



# PEGASE

Association astronomique d'Anjou



Numéro 22

1<sup>er</sup> novembre 2022

[Site internet](#)

## Documents partagés par des membres de notre association

L'éclipse du mois	<a href="#">Observations simultanées de divers membres de l'AAA</a>
Augustin	<a href="#">Observation de satellites et météoroïdes (partie 5)</a>
Charly	<a href="#">Le trichetrum</a>
Jean	<a href="#">Les images du mois</a>
Jean-Baptiste	<a href="#">Le ciel profond</a>
Jean-Pierre	<a href="#">Les images du mois (avec l'éclipse)</a>
Jérôme	<a href="#">Le Soleil et ses protubérances( et l'éclipse)</a>
Steve	<a href="#">Jupiter et la Lune</a> -
Youri	<a href="#">Les images du mois (avec l'éclipse)</a>
Liens	Pour la météo <a href="#">Meteo Blue</a> - <a href="#">Ouranos</a> - <a href="#">Xasteria</a>

## Informations diverses :

[Tous les numéros précédents de « Pegase » sont accessibles directement depuis notre site internet.](#)

Je rappelle que le planning des activités de l'AAA est accessible sur notre site internet et qu'il y a ainsi moyen de savoir s'il y a une soirée d'accueil du public le soir.

Merci à tous ceux qui ont partagé des documents.

---

## ■ ■ Page web liée ■ ■

<http://www.aaanjou.fr/>

---

[Accueil](#)

[Accueil](#)

[Calendrier](#)

[Observations](#)

[Notions d'Astronomie](#)

[Photos](#)

[Contactez Nous](#)

[Venir nous voir](#)

[Observatoire et Voie Lactée](#)

[T400 sous coupole](#)

[Installation sur la plate-forme toit coulissant](#)

## **Événements astronomiques**

Des aurores boréales ont été observées en janvier. L'activité solaire reste importante.

[Cliquez ici pour plus d'informations.](#)

## **Présentation de notre association**

L'association astronomique d'Anjou est une association à but non lucratif régie par la loi de 1901.

Elle a été créée le 11 janvier 1979.

[présentation](#)

[dates d'accueil du public](#)

.

[réunions à distance](#)

[stages d'initiation](#)

[notre revue "Pegase"](#)

[Bulletin d'adhésion](#)

[Accueil](#)

[Derniers articles](#)

[Liens-météo](#)

[Liens-satellites artificiels](#)

[Liens-ISS](#)

[Liens-sites](#)

[LIENS](#)

[Réunions-archives](#)

[REUNIONS](#)

[DATES ACCUEIL](#)

[ACCUEILS](#)

[Événements astronomiques](#)

[Le ciel dans tous ces états](#)

[Astéroïdes](#)

[Comètes](#)

[La lune au fil du temps](#)

[Variation de magnitude de la nova du Dauphin](#)

[Etoiles doubles](#)

[Le ciel ce soir](#)

[Liens](#)

[Liens-astronomie](#)

[Liens-sites](#)

[Liens-ISS](#)

[liens satellites](#)

[liens-météo](#)

[Tourisme Astro Anjou](#)

[Observatoire St Saturnin](#)

[Abbaye de Cunault](#)

[Meridien de Greenwich](#)

[Connexion](#)

[Identifiant](#)

[Mot de passe](#)

[Se souvenir de moi](#)

[Connexion](#)

[Haut de page](#)

© Association Astronomique d Anjou 2026

---

## ■ ■ Document PDF lié ■ ■

<http://aaanjou.fr/images/PEGASE/2022-PEGASE/PEG-22/PEG-22-Eclipse.pdf>

---



PEGASE

N°22

Observations  
simultanées

Eclipse du 25 octobre

L'éclipse du 25 octobre a fait l'objet d'une présentation lors d'une réunion sur TEAMS le 21 octobre 2022.

Elle a été retransmise presque en intégralité , en direct, sur ZOOM.

Elle a été observée simultanément par de nombreux membres de notre association. Pendant l'éclipse ce fut l'occasion d'échanges nombreux sur WhatsApp.

Pour ce qui est des différentes couleurs, cela dépend du filtre utilisé.

Pour ce qui est de la mise au point, c'était difficile, voire impossible d'obtenir une image bien nette en raison du voile nuageux.

Pour ce qui est de l'orientation cela dépend de la méthode utilisée, par projection ou derrière un instrument avec ou sans image inversée et du type de monture (équatoriale ou azimutale).





Jean-Michel et Jean-Pierre sont à l'observatoire et vont accueillir quelques personnes.



Au premier plan, le solarscope pour observer par projection.

Jean-Pierre



La trainée laissée par le passage d'un avion

Jean-Pierre



Vers la fin de l'éclipse



Youri observe depuis chez lui et retransmet en direct les images sur ZOOM.

La retransmission a été suivie par Louis-Marie, Jean-Paul, Richard et Alain.

Youri



Au maximum de l'éclipse



C'est presque la fin.



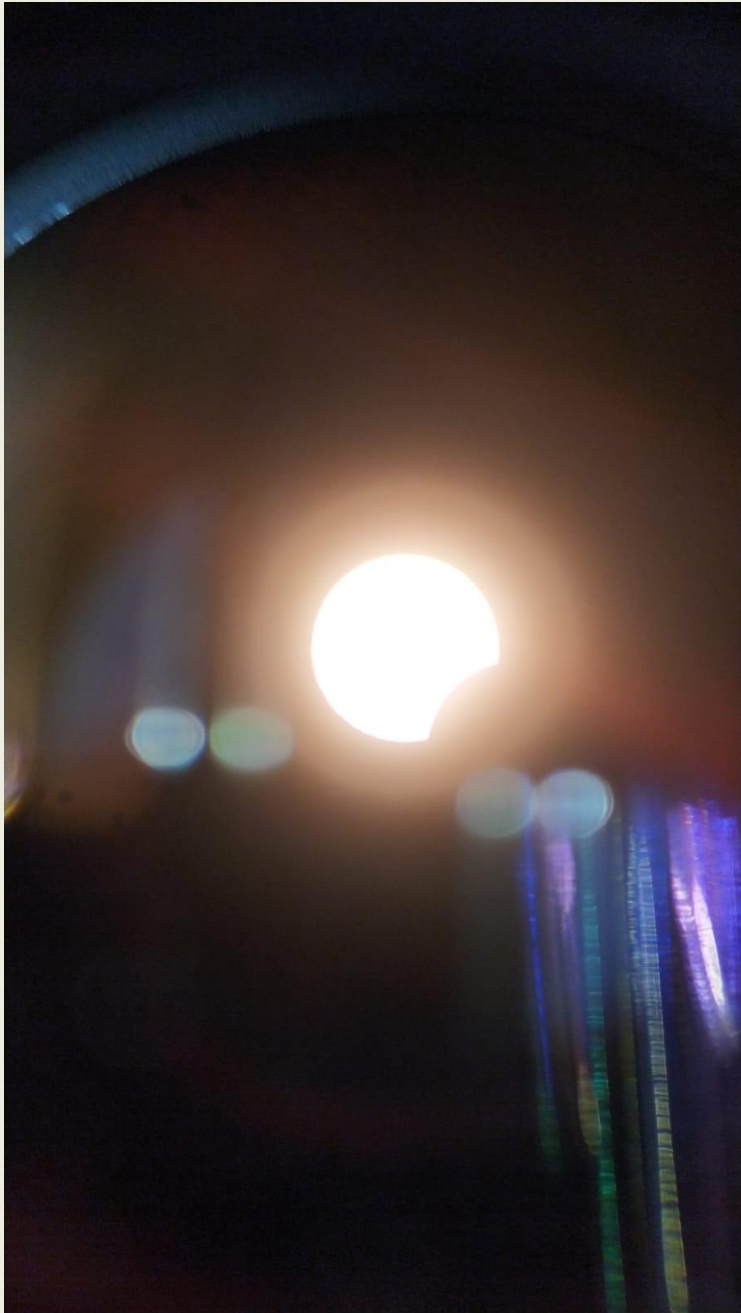
Youri

Une trainée laissée par le passage  
d'un avion



Olivier est sur le parking de son boulot.

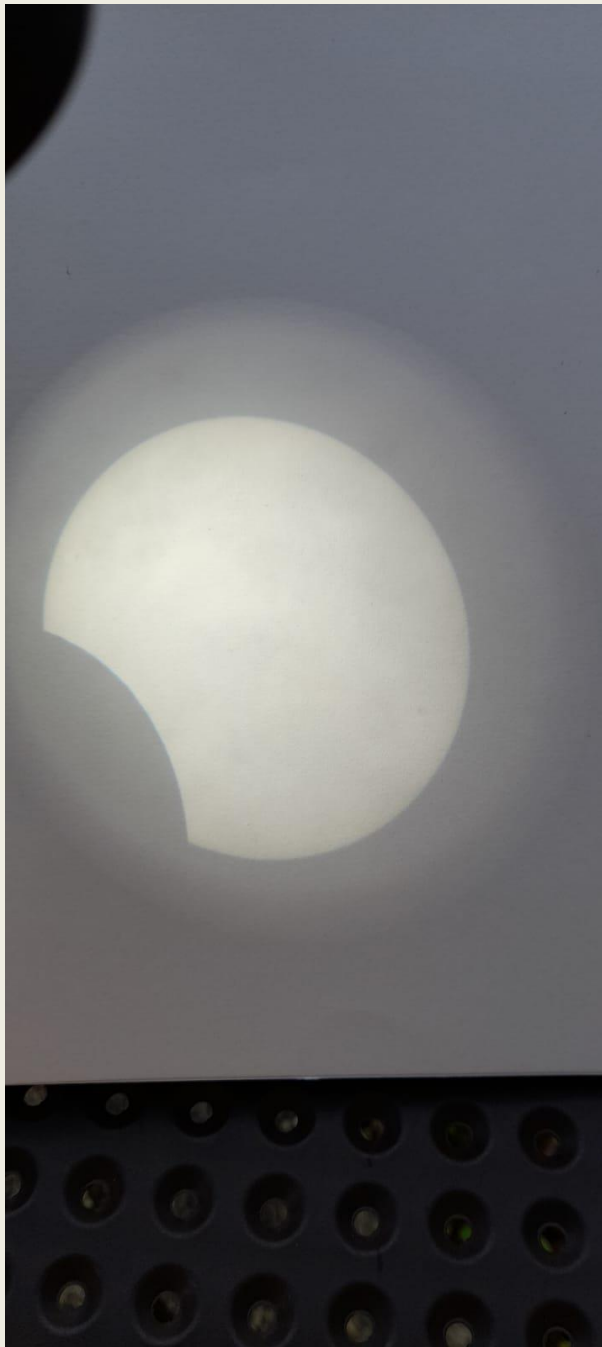
Première photo d'Olivier envoyée à 11h49



Olivier



Avec filtre soudeur sur téléphone (envoyé à 12h00 au moment du maximum)



Augustin observe  
par projection  
dans son jardin.  
Photos envoyées  
à 11h54 et 12h00



