et les observations ont été arrêtées.

Le logo de RUSTICCA

Le logo de RUSTICCA représente le télescope avec sa caméra CCD, et est entièrement constitué des lettres du mot RUSTICCA:

- R la monture du télescope et l'axe horaire,
- U la caméra CCD, au foyer primaire,
- S la lame correctrice (ayant la forme d'un double S),
- T le tube du télescope et la barre qui tient les contrepoids,
- I l'autre côté du tube du télescope,
- C le miroir,
- C le contrepoids,
- A les rayons lumineux réfléchis par le miroir, et la fenêtre d'entrée caméra.



Contact:

- Thierry Pauwels (Thierry.Pauwels@oma.be)
- Peter De Cat (Peter.DeCat@oma.be)

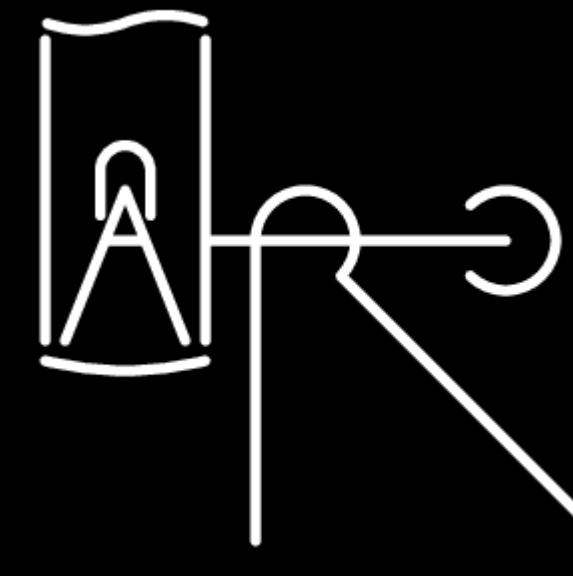
<https://aa.oma.be/>



Pour nous tous à nos postes
Alle posters staan hier bijgedrukt



Le télescope Schmidt De Schmidt-telescoop



Kleine planeten

De kleine planeten, ook wel asteroïden of planetoïden genoemd, zijn objecten die net als de planeten rond de zon draaien. De grote planeten hebben echter diameters gaande van 4000 tot 140 000 km, terwijl kleine planeten diameters hebben van maximaal een 2000 kilometer. De kleinste die tot nu toe waargenomen zijn, hebben een diameter van nauwelijks enkele meters. De meeste bevinden zich in banen tussen Mars en Jupiter op zowat 350 miljoen kilometer van de zon, alhoewel er af en toe een kleine planeet in de buurt van de aarde komt (op enkele miljoenen kilometer). Thans zijn er reeds bijna 620 000 kleine planeten goed gekend, en voor nog zo een 600 000 andere is al een voorlopige baan berekend. Doordat hun diameter zo klein is, zijn ze vanaf de aarde te zien als puntvormige objecten, en zien er precies uit als sterren. Alleen hun snelle beweging (al te zien na een tiental minuten) verraat dat het om een kleine planeet en geen ster gaat.

Detectie van kleine planeten

Kleine planeten detecteren vereist een speciale techniek. Omwille van hun kleine afmetingen, zien kleine planeten er vanaf de aarde puntvormig uit, net als sterren. Op gewone opnamen is er dan ook niets dat kleine planeten van sterren onderscheidt. Alleen haar beweging kan een kleine planeet verraden. Om kleine planeten te kunnen vinden, verricht men de waarnemingen dan ook zo, dat bewegende objecten aan het licht komen.

Er worden verschillende beelden genomen met tussenpozen van een tiental minuten. In de tijdspanne tussen twee opnames heeft de asteroïde zich verplaatst t.o.v. de sterren. Een computerprogramma detecteert pixel per pixel voor elk beeld of er zich een object bevindt of hemelachtergrond. Daarna wordt die informatie voor de verschillende beelden gecombineerd. Pixels die op alle beelden enkel hemelachtergrond gezien hebben, worden zwart gekleurd, pixels die op twee of meer beelden een object geregistreerd hebben, worden grijs voorgesteld, terwijl pixels die op slechts één enkel beeld een object gezien hebben in een felle kleur gestoken worden. Hier in het voorbeeld waren er vijf beelden, met de kleuren blauw, groen, geel, oranje en rood. Sterren verschijnen als grijze plekken, terwijl de asteroïde als een opvallende regenboog verschijnt, en zo gemakkelijk opvalt.

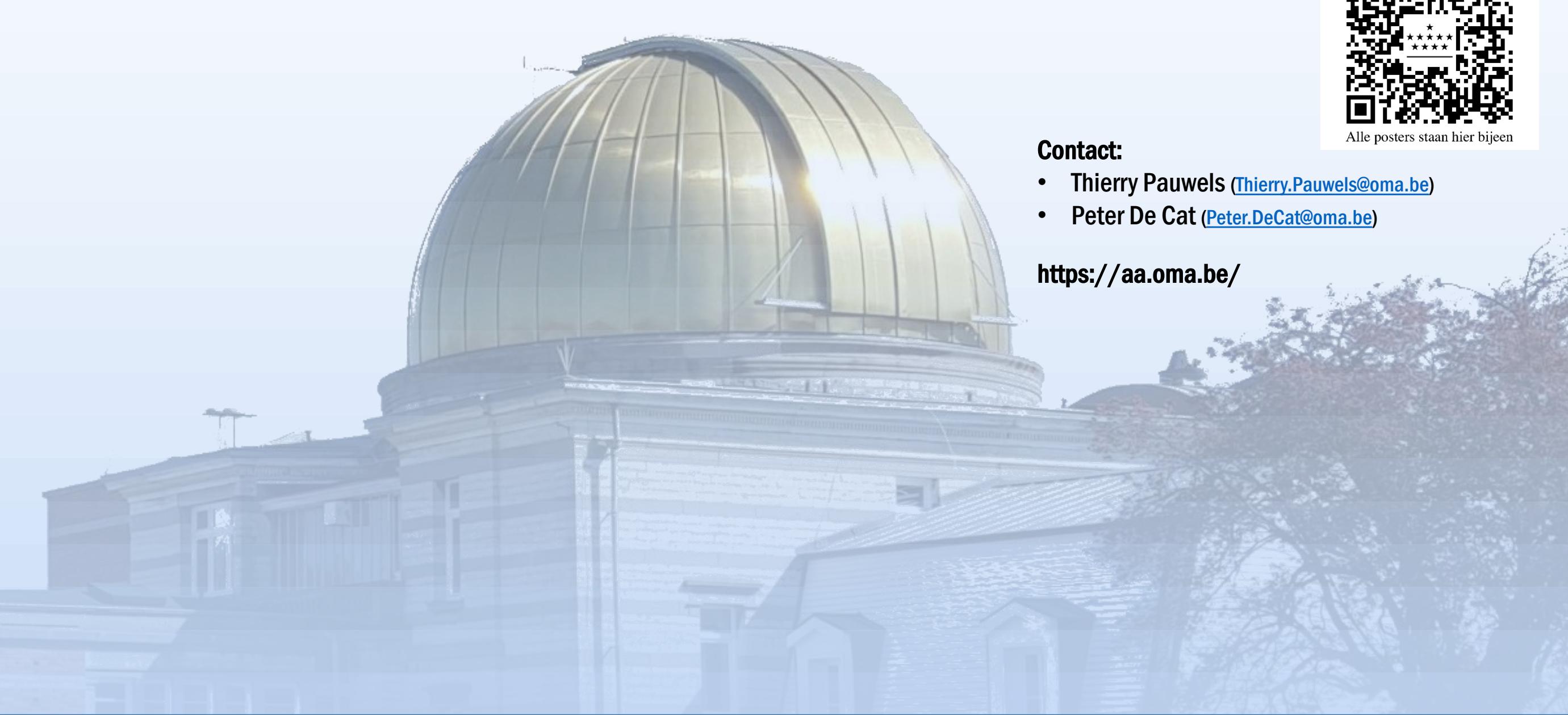
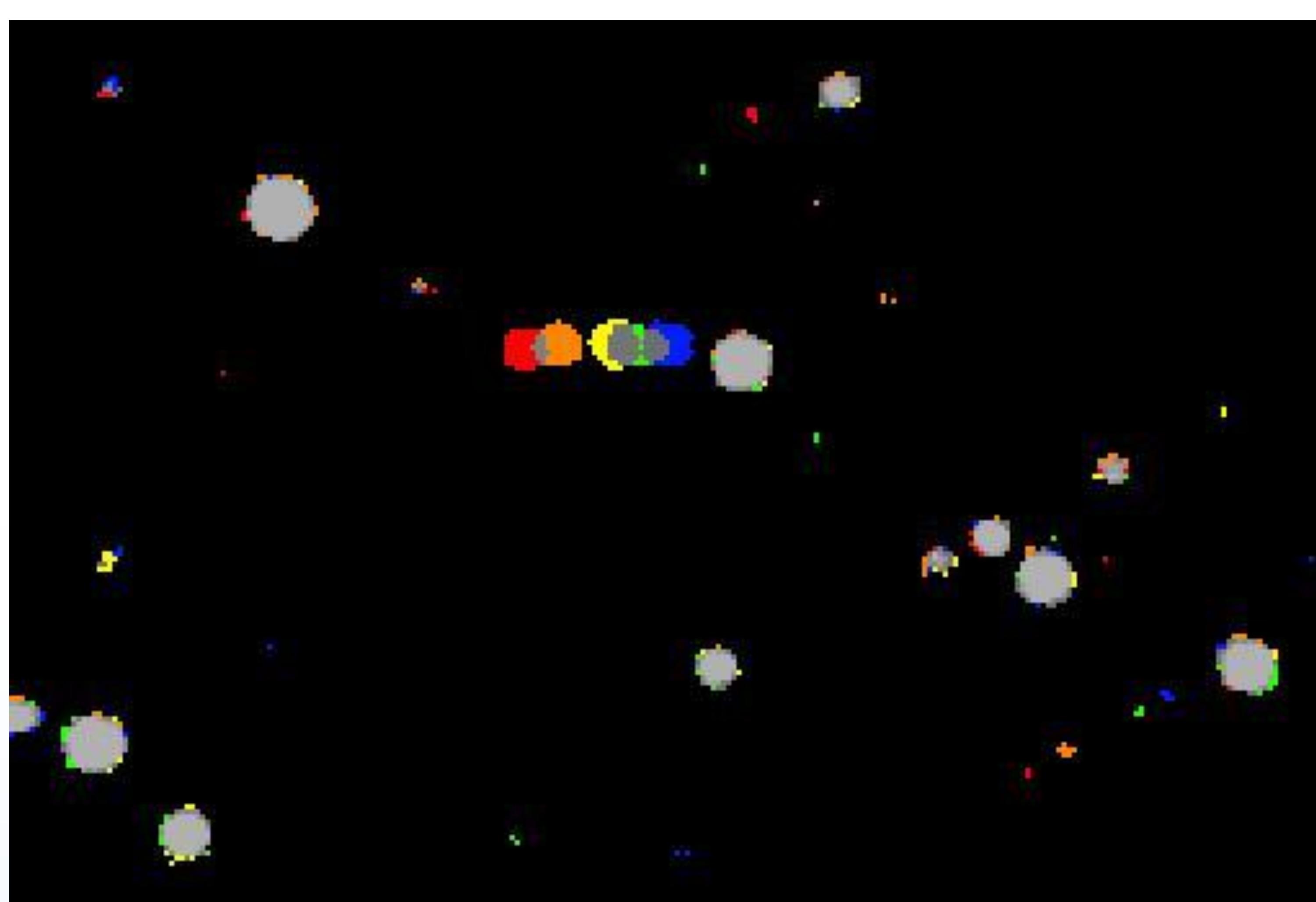
Les petites planètes

