CCultus



nummer 166

oktober 2026

waarnemers van Sterbedekkingen
en Kleine Planeten

Colofon

Occultus Is een uitgave van de

Vereniging **Waarnemers van Sterbedekkingen en Kleine Planeten (WSKP)**

K.v.K.: 40483445 te Utrecht.

Contributie : 10 Euro (2024).

Bank: NL10 RABO 0348 7888 86 t.n.v. WSKP, BIC: RABONL2U

Bestuur

Voorzitter:	*Secretaris:*	*Penningmeester:*
H.G.J. Rutten	H de Groot	H Govaarts

Email : info@doa-site.nl

Waarneemcommissie:

H.J. Bril : Voorzitter waarneemcommissie, waarneemleider Zuid.

A.A. Gerritsen: Waarneemleider West, Rekenaar rakenden en eclipsen.

Wim Nobel

Email: sterbedekkingen@gmail.com

Occultus:
Redaktie: H de Groot
ISSN: 2352-216X

Voorblad:
Pic du Midi tijdens de ESOP in de wolken,
De koepel van de 2 meter telescoop,
Het wapen van Occitanië, als keramiek souvenier uitgereikt tijdens “Social Dinner”.

Van de Redaktie.

Beste lezer,
Eind augustus was al weer de 45e ESOP. Die begon letterlijk op een hoogtepunt: de 2870 meter hoge Pic du Midi.
De Franse organisatie heeft er alles aangedaan om er weer een onvergetelijke bijeenkomst van te maken. En als deelnemer houd je daar natuurlijk nieuwe inspiratie en contacten aan over. Een impressieverslag staat in deze Occultus.
Helaas is ons ook weer een actief waarnemer van sterbedekkingen ontvallen. Van Adri is daarvan een In Memoriam opgenomen.

Vorige week vond ook het 125 jarig Lustrum symposium van de KVWS plaats in Leiden. Verschillende leden van onze vereniging waren daarbij ook aanwezig.
Als werkgroep stonden we daar met een poster. Wat mij opviel was dat er toch veel mensen rondlopen die nauwelijks van sterbedekkingen gehoord hebben.
Ook werd tijdens de paneldiscussie gezegd dat amateurs eigenlijk niet meer kunnen bijdragen aan de wetenschap. Govert Schilling hield daarop een betoog dat je het moet doen omdat je het zelf leuk vindt om te doen. En dat is natuurlijk ook zo.
Maar aan de andere kant vinden ook velen het leuk om soms zelf iets nieuws te ontdekken. Eén van de sprekers, Nathalie Degenaar, sprong daarop in met de “Black Hole Finder” app.
Maar ook in deze Occultus kun je nog een leuke uitdaging vinden in het OLED project. Met daarachter nog een artikel met vooral praktische informatie. Ik ben er zelf ook mee bezig gegaan, en heb inmiddels mijn eerste Maanbedekking met een resolutie van 10 ms binnen gehaald.
Deze twee artikelen in Occultus zijn ook een gevolg van de ESOP.

Boelie heeft samen met Eric een nieuwe rubriek geopend: “Uit de oude doos”.
In dit nummer hun eerste bijdrage. Een mooi initiatief!

Ik wens u veel leesplezier toe met deze Occultus.

Inhoud

Verslag van de ESOP XLV	4
In memoriam Jean Bourgeois	15
Het OLED Project Bedekkingen van dubbelsterren door de Maan.	17
Snelle fotometrie van sterbedekkingen door de Maan.	25
Verslag rakende Venusbedekking op 5 oktober 1980.	28

Verslag van ESOP XLV in Toulouse

door Henk de Groot

Heenreis.

Ik sta weer voor de volgende ESOP, alweer nummer 45. De vijfentwintigste was in Leiden, alweer 20 jaar geleden. En nu naar Toulouse. Het is donderdag 21 augustus, en ik heb er zin in. Wel een dag eerder dan gebruikelijk. Meestal is het vertrek op vrijdag, en dan ‘s avonds de welkomstreceptie en registratie op de ESOP. Maar dit jaar gaat het anders, en niet zonder reden.

Ik vertrek omstreeks half acht uit mijn woonplaats met de trein naar Schiphol. Daar moet ik de TGV naar Parijs nemen. Wel met een ruime overstaptijd, want als je deze aansluiting mist, zou dat voor problemen kunnen gaan zorgen. Maar ik heb wel even de tijd om op Schiphol een flinke beker koffie te kopen. Dan naar Parijs. Het eerste stukje gaat in een sukkelgangetje. Het schijnt dat de spoorviaducten op instorten staan, dus de trein doet kalmpjes aan. Pas in de Groene hart tunnel gaat de snelheid naar 280 km/uur, en voordat je er erg in hebt, sta je in Rotterdam. Vandaar naar Antwerpen en dan via Brussel naar het Gare du Nord in Parijs. Parijs heeft alleen kopstations, dus als je van het Noorden naar het Zuiden wilt, moet je overstappen naar een ander station. Ook daar heb ik ruim de tijd voor genomen. Ik loop door het centrum van de Franse hoofdstad, langs het Louvre, over de Seine en dan door naar Gare du Montparnasse. Vandaar de TGV naar Toulouse. Ook deze trein rijdt tot aan Bordeaux 300 km/uur, maar Frankrijk is een stuk groter dan Nederland, dus voordat je daar bent is het al weer enkele uren verder. Daarna nog een stuk op normale snelheid naar Toulouse. Precies op tijd kom ik daar aan en onder de dreiging van een onweersbui loop ik naar het hotel, waar ik om 22 uur aankom.

Vrijdag: Naar de Pic du Midi.

Al om 6 uur loopt de wekker af. In de ontbijtzaal ontmoet ik al veel bekende ESOP gezichten. Het is nog best wel vroeg, maar om 7 uur moeten we in de bus zitten richting Pyreneeën, wat zo’n 2,5 uur rijden is. Jammer genoeg is het bewolkt, en regent het af en toe een beetje. Aangekomen bij de bergen klimmen we langzaam omhoog. Op ongeveer 1000 meter hoogte verdwijnt de bus in de wolken. We rijden de Tourmalet op, en op enkele kilometers voor het hoogste punt, op ongeveer 1750 meter, stoppen we op een zeer mistige parkeerplaats. Onze reisleider weet in de mist de gondel naar de Pic du Midi te vinden, en daar wordt de halve bus in de gondel gezet, die zich daarna omhoog beweegt. De rest volgt met de volgende gondel. Het eerste deel gaat nog relatief laag over de grond. Halverwege moeten we overstappen op een tweede gondel, en die gaat over een diep ravijn heen. Zo diep dat je niets anders meer ziet dan dichte mist, boven, onder, links, rechts, voor en achter. Best wel eng voor een pas gearriveerde plattelander. Ruim 10 minuten later staan we op een hoogte van 2870 meter weer op vaste grond.

Helaas zit het weer niet erg mee. Het is koud, ongeveer 4 graden, er hangt een zeer dichte mist en het regent of motregent voortdurend.

Pic du Midi.

Op de Pic du Midi is een sterrenwacht, een weerstation, een planetarium en horeca aanwezig. In 1878 zijn enkele particulieren begonnen met de bouw van de sterrenwacht. Toen moest alles lopend en met ezels naar boven gebracht worden. Na 4 jaar is het geld op, en de Franse staat heeft daarna het project overgenomen. Omstreeks 1903 wordt er een 50 cm telescoop geïnstalleerd. In 1922 heeft Bernard Lyot de zoncoronograaf telescoop op de Pic gebouwd, en daarmee zijn tot 1982 continue zonswaarnemingen uitgevoerd.

In 1965 is de Bernard Lyot telescoop gebouwd. Deze SC telescoop heeft een spiegel van 2 meter en is daarmee de grootste telescoop in Frankrijk. Echter in het begin van de jaren ‘80 werd het

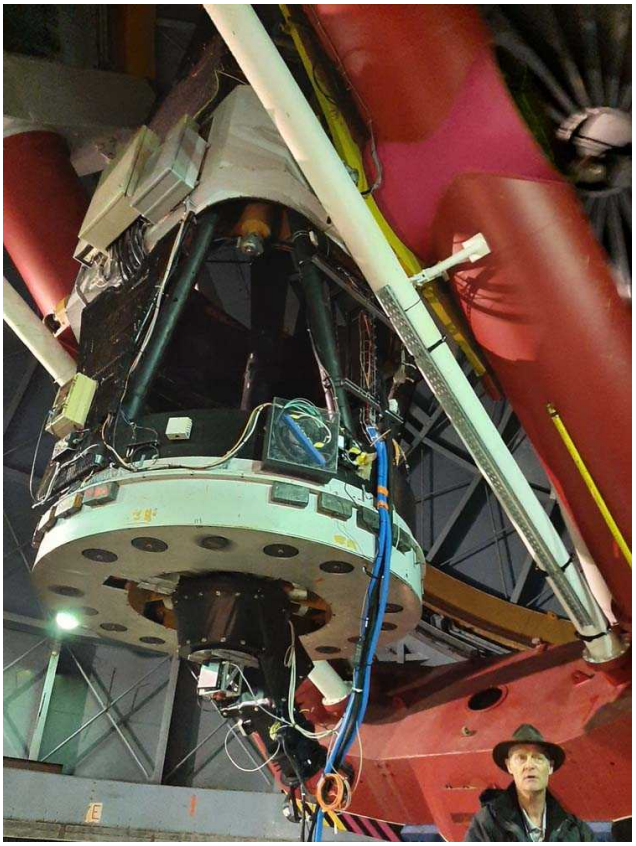
wetenschappelijk nut van de telescoop minder door de bouw van grote telescopen elders op de wereld, en de kosten van het onderhouden van de sterrenwacht bleven onveranderd hoog. Door de Sterrenwacht te transformeren naar een publiekstrekker, en veel toeristen te lokken, zijn er nu veel meer inkomsten, en kan de Pic du Midi sterrenwacht behouden blijven. Een planetarium, een restaurant en allerlei presentaties voor bezoekers dragen daaraan bij. Normaal gesproken heeft het publiek geen toegang tot de telescopen; wij als ESOP gangers kregen een rondleiding.
Sinds 1952 is de Pic bereikbaar met een gondel.

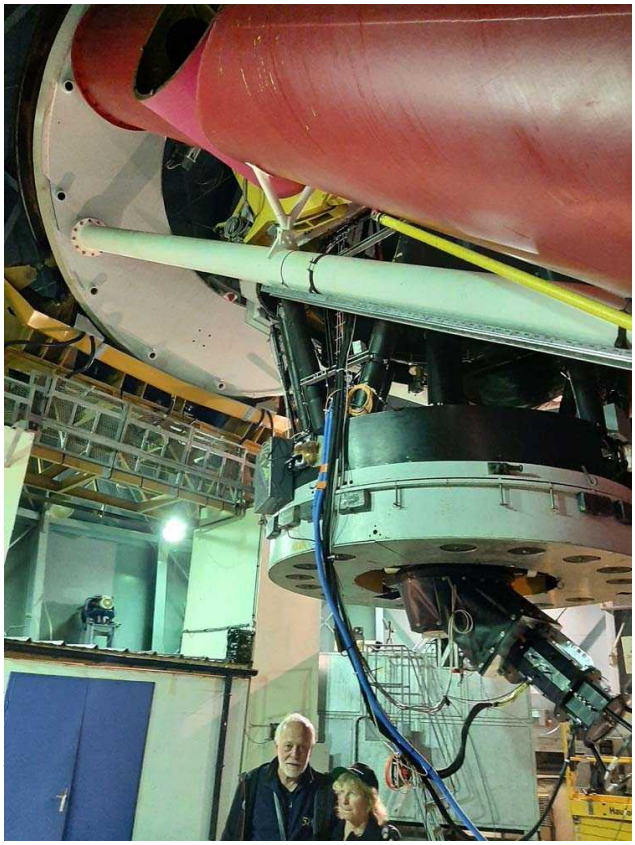


De Sterrenwacht op de Pic du Midi tijdens een kort moment waarbij de mist wat dunner werd. Rechts de koepel van de 1 meter telescoop en helemaal achteraan in het midden de koepel van de 2 meter telescoop.