Augustin

## Installation d'Augustin



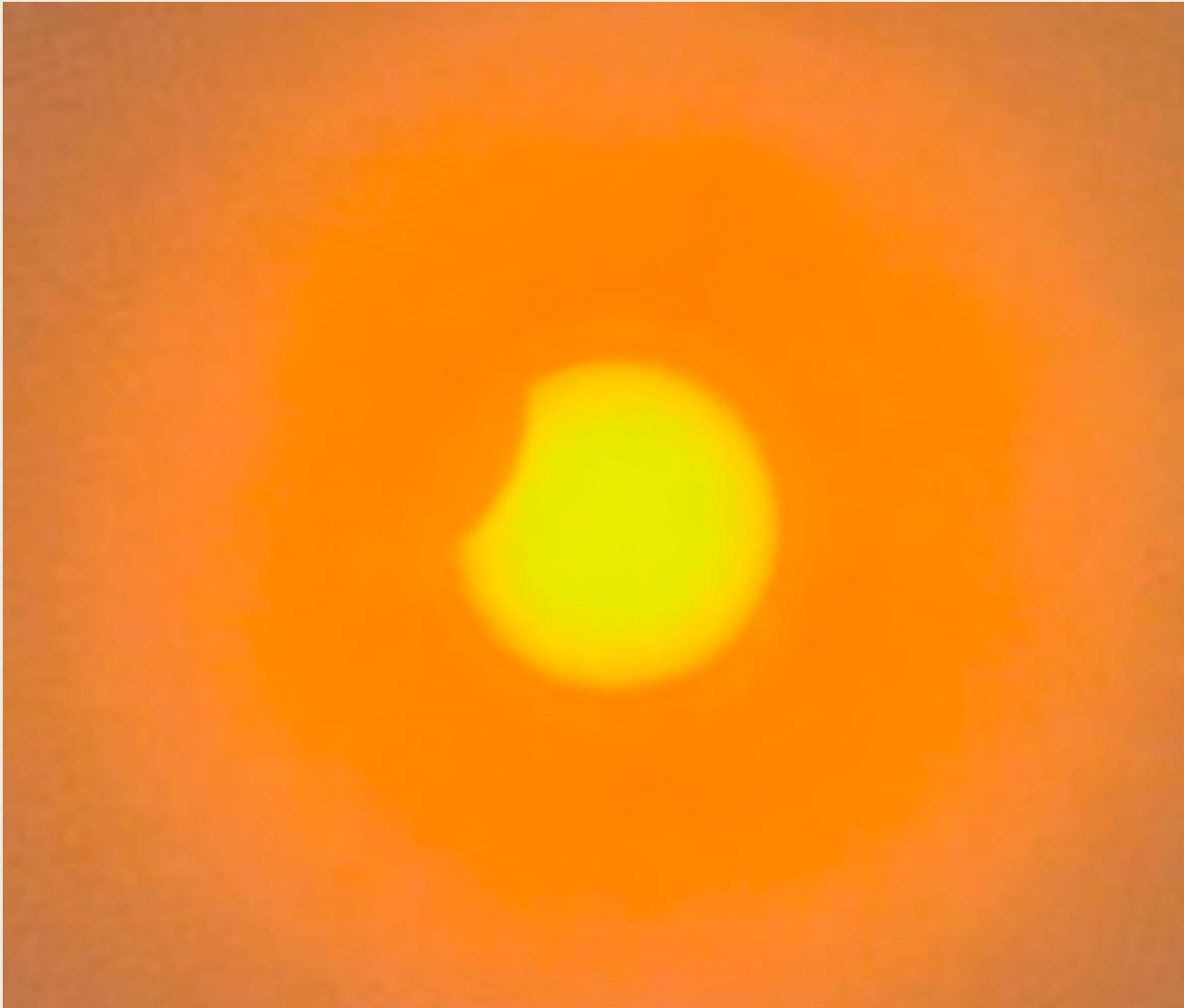
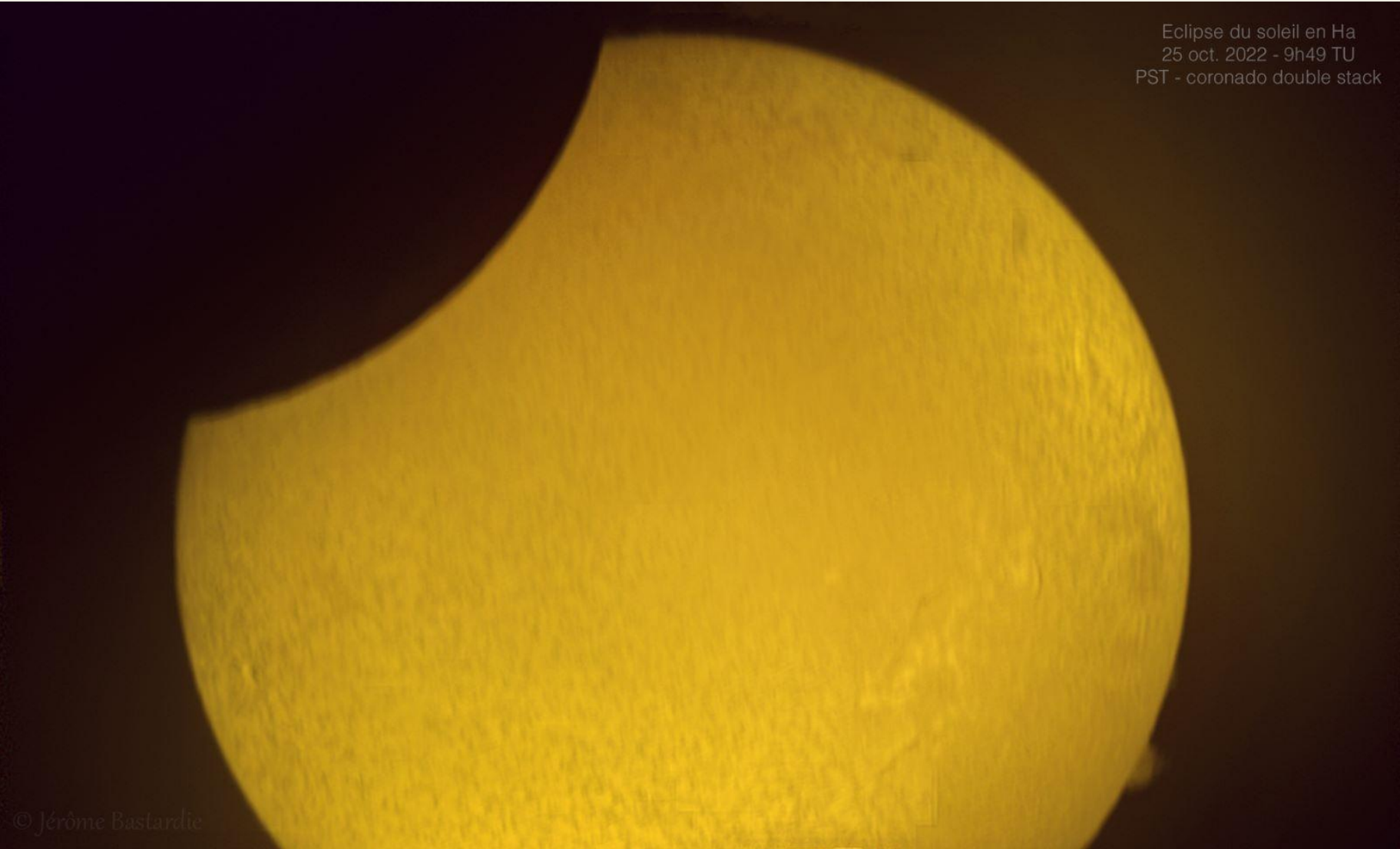


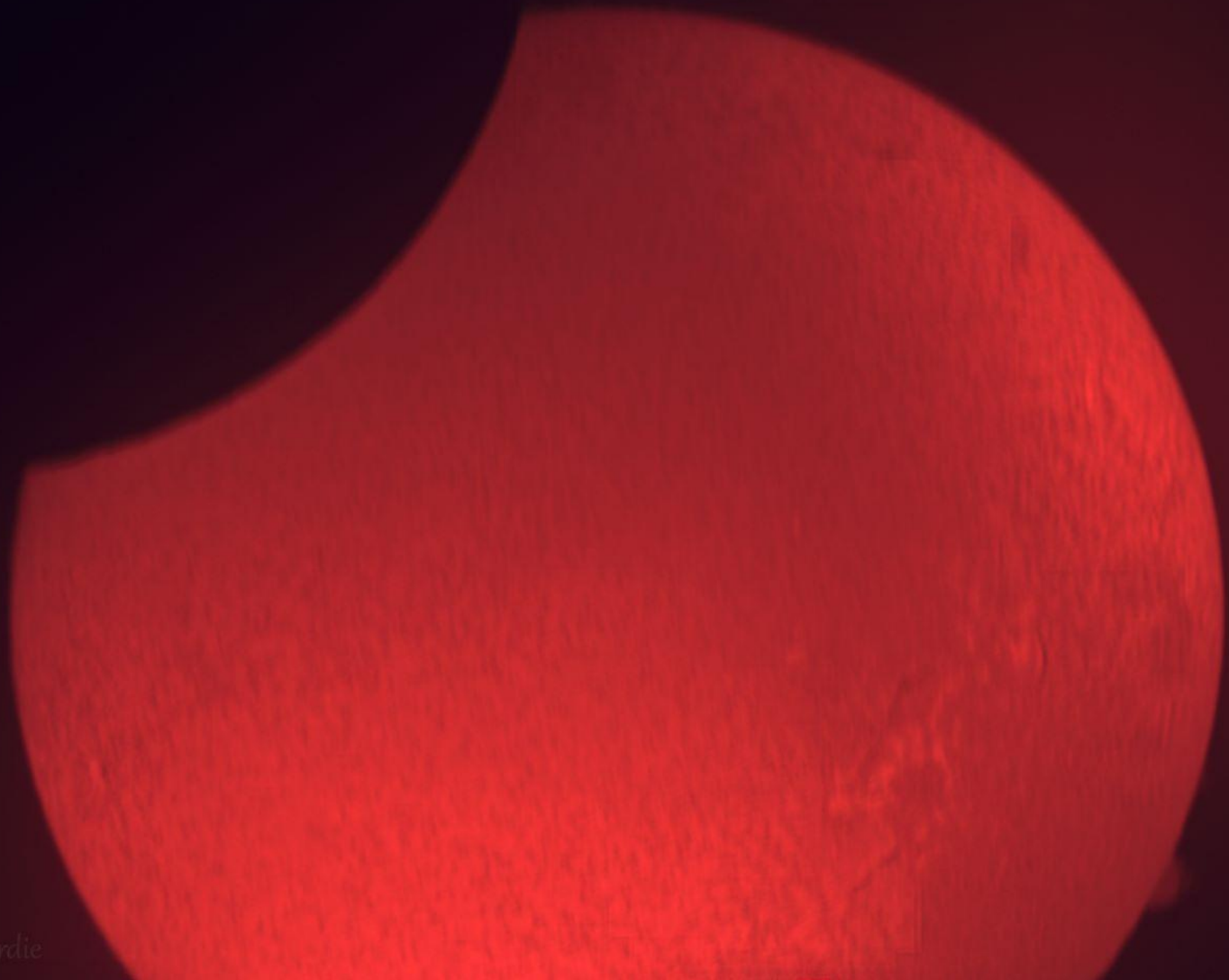
Photo prise par David, « à l'arrache » avec un filtre devant le mobile.

Photo prise par Jérôme

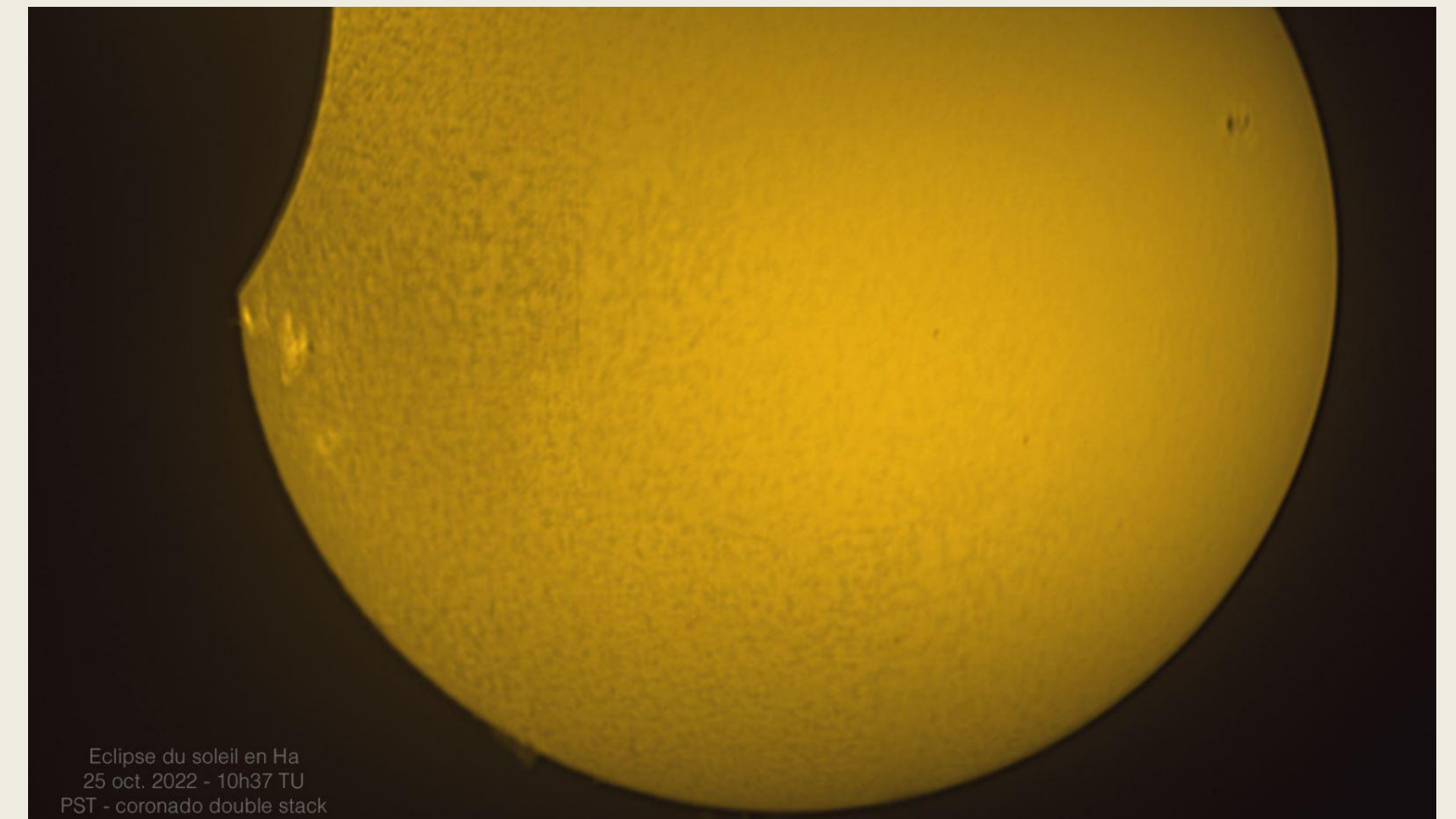


Eclipse du soleil en Ha  
25 oct. 2022 - 9h49 TU  
PST - coronado double stack

© Jérôme Bastardie



© Jérôme Bastardie



Eclipse du soleil en Ha  
25 oct. 2022 - 10h37 TU  
PST - coronado double stack

© Jérôme Bastardie

---

## ■ ■ Document PDF lié ■ ■

<http://aanjou.fr/images/PEGASE/2022-PEGASE/PEG-22/AUG-Observation%20de%20satellites%20et%20de%20torodes%20partie%205.pdf>

---

# Observation de satellites et de météoroïdes

## Partie 5 – les satellites, analyse des données photos (timelapses)

### Rappel des épisodes précédents

Dans les 4 articles précédents (N° Pégase 13, 15, 16 et 17), je vous ai présenté une étude basée sur mes observations à l'œil nu, étalées sur une douzaine d'années (2009 à 2022). L'objectif était d'abord les essaims de météoroïdes (Perséïdes et consœurs). Les satellites n'en étaient que les « parasites », à ceci près qu'ils me permettaient de maintenir une certaine vigilance visuelle : qui n'a jamais eu un « coup de mou » en observant en solitaire le ciel dans un bon transat, surtout si les météoroïdes annoncés, en dépit de ZHR élevés, souvent annoncés par des médias emphatiques (« une véritable pluie » etc...), s'avèrent chiches et espacés ?

