

Numéro 76

juin 2017

www.albireo78.com

Albireo⁷⁸

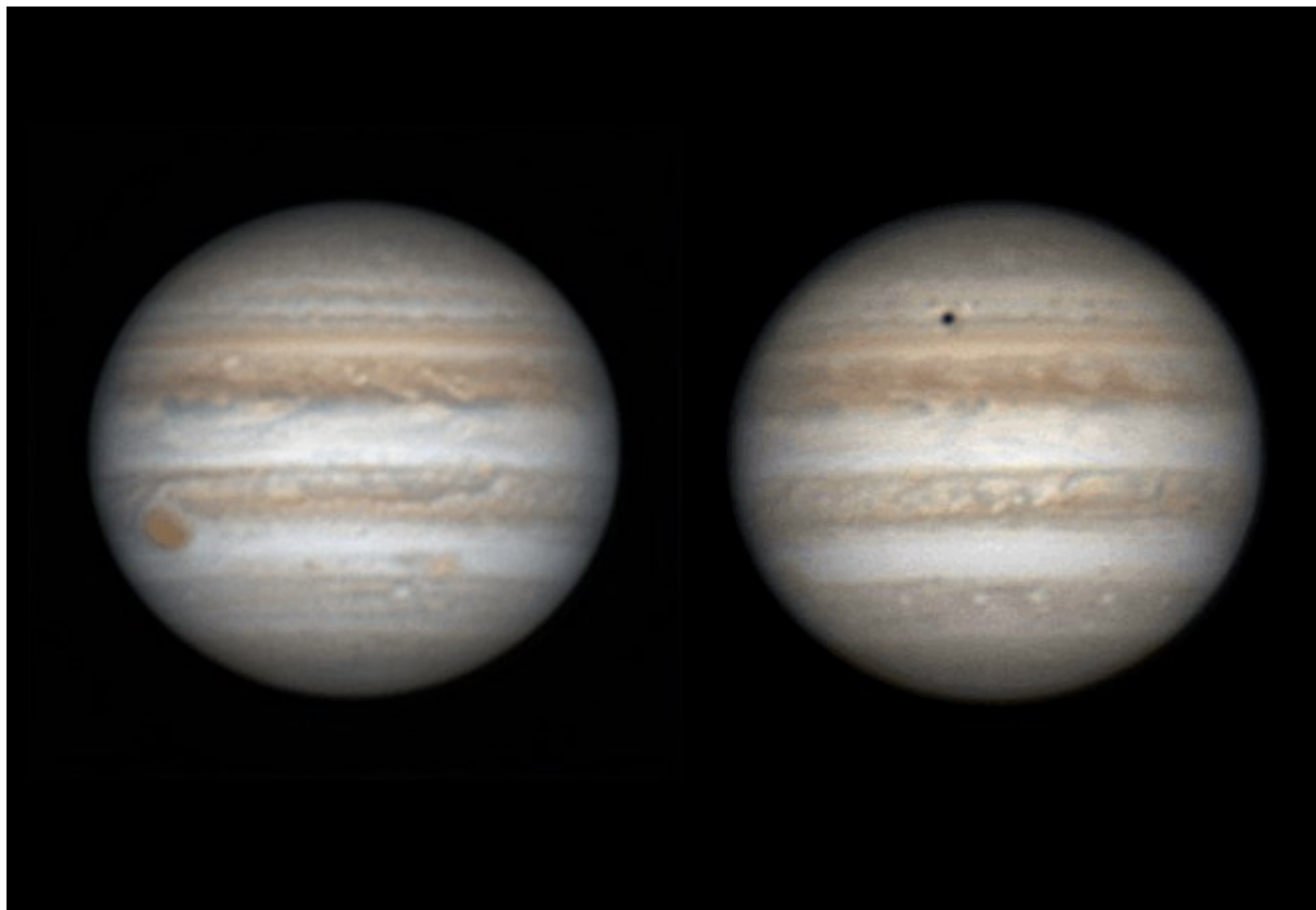
L'ALBIREOSCOPE



*la quête de la vie ailleurs...
les nuages de Vénus*

Philippe

en couverture



Jupiter

Jupiter est passée au plus près de la Terre dans la nuit du 7 avril : c'est l'opposition.

Elle était alors à 666 460 000 km de la Terre

Constellation : Vierge

Instrument : Maksutov 180

Capteur : Asi 224

Autoguidage : - - -

Monture : EQ6

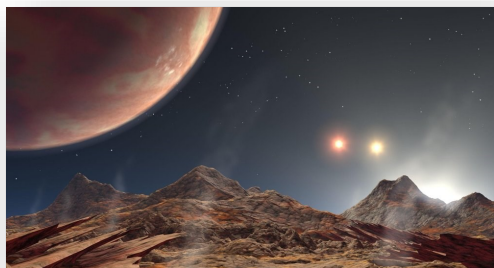
Date : 7 avril 2017

Philippe

Sommaire

4

la quête de vie ailleurs...



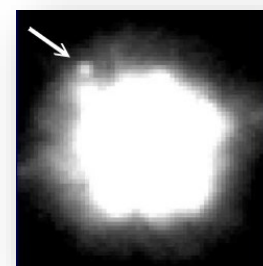
Jean-louis

A la recherche des exoplanètes situées en zone habitable jusqu'aux marqueurs biologiques et leurs bio-signatures...

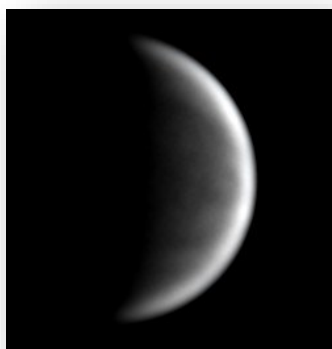
16

C'est arrivé ce jour-là... *lionel*

Des événements en relation avec le monde de l'astronomie qui se sont déroulés en juin 1907, 1857, etc...



20

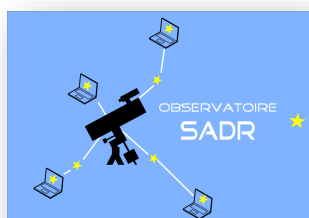


les nuages de Vénus

Philippe

Il est possible de photographier les nuages de Vénus. Un point sur la technique à appliquer.