De Bernard Lyot telescoop.
Met deze telescoop worden spectro-polarimetrische ster waarnemingen gedaan. Aan de telescoop is een heel nauwkeurige spectrograaf gekoppeld welke over een heel groot gebied een lichtspectrum met een groot oplossend vermogen kan vastleggen. Bovendien kan de polariteit van het licht worden gemeten. Met de waarnemingen kunnen analyses gedaan worden over opbouw van een ster, speciaal de magnetische veldlijnen ten opzichte van de sterrotatie.

De telescoopruimte heeft een gekoelde vloer om ‘s nachts bij afkoelende buitentemperatuur de luchtturbulenties te voorkomen. Het vreemde vind ik wel dat er water op de vloer staat, dus kennelijk wordt de vloer gekoeld tot onder het dauwpunt, wat volgens mij niets oplevert, behalve veel water.
De telescoop staat op twee hele grote betonnen zuilen van 28 meter lang op de rots.



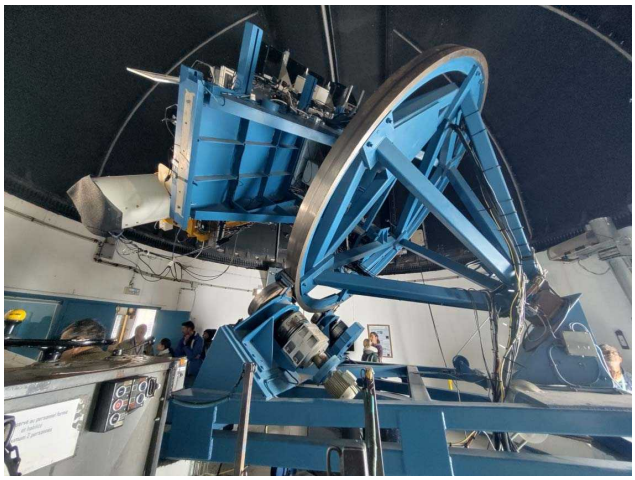


De Bernard Lyot telescoop hangt in een hoefijzermontering met hydraulische olie onder druk als lager.

1 meter telescoop.
In een andere koepel staat een 1 meter telescoop. Deze is gebouwd in samenwerking met de NASA om de Maan in beeld te brengen, kort voor de Apollo maanreizen in de eind jaren ‘60 van de vorige eeuw. Deze telescoop wordt nu door amateurs gebruikt voor onder andere fotometriewaarnemingen aan kleine planeten. De koepel van de telescoop is in slechte staat; over de telescoop ligt een plastic zeil. Binnen twee jaar zou deze vervangen worden.

De Coronograaf.
Eigenlijk zijn dit 4 telescopen van verschillende groottes. De telescopen kunnen werken met verschillende openingen. Aardig is om te zien hoe een coronagraaf precies werkt met het afblinden van het zonsbeeldje in het brandpunt met een kegeltje. De telescopen worden vooral gebruikt door amateurs en een enkele gepensioneerde beroeps.

De Coronograaf montering met links op het plateau 4 zonnetelescopen, waaronder twee coronograafen.



De Sterrenwacht.
Alle koepels zijn te bereiken via een doolhof van “onderaardse” tunnels. Er zijn nog enkele andere telescopen aanwezig. Ze mogen gebruikt worden door amateurs die aangesloten zijn bij een vereniging. Er is slaapgelegenheid aanwezig. Je kunt ook boeken voor een nacht op de top, met diner en onder begeleiding waarnemen met een 40 cm telescoop.

Terug.
Ik had nog gehoopt dat de lucht zou opklaren, niet dus. Het fantastische uitzicht vanaf de top ben ik dus misgelopen. Aan de andere kant was het misschien ook wel wat rustiger op de top dan gewoonlijk. We hoorden dat er die dag 200 bezoekers waren. De dag ervoor, toen het helder weer was, zouden het er 2200 zijn geweest.
Ik ga iets eerder terug dan de meesten, om niet weer met 30 personen geperst in een bushokje naar beneden te moeten gaan. Tijdens de terugreis in de gondel zie ik door een gat in de wolken toch de bodem van het ravijn, vele honderden meters onder de gondel. Tegen half zeven zijn we weer terug in het hotel, en om 7 uur is er de receptie en registratie, nou ja: de badges met de naam erop hebben we al. Het is lekker, goed verzorgd en fijn elkaar na een jaar weer eens te spreken.

Presentaties.
Voor de presentaties worden we met de bus naar een zaal gebracht behorend bij een school op een half uurtje rijden van het hotel. Konrad Gühl, de voorzitter van IOTA-ES opent de vergadering en trapt af met de eerste presentatie. Hij verteld over een reis van Duitsland naar Sardinië om de bedekking door Didymos op 16 april 2026 waar te nemen. Hij gebruikt daarvoor de 40 cm IOTA-ES telescoop. De bedekking vindt onder moeilijke omstandigheden plaats omdat de bedekking laag aan de hemel plaats vindt. Toch lukt het om een bedekking met een duur van 0,24 seconden waar te nemen.

Seestar waarnemingen.
Björn Kattentidt vertelt over het waarnemen met de Seestar. De Seestar is een telescoop met ingebouwde videocamera, die Björn gebruikt om te kunnen waarnemen met meerdere onbemande stations. Je kunt de Seestar ergens neerzetten en programmeren met een app op de telefoon, en dan naar een andere locatie gaan om daar ook dezelfde bedekking waar te nemen. De Seestar heeft geen precieze tijdswaarneming, en daarvoor gebruikt Björn een zelfgebouwde aparte GPS ontvanger die elke seconde met een led een lichtpuls geeft voor de opening van de telescoop.
Wie hier meer belangstelling voor heeft moet het verhaal van C Weber eens lezen : www.ioata-es.de/seestar_report.pdf .

Remote waarnemen.
Steeds meer waarnemers gaan op afstand (remote) waarnemen. Dat heeft ook Michael O’Connel uit Ierland gedaan. De Ierse nachten zijn mogelijk nog slechter dan de Nederlandse, en Michael heeft daarom besloten zijn telescoop op een Spaanse sterrenwacht te zetten. Je huurt dan een plek in een schuur bij een Spaanse beheerder. In de schuur staan meerdere particuliere telescopen op een door de beheerder al aangebrachte fundatie. Bij goed weer opent en sluit hij het dak van de schuur, en als er problemen optreden kun je de beheerder vragen er naar te kijken.
Michael heeft zijn telescoop volledig geautomatiseerd. Van te voren geeft hij de minicomputer bij de telescoop de juiste instructies, en voor de bedekking zorgt de automatiek ervoor dat de telescoop klep opent,

de telescoop gericht wordt en de video wordt opgenomen. De volgende ochtend kan Michael de video downloaden. Natuurlijk heeft hij voor de installatie eerst thuis alles uitvoerig getest. Hij heeft uiteindelijk weinig grote problemen ondervonden, en is er erg gelukkig mee.



De groepsfoto hoort er natuurlijk ook weer bij met de ESOP vlag op de achtergrond.

De DVTI-Cam door Andreas Schweizer.

De door Andreas Schweizer en Stefan Meister ontwikkelde en geproduceerde DVTI+Cam, speciaal voor het waarnemen van sterbedekkingen, wordt door de gebruikers alom geprezen. De ontwikkeling van de camera gaat echter door. De software is bijgewerkt, en er zijn nu nog meer mogelijkheden bijgekomen. Ook kijken de bouwers naar nieuwe videochips. De camera's zijn modulair opgebouwd, dus zodra er een nieuwe, meer gevoeliger CMOS sensor op de markt zou komen, kan deze zo omgewisseld worden met de oude sensor. Op dit moment worden deIMX174 en de IMX430 CMOS sensors toegepast. Men heeft ook al proeven gedaan met nieuwere sensoren. De eerste blijkt niet gevoeliger te zijn dan de IMX430 welke nu beschikbaar is. De tweede is wel iets gevoeliger, maar is gezien de aanschafprijs voorlopig alleen voor lieden die de aanschaf niet zelf hoeven te betalen.

Overigens is de camera op dit moment niet per post te bestellen. Volgens de recent ingegane EU regel PPWR (Packaging and Packaging Waste Regulation) moet elke verkoper van buiten de EU een vertegenwoordiger hebben in het land waar hij zijn producten verkoopt. Aangezien er per land maar één of enkele camera's verkocht worden, zou dat de prijs te hoog opdrijven. Je kunt de camera uiteraard wel zelf kopen in Zwitserland, meteen een argument voor een korte vakantie in de bergen.

Bedekking door Venus.

Bern Gährken heeft een oude video opname gevonden van de bedekking van een ster door Venus welke plaatsgevonden heeft op 11 mei 1988. Hij heeft een lichtkromme van de sterbedekking kunnen maken. Er is wel melding dat nog iemand de bedekking heeft waargenomen, maar er zijn geen verdere waarneemresultaten gevonden.



Tijdens een pauze tussen de presentaties kijken we even naar de Zon met een protuberansen telescoop. Er waren flinke protuberansen zichtbaar op dat moment. Het gebouw waar de presentaties werden gehouden, en het terras waar de middagmaaltijd kon worden genoten is hier te zien.

Begeleiders bij kleine planeten.

Wojciech Burzynsky gaat in op de recente ontdekkingen van begeleiders bij kleine planeten. Daarmee is ook iets bijzonders aan de hand. Er zijn nu verschillende begeleiders gevonden bij de grotere planetoïden en bij de kleinste. In het tussengebied, dus planetoïden van zo'n 50 tot 100 km groot is bijna niets gevonden. Is dit nou echt het geval, of komt dat door "selectief" waarnemen. Grote begeleiders bij grote planetoïden zijn vaak al ontdekt door middel van radar waarnemingen, fotometrie of waarnemingen met grote telescopen. En bij kleine planetoïden zitten de begeleiders altijd dichterbij de planetoïde zelf, dus minder ver van het voorspelde schaduwpad af. Op deze manier zou je de tussencategorie kunnen missen. Hij roept daarom op om altijd sterbedekkingen waar te nemen, ook als je ver naast het bedekkingspad zit.

Maaninslagen.

Alex Pratt heeft naar meteoriet inslagen op de Maan gezocht, en er inderdaad een aantal gevonden. Er worden gecoördineerde waarneem acties op poten gezet. Deze worden gerapporteerd aan het LIF (Lunar Impact Flashes) projectteam: https://lif.mi.imati.cnr.it/

Dit als voorbereiding voor de LUMIO missie, een kleine satelliet die in 2028 inslagen van meteorieten op de Maan moet vastleggen. Het is de bedoeling dat amateurs ook waarnemingen gaan verrichten op hetzelfde moment als de Lumio satelliet om zo betere analyses te kunnen verkrijgen.

(99942) Apophis.

Damya Souami geeft een presentatie over Apophis, een kleine planetoïde met een diameter van omstreeks 375 meter. Hij is ontdekt in 2004 op de Kitt Peak Sterrenwacht. Tot voor kort werd berekend dat er een goede kans was dat Apophis in 2029 met de Aarde zou botsen, maar ondermeer radarmetingen hebben uitgewezen dat dit niet zal gebeuren. Op 13 april 2029 zal Apohis echter wel de Aarde passeren op een afstand van 32.000 km.
ESA zal voor de fly-by de RAMSES (Rapid Apophis Mission for Space Safety) missie lanceren, een satelliet vergelijkbaar met die voor de HERA missie. NASA stuurt de Osiris-Rex satelliet door naar Apophis en ook Japan zal mogelijk iets op weg sturen. Het wordt dus druk bij Apophis.
Ook voor ons in Nederland zal bij helder weer de passage zichtbaar zijn. Apophis zal dan als een relatief heldere ster, ongeveer magnitude 2,5, met grote snelheid langs de hemel bewegen. Bij zonsondergang enkele graden ten zuiden van Mars in het sterrenbeeld Maagd, en dan langs Regulus in de richting van Castor en Pollux. Dus reserveer deze avond in uw agenda. Als je dit mist, maak je het waarschijnlijk nooit mee mee.

Standaard archivering van bedekkingsresultaten.

Tanguy Chope houdt een gloedvol betoog om de bedekkingsresultaten vast te leggen volgens het VO protocol. Zo worden in veel Europese landen al zonnestelsel meetresultaten vastgelegd in het EPN-TAP, wat een toegepast VO protocol is.