Pour ce qui est des satellites, ces fichus parasites, j'ai été un peu déçu par l'apparente « faible » augmentation des HR sur ces dernières années, alors que mes amis astrophotographes n'arrêtaient pas de râler, que j'en voyais régulièrement passer sur des cibles « ciel profond » et que se multipliaient les grappes de « Skylinks ». Une explication immédiate s'imposait : il est difficile d'être exhaustif à l'œil nu, en tout cas pour  $mv > 3$ , magnitude à laquelle on peut facilement ne plus détecter à l'œil nu le passage d'un objet lent comme un satellite. La photo devrait évidemment permettre de faire mieux !

Ah la photo ! « LA » solution parfaite, incontournable, la seule vraiment scientifique, selon certains, surtout depuis le numérique, sa haute sensibilité, etc... Arguments tout à fait recevables, mais... des études (discutées au sein de l'American Meteor Society) montrent qu'il est difficile de même simplement corréler visuel et photo, du moins pour les météoroïdes. J'insiste : mon objectif premier était bien les « filantes », non les satellites. En fait, un météoroïde est souvent très rapide (1/2 s typique pour 20 à 30° de trajectoire), et quand même beaucoup plus rare qu'un banal satellite. Donc, à moins d'avoir un objectif très ouvert, à (très) courte focale, on n'en « chope » pas des masses en photo. A pose et sensibilité égale, la magnitude limite des étoiles et objets fixes pendant la pose croît bien sûr en fonction de  $D^2$  (D : ouverture en mm de l'objectif), mais les traînées en  $D^2/F$  (F = focale en mm), facteur auquel il faut encore ajouter la rapidité de trajectoire : pas beaucoup de photons par pixel, quoi ! L'œil, ce capteur imparfait, a au moins pour lui le fait qu'il est à double capteurs, et que les bâtonnets sont très sensibles au mouvement... Alors, la photo, finalement, s'est révélée surtout performante pour évaluer le nombre de passages de satellites. J'ai donc pris mon courage à 2 mains, et me suis plongé dans mes photos (depuis 2009, année de l'achat de mon AP numérique), en m'astreignant à compter les fines rayures qui parsemaient mes timelapses... Près de 2900 photos à réexaminer soigneusement, ça prend « un certain temps » ! Mais l'enjeu en vaut la peine, on a parfois de bonnes surprises.

Quelques éléments pour mieux comprendre les limites de ce travail.

Pour ma part, je suis resté un « primitif » de la photo en timelapse : Je me place à la focale la plus courte, à l'ouverture la plus grande et à la sensibilité la plus élevée pour mon matériel, sans suivi du mouvement des astres. En gros, cela donne : F = 18 mm, F/D = 3.5 (c'est un petit zoom) et sensibilité de 12800 ISO (j'ai choisi mon reflex fonction de cette sensibilité). Avec 13 à 15s de pose, c'est bon, les

étoiles restent ponctuelles pour une focale de 18 mm. Pour les poses, pas d'automatisme, je les déclenche à la main (avec un intervalle non régulier, mais de toute façon la prise ne peut pas être en continu, le processeur de l'AP faisant ses compensations à chaque fois). Là encore, le déclenchement manuel m'aide à « choper » des traces exceptionnelles (pour les satellites ou bolides, les météoroïdes c'est trop bref !) et... à me maintenir éveillé !

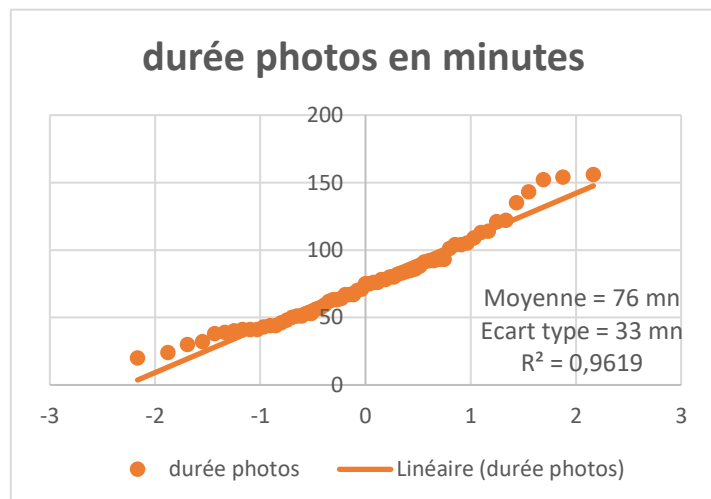
J'ai commencé les photos en 2013, et me suis efforcé d'en faire presque à chaque observation de météoroïdes à l'œil nu, sauf si pas d'intérêt : passages de nuages, ou lune trop lumineuse.

Le résultat ? Voyons cela en détail ! Je me laisse la possibilité d'y revenir, sans vous assommer avec des palanquées de graphes difficiles à interpréter. Il y aura donc d'autres articles pour compléter celui-ci (je sens que vous frétillez d'impatience !)

## Statistiques générales des photos : durée et taux de couverture

J'espère que les précédents articles vous ont rendu familière l'analyse en « courbe de Gauss », dans une présentation de type « droite de Henry ». En résumé, cet outil simple et dispo sur Excel permet de répondre à 3 questions :

- la répartition (ici, la durée des timelapses) est-elle le fait du hasard ?
- Quelle est la stat (courbe en cloche, ou de Gauss) qui décrit le mieux cette distribution ? (sur le graphe, c'est une droite, simple changement d'abscisses)

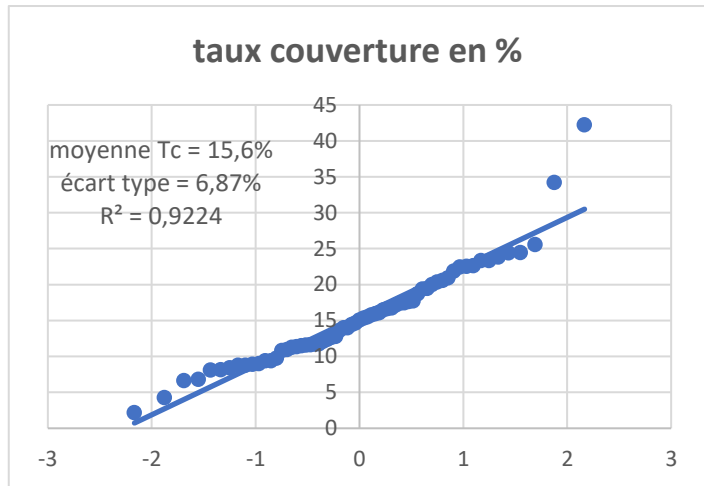


L'intérêt de cette représentation est d'avoir, par une « bête » régression linéaire, les moyenne (ordonnée à l'origine) et écart-type (dispersion, donnée par la pente de la droite de régression) qui répondent à la 2<sup>ème</sup> question. L'alignement plus ou moins bon répond à la 1<sup>ère</sup>. En l'occurrence, pour les 64 timelapses analysés, on voit que l'écart à la « normale » est surtout attribuable à 3 ou 4 séquences de 150 mn (soirs de Perséides, ou de grande patience !), et quelques (2 ou 3) cas en dessous de 40 mn (la météo...) ; En moyenne, la durée était de 76 mn, avec un grand écart-type (30 mn).

La durée variable et surtout l'intermittence des poses pose une question : en quoi le HR tiré d'une observation non continue est-il représentatif de la réalité ? Comme il y a beaucoup de satellites, on peut raisonnablement supposer que leur répartition en heure d'apparition est due au hasard pour un

soir donné. Evidemment, ce qui est dit dans mes précédents articles reste vrai : les conditions de visibilité sont beaucoup plus favorables en été, etc...

Il convient donc de corriger ces deux facteurs : la période d'observation pendant l'année, et la non-continuité de ces poses photos. Comme j'ai aussi fait varier (un peu) le temps de pose (10, 13 ou 15s, avec majoritairement 13s), il convient de corriger le « taux de couverture » (Tc), à savoir la somme des temps de poses divisé



par la durée du timelapse. Le graphe ci-dessus montre qu'il est en moyenne de 15,6%, avec un écart-type important, de près de 7%. Après quelques essais, et compte tenu de l'analyse gaussienne (points éloignés de la droite de régression), j'ai décidé d'écarter les observations « marginales » en ne prenant que celles qui respectent :  $9\% < Tc < 26\%$  (ce qui est déjà une belle étendue !). On peut alors tenir compte de ce taux (qui est une proportion) en postulant que le HR « vrai », ou corrigé, HRc, est :

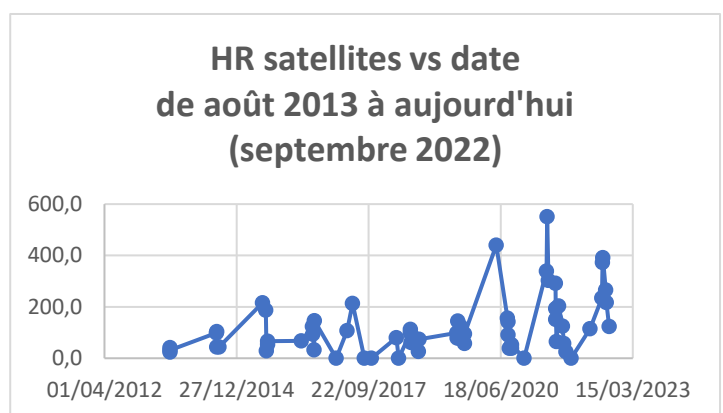
$$HRc = HR \text{ observé} \times (100/Tc), \text{ avec } Tc \text{ en } \%$$

Mais attention : ce taux n'intervient que dans l'estimation de la fréquence de traînées pendant la pose. Un satellite « lent » (quelques secondes pour un degré) laisserait une succession de traînées dans des poses continues. Avec  $1^\circ/s$ , il mettrait en gros une minute ou plus pour traverser le champ de la photo à 18 mm de focale, et serait présent sur 5 à 6 poses successives de 10s au moins. Il ne s'agit donc pas de remonter au nombre de satellites, mais plutôt, et c'est bien le but de cette étude, d'en chiffrer la gêne pour les observateurs du ciel. L'augmentation du nombre des « traînées » de satellites en sera un bon indicateur.

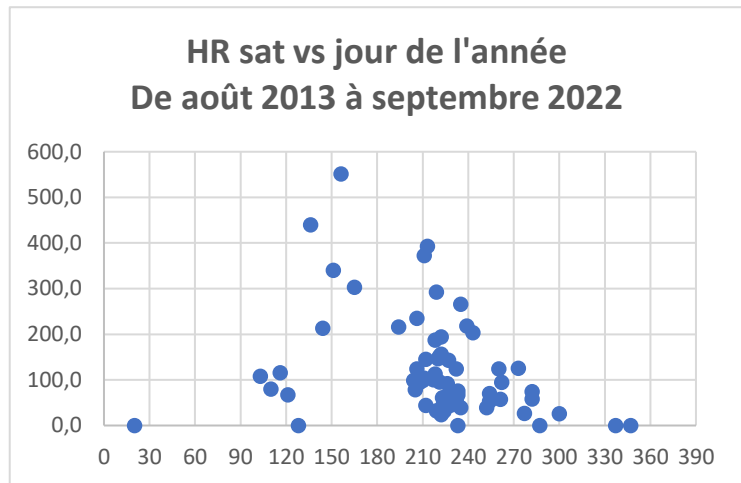
Je confirme que certains satellites ont au moins été enregistrés 2 fois, sur 2 poses contiguës : les trajectoires sont dans le prolongement.

## Quelques données brutes

On retrouve, dans ce graphe, une observation déjà faite en visuel : le HR (hourly rate : nb de sats par heure) des satellites est bien sûr variable au cours de l'année. Une grande majorité de mes photos ont été faites avec une élévation de  $70^\circ$  à  $90^\circ$  sur la méridienne locale : l'ombre de la Terre, haute dès que le soleil descend sous l'équateur terrestre (automne et hiver), empêche de voir les satellites. Par ailleurs, la majorité de mes observations ont lieu de mai à septembre (toujours à cause des météoroïdes), même si je tente toujours quelques essais d'octobre à avril. Dans le graphe ci-dessus, on peut aussi voir que les HR augmentent assez fortement à partir de l'année 2020. J'y reviendrai plus précisément.



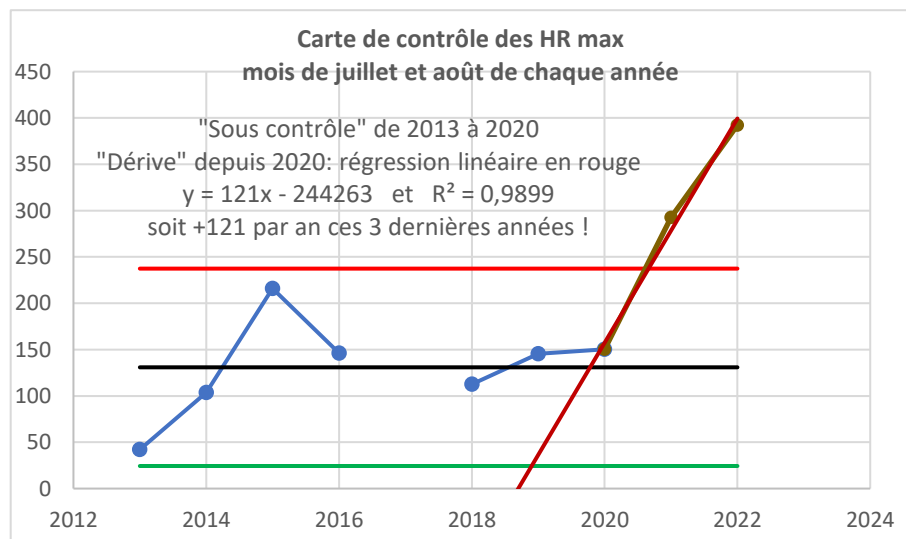
Pour l'influence de la période d'observation, voir le 2ème graphique ci-contre, qui réunit les observations en fonction du jour de l'année. On voit que le « maxi » se situe entre le 120<sup>ème</sup> et le 240<sup>ème</sup> jour de l'année, soit de début mai à fin août. En passant, l'absence de HR au voisinage du solstice d'été (aux alentours du 173<sup>ème</sup> ou 174<sup>ème</sup> jour) se comprend assez bien : un ciel très gris, et peu d'heures propices à la photo. Alors pour peu que la lune ou la météo s'en mêle...