28



Du côté de chez Sadr *lionel*

Les dernières images et les travaux les plus récents obtenus avec notre observatoire piloté à distance.

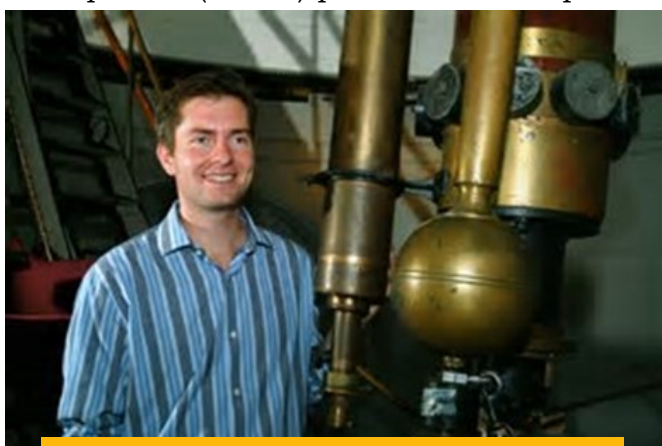
La quête de vie ailleurs...

Jean-Louis

Dans le précédent numéro nous vous avons raconté la découverte, il y a 25 ans, des premières exoplanètes, grâce aux mesures spectroscopiques des vitesses radiales par vélocimétrie. Ce fut l'ouverture d'une fructueuse chasse aux exoplanètes qui se poursuit toujours. En raison de la faible sensibilité des spectrographes, seules les exoplanètes de forte masse et proches de leur étoile, qu'on appelle « jupiter chauds », pouvaient être détectées.

Des exoplanètes en transit

En 1999, le canadien David Charbonneau, encore étudiant, utilise un modeste télescope de 4 pouces (10 cm) pour mesurer le premier



David Charbonneau (Crédit Spitzer.caltech.edu)

transit devant son étoile d'une grosse exoplanète, un « jupiter chaud », déjà connue par vélocimétrie.

Par la suite, cette nouvelle technique de détection, la méthode des transits, a révolutionné la découverte des exoplanètes. Le principe de base consiste à observer en continu la brillance d'une étoile et à enregistrer sa courbe de lumière. Lors du passage de l'exoplanète devant l'étoile, sa luminosité diminue faiblement pendant toute la durée de l'occultation. Cette diminution revient périodiquement à chaque tour d'orbite pendant le transit de l'exoplanète (figure 1).

L'observation des moments où la planète passe devant et derrière l'étoile permet d'obtenir des informations précieuses sur l'atmosphère de l'exoplanète. Pour un « jupiter chaud », le transit primaire est de l'ordre de 1%. La profondeur du transit secondaire est nettement plus faible. La courbe de lumière est maximale juste avant et après le transit secondaire parce que l'exoplanète est vue du côté jour.

La profondeur du transit primaire est proportionnelle au carré du diamètre de l'exoplanète : plus il est grand, plus elle occulte une fraction importante de son étoile.

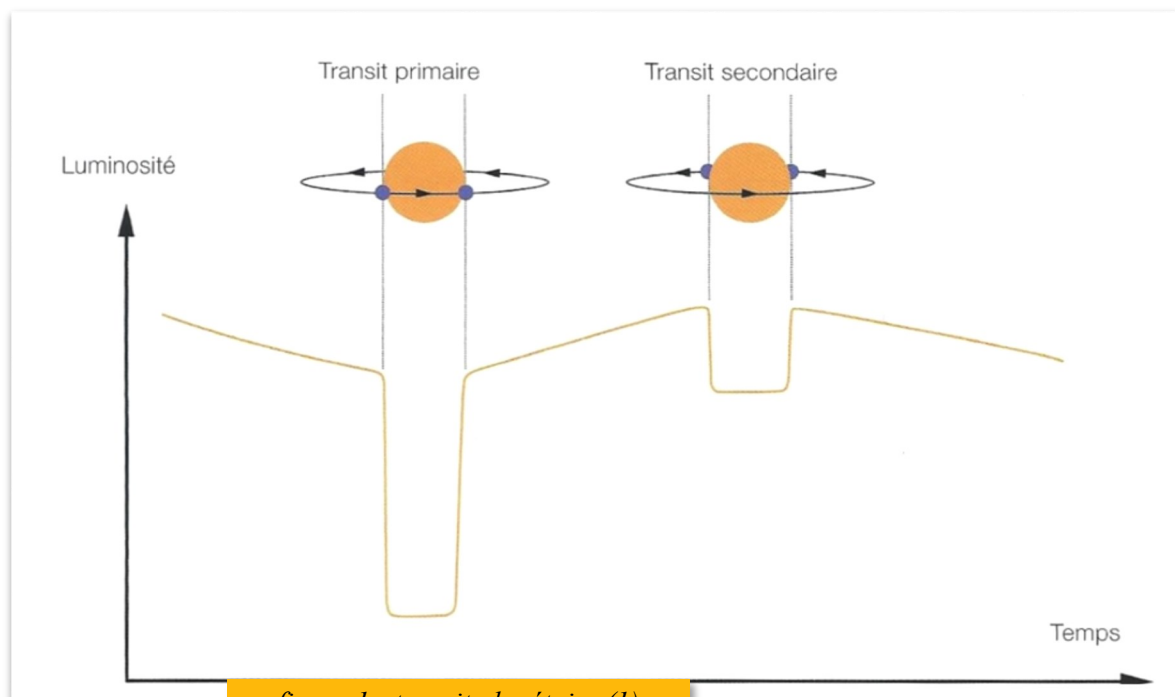


figure 1 : transit planétaire (1)

L'intervalle de temps entre deux transits correspond à la période de révolution de l'exoplanète. La méthode du transit permet de mesurer le rayon de l'exoplanète ; elle est très complémentaire de la vélocimétrie qui donne le calcul de la masse ; on obtient ainsi la densité ce qui permet de déterminer si l'exoplanète est gazeuse ou tellurique.