2026 PheMu Campagne.

Thierry Midavaine roept amateurs op om vooral mee te doen met de onderlinge bedekkingen en eclipsen van Jupitersatellieten, welke zullen plaatsvinden in 2026 en 2027. Intussen gaat het niet meer zo zeer om de vier grootste Galileose manen, maar vooral om de kleinere manen Amalthea en Thebe. Dat is toch wel een stukje moeilijker, omdat deze dichter bij Jupiter staan en veel zwakker zijn.
De positie van deze twee manen is bekend tot op een nauwkeurigheid van 200 km, maar men denkt door de verschijnselen te waarnemen met een nauwkeurige tijdsaanduiding de nauwkeurigheid van de baan terug te brengen naar 30 km.
Zonder speciale voorzieningen en een redelijk grote amateurkijker (minimaal 30 cm), lukt dat toch waarschijnlijk niet. Er zijn twee opties. Gebruik maken van een methaanfilter waardoor de helderheid van Jupiter minder wordt of het beeldje van Jupiter afblinden, zoals bij een coronagraaf. Dat laatste vergt dan wel weer een speciale lens, omdat normaal gesproken het brandpunt op de sensor ligt.

Rest.

Er zijn nog enkele presentaties, zoals OLED, wat in een apart artikel in deze Occultus behandeld wordt, en de ontdekking van de tweede maan bij Quaoar. Ook heeft een Algerijnse waarnemer weer geestdriftige verhalen verteld over waarneemexpedities in de Sahara. Bijzonder is ook dat aan de Algerijnse kust de zonne eclips van afgelopen augustus is waargenomen in de dampkring. De waarneemplaats lag ten tijde van de volledige verduistering net onder de horizon, maar de schaduwkegel door de dampkring van de Aarde is mooi vastgelegd.

Jaarvergadering IOTA-ES.

Zoals gebruikelijk is op het einde van de eerste dag de jaarvergadering van de IOTA-ES. Eén punt uit deze vergadering wil ik toch graag noemen. Een jaar geleden kreeg de IOTA-ES een claim van ruim 620.000 Euro van een advocaten kantoor omdat op de website een

afbeelding was gevonden waarvoor geen copyright was betaald maar wel verschuldigd was. De aanslag was gebaseerd op 50 Euro/klik * 5000 kliks per jaar * 2,5 jaar. Het blijkt dat er vindingrijke lieden zijn die met zoekmachines het internet afstruinen op zoek naar afbeeldingen waarvoor geen rechten zijn betaald, en daar claims voor gaan indienen. Met behulp van een advocaat heeft men uiteindelijk de claim kunnen voorkomen, de advocaatkosten was IOTA-ES natuurlijk wel kwijt. Ieder is gewaarschuwd voor deze praktijken.

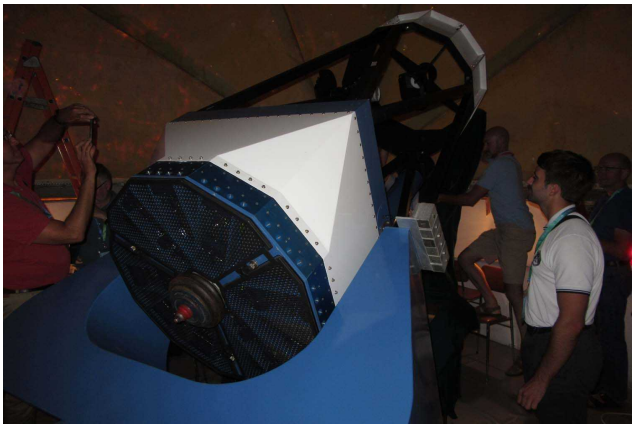
Bélesta Observatorium.



Het Bélesta observatorium. Op de voorgrond een 33 cm en een 20 cm telescoop met behuizing.

In 1990 steken 5 amateurs de koppen bij elkaar, en bouwen op een klein uur rijden buiten Toulouse op een donkere plaats een sterrenwacht. In de sterrenwacht komt een Newton/Cassegrain telescoop te staan van 82 cm. Ze noemen zichzelf Adagio (Association pour le Développement d'un Grand Instrument d'Observation). In het begin zijn er wel problemen met de optiek, de spiegel moet opnieuw bewerkt worden, maar sinds 2001 is de optiek in uitstekende staat.
Adagio wordt gesponsord, en de telescoop kan ook gebruikt worden door aangesloten leden. Ook zijn er regelmatig publiekskijkavonden.

Na afloop van de presentaties op zaterdag bezoeken we met de bus de sterrenwacht, en we krijgen uitleg. De organisatoren van de ESOP zijn ook betrokken bij Adagio. Met de telescoop worden bedekkingen waargenomen, fotometrie en astrometrie gedaan en natuurlijk mooie foto's gemaakt.



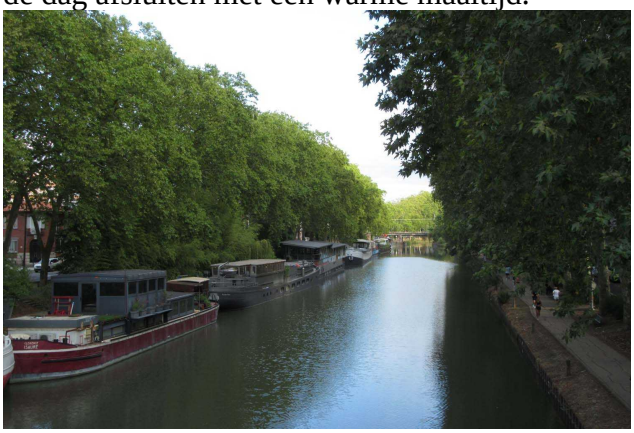
De 80 cm telescoop van de Bélesta sterrenwacht.

“ Social Dinner”.

Zoals de traditie voorschrijft is er na het bezoek aan het Bélesta observatorium het social dinner. Halverwege de terugreis naar Toulouse doen we een mooi restaurant aan, en genieten we van de voortreffelijke Franse keuken. Het begint, zoals in Frankrijk gebruikelijk is, vrij laat, om 20 uur en we zijn ook pas tegen middernacht terug in het hotel.

Stadstour.

Na afloop van alle presentaties op zondagavond is er tijd voor een stadstour. Met de bus worden we in het centrum afgezet, waar we na enig zoeken de gereserveerde Franse gids vinden, die overigens de Engelse taal goed machtig is. Ze leidt ons rond langs en in de mooiste bezienswaardigheden van Toulouse. Toulouse is de op drie na grootste stad in Frankrijk met ruim 500.000 inwoners. De stad ligt langs de rivier de Garonne en aan het Canal du Midi. De stad is redelijk welvarend; onder meer vliegtuigbouwer Airbus is hier een grote werkgever, maar ook ESA heeft hier een grote vestiging.
Oorspronkelijk was het hoofdstad van de huidige regio Occitanië. Op het centraal gelegen raadhuisplein, voor het Capitool, is een enorm messing Occitaans kruis op de stenen vloer geconstrueerd met daarom heen de tekens van de dierenriem. Het vrij te bezichtigen Capitool, nu raadhuis, waarvan het oudste deel in de 17^{e} eeuw is gebouwd, is ook een bezoek waard. Het hangt vol met oude beelden en schilderijen, en de plafonds zijn rijk gedecoreerd.
Ook de enorme Saint-Sernin Basiliek valt niet te missen.
Het Canal du Midi, wat ook voor ons hotel langs loopt, is ook een klein wereldwonder. De aanleg is begonnen in 1667, het loopt vanaf de Middellandse zee naar Toulouse, en is 240 km lang. In het kanaal liggen 63 sluizen, en er zijn verschillende aquaducten en tunnels. Na Toulouse loopt het kanaal verder als Canal Latétal langs de Garonne naar Bordeaux. Langs het kanaal zijn fiets-en wandelpaden.
De gids zet ons na ruim anderhalf uur wandelen af bij een aantal eettenten, waar we in groepjes de dag afsluiten met een warme maaltijd.



Het Canal du Midi in Toulouse.

Cité de l’Espace.

Op maandagmorgen worden we weer met de bus opgehaald voor een bezoek aan het Cité de l’Espace. Dit is een ruimtevaartmuseum, met als hoogste blikvanger een Ariane 5 raket. We worden rondgeleid door Yves Gourinat, vroeger kandidaat astronaut en expert in ruimtevaarttechnologie. Hij weet een aantal smeuïge verhalen te vertellen. Zoals dat de tentoongestelde Apollo maanlander een replica moet zijn, omdat de originele maanlander door zijn poten zou zakken omdat op de Aarde het ding veel zwaarder is als op de Maan.



De Ariane 5 raket, de Apollo maanlander en een Russische Soyoes.

Ook weet ik nu iets meer van raketmotoren. Vroeger werd voor de Ariane hydrazine gebruikt, maar dat is een nogal een gevaarlijk en milieuonvriendelijk goedje. Tegenwoordig draait de hoofdmotor op vloeibare waterstof en zuurstof. Die zuurstof wordt met grote kracht door het conische uitlaatstuk van de motor gepompt, om op te warmen en om het uitlaatstuk te koelen. Dit uitlaatstuk is eigenlijk opgebouwd uit vierkante kanalen die aan elkaar zijn gelast, en zo de conus vormen.
De eerste Ariane raket is neergestort voordat dat deze erg hoog was gekomen. De oorzaak hiervan bleek later dat de in de

motoruitlaatconus rondgepompte zuurstof, dor de reactiekracht, een krachtige draaiing van de raket om zijn as veroorzaakte die niet voldoende gecompenseerd kon worden, waardoor uiteindelijk de raket ontplofte. Op de Cité de l'Espace staan buiten een aantal modellen van oude en recente ruimtevaartuigen en satellieten, waaronder ook de MIR en andere Russische ruimtevaartuigen. Binnen is een uitgebreide tentoonstelling over ruimtevaart en ruimte onderzoek.

Carcassonne.

Om twee uur worden we weer met de bus opgehaald bij het museum Cité de l'Espace, om naar de oude vestingstad Carcassonne te gaan. Dat is ongeveer anderhalf uur rijden. Een half uur voor aankomst krijgt onze reisleider opeens een SMS je dat het kasteel van Carcassonne wegens mogelijk opkomend noodweer om vier uur op bevel van de autoriteiten wordt gesloten. Om half vier zijn we er, en we rijden met de bus tot vlak voor de stadspoort, zodat we zo in het kasteel zijn. Echter we mogen er niet meer in. We spreken af dat we op eigen gelegenheid de stad gaan bekijken, en dat we, als het noodweer los barst, ons direct naar de bus begeven, die vlak buiten de stadspoort op ons wacht. Carcassonne is een oude stad met een dubbele muur rondom de stad. Je kunt gedeeltelijk over de muren, of er tussendoor lopen. Het is echt imponerend om te zien wat een enorme moeite de mensen vroeger gedaan hebben om zich veilig te kunnen verschansen. De binnenstad is wel heel toeristisch en druk.
Omstreeks kwart voor vijf barst het onweer los. We rennen naar de bus. De regen is zo hevig en de hagelstenen zo groot dat alle verkeer op de autoweg tot stilstand komt. Even later horen we dat er iets verder op een tornado is geweest. Als we een uurtje later terug zijn in Toulouse schijnt het zonnetje weer.



De muren van Carcassonne met het opkomende onweer.

Airbus and Aeroscopia museum.