Les petites planètes, appelées également astéroïdes ou planétoïdes, sont des astres qui tournent autour du Soleil comme les planètes. Le diamètre des grosses planètes varie entre 4000 et 140 000 km, alors que les petites planètes ont des diamètres inférieurs à 2000 km. Les plus petites observées jusqu'à présent ont un diamètre d'à peine quelques mètres. La plupart se trouvent entre les orbites de Mars et de Jupiter à quelque 350 millions de kilomètres du Soleil, bien que parfois une petite planète passe dans le voisinage de la Terre (à quelques millions de kilomètres). Actuellement, presque 620 000 petites planètes sont déjà bien connues, tandis que pour environ 600 000 autres une orbite provisoire a déjà pu être calculée. Etant donné leur faible diamètre, les petites planètes ont un aspect stellaire (ponctuel) depuis la terre. Seul leur mouvement rapide (déjà visible après une dizaine de minutes) indique qu'il s'agit d'une petite planète et non d'une étoile.

La détection des petites planètes

La détection des petites planètes requiert une technique particulière. En effet, à cause de leur petite taille, les astéroïdes sont vus depuis la Terre comme des points, tout comme le sont les étoiles. Sur une image, il n'y a donc rien qui distingue les petites planètes des étoiles. Seul leur mouvement peut en fait trahir la présence des petites planètes. Pour les découvrir, il faut donc conduire les observations afin de mettre leur mouvement en évidence.

La technique utilisée consiste à prendre plusieurs images avec des intervalles d'une dizaine de minutes. D'une image à l'autre, l'astéroïde s'est déplacé par rapport aux étoiles. Un logiciel détecte pixel par pixel, pour chaque image, si on a affaire à un objet ou au fond du ciel. Cette information est ensuite combinée pour chaque image. Les pixels qui correspondent au fond du ciel sur chacune des images sont coloriés en noir, ceux pour lesquels un objet a été détecté sur deux images ou plus sont peints en gris, tandis que les pixels pour lesquels un objet n'a pas été détecté que sur une seule image reçoivent une coloration vive. Dans l'exemple ci-dessous, nous avons utilisé 5 images et les couleurs bleu, vert, jaune, orange et rouge. Les étoiles apparaîtront donc comme des taches grises tandis que les astéroïdes se trahiront sous la forme d'un arc-en-ciel, et seront facilement détectés.



Contact:

- Thierry Pauwels (Thierry.Pauwels@oma.be)
- Peter De Cat (Peter.DeCat@oma.be)

<https://aa.oma.be/>



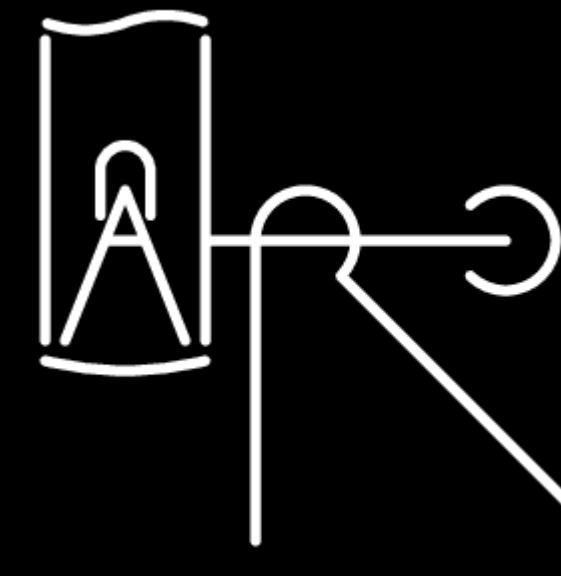
Pour voir tous nos posters

All posters stand hier bijgevoegd



Le télescope Schmidt

De Schmidt-telescoop



1 Correctieplaat

Het licht komt de telescoop binnen langs boven en gaat door de correctieplaat. Deze corrigeert de sferische aberratie die door een sferische spiegel wordt veroorzaakt.

2 Hoofdspiegel

Daarna valt het licht op de hoofdspiegel en wordt naar boven weerkaatst. De hoofdspiegel heeft een diameter van 1,20 meter en een dikte van 17 centimeter (foto: hoofdspiegel buiten de telescoop). Het gewicht bedraagt ongeveer 400 kilogram. De spiegel heeft een bolvormig oppervlak, wat toelaat een groot beeldveld te verkrijgen.

3 CCD-camera

Tenslotte komt het licht samen in het primaire brandpunt van de spiegel, waar het gedetecteerd wordt door de CCD-camera. Deze zet het licht om in een elektrisch signaal. De CCD-camera bevindt zich ongeveer ter hoogte van de cirkelvormige opening halfweg de buis, en is van beneden net niet te zien, maar de foto's hiernaast tonen de CCD-camera op haar plaats.

4 Controller

Het elektrische signaal van de CCD-camera wordt gestuurd naar de controller onderaan de telescoop. Deze zet het elektrische (analoge) signaal om in een digitaal signaal. Anderzijds zorgt de controller ook voor de sturing van de camera.

5 Computer

Het digitale signaal wordt tenslotte van de controller gestuurd naar een pc, die zorgt voor de bediening van de camera, het ontvangen, opslaan en een eerste verwerking van de beelden. Deze pc bevindt zich in de controlekamer in de gang naar de koepel. Naast een pc voor de bediening van de camera is er een pc voor de bediening van de telescoop. De kabel die de controller verbindt met de pc loopt via de kelder. De pc is op zijn beurt verbonden met een lokaal netwerk van computers zodat de beelden voor verdere verwerking naar andere computers kunnen gestuurd worden.

6 Pomp voor watercirculatie

Omdat een CCD-camera niet alleen gevoelig is voor licht maar ook voor warmte, moet de chip in de camera gekoeld worden tot een temperatuur van ongeveer -30° Celsius. De warmte die hierbij vrijkomt wordt door watercirculatie afgevoerd (zie de transparante buisjes). De pomp die het water aanvoert bevindt zich in de kelder onder de koepel.

7 Volgkijker

De volgkijker heeft een klein beeldveld met een sterke vergroting, waarin een dradenkruis zichtbaar is. Een volgster wordt gekozen en die wordt juist achter het snijpunt van de twee draden geplaatst. Tijdens de belichting kan de waarnemer aldus nagaan of het instrument correct de beweging van de sterren volgt, en desnoods een kleine correctie aanbrengen. De volgkijker werd niet gebruikt in het project RUSTICCA, maar zou eveneens van een kleine CCD-camera voorzien kunnen worden om de telescoop automatisch te laten volgen.

8 Zoeker

De zoeker is een klein kijkertje met redelijk groot beeldveld, die toelaat de kijker te richten op het gewenste object. Deze is niet meer nodig, daar de beelden tegenwoordig meteen op het scherm van de computer verschijnen.

9 Poolas of Uuras

Deze as is parallel met de rotatie-as van de aarde. Door de kijker tegen dezelfde snelheid te laten draaien als de aarde, maar in tegengestelde zin, blijft zijn oriëntatie in de ruimte ongewijzigd, en blijft hij steeds naar hetzelfde object gericht. Het voordeel van deze zogenaamde equatoriale opstelling is dat men de kijker slechts om één enkele as moet laten draaien tegen een constante snelheid om de aardrotatie te compenseren. Bij een zogenaamde horizontale of azimuthale opstelling (met een horizontale en een verticale as) moet men de kijker gelijktijdig om twee assen wentelen terwijl de CCD-camera zelf nog om een derde as moet wentelen, en dit tegen een snelheid die niet constant is.

De kijker wordt eveneens om deze as gedraaid om hem te richten op een bepaald object. Indien de rechte klimming van het object gekend is, moet de uurhoek eruit berekend worden aan de hand van de sterrentijd (zie de klok sterrentijd). Deze uurhoek werd vroeger ingesteld aan de hand van de deelcirkels, maar tegenwoordig wordt de positie van de telescoop afgelezen op het scherm van de computer.

10 Deelcirkel voor de uurhoek

11 Declinatie-as

De kijker wordt om deze as gedraaid enkel om naar een object te richten, en niet tijdens de waarneming. Het instellen van de declinatie gebeurde vroeger aan de hand van de deelcirkels, maar tegenwoordig wordt de positie van de telescoop afgelezen op het scherm van de computer.

12 Deelcirkel voor de declinatie

13 Tegengewicht

Om de telescoop in evenwicht te houden, wordt zijn gewicht aan de overzijde van de declinatie-as gecompenseerd door twee tegengewicht-en van elk 1000 kg.

