

Gratte



Le magazine de l'astronome amateur indépendant

Gratte numéro 2

→ Témoigner

Parmi les périodiques français, il en existe un qui paraît tous les quatre ans, le 29 février : **La Bougie du Sapeur**.

Le présent magazine sortira avant le premier janvier 2025 : Gratte laisse patienter ses lecteurs moins longtemps que la **Bougie**.

Mais, d'ailleurs, pourquoi devrait-il paraître ?

Parce qu'il témoigne de ce que font des astronomes amateurs dont on ne parle jamais.

Ils sont créatifs, curieux, sans prétention et pourtant ils ont des choses à raconter.

Alors bonne lecture.

→ Les auteurs

Un club astronomie dans un collège de l'Indre, *par Jacqueline Auger*
Découverte du ciel sans pointeur laser, A.L.

Propos ~~dans~~ sur le vide, *par Jacques Fonty*

La monture "Carpe Lapin", *par Jean-Louis Betoule*

Observatrice visuelle, *par Mary Beedell*

Quelle est cette comète ? *photographies de Gérard Cloarec*

→ Imagerie

De l'argentique à l'appareil photo numérique

L'aberration chromatique : du constat à une tentative de correction via un langage informatique.

→ Observation

Imaginons comment utiliser une lunette courte bricolée.

→ Bricolage etc

De la brocante au nettoyage d'une caméra numérique en passant par le sténopé.

→ Calculs astronomiques

Le jour julien

Gratte est réalisé par Alain Leraut en utilisant des logiciels libres : Scribus, Gimp et le langage informatique Python.

Écrire : gratte.astro@free.fr

Pédagogie

par Jacqueline Auger

Animée d'un attrait certain pour le ciel nocturne et... aussi diurne, j'ai eu l'opportunité dans ma carrière d'enseignante, de m'inscrire à un stage organisé par l'AEAAC (Association Educative des Astronomes Amateurs du Centre), en deux sessions : la 1ère en novembre 1987, et la 2nde en mars 1988. Les thèmes présentés étaient :

- Les instruments d'optique
- Les mesures
- La pratique de l'observation
- Les objets d'observation (les planètes, les étoiles simples, variables, multiples, les amas, les nébuleuses, les galaxies, les distances).

Suite à ce stage, l'idée a germé dans ma tête de créer le club astronomie dans mon Collège à Levroux (Indre). S'est alors posé le problème d'acquérir un ou plusieurs instruments nécessaires au fonctionnement du club.

Géolocalisation sur la carte : France



Grâce à la contribution du foyer socio-éducatif du Collège, j'ai pu faire acquérir, pour le collège, trois instruments en quelques mois : un télescope de type Newton 115/900, une lunette Konus 80/1000, et enfin, un télescope Célestron, C8 GP, 203/2000, de type Schmidt-Cassegrain. Le bonheur !!

Je pense avoir « ouvert » mon club en Septembre 1990 ou 1991.



L'aide de quelques membres de l'AAI** m'a été fort précieuse à l'époque pour me familiariser à l'usage des instruments malgré le stage évoqué ci-dessus !! Le club a vécu jusqu'en Juin 2005, je l'ai animé une année encore après mon départ en retraite. La collègue qui m'a succédé a continué à faire vivre le club pendant un an, puis ... fin !



Éclipse de Soleil du 10 mai 1994

J'avais 10 à 12 élèves participants.

Un soir par semaine, je les réunissais après 17 h en salle au sein du Collège (au CDI précisément), ils s'activaient sous ma conduite sur des recherches concernant les « classiques » : terre, lune, soleil, les planètes, les constellations, dont le Zodiaque, les coordonnées, les éclipses, les plus grands astronomes (Aristote, Ptolémée, Kepler, Copernic, Galilée, Tycho Brahé...)

Ils se sont aussi appliqués forcément à la réalisation d'une carte du ciel... Et puis peut-être une fois par mois, selon la météo bien sûr, élèves et parents me suivaient sur un terrain approprié à proximité de Levroux, pour observer le ciel.

Le Maire de l'époque avait fait bétonner deux espaces circulaires, sur lesquels on pouvait installer nos instruments.



Éclipse de Lune, le 4 avril 1996

** AAI : Association Astronomique de l'Indre.

Association fondée en 1983 :

<https://associationastronomiqueindre.jimdofree.com/>

Pédagogie

Certains élèves étaient très « accro » pour piloter le petit télescope, et tous très enthousiastes pour ces sorties !

Et puis certains évènements nous ont comblés : une éclipse de soleil le 10 Mai 1994, une éclipse de lune le 4 Avril 1996, une éclipse de soleil à nouveau le 12 Octobre 1996, toutes observées sur « notre » terrain !



Éclipse de soleil le 12 octobre 1996

Quel plaisir partagé !

Lors d'une soirée aussi, le professeur de Français-Latin nous avait régales des légendes à propos de quelques constellations que je présentais : Cassiopée, Persée, Pégase...

Evidemment, le « clou » de mon expérience avec eux, fut l'observation de l'éclipse de soleil du 11 Août 1999 !

Une chance inouïe, des chances devrais-je dire !

Par relation familiale indirecte, j'ai pu contacter des « proches », habitant dans les Ardennes, sur la ligne de totalité de l'éclipse !



Terrain d'observation et participants



Ils ont mis un pré à ma disposition, et voilà élèves et parents venus en nombre avec moi, camper à PAUVRES ! Une météo complice !! L'observation de l'éclipse fut extraordinaire, les photos en attestent ! Une super-ambiance !

Le transit de Vénus le 8 Juin 2004 a fait l'objet d'une observation plus modeste.

Et voilà !!



Observation en groupe d'une éclipse

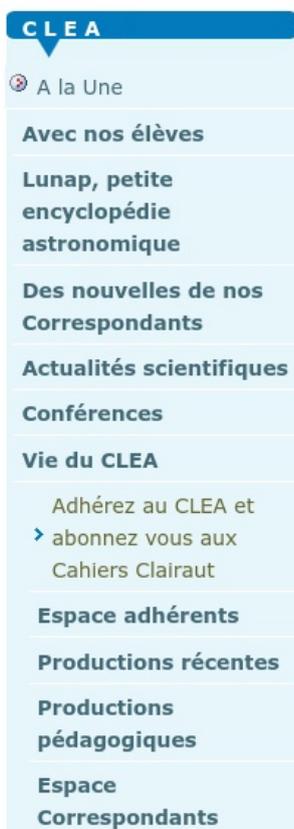
Images de cette page : l'éclipse du 11 août 1999



Moment de tension quand l'éclipse est cachée par un nuage.

Pédagogie

Le Comité de Liaison Enseignants et Astronomes



Menu capturé depuis le site du CLEA

Informations recopiées depuis le site :

<http://clea-astro.eu/vieclea/vie-associative/qui-sommes-nous>

1. Le CLEA ?

Le Comité de Liaison Enseignants et Astronomes prône l'enseignement de l'astronomie, vecteur de culture et de développement de la curiosité pour les sciences, à tout niveau scolaire. Il cible ses activités sur la formation initiale et continue des enseignants, passeurs primordiaux de savoirs.

(Déclaration de principe faite à l'adresse : <http://clea-astro.eu/vieclea/vie-associative/qui-sommes-nous>)

2. Objectifs de l'association

Le CLEA a été créé pour :

- Promouvoir l'enseignement de l'Astronomie à tous les niveaux du parcours scolaire, de la Maternelle à l'Université,
- Participer activement à la formation des maîtres par :
 - + la mise au point d'ouvrages de base destinés aux enseignants
 - + l'élaboration et la diffusion de documents audio-visuels
 - + la mise en place d'Ecoles d'Eté d'Astronomie et de stages régionaux
 - + un moyen d'information et d'échanges : les « Cahiers Clairaut »

3. Les cahiers Clairaut

Le CLEA publie quatre fois par an son bulletin de liaison, Les Cahiers Clairaut.

Les Cahiers Clairaut sont un véritable outil de travail pour les enseignants, de la maternelle à l'université. On y trouve des articles de fond (astrophysique, histoire, philosophie, enseignement ...), des comptes rendus d'expériences pédagogiques, des notes critiques de livres récents, des innovations en matière d'activités pratiques.

4. L'école d'été

Ecole d'été 2024 du CLEA, ouverture des inscriptions

Ouverte aux enseignants de tout niveau (du primaire à l'université) et de toute discipline, ainsi qu'à tous ceux qui pratiquent l'éducation à l'astronomie, elle permet de découvrir le ciel ; de s'exercer à des activités pour la classe, à partir de documents, d'observations et d'outils numériques ; et d'approcher via des cours interactifs, l'évolution des connaissances : ce qu'on sait de l'Univers et comment on le sait.

Pédagogie

Découverte du ciel sans pointeur laser

Faute de pouvoir marquer un point dans le ciel avec le rayon lumineux, l'animateur utilise :

- sa voix,
- son corps.

Mais, dans l'obscurité, l'auditeur ne le voit pas, alors il faut lui faire utiliser **son** propre corps en le guidant de la voix.

Les **écarts angulaires** seront définis en utilisant une main, voire les deux.

Comment faire si l'on a à désigner l'écart angulaire entre deux étoiles ?

- Tendre le bras au maximum.

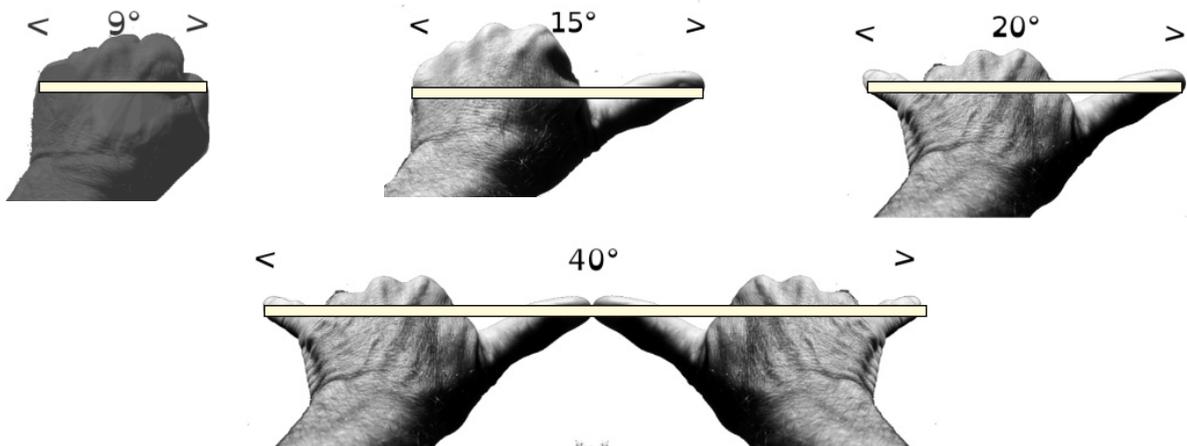
- Placer une des étoiles à gauche de la main, ou du doigt tendu, de façon à presque la cacher.

- La partie opposée de la main, ou le doigt, devra alors frôler l'autre étoile.

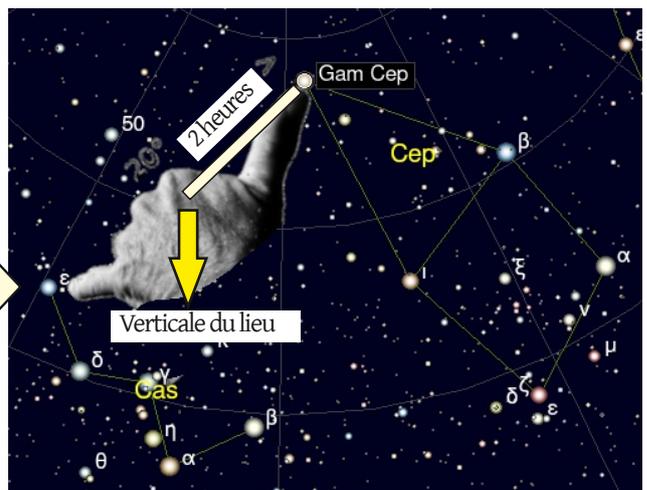
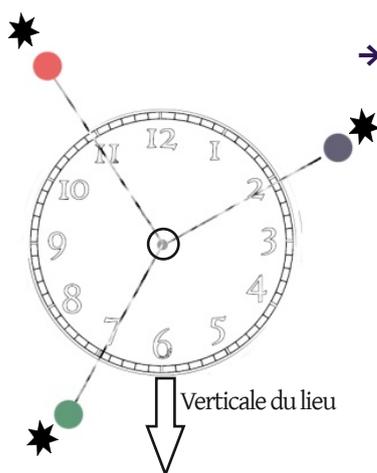
Il faut également indiquer **la direction**, autrement dit l'orientation de la main.

Pour cela, on dispose d'un repère constant : la verticale, sur laquelle on projette, par l'imagination, le cadran d'une horloge.

→ Écarts angulaires



→ Directions



Exemple d'application :

L'écart angulaire entre les étoiles Epsilon de Cassiopeée (contre le petit doigt) et Gamma de Céphée (au bout du pouce) est de 20 degrés.

Pour faire pointer la seconde, en ayant repéré la première, il faut, avant tout, indiquer la direction (ou l'orientation à donner à la main), soit, ici, 2 heures.

Partant du centre de l'horloge, la direction du **point rouge** est marquée par le repère de 11 heures.

Le **point vert** est à 7 heures du point central.

Le **point gris** est à 2 heures du point central.

Bien faire comprendre que les écarts angulaires et les directions sont approximatives.

Propos ~~dans~~ sur le Vide

Par Jacques FONTY

Le vide existe...

le vide n'existe pas...

le vide n'est pas ce que l'on croit...

Depuis près de trois millénaires, philosophes, physiciens, astronomes ou même religieux s'interrogent à propos du vide et confrontent leurs points de vue souvent contradictoires.

Mais le vide résiste, il ne cesse de se manifester sous des apparences variées et refuse de se laisser enfermer dans une définition incontestable et définitive.

Si on ne peut prétendre à une telle définition, du moins est-il permis de parcourir l'histoire des idées qu'il a fait naître et des interrogations qu'il a suscitées.

→ Ce que le vide n'est pas

Faute de pouvoir dire ce qu'il est réellement, essayons de le cerner en disant ce qu'il n'est pas.

Le vide n'est pas la matière

Nos dictionnaires ne le définissent-ils pas comme « un espace qui n'est pas occupé par de la matière » (Le Robert) ou « un espace ne contenant aucun corps matériel » (Larousse).

Est-ce à dire que le vide ne contient « rien » ?

À la notion de vide est souvent associée celle de « néant », mais :

Le vide n'est pas le néant

Le néant est une absence radicale de « quelque chose ». Peut-on même le penser ?

Six siècles avant notre ère, Parménide affirmait déjà :

« on ne peut connaître ce qui n'est pas, ni même l'énoncer, car ce qui peut être pensé et ce qui peut exister sont une seule et même chose ».

Ce à quoi Diderot, deux mille ans plus tard, rajoute dans son encyclopédie :

« ceux qui s'essaient à penser le néant veulent former quelque idée qui représente le rien, mais comme chaque idée est réelle, ce qu'elle leur représente est aussi réel ».

Et pour Bergson « le néant n'est qu'une pseudo idée, destructrice d'elle-même ».

→ En référence à...

À la différence du néant la notion de vide implique l'existence d'un espace sous-jacent. Le vide ne se

conçoit que dans un espace défini, que ce soit l'intérieur d'une bouteille ou l'Univers tout entier.

La question du néant ou du vide surgit inévitablement dès que l'on s'interroge sur l'origine de l'Univers.

Penser que le monde a eu un début implique d'admettre l'absence de toute chose au préalable. Mais comment une telle absence radicale aurait-elle pu engendrer quelque chose ?

L'idée d'un tel commencement semble échapper à l'entendement.

→ Le vide et l'horreur du vide

La réflexion philosophique et scientifique sur le vide a pris son essor chez les Grecs de l'Antiquité et dès que cette question a été posée, les points de vue se sont affrontés.

Cette opposition est particulièrement manifeste entre atomistes et aristotéliens.

Le vide fait son entrée dans la science avec le développement de l'atomisme.

Pour Démocrite et les atomistes, la matière est composée d'unités indivisibles (les atomes) évoluant au sein d'un espace vide. Ce vide est nécessaire pour

permettre le mouvement : « si ce que nous appelons vide n'existait pas, les corps ne sauraient où se tenir, ni où se mouvoir alors qu'ils le font de manière évidente ». (Epicure, lettre à Hérodoté).

Dans la doctrine atomiste, le vide est un réceptacle contenant les corps matériels et permettant leur mouvement.