Dans la répartition en masse des exoplanètes connues à ce jour (figure2), on distingue deux groupes : les planètes telluriques (0,03 Mjup) et les planètes gazeuses (1 Mjup). La transition entre les deux se situe à 0,1 Mjup. Le très petit nombre de planètes en-dessous du millième de Mjup est dû aux limites actuelles de l'instrumentation

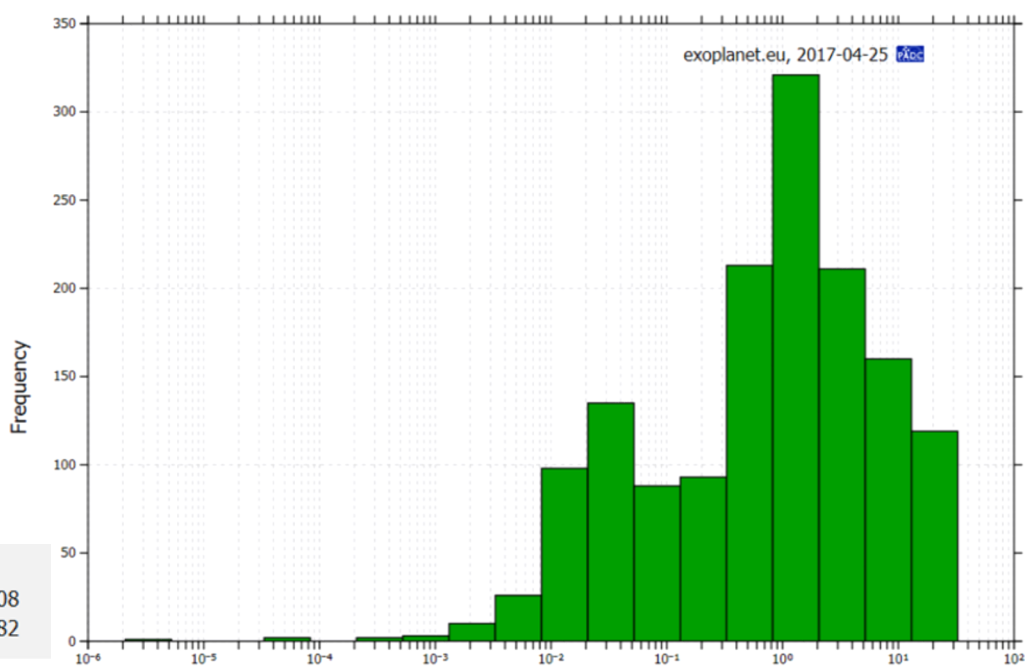


figure 2 : histogramme des masses des planètes – crédit exoplanet.eu

		Profondeur = $[Rp/Rc]^2$
Soleil	$7,0 \times 10^5$ km	
Jupiter	$7,1 \times 10^4$ km	1 %
Mars	$3,4 \times 10^3$ km	0,002 %
Terre	$6,4 \times 10^3$ km	0,01 %
Venus	$6,0 \times 10^3$ km	0,007 %
Mercure	$2,4 \times 10^3$ km	0,001 %

ce qui n'exclut pas la possibilité de leur existence.

Pour évaluer les limitations de la méthode des transits, comparons les rayons respectifs des planètes du système solaire pour évaluer la profondeur de leur transit devant le soleil. Aucune des planètes telluriques du système solaire ne pourrait être découverte par cette méthode. En effet, la précision des mesures effectuées depuis le sol sont limitées à environ 1%, car elles sont fortement perturbées par la turbulence atmosphérique terrestre. Il serait donc exclu de pouvoir observer un transit d'une planète tellurique comme la Terre devant son étoile. Quant à Jupiter et les autres géantes gazeuses, même si la profondeur est compatible avec la précision des mesures, la période d'environ 12 ans pour Jupiter rendrait très peu probable l'observation d'un seul transit depuis une autre étoile.

Observer depuis l'espace

Il est donc nécessaire d'observer depuis l'espace. En 2006, l'Europe lance le satellite Co-

Rot qui va mesurer le flux lumineux des étoiles jusqu'en 2014 avec une précision de 0.02% : c'est cependant encore insuffisant pour pouvoir détecter des exoterres.

Le satellite Kepler, lancé en 2009, a été conçu spécifiquement pour la stabilité de la mesure des flux lumineux. Ses panneaux solaires sont repliés et grâce à son orbite de 372 jours autour du soleil, il n'est jamais ébloui : il regarde toujours dans la direction de la constellation du Cygne entre Deneb et Vega, une région riche en étoiles (figure 3). Pendant 4 ans, son capteur de 95 mégapixels a enregistré en continu la brillance de 150 000 étoiles, en prenant une mesure toutes les 30mn avec une précision de 0.002%. Il a connu, en 2013, une panne de gyroscope ce qui a obligé la NASA à redéfinir sa nouvelle mission appelée K2 pour observer le ciel profond pendant environ 80 jours jusqu'à ce qu'il soit nécessaire de tourner le satellite pour éviter son éblouissement.

Tous les transits observés par Kepler sont des candidats et les astronomes doivent les