14 Meetklok voor de declinatie

De meetklok voor de declinatie bevindt zich aan het uiteinde van de declinatie-as, en bestaat uit een gedeelte dat vast is aan de as en een gedeelte dat vast is aan de telescoop. De meetklok meet aldus rechtstreeks de declinatie van de telescoop, die dan op het scherm van de computer getoond wordt. Voor de uurhoek is er een gelijkaardige meetklok, die zich in de kelder bevindt. Het vaste gedeelte is daar echter vervangen door een lange staaf met een gewicht, die de verticale stand inneemt.

15 Meetklok voor de uurhoek



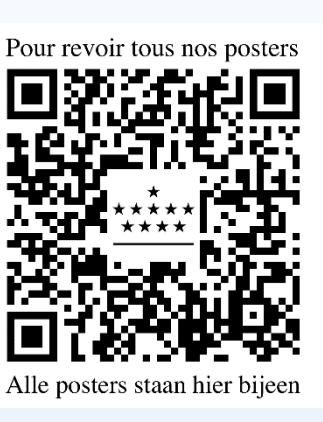
Pour nous tous à nos postes

Contact:

• Thierry Pauwels (Thierry.Pauwels@oma.be)

• Peter De Cat (Peter.DeCat@oma.be)

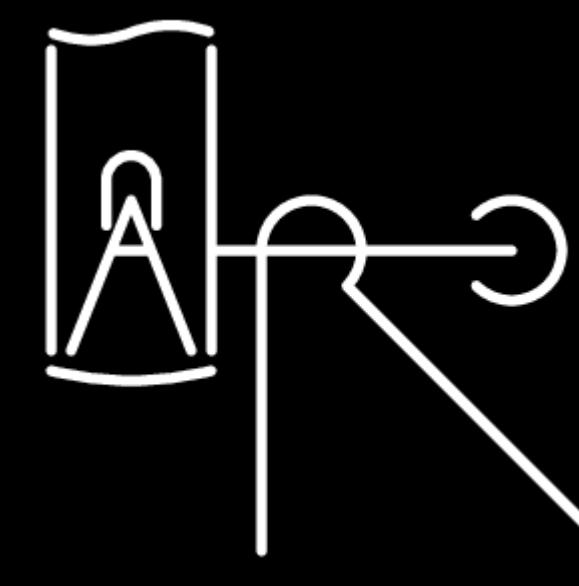
<https://aa.oma.be/>



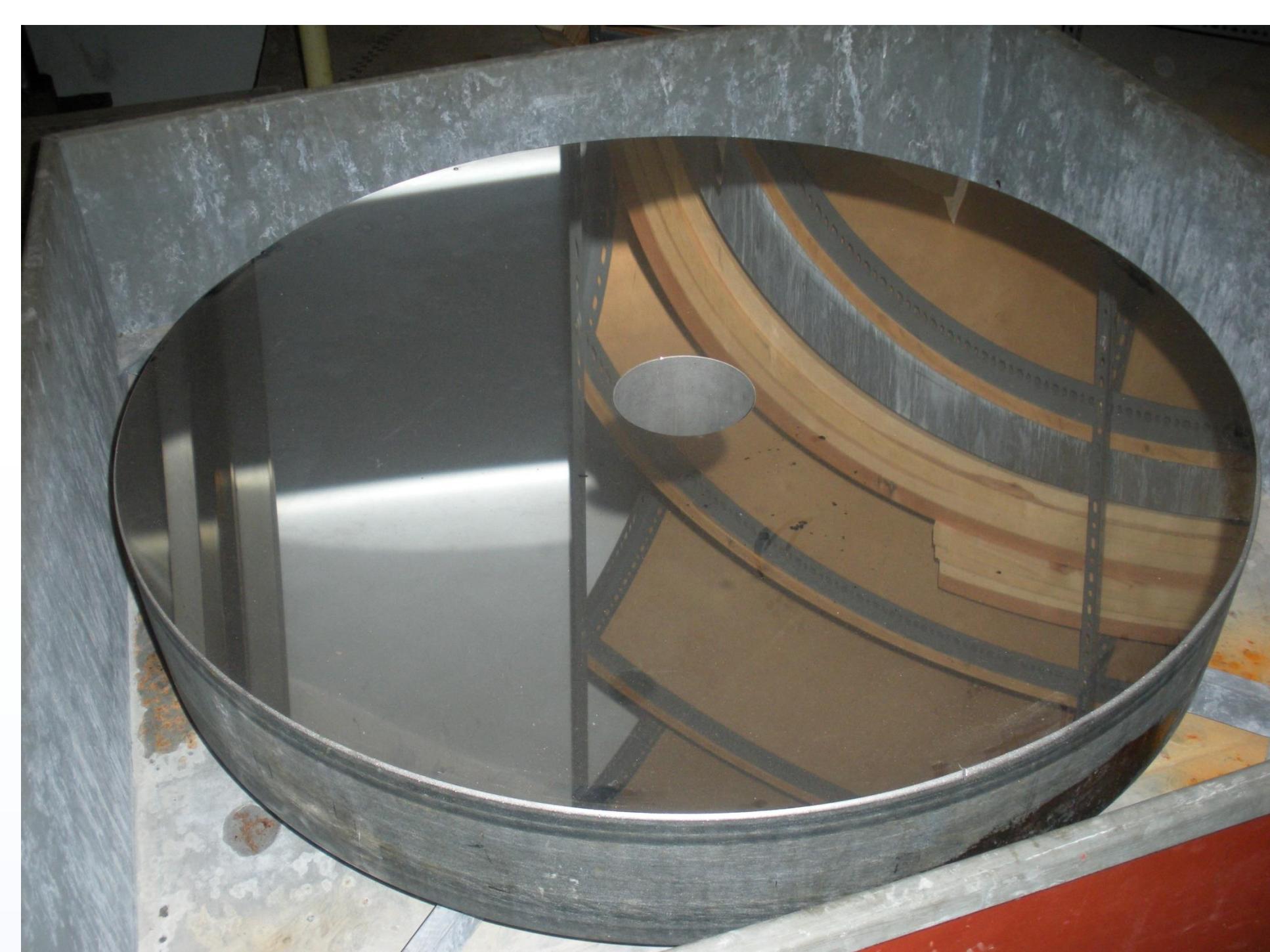
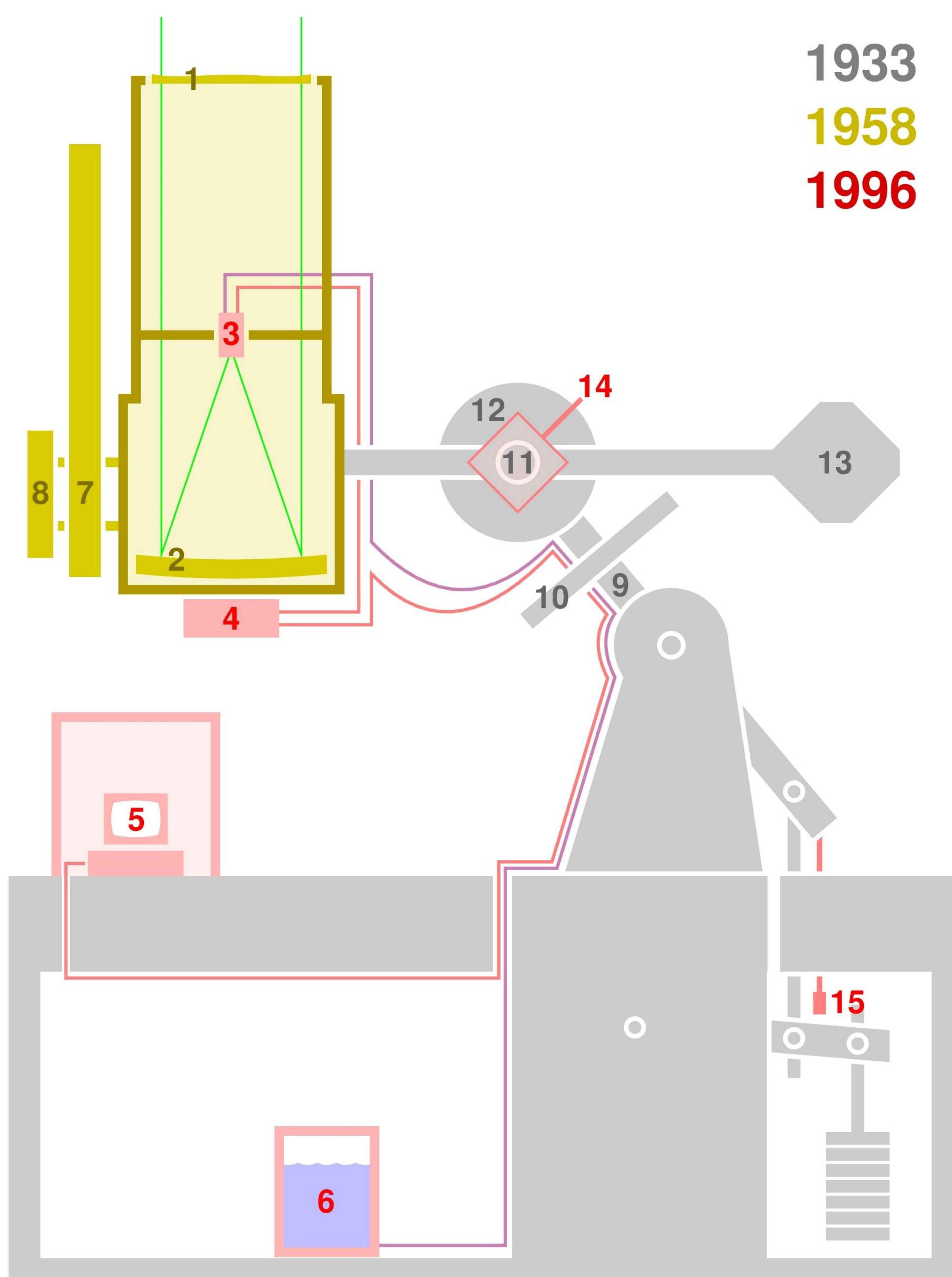
Alle posters staan hier bijgedragen



Le télescope Schmidt De Schmidt-telescoop

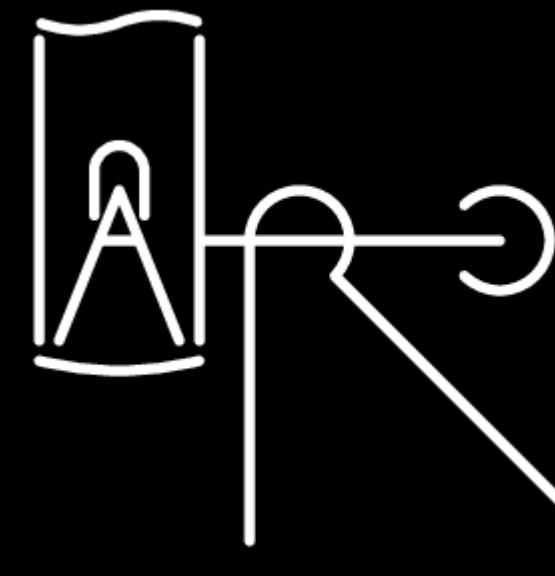


1933
1958
1996





Le télescope Schmidt De Schmidt-telescoop



1 Lame correctrice

La lumière entre dans le télescope par en haut et traverse la lame correctrice, qui corrige l'aberration de sphéricité causée par le miroir sphérique.