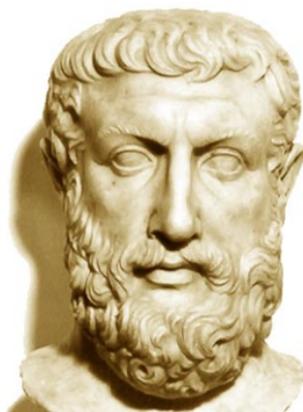
C'est paradoxalement au nom de ce même mouvement qu'Aristote refuse le vide et, par suite, l'idée d'atome.

En effet la conception qu'Aristote a du mouvement impose que pour que celui-ci ait lieu, il faut que des forces s'exercent sur le

corps mobile ; la perpétuation du mouvement ne saurait donc se faire dans le vide.

Dans la pensée d'Aristote, « la Nature a horreur du vide » et l'Univers est rempli d'un éther (ou quintessence), substance subtile permettant de transmettre des effets entre les corps.

La doctrine d'Aristote, amendée par les théologiens et reprise par l'Église, régnera en maître jusqu'à la révolution galiléenne.



Parménide d'Élée¹

Note 1 : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Parm%C3%A9nide>

Propos ~~dans~~ sur le Vide

→ Les physiiciens s'emparent du vide

A partir du XVI^{ème} siècle, le vide est soumis à l'expérience, cessant ainsi d'être une question purement philosophique.

Alors qu'Aristote considérait que le mouvement ne pouvait exister dans le vide, **Galilée**, au contraire, se sert du vide pour étudier le mouvement, notamment celui de la chute des corps. En fait, Galilée ne se prononce pas vraiment sur le fait que le vide existe ou non dans la Nature, il se livre à une expérience de pensée et envisage le vide comme cas limite pour étudier les propriétés du mouvement.

Une autre occasion se présente à Galilée pour réfuter l'idée de « l'horror vacui ». Les fontainiers de Florence s'étonnaient du fait que leurs pompes, agissant par aspiration, ne pouvaient faire monter l'eau « un cheveu plus haut que 18 brasses ». Galilée comprit qu'il y avait là un non-sens si la Nature avait réellement horreur du vide : pourquoi le phénomène cesserait-il brusquement au-delà de 18 brasses ?

Evangelista **Torricelli**, disciple de Galilée, donnera l'explication du problème, en réalisant la véritable avancée expérimentale et en mettant en évidence la pression atmosphérique (1643). Son expérience consistait à remplir de mercure un tube en verre de plus d'un mètre et à le retourner sur une cuve

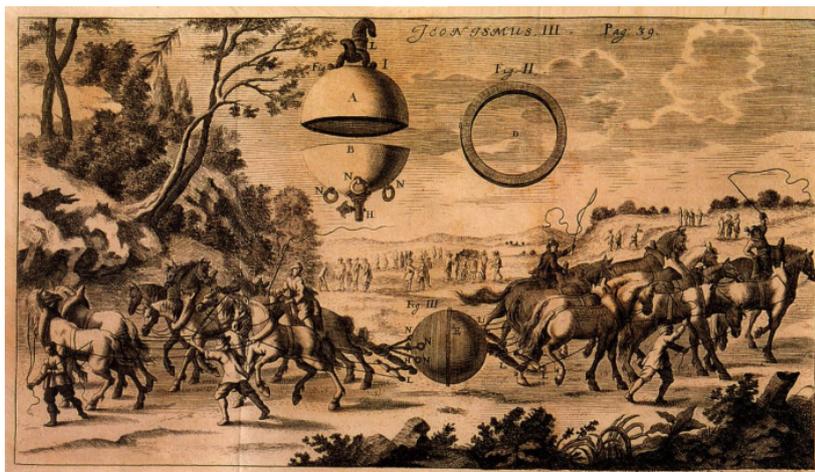
remplie du même liquide. Le niveau du mercure dans le tube baisse et se stabilise à une hauteur de 76 cm au-dessus du niveau de la cuve.

Mais que contient l'espace ainsi libéré dans le tube ? Torricelli a-t-il réussi à créer un vide physique durable ? Blaise **Pascal**, en multipliant les expériences fort ingénieuses conforte cette idée en montrant que dans toutes ces situations ce n'est pas « l'horreur du vide » qui agit, mais la pression atmosphérique.

En 1657, une expérience réalisée par un certain **Otto Von Guericke**, va dans le même sens. Après avoir inventé la première pompe pneumatique capable de vider un récipient fermé de l'air qu'il contient, Otto Von Guericke réalise l'expérience connue sous le nom des « hémisphères de Magdebourg ». Deux attelages de quatre chevaux ne suffisent pas pour séparer deux hémisphères de cuivre de 80 cm de diamètre, accolés, à l'intérieur desquels on a fait le vide.



« L'horror vacui » semble devoir être oubliée, pourtant ses partisans – parmi lesquels Descartes – ne s'avouent pas vaincus. Pour eux, l'espace ne peut pas exister sans présence de matière. La question du vide, bien qu'entrée dans l'ère expérimentale, n'est donc pas encore réglée.



Deux hémisphères creux d'un peu plus de cinquante centimètres de diamètre furent assemblés pour former une sphère ; un des hémisphères était muni d'un tube fermé par une valve. Le tube était relié à une pompe à vide inventée par Otto von Guericke. L'air contenu dans la sphère put être pompé créant ainsi un certain vide. Le premier vide artificiel avait été produit quelques années auparavant par Evangelista Torricelli.

La différence de pression entre l'extérieur et l'intérieur des hémisphères les maintenait fermement ensemble en les comprimant.

D'après Wikipédia

Des chevaux attelés ne parviennent pas à séparer les deux moitiés de la sphère.
https://services.meteored.com/img/article/la-extraordinaria-fuerza-del-aire-3462-1_1280.jpg

Propos dans sur le Vide

La position d'Isaac **Newton** est à ce titre révélatrice. L'espace newtonien est un espace absolu qui peut en principe exister indépendamment de toute matière c'est-à-dire être totalement vide.

« l'espace absolu, sans relation aux choses externes, demeure toujours similaire et immobile » (Isaac Newton)

Cette vision postule qu'espace et objets physiques sont deux entités indépendantes. Si on retire les objets matériels, demeure l'espace vide.

Cependant une question se pose, qui hante l'esprit de Newton et à laquelle il ne trouvera jamais de réponse :

comment se fait la transmission de la force de gravité d'un corps à l'autre ?

« Il est inconcevable qu'un objet brut, inanimé, puisse, sans la médiation de quelque autre chose, agir sur et affecter un autre objet sans aucun contact mutuel... La gravité doit être causée par un agent qui agit en permanence selon certaines lois ».

L'éther pourrait-il jouer ce rôle ?

Newton ne se prononce pas.

→ **L'éther refait surface...**

L'idée de cette substance subtile, mystérieuse, impondérable va être relancée dans un autre contexte : la propagation de la lumière.

La théorie ondulatoire de la lumière, initiée par **Huygens**, développée par **Young** et **Fresnel**, utilise l'éther comme milieu de propagation des ondes lumineuses. Cela ne va d'ailleurs pas sans soulever des

Il est inconcevable qu'un objet brut, inanimé, puisse, sans la médiation de quelque autre chose, agir sur et affecter un autre objet sans aucun contact mutuel... La gravité doit être causée par un agent qui agit en permanence selon certaines lois.

Isaac Newton

difficultés : pour que les ondes puissent se propager il faudrait que l'éther soit « aussi ferme qu'une gelée ».

Mais alors comment expliquer que les planètes s'y déplacent sans être ralenties ?

Maxwell, qui grâce à ses prodigieux talents de mathématicien, réussit la synthèse des connaissances disparates de l'époque sur l'électricité et le

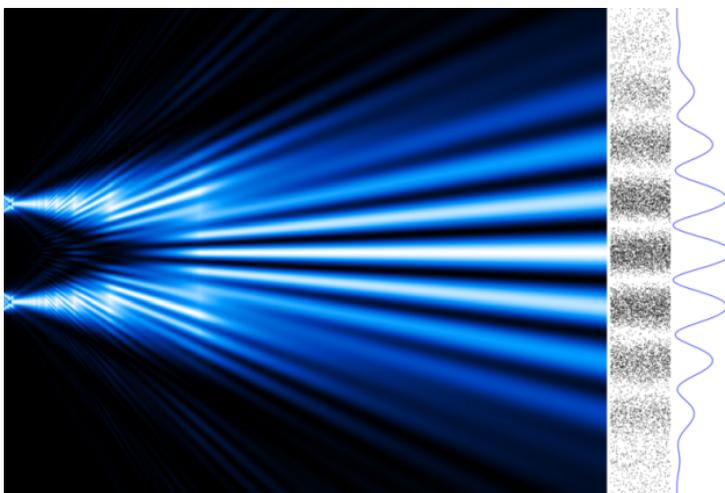
magnétisme, annonçant l'existence des ondes électromagnétiques (qui seront mises en évidence par Hertz) est confronté à la même question de leur milieu de propagation.

« Quelles que soient les difficultés que nous pouvons éprouver à nous former une idée cohérente de la constitution de l'éther, il ne fait aucun doute que les espaces interplanétaires et interstellaires sont occupés d'une certaine substance matérielle » (Maxwell)

Pour expliquer l'action à distance des forces électriques et magnétiques, **Faraday** (1791-1867) introduit la notion de champ, un concept révolutionnaire qui va exercer une influence considérable sur le développement de la physique.

L'expérience de **Michelson** et **Morley** (1887) met en évidence la constance de la vitesse de la lumière, ce qui implique l'absence du vent d'éther que l'expérience était censée mesurer, et vient semer le doute sur l'existence même d'une telle substance.

→ **...puis disparaît.**



https://fr.wikipedia.org/wiki/Fentes_de_Young#/media/Fichier:Interference_electrons_double-slit_at_10cm.png

Wikipedia.

Simulation de l'expérience des fentes de Young avec des électrons. Figure de gauche : évolution (de gauche à droite) de l'intensité du jet d'électrons au sortir des fentes (gauche) jusqu'à l'écran de détection situé à 10 cm après les fentes (droite). Plus l'intensité est importante (probabilité de présence importante), plus la couleur est bleu clair - Figure au centre : impacts des électrons sur l'écran de détection - Figure de droite : intensité des électrons dans l'approximation de champs lointains. Données numériques issues de l'expérience de Claus Jönsson (1961). Les photons, atomes et molécules suivent une évolution similaire.

Propos ~~dans~~ sur le Vide

C'est Albert **Einstein** qui va sonner le glas de l'éther. Pour lui, la lumière n'a besoin d'aucun support matériel pour se déplacer dans l'espace. Cette onde n'est pas l'ébranlement d'un milieu – l'éther – qu'elle traverserait en y prenant appui, c'est une vibration autonome. Le vide redevient un espace pur, sans qu'aucune matérialité ne lui soit associée.

Le débat est-il maintenant clos ? Ce serait trop simple ! Si la relativité restreinte accepte la notion d'espace vide de matière, rigide et immuable, la relativité générale vient contredire cette idée : « sans potentiels de gravitation, il n'y a ni espace ni portion d'espace ; ce sont en effet ces potentiels qui confèrent à l'espace ses propriétés sans lesquelles l'espace est tout simplement impensable. L'existence d'un champ de gravitation et celle de l'espace sont intimement liées » (Albert Einstein)

→ Le vide quantique est-il plein ?

Quant à la physique quantique, elle va proposer une vision tout à fait nouvelle du vide, mettant à mal la définition que pouvait en donner la physique classique : une portion d'espace ne contenant aucune particule élémentaire et où la valeur des champs est nulle en chaque point.

Les physiciens pensent aujourd'hui que même si nous vidions l'espace de toute matière et de tout rayonnement, il resterait toujours un champ d'énergie résiduel qui n'est associé ni à la matière ni à la lumière : le champ de **Higgs**.

L'adhérence irrémédiable de ce champ à l'espace oblige à considérer le vide, non plus comme un espace vide, mais comme un océan grouillant de particules virtuelles.

Le vide quantique est en effet habité par divers champs qui s'y propagent en oscillant dans leur état fondamental, c'est-à-dire un état d'énergie minimale qui ne peut être nulle mais fluctue autour de la valeur zéro. En se cumulant ces minima d'énergie créent

l'énergie globale du vide quantique (l'énergie « du point zéro ») qui règne dans tout l'espace.

Les fluctuations quantiques des champs se manifestent sous la forme de particules virtuelles apparaissant et disparaissant au gré de cycles infinitésimalement courts. Dans certaines circonstances, ces particules virtuelles peuvent accéder à l'existence matérielle.

« The vacuum is not empty » ; le vide quantique est tout sauf vide !

Paradoxalement, la mécanique quantique semble donner raison à Aristote : cette espèce de substance qui baigne tout l'Univers ne serait-elle pas une nouvelle manifestation de la « quintessence aristotélicienne » ?

→ L'Univers né de rien... ?

Dès lors que le vide quantique contient en puissance toute la matière existante, qu'il est rempli de particules virtuelles susceptibles de devenir réelles pour peu qu'elles se procurent l'énergie nécessaire, peut-on imaginer qu'il ait spontanément engendré l'Univers ?

Un certain nombre de physiciens – dont

Edgard Gruzic – ont élaboré un tel scénario : le vide quantique joue le rôle de matrice de l'Univers, l'énergie étant apportée par la gravitation. Ce scénario fait apparaître l'Univers comme étant sa propre cause ; celui-ci s'auto-engendre, résultant d'un état antérieur constitutif de lui-même.

→ En conclusion

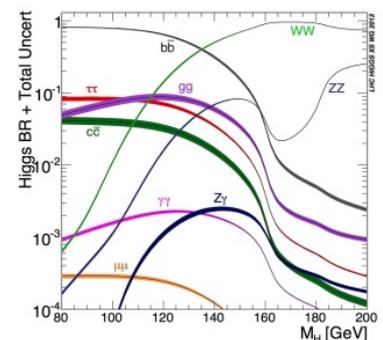
Les conceptions du vide demeurent plurielles et incertaines. Saura-t-on un jour réaliser le test permettant de trancher ?

Sorte de prologue de la matière, lieu intermédiaire d'où elle peut potentiellement émerger, le vide quantique a exactement le statut que déjà Blaise Pascal lui attribuait : « il tient le milieu entre le néant et la matière ».

...même si nous vidions l'espace de toute matière et de tout rayonnement, il resterait toujours un champ d'énergie résiduel qui n'est associé ni à la matière ni à la lumière : le champ de Higgs.

Les réflexions qui précèdent sont très largement empruntées à :

- Etienne Klein : « Ce qui est sans être tout à fait »
- Trinh Xuan Thuan : « La plénitude du vide »



Graphique publié sur le site du CERN

La monture "carpe - lapin"

Propos recueillis auprès de Jean-Louis BETOULE

I. Question :

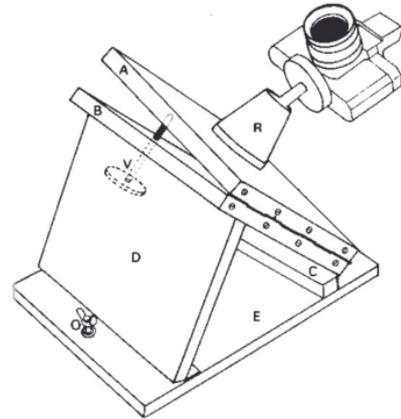
Au moment où tu as démarré ton projet, tu souhaitais t'inspirer de la "Planchette", utilisée par de nombreux débutants astro-photographes.

Pourquoi avoir choisi ce principe plutôt que d'autres comme la table équatoriale d'Adrien Poncet ?

I. Réponse :

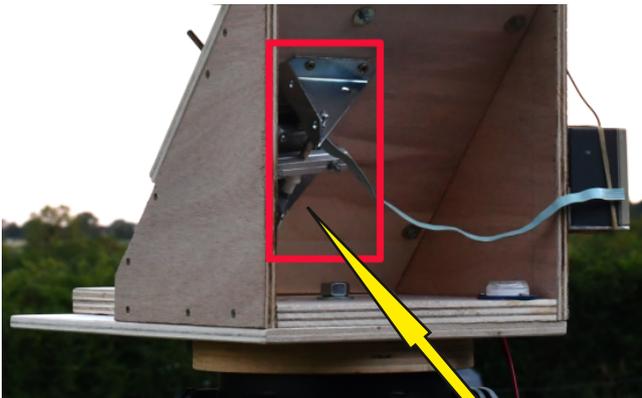
Hé bien , c'était l'idée que la fabrication serait plus simple.

J'avais réfléchi à la table d'Adrien Poncet : ça me semblait plus délicat à réaliser.



La Planchette.