Op dinsdag morgen, de laatste dag, worden we weer met de bus opgehaald voor een bezoek aan Airbus en het Aeroscopia museum. De excursie aan Airbus doen we met onze eigen bus. Er mogen geen foto's gemaakt worden, er mag geen bagage mee en iedereen moet zijn paspoort tonen voor het bezoek. De fabriek is indrukwekkend. Er werken 27.000 mensen bij Airbus in Toulouse.
De vliegtuigrompen worden in drie stukken in Noord Duitsland gemaakt. Daar vandaan worden ze met de zogenaamde "Guppy" vliegtuigen naar Toulouse gebracht. Het "Guppy" vliegtuig is eigenlijk bedacht door de Nasa, die daarin raketten vervoerde. De Fransen hebben een bouwlicentie gekregen, en hebben er inmiddels 9 gebouwd, waarvan de laatste vijf groter en moderner zijn uitgevoerd.
Ook de vleugels van Airbus komen van elders en worden met hetzelfde vliegtuig aangevoerd. In Toulouse wordt alles aan en in elkaar gezet. De steeds completer wordende vliegtuigen worden dan steeds van assemblagehal naar assemblagehal vervoerd. Alle werktuigen en installaties zijn precies uitgekiend om die specifieke handelingen te kunnen uitvoeren welke in een bepaalde hal moeten plaatsvinden. Na de assemblage ondergaan de vliegtuigen een druktest worden ze geverfd. Daarna wordt de

hele installatie aan boord getest, eerst op de grond, maar in het eindstadium ook in de lucht. Waar ik eigenlijk nog niet bij stilgestaan had, maar wat je goed kunt zien als een vliegtuig nog niet gecoat is, is dat met uitzondering van de cockpit en de vleugels het gehele vliegtuig tegenwoordig uit koolstofvezel bestaat, uitgezonderd de constructie dan.
Na de Airbustour hebben we nog een aantal uren in het vliegtuig museum. Daar kun je onder andere in een Concorde kijken. En dat is best klein van binnen; ik zou daar denk ik niet zo gauw ingaan als het nog zou kunnen.
Een middaglunch is de afsluiting van de ESOP. Enkele deelnemers gaan direct daarna al weg met het vliegtuig, vanaf het vliegveld wat er vlak bij ligt. Anderen gaan verder met hun vakantie en vertrekken die middag nog met de auto naar het volgende hotel. De meesten vertrekken woensdagochtend met het vliegtuig of de trein naar huis.

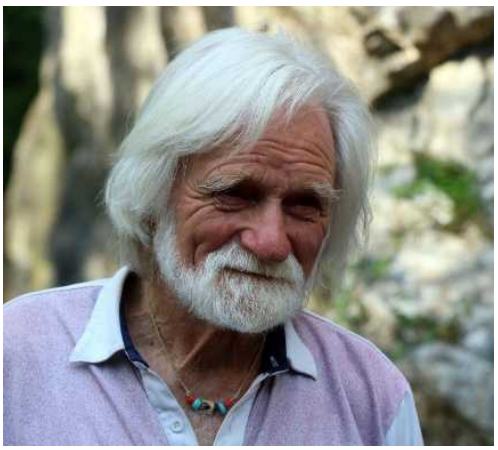
Terugreis.
Om iets na 6 uur ‘s ochtends vertrekt de trein naar Parijs weer vanuit het mooie station Toulouse Matabiau. Op tijd in Parijs, en vandaar weer overstappen op de TGV naar Station Schiphol. Vroeg in de avond ben ik weer thuis na een geslaagde ESOP. De onderlinge contacten waren goed, de excursies boeiend, het eten lekker, de trein reed op tijd en het weer, op de vrijdag na, zomers warm. Wat wil een mens nog meer?
Volgend jaar wordt de ESOP gehouden in Leuven, niet zo ver van Brussel.

In memoriam Jean Bourgeois

Ingenieur, Alpinist, Astronoom

30 april 1938 – 21 augustus 2026

88 jaar



Iedereen ontmoet tijdens zijn of haar leven wel eens iemand die een onuitwisbare indruk achterlaat; Jean Bourgeois was daar één van.

Mijn eerste herinneringen gaan terug tot midden jaren tachtig van de vorige eeuw, toen tijdens de jaarlijkse bijeenkomsten van de VVS de expedities naar rakende sterbedekkingen voor het daarop volgende jaar besproken werden. Jean, die leiding gaf aan de Franstalige afdeling APEX, was altijd een van de vaste gasten.

Al snel viel op dat hij met zijn toewijding en gedrevenheid tot de buitencategorie behoorde. Dat hij als pionier zijn tijd ver vooruit was, bleek eens temeer tijdens een dubbele rakende bedekking nabij Deinze op 27 januari 1988. Helaas gingen beide Pleiadensterren die avond schuil achter een dik wolkendek, vergezeld door een druilerige regen. Pas die avond drong het tot me door hoe gepassioneerd hij werkelijk was. Half verscholen in een tent, voorzien van allerlei videoapparatuur en kabels, liet hij zich niet afleiden voor het geval zich plotseling tóch een moment mocht voordoen om het unieke schouwspel vast te leggen. Jean was in dat opzicht zijn tijd ver vooruit, aangezien de overige waarnemers zich toen nog moesten behelpen met een cassetterecorder, korte golf ontvanger en stopwatch. Het videowaarnemen zou voor de doorsnee waarnemer pas 15 jaar later zijn intrede doen.

Naast zijn passie voor rakende sterbedekkingen was hij ook een begenadigd bergbeklimmer. Opmerkelijk is een artikel dat ooit is opgetekend door Stewart M. Green:

On December 30, 1982, the great Belgian mountaineer Jean Bourgeois, a 44-year-old climber, photographer, and explorer, fell off the north side of the West Ridge of Mount Everest while descending in a storm. Jean slid into remote Tibet and was unable to reach the Nepalese side of the mountain. After spending several nights outside, he reached a village where Chinese authorities arrested him.
He was eventually released and made his way by foot to Kathmandu, where he surprised his wife Danielle and climbing team members, who had long given him up for dead. An amazing story of survival on the world's highest mountain.

In zijn rol als bergbeklimmer schreef hij ook diverse boeken waaronder *Les seigneurs d'Aryana* en *En quête de plus grand*.

De laatste jaren had ik de eer om voor Jean gedetailleerde voorspellingen te mogen maken voor zijn expedities naar rakende sterbedekkingen. Op deze wijze heb ik uiteindelijk, in navolging van Jean Meeus en Jean Schwaenen, een bescheiden bijdrage kunnen leveren aan zijn succesvolle waarnemingen.
Jean heeft het organiseren van rakende sterbedekkingen tot op hoge leeftijd weten vol te houden. Het zou nog tot december 2025 duren voordat hij aangaf vanwege afnemende krachten niet langer in staat te zijn om expedities naar rakende sterbedekkingen te organiseren. Hiermee kwam een einde aan een succesvolle carière, die in 1972 was begonnen.

Met het heengaan van Jean Bourgeois verliest onze gemeenschap een unieke persoonlijkheid, een zeer toegewijd waarnemer en een fantastisch mens.

Though my soul may set in darkness, it will rise in perfect light; I have loved the stars too fondly to be fearful of the night …
Sarah Williams

Het zou een leven worden waar bergen op de aarde én bergen op de maan centraal zouden staan.

De herinnering blijft.

Jean, rust zacht.

Adri Gerritsen

OLED Project – Bedekkingen van dubbelsterren door de Maan.

Door Enrique Velasco (IOTA-ES – Agrupación Astronómica de Madrid) en Philippe Laurent (Société Astronomique de France).

We presenteren het OLED project aan de IOTA gemeenschap als een samenwerkingsverband van enkele tientallen waarnemers uit West-en Midden Europa met het doel om meer waarnemingen te verkrijgen van bedekkingen van dubbelsterren door de Maan.
OLED betekend: Occultations Lunaires d'Etoiles Doubles (Frans) of Occultaciones Lunares de Estrellas Dobles (Spaans). Het project loopt nu al ruim drie jaar en heeft meer dan 600 waarnemingen van bedekkingen opgeleverd, zowel van enkelvoudige sterren als dubbelsterren. De reducties en analyses van deze waarnemingen hebben een aanzienlijk aantal astrometrische data opgeleverd.
Het doel van dit project is om deze gegevens te analyseren en daarmee te kunnen bevestigen dat het om dubbelsterren gaat, actuele astrometrische posities te berekenen en het berekenen van de omloopbanen van de dubbelsterren.
Alle waarnemers uit Europa en de gehele wereld kunnen bijdragen aan dit project, en daarmee ook het waarnemen van Maanbedekkingen nieuw leven inblazen. Het is daarmee ook een hernieuwd aandachtsgebied binnen de IOTA-ES.

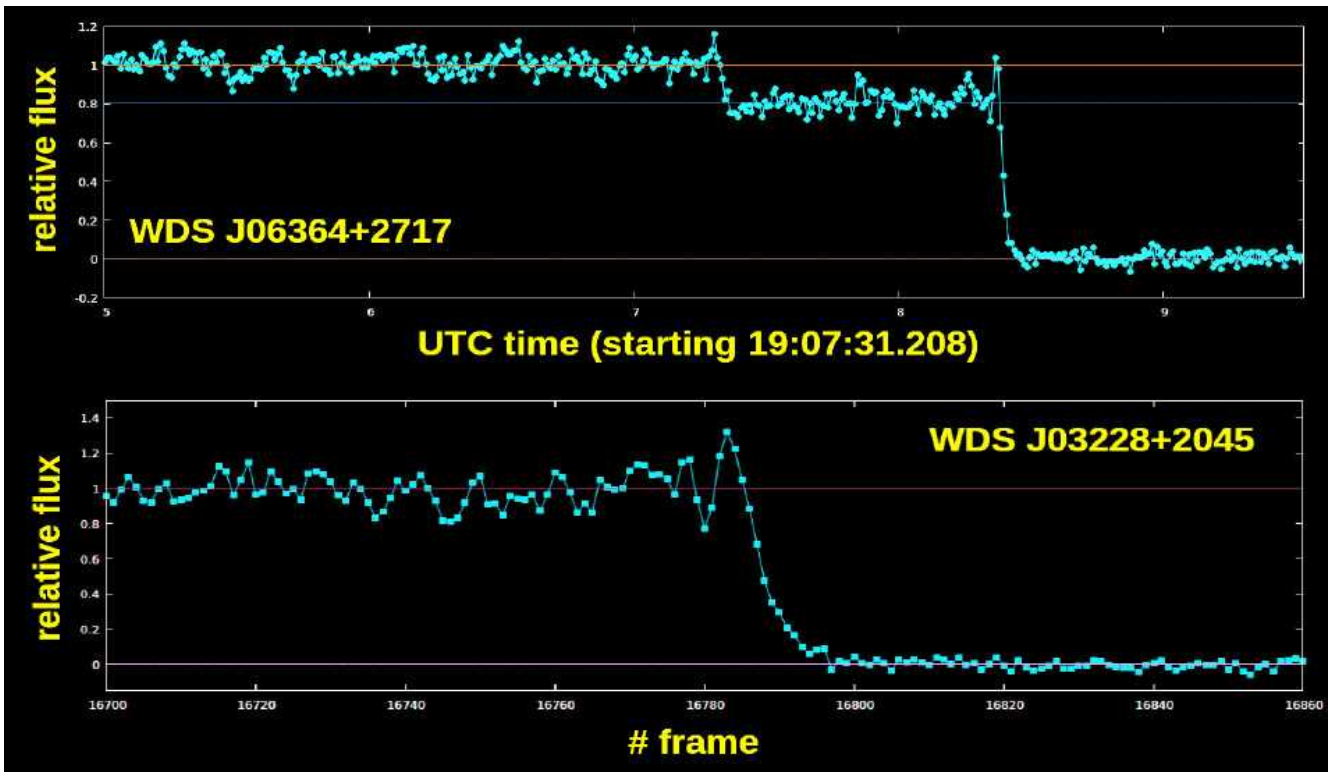
Inleiding.
Het waarnemen van sterbedekkingen door de Maan was eens de belangrijkste bezigheid van de nog jonge IOTA, als je kijkt wat er toen waargenomen werd en waarmee men theoretisch het meest mee bezig was. Deze waarnemingen hebben een belangrijke rol gespeeld in het vaststellen van een uniforme Efemeriden tijdsschaal, waarbij de efemeriden van zowel de Maan als de sterren verbeterd werden en het Maanprofiel verfijnd.

Zoals we allemaal weten is de interesse voor dit soort waarnemingen met de jaren wat minder geworden als gevolg van vooruitgang op verschillende gebieden. Vooral de introductie van de op de atoomklok gebaseerde UTC tijd, het sterk verbeterde bekende Maanprofiel door waarnemingen van Maan ruimtevaartuigen en de enorme nauwkeurigheid van de moderne Maan en sterren efemeriden verkregen door planetaire numerieke integratie berekeningen en ruimtemissies zoals Hipparcos en Gaia hebben het wetenschappelijke nut van het waarnemen van Maanbedekkingen gereduceerd.