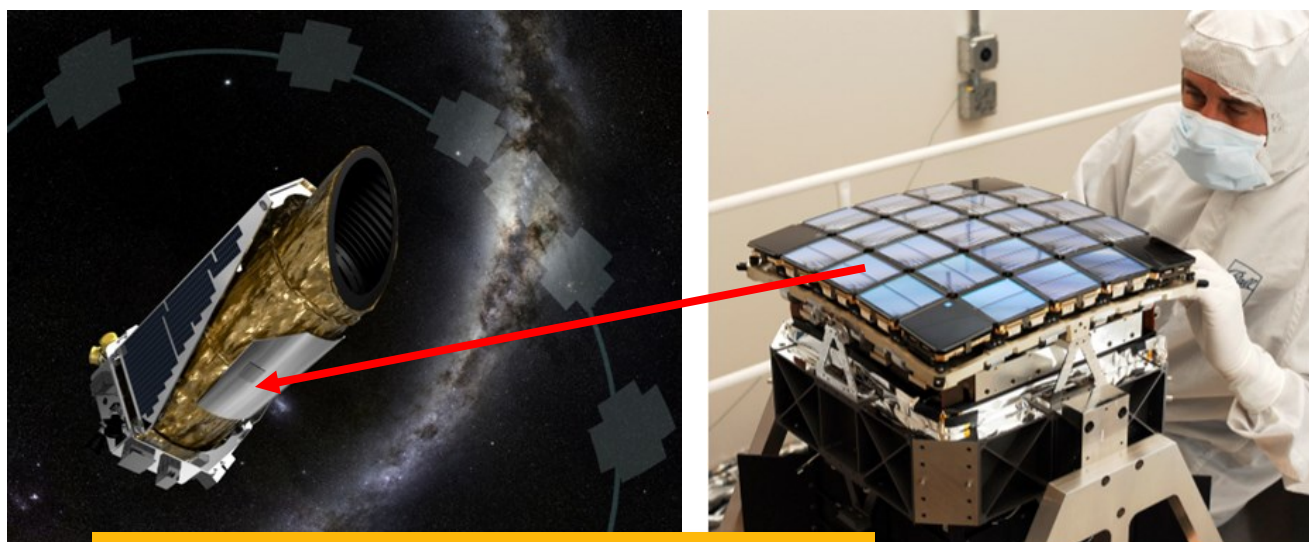


figure 3: le satellite Kepler et son capteur – crédit nasa.org

confirmer par vélocimétrie pour les valider comme étant des exoplanètes. Sur presque 5000 exoplanètes candidates, plus de 3600 ont été vérifiées et 2325 ont été découvertes par Kepler.

Cette énorme masse de données générées est accessible publiquement et vous pouvez contribuer à leur dépouillement en rejoignant le projet **exoplanet explorer** pour essayer de découvrir une exoplanète.

<https://www.zooniverse.org/projects/ianc2/exoplanet-explorers>

Si nous regardons le diagramme masse-séparation (figure 4), nous remarquons que les exoplanètes en transit, en bleu, sont en dessous de 1 unité astronomique. Ce biais expérimental est essentiellement dû au fait que Kepler a observé les mêmes étoiles seulement pendant quelques années. Il ne pouvait pas détecter des exoplanètes à longue période donc éloignées de leur étoile. Par contre, en raison de sa grande précision, il a révélé des exoplanètes de petite masse, inférieure à la Terre mais toutes sont plus proches de leur étoile que la Terre du Soleil, ce qui peut entraîner des températures élevées, incompatibles avec la présence d'eau liquide nécessaire à la vie. Ce qui va

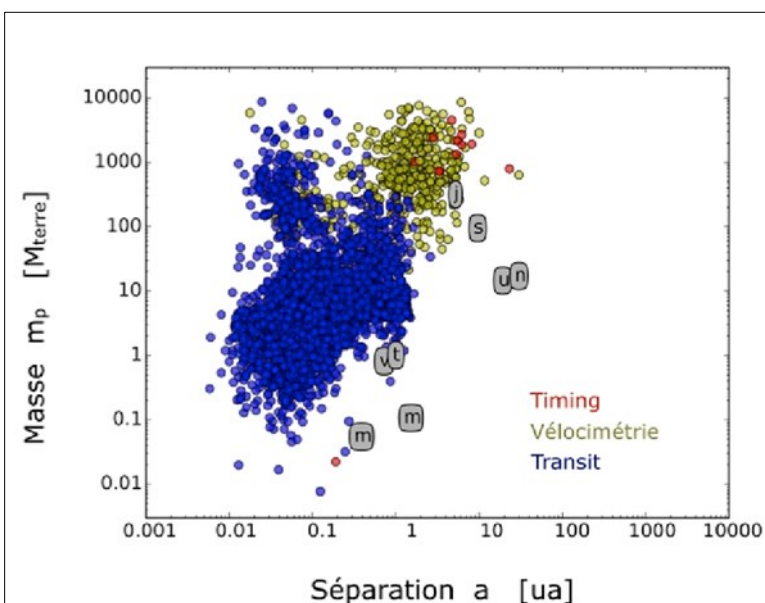


figure 4 : diagramme masse-séparation des exoplanètes Kepler
crédit exoplanet.eu (2)

nous amener à définir le concept de « zone habitable ».

Si nous rajoutons au diagramme précédent toutes les exoplanètes découvertes par d'autres techniques (figure 5), en particulier l'imagerie directe (en vert) qui devient possible lorsque la planète, associée à une grande séparation de son étoile, est très massive, nous voyons que toutes les planètes sont réparties dans les zones acces-

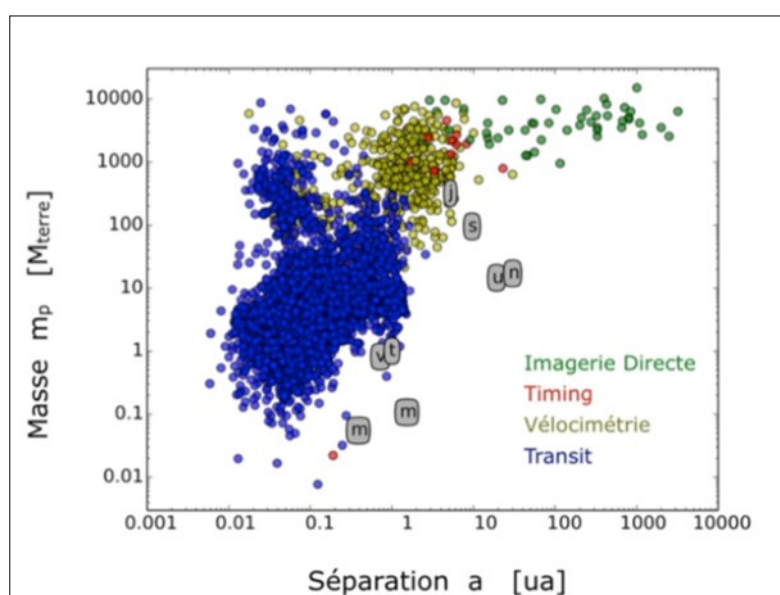


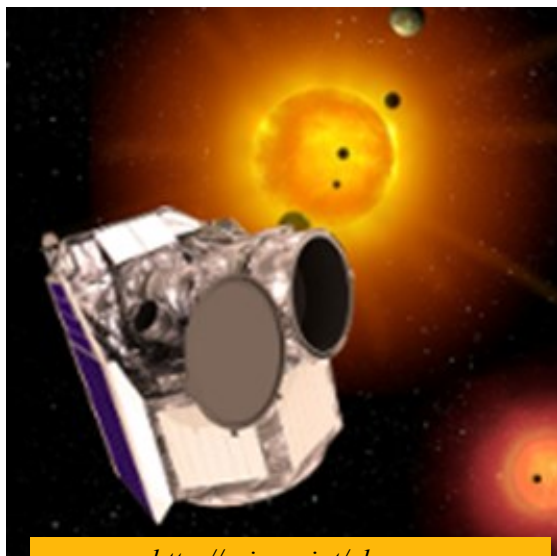
figure 5 : diagramme masse-séparation pour l'ensemble des techniques – crédit exoplanet.eu (2)