Dessin capturé depuis un document lisible à l'adresse http://www.astrosurf.com/quasar95/exposes/equatorial_planchette.pdf



II. Questions :

La photo ci-contre à gauche montre l'arrière de la base de ton dispositif.

Je suppose que tu ne fais plus tourner une vis à la main en utilisant une molette.

Quelle solution as-tu réalisée pour l'entraînement ? Y a-t-il des pièges à éviter ?

II. Réponses :

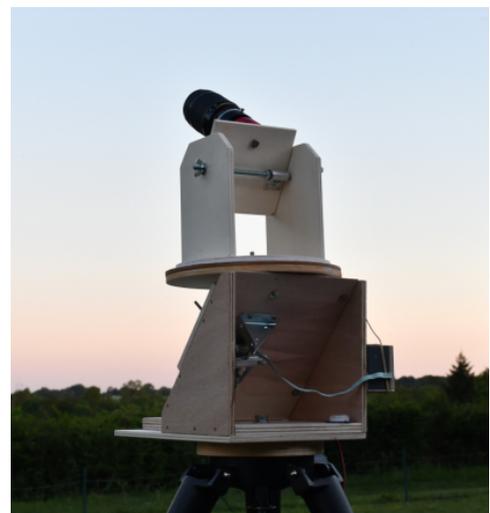
Effectivement, pas de molette mais une vis "sans fin" actionnée par un moteur pas à pas, lui-même piloté par un microcontrôleur.

Il faut faire attention à ce que la vis ne soit pas réversible, en raison du poids qui est porté dessus.

Un microcontrôleur est un circuit intégré qui rassemble les éléments essentiels d'un ordinateur.

Les microcontrôleurs se caractérisent par un plus haut degré d'intégration, une plus faible consommation électrique, une vitesse de fonctionnement plus faible (de quelques mégahertz jusqu'à plus d'un gigahertz¹) et un coût réduit par rapport aux microprocesseurs polyvalents utilisés dans les ordinateurs personnels.

(D'après Wikipedia)



Ensemble, vu de l'arrière.

La monture "carpe - lapin"

III. Questions :

Voici l'ensemble qui remplace la planchette.

J'ai marqué d'un 1 ce qui remplace la charnière traditionnelle.

Qu'as-tu utilisé et pourquoi ?

En 2, une sorte de disque inattendu : qu'est-ce et pourquoi ?



IV. Question :

Voici, à droite, l'ensemble de ton dispositif.

Je suppose que ce qui est marqué 1 et encadré en jaune correspond à la rotule associée à l'appareil photo.

Peux-tu en dire plus ?

IV. Réponse :

La partie 1 est en fait une ébauche de monture altazimutale, avec deux moteurs courant continu, absents sur la photo.

Mais cette réalisation était bien trop approximative et encombrante. Elle n'a pas donné satisfaction.

Une rotule aurait été bien plus simple, mais j'avais dans l'idée de mettre deux disques gradués pour le repérage.

III. Réponses :

En fait, c'est bien une charnière tout de même.

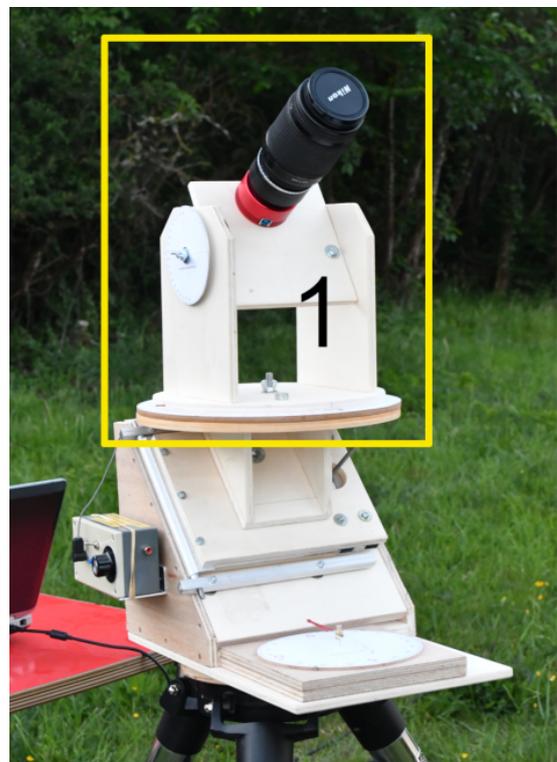
À l'époque je pouvais trouver en magasin ce type de profilé aluminium qui est très rigide.

L'axe qui le traverse est en acier, ça ne devait pas poser de problème.

Il y en a eu tout de même, à cause des paliers.

La partie 2 est une boussole de grande taille et de fabrication maison, que j'ai toujours. Elle permettait l'orientation de l'axe de rotation.

Mais elle était sensible au vent. Une coupole était nécessaire.



V. Questions :

Quels enseignements as-tu tirés du temps que tu as consacré à ce travail ?

A-t-il eu une descendance ? Et pour finir, pourquoi ce nom de "Carpe Lapin" ?

V. Réponses :

Ce travail ne m'a pas vraiment donné satisfaction, sa réalisation était trop approximative, la rigidité insuffisante, et les objectifs photo posés dessus trop ambitieux.

J'ai fait depuis un montage bien plus simple, à base de récupération. Une réalisation plus soignée aurait sans doute donné un meilleur résultat.

L'encombrement était lui aussi conséquent et ne répondait pas vraiment à ce qui avait été imaginé.

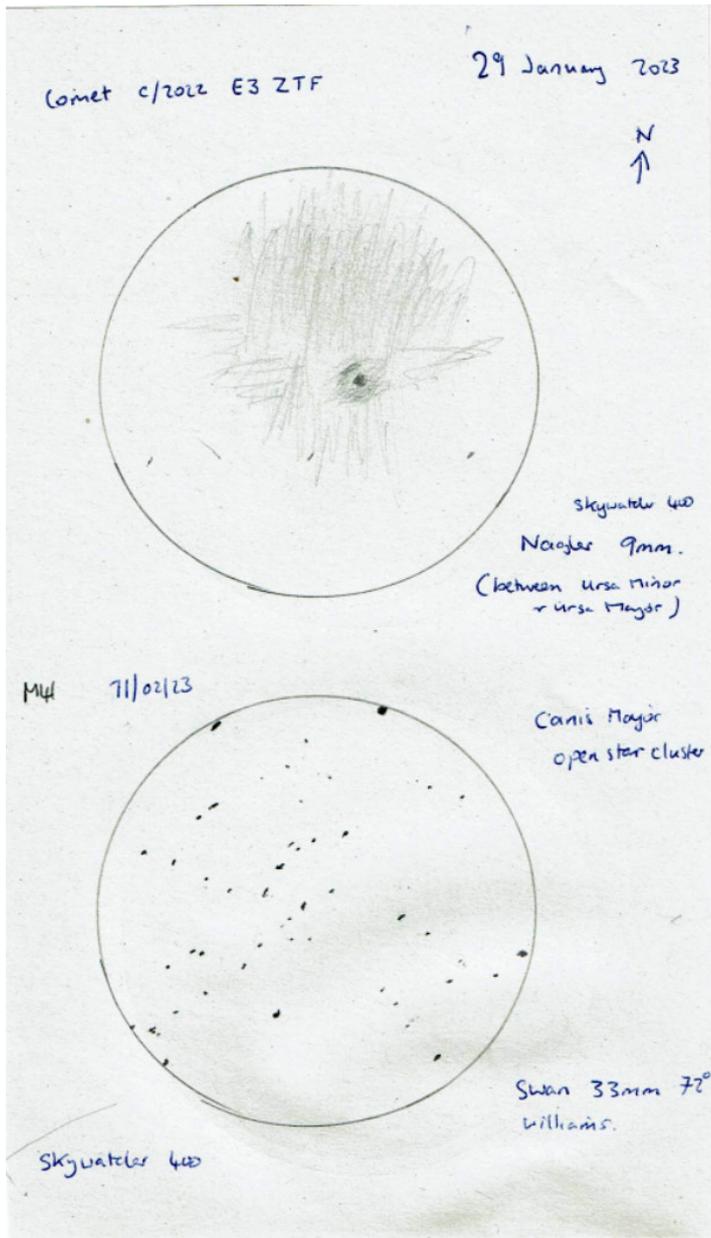
Ceci dit, avec un dérotateur de champ, on arrive à un meilleur résultat. Mais je n'ai aucune idée de comment le réaliser.

Pourquoi Carpe-Lapin ? C'est mon camarade Alain Leraut qui m'a dit : "Tu as marié la carpe et le lapin" en parlant de l'association des deux systèmes de pointage. Le nom est venu comme ça.

Observatrice visuelle

Interview et dessins de Mary BEEDELL

Remarque : Mary vient du Royaume Uni. Ses tournures de phrases ont été conservées.



(I): Question

Comment avez-vous commencé avec le ciel ?
Avec les livres de Patrick Moore ? (devenu Sir Patrick Alfred Caldwell-Moore).

(I): Réponse

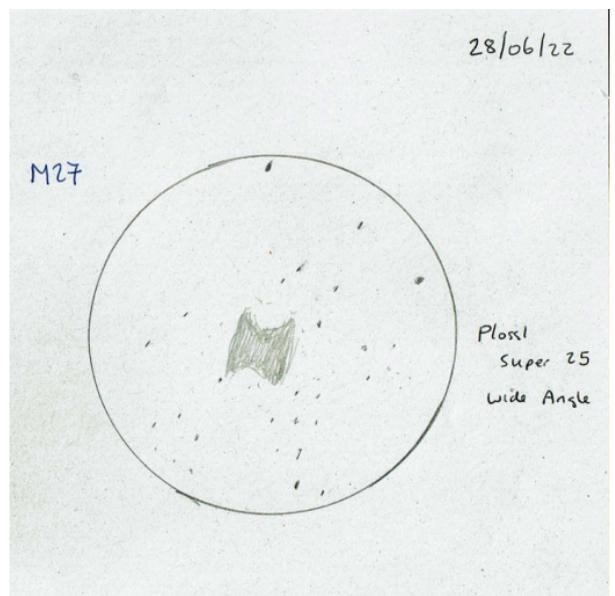
Pour répondre à vos questions - j'ai été toujours intéressée par les étoiles, et le ciel est superbe ici dans la campagne française. Quand le dernier de nos fils a quitté la maison j'avais enfin le temps de consacrer à l'astronomie.

Il y avait beaucoup d'informations sur internet et grâce aux Chinois les télescopes ne devenaient pas trop chers et de bonne qualité. J'ai trouvé un site - rocketmime.com - qui donnait les tours du ciel pour chaque saison et j'ai beaucoup appris.

Je n'ai jamais regardé Patrick Moore - le temps est trop mauvais en Angleterre et j'avais l'impression que dans chaque émission il n'arrivait jamais à voir ce qu'il voulait!

Il a été très important pour l'astronomie quand même!

<https://www.rocketmime.com/>



Observatrice visuelle

(II): Questions

À propos de vos dessins, voilà ce que j'ai compris :

Quand vous recherchez un objet du ciel, et que vous l'avez trouvé, vous faites un dessin pour être sûre que c'est bien celui-là.

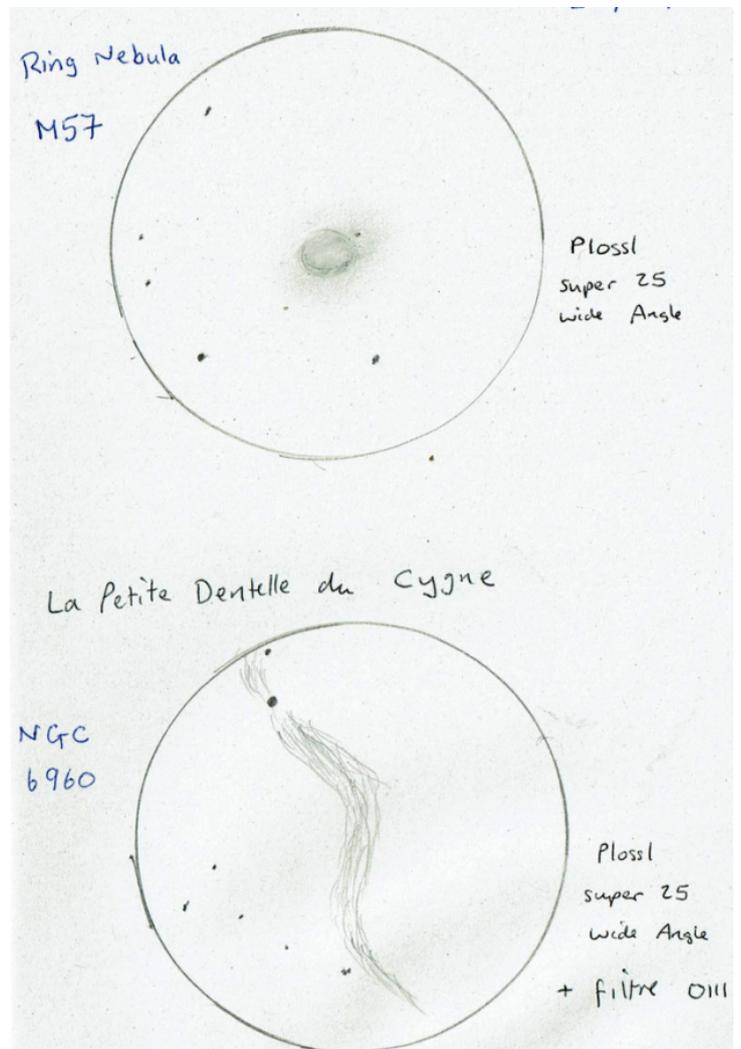
Et pourquoi avez-vous choisi les nébuleuses ?

(II): Réponses :

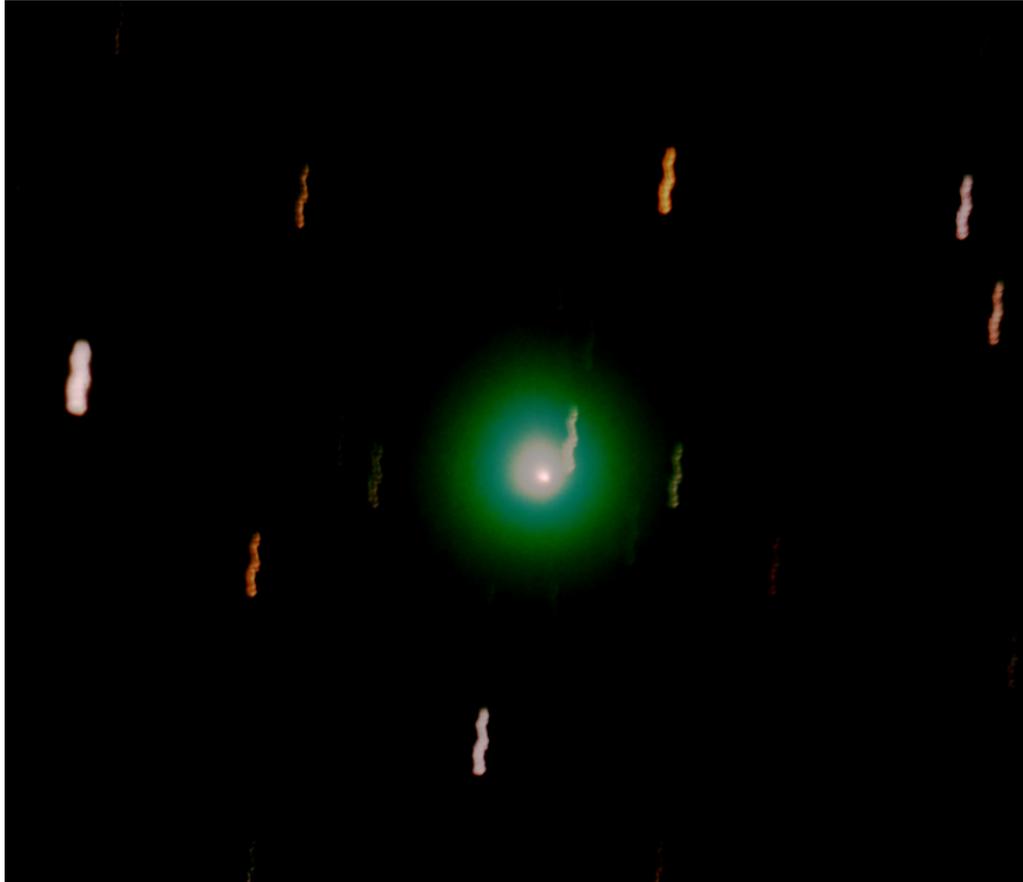
Je pense que mon but est de voir et dessiner chaque objet du catalogue Messier, et j'aime tout le ciel profond - galaxies, amas et nébuleuses.