Op deze manier is het accent van de IOTA activiteit steeds meer verschoven naar het waarnemen van bedekkingen door planetoïden, wat nu veel meer wetenschappelijke resultaten geeft. Op zich is dit natuurlijk een logische ontwikkeling geweest.

Ondanks deze ontwikkelingen blijven bedekkingen door de Maan toch een belangrijk. Het is hiermee namelijk mogelijk om erg nauwkeurige relatieve astrometrische posities te berekenen van nauwe dubbelsterren. Dit is met name het geval als meerdere waarnemers één bedekking waarnemen vanaf verschillende locaties of als één waarnemer dezelfde ster waarneemt tijdens verschillende Maan omlopen.

Vanaf de late jaren '2000 tot recent heeft IOTA het waarnemen van bedekkingen van dubbelsterren dan ook aangemoedigd. Dit initiatief werd vooral vooruit geholpen door de inmiddels overleden Brian Loader. Brian was wereldwijd de coördinator van waarnemingen van bedekkingen van dubbelsterren. Echter nadat hij ermee gestopt is, is het waarnemen wat in het slop geraakt, en heeft sindsdien nog maar weinig resultaten opgeleverd.



Figuur 1: Twee voorbeelden van in zichtbaar licht opgenomen lichtkrommes tijdens een bedekking van dubbelsterren door de Maan.
Op het bovenste deel van de figuur is de wijde dubbelster WDSJ06364+2717 te zien. Er is een duidelijke lichtafname bij het bedekken van de eerste component, wat overeenkomt met de geprojecteerde afstand tot elkaar (absolute scheiding ρ = 0,7" , Δ m = 1,8) De waarneming is gedaan door P lLurent (Barjols Frankrijk) met een meetfrequentie van 100 Hz (int.tijd 0,01 s).
Onderste deel van de figuur: Lichtkromme van het nauwe dubbelstersysteem WDS J03228+2025 (ρ =0,2" , Δ m = 2,9) opgenomen met 200 beeldjes per seconde. Waarneming van E Velasco (Becerril de la Sierra, Spanje). Er is een kleine rimpeling te zien aan het einde van het diffractie deel wat veroorzaakt wordt door de secondaire component. In beide voorbeelden zijn de diffractie verschijnselen duidelijk zichtbaar. De juiste contacttijden moeten dan berekend worden aan de hand van diffractie modellen.

Het OLED project.

Het OLED project (1) is in 2022 afzonderlijk opgestart door de AAM (Agrupación Astronómica de Madrid) (3) en de SAF (Société Astronomique de France) (2). Korte tijd later zijn beide initiatieven samengevoegd, en dit project kan gezien worden als een voortzetting van het vroegere waarnemen van dubbelsterbedekkingen. In het begin werd de aandacht vooral gelegd op waarnemen vanuit Zuidwest Europa, maar het is de bedoeling dat dit ook over heel Europa en misschien de wereld uitgerold gaat worden. Dit is in lijn met de eerdere door IOTA uitgesproken wensen, speciaal door onze collega's Alex Pratt en Konrad Gühl op de ESOP XLIV (4) en ook door Olivier Klös (5) en Dietmar Büttner (6).

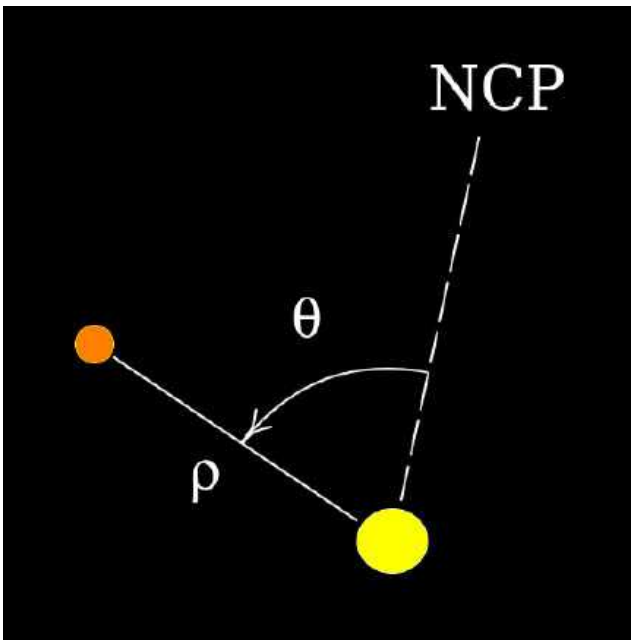
Gedurende de eerste drie jaren van het project hebben we veel geprofiteerd van het pioneerswerk van Herald Gault, Loader en verschillende andere mensen binnen de IOTA. Tegelijkertijd hebben we ook oudere en meer recente onderzoeken bestudeerd welke in het verleden door beroepssterrenkundigen zijn uitgebracht. Dat was nodig om een beter begrip te krijgen van de onderliggende concepten en aannames welke ten grondslag liggen aan het reductieproces en de uitwerking van de waarnemingen.

Tot nu toe zijn de resultaten bemoedigend. We denken daarom dat de tijd gekomen is dat we dit

project breder onder de aandacht kunnen brengen. Daarmee hopen we het waarnemen van bedekkingen van dubbelsterren door de Maan nieuw leven in te blazen. Dat is belangrijk omdat samenwerking noodzakelijk is om uiteindelijk goede resultaten te verkrijgen. Dat is niet anders als bij het waarnemen en uitwerken van andersoortige bedekkingen.

Op dit moment doen ongeveer 25 waarnemers mee aan het OLED project. De meesten komen tot nu toe uit Spanje en Frankrijk, met enkele waarnemers nog in Duitsland en Groot Brittannië.

Het project wordt gecoördineerd door de schrijvers van dit artikel. De waarnemingen kunnen ingestuurd worden als uitgewerkte lichtkrommes. Het uitwerken kan gedaan worden met behulp van het software programma Tangra (7). Vervolgens kan AOTA gebruikt worden voor het berekenen van de contact tijden. Wanneer de waarnemer daar niet in slaagt, kan dit eventueel ook door de coördinatoren uitgevoerd worden. Twee voorbeelden van lichtkrommes van OLED waarnemers zijn te zien in figuur 1.

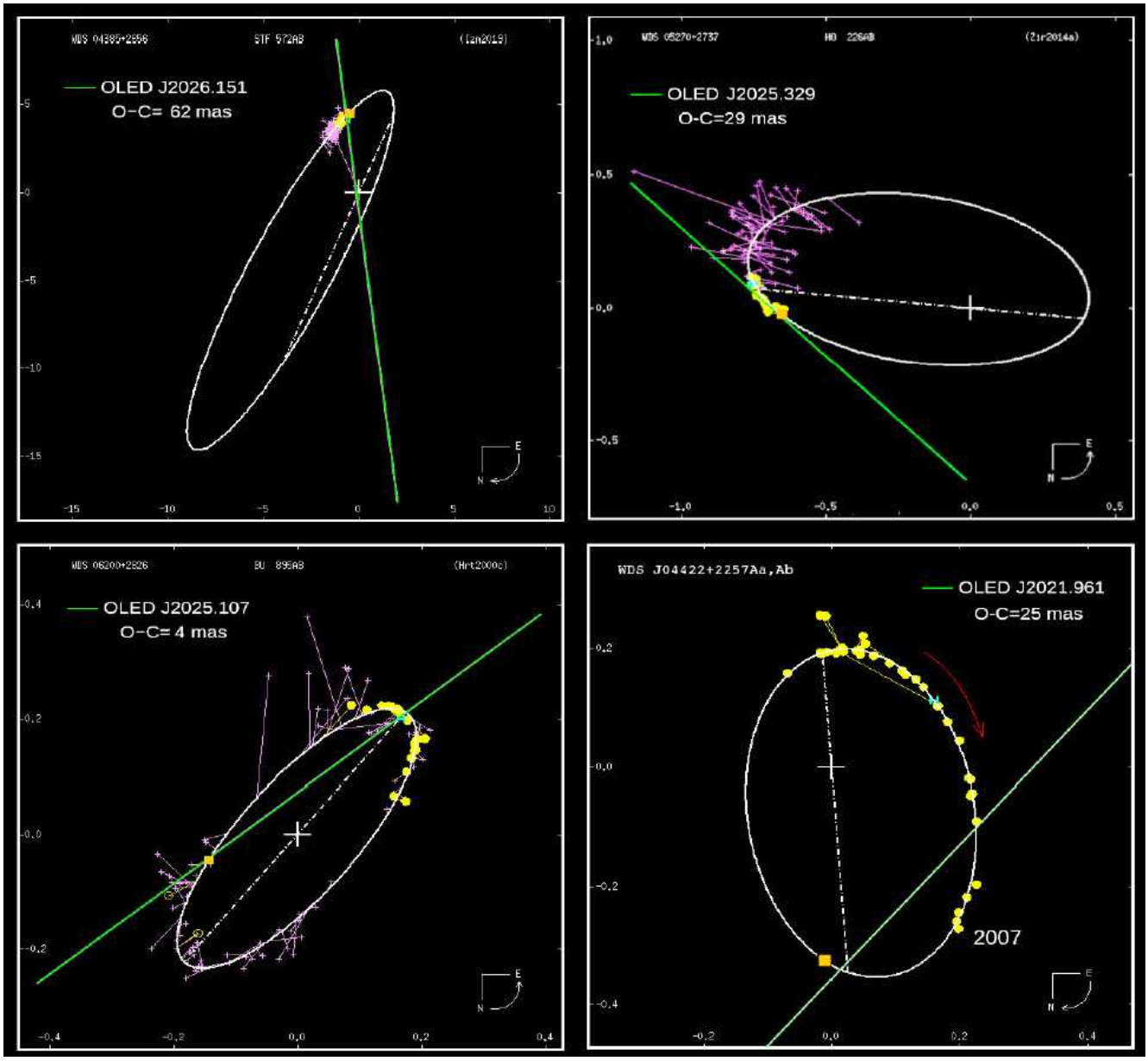


Figuur 2: De twee parameters welke de relatieve positie van een dubbelstersysteem onderling definiëren. ρ geeft de afstand weer tussen de componenten als de straal van een cirkel waarop de tweede component ligt t.o.v. de eerste. De parameter θ is de positiehoek, gedefinieerd als de hoek tussen de hemel meridiaan door de eerste component en de cirkel, oostwaarts gemeten vanaf de Noord hemelpool (NCP).

De doelstellingen van het project.
De belangrijkste doelen van het project zijn:

Contacttijden en bevestiging van de aanwezigheid van een dubbelster.
Wij willen waarnemingen verzamelen en uitwerken van zowel enkelvoudige als dubbelster systemen, dus ook van bekende enkelvoudige sterren en sterren welke mogelijk dubbel zijn. We gebruiken de zodiakale versie van de Washington Double Star (WDS) catalogus voor bekende binaire of meervoudige systemen (8). Ook de GAIA DR3 niet enkelvoudige ster (Non Single Star – NNS) catalogus (9) voor niet bekende baanelementen en versnellende sterren (sterren waarvan is vastgesteld dat hun snelheid niet lineair is) wordt gebruikt om bedekkingen te voorspellen en waar te nemen. Dat wordt dan gedaan om de aanwezigheid van dubbelsterren te bevestigen. Indien deze sterren als enkelvoudig waargenomen worden, kunnen de waarnemingen gebruikt worden om een nieuwe posities van de ster te berekenen, waarmee hun baan weer beter bepaald kan worden. Wat de resultaten van deze waarnemingen precies kunnen zijn is nog onderwerp van onderzoek.

Astrometrie van dubbelsterren.
Indien mogelijk willen we de één dimensionale (1D) of tweedimensionale (2D) posities berekenen van de waargenomen sterren berekenen. Daarvoor worden de algoritmen gebruikt ontwikkeld door Nather en Evens (10) en Herald (11).