## Evaluation de la gêne : influence du taux de couverture

Fort de l'expérience de mes observations visuelles et de leurs traitements (voir les articles 1 à 4), et pour réduire le « bruit » de mes mesures (effets de la période de l'année, des conditions de visibilité, etc...), je décide de sélectionner les observations de juillet/août, et d'en tirer le maximum pour chaque année. Problème : mes séries de photos ne sont pas aussi « complètes » que mes observations visuelles : il n'y a pas grand-chose en juillet et août pour 2017. Mais peu importe, puisqu'il s'agit de statistique, cela devrait suffire !

Dans le graphe ci-contre (carte de contrôle des HR max), j'utilise ces données sous la forme, sans doute connue de



certain d'entre vous, d'une carte de contrôle statistique, utilisée pour suivre la continuité (ou la dérive) d'un processus industriel. On regarde la variation du « signal » (ici, le HR max de l'été) par rapport à sa moyenne, et à ses « limites de contrôle » données par :

LIC = limite inférieure de contrôle = moyenne (HR max) – 2 x écart type (HR max)

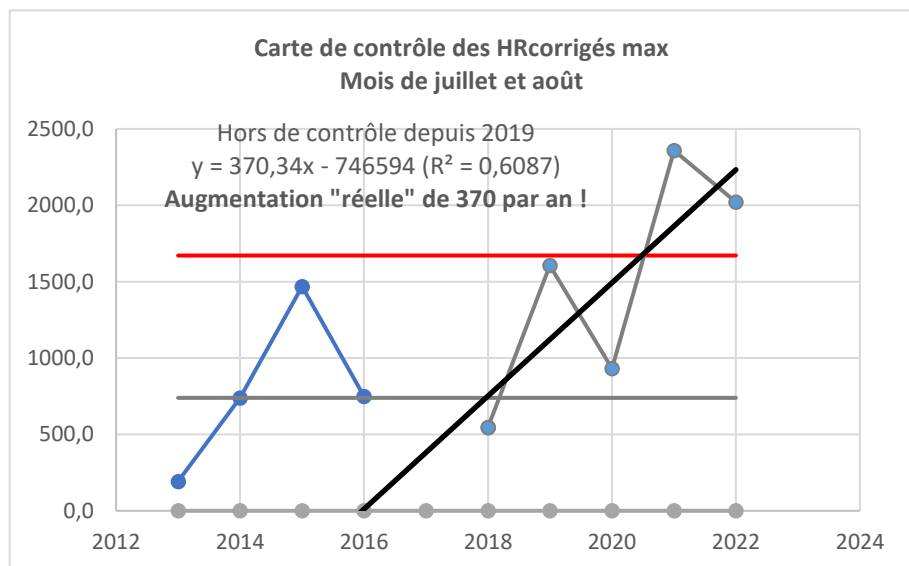
LSC = limite supérieure de contrôle = moyenne (HR max) + 2 x écart type (HR max)

Les estimateurs « moyenne » et « écart type » sont pris de 2013 à 2020. En effet, à partir de 2020, il y a une dérive manifeste : le HR max sort du domaine à 2 écarts types : c'est ce que l'on appelle un écart significatif de dérive. Si le HR était lié aux hasards résiduels des observations, pour une apparition de satellites constante dans cette période, les valeurs resteraient cantonnées entre +/- 2 écarts-types (à

95% pour un hasard « pur », encore la loi de Gauss). On peut même en dire plus : l'augmentation est quasi linéaire. Bon, sur 3 points, ce n'est pas merveilleux, mais ça a l'air assez significatif par rapport à la moyenne : on passe quand même de 140 à près de 400, presque 3 fois plus !

Oui mais... Je n'ai pas tenu compte des différents taux de couverture de chaque timelapse ! Ils ne sont pas les mêmes, et peuvent varier du simple au double pour ces observations (de 12% à 25% environ). Dans un premier temps, j'ai jugé que cet effet serait négligeable : une tentative de corrélation entre HR et taux de couverture ne montrait aucune dépendance entre ces deux facteurs, pour un intervalle de taux de couverture raisonnable (voir plus haut :  $9\% < T_c < 26\%$ ). Il y avait quand même quelque chose de gênant : quand on veut faire du quantitatif, il faut revenir à un  $T_c$  de 100%, donc corriger le HR en conséquence. J'ai donc repris mes mesures pour en tirer le HRc (HR corrigé, voir plus haut) et refait la carte de contrôle avec ces HRc.

Le résultat est quelque peu différent, mais reste qualitativement le même (voir ci-contre le graphe CdC des HRc) : les HRc « sortent » de l'intervalle de contrôle, la dérive étant visible depuis mi 2018, ou disons plutôt à partir de 2019, alors qu'elle n'était flagrante que depuis 2020 avec la carte précédente. L'augmentation



relative reste presque la même : 2.6 fois la moyenne pour les HRc, alors que c'était 2.8 fois la moyenne pour les HR. Cela corrobore la non-corrélation observée entre HR et  $T_c$ . Je note avec une certaine satisfaction perverse que le premier lancement et déploiement des Starlinks date... de novembre 2019 ! Merci Elon, tu nous mets bien dans la (censuré) pour faire de la photo astronomique !

## En résumé (provisoire) :

Avant 2019, les satellites étaient déjà une gêne ponctuelle pour la réalisation de clichés en longue pose (ciel profond). Depuis les lancements « frénétiques » de grappes de Starlinks par Space X, la gêne s'est dramatiquement aggravée, puisque, dans les conditions d'une prise de vue à courte pose et grand champ, on peut comptabiliser presque 3 fois plus de traînées lumineuses : elles sont passées d'environ 750 à plus de 2200 par heure depuis 2019, avec une augmentation d'environ 370 par an (soit la moitié de la moyenne des années précédentes).

Pour aller plus loin, il conviendrait de traduire cette augmentation en termes de probabilité de « traînée » fonction de l'angle de pose et de sa durée. Il y a aussi la probabilité d'avoir plusieurs traînées sur le même cliché. Ces exploitations, j'espère pouvoir vous les apporter dans le prochain article, « si vous le voulez bien » !

En attendant, et pour donner quelques exemples de cette nouvelle forme de « pollution », je vous joins quelques « bests shoots » de 2022 ; rassurez-vous, on arrive encore à apprécier la beauté de la Voie Lactée, de loin en loin, quelques passages d'avions (ils sont devenus plus rares que les satellites en été !) ou même, par extraordinaire, quelques météoroïdes !

A suivre !

AMS



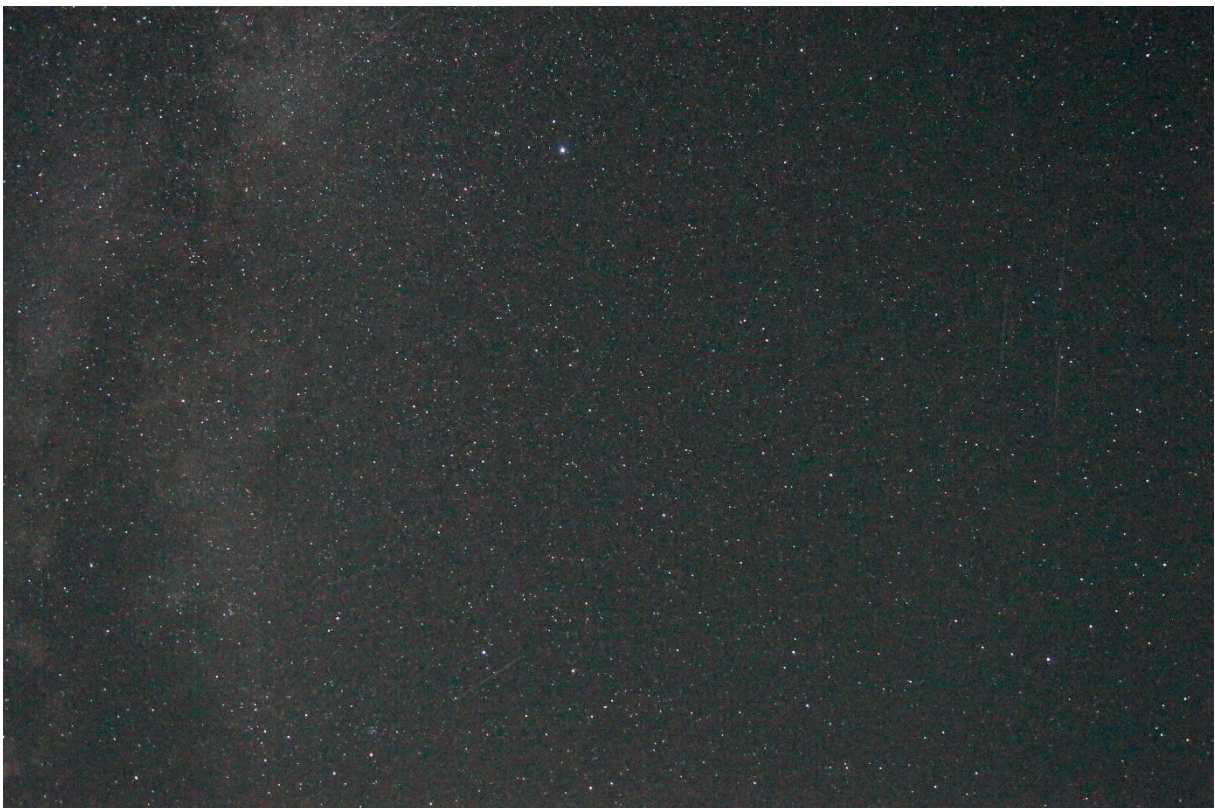
Le 25/07/22 à 21h58 UT, AP Sony alpha550, objectif 18mm ouvert à 3.5 (zoom)

Pose de 13s sur pied fixe, 12800 ISO. 3 satellites et... un avion !



Le 25/07/22 toujours, mêmes conditions que la précédente, mais à 22h09 UT

2 satellites, et un météoroïde qui « croise » une des traces de satellite (Perséïde, déjà !)



Le 30/07/22 à 21h53 UT, mêmes conditions de prise de vue.

On peut compter 5 satellites (record de 2022 !)



Toujours le 30/07/22, un peu plus tôt, à 21h46 UT, mêmes conditions

J'ai compté 4 satellites, dont un avec éclat variable périodique. Un 5<sup>ème</sup> incertain, non compté.



Le 1/08/22, à 21h30 UT, mêmes conditions de prise de vue

2 satellites et 1 météoroïde (Perséïde)



Le 1/08/22, un peu plus tard, à 22h14 UT, mêmes conditions

4 satellites, orbites très différentes pour au moins 3 d'entre eux (2 traces se « croisent »).

---

## ■ ■ Document PDF lié ■ ■

<http://aaanjou.fr/images/PEGASE/2022-PEGASE/PEG-22/Le%20trichetrum%20-%20PATRAULT%20Charly%20-%20Octobre%202022.pdf>

---

# Le triquetrum

Charly PATRAULT - Septembre 2022

L'histoire des sciences et des techniques sont souvent indissociables. L'histoire des instruments, leur contexte de création ou d'utilisation, les relations qu'entretiennent les ingénieurs avec les scientifiques donnent un éclairage historique indispensable à la bonne compréhension de l'histoire d'une science. L'histoire de l'astronomie n'échappe pas à ce constat. Comprendre l'histoire de l'astronomie c'est donc aussi comprendre comment ont été créés et utilisés les instruments qui ont permis d'effectuer des observations et des mesures afin d'élaborer des théories scientifiques.

L'astronomie est avant tout une science observationnelle<sup>1</sup>. Elle compte ainsi bon nombre d'instruments de mesures et d'observation. Parmi les plus connus on trouve la sphère armillaire, la lunette de Galilée, plus récemment les spectromètres et bien évidemment les télescopes que nous utilisons tous en tant que astronome professionnel ou amateur (Newton, Schmidt-Cassegrain, Maksutov-Cassegrain ...)

Sans observation, données et mesures les mathématiques "ne peuvent pas tout faire". Surtout s'il s'agit d'un chorizo !<sup>2</sup> Tous ces instruments sont à la base de la collecte des données nécessaires à la compréhension de l'univers et à la conception des concepts en astrophysique. Instruments observationnels et instruments mathématiques ne vont pas l'un sans l'autre !



*"Grande et merveilleuse est l'excellence des instruments mathématiques puisqu'ils nous font connaître des choses qui semblent non seulement fort difficiles, mais même impossibles à croire"*

*Ignazio Danti (1536 - 1586)*

Moine dominicain et astronome

---

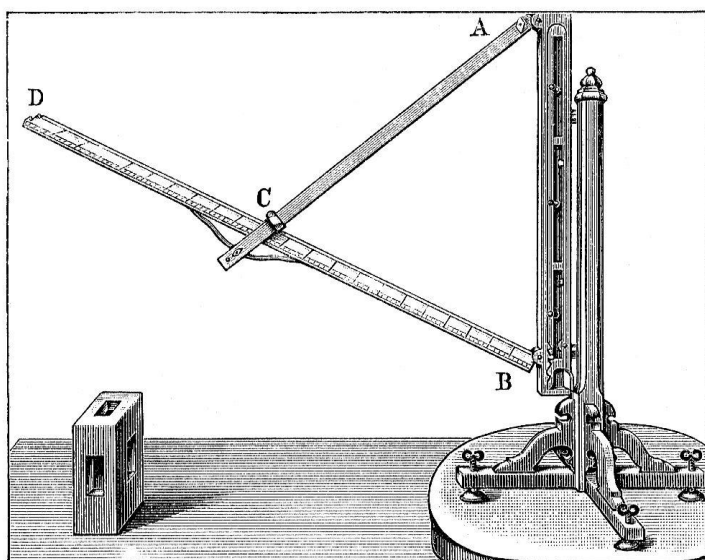
<sup>1</sup> La cosmologie observationnelle est apparue dans les années 20 et permettait de fournir des données pour l'élaboration de modèles cosmologiques standards et à l'inverse de vérifier par l'observation les modèles standards créés par les astrophysiciens.