J'utilise aussi www.skymaps.com chaque mois pour une liste d'objets à observer - c'est en Anglais mais je pense facile à suivre. Vous allez sur le site et sélectionner 'download latest issue' et sélectionner le mois que tu veux pour l'hémisphère que tu veux.

<https://skymaps.com/>



Quelle est cette comète?

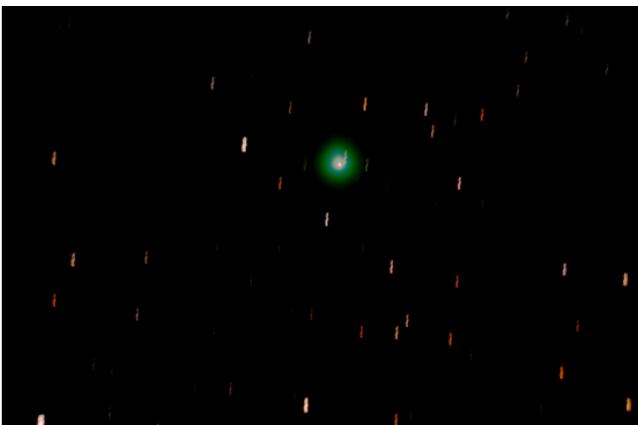


En mettant de l'ordre sur un disque dur, j'ai retrouvé 64 photos au format JPEG que **Gérard Cloarec** m'avait envoyées, parce qu'il rencontrait des difficultés d'empilement.

À l'époque, je n'avais pas fait mieux et nous avons décidé d'y réfléchir. Le temps a passé, le Covid est venu

et Gérard n'est plus.

Si vous avez lu Gratte 1, vous avez rencontré son nom. Gérard donnait volontiers ses images et nous avions plaisir à nous partager les rôles : écrire ne lui convenait pas mais il aimait prendre des photos. J'ai terminé seul le travail commencé alors.



Sous le titre : un gros plan sur la comète.

Les lignes sinueuses sont les étoiles du champ : la photo est nette sur la comète, mais comme celle-ci s'est déplacée, les étoiles se sont étalées au fil du temps.

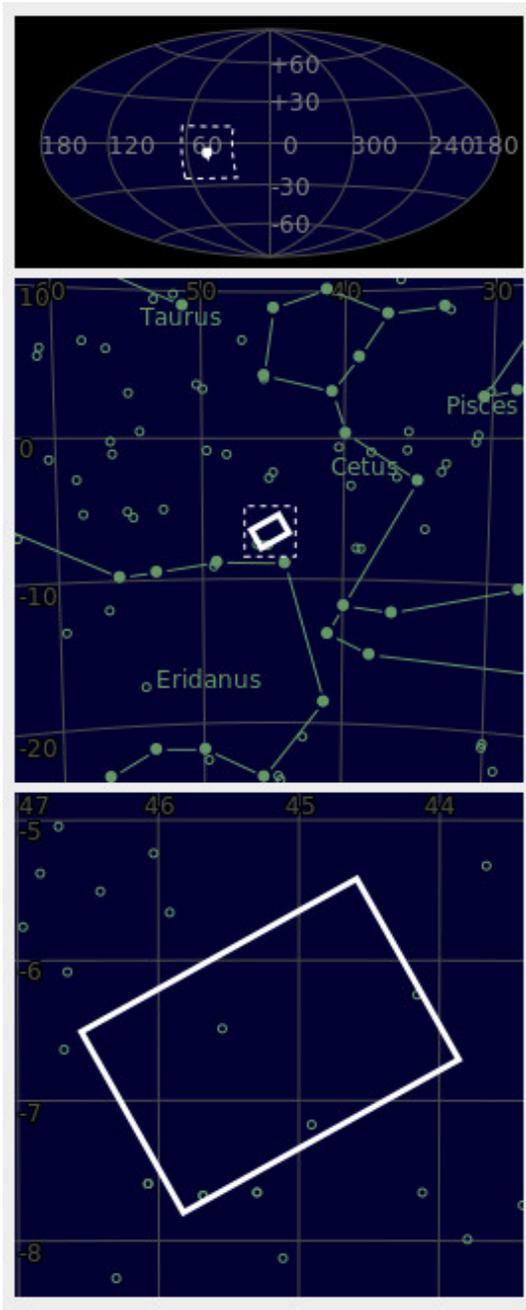
Image ci-dessus : la totalité du champ photographié.

Date de prise :	2018:12:07 23:26:32
Marque de l'appareil :	NIKON CORPORATION
Modèle de l'appareil :	NIKON D5100
Temps d'exposition :	10 sec.
Programme d'exposition :	Manuel
Mode de mesure :	Pondération centrale
Utilisation du flash :	Le flash ne s'est pas déclenché
Distance focale :	0,0 mm
Régimes de vitesse ISO :	800

Données techniques sur les photos, avec, en particulier la date et l'heure de la capture et la durée d'exposition.

Par contre, rien sur l'optique utilisée.

Quelle est cette comète ?



Cartes montrant la localisation et l'orientation du cliché.
(Capture réalisée depuis Astrometry.net)
<https://nova.astrometry.net/upload>



Trace lumineuse laissée par une étoile.
- Une étoile fortement alcoolisée alors ?
- Non. Mais l'entraînement mécanique de l'instrument est loin d'être parfait, et nous pouvons constater son erreur périodique.
(Signalé par J-L Betoule).

→ Mais comment identifier la comète ?

Il faut, d'abord, identifier le champ photographié et pour cela, utiliser Astrometry.net.

Après envoi de l'image de champ large sur le serveur, on obtient l'information recherchée, mais aussi des cartes de localisation du cliché.

Ensuite, en possession de la date et de l'heure, on peut charger Stellarium (ou Cartes du Ciel) et demander l'affichage du ciel tel qu'il était à cette date et heure.

En comparant les deux cartes, nous avons la réponse : **46P/Wirtanen**.

Calibration	
Center (RA, Dec):	(45.205, -6.609)
Center (RA, hms):	03 ^h 00 ^m 49.245 ^s
Center (Dec, dms):	-06° 36' 33.544"
Size:	2.23 x 1.48 deg
Radius:	1.340 deg
Pixel scale:	1.63 arcsec/pixel

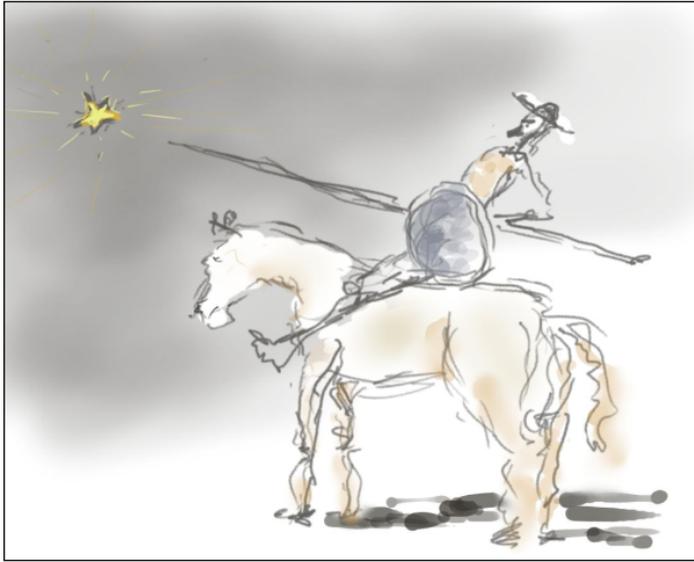
Coordonnées du centre de l'image.

Les dimensions du champ photographié pourraient permettre de calculer la longueur focale de l'objectif.



Nom de la comète donné par Stellarium

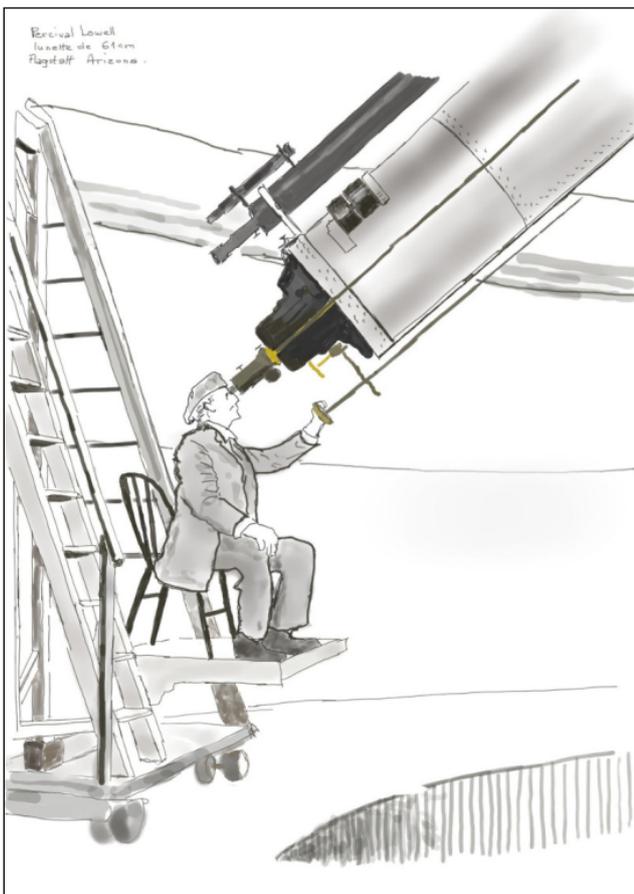
L'★ inaccessible étoile



*Telle est ma quête,
Suivre l'étoile
Peu m'importent mes chances
Peu m'importe le temps...*

L'amateur en astronomie poursuit quelques chimères dont lui seul connaît le nom.

Dans cette intention il s'équipe d'objets divers, souvent coûteux et encombrants, qui, croit-il lui permettront d'atteindre cette inaccessible étoile que chantait Jacques Brel



Percival Lowell (1855- 1916) est un industriel qui a fait fortune dans les textiles.

Amateur d'astronomie fortuné, il eut accès à une lunette de grande taille avec laquelle il essaya de prouver l'existence de canaux sur la planète Mars.

Dessin réalisé depuis une photographie

Certains amateurs bricoleurs sont plus entreprenants que d'autres.

À une époque où la mode est à l'imagerie numérique, ils offrent, lors de rassemblements d'amateurs, la possibilité de mettre l'oeil à l'oculaire d'un "gros".



Imagerie

INTRODUCTION

Le dessin ou la gravure sur un support rigide, mais aussi la sculpture sont les premières formes d'imagerie astronomique.

À notre époque où chacun rencontre, qu'il le veuille ou non, un nombre toujours croissant d'images, il est remarquable que certains amateurs persistent dans l'exercice difficile du dessin à l'oculaire.

D'autres techniques sont apparues ensuite, permettant d'accumuler plus d'information en moins de temps.

→ La plaque photographique

Plaque de verre sur laquelle on a coulé une matière sensible à la lumière, elle nécessite des poses longues.

Les plaques étaient avant tout sensibles au bleu : la découverte du ciel en rouge et infra-rouge se fera bien plus tard.

Avantage : on évite la subjectivité du dessin.

Contraintes : faible rendement énergétique nécessitant des poses très longues. Les traitements chimiques sont à faire de façon très méthodique si l'on veut pouvoir conserver longtemps les plaques.

Coût du stockage et de la conservation.

Surtout employée dans les grands observatoires, à cause de son coût, la plaque photographique a aussi été pratiquée par des amateurs.



Image extraite du fond photographique de l'observatoire de Paris.
<https://www.observatoiredeparis.psl.eu/collections-patrimoniales.html>



On trouve encore ce genre d'article, en vente en ligne.

Par contre, je n'ai pas trouvé de Superfulgur.

→ La pellicule souple

Moins fragile et encombrante que le verre, elle a été très utilisée par les amateurs.

Avantages : meilleure sensibilité chromatique, moins coûteuse.

Contraintes :

- Il faut un agrandisseur pour obtenir des images de taille exploitable. Importance de la qualité des traitements chimiques.

- Complexité des traitements en couleur.



Image d'une autre époque : objectif Tessar de 210 mm de focale, ouvert à 4.5 ayant équipé une chambre photographique en bois. Les plaques de verre SuperFulgur, de format 9x12 cm (marque Guilleminot) convenaient bien.

Hélas, on était à la fin des années 60 et je n'ai pu remplacer les quelques unes trouvées par chance.

La chambre a été détruite...L'âge du 24x36 était venu.

Cet objectif, seul, est parvenu jusque là.

Imagerie

→ SOUVENIRS PERSONNELS

La diapositive ci-dessous est la première photo faite, en mai 1969, à travers mon télescope "standard au sens de Texereau" : miroir de 210 mm, monture altazimutale. Le boîtier était un réflex "Icarex".

Pellicule Kodak Kodachrome que l'on envoyait par la poste au laboratoire de la marque, avant de savoir, quelques jours plus tard, si c'était réussi ou pas.

Cette pellicule, traitée comme il convient par le laboratoire donne des images qui se conservent longtemps.

L'image suivante est une capture du contenu de la précédente.

Troisième image : champ stellaire capturé, au début des années 1970, avec un boîtier Foca Universel, sur une pellicule couleur de marque inconnue.



Diapositive de la Lune et agrandissement



Le champ stellaire est un classique de l'été : l'Aigle, la Flèche, l'Écu de Sobieski.

Pas de suivi : malgré la pose courte, les étoiles sont ovalisées.

→ Les appareils photo numériques (APN)

Pour tous les astronomes amateurs, ils concrétisaient un espoir : le capteur photo-électrique a un meilleur rendement que la pellicule, même "améliorée" par des manipulations "maison".

Pour certains, c'était, tant attendue, la fin des travaux chimiques et des taches de liquides. D'autres, qui maîtrisaient les travaux de laboratoire mais étaient fâchés avec l'informatique se sont sentis mis sur la touche et ont arrêté la photo.

C'est aussi le moment de l'internet et l'arrivée des réseaux sociaux.

Changements induits par les APN

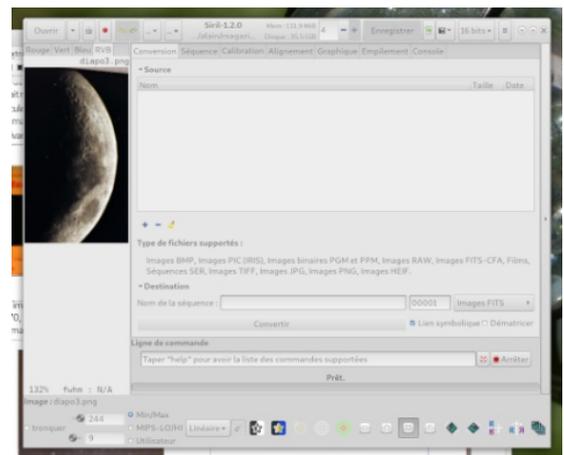
- Fin de la longue pose unique remplacée par de très nombreuses poses plus courtes.
- L'image finale est obtenue via un logiciel élaboré.
- Équipement et habitudes sont à changer.

Quels logiciels utiliser pour obtenir des images ?

Logiciels payants mais, aussi logiciels libres et gratuits.

Autour d'eux se créent des communautés d'utilisateurs qui aident les débutants à progresser, mais aussi à détecter les "bugs".

Les utilisateurs peuvent également contribuer en versant un don ou en achetant des objets communautaires : Tshirt, ...



Développé par des francophones, Siril est un exemple de logiciel permettant de réaliser l'ensemble des opérations devenues nécessaires avec la photographie numérique. Il présente l'avantage d'être libre et gratuit, et d'être accompagné par une communauté importante.

URL : <https://siril.org/fr/>

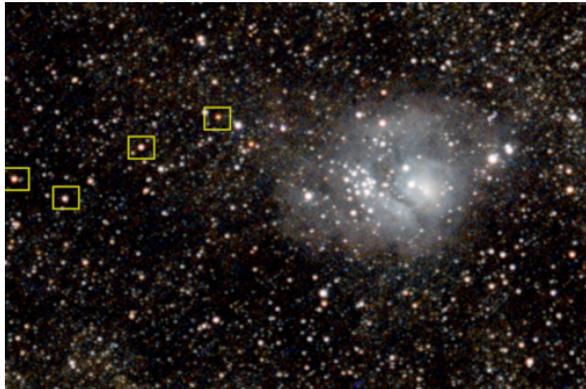
Randonnée numérique

→ Point de départ

Tout a commencé avec une image assez banale, comme tant de gens en font : une nébuleuse, un soir d'été, avec un appareil photo numérique.

L'objectif, ancien, équipait autrefois un boîtier argentique. Comme il est lumineux, je m'en sers volontiers pour ce genre de capture.

Et puis quelques étoiles ont attiré mon regard. Pourquoi semblaient-elles auréolées de rouge ?