Figuur 3:
Verschillende voorbeelden van 1D astrometrische oplossingen verkregen in het OLED project. Boven links WDS J04385+2656. Dit systeem heeft een slecht bekende vierde graads omloopbaan, met beschikbare waarnemingen over slechts een beperkt deel van de baan. Een bedekking door de Maan waargenomen door één waarnemer, Rosendo Jorba (Spanje) geeft de mogelijkheid een 1D oplossing toe te passen (groene rechte lijn). De berekende positie voor de Epoche tijdens de waarneming ligt in het oranje vierkant (rechts naast het snijpunt van de groene lijn en het bovenste deel van de ellips). De waargenomen vergeleken met de berekende positie (O-C), gedefiniëerd als het verschil tussen de berekende positie en de groene lijn van de waarneming, is 62 mbs. Dat is aanzienlijk groter dan de onnauwkeurigheid die je uit de waarneming zou mogen verwachten. Deze waarneming zou dan ook erop duiden dat de huidige bekende baanelementen niet juist zijn, en in de toekomst meer metingen nodig zijn om deze te verbeteren.
Boven rechts: WDS J05270+2737, ook een systeem me een vierde graads omloopbaan, waargenomen door Ricard Casa, Spanje). In dit geval is de O-C aanzienlijk kleiner, wat er mogelijk op duidt dat de nu bekende baan redelijk betrouwbaar moet zijn.
Onder links: WDS J06200+2826.

Een systeem met een goed bekende tweede graads baan. Zoals verwacht is de O-C van deze waarneming, door Javier de Elias (Majadahonda, Spanje), erg klein, namelijk slechts 4 mbs. Onder rechts:WDS J04422+2257Aa,Ab.
Deze heeft een derde graads baan, waarvan al langere tijd geen metingen meer gedaan zijn. Onze 1D oplossing, verkregen met een waarneming door E Velasco (Beceriril de la Sierra, Spanje), gedaan op epoche J2021.961, ongeveer 15 jaar na de laatste vorige 2D meting, heeft geleid tot een nieuwe baanberekening welke echter wel dicht bij de oude baan ligt, maar nu wel een veel grotere nauwkeurigheid heeft.
De voorbeelden laten zien dat 1D oplossingen erg waardevol zijn en soms een vergelijkbare rol kunnen spelen als 2D oplossingen bij het verbeteren van een baan. Alle figuren zijn aangepaste versies van figuren uit de Sixth Catalog of Orbits of Visual Binary Stars (6Orb) (12)

We zullen daar wel verschillende verbeteringen op toepassen om de nauwkeurigheid te verbeteren. In het geval van 2D kunnen zowel de ρ als de θ, de twee astrometrische parameters welke je nodig hebt om de relatieve positie van de secondaire component ten opzichte van de primaire component te positioneren, berekend worden.

Om een 2D berekening uit te kunnen voeren heb je waarnemingen nodig van minimaal twee afzonderlijke waarneemlocaties.
In het geval van een 1D oplossing kan alleen een combinatie van de astrometrische parameters verkregen worden, namelijk:

$$\rho (a \cos \theta + b \sin \theta) = c$$

waar a, b en c constanten zijn bepaald uit de Maan efemeriden en het maanprofiel. Daarmee zijn de mogelijke waarden van θ en ρ besloten, echter niet uniek bepaald. Deze situatie treedt op bij én enkelvoudige waarneming van een ster. Voorbeelden van 1D astrometrische oplossingen zijn te zien in figuur 3.

In deze benadering is het Maanprofiel gemiddeld. Dit beperkt de nauwkeurigheid, maar de onnauwkeurigheden zijn klein en beheersbaar zolang de scheiding phi niet te groot is.

1D oplossingen uit verschillende waarnemingen kunnen later gecombineerd worden tot één volledige astrometrische (2D) positie, mits de waarnemingen in tijd gezien niet te ver uit elkaar liggen. Om een hogere nauwkeurigheid te verkrijgen en om onze kennis van het Maanprofiel zo goed mogelijk uit te buiten, gebruiken we een Maanprofiel projectie techniek welke direct de posities van de ster aan de hemel vastlegt. Uit deze positie berekenen we de relatieve posities van het dubbelsterpaar. Een voorbeeld is gegeven in figuur 4.

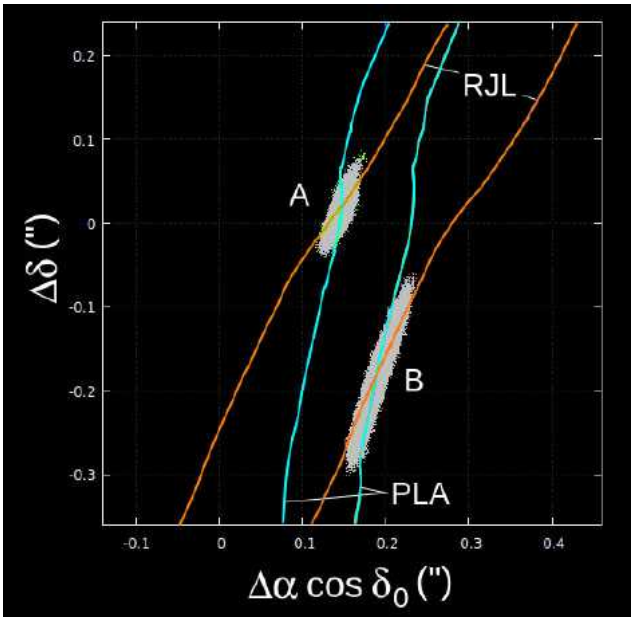
Een ander belangrijk doel van het project is om de baan elementen van de sterren in het dubbelstersysteem te verbeteren door gebruik te maken van van oudere waarnemingen uit de WDS catalogus en onze nieuwe waarnemingen. In figuur 5 kun je een voorbeeld zien van zo'n baan update met gebruik van nieuwe OLED waarnemingen.
Op dit moment zijn er slechts zo'n 4000 banen van fysisch gebonden dubbelsterren systemen bekend. Deze staan in de zesde catalogus van banen van visuele dubbelsterren (12). Uitbreiding van deze kennis is daarom erg gewenst. Dubbelstersystemen zijn een belangrijke bron van informatie voor het bepalen van de massa's en daarmee de fysieke eigenschappen van sterren.

Je kunt de banen nauwkeurig bepalen door over een voldoende lange periode waarnemingen te verrichten. Als de banen bekend zijn, kun je met behulp van de derde wet van Kepler de totale massa van het systeem berekenen. $M_1 + M_2 = a^3/T^2$. Hierin is a de semi lange as in AE en T de omloopperiode in jaren. De massa wordt hierin uitgedrukt in zonsmassa.

1D oplossingen kunnen ook gebruikt worden voor baanbepalingen zonder ze te combineren met andere waarnemingen, die soms in tijd gezien ver uit elkaar liggen. Dat is mogelijk omdat deze 1D oplossingen wel enige informatie over de positie bevatten. En deze informatie kun

je dan weer combineren met eerder gevonden posities van de ster. Met deze methode heeft dus ook één afzonderlijke waarneming een wetenschappelijke waarde. In (13) is een uitgebreide discussie over deze techniek te lezen.

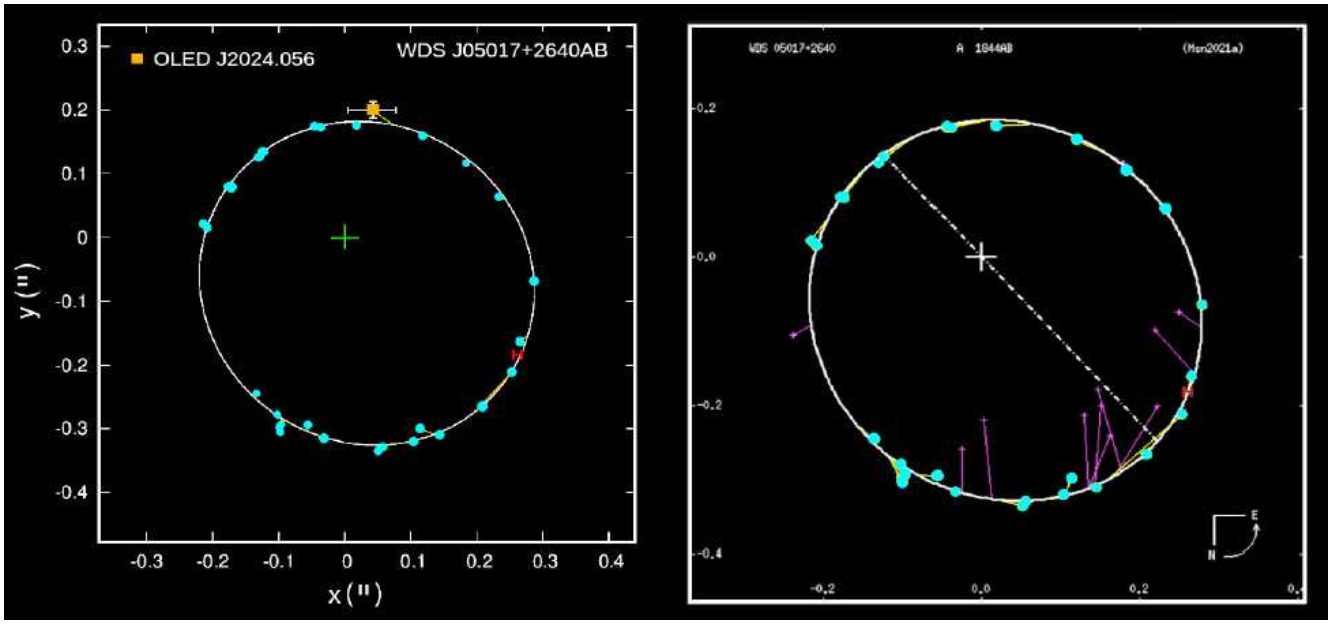
Figuur 4:
An de hemel geprojecteerde maanprofielen voor de A en B component van dubbelster WDS J05017+2640AB (ρ = 0,2" , Δ m = 1,9). De punten waar de maanprofielen van de waarnemingen vanaf twee verschillende locaties elkaar snijden, geeft ons de mogelijkheid om de astrometrische posities van beide componenten vast te stellen. Daaruit kunnen dan weer de relatieve positie parameters ρ en θ berekend worden. Het oorspronkelijke diagram komt overeen met de Gaia ICRS coördinaten α_0 en δ_0 van het fotocentrisch midden van het systeem, waarvan de rechte klimming en declinatie van de afzonderlijke componenten niet beschikbaar zijn. De eenheden Δα en Δδ geven de offset weer in dit referentiesysteem. De Maanprofielen komen uit de LOLA database. De puntenwolken rondom de snijpunten van het Maanprofiel zijn ontstaan uit een Monte Carlo analyse en zijn een maat voor de onnauwkeurigheden. Waargenomen door Ricard Casa (RJL) en Philippe Laurent (PLA).



De resultaten vanaf 2022 tot nu toe.
Tot nu toe zijn er 580 geslaagde waarnemingen gedaan. Voor 120 dubbelsterren zijn astrometrische analyses uitgevoerd, met zowel 1D als 2D oplossingen. Van 200 sterren zijn analyses uitgevoerd om te zien of ze inderdaad enkelvoudig zijn, of om te zien dat een snelheid wel of niet lineair is. Een niet lineaire snelheid van een zogenaamd enkelvoudige ster kan wijzen op een niet zichtbare begeleider. Ook zijn waarnemingen uitgevoerd aan mogelijke dubbelsterren. De astrometrische resultaten zijn gepubliceerd in het blad Étoiles Doubles (14), een belangrijke informatiebron voor Europees amateur dubbelsterren onderzoek. Ze zijn ook opgenomen in de WDS catalogus. Hierbij is, voor wat betreft formaat en opmaak, voort geborduurd op het eerdere werk van Brian Loader met zijn publicaties in het Journal of Double Star Observations (15).

Een eerste rapport (16) is gepubliceerd in juni 2024. Hierin staat uitgebreide informatie over het project, de gebruikt technieken en de resultaten. Een tweede rapport is voorzien in het nummer van juni 2026. daarin staat ook een project beschrijving (17).