sibles par la technologie et que la partie vide sous la diagonale est due aux limitations actuelles des instruments.

Les successeurs de Kepler

Deux successeurs de Kepler sont prévus pour être lancés en 2017- 2018.

CHEOPS - CHAracterising ExOPlanet Satellite - conçu par l'ESA pour rechercher les transits d'exoplanètes par photométrie ultra haute sensibilité autour d'étoiles brillantes dont on sait déjà qu'elles possèdent des planètes. Sa mission principale sera de mesurer avec une très grande précision le rayon et la densité de « super-Terres » et de « Neptunes » afin de sélectionner les cibles appropriées pour les futurs télescopes E-ELT (European-Extra Large Telescope) au sol et JWST (James Webb Telescope) au sol et JWST (James Webb



<http://sci.esa.int/cheops>



<https://tess.gsfc.nasa.gov>

Space Telescope) dans l'espace qui effectueront des analyses spectrales de leurs atmosphères.

TESS – Transiting Exoplanet Survey Satellite – projet dirigé par le MIT dont le but principal est de détecter des petites planètes rocheuses ou glacées autour d'étoiles bril-

lantes afin de caractériser en détails les planètes et leur atmosphère.

L'imagerie directe

Une vingtaine d'exoplanètes a pu être photographiée directement en occultant la lumière de l'étoile à l'aide d'un coronographe. Ce sont de grosses planètes très éloignées de leur étoile (figure 6).

Status "confirmed" in planet_status and "imaging" in detection and period > 0.1

Showing 21 planets / 17 planetary systems / 2 multiple planet systems All fields

Show entries Planet Search Show / hide columns

Planet	Mass (M_{Jup})	Radius (R_{Jup})	Period (day)	a (AU)	e	i (deg)	Ang. dist. (arcsec)	Discovery	Update
51 Eri b	9.1	1.11	14965	14	0.21	138	—	2015	2017-04-13
CFBDS 1458 b	10.5	—	14227	2.6	—	—	0.112554	2011	2017-03-10
GJ 758 b	45	—	109000	44.8	0.564	43.6	3.516129	2009	2017-03-06
beta Pic b	7	1.65	13288	13.18	0.323	89.01	0.440415	2008	2016-12-06
11 Oph b	21	—	730000	243	—	—	1.675862	2007	2016-02-26
Kepler-70 c	0.0021	0.078	0.34289	0.0076	—	—	0.000006	2011	2016-02-24
Kepler-70 b	0.014	0.068	0.2401	0.006	—	—	0.000005	2011	2016-02-24
WISE J0720-0846	62	—	1388	1.3	0.8	93.5	—	2014	2015-11-24
WISE 0458+6434 b	13	1.009	25800	5	—	—	—	2011	2015-10-16
LKCA 15 b	6	—	40000	15.7	—	—	0.108276	2011	2015-09-09
DE0823-49 b	31.5	—	247.75	0.36	0.36	52.2	—	2013	2015-06-01
HR 8799 b	7	1.2	164250	68	0	28	1.725888	2008	2015-03-13
WISE 1217+16A b	22	0.96	47400	7.6	—	—	—	2012	2015-03-05
WISE 1711+3500 b	18	—	125000	15	—	—	—	2012	2015-03-05
Fomalhaut b	3	—	320000	115	0.11	—	14.92731	2008	2014-05-22
HR 8799 d	10	1.2	41054	27	0.1	28	0.685279	2008	2013-08-30
HR 8799 c	10	1.3	82145	42.9	0	28	1.088832	2008	2013-08-30
HR 8799 e	9	—	18000	14.5	—	—	0.36802	2010	2013-08-30
2M 0746+20 b	30	0.97	4640	2.897	0.487	138.2	0.237265	2010	2012-01-20
2M 2140+16 b	20	0.92	7340	3.53	0.26	46.2	0.1412	2010	2012-01-20
2M 2206-20 b	30	1.3	8686	4.48	0	44.3	0.167979	2010	2012-01-20