Nébuleuses, un soir d'été...

→ Échanges

J'ai posé la question autour de moi et les réponses sont toutes allées dans le même sens : ton objectif n'est pas bon, il souffre d'un défaut de chromatisme.

→ Que pouvais-je y faire ?

- Essayer de modifier la mise au point.

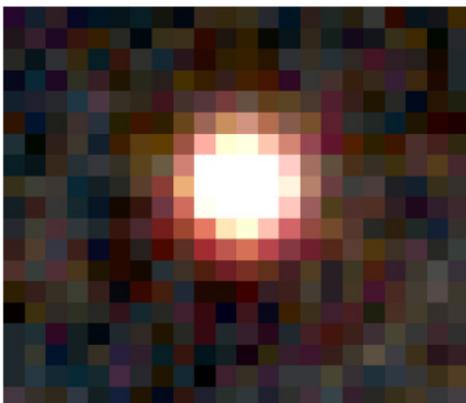
Cela n'a pas changé grand chose, si ce n'est d'avoir des photographies floues.

- Le revendre et en acheter un meilleur

Pas envie de dépenser de l'argent sans comprendre ce qui génère le défaut. Si cela se trouve, le suivant ne sera pas meilleur ou trop cher pour moi.

- Corriger le défaut avec un logiciel

Lequel et comment fait-on ?



→ Un pied devant l'autre

N'ayant pas de réponse satisfaisante, je me suis mis en route, avec curiosité, pour essayer de comprendre et limiter le défaut par mes propres moyens.

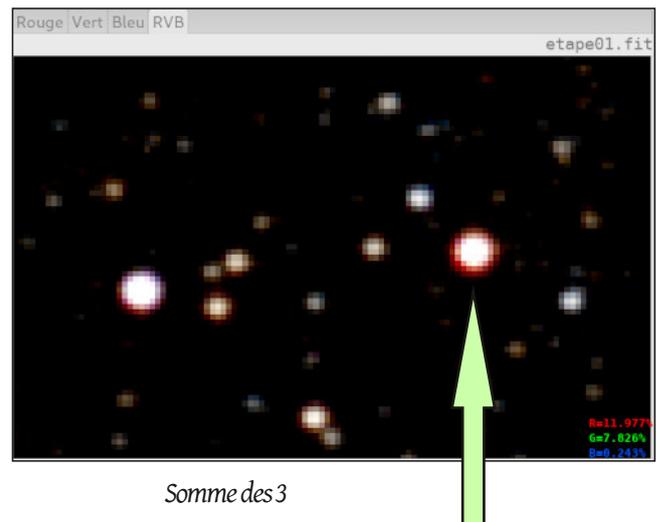
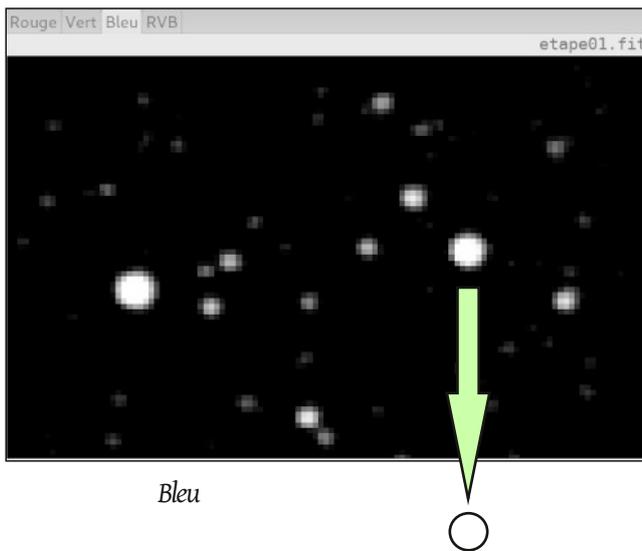
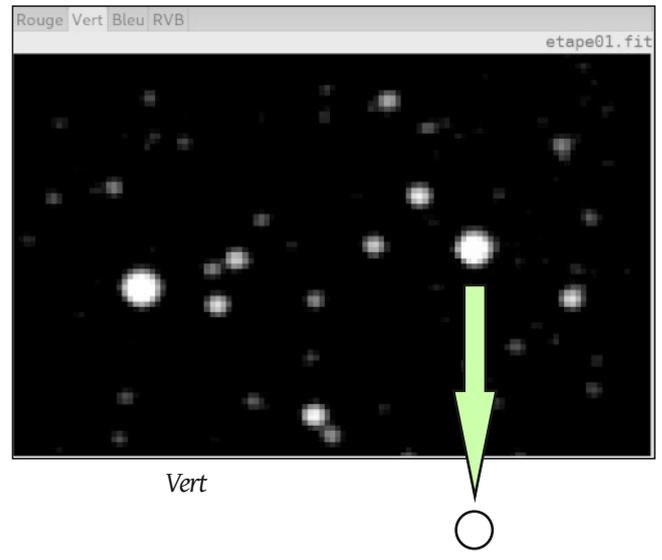
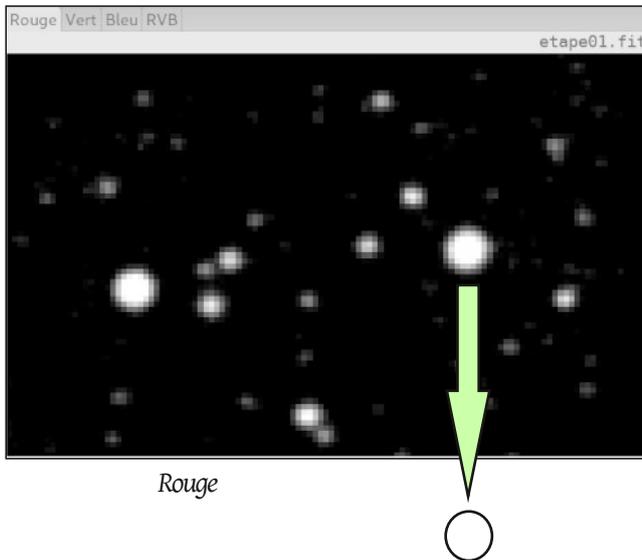
Les notions mathématiques utilisées sont les quatre opérations de l'école élémentaire et la notion de proportionnalité (règle de trois), parce qu'elles sont connues de tous et qu'il n'y a pas besoin de les expliquer.

Démarche, résultats ont été soumis à la critique et celle-ci est citée en fin d'article.

Alain Leraut

Randonnée numérique

L'aberration chromatique



Une photographie de champ stellaire a été prise avec un APN. Le cliché est en couleurs.

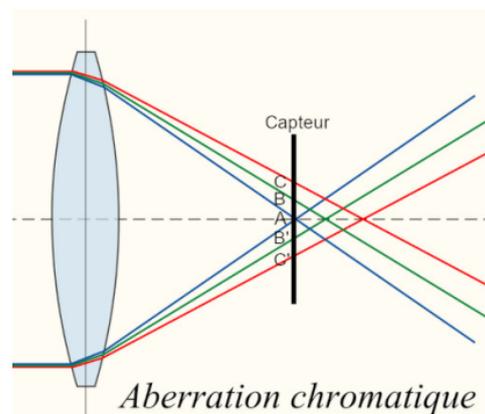
On a isolé chacune des composantes Rouge, Vert, Bleu de l'image et l'on constate que, sur la surface monochrome correspondant à chacune des couleurs "de base", certaines étoiles n'ont pas le même diamètre.

Plus grave, certaines ont le centre blanc et une auréole rouge, au lieu d'être uniformément rouge ou rougeâtre.

Aberration chromatique est le nom de ce défaut des optiques mal corrigées.

Dans un objectif parfait, les composantes Rouge, Vert et Bleu convergeraient dans le même plan.

Mais hélas, dans l'exemple ci-dessus, alors que pour le bleu et le vert l'image d'une étoile est de même diamètre, ce n'est pas vrai pour le rouge.



Aberration chromatique : l'image d'une étoile formée par l'objectif converge ici au point A pour la lumière bleue. Mais sur un cercle de diamètre B B' pour le vert et C C' pour le rouge

Randonnée numérique

L'objectif utilisé pour la photo, voire son association avec un boîtier moderne, donne une image avec un gros défaut sur le rouge.

→ Quelles solutions sont possibles ?

- Remplacer l'objectif par un meilleur. À quel prix ?
- Fermer le diaphragme, mais alors certains objets du ciel deviendront inaccessibles.
- Imaginer un post traitement informatique.

→ Expérience de pensée

On ne considère qu'une seule étoile.

Sur la couche rouge, elle est contenue dans un cercle de 5 pixels de rayon.

Sur les couches du vert et du bleu, le cercle n'aura que 4 pixels de rayon.

Tous les pixels ont la valeur maximale possible en fonction du format de fichier 1.

En s'additionnant, les pixels rouge, vert, bleu engendrent un cercle blanc de 4 mm de rayon mais la partie qui n'est pas recouverte reste rouge.

Pour éliminer ce défaut nous allons remplacer les cercles vert et bleu par d'autres, du même diamètre que le rouge. Mais...

→ Ne pas fausser la réalité

L'énergie lumineuse capturée dans le cercle bleu (ou vert) peut être calculée par : $255 * \text{aire du cercle}$ (si l'image est au format JPEG).

Cette énergie, il va falloir la répartir sur une aire plus grande (celle du cercle rouge). Une bonne analogie serait de considérer qu'on la dilue avant de la répartir.

→ Exemple de calcul en Python interactif.

Le calcul a été reproduit ci-dessous : chaque pixel vert ou bleu vaudra 163 (si l'image est au format JPEG).

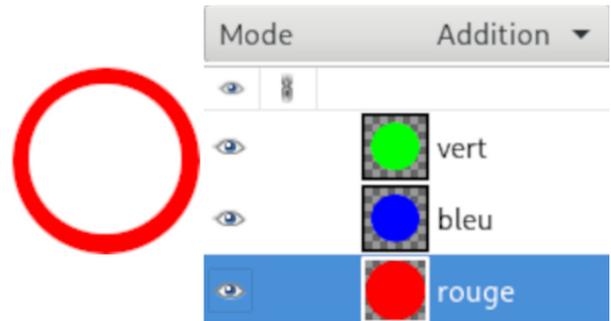
```
>>> from math import pi
>>> aire_rouge = 5 * 5 * pi
>>> somme_pix_vert = 4 * 4 * pi * 255
>>> couleur_vert = somme_pix_vert / aire_rouge
>>> couleur_vert
163.2
```

Le langage Python est utilisable en mode programmation, mais aussi en mode interactif (via l'outil IDLE). C'est ce qui a été fait ici. Pour rendre compréhensibles les calculs, on a donné des noms explicites aux variables utilisées

Rappel : aire d'un cercle = rayon * rayon * Pi

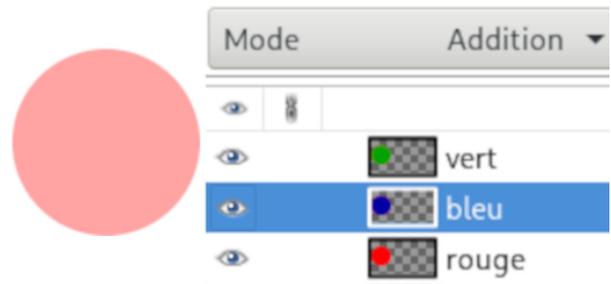
Note 1 : Dans les formats photographiques grand public tel le JPEG, chaque point-image est représenté par trois valeurs allant de 0 à 255.

Les astronomes amateurs qui disposent d'appareils photos avec capteurs en 12 ou 14 bits ou de caméras astro utilisent, au moins pendant les traitements informatiques, le format FITS qui peut être codé sur 16 bits, 32 bits - en nombres entiers ou flottants (à virgules).



Le cercle rouge mesure 10 pixels de diamètre. Vert et bleu sont plus petits et ne le recouvrent pas. Par synthèse additive, rouge + vert + bleu donnent un cercle blanc.

Mais la partie qui n'est pas recouverte reste rouge, ce qui génère l'auréole rouge autour du centre blanc.



Les cercles vert et bleu mesurent maintenant 10 pixels de diamètre.

Mais il a fallu "diluer" l'énergie lumineuse contenue dans chacun sur une surface plus grande, comme on le ferait, ne possédant qu'une quantité réduite de peinture et une surface plus grande à peindre.

Conséquence : L'excédent de rouge a rosé le blanc qui rappelle que cette étoile est plus rouge que blanche.

Randonnée numérique

Retour dans le monde réel

Notre image réelle (et pas celle de notre expérience de la pensée) est une découpe centrée sur une seule étoile, au format FITS, et les valeurs des pixels vont de 0 à 56933 (inférieure au maximum possible sur 16 bits : 65536).

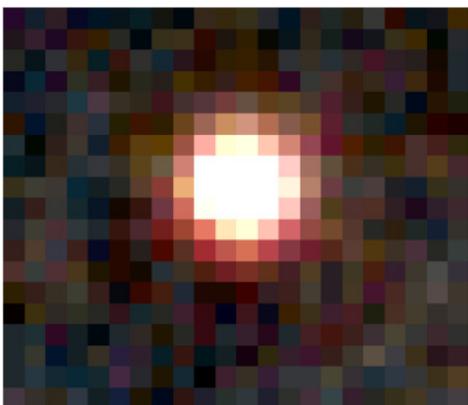


Image en couleur, valeurs possibles de pixels allant de 0 à 56933.

Le fond est assez brouillé et il est intéressant de montrer ce que l'on voit quand on remplace les pixels inférieurs à une certaine valeur par du noir (valeur = 0).

La difficulté étant ici de faciliter le travail de correction, sans éliminer l'information pertinente.

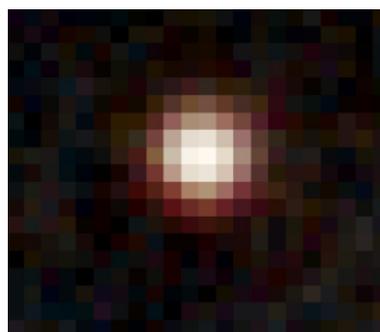


Image en couleur, tous les pixels inférieurs à 2000 sont à zéro

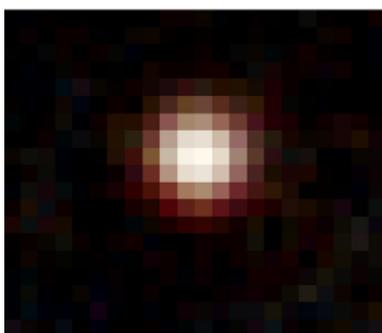


Image en couleur, tous les pixels inférieurs à 5000 sont mis à zéro

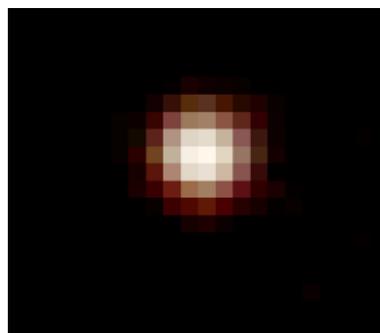


Image en couleur, tous les pixels inférieurs à 10000 sont à zéro

Gardons les valeurs de pixels allant de 10000 à 56933 en masquant les pixels de valeurs inférieures.

Maintenant observons ce que donne l'image de l'étoile dans chacune des couleurs que connaît notre capteur.

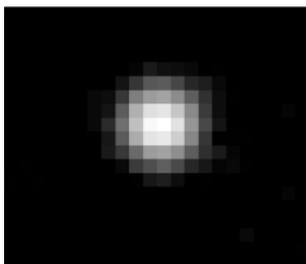
Aucune de ces images n'est exactement circulaire.

En plus, tous les pixels n'ont pas la même valeur à

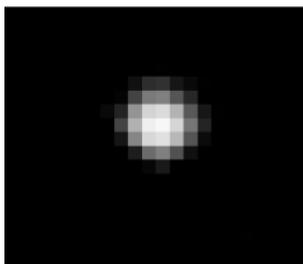
l'intérieur de la zone définissant l'étoile.

Cela va avoir des conséquences sur :

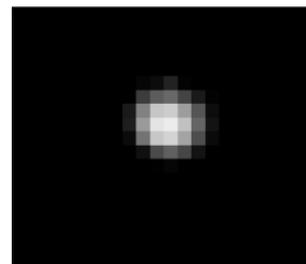
- la façon d'additionner les valeurs pour le vert et le bleu.
- la façon de répartir la dilution.



Rouge



Vert



Bleu

Randonnée numérique

Agir avec le langage de programmation Python

→ Quand les logiciels ne savent pas faire

Je ne connais pas de logiciel "tout fait" qui ferait ce qui a été décrit précédemment.