Meewerken aan het project.
Op dit moment is onze manier van werken zo ongeveer hetzelfde als vroegere waarneemacties van dubbelsterren bij de IOTA. We gaan nu niet meer werken met een lange lijst met waarneem doelen en dan maar afwachten of er waarnemingen van een bepaalde ster vanuit verschillende locaties binnenkomen. Nu gaan we proberen meerdere waarnemingen van bepaalde sterren binnen een kortere periode binnen te krijgen. Deze strategie verhoogt de kans om op korte termijn meer 2D oplossingen te kunnen verkrijgen.
Om dit te bereiken presenteren we elke maand een nieuwe lijst met waarneemdoelen, waarmee we de waarnemers vragen zich daarop te concentreren. Maar andere waarnemingen van niet geselecteerde doelen blijven natuurlijk welkom.



Figuur 5: Astrometrische waarnemingen en baanberekeningen van WDS J05017+2640AB.
Links: Een nieuwe baan berekend uit oude astrometrische positiebepalingen en de recente waarneming uit figuur 4 van het OLED team (E Velasco, nog niet gepubliceerd).
Rechts: De huidig bekende baan uit de Sixth Catalog of Orbits of Visual Binary Stars (6ORB)) (12).
De nieuwe OLED metingen gedaan op Epoch J2024.056, te zien inclusief de vastgestelde nauwkeurigheids marge als paarse lijnen, leidt tot een aanpassing van de baan, welke dan enkele graden tegen de klok in gedraaid wordt ten opzichte van de vorige baan. Als gevolg hiervan is ook het O-C residu een stuk kleiner geworden. Astrometrische metingen zijn verkregen dankzij Rachel Matson (USNO).

Sommige waarnemers geven er de voorkeur aan om te werken met Occult voor hun voorspellingen. Dat is wat ons betreft ook goed, omdat deze doelen vaak een overlap zullen hebben met onze lijst.
Voorspellingen op maat kunnen berekend worden voor de deelnemende waarnemers. Deze voorspellingen worden ook gemaakt voor verschillende Europese grote steden. Tenslotte wordt de waarnemers gevraagd hun waarnemingen in te sturen naar de coördinatoren.

Een eenvoudige email is voldoende voor deelname. Daarbij moet zijn ingesloten een csv file met de fotometrische gegevens en een standaard formulier waarop de lokatie, gebruikte telescoop en camera en de waargenomen ster en de datum van de waarneming ingevuld moet zijn. Op dit moment wordt alle informatie dus nog per email verstuurd, maar we zijn wel bezig een speciale website daarvoor te bouwen, zodat je later daar je waarneming kunt insturen.

Conclusie.
Het voortdurend waarnemen van dubbelsterren is belangrijk. Met het doen van waarnemingen van bedekkingen van dubbelsterren door de Maan kun je nauwkeurige astrometrische posities bepalen en een scheidend vermogen halen van slechts enkele tientallen miliboogseconden. Dat is zelfs beter dan bij het gebruik van speckle interferometrie of lucky-imaging technieken bij het gebruik van amateur telescopen. Deze opmerkelijke mogelijkheden zijn mogelijk door de langzame beweging van de Maan voor de sterren langs. Met een typische snelheid van 0,4” per seconde kan de beweging omgerekend worden naar hoekafstanden aan de

hemel, en daarmee kunnen dan weer heel nauwkeurige astrometrische posities worden berekend uit de bedekkingen.

Er zijn amateur astronomen die denken dat de Gaia resultaten het doen van waarnemingen aan dubbelsterren bedekkingen overbodig maken. Echter hoewel Gaia daar inderdaad veel waarnemingen aan heeft verricht, beslaan deze waarnemingen maar een korte tijdsspanne. De meeste baanomlopen van dubbelsterren duren veel langer dan de Gaia heeft kunnen waarnemen, en bovendien kunnen die banen zich in de komende decaden en eeuwen aan verandering onderhevig zijn. Het continueren van deze waarnemingen is daarom essentieel, en de mogelijkheid van Maanbedekkingen helpt ons hiermee. Het is bevendien een uitgerekend werk voor amateur sterrenkundigen. Het vereist wel een heel goede tijdswaarneming, maar daar zijn hele goede oplossingen voor beschikbaar. Bovendien hebben de meeste bedekkingswaarnemers deze spullen al. Verder hoef je voor deze waarnemingen niet te reizen; vanaf elke locatie zijn waarnemingen mogelijk. Maar het meest belangrijke is dat elke individuele bijdrage een verbetering geeft in onze kennis van dubbelstersystemen en daarmee de fysica van de sterren.

We betuigen onze oprechte dank aan alle OLED waarnemers voor hun bijdragen, welke nodig zijn om dit project met succes te kunnen vervolgen.

References

[1] Homepage of the OLED Project
https://sites.google.com/aam.org.es/oled
[2] Homepage of Société Astronomique de France
https://saf-astronomie.fr/
[3] Homepage of Agrupación Astronómica de Madrid
https://www.aam.org.es/
[4] Klös, O., Pratt, A., ESOP XLIV - Report of the 44th European Symposium on Occultation Projects, Journal for Occultation Astronomy, 2025-4, p. 10-21 (2025), https://www.iota-es.de/JOA/JOA2025_4.pdf
[5] Klös, O., Lunar Occultations of Neglected Double Stars Brighter than 5 mag from the WDS, Journal for Occultation Astronomy, 2025-2, p. 3-8 (2025), https://www.iota-es.de/JOA/JOA2025_2.pdf
[6] Büttner, D., Lunar Occultation Observations – Former Developments – Current Situation – Future Prospects, Journal of Occultation Astronomy, 2025-2, p. 9-13 (2025), https://www.iota-es.de/JOA/JOA2025_2.pdf
[7] Pavlov, H., Tangra software, http://www.hristopavlov.net/Tangra3/
[8] The Washington Double Star Catalog, United States Naval Observatory (USNO), https://www.astro.gsu.edu/wds/
[9] Arenou, F. et al., Gaia Data Release 3. Stellar multiplicity, a teaser for the hidden treasure, *A&A* 674, A34 (2023), https://doi.org/10.1051/0004-6361/202243782
[10] Nather, R. E., and Evans, D. S., Photoelectric Measurement of Lunar Occultations. I. The Process, *Astron. J.* 75, 575 (1970), https://ui.adsabs.harvard.edu/scan/manifest/1970AJ....75..575N
[11] Herald, D., SAO 97883 – a new double star, Journal of Double Star Observations Vol. 5 No. 4, 208-210 (2009), http://www.jdso.org/volume5/number4/Herald.pdf
[12] Matson, R. A. et al., Sixth Catalog of Orbits of Visual Binary Stars, https://www.astro.gsu.edu/wds/orb6.html
[13] Velasco, E., Orbits of binary stars from lunar occultations, Journal of Computational Astronomy and Astronomical Computing, 1, 15–24 (2024), https://federacionastronomica.es/images/web/Journal%20JCAAC/2024-nvbre/JCAAC_vol1.pdf
[14] Homepage of Étoiles Doubles, https://etoilesdoubles.org/
[15] Journal of Double Star Observations, https://doublestarsjournal.org/
[16] Velasco, E., Laurent; P. et al., "Project OLED - Lunar Occultations of Double Stars – Annual Report #1 (2021-2024)", *Étoiles Doubles* 8, p. 29-60 (2024), https://etoilesdoubles.org/revue/ED-2024-08/ED-2024-08-VELASCO.pdf
[17] Velasco, E. and Laurent, P., Project OLED: lunar occultations of double stars, *Étoiles Doubles* 7, p. 2-12 (2023), https://etoilesdoubles.org/revue/ED-2023-07/ED-2023-07-OLED.pdf

Het bovenstaande artikel is met toestemming van IOTA-ES overgenomen vanuit het “ Journal for Occultation Astronomy” nummer 2026-2.

Snelle fotometrie van sterbedekkingen door de Maan.

door Nikolai Wünsche – IOTA-ES – Biesenthal – Duitsland – nwuensche@astw.de

Samenvatting:
Het waarnemen van bedekkingen door de Maan is weer terug. Tientallen jaren geleden was dit het exclusieve gebied van waarnemers van bedekkingen, maar sindsdien heeft het veel van zijn wetenschappelijke waarde verloren. Maar dat staat nu op het punt te veranderen. Moderne camera's welke in de sterrenkunde gebruikt worden zijn in staat om met heel hoge frame snelheden op te nemen. Zelfs de niet betaalde sterrenkundigen kunnen zich nu supersnelle fotometrie veroorloven. We praten dan over 5 ms per frame, of zelfs nog sneller. Bij frame snelheden van 200 frames/s of nog hoger is het mogelijk om diffractie verschijnselen waar te nemen en om binaire of meervoudige stersystemen te ontdekken. Het OLED project (Occultations Lunaires d'Etoiles Doubles of Occultaciones Lunares de Estrellas Dobles), is het eerste project in vele jaren wat bedekkingen door de Maan op een wetenschappelijke manier gaat benaderen. Het waarnemen van bedekkingen door de Maan is terug!

Inleiding.
Een waarnemer van bedekkingen door planetoïden, die gefrustreerd is geraakt door de vele missers, moet nu beslist eens naar de Maan gaan kijken; soms zijn tientallen bedekkingen gedurende één nacht, en ze zijn gegarandeerd allemaal "positief". Ook astro fotografen moeten hier anders tegen aankijken – geen wonder ook, het doel is hier juist één ster vast te leggen met een zo kort mogelijke belichtingstijd. Dit artikel geeft een beknopt overzicht. Het is bedoeld om jou een paar tips mee te geven en aan te moedigen er zelf eens aan te beginnen.

Het vastleggen van video's met een hoge frame snelheden.
Des te minder data er overgedragen moet worden, des te beter dat is. Daarom is het beter de afmeting van de opname, op z'n Engels wel genoemd " Region of Interest" (ROI), zo klein mogelijk te maken. Een afbeelding maken met een hoogte van 100 pixels is voldoende. Referentiesterren zijn toch sowieso bijna nooit beschikbaar, dus een grotere opname daarvoor te gebruiken is zinloos. Je kunt de afbeelding zelfs nog kleiner maken dan de tijdsaanduiding op de afbeelding, omdat de tijdsaanduiding ook apart wordt meegegeven bij elk frame.

Hardware
Camera:
Analoge camera zijn hiervoor niet geschikt. Digitale camera's met een kleine sensor, zelfs de wat oudere modellen, zijn wel geschikt, net als een USB3 uitgang of een FireWire interface

Geschikt	Minder geschikt
USB3, FireWire IEEE1394b ('FW800')	USB2
Monochroom camera	Kleur camera
Kleine sensor, pixels~6 µm	
Global shutter	Rolling shutter
Geen koeling nodig	

Tabel1: Vergelijking digitale camera voor snelle fotometrie van Maanbedekkingen.

Computer:
Een snelle computer, voldoende RAM geheugen en een snelle SSD. Wijzig het Windows Power Plan van "langste levensduur batterij/zuinig" naar "Beste prestaties". De "energie saving modus verlaagd in de regel de prestaties.

Software voor het vastleggen van de video:
Gebruikers van de DVTI+CAM (1) camera kunnen het beste de bijgeleverde software gebruiken. In de gebruiksaanwijzing kun je van alles vinden over o.a. hoe je kleine "ROI's" kunt gebruiken en kunt voorkomen dat er frames wegvallen. Voor andere typen camera's is de laatste versie van Sharp Cap (2) aan te bevelen, omdat dit ook geschikt is voor snelle fotometrie.

Gebruik geen USB3 verlengkabels, maar zet de PC of laptop dichtbij de telescoop.

Instellingen van de camera.

Gebruik het “ADV” videoformaat. Het “SER” formaat moet je liever niet gebruiken (3). Indien je het “Fits” formaat gebruikt zou je wel eens problemen kunnen krijgen tijdens het opslaan indien je enkele honderden “Fits” per seconde wilt opslaan.

Opnemen op monochroom.

Gebruik 12 bit, 14 bit of 16 bit. Alhoewel dat meer data genereert als bij 8 bit, is de fotometrische resolutie hiervan stukken beter en kun je kleinere helderheidsverschillen meten.

Gebruik 2*2 binning: Dit verhoogt de schijnbare gevoeligheid van de camera waardoor je zwakkere sterren met een hogere framesnelheid toch kunt pakken.