<sup>2</sup> Cette petite note d'humour pour rappeler la polémique du 31 juillet 2022 sur Twitter qu'à initiée Etienne KLEIN en diffusant une image de chorizo en la faisant passer pour Proxima du Centaure

Parmi tous les instruments qui ont été utilisés en astronomie l'un tient une place historique importante car il a été utilisé par le célèbre astronome polonais Copernic (1473 - 1543) afin de développer la théorie de l'héliocentrisme<sup>3</sup>. Cet instrument est tout autant méconnu que fondamental. C'est le **triquetrum**. Si vous cherchez "triquetrum" ou "trichetrum" sur Google car l'on trouve les 2 orthographes' le célèbre moteur de recherche vous proposera uniquement des résultats concernant un os de la main ! Il vous faudra affiner votre recherche en "triquetrum astronomie" pour avoir des résultats. Google n'est pas un outil permettant de quantifier la popularité d'un concept ou de toute chose mais si l'on regarde le nombre de résultats obtenus nous n'obtenons tout de même que 3350 résultats de recherche. Et même sur Google Scholar utilisé dans le monde de la recherche vous n'obtiendrez pas plus de 200 à 300 résultats que vous fassiez votre recherche en français ou en anglais !<sup>4</sup>

Revenons à Copernic c'est donc le triquetrum qui lui a permis de mesurer les positions des astres et d'élaborer des tables de données de position. Comme nous l'avons dit plus haut ces tables sont "la matière première" sans lesquelles Copernic n'aurait pu élaborer sa théorie. Copernic observait plusieurs astres chaque soir et notait les variations de leurs déclinaisons. C'est à partir de la variation de ces déclinaisons qu'il a pu développer la célébrissime théorie cinématique où la Terre n'était plus le centre du monde.

Le triquetrum est un instrument d'astronomie ancien, bien plus ancien que l'époque de Copernic. C'est un autre célèbre astronome grec Claude Ptolémée (vers 100 - 168) qui inventa cet instrument. C'est un instrument que nous décrivons ici comme un instrument



d'astronomie mais c'était à l'origine un instrument de topographie. On lui donne d'ailleurs plusieurs noms : triquetrum, trigomètre, instrument parallactique ou "règle de Ptolémée". Il est composé de trois règles graduées assemblées et permet pour ce qui est de l'astronomie de mesurer des angles verticaux. Donc de mesurer l'altitude des astres.

<sup>3</sup> La théorie de l'héliocentrisme est une véritable révolution tant pour ses conséquences scientifiques que philosophiques et religieuses.

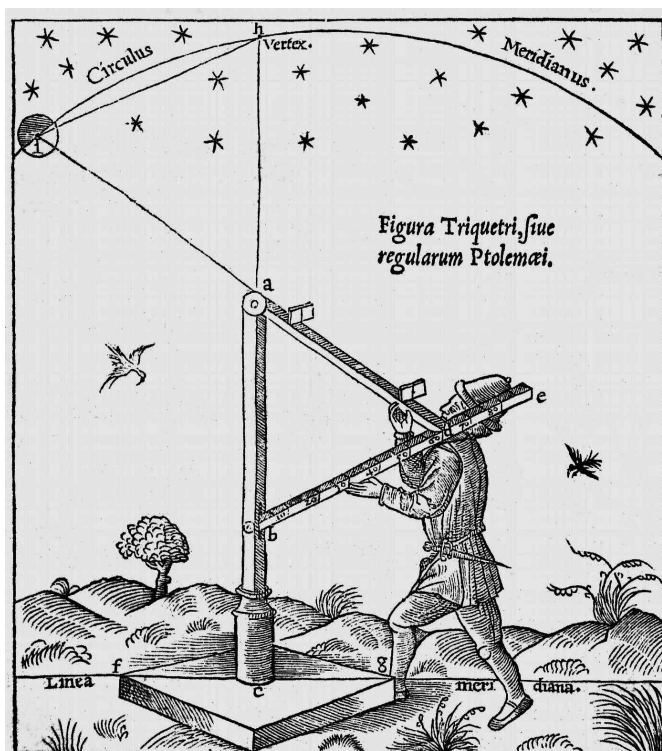
<sup>4</sup> Je suis intéressé pour avoir vos retours sur le fait que vous connaissiez ou non cet instrument et surtout son nom.

## Structure du triquetrum

Copernic utilise plusieurs instruments pour ses observations : le quadrant, la sphère armillaire, mais c'est le triquetrum qu'il décrit le plus tant sur sa structure que sur son fonctionnement. Il le décrit en détail dans son *De Revolutionibus Orbium Coelestium* de 1543 au chapitre 15 au livre IV. En voici un extrait (reformulé pour une meilleure compréhension) : Parmi les 3 baguettes qui le compose 2 sont de même longueur (AB et AC sur le schéma ci-contre). AB est fixée avec des gonds au pilier de base.

Elles sont découpées en 1000 parties identiques. La grande baguette (DB sur le schéma) contient 1414 parties. L'arête de la baguette supérieure (AC) glisse sur les divisions de la baguette inférieure (DB) indiquant la distance angulaire de l'astre observé avec la verticale. Les réglettes qui le composent sont appelées "alidade". Elles sont percées de trous à leurs extrémités que l'on nomme "pinnules" bien que le triquetrum de Copernic ne semble pas en contenir.

## Principe d'utilisation du triquetrum



Son utilisation est très simple.

L'observateur place son oeil aux environs de C en direction de A (qui pointe sur l'astre en question) afin de mesurer la déclinaison<sup>5</sup> de cet astre.

Puis prend la mesure de la déclinaison sur l'alidade DB.

<sup>5</sup> La déclinaison d'un astre est un angle. Il correspond à la "hauteur" de l'astre ou son équivalent sur terre la latitude.



### Réalisation d'un prototype de Triquetrum

Le modèle de Copernic était en bois de pin et fut légué à Tycho Brahé en 1584 par la suite qui ne le considéra pas comme un instrument précis mais le conserva probablement par admiration pour Copernic. Tycho Brahé essaiera malgré tout de l'améliorer !

Je me suis essayé à la réalisation d'un prototype de triquetrum il y a quelques années (Cf ci-dessus). Le premier objectif étant pédagogique avec mes enfants. A la fois bricolage, histoire et géométrie, cette réalisation sans prétention n'a pas vocation à être utilisée car pas assez précise. Mais elle sert encore aujourd'hui pour expliquer les mesures de position des astres et peut-être donner goût aux sciences...

Exemplaire du De Revolutionibus où l'on voit les tables des mesures de Copernic

NICOLAI COPERNICI					REVOLUTIONVM LIB. V. 174				
Saturni prosthaphæreses.					Saturni prosthaphæreses.				
Numeri communes.	Prosthaphæreses eccentrici.	Scrup. proportionum	Parallaxes orbis.	Excessus parallaxos.	Numeri communes.	Prosthaphæreses eccentrici.	Scrup. proportionum.	parallaxes orbis.	Excessus parallaxos.
Gra. Gra.	Gra. scr.	scr.	G. scr.	G. scr.	Gra. Gra.	G. scr.	scr.	G. scr.	G. scr.
3	357	0 20	0	0 17	0	2			
6	354	0 40	0	0 34	0	4			
9	351	0 58	0	0 51	0	6			
12	348	1 17	0	1 3	0	8			
15	345	1 36	1	1 23	0	10			
18	342	1 55	1	1 40	0	12			
21	339	2 13	1	1 56	0	14			
24	336	2 31	2	2 11	0	16			
27	333	2 49	2	2 26	0	18			
30	330	3 6	3	2 42	0	19			
33	327	3 23	3	2 56	0	21			
36	324	3 39	4	3 10	0	22			
39	321	3 55	4	3 25	0	24			
42	318	4 10	5	3 38	0	26			
45	315	4 25	6	3 52	0	27			
48	312	4 39	7	4 5	0	29			
51	309	4 52	8	4 17	0	31			
54	306	5 5	9	4 28	0	32			
57	303	5 17	10	4 38	0	34			
60	300	5 29	11	4 49	0	35			
63	297	5 41	12	4 59	0	36			
66	294	5 50	13	5 8	0	37			
69	291	5 59	14	5 17	0	38			
72	288	6 7	16	5 24	0	38			
75	285	6 14	17	5 31	0	39			
78	282	6 19	18	5 37	0	39			
81	279	6 23	19	5 42	0	40			
84	276	6 27	21	5 46	0	41			
87	273	6 29	22	5 50	0	42			
90	270	6 31	23	5 52	0	42			

Saturni

93	267	6 31	25	5 52	0	43
96	264	6 30	27	5 53	0	44
99	261	6 28	29	5 53	0	45
102	258	6 26	31	5 51	0	46
105	255	6 22	32	5 48	0	46
108	252	6 17	34	5 45	0	45
111	249	6 12	35	5 40	0	45
114	246	6 6	36	5 36	0	44
117	243	5 58	38	5 29	0	42
120	240	5 49	39	5 22	0	42
123	237	5 40	41	5 13	0	41
126	234	5 28	42	5 3	0	40
129	231	5 16	44	4 52	0	39
132	228	5 3	46	4 41	0	37
135	225	4 48	47	4 29	0	35
138	222	4 33	48	4 15	0	34
141	219	4 17	50	4 1	0	32
144	216	4 0	51	3 46	0	30
147	213	3 42	52	3 30	0	28
150	210	3 24	53	3 15	0	26
153	207	3 6	54	2 56	0	24
156	204	2 46	55	2 38	0	22
159	201	2 27	56	2 21	0	19
162	198	2 7	57	2 2	0	17
165	195	1 46	58	1 42	0	14
168	192	1 25	59	1 22	0	12
171	189	1 4	59	1 2	0	9
174	186	0 43	60	0 42	0	7
177	183	0 22	60	0 21	0	4
180	180	0 0	60	0 0	0	0

X ij Iouis

Sources et crédits photos :