Showing 1 to 21 of 21 entries First Previous 1 Next Last

figure 6 : tableau des 21 exoplanètes par imagerie directe - crédit exoplanet.eu

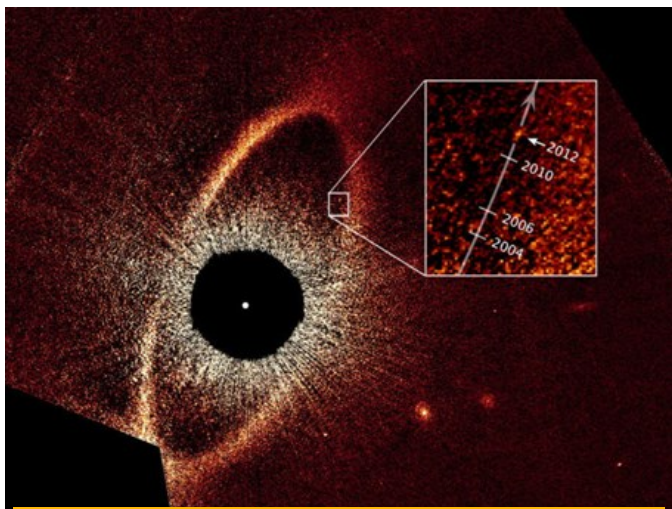
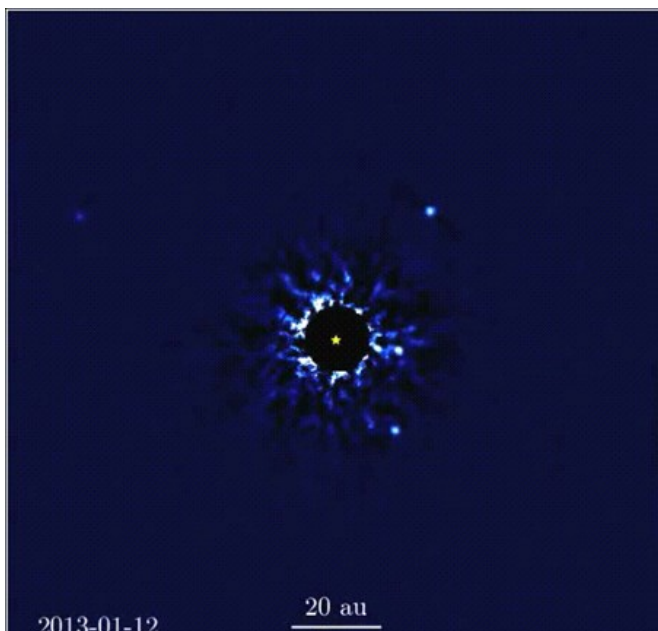


Image en couleur composite décrivant le mouvement de la planète Fomalhaut b, un monde capturé par imagerie directe (NASA, ESA, and P. Kalas, University of California, Berkeley and SETI Institute)

Les systèmes planétaires

Une autre question est de savoir si ces exoplanètes sont isolées autour de leur étoile ou bien si elles constituent des systèmes stellaires semblables au système solaire. Nous retrouvons une grande diversité de systèmes dont certains, comme pour le soleil, ont les grosses planètes à l'extérieur et les plus petites à l'intérieur.

Nous décrivons par la suite le tout dernier système planétaire découvert autour de Trappist-1.



L'étoile HR 8799 (au centre), un jeune système planétaire de 30 millions d'années à 129 al enregistré entre 2009 et 2016 avec HR 8799e (à droite), HR 8799d (en bas à droite), HR 8799c (en haut à droite), HR 8799b (en haut à gauche) - crédit [W. M. Keck Observatory](http://www.wmkeckobservatory.org)
https://en.m.wikipedia.org/wiki/HR_8799

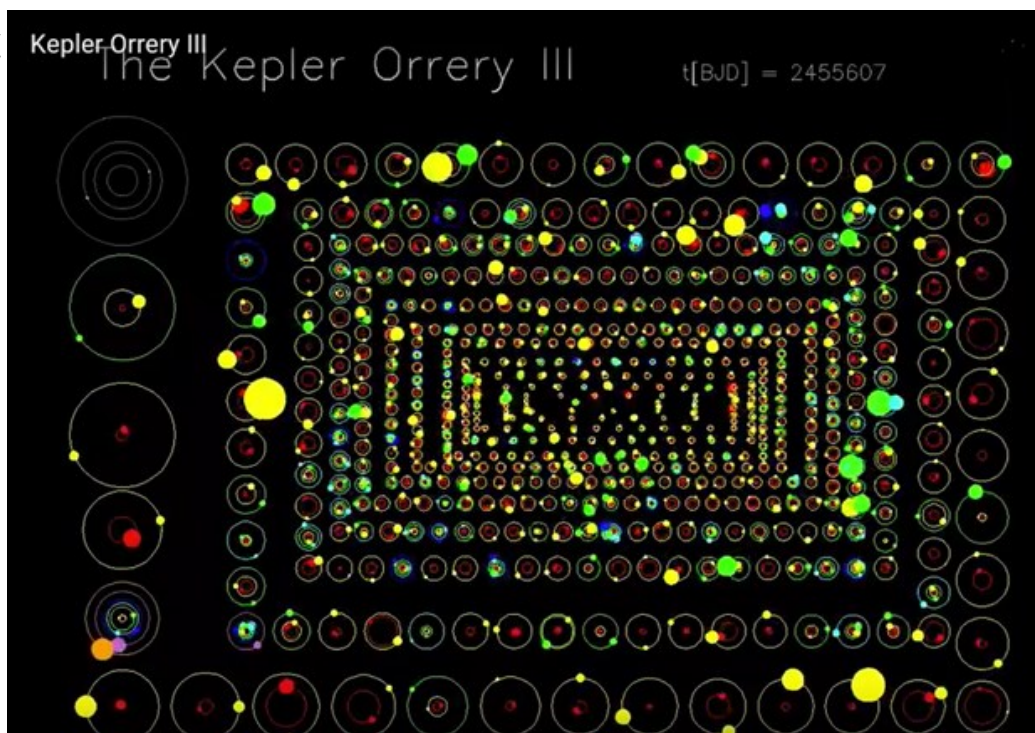


figure 7 : taille relative et orbites de tous les systèmes planétaires découverts par Kepler jusqu'en novembre 2013. Graphisme réalisé par l'astronome Dan Fabrycky

Y-a-t-il une vie extraterrestre ?

La conséquence de cette moisson fructueuse d'exoplanètes conduit logiquement à se poser la question de l'existence sur ces planètes d'une forme de vie possible. Le seul modèle de vie que nous pouvons observer est celui de notre planète : la Terre. Bien que l'origine de la vie nous soit encore inconnue, l'hypothèse scientifiquement admise est que la vie a pris naissance dans les profondeurs des océans autour de sources hydrothermales chaudes. Les composés organiques, à partir desquels se sont construites les premières molécules complexes de protéines et d'ARN primitifs, auraient été apportées par les bombardements massifs d'astéroïdes et de comètes pendant le premier milliard d'années après la formation de la Terre (1). Certains de ces composés ont pu être identifiés par Philae sur la comète Tchoury.

Zone habitable

La présence d'eau à l'état liquide semble être la condition essentielle pour l'apparition de la vie. L'état liquide est fonction de la température et de la pression à la surface de la planète et donc de l'énergie reçue de son étoile. Plus l'étoile est chaude plus son rayonnement est énergétique. Plus la planète est éloignée de l'étoile moins elle reçoit de rayonnement. L'énergie reçue est proportionnelle à la luminosité de l'étoile divisée par le carré de son éloignement.