2 Miroir principal

Puis la lumière tombe sur le miroir principal, qui la réfléchit vers le haut. Ce miroir a un diamètre de 1,20 mètre et une épaisseur de 17 centimètres (photo: miroir principal hors du télescope). Son poids est d'environ 400 kilos. Sa forme sphérique permet d'observer un grand champ.

3 Caméra CCD

Finalement, la lumière est concentrée au foyer primaire du miroir, où elle est détectée par la caméra CCD. Celle-ci transforme la lumière en un signal électrique. La caméra CCD est située à peu près à mi-hauteur du tube, derrière l'ouverture circulaire. D'en-bas, elle est tout juste invisible, mais les photos ci-jointes la montrent sur son support.

4 Contrôleur

Le signal électrique de la caméra CCD est envoyé au contrôleur fixé en-dessous du télescope. Celui-ci transforme le signal électrique (analogique) en un signal numérique. Le contrôleur assure aussi la gestion de la caméra.

5 Ordinateur

Le signal numérique est finalement envoyé vers un PC, qui commande la caméra CCD d'une part, et assure la réception, l'enregistrement et un premier dépouillement des images d'autre part. Ce PC est situé dans la chambre de contrôle dans le couloir d'accès de la coupole. Le câble reliant le contrôleur au PC passe par la cave. Finalement, le PC est connecté à un réseau local d'ordinateurs, ce qui permet d'envoyer les images à d'autres ordinateurs pour des traitements plus approfondis. A côté du PC qui commande la caméra, se trouve le PC pilotant le télescope.

6 Pompe de circulation d'eau

Comme une caméra CCD n'est pas seulement sensible à la lumière, mais également à la chaleur, la puce dans la caméra doit être refroidie à une température d'environ -30 ° centigrades. Ceci libère de la chaleur, qui est évacuée par circulation d'eau (voir les tuyaux transparents). La pompe qui fait circuler l'eau se trouve dans la cave sous la coupole.

7 Lunette guide

La lunette guide a un petit champ stellaire, mais un fort agrandissement, dans lequel apparaît un réticule. On choisit une étoile que l'on place sur ce réticule, afin de surveiller le mouvement de l'instrument pendant la pose. Au cours de celle-ci, l'observateur peut éventuellement corriger le centrage de l'étoile. La lunette guide n'a pas été utilisée dans le projet RUSTICCA, mais si on l'équipait d'une petite caméra CCD, un guidage automatique du télescope pourrait être possible.

8 Chercheur

Le chercheur est une petite lunette avec un champ relativement grand qui permet d'orienter le télescope vers l'objet souhaité. Comme les images apparaissent à l'écran, le chercheur est devenu inutile.

9 Axe polaire ou horaire

Cet axe est parallèle à l'axe de rotation terrestre. En faisant tourner l'instrument à la même vitesse que la rotation terrestre, mais en sens opposé, celui-ci garde une même orientation dans l'espace, et reste dirigé vers le même objet. L'avantage d'un tel montage équatorial réside dans le fait que l'instrument ne doit être mis en mouvement qu'autour d'un seul axe et avec une vitesse constante. Dans le cas d'une monture horizontale ou azimutale (axes: horizontal et vertical), on est contraint de faire tourner l'instrument autour des deux axes, et d'animer également la caméra CCD autour d'un troisième axe. Aucune des trois vitesses de rotation n'est constante dans ce cas.

L'instrument est également mû autour de l'axe polaire pour être dirigé vers l'objet choisi. Quand on connaît l'ascension droite de cet objet, on calcule l'angle horaire à partir du Temps Sidéral (voir: horloge de Temps Sidéral). Auparavant, on introduisait cet angle horaire à la main sur le cercle horaire, mais de nos jours, la position du télescope est lue à l'écran de l'ordinateur.

10 Cercle horaire

11 Axe de déclinaison

Cet axe permet la rotation de l'instrument pour son orientation, mais ne sert aucunement pendant l'observation. Le pointage en déclinaison se faisait manuellement à l'aide du cercle gradué, mais de nos jours, la position du télescope est lue à l'écran de l'ordinateur.

12 Cercle de déclinaison

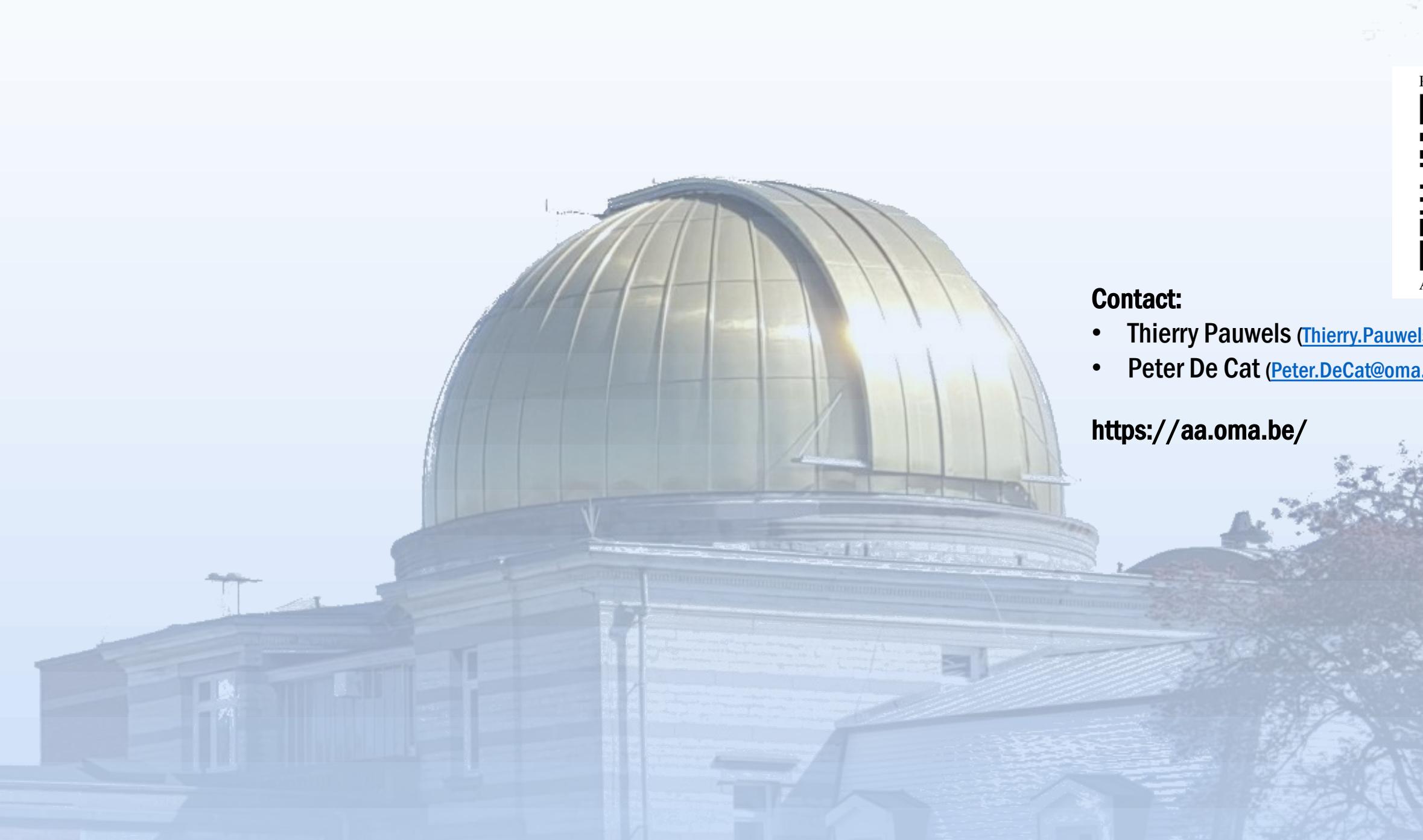
13 Contrepoids

Pour assurer l'équilibrage du télescope, son poids est compensé par deux contrepoids de 1000 kg chacun, placés à l'opposé par rapport à l'axe de déclinaison.

14 Rapporteur de déclinaison

Le rapporteur de déclinaison se trouve à l'extrémité de l'axe de déclinaison et consiste en une partie fixée à l'axe de déclinaison, et une partie qui bouge avec le télescope. Le rapporteur mesure ainsi la déclinaison du télescope, qui est ensuite indiquée à l'écran de l'ordinateur. Il existe un rapporteur similaire pour l'angle horaire, mais dont la partie fixe est remplacée par une longue tige avec un poids qui prend la position verticale. Ce rapporteur se trouve dans la cave.