<http://articles.adsabs.harvard.edu/full/1951LAstr..65...33P/0000033.000.html>

<http://numerisation.univ-irem.fr/AAA/AAA04068/AAA04068.pdf>

---

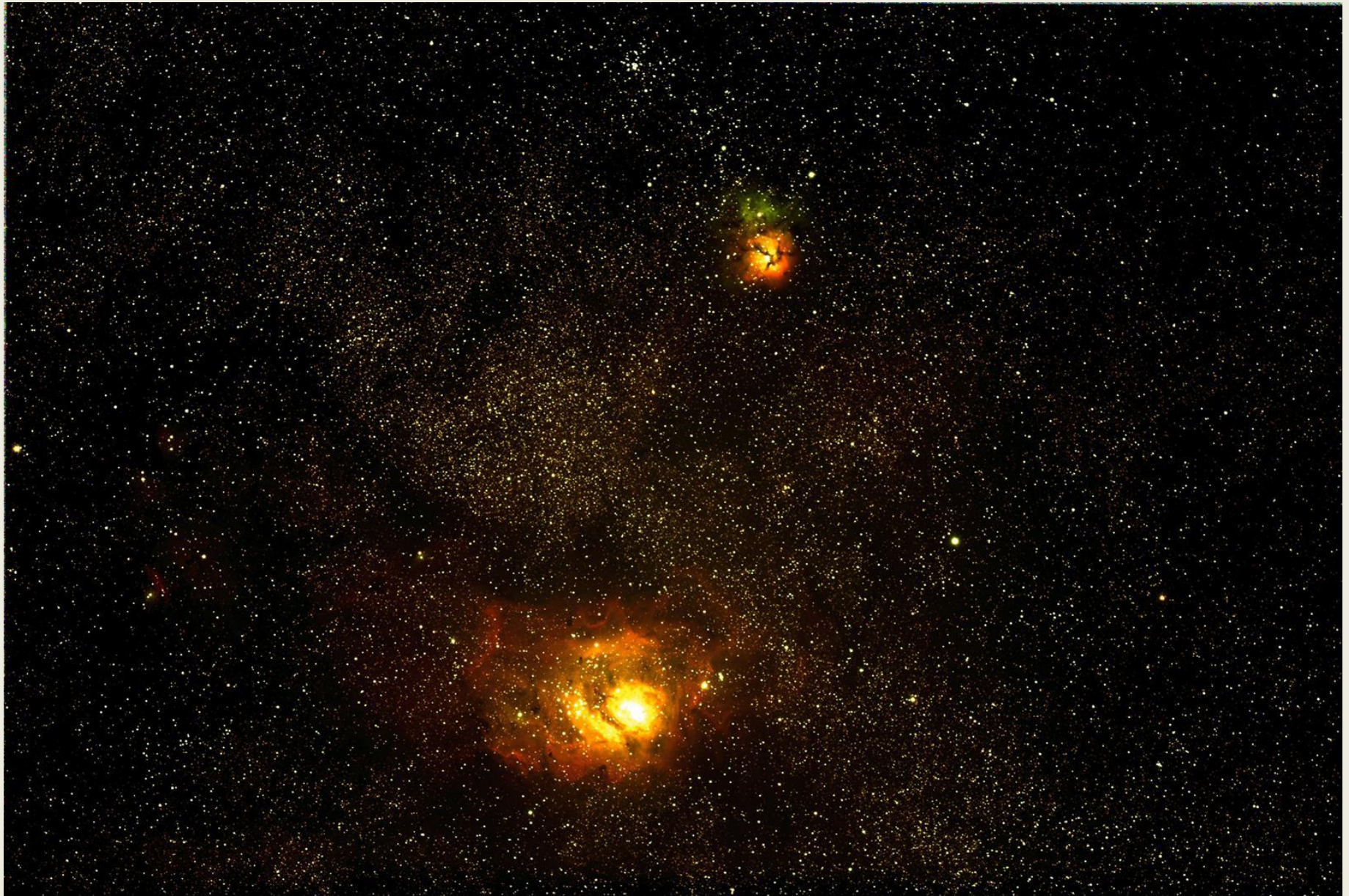
## ■ ■ Document PDF lié ■ ■

<http://aaanjou.fr/images/PEGASE/2022-PEGASE/PEG-22/PEG-22-Jean.pdf>

---







---

## ■ ■ Document PDF lié ■ ■

<http://aaanjou.fr/images/PEGASE/2022-PEGASE/PEG-22/PEG-22-Jean-Baptiste.pdf>

---



Pac-Man Nebula - NGC 281 dans Cassiopée



Nébuleuse de l'âme - IC 1848 dans Cassiopée

---

## ■ ■ Document PDF lié ■ ■

<http://aaanjou.fr/images/PEGASE/2022-PEGASE/PEG-22/PEG-22-Jean-Pierre.pdf>

---



Le Soleil et ses taches



Installation