Il y a donc une région, à une certaine distance de l'étoile, dans laquelle la température permettrait la présence d'eau liquide à sa surface. En-deçà de cette distance l'eau serait à l'état vapeur, au-delà, à l'état solide sous forme de glace. L'intérieur de cette région est ce que l'on définit comme la « zone habitable ». Il faut cependant tenir compte

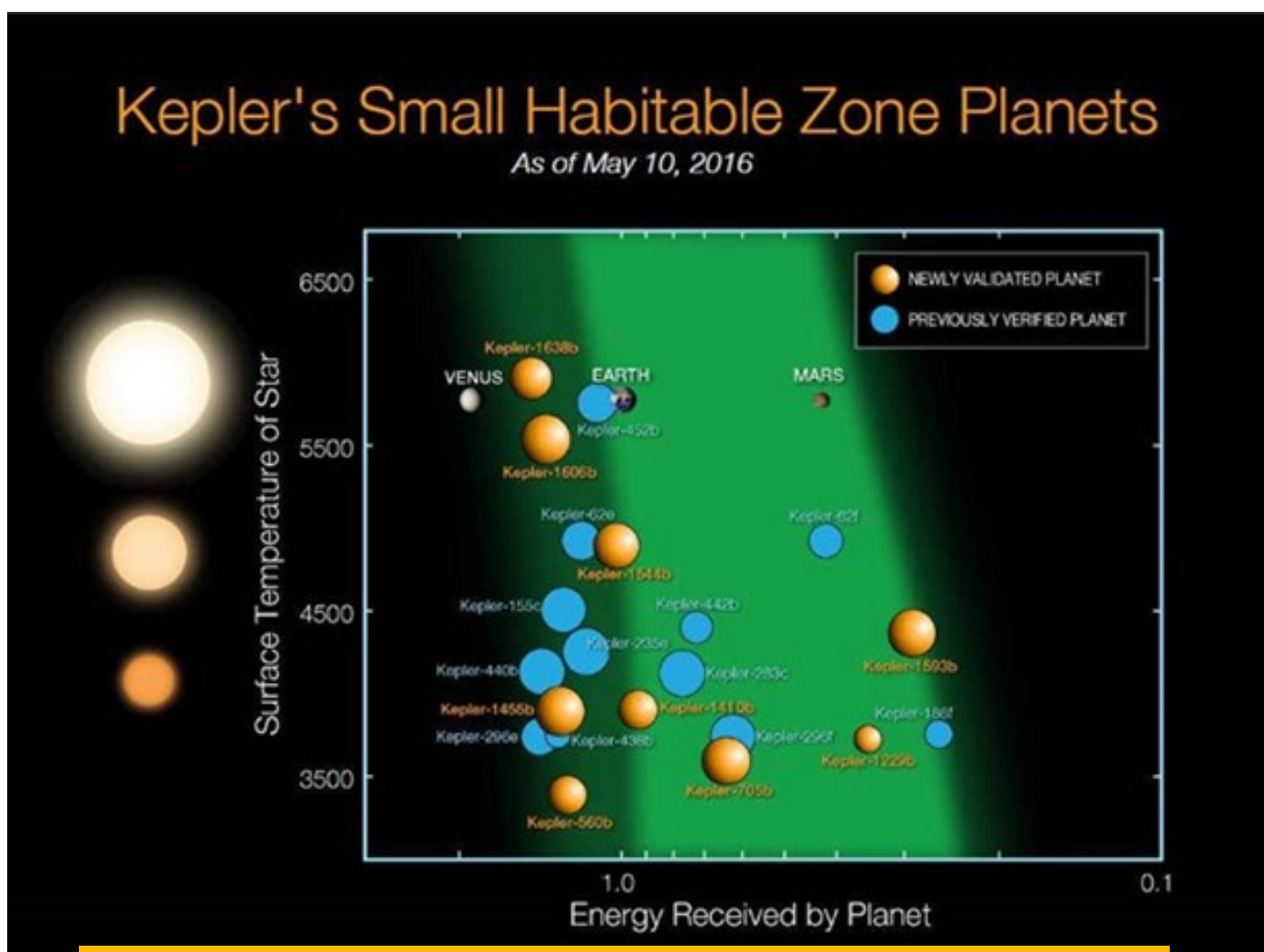


figure 8 : représentation des 21 exoplanètes rocheuses connues se situant dans la zone habitable

d'un possible effet de serre dû au gaz carbonique qui, augmentant potentiellement la température, repousse les limites de la zone habitable vers l'extérieur. Mais comme l'atmosphère des exoplanètes nous est inconnue, l'effet de serre ajoute une incertitude sur les limites de la zone habitable.

Sur les plus de 4000 exoplanètes découvertes seulement une vingtaine, soit 0,5%, se trouve dans la zone habitable, pouvant potentiellement abriter la vie.

L'oxygène souffle de vie

Sur la Terre, par la suite, pendant le deuxième milliard d'années, les premiers organismes vivants, les cyanobactéries, auraient produit de l'oxygène, répandu alors en masse dans l'atmosphère primitive. La photosynthèse oxygénique, sous l'action du rayonnement solaire, fixe le gaz carbonique. Le carbone est enfoui au fond des océans et libère le surplus d'oxygène qui s'accumule dans l'atmosphère. La réaction inverse est l'oxydation des sucres par les organismes vivants

qui consomment l'oxygène en produisant du gaz carbonique.

Un équilibre s'est établi il y a environ 500 millions d'années : cette atmosphère d'oxygène s'est maintenue sur Terre grâce à la photosynthèse des plantes, en particulier des forêts, qui absorbent le gaz carbonique pour libérer de l'oxygène. Sans ce renouvellement permanent, l'oxygène se fixe dans les roches et disparaît. Le dioxygène (O_2) se transforme en ozone (O_3) dans les hautes couches et protège la vie des effets destructeurs des ultraviolets.