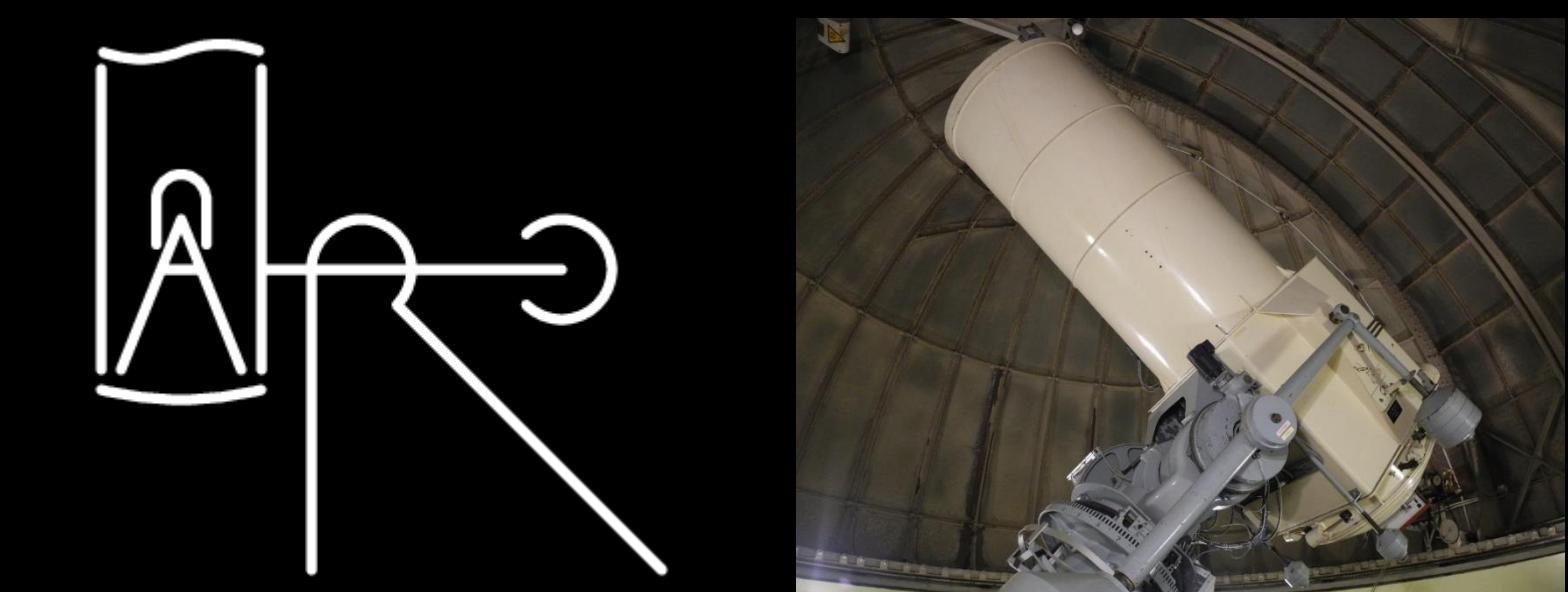
15 Rapporteur d'angle horaire





Le télescope Schmidt

De Schmidt-telescoop



De magie van de CCD-camera

Een CCD-camera kan verrassend meer aan dan de klassieke fotografische plaat. Links (**Fig. A**) staat een beeldje genomen aan de Dubbele Astrograaf (de kijker in de koepel naast deze koepel) ten tijde van het opstarten van het project RUSTICCA. Door de enorme lichthinder van de Brusselse agglomeratie konden toen nog slechts sterren van magnitude 14 waargenomen worden (ongeveer 4000 maal zwakker dan de zwakste sterren die met het blote oog te zien zijn). Belichtingen van langer dan ongeveer 10 minuten waren niet meer mogelijk omdat anders de hemelachtergrond zelf de plaat volledig zou overbelichten. De fotografische waarnemingen in Ukkel waren toen reeds op een laag pitje gevallen, en bleven beperkt tot de helderste objecten, die nog wel in het bereik van de instrumenten lagen.

De opname rechts (**Fig. B**) toont hetzelfde beeldveld, in de testfase van het project RUSTICCA (augustus 1996) genomen met de CCD-camera aan de Telescoop. Ondanks de sterke lichthinder en nog technische onvolmaakthesen in de testfase, zijn de zwakste sterren die hierop te zien zijn ongeveer van magnitude 21, dit is 600 maal zwakker dan de zwakste sterren op de linkse opname, of 2 miljoen maal zwakker dan de zwakste ster die met het blote oog te zien is. In totaal werd ongeveer twee en een half uur belicht.

Dit opmerkelijk resultaat kon verkregen worden dankzij een aantal voordeelen van een CCD-camera ten opzichte van de klassieke fotografische plaat:

- Een CCD-chip is gevoeliger dan een fotografische plaat, en reageert dus veel sneller op het invalende licht.
- Elke pixel van een CCD-chip kan zowat 30 000 verschillende grijstinten aan, terwijl een korrel van de fotografische emulsie slechts wit of zwart kan zijn. Dit kompenseert ruimschoots het feit dat een pixel van een CCD-camera groter is dan een korrel van een fotografische emulsie.
- Een CCD gedraagt zich lineair, wat betekent dat het signaal evenredig is met het ingevallen licht, terwijl een fotografische emulsie algauw veranderingen vertoont, en dus minder gaat reageren op extra licht.
- Het beeld van een CCD wordt aangeleverd als een signaal dat door een computer kan gelezen, geïnterpreteerd en bewerkt worden. De hemelachtergrond kan ervan afgetrokken worden, en het contrast kan verhoogd worden. De zwakste sterren op deze opname zijn ongeveer 200 maal zwakker dan de hemelachtergrond zelf. Op een fotografische plaat daarentegen moet een ster ongeveer zo helder zijn als de hemelachtergrond om zichtbaar te worden.
- Aangezien het signaal in een computer opgeslagen zit, kunnen verschillende beeldjes bij elkaar opgeteld worden. Hierdoor is er geen limiet meer voor de belichtingstijd. Hoewel de hemelachtergrond op één enkele opname al na ongeveer 15 minuten het beeld compleet zou veranderen, bedraagt de totale belichtingstijd van het hier getoonde beeld ruim 2 uur, en werd verkregen door een 20-tal individuele beelden bij elkaar op te tellen.

Enkele andere voordeelen van een CCD-camera zijn:

- De camera bevindt zich vast in de telescoop en kan vanop afstand bediend worden, wat veel handiger en sneller is dan de fotografische plaat die telkens manueel moet ingebracht worden op een hoogte van ongeveer 4 meter boven de grond.
- Het uitlezen van de chip en het inladen van het beeld in de computer duren samen nog geen halve minuut, terwijl de ontwikkeling van een fotografische plaat algauw 20 minuten in beslag neemt.
- Er is geen gebruik van chemische produkten meer nodig voor de ontwikkeling, wat dus milieuvriendelijker is.
- De metingen kunnen volledig met de computer gebeuren, en zijn aldus tot 100 maal zo nauwkeurig.

Er is helaas ook een nadeel verbonden aan een CCD-camera. Terwijl een fotografische plaat 20 tot 30 centimeter groot kan zijn, zijn de meeste CCD-chips (het gevoelige element) kleiner dan 1 centimeter. Met zijn 3 op 2 centimeter was onze chip weliswaar een reus onder de CCD-chips, maar toch nog heel klein vergeleken met een fotografische plaat. Op grote sterrenwachten worden zogenaamde mozaïeken van CCD's gebruikt, om alzo toch nog een groot beeldveld te krijgen, maar die dingen zijn heel erg duur.