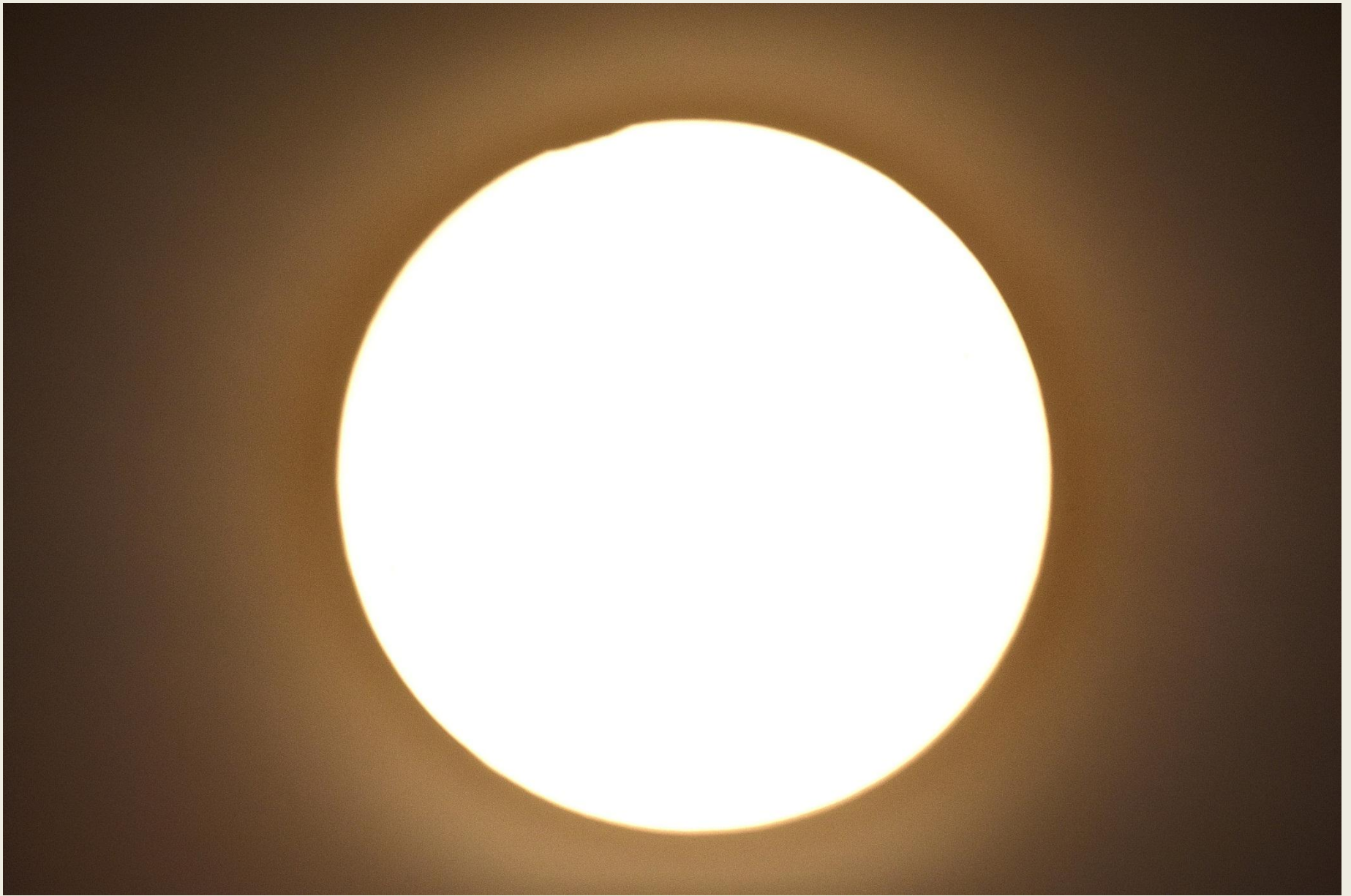
Installation à l'observatoire



Eclipse du 25 octobre 2022



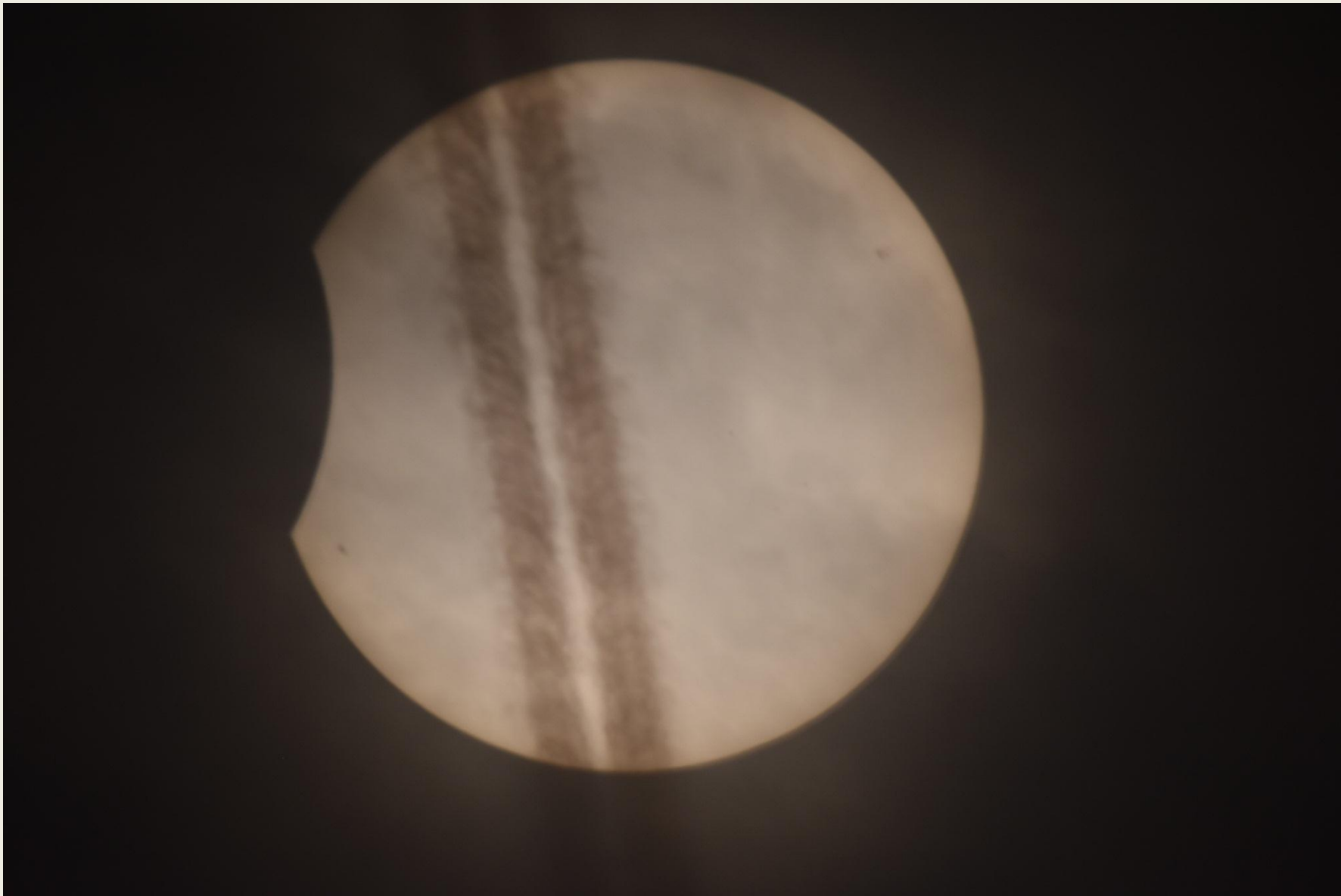
Eclipse du 25 octobre 2022



Eclipse du 25 octobre 2022



Eclipse du 25 octobre 2022



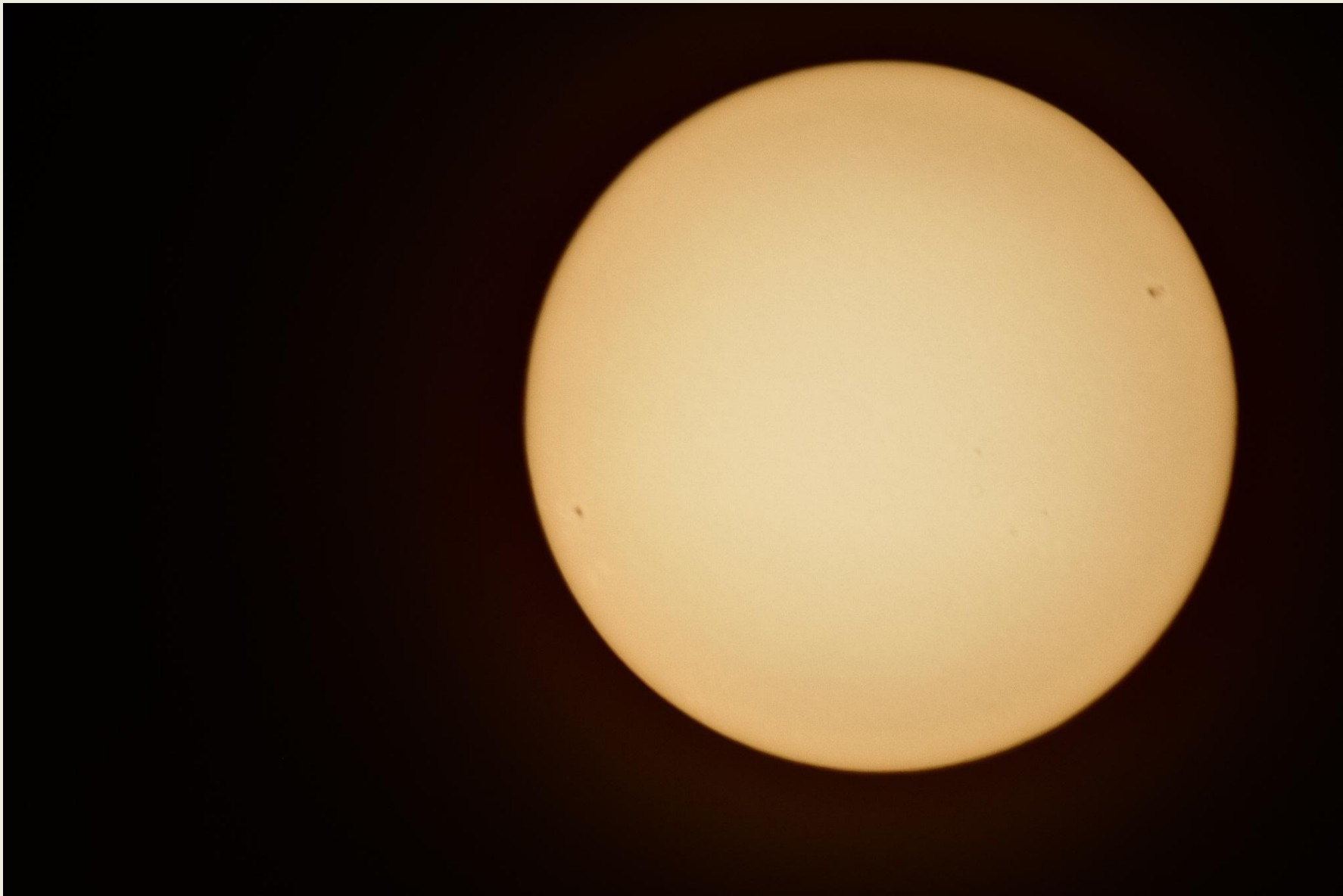
Eclipse du 25 octobre 2022



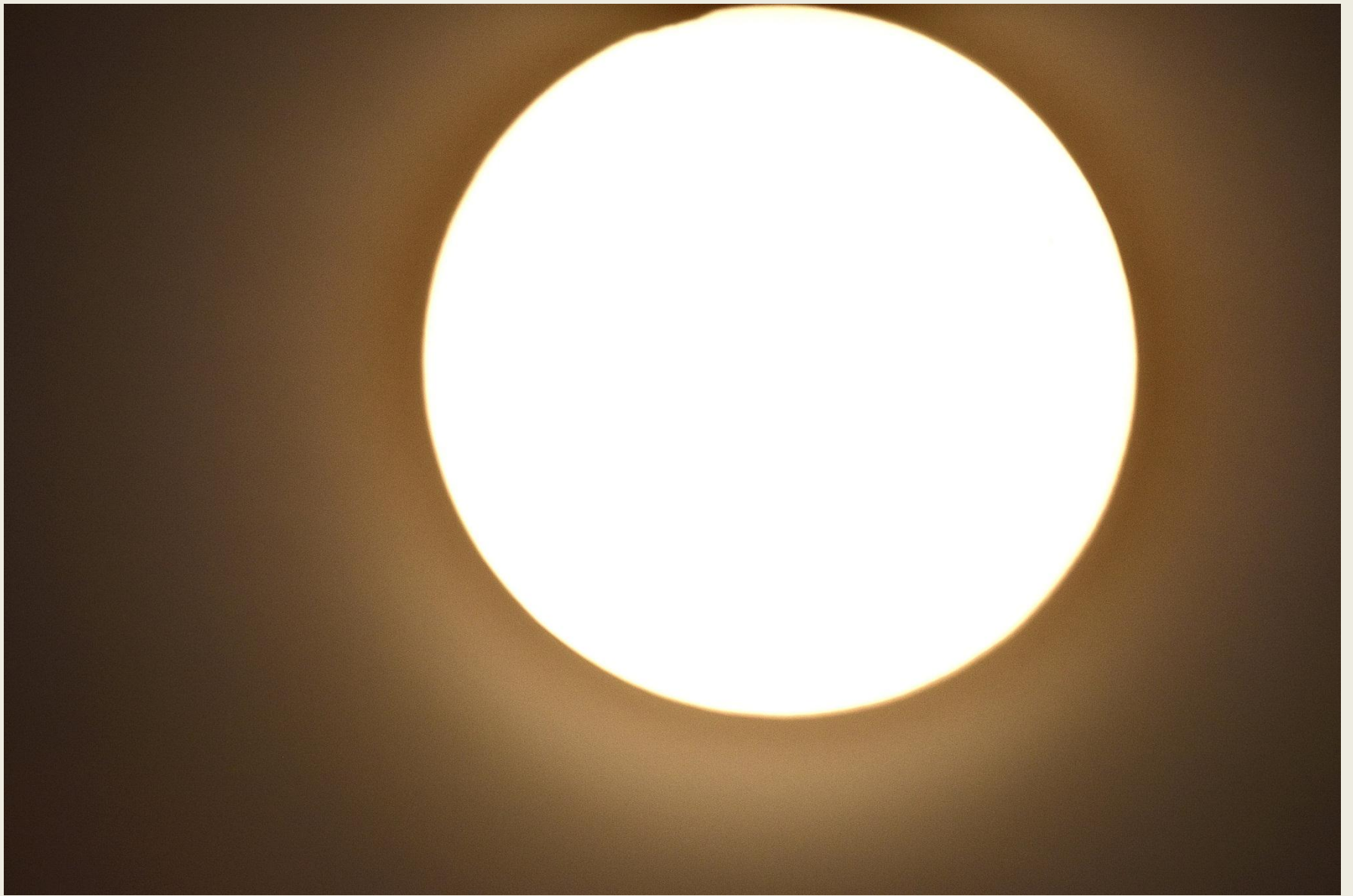
Eclipse du 25 octobre 2022



Eclipse du 25 octobre 2022



Eclipse du 25 octobre 2022



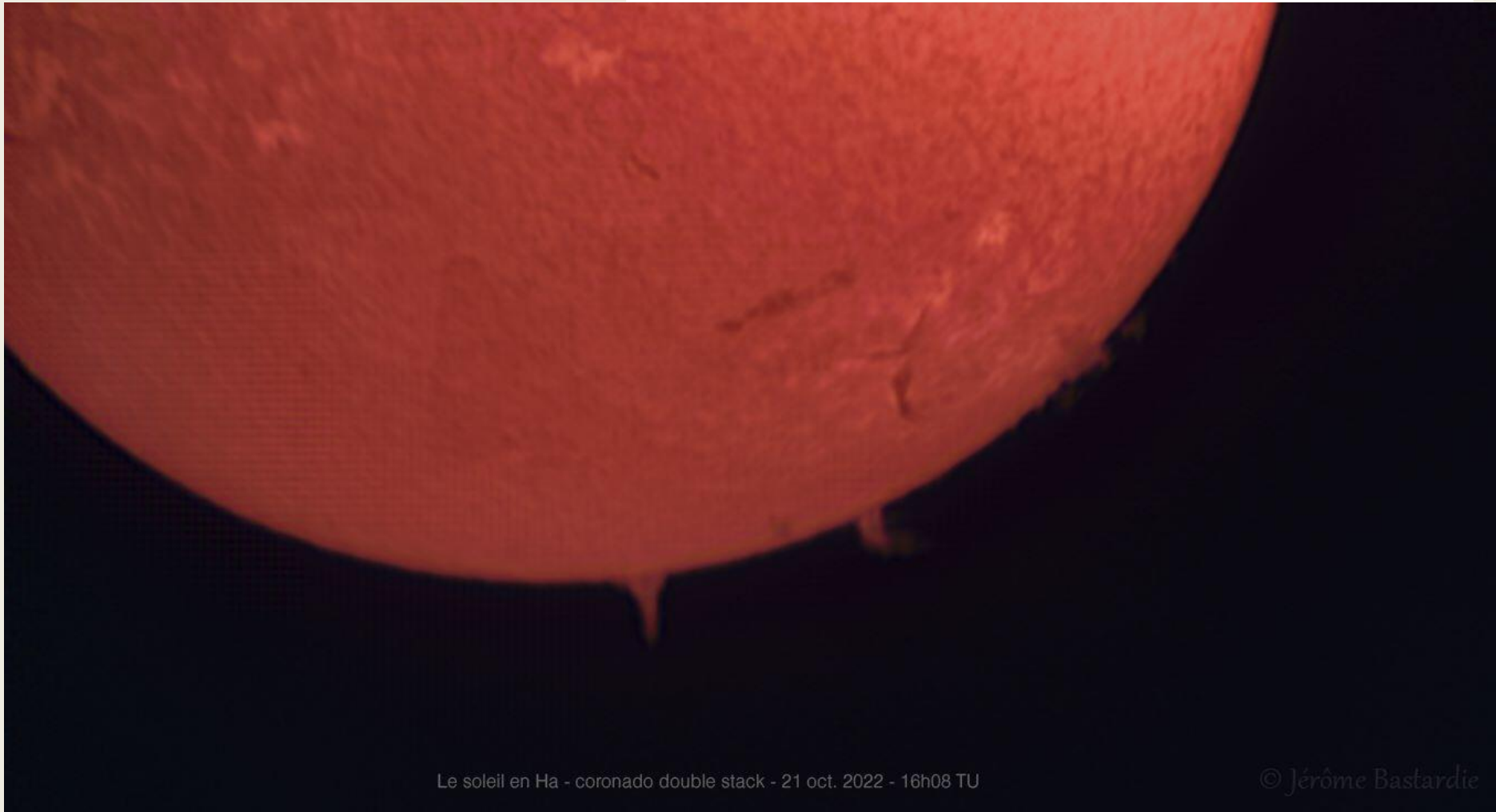
Eclipse du 25 octobre 2022

---

## ■ ■ Document PDF lié ■ ■

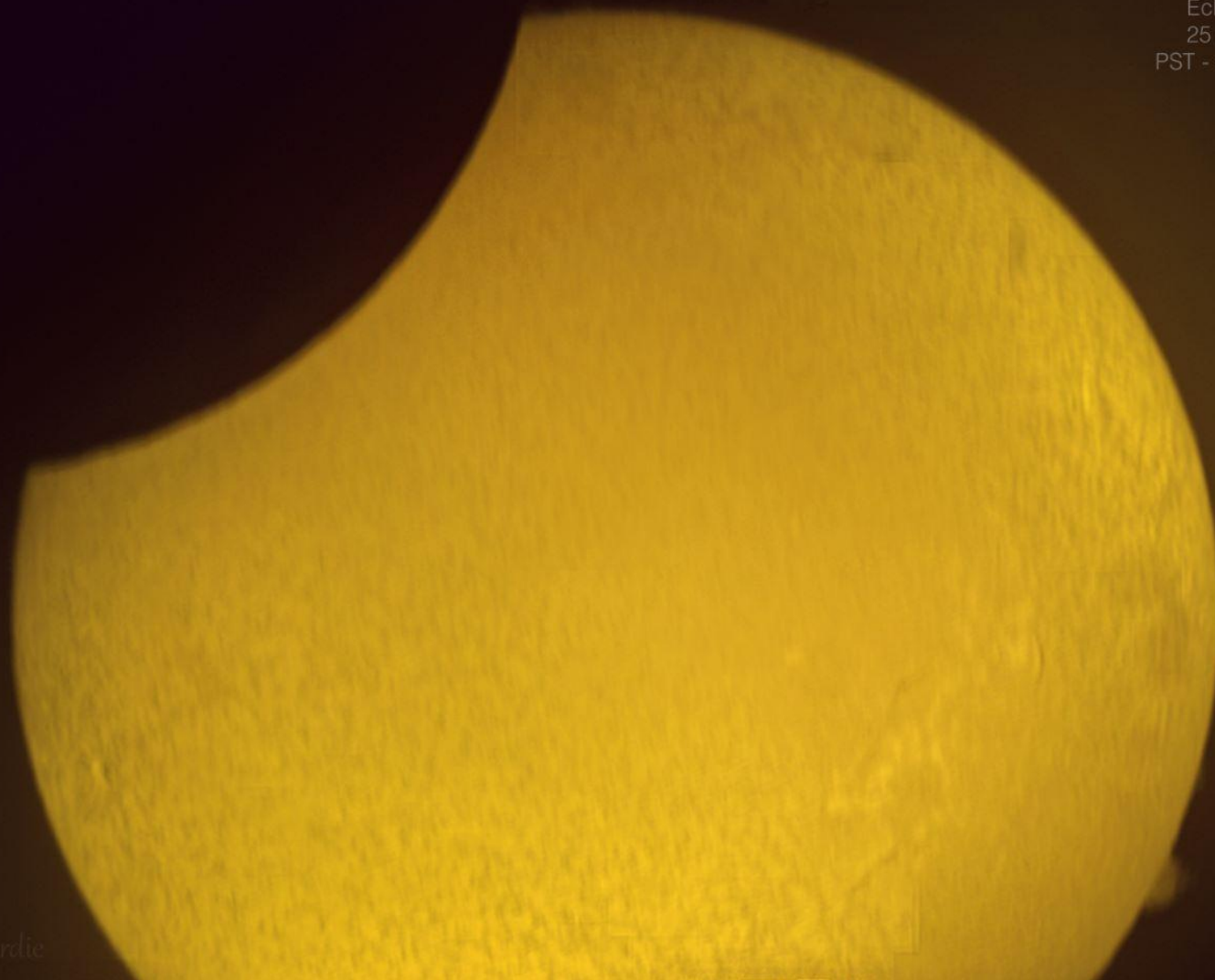
<http://aaanjou.fr/images/PEGASE/2022-PEGASE/PEG-22/PEG-22-Jerome.pdf>