<u>USB dataverkeer:</u>
USB Traffic (QHY), USB speed (ZWO):
Dit is een gevoelige parameter. Houdt bij een QHY camera het aantal frames wat in de buffer komt te staan zo laag mogelijk, liefst nul. Voor ZWO camera’s moet de USB speed hoog ingesteld worden. Dit moet zoveel mogelijk voorkomen dat frames verloren gaan (dropped frames). Dit hangt natuurlijk af van de grootte van de afbeelding, belichtingstijd, de bit rate en binning.

Hoeveel dataverkeer er vanaf de camera naar de SSD mogelijk is, kan voor elke configuratie anders zijn. Het beste kun je dat gewoon uitproberen en opschrijven wat wel en niet haalbaar is.

Als je meerdere USB3 poorten op de computer hebt, kun je ze het beste alledrie uittesten welke de snelste is. Soms zitten deze poorten verknoopt op niet dezelfde punten, zodat er verschil in snelheid kan optreden.

<u>Versterking:</u>
Ga niet hele zwakke sterren op een te hoge frame snelheid waarnemen. De beeldversterking moet dan erg hoog gezet worden waardoor de ruis enorm toeneemt. Een lichtkromme met veel ruis als resultaat kan vaak niet goed geanalyseerd worden, en dan is alle moeite voor niets geweest.

Duur van de waarneming.

Indien de maanbedekkingen voor jouw waarneemlocatie berekend worden, zijn de contacttijden erg nauwkeurig. Je kunt de bedekkingen zelf berekenen met de Occult software (4) of Grazprep (5). Het is meestal voldoende om 20 s voor het verdwijnen of verschijnen van de ster te starten, en 5-10 s na de gebeurtenis te stoppen.
Let op bij binaire sterren. Vaak wordt het tijdstip berekend voor het middelpunt van de beide sterren.

De tijd meten zonder GPS.

Als je specifiek maanbedekkingen van meervoudige stersystemen wilt waarnemen is het minder noodzakelijk om de absolute tijd in milliseconden te weten. Zonder GPS zou dat ook een bijna onmogelijke opgave zijn. Het is belangrijker dat de individuele datapunten in tijd relatief gezien nauwkeurig zijn. Dat kan door de framesnelheid constant te houden en te zorgen dat er geen frames tussen uit vallen.
Voor camera’s zonder GPS kun je dus volsta an met NTP met Meinberg software (6) als tijdsaanduiding. Voor meer details zie (7).

Controle op de configuratie.

Van te voren moet je een testopname maken gedurende een paar seconden (bijvoorbeeld 1000 frames) in dezelfde configuratie waarmee je later de waarneming doet. Met een video editor, zoals bijvoorbeeld DVTI Tools (8), kun je dan controleren of de frames inderdaad regelmatig in tijd zijn opgenomen, waarbij de tijdsinterval slechts weinig groter mag zijn dan de integratietijd, en dat er geen sprongen in tijd optreden.

Als dat niet het geval is, moet je de framesnelheid verlagen door de integratietijd te verlengen.

Je kunt deze controle uitvoeren met Tangra/AOTA (9,4) of PyMovie/PyOte (10), die beide weggevallen frames of fouten in de tijd kunnen laten zien.

Conclusie.
Deze waarnemingen zullen je meetrekken naar de wereld van de miliseconden. Een mogelijke volgende stap zou zijn het gebruik van kleurfilters met een kleine doorlaatband om bepaalde diffractiepatronen beter te kunnen zien. En uiteindelijk moet je de waarnemingen rapporteren; in dit geval aan twee instanties: de lokale coördinator voor de Maanbedekkingen en natuurlijk het OLED project (11, 12). OLED gebruikt de data voor hun onderzoek, zie het voorgaande artikel.

Ik hoop dat dit artikel mogelijke waarnemers inspireert om Maanbedekkingen te gaan waarnemen met hoge snelheid fotometrie.

References

[1] Schweizer, A., Meister, S., DVTI+CAM, webpage, https://dvticam.com
[2] Glover, R., SharpCap software, https://www.sharpcap.co.uk/
[3] Pavlov, H. et al., The Astronomical Digital Video (ADV) Data Format, Journal for Occultation Astronomy, Vol. 10, No. 3, p. 8-12, https://www.iota-es.de/JOA/JOA2020_3.pdf
[4] Herald, D., Occult/AOTA software, http://www.lunar-occultations.com/iota/occult4.htm
[5] Riedel, E., GRAZPREP software, http://www.grazprep.com/
[6] Meinberg software for Windows, https://www.meinbergglobal.com/english/sw/#win
[7] Wünsche, N., Time measurement on Windows, IOTA/ES webpage, https://www.iota-es.de/guidelines/Time_measurement.pdf
[8] Schweizer, A., Meister, S., DVTI Video Tools software, https://dvticam.com/support/
[9] Pavlov, H., Tangra software, http://www.hristopavlov.net/Tangra3/
[10] Anderson, B., PyMovie/PyOTE software, https://occultations.org/observing/software/pymovie/
[11] Homepage of the OLED project: https://sites.google.com/aam.org.es/oled/
[12] Monthly updated observation programme of OLED project: https://astro-oled.es/oled/

Het bovenstaande artikel is met toestemming van IOTA-ES overgenomen vanuit het “ Journal for Occultation Astronomy” nummer 2026-2.

Verslag rakende Venusbedekking op 5 oktober 1980.

door Boelie Boelens

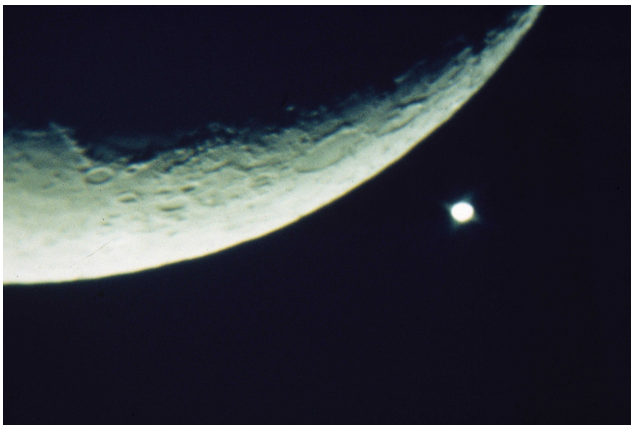


Na een duur en kort bezoekje aan onze zuiderburen die in Zuidwolde de bedekkingen wilden waarnemen van Venus en Regulus, kwamen Boelie en Eric om 1 uur volgepakt aan bij de sterrenwacht. Na enkele moeilijkheden, Boelie verloor wat schroefjes van zijn telescoop, kwam alles toch op gang. De camera's, de telelenzen, statieven, volgmotoren en kijkers werden klaar gezet.

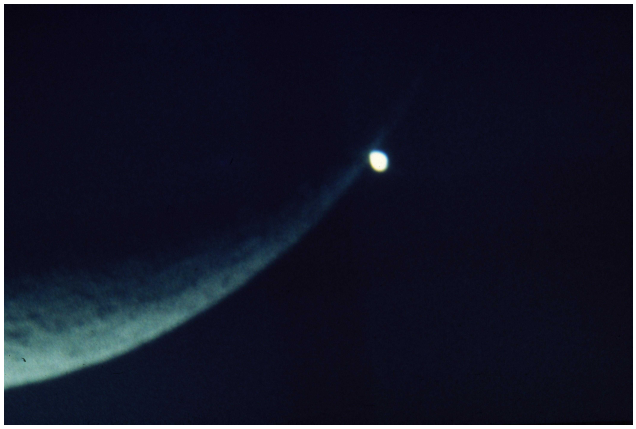
De weersomstandigheden waren bijna optimaal te noemen; een zeer heldere nacht met af en toe een wolkenfront.

Om 3:42, zes minuten nadat de Maan was opgekomen, wilden we de Maansikkel opzoeken in het weiland, en we zagen toen een grote vaal verlichte sikkel zeer laag boven de horizon. De mooiste Maansikkel opkomst die we tot nu toe hebben waargenomen.

De minuten vlogen voorbij, en al gauw kregen we de twee buren van de Maan te zien:Venus en Regulus.
Gedrieën klommen ze al snel hoger en Boelie verplaatste zijn telescoop naar een stekkie achterin het weiland. Meteen had Eric zijn 500 mm telelens gepakt en met verschillende belichtingstijden het drietal gekiekt.

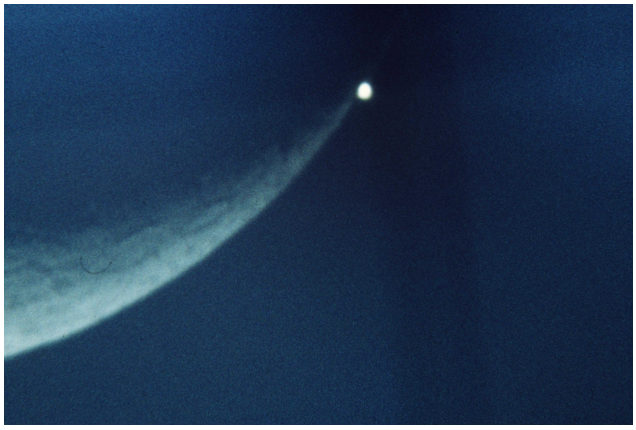


Met de 20 cm Newton kon de zaak nog niet bekeken worden, omdat een hoge boom nog in de lichtweg stond.
Eindelijk dan toch kwamen ze tevoorschijn,en werden er door het 25 mm oculair opnamen gemaakt.



Tegen 4:20 uur naderde de Maan Regulus snel, en stonden we beiden klaar om de bedekking waar te kunnen nemen. Echter er kwam net een beetje (dikke) bewolking.

Even later bleek Regulus te zijn verdwenen. De Maan en Venus klommen snel hoger en het leek toen op zijn mooist: de zeer heldere Venus en de fraaie Maansikkel.



Bij de herverschijning van Regulus zagen we eerst de begeleider van de ster en even later om 5:33 uur kwam ook deze weer plotseling tevoorschijn. Een fantastisch mooi gezicht. Snel werd de camera gemonteerd op de telescoop van Eric en werd het gewijzigde toneel vastgelegd.

De tijd vloog voorbij en de astronomische schemering was reeds een half uur begonnen. (Jammer dat Venus toen niet bedekt werd.) Zittend konden we ook getuige zijn van een aantal heldere meteoren (opvallend veel).

De spanning en de verwachting werden steeds hoger: het mooiste moment van 1980 kon ons niet meer ontlopen (al waren er enkel dreigende wolkenvelden).
De Maan kroop al dichter en dichter naar Venus toe …. Nog voordat het grootste schouwspel zou beginnen, merkte Boelie de planeet Jupiter op, die weer net te zien was. Het stelde niet veel voor.
Saturnus bleef echter nog buiten het bereik van ons oog, maar dat gaf niet want de show kwam steeds dichter bij, en tenslotte om ± 6:25 uur was er het eerste contact tussen Venus en de Maanschijf.
Driftig werden er opnamen gemaakt met zowel de telelens (Boelie) als telescoop, en na 6 opnamen van het afnemen van de Venushelderheid en schijf was Eric's film al vol.



Het verdere verloop kon worden gadegeslagen met een OR 6 mm op de 20 cm + een OR 4 mm op de 11,5 cm, en dat was prachtig.
Ondanks de reeds opkomende Zon, konden we het laatste stukje Venus voor ± 5 minuten achter de Maan zien verdwijnen.

De herverschijning mocht er ook wel zijn: Langzaam kwam Venus stukje bij beetje terug en groeide tot slot aan tot een voor 69% verlicht oppervlak.
We draaiden het achtergrondmuziekje van J.R.Jarre. Met het blote oog kon Venus meteen

al worden opgemerkt, evenals de snel opkomende Zon.
De show was ten einde en zal volgens ons nooit gauw weer gebeuren. We ruimden onze spullen snel op, (de kou had vat op ons gekregen) en fietsten richting huis, af en toe nog opkijkend naar het nog steeds zichtbare tweetal.

Na afloop van het verschijnsel dronken wij nog op een kop koffie.

Eerst Eric, daarna ik, maar ik dacht dat er niks meer in zat..... Inderdaad..... Na de waterval zat er inderdaad niks meer in..... Eric kwam niet meer bij.