Dans ces cas-là, il faut avoir recours à la programmation, c'est à dire utiliser un langage informatique capable de traiter chacun des pixels selon les modalités prévues.

Le plus facile à apprendre s'appelle Python. Comme il est largement utilisé par les astronomes, ses possibilités initiales ont été élargies par des "bibliothèques" (extensions).

L'image étant au format FITS, nous allons utiliser la bibliothèque fits incluse dans un ensemble appelé Astropy.

→ Code en langage Python

1 : bibliothèques nécessaires

```
from astropy.io import fits
import numpy as np
```

2 : Accès aux données

```
nomfic = "etoile.fit"
hdul = fits.open(nomfic)
data = hdul[0].data
```

3 : séparation des trois couleurs

```
rouge = data[0]
vert = data[1]
bleu = data[2]
```

```
def liste_ligne(li):
```

4 : Constitue la ligne qui sera affichée

```
    tab = ""
    for car in li:
        if car < 10000:
            tab = tab + " "
        elif car > 10000 and car < 20000:
            tab = tab + "."
        elif car > 20000 and car < 30000:
            tab = tab + "i"
        else:
            tab = tab + "X"
    print(tab)
```

→ Démonstration simpliste

L'exemple développé ici montre :

- Comment accéder au contenu du fichier image.
- Comment charger les données dans trois tableaux : données pour le rouge, pour le vert, pour le bleu.
- Comment faire apparaître de façon graphique simplifiée les valeurs des pixels.

Il affichera en plus la somme des valeurs des pixels par couleurs.

On utilise l'affichage en mode caractère, minimaliste et adapté à tous types de systèmes.

→ Commentaires

Ce qui suit un # est ignoré par Python. Il s'agit d'un commentaire.

Importation des fonctions permettant le chargement des données au format FITS.

La bibliothèque Numpy apporte de nombreuses

fonctionnalités pour les traitements des tableaux de données. Ouverture du fichier et chargement de l'ensemble des données de l'image.

hdul désigne ici : le contenu de tout le fichier. Dans celui-ci, on extrait le paquet de numéro zéro.

(dans un fichier FITS, on peut enregistrer différents paquets de données, qui auront un indice : 0, 1, 2,...)

Le paquet "data" contient les données d'une image en trois couleurs.

Il faut maintenant individualiser ce qui correspond à chacune.

Le mot def commence la définition d'une fonction.

Elle reçoit une ligne d'un tableau de données (sans se préoccuper de leur couleur) et remplace chaque nombre, colonne par colonne par un caractère.

Si le nombre est plus petit que 10000, le caractère sera un espace.

S'il est compris entre 10000 et 20000, ce sera un point.

S'il est compris entre 20000 et 30000, il sera un i.

S'il est encore plus grand, ce sera un X majuscule.

(en fait, les personnes vraiment intéressées pourront consulter les documentations et exemples accessibles en ligne sur le langage Python)

Randonnée numérique

→ Code en langage Python

```
# 5 : Somme des valeurs de pixels par couleurs
# 6 : affichage simplifié par couleurs
print("Somme Rouge: ", np.sum(rouge))
for ligne in rouge:
    liste_ligne(ligne)
print("Somme Vert: ", np.sum(vert))
for ligne in vert:
    liste_ligne(ligne)
print("Somme Bleu: ", np.sum(bleu))
for ligne in bleu:
```

→ Commentaires

Ne reste plus qu'à récupérer les lignes de chacun des tableaux de données et à faire "traiter" chacune par la fonction `liste_ligne`.

Cela est fait via une boucle `for` in très commode en langage Python.

La fonction `Numpy.sum` permet d'afficher la somme des valeurs des pixels en rouge, vert, bleu de l'image.

→ Résultat

Somme Rouge : 3866964

```
.....
.....
..iiii.....
.iXXXi...
.iXXXXX...
..XXXXXXi.
..iXXXXXi...
..iXXXXi...
..iiii...
.....
```

Il semblera modeste à l'ère des réseaux sociaux et des belles images astronomiques accessibles par tous les moyens, anciens ou modernes.

Il ne doit pas, pourtant, être négligé :

il démontre qu'il est possible de charger les informations numériques contenues dans une "boîte" inconnue : le fichier FITS.

Il démontre aussi qu'il est possible d'exploiter les données contenues dans cette boîte à partir d'un objectif que nous nous étions fixé.

C'est trop peu ?

Il suffit alors de penser plus grand.

Somme Vert : 2929243

```
.....
..
.iXi.
.XXXXi.
iXXXXX.
..XXXXi..
.iXXi.
.....
.....
```

Somme Bleu : 2660914

```
.....
..
.iii.
.XXXXi.
.XXXXi.
.XXXXi.
iiii..
.....
```


Randonnée numérique

→ Remarque sur la visualisation

Jean-Louis Betoule, qui a relu mon code y a ajouté la possibilité de visualiser facilement l'image en cours, en utilisant la bibliothèque matplotlib.

Les deux images qui illustrent cette page en ont résulté.

→ Algorithme de traitement

Avant tout, il faut définir les pixels qui seront modifiés et ceux qui ne le seront pas. Il ne faut absolument pas toucher à ce qui n'est pas l'étoile. Imaginons que nous ayons une nébuleuse diffuse en arrière plan et qu'on y touche par maladresse !

Le masque calculé pour la couleur rouge sera notre "patron de traitement" : si la valeur est zéro, on ne fait rien.

Sinon, on passe à la suite.

```
for lig in range(0, hauteur):  
    for col in range(0, largeur):  
        if masque[lig, col] > 0:
```

Ensuite, il faut avoir compris la logique décrite précédemment : on répartit au mieux le stock de peinture verte et bleue en l'étalant sur une surface plus grande ce qui est équivalent à une dilution.

Cela est fait en deux lignes de code :

```
vert[lig, col] = (rouge2[lig, col] * somme_vert) / somme_rouge  
bleu[lig, col] = (rouge2[lig, col] * somme_bleu) / somme_rouge
```

Il ne reste plus qu'à enregistrer les données modifiées dans un nouveau fichier au format FITS.

(cette partie du code est un peu maladroite mais compréhensible :

- On crée un espace vide de la dimension de l'image à enregistrer et on le remplit de zéros :

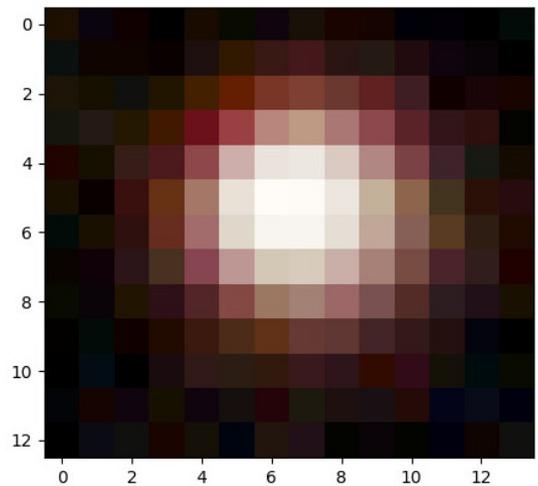
```
donnees = np.zeros((3, hauteur, largeur), dtype = np.uint16)
```

Puis on remplace les zéros par les données modifiées.

```
donnees[0] = rouge  
donnees[1] = vert  
donnees[2] = bleu
```

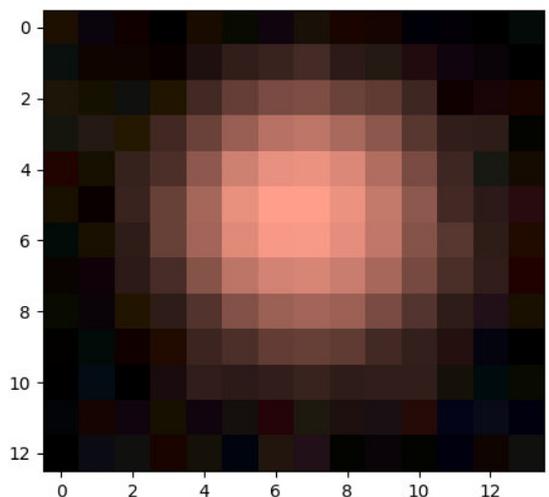
Ensuite on constitue le "paquet" au format FITS, que l'on enregistre.

```
hdu = fits.PrimaryHDU(donnees)  
hdl = fits.HDUList([hdu])  
hdl.writeto("resultat2.fits", overwrite= True)
```



Visualisation de l'étoile avant traitement, en utilisant la bibliothèque graphique pour Python matplotlib.

Chacun des pixels est représenté par un petit carré dont la couleur correspond à celle de l'image initiale.



Résultat obtenu après application de l'algorithme.

La couronne rouge autour du centre blanc a disparu.

L'énergie lumineuse contenue dans les couches verte et bleu a été répartie, ce qui fait apparaître la dominante rouge de l'étoile sur toute sa surface apparente.

Randonnée numérique

Regard critique

→ Satisfaction

À regarder les deux images de la page précédente, on ne peut qu'être satisfait : l'erreur de chromatisme a été corrigée.

Les procédés de calcul, simples, sont accessibles à tous et le code Python est resté assez lisible.

L'ajout de la visualisation par matplotlib est un réel plus, qui permet de juger tout de suite du résultat.

→ Critique de la couleur

Cela étant, la "vraie couleur" de l'étoile est-elle celle que nous affichons sur l'écran (ou sur le tirage photographique) ?

- On n'en sait rien.

- Comment pourrait-on vérifier ?

Localiser l'étoile (via Astrometry.net) puis rechercher dans un catalogue en ligne

→ Traiter plus d'une étoile

Si maintenant nous envisageons d'appliquer notre recette à l'ensemble de la photographie, il convient de réfléchir.

Par exemple :

La photo contient aussi une nébuleuse et celle-ci est également affectée par le défaut de focalisation de l'objectif. On fait comment pour restituer sa vraie couleur ?

- Heu...

- Certes.

Le procédé utilisé semble fonctionner (sur un seul cas testé pour le moment) pour une étoile lumineuse et assez étendue.

Qu'en sera-t-il pour les étoiles faibles et ne couvrant que quelques pixels ?

- Heu...

L'image a été capturée par un APN (ou une caméra couleur). Dans ce cas, la matrice de Bayer diminue la précision des couleurs pour les petites étoiles. On ne pas grand chose ici : c'est une contrainte imposée par le matériel. L'alternative sera d'avoir une caméra monochrome (et un ou plusieurs filtres).

→ La saturation

Quand on pose trop longtemps, il peut se produire que certains photosites soient saturés : ils sont "pleins" et toute l'énergie supplémentaire reçue est perdue.

Dans ce cas, le procédé utilisé ici n'a aucun sens : on ne sait rien de l'énergie de l'étoile.

Ce cas se présente aussi quand le manipulateur de l'image tire sur les curseurs de son logiciel par souci esthétique, mais sans considération pour la réalité de l'information.

→ Corriger les défauts des images

C'est toujours un sujet d'actualité. Pour mémoire, on pourra relire l'histoire du télescope spatial Hubble dont le miroir primaire, d'un coût astronomique, était pourtant affecté d'un défaut pénalisant, qui ne put être corrigé que via une réparation sur orbite.

[https://fr.wikipedia.org/wiki/Hubble_\(t%C3%A9lescope_spatial\)#Historique](https://fr.wikipedia.org/wiki/Hubble_(t%C3%A9lescope_spatial)#Historique)

Les algorithmes professionnels font appel à des théories mathématiques beaucoup plus complexes et cela reste un sujet de recherche.

→ Pour conclure

Ces quelques pages avaient pour ambition de présenter une des difficultés rencontrées en photo astronomique.

L'amélioration des images astronomiques n'est pas simple, mais ce n'est pas une raison pour se décourager.

Merci à Jean-Louis Betoule et Jean-Michel Bruck pour leur regard critique, tellement nécessaire ici.

→ Aller plus loin avec FUN

La plate forme FUN propose des formations en ligne gratuites. Certains cours déjà diffusés, sont régulièrement repropoés.

Par l'Institut Mines Télécom : Introduction au traitement des image <https://www.fun-mooc.fr/fr/cours/introduction-au-traitement-des-images/>

Les exercices d'application utilisent le langage Python.

Ce cours n'est pas ouvert actuellement.

Par le CNAM, une introduction au traitement du signal <https://www.fun-mooc.fr/fr/cours/introduction-au-traitement-du-signal/> qui suppose un niveau de connaissance des mathématiques assez élevé.

Ce cours n'est pas ouvert actuellement mais les transparents du cours sont accessibles à l'URL : <https://easytp.cnam.fr/roviras/> sous réserve d'être inscrit sur FUN.

Observation

Avec une lunette courte bricolée

Introduction

Ma première rencontre avec les instruments d'astronomie... a été la lecture d'un supplément du journal de Spirou appelé Risque-tout **, paru de 1955 à 1956.

Dans un des numéros, un "bricoleur" expliquait comment construire une lunette avec un verre de bésicle.

Bien plus tard, ma première lunette sera construite en réinterprétant, de mémoire, ces plans.

Peu d'observations réalisées, mais la découverte d'un point essentiel : pour pouvoir observer, il faut que l'instrument soit stable ET facile à pointer sur le sujet d'observation.

→ Le parcours d'un débutant

À une personne curieuse qui vient s'initier à l'observation astronomique lors de séances publiques, on raconte souvent la même histoire :

- Commencer par observer à l'oeil nu pour apprendre à se repérer,
- Ensuite, utiliser des jumelles.

Ceux qui persistent s'équipent, trop vite, d'un instrument avec une monture stable et abandonnent les jumelles.

→ Pourquoi ?

Deux causes évidentes :

- Peu de praticiens habiles pour servir d'exemples.
- Difficulté dans l'usage des jumelles : cela bouge tout le temps !

Mais quelles solutions viables proposer à qui dispose de petites jumelles ou d'une lunette courte bricolée, et comment évaluer leur validité ?



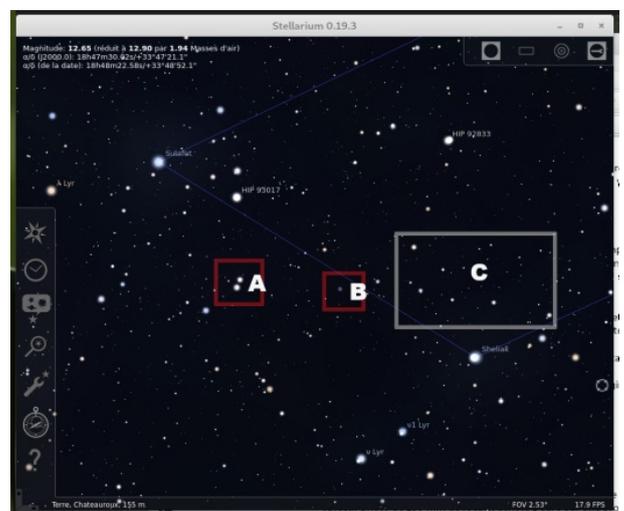
La "Gambille", tentative pour améliorer la stabilité de lourdes jumelles, présentée lors d'une nuit des étoiles à Jeu-les-Bois.

→ Par quels tests ?

Pour décider de la réussite ou non d'une expérimentation, il faut avoir défini ce sur quoi elle portait.

Dans le cas d'un instrument d'astronomie limité, des cartes simplifiées seront utiles pour s'assurer de :

- la magnitude visuelle effectivement perçue,
- la visibilité de quelques objets : nébuleuses, amas...



Exemple de carte test créée pour la zone entre Sulafat et Sheliak, dans la constellation de la Lyre. (Capture d'après Stellarium).

Cadre A : les étoiles sont-elles vues et séparées ?

B : La nébuleuse annulaire est-elle perçue ? sa couleur ?

C : Plusieurs étoiles de magnitudes 8 et 9. Lesquelles sont vues ?

De tels coups de sonde permettront de définir des projets d'observations.

L'occasion aussi de découvrir que le support papier (carte et prise de notes) ajoute une difficulté supplémentaire.

Ensuite ?

En fait, l'amateur n'a d'autre obligation que de trouver de la satisfaction dans ce qu'il entreprend. Une telle lunette voire une paire de jumelles n'ont d'utilité que celle qu'on leur accorde.

La tendance naturelle pousse à regarder dans le plus gros instrument possible en traitant par les mépris les petits instruments.

Chacun finit par découvrir, par l'expérience, si cette orientation était la meilleure pour soi.

** Risque-tout : <https://bd-archives-ab.wixsite.com/spirou-albums-50/risque-tout>

Observation

Avec une lunette courte bricolée

EXEMPLE DE CONFIGURATION

À condition de ne pas vouloir observer autour du zénith, on peut se contenter d'un pied photo complété d'un adaptateur simplifié.