---

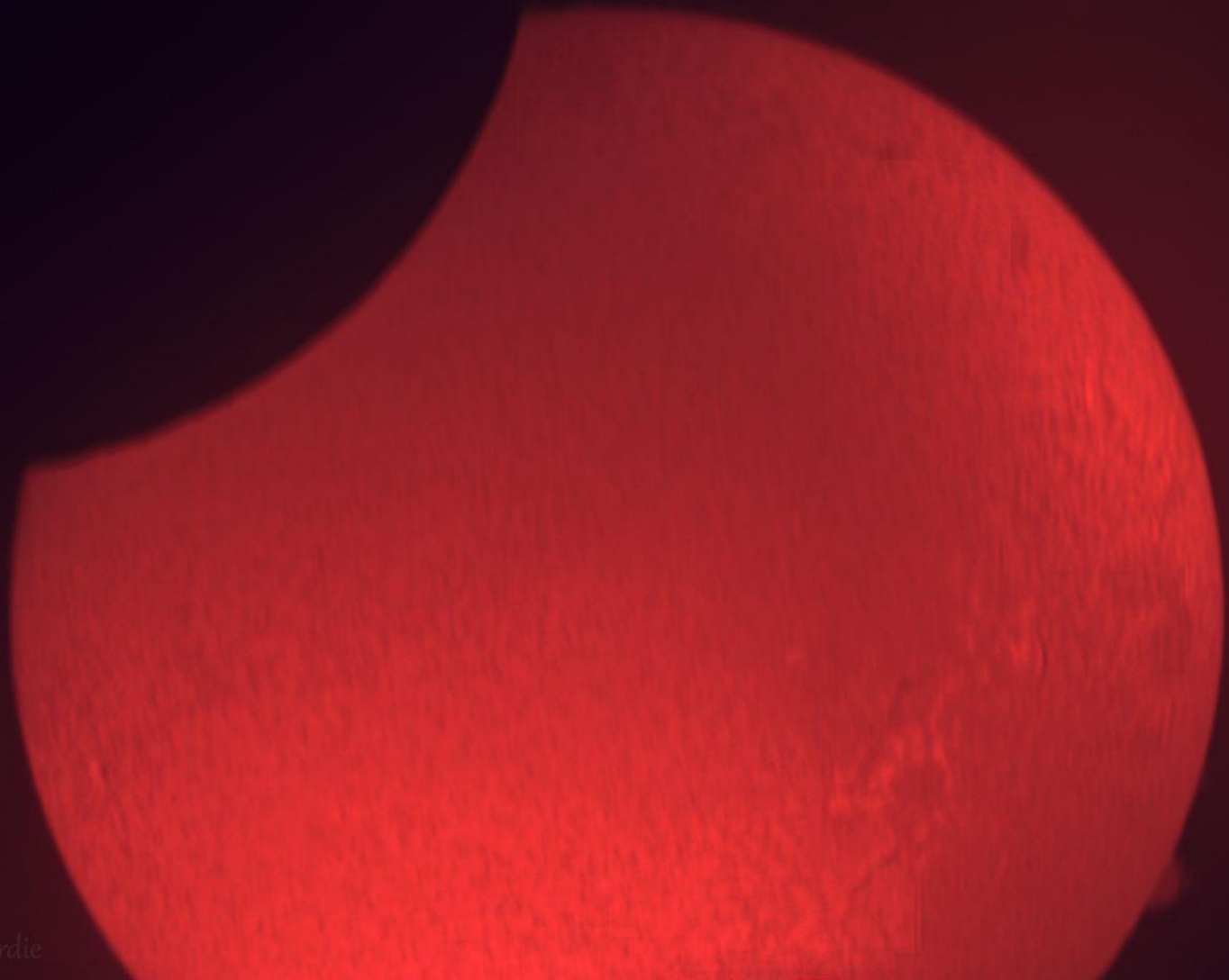


Le soleil en Ha - coronado double stack - 21 oct. 2022 - 16h08 TU

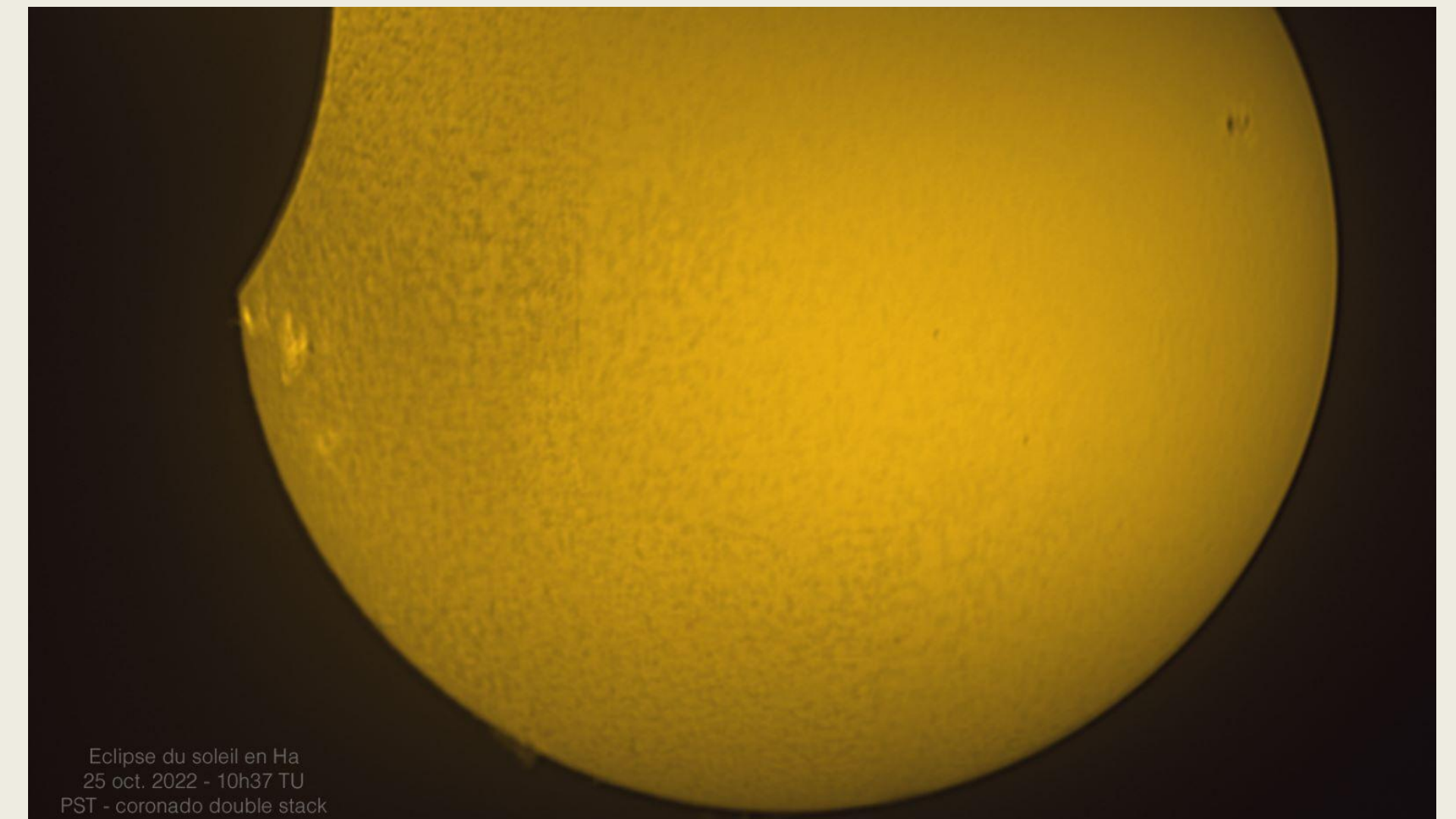
Eclipse du soleil en Ha  
25 oct. 2022 - 9h49 TU  
PST - coronado double stack



© Jérôme Bastardie



© Jérôme Bastardie



Eclipse du soleil en Ha  
25 oct. 2022 - 10h37 TU  
PST - coronado double stack

© Jérôme Bastardie

---

## ■ ■ Document PDF lié ■ ■

<http://aaanjou.fr/images/PEGASE/2022-PEGASE/PEG-22/PEG-22-Steve.pdf>

---



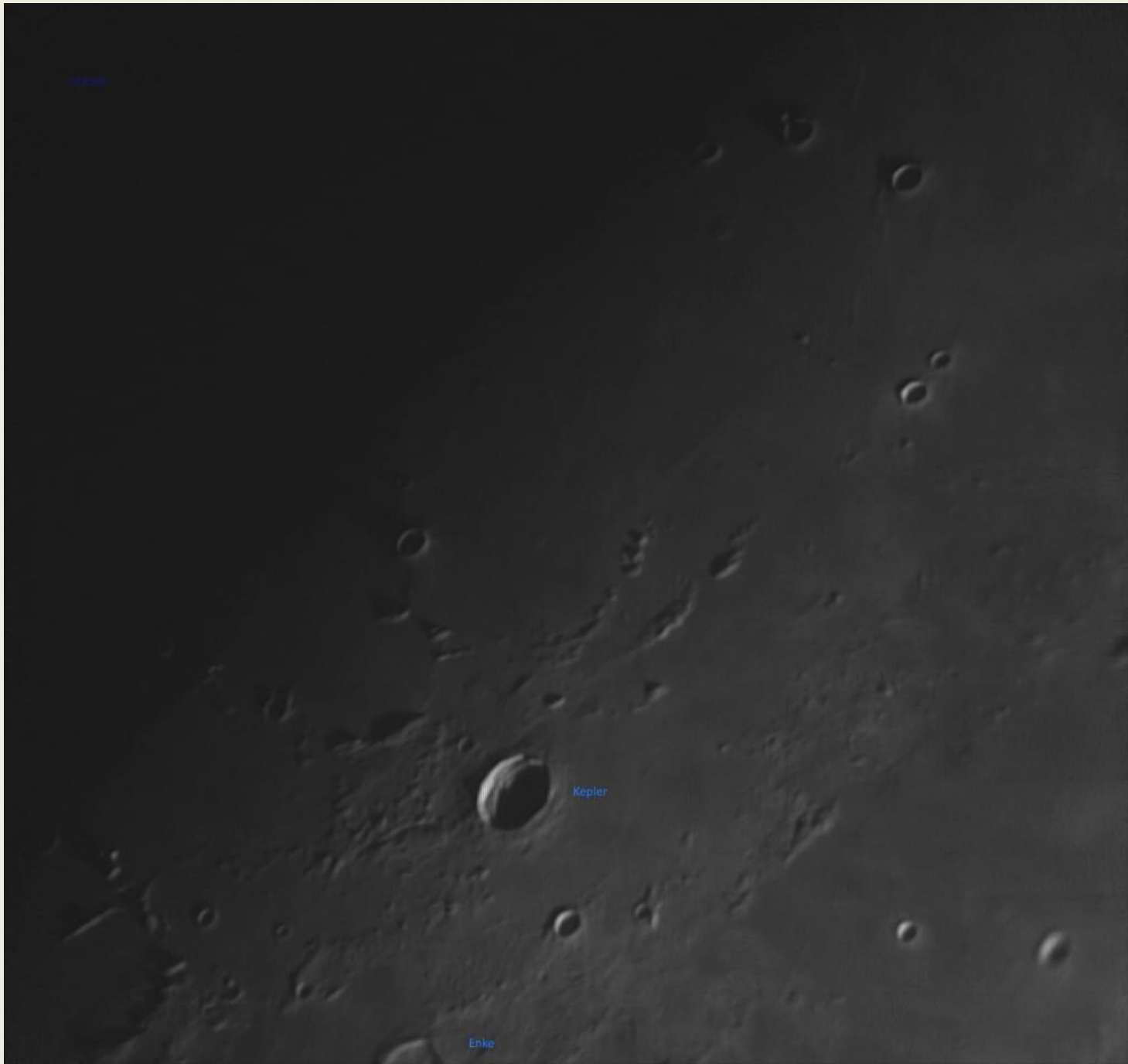


129Ve



129Ve





---

## ■ ■ Document PDF lié ■ ■

<http://aaanjou.fr/images/PEGASE/2022-PEGASE/PEG-22/PEG-22-Youri.pdf>

---



Lundi 3 octobre 2022-Le X sur la Lune-APN 250mm-YG  
Pris sans télescope

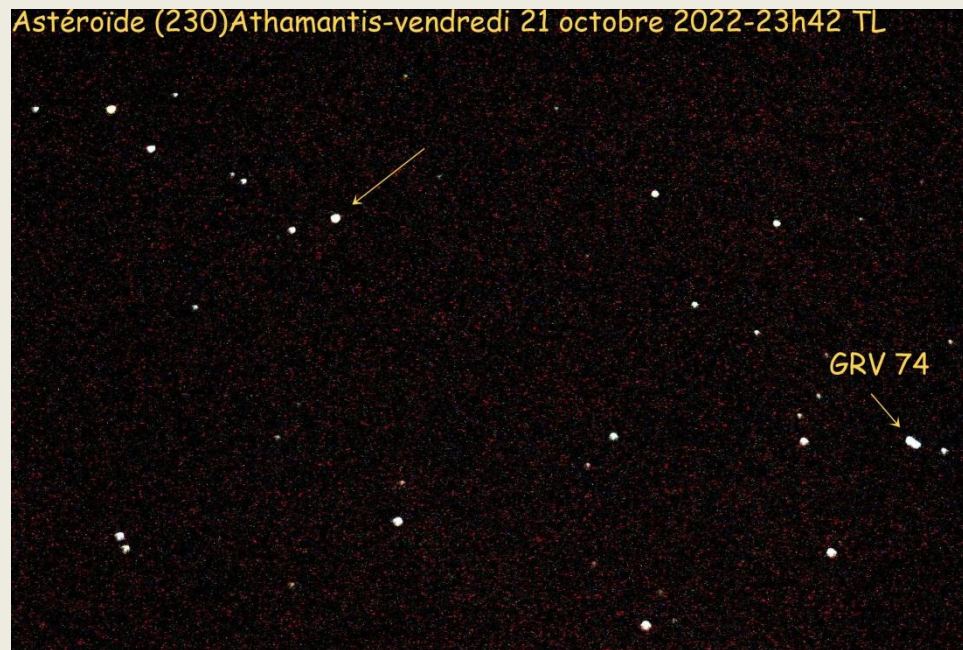


Tri-M 33-Vendredi 21 octobre 2022

NGC 604



Photo prise avec le T400, lors d'une soirée d'accueil du public.



## Déplacement d'astéroïde

Photo prise lors de la soirée d'accueil  
du public le 21 octobre 2022.



## ECLIPSE PARTIELLE DE SOLEIL DU 25 OCTOBRE 2022

Le déroulement de l'éclipse a été retransmis en direct sur ZOOM.



Avec APN  
sans télescope)

L'éclipse est déjà commencée. Il y a beaucoup de nébulosité.



Avec APN  
sans télescope)

On voit quelques taches à la surface du Soleil



Avec APN  
sans télescope)



Avec APN  
sans télescope)



Avec APN  
sans télescope)



Avec APN  
sans télescope)



Avec APN  
sans télescope)

Vers le maximum de l'éclipse.



Avec APN  
sans télescope)

Vers le maximum de l'éclipse.



Avec APN  
sans télescope)



Avec APN  
sans télescope)



Avec APN  
sans télescope)



Avec APN  
sans télescope)

Avec une trainée laissée par un avion



Avec APN  
sans télescope)



Avec APN  
sans télescope)



Avec APN  
sans télescope)

On est tout prêt de la fin.



L'éclipse est terminée

---

## ■ ■ Page web liée ■ ■

<http://www.aaanjou.fr/index.php/2-non-categorise/92-pegase>

---

Notre revue Pégase

Accueil

Calendrier

Observations

Notions d'Astronomie

Photos

Contactez Nous

Venir nous voir

Observatoire et Voie Lactée

T400 sous coupole

Installation sur la plate-forme toit coulissant

## Notre revue Pégase

Notre revue "PEGASE" est un espace de partage de documents réalisés par des membres de notre association.

Vous pouvez ainsi suivre diverses activités d'astronomes amateurs.

[Cliquer ici pour accéder aux numéros de PEGASE](#)

Accueil

/

Non catégorisé

/

Notre revue Pégase

Derniers articles

Liens-météo

Liens-satellites artificiels

Liens-ISS

Liens-sites

LIENS

Réunions-archives

REUNIONS

DATES ACCUEIL

ACCUEILS

Evénements astronomiques

Le ciel dans tous ces états

Astéroïdes

Comètes

La lune au fil du temps

Variation de magnitude de la nova du Dauphin

Etoiles doubles

Le ciel ce soir

[Liens](#)

[Liens-astronomie](#)

[Liens-sites](#)

[Liens-ISS](#)

[liens satellites](#)

[liens-météo](#)

[Tourisme Astro Anjou](#)

[Observatoire St Saturnin](#)

[Abbaye de Cunault](#)

[Meridien de Greenwich](#)

[Connexion](#)

[Identifiant](#)

[Mot de passe](#)

[Se souvenir de moi](#)

[Connexion](#)

[Haut de page](#)

© Association Astronomique d Anjou 2026