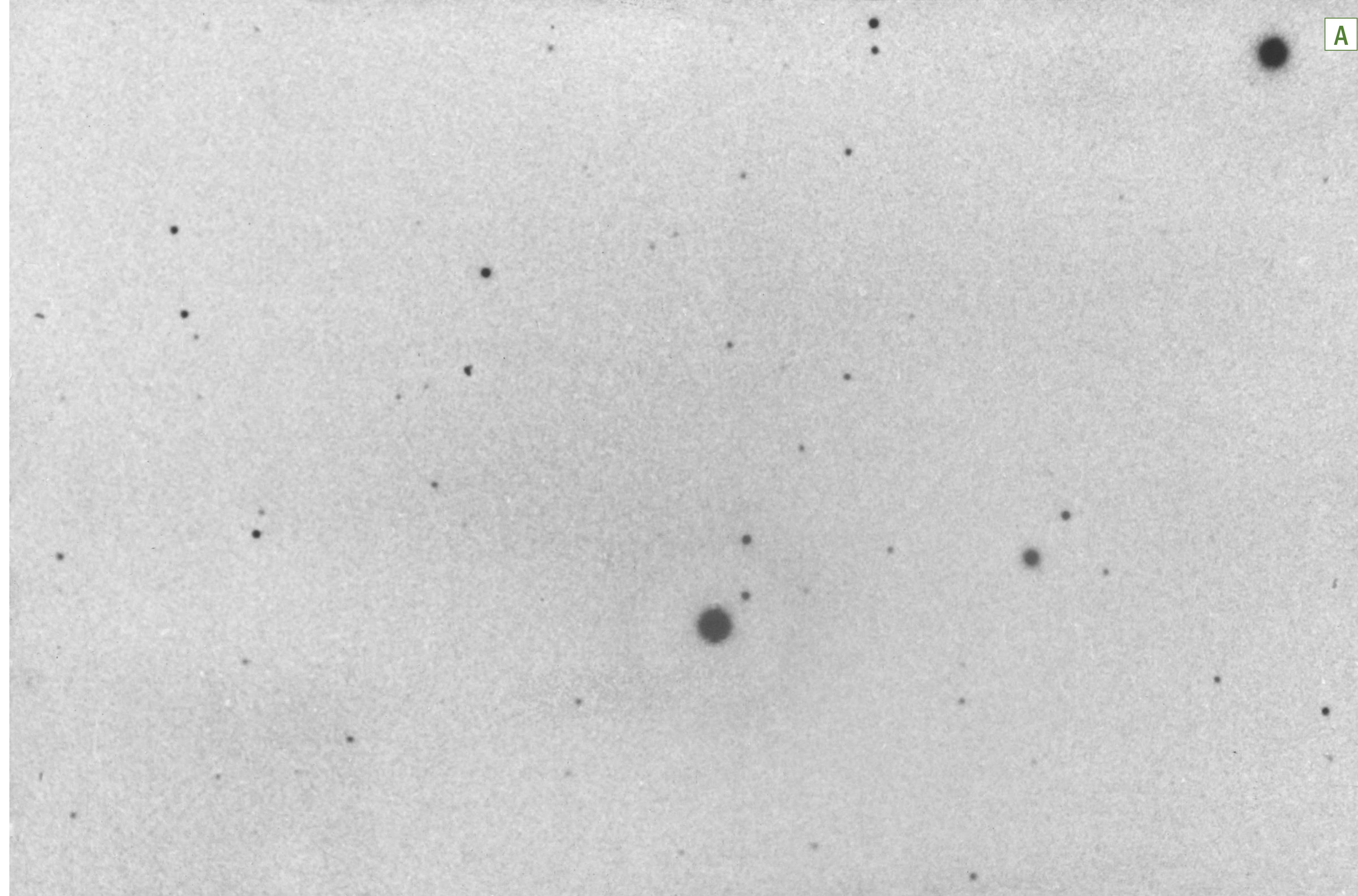
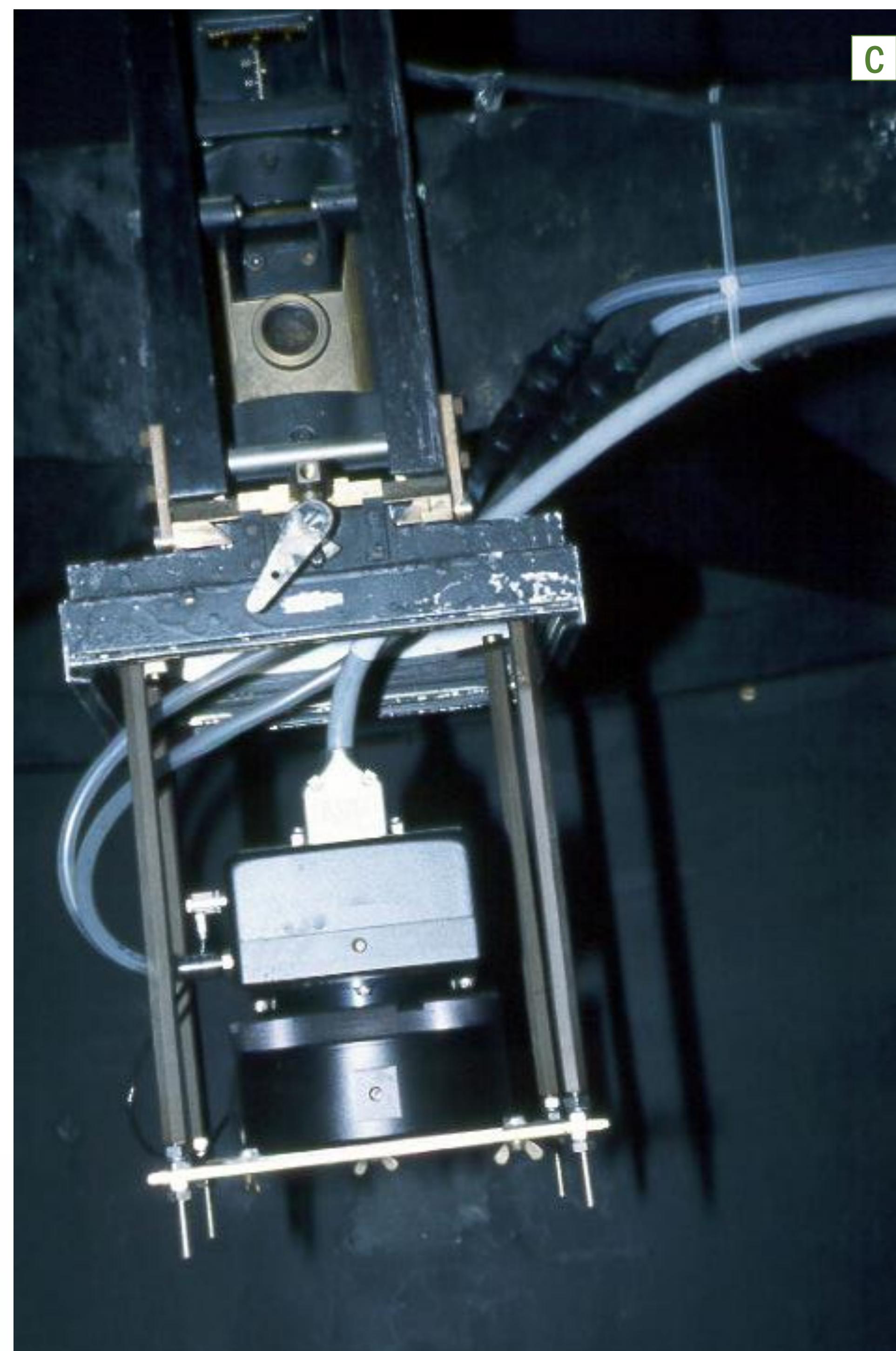


Fig. A & B: Een opname uit 1996 van hetzelfde beeldveld met een klassieke fotografische plaat met de Dubbele Astrograaf (links) en met de CCD-camera aan de Telescoop (rechts). Beide beelden zijn 20 maal vergroot ten opzichte van het originele beeld, dat 27 mm bij 18 mm meet. Dit komt overeen met een veld aan de hemel van 3/4 graad bij 1/2 graad, zodat de volle maan nog net volledig op het beeld zou passen.

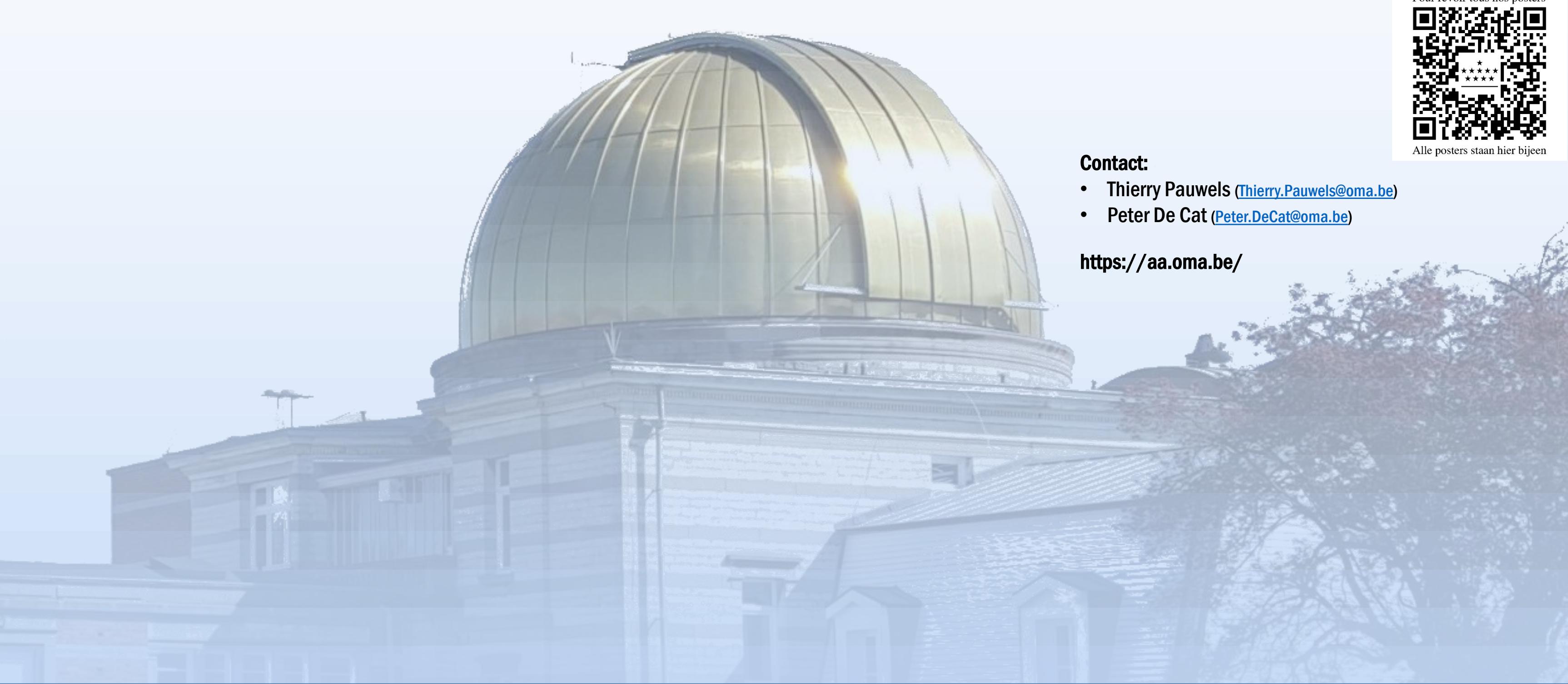
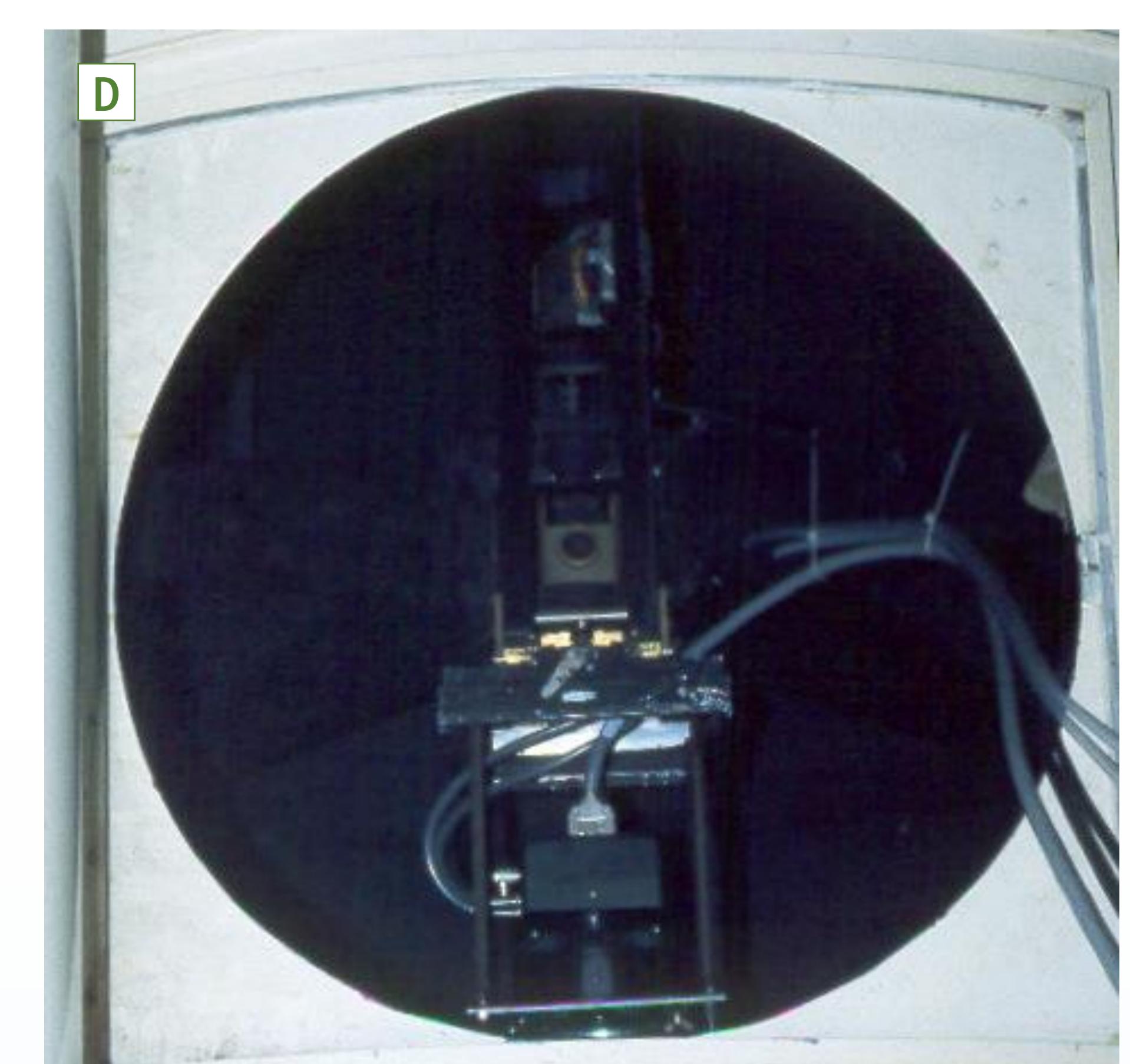