Nous allons déjà expérimenter cette solution puis ferons un bilan.

La constellation de Cassiopée n'étant pas trop haute sur l'horizon, on l'a choisie pour les premiers tests. La carte AFOEV de T Cas, fournira les repères visuels et les magnitudes.

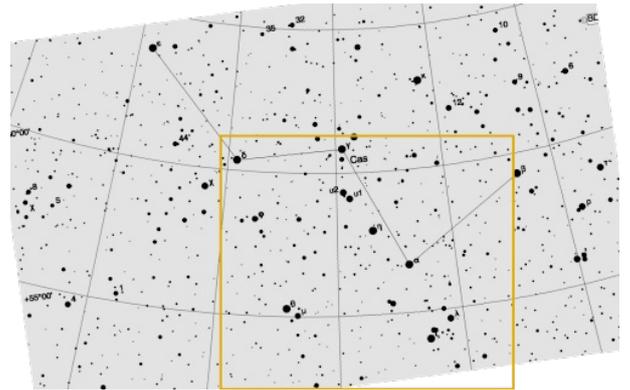


Support très simple utilisant une chute de contreplaqué de 10 mm et deux morceaux de tige filetée. L'ensemble est fixé sur le pied photo via un boulon et un écrou papillon.



La lunette courte est serrée entre les deux demi-pièces de contreplaqué. L'oculaire de 20 mm est en place. Les deux pièces qui serrent la lunette font obstacle à la visée à vue.

Rappel : l'objectif est un objectif de 24x36, de marque Chinon, de 135 mm de focale et de 38 mm d'ouverture.

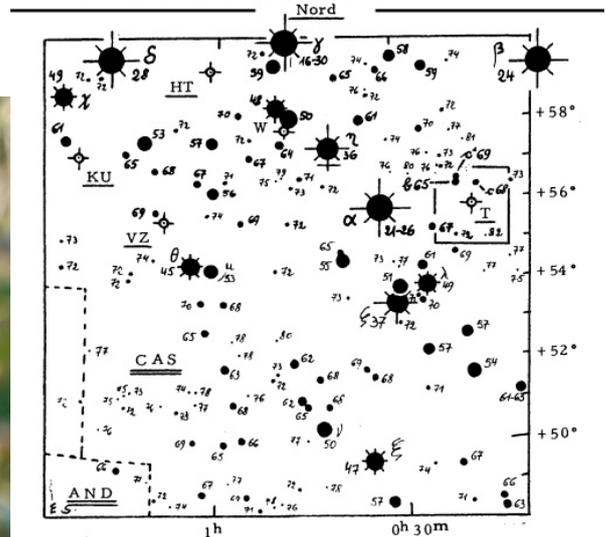


La constellation de Cassiopée et, en jaune, le cadre de la carte A de T Cas.

0017+55 T Cassiopeiae (T Cas)

1900 : 00h 17m 49s	+55° 14,3'	précession annuelle
1950 : 00h 20m 30s	+55° 31,0'	+3,22s +0,333'
2000 : 00h 23m 11s	+55° 47,6'	éq. 1900

Mira - mv 6,9 à 13,0 - Pér.: 444,83 j - sp M6e-M9,0e



Carte d'après l'Atlas photométrique des const. (A. Brun/AFOEV). 1987-V ; Éq 1900



Carte de l'AFOEV. Le Nord est en haut. Il faudra penser à faire tourner la carte pour retrouver la correspondance avec la vision dans l'oculaire.

Brocante etc

Au hasard des lubies, des achats réfléchis ou sur un coup de tête, je suis l'heureux propriétaire des objets présentés sur cette page.

J'ai aussi un pied photo et une monture NEQ 3.2 motorisée.

S'y ajoutent quelques oculaires à la norme 31,75 mm, une médiocre lunette astronomique courte 80x 400 mm...



I. Objectif photographique de 35 mm de longueur focale acheté pour un boîtier Nikon F



II. Objectif Chinon avec raccord à vis (M42), de 135 mm de focale, acheté pour quelques euros sur une brocante.



III. Caméra Pi HQ, avec raccord à la norme C. La diagonale est de 7,9 mm et la dimension de chaque photo-site carré, de 1,55 micromètre.



IV. Raccord Nikon vers norme C. Il permet de raccorder la caméra Pi HQ sur les objectifs Nikon.



V. Porte oculaire économique. Il se visse sur un raccord M42 mâle et peut recevoir des oculaires à la norme 31,75 mm. Il n'a qu'une faible amplitude de mise au point.

Côté porte oculaire
31,75 mm



Côté raccord C, de la
caméra Pi

VI. Raccord C vers 31.75 mm
Il permet de relier la caméra pi HQ à n'importe quel instrument astronomique acceptant des oculaires à cette norme (qui est la plus répandue).

Imagerie

→ Capturer des images

Comment capturer des images astronomiques, maintenant que la pellicule photo est abandonnée ? Voici trois solutions.

Les deux premières sont les plus utilisées par les amateurs, alors que la dernière séduit surtout ceux qui, tout en n'envisageant pas de dépenser trop d'argent, aiment fabriquer par eux-mêmes, programmer, expérimenter.

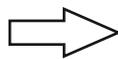
→ Solutions

→ Commentaires



L'appareil photo numérique (désigné par la suite **APN**), ou le smartphone, ou la tablette **numérique**.

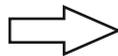
Appareil autonome : il capture les photos dans différents formats, les stocke, les affiche sur son écran de visée.



Les plus évolués permettent la capture de séquences d'images avec des temps de pose plus longs que dans les situations familiales.

Pour certains, il est possible de rapatrier les images dans un ordinateur, pendant la pose, soit par câble, soit par Wifi ou Bluetooth.

L'achat en occasion peut-être avantageux pour qui commence la photo astronomique.



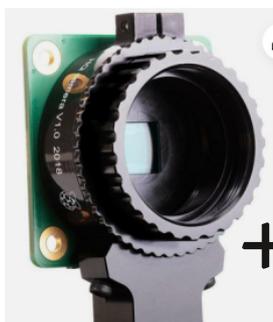
Caméra astronomique : exemple de la marque ZWO.

Elle n'est pas autonome et doit être commandée par l'intermédiaire d'un ordinateur contenant des programmes développés pour cette fonction.

Certains de ces programmes sont payants, d'autres sont libres et gratuits, voire écrits directement par l'amateur.

La marque ZWO **propose, en plus**, une solution associant ses propres caméras à un boîtier informatique qui peut être piloté à distance.

Mais le boîtier n'est pas obligatoire.



+



Caméra Pi (HQ ou autre).

Elle n'est pas autonome et ne peut être pilotée **QUE** par un ordinateur en une carte de la Fondation Raspberry Pi.

Beaucoup moins chère à l'achat qu'une caméra astro, elle est dotée de capteurs moins performants pour le ciel profond et de dimensions plus restreintes.

L'**obligation** d'acquérir une carte Raspberry Pi pour la commander augmente le coût.

Par contre, les logiciels sont libres et gratuits et la fondation fournit des bibliothèques de fonctions pour le langage de programmation Python.

Expérimenter la caméra Pi HQ

Caméra + objectif photo

Utilisation de l'objectif I, ouvert à 2.8 et de 35 mm de focale, sur monture Nikon, donc adapté au raccord IV. L'essai est effectué à l'extérieur de façon à pouvoir viser "loin".

Objectifs de l'expérimentation :

- L'association pied + support est-elle viable ?
- Le câble qui relie la caméra à l'ensemble Pi+écran pose-t-il des problèmes ?
- Peut-on commander la caméra et obtenir des photos en utilisant libcamera-still ?
- La mise au point est-elle possible ?

Résultats :

- L'objectif choisi n'est pas trop lourd et l'ensemble pourra être réutilisé tel que.

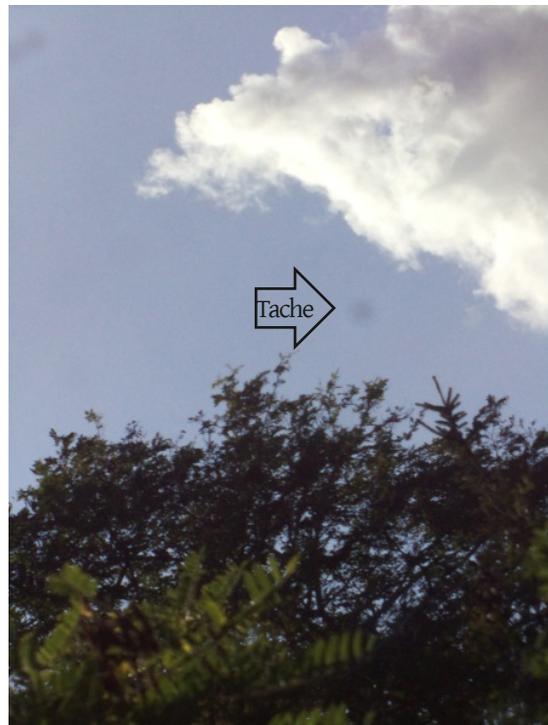


Objectif photographique de 35 mm relié à la caméra, l'ensemble étant fixé sur un pied rigide.

- Le câble plat est embarrassant quand on déplace le matériel : il est trop court pour que l'on puisse poser Pi+écran au sol : on se trouve à devoir déplacer le pied et un soutien annexe : chaise, tabouret...
- On peut commander la prise de photos via libcamera-still.
- La mise au point est possible : les objectifs de type Nikon F (et compatibles) sont utilisables.

Commentaires sur ce résultat

- Quelques taches floues, grisâtres, sur l'image. Poussières sur l'objectif ou sur le capteur ?
- En répétant la commande soit manuellement soit par script Bash ou Python, il est possible de suivre les déplacements (mouvements des branches et des nuages), ce que l'on appelle timelapse.



Un arbre et un nuage qui se déplace. Remarquer les taches floues grisâtres.

Commandes minimales avec libcamera-still

libcamera-still -t 0 active la visualisation permanente permettant de viser et d'effectuer la mise au point. On en sort par Contrôle C
libcamera-still -t 5000 -o photo.jpg attend 5 secondes (soit 5000 millisecondes) puis capture l'image appelée photo.jpg en l'exposant "au mieux".

Caméra sans objectif photo

À la place de l'objectif, on place un bouchon percé d'un tout petit trou, réalisant ainsi un **sténopé**.

Très peu de lumière va entrer et il va falloir poser longtemps.

Avantage : quelque chose d'amusant à tenter.

Difficulté : comment déterminer le bon temps de pose ?

Un article spécifique est consacré, plus loin, au sténopé.

Remarque sur la syntaxe des commandes

En l'absence d'une interface graphique, il est possible d'agir sur la caméra par des commandes entrées au clavier ou via un programme en langage Python.

Cet aspect sera abordé plus en détail dans un prochain numéro de Gratte.

Imagerie

→ LE STÉNOPE

On désigne ainsi le fait de prendre des photos sans objectif.

1. Procéder par tâtonnement

Comment faire ?

- exécuter successivement la commande libcamera-still en augmentant à chaque fois le temps d'exposition : 1 seconde, 2 secondes...

Avantage : peu à apprendre

Inconvénient : fastidieux.

2. Utiliser un programme répétant la commande

Les cinq images ci-contre ont été générées ainsi.

De la plus sombre à la plus claire, elles ont été exposées 1, 3, 5, 7 et 10 secondes.

L'image posée 5 secondes est reproduite en bas de page.

Sujet choisi : feuillage d'un cerisier près de la fenêtre.

Remarques

- L'image n'est pas nette : c'est le prix à payer pour l'absence d'optique.

- Le temps d'exposition est long, parce que la lumière n'entre que par un très petit trou.

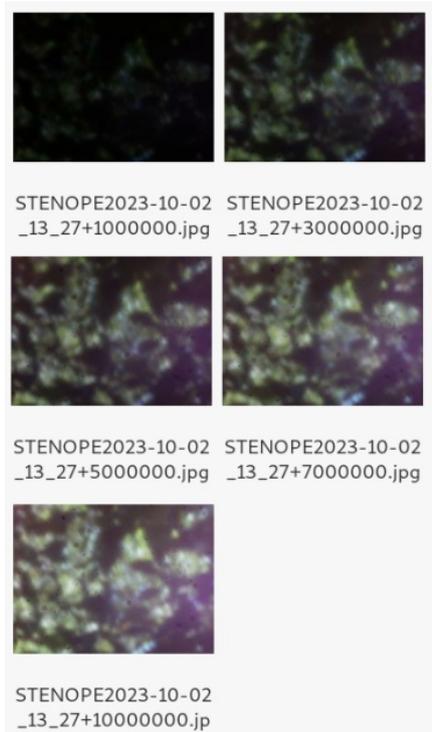
- Le champ couvert est beaucoup plus étroit que celui d'un smartphone.



Ci-dessus, l'image prise au smartphone.

Ci-contre à droite, le sténopé posé 5 secondes.

Remarquer le manque de netteté ainsi que les taches de saleté. On ne peut ici incriminer l'objectif : c'est le capteur qui est sali.

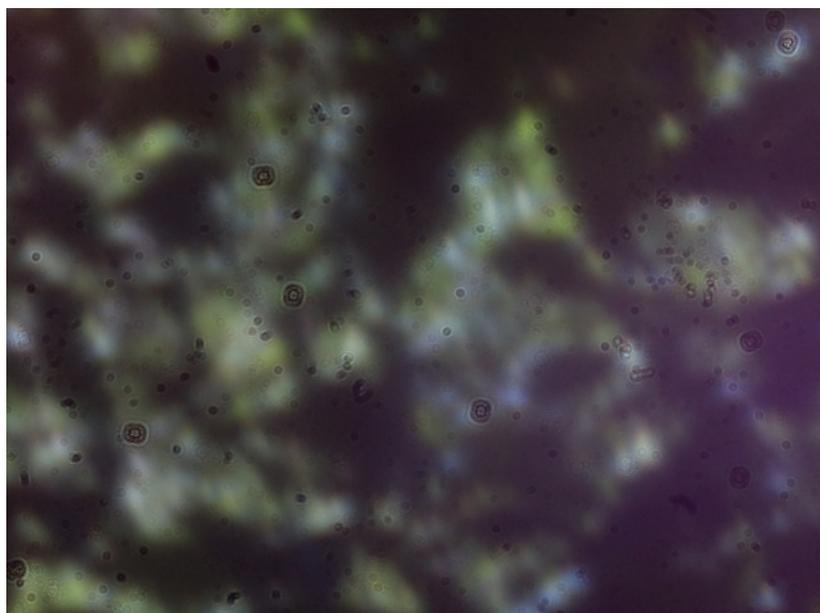


Vignettes de cinq des images générées par programme.

Remarquer que les noms de celles-ci sont automatiquement datées. La valeur numérique à la fin donne la durée d'exposition en microsecondes.

Exemple : 1000000 pour 1 seconde.

(vignettes obtenues via le gestionnaire de fichier)



Nettoyage de la caméra

→ Constat de l'état

Objectif enlevé, on observe la face avant de la "vitre" qui protège le capteur de la poussière et des salissures. Le fond vert, ce que je suppose être la couleur du capteur, est brouillé par des sortes de virgules blanchâtres. Une photo en mode macro a été tentée et le contraste renforcé après passage en noir et blanc.

→ Première tentative

Le capteur est petit et il faut travailler à la loupe, sous un fort éclairage.

J'ai d'abord tenté d'utiliser des bandes de nettoyant pour lunettes, promenée en utilisant un coton-tige, mais les "virgules" étaient encore visibles.

→ Seconde tentative

Utilisation de coton-tiges imbibés avec du sérum physiologique.

Après séchage, cela semble mieux. Mais la "vitre" paraît toujours sale.

L'envers serait-il sale aussi ?

Pour y accéder, il faut séparer la plaque électronique supportant le capteur de la partie mécanique de raccordement sur les objectifs.

Pour cela, il faut dévisser deux vis.

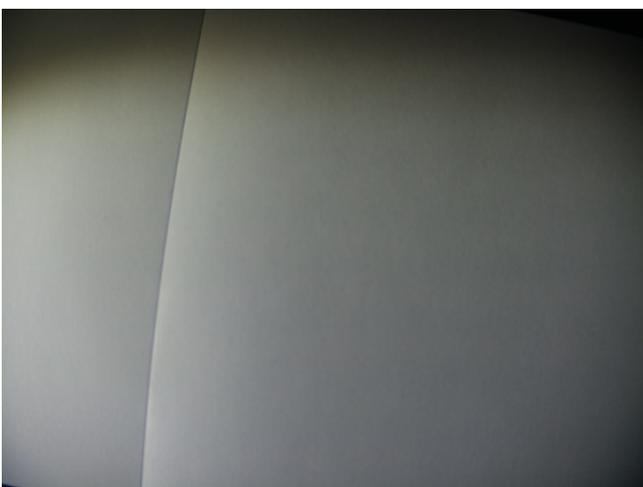
Attention : le capteur est maintenant à l'air libre et il faut le protéger de la poussière.

→ Nettoyage de la face arrière

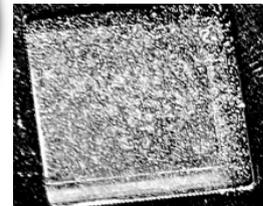
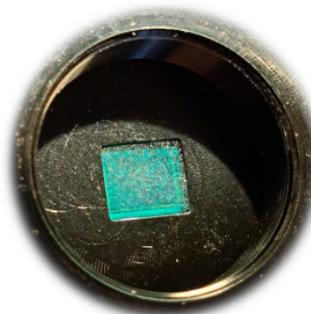
On a procédé de la même façon. Puis, après séchage, les deux parties ont été assemblées.

→ Résultat

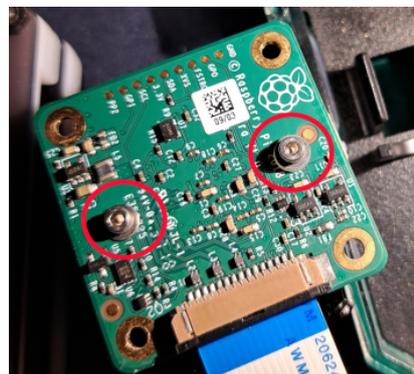
Un carnet ouvert a été photographié. Les taches semblent avoir disparu.



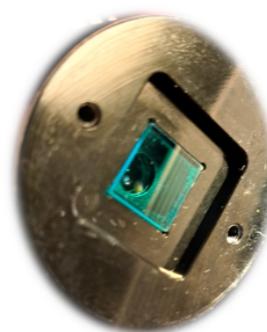
Le carnet ouvert



Face avant de la "vitre" protégeant le capteur. Tentative de photo macro avec augmentation du contraste.



Face opposée au capteur de la plaque électronique. Les deux vis sont marquées d'un cercle rouge.



La face arrière de la "vitre" protégeant le capteur. Attention, ne pas toucher au capteur. (utiliser éventuellement une bombe anti-poussière).

→ Remarques

Je ne garantis pas que ce soit sans risques, mais raconte simplement comment j'ai procédé. Certains utilisent du nettoyant pour objectifs acheté chez un (vrai) photographe (alcool isopropylique).

Imagerie

Emploi de l'objectif acheté en brocante

→ Objectif II à la norme m42 + porte oculaire V + camera Pi

Matériellement, il est facile de raccorder l'objectif avec raccord à vis M42 à la caméra via le raccord, et le porte oculaire.

Malheureusement il devient impossible de faire la mise au point à l'infini : l'ensemble de raccordement est trop long.

Si l'on persiste à vouloir utiliser ce type d'objectif, il faudra trouver ou bricoler d'autres types de raccords plus courts.

→ Une utilisation inattendue

Un peu par hasard, j'ai introduit un oculaire de 20 mm dans le porte oculaire vissé sur l'objectif.

Heureuses surprises :

- Il est possible de faire la mise au point à l'infini.
- Le champ est très net du fait de la correction photographique.
- L'objectif est assez lumineux pour l'utiliser comme petite lunette à grand champ.

→ Conclusions

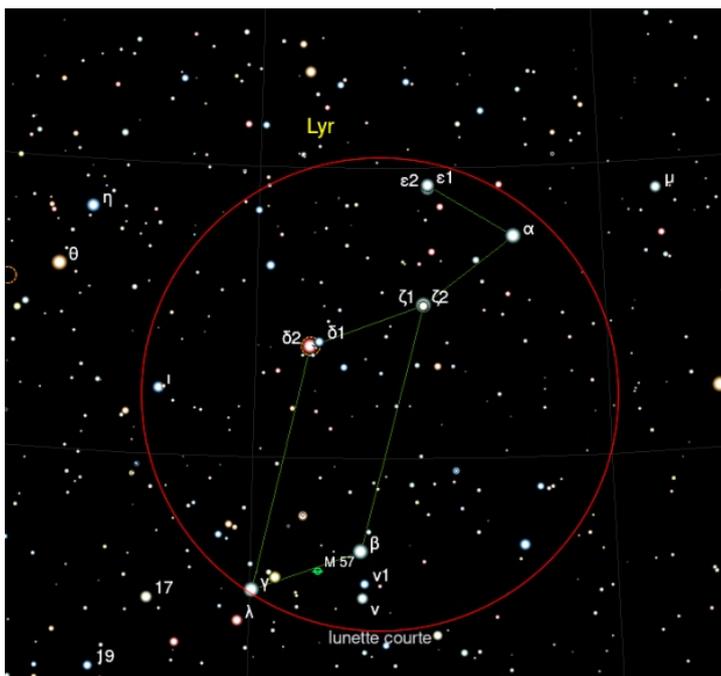
- Il n'est pas possible de raccorder la caméra Pi HQ sur l'objectif de 135 mm avec les éléments présentés.
- L'objectif photo 135 ouvert à 3.5 (diamètre 38,6 mm) est utilisable comme lunette courte à grand champ.



Objectif Chinon économique, divers raccords et camera Pi = trop long.



L'objectif s'est transformé en lunette courte à grand champ. Compte-tenu du prix des pièces utilisées, un chercheur du commerce, de 50 mm de diamètre est peut-être un meilleur choix.



Le champ couvert par la lunette est reporté sur une carte représentant la constellation de la Lyre.

Champ de vision	
Focale du télescope	135 [mm]
Focale de l'oculaire	20 [mm]
Champ de l'oculaire	55 [°]
<input type="button" value="Calcul"/>	
Grossissement	7 x => 489 [']
<input type="button" value="OK"/>	

Calcul du champ de cette lunette en utilisant l'outil dédié du logiciel "Cartes du Ciel"

Le Jour Julien

Wikipedia

La période julienne de Scaliger est une ère fictive de 2 914 695 jours que Joseph Juste Scaliger (1540-1609) a proposée en 1583. Elle débute le lundi, 1er janvier de l'an 4713 av.J.-C. à 12 h TU.

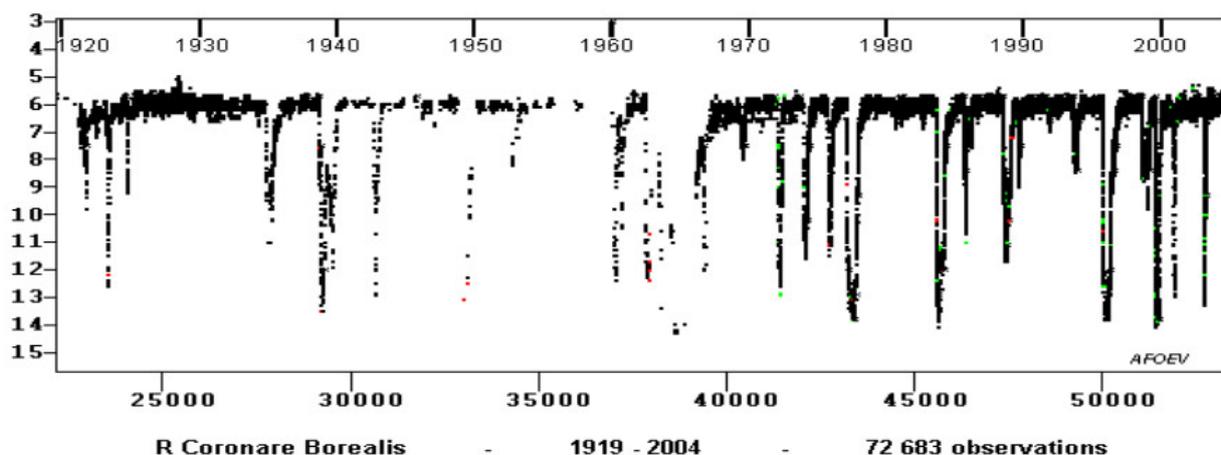
Elle s'achèvera le lundi, 1er janvier 3268 du calendrier julien — soit le lundi, 23 janvier 3268 du calendrier grégorien — à 12 h TU.

Elle ne fait intervenir aucune autre division du temps que les jours, c'est-à-dire qu'elle exclut les semaines et les mois.

La datation en jours juliens rend particulièrement simples les calculs sur les dates puisqu'elle est indépendante de cycles calendaires complexes (durée inégale des mois, mois intercalaires, jours supplémentaires, années bissextiles, etc.).

Les jours juliens sont utilisés en particulier pour dater les événements astronomiques.

(Scaliger est considéré comme le créateur de la science chronologique. Le nom de Julien est un hommage à son père).



Capture d'une illustration parue dans le bulletin n° 190 de l'AFOEV, publiant les observations du 2ème trimestre 2024.

La courbe représente l'évolution de la magnitude visuelle de l'étoile variable R CrB (échelle verticale à gauche) pour une période indiquée horizontalement.

En haut : les années, en bas les jours juliens "partiels" : pour gagner de la place, on a utilisé le Jour Julien Modifié obtenu en soustrayant 2 400 000,5 au numéro du jour. Exemple : début 1940, le jour marqué 30 000, est en réalité le jour 2 430 000,5.

PLANETCALC Calculatrices en ligne

Date lun. 1 janvier 1940 Siècle 20e 7 : 48 : 52

Précision de calcul
Chiffres après la virgule décimale : 5

Jour julien 2429629.82560 Jour julien modifié 29629.32560

CALCULER

Comment obtenir directement le jour julien pour un jour donné ?

Exemple d'une application permettant de le calculer :

<https://fr.planetcalc.com/503/>

Le Jour Julien

→ Calcul à la main

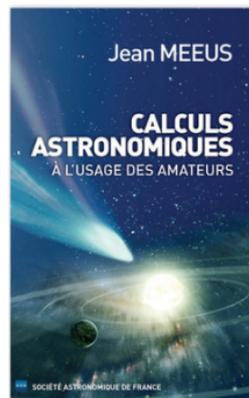
Mais l'homme n'a pas toujours eu internet à sa disposition. Entre la période de Scaliger et l'invention du calcul électronique, on a utilisé une recette (algorithme) pour y parvenir.

Le livre de Jean Meeus "Astronomical algorithms" 1, chapitre 7, pages 59 à 66 détaille la démarche.

(Il existe un livre en français, réédité par la SAF 2, mais celui-ci n'est pas consultable en ligne et doit être acheté.)

Pour qui est rebuté par la lecture de cet ouvrage, et à condition d'avoir accès à internet (Contradiction !), divers algorithmes sont proposés à cette adresse :

https://fr.wikipedia.org/wiki/Jour_julien



Couverture de la réédition par la Société Astronomique de France

Utilisation d'une fonction nommée ENT() donnant le nombre entier immédiatement inférieur ou égal au nombre décimal donné.

Exemple : ENT(2,3) donne 2, ENT(3,6) égale 3, ENT(-5,2) égale -6 et ENT(-7.2) égale -8.

La lettre A désigne l'année, M désigne le mois et J le numéro du jour.

Exemple : pour le 9 décembre 2024 : A=2024, M= 12, J= 9

Période grégorienne : année supérieure ou égale à 1582

Exemple :
1er janvier 1940 à 0 h TU
A= 1940, M=1, J=1

Si M > 2, alors laisser A et M inchangés

A = 1939 et M = 13

Sinon : A= A - 1 et M = M + 12

Calculer S = ENT(A/100)

A / 100 égale 19,39
S = ENT(19,39) soit S = 19

Calculer B = 2 - S + ENT(S / 4)

S / 4 soit 19/4 égale 4,7...
ENT(S / 4) égale 4
2 - 19 + 4 égale -13
B = -13

JJ (jour Julien) est égal à

365,25 * A soit 365,25 * 1939

ENT(365,25 * A) plus

ENT(30,6001 * (13 + 1))

ENT(30,6001*(M + 1)) plus

J + B + 1 720 994,5

J + B + 1 720 994,5

Complément sur heures, minutes secondes.

On considère que 1 heure = 1 / 24 jour,

1 minute = 1 / 1440 jour et

1 seconde = 1 / 86400 jour.

Exemple : que faut-il ajouter au jour julien calculé, s'il n'est pas 0 heure mais 2 heures 10 minutes et 30 secondes ?

Calcul : (2 * 1 / 24) + (10 / 1440) + (30 / 86400)

Partiels

Cumuls

708219

708219

428

708647

1720982,5

2429629.5

Complément

L'algorithme de calcul, pour une date antérieure au passage au calendrier grégorien est présent sur la page Wikipedia donnée en référence. Il est plus simple, mais ce calcul reste fastidieux.

Pour qui sait utiliser le langage de programmation Python, il existe une bibliothèque de fonction "toute faite" : Astropy.

Elle a justement été codée pour que chacun n'ait pas à

(1) : <https://archive.org/details/astronomicalalgorithmsjeanmeeus1991/page/n1/mode/2up>

(2) : <https://boutique.saf-astronomie.fr/produit/calculs-astronomiques/>

Le Tour Julien

Utiliser la bibliothèque Astropy

→ Qu'y a-t-il derrière ce nom ?

De nombreux physiciens et astronomes programment en langage Python.

Dans ces disciplines, on utilise des unités de mesures : longueur, temps... et l'on cherche à éliminer incohérence et erreurs.

Le format de fichiers FITS est largement utilisé dès qu'il s'agit de conserver des images ou des données d'expérience.

En conséquence, on a besoin de fonctions permettant d'accéder à ces données et/ou de les enregistrer.

Cela, et bien d'autres considérations, a conduit à rassembler dans un même paquet les différents outils les plus utiles à tous.

→ Documentation en ligne

Peu de chose en français, même si cette page :

<https://informatique-python.readthedocs.io/fr/latest/Cours/astropy.html> est une première approche.

Si vous lisez l'anglais, le portail Astropy est fait pour vous.

<https://www.astropy.org/>

→ Application

Christophe Colomb a débarqué sur une île américaine le 12 octobre 1492.

Calculer le numéro du jour julien.

```
from astropy.time import Time
import numpy as np
t = Time('1492-10-12')
t.format = 'jd'
print(t)
```

Réponse : **2266286.5**

→ Calcul du nombre de jours entre deux événements

Ici, le passage par le jour julien est masqué : on se contente d'introduire les deux dates et d'effectuer une soustraction.

Si aujourd'hui est le 18 décembre 2024 à 12 heures, combien de jours se sont écoulés depuis la découverte par Christophe Colomb ?

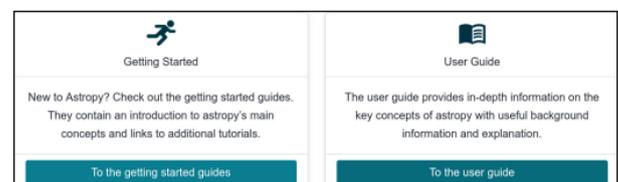
```
auj = Time('2024-12-18')
colb = Time('1492-10-12')
print(auj - colb)
```

194376.00042824075

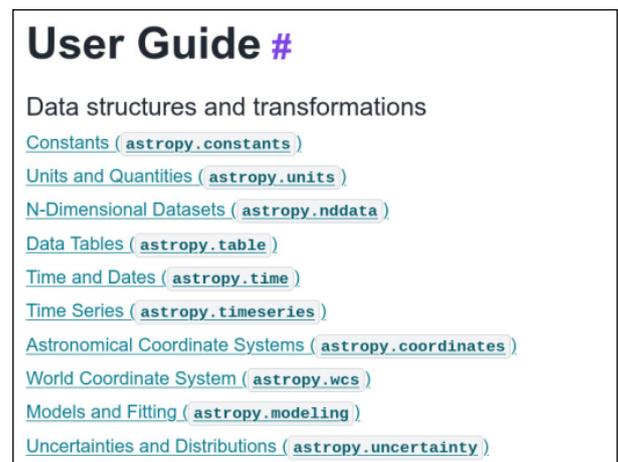
(Ignorer ce qui est après la virgule).



Le portail d'accès à Astropy. L'accès à la documentation est ici encadré en jaune.



Deux entrées : Démarrer et un manuel de l'utilisateur.



Extrait du catalogue des fonctionnalités très étendues d'Astropy. La conversion en jour julien se trouve dans le "rayon" Time and Dates.

→ Et voilà

Gratte 2 s'arrête ici. C'est déjà fini !

Pour retrouver les numéros précédents :

https://lerautal.lautre.net/journal/Gratte/site_simple/site.html

Pour poser des questions, proposer un sujet d'article, voire un article, écrire ici : gratte.astro@free.fr

Attendons maintenant la sortie de Gratte 3, dans...