De CCD-camera

Fig. C & D: Foto's van de CCD-camera in de telescoop. De foto's zijn genomen ter hoogte van de cirkelvormige opening in het midden van de buis van de telescoop.

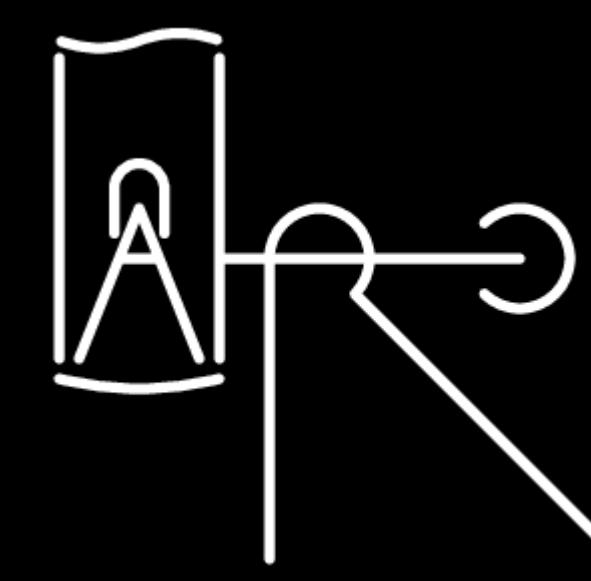
Fig. E: Foto van de camera buiten de telescoop.

Fig. F: Afbeelding van de chip die in de camera ingebouwd is. Het lichtgevoelige oppervlak meet 2,7 bij 1,8 centimeter, en bevat 3072 bij 2048 lichtgevoelige elementen (pixels) van elk 9 micrometer groot.

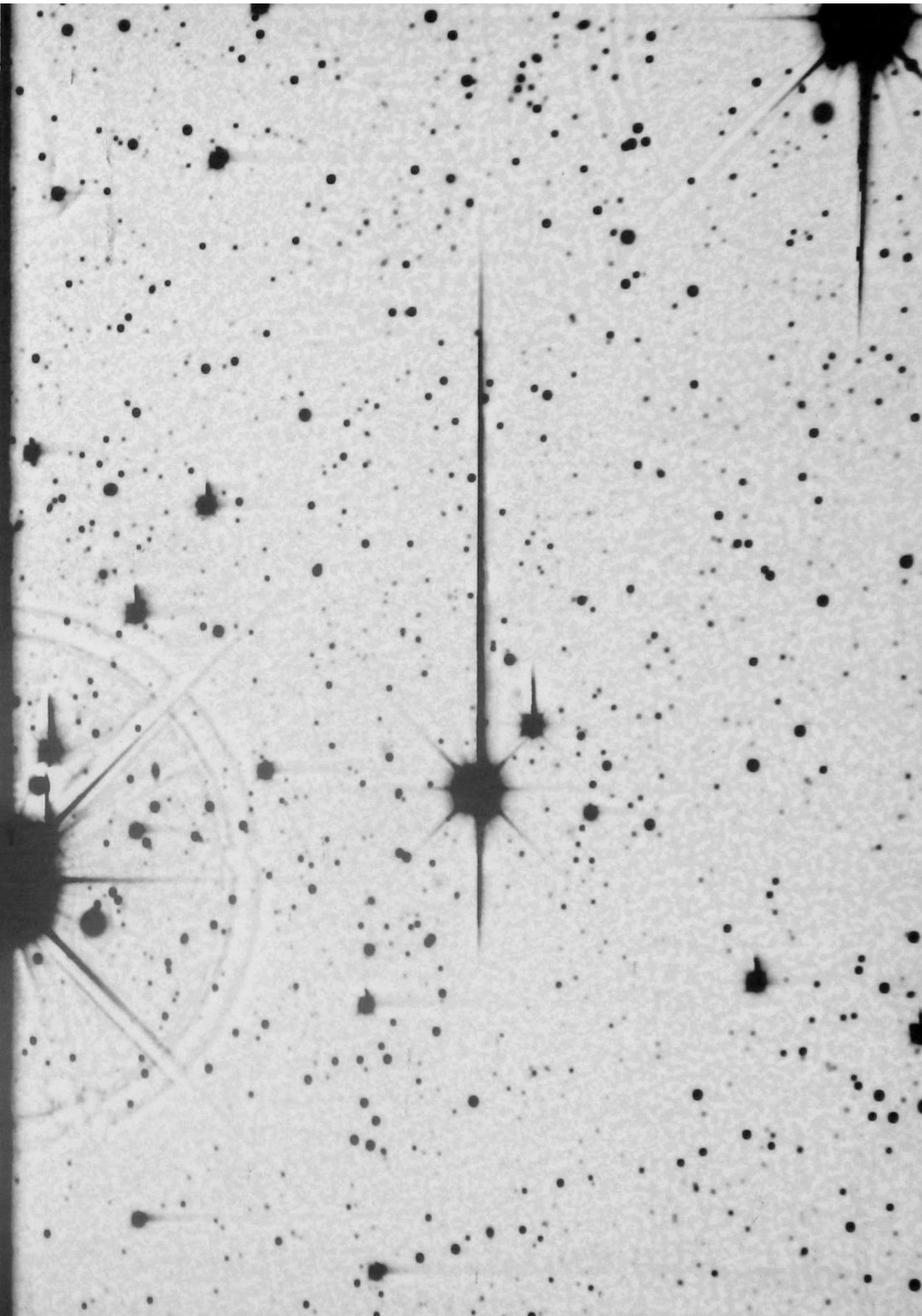




Le télescope Schmidt De Schmidt-telescoop



B



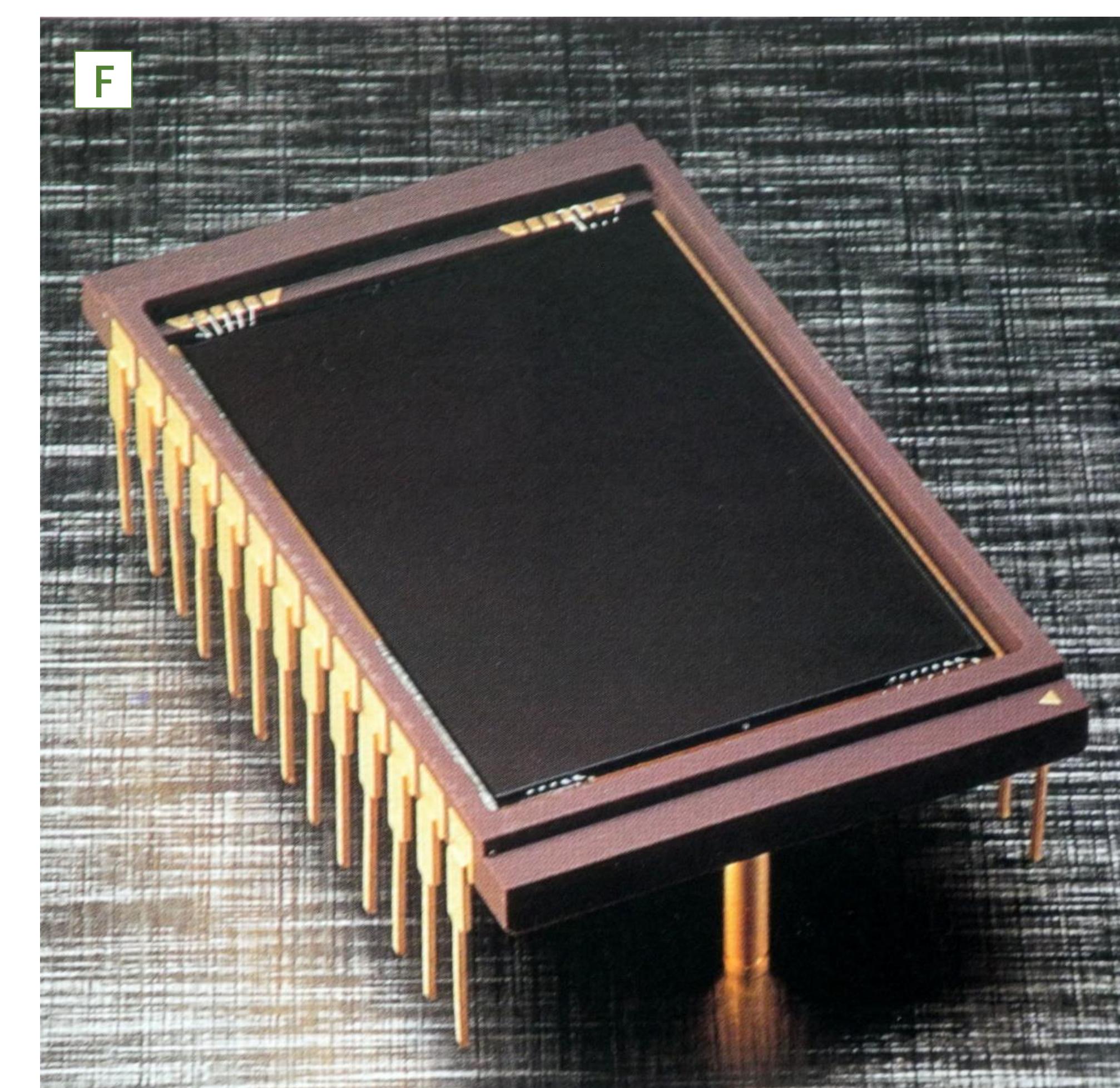
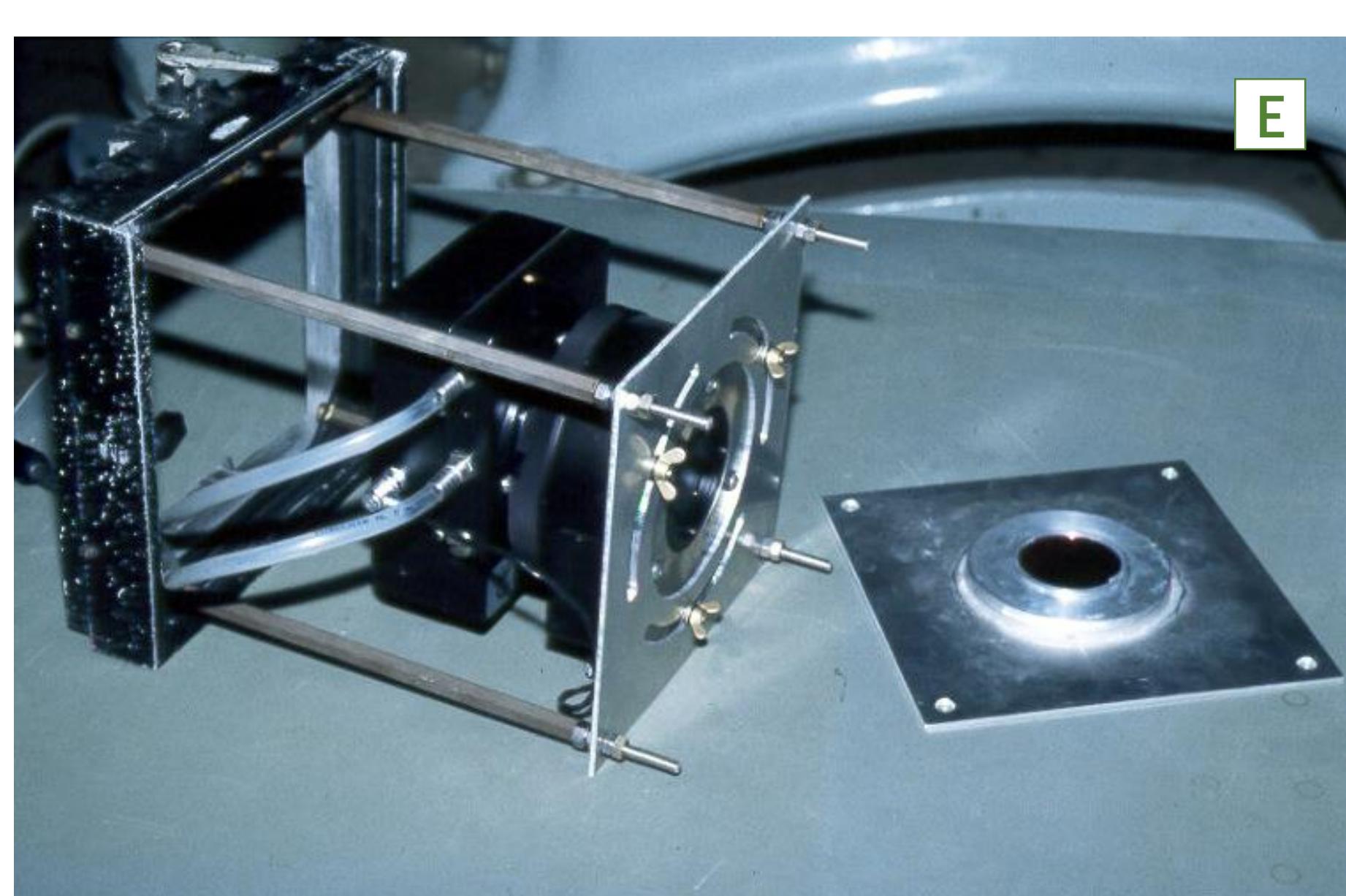
(A & B): Une image de 1996 du même champ avec une plaque photographique prise à l'Astrographe Double (à gauche) et avec la caméra CCD au télescope (à droite). Les deux images ont été agrandies 20 fois par rapport à l'image originale, qui mesure 27 mm sur 18 mm. Sur le ciel, cela correspond à 3/4 de degré sur 1/2 degré, de telle sorte que la pleine lune entrerait encore tout juste dans le champ de l'image.

La caméra CCD

Fig. C & D: Photos de la caméra CCD montée dans le télescope. Les photos ont été prises à hauteur de l'ouverture circulaire à mi-hauteur du télescope.

Fig. E: Photo de la caméra hors du télescope.

Fig. F: Photo de la puce dans la caméra. La surface photosensible mesure 2,7 sur 1,8 centimètres, et contient 3072 sur 2048 éléments sensibles (pixels) de 9 micromètres chacun.



La magie de la caméra CCD

Une caméra CCD offre bien plus de possibilités qu'une plaque photographique. En haut à gauche (Fig. A), vous voyez une image prise à l'Astrographe Double (l'instrument dans l'autre coupole), au moment du démarrage du projet RUSTICCA. A cause de l'énorme pollution lumineuse de l'agglomération Bruxelloise, on ne pouvait plus observer d'étoiles plus faibles que la magnitude 14 (à peu près 4000 fois moins lumineuses que les étoiles les plus faibles visibles à l'œil nu). Des pauses plus longues que 10 minutes environ n'étaient plus possibles. Au delà, le fond du ciel lui-même aurait surexposé les clichés. Les observations photographiques à Uccle avaient fortement diminué et étaient limitées aux objets les plus brillants, les seuls encore à la portée de nos instruments.

L'image de droite (Fig. B) montre le même champ, observé au cours des tests du projet RUSTICCA effectués en août 1996 à l'aide de la caméra CCD au Télescope. Malgré la forte pollution lumineuse et les imperfections techniques dans la phase de test, les étoiles les plus faibles, visibles, sur l'image sont de magnitude 21, c'est-à-dire 600 fois plus faible que les étoiles les plus faibles de l'image de gauche, ou encore 2 millions de fois moins lumineuses que les étoiles les plus faibles visibles à l'œil nu. Le temps de pose total est d'à peu près deux heures et demie.

Ce résultat remarquable a pu être obtenu grâce à plusieurs avantages de la caméra CCD par rapport à la plaque photographique classique:

- Une puce CCD est beaucoup plus sensible qu'une plaque photographique et réagit donc beaucoup plus vite à la lumière incidente.
- Chaque pixel de la puce peut montrer 30 000 tons de gris différents, tandis qu'un grain photographique ne peut être que blanc ou noir. Ceci compense largement le fait qu'un pixel d'une caméra CCD est plus grand qu'un grain d'une émulsion photographique.
- Un CCD se comporte linéairement, ce qui veut dire que le signal est proportionnel avec la quantité de lumière, tandis qu'un plaque photographique montre bien vite des phénomènes de saturation, et réagira moins fortement à un surplus de lumière.
- L'image d'un CCD est délivré sous forme d'un signal qu'un ordinateur peut lire, interpréter et traiter directement. Le fond du ciel peut ainsi être déduit, et on peut augmenter le contraste. Les étoiles les plus faibles sur ce cliché sont environ 200 fois plus faibles que le fond du ciel lui-même. Sur une plaque photographique, une étoile doit être à peu près aussi brillante que le fond du ciel pour être visible.
- Puisque les images sont mémorisées sur ordinateur, il est possible d'additionner plusieurs images, et par conséquent, il n'y a plus de limite au temps de pose. Bien que le fond du ciel sature une image individuelle en à peu près 15 minutes, l'image montrée ici a été obtenue avec un temps de pose cumulé de plus de 2 heures, en additionnant une vingtaine d'images individuelles.

Quelques autres avantages d'une caméra CCD:

- La caméra est fixe dans le télescope et peut être commandée à distance, ce qui est beaucoup plus commode et rapide que la plaque photographique. En effet, celle-ci devait chaque fois être introduite manuellement à une hauteur d'à peu près 4 mètres au dessus du sol.
- La lecture de la puce, et l'enregistrement dans l'ordinateur prend moins d'une demi-minute, tandis que le développement d'une plaque photographique prend typiquement 20 minutes.
- Les produits chimiques nécessaires pour le développement des plaques photographiques deviennent superflus, ce qui est meilleur pour l'environnement.
- Les mesures peuvent se faire entièrement à l'aide d'un ordinateur et peuvent ainsi être jusqu'à 100 fois aussi précises.

Pourtant, la caméra CCD présente aussi malheureusement un désavantage. Alors qu'une plaque photographique mesure 20 à 30 centimètres, la dimension des puces CCD (c-à-d l'élément sensible) reste le plus souvent inférieure au centimètre. Même si, avec ses 3 centimètres sur 2, notre puce était un géant parmi les puces CCD, elle est encore toute petite comparée à une plaque photographique. Dans de grands observatoires on utilise des mosaïques de CCD, afin d'obtenir un grand champ, mais de telles mosaïques sont très coûteuses.



Contact:

• Thierry Pauwels (Thierry.Pauwels@oma.be)

• Peter De Cat (Peter.DeCat@oma.be)

<https://aa.oma.be/>



Pour voir tous nos posters
Alle posters staan hier bijeen