Le concept de zone habitable est souvent critiqué : habitable est un adjectif très mal choisi car il peut sous-entendre potentiellement habité. L'habitabilité d'une planète exige des contraintes supplémentaires comme la protection des rayonnements ionisants par une magnétosphère, elle ne peut se restreindre à la seule présence d'eau liquide en surface. La zone habitable est mieux décrite en disant que c'est la zone où la photosynthèse est possible, et où l'eau et le rayonnement stellaire sont disponibles simultanément. Ce sera la région privilégiée pour une future recherche de signatures spectrales atmosphériques liées à la vie (3).

La signature du vivant

La présence d'oxygène et d'ozone dans l'atmosphère d'une planète est détectable par spectroscopie, elle sera un indicateur d'une possible bio-signature. Il faut rester prudent en considérant que l'oxygène peut aussi avoir une origine différente, abiotique, telle la photodissociation de la molécule d'eau. Une concentration d'ozone importante, proche de celle de la Terre et la détection simultanée d'ozone, gaz carbonique et eau, seraient des marqueurs plus significatifs (3). Ce type de spectre sera

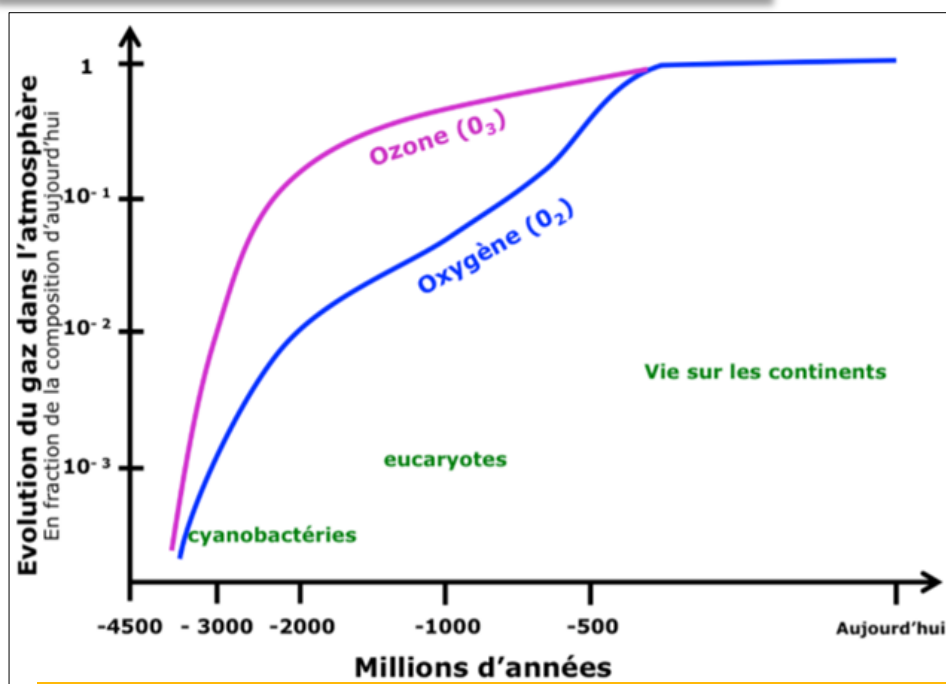
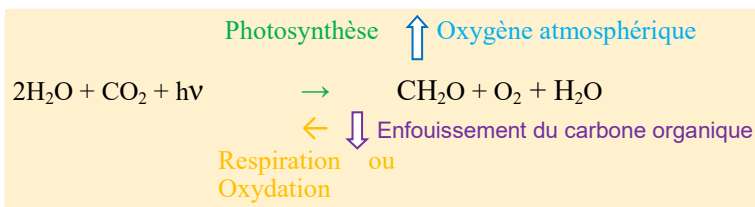


figure 9 : évolution de la composition en O_2 et O_3 de l'atmosphère terrestre (2)

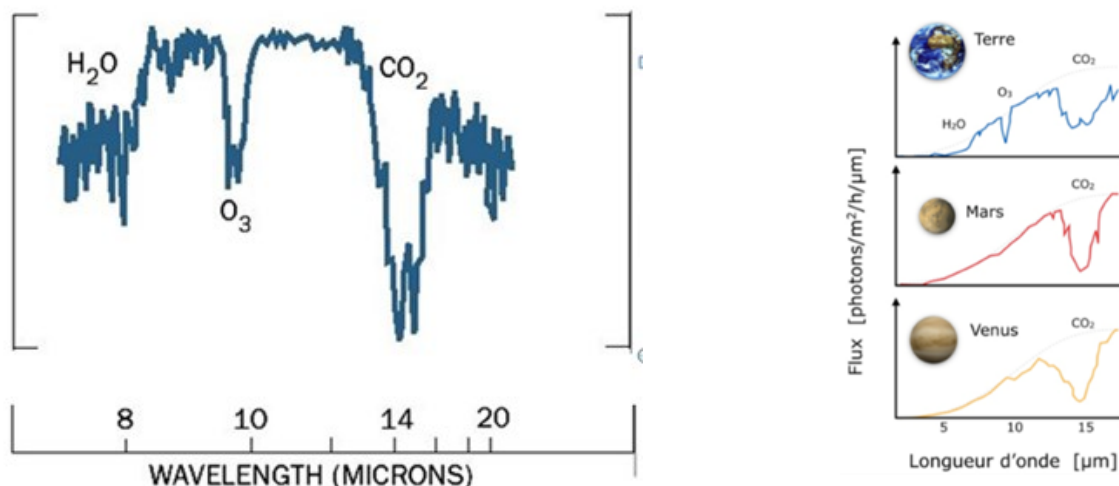


figure 10 : spectre hypothétique d'absorption de l'atmosphère d'une exoplanète qui montrerait une bio-signature comparable à la Terre (2)

très difficile à mesurer en particulier pour les petites planètes de la taille de la Terre. Le James Webb Space Telescope (JWST) conçu en collaboration entre la NASA et l'ESA, lancement prévu en 2018 de Kourou, sera le successeur de Hubble. Il étudiera l'atmosphère des exoplanètes de type Jupiter et sera

à la limite de sa sensibilité pour des exo-Terres.

Pour les exoplanètes qui ne transitent pas, situées en général à grande distance de leur étoile, le spectre de l'atmosphère est pris par imagerie à fort contraste : on sépare l'image de la planète de l'image de l'étoile à l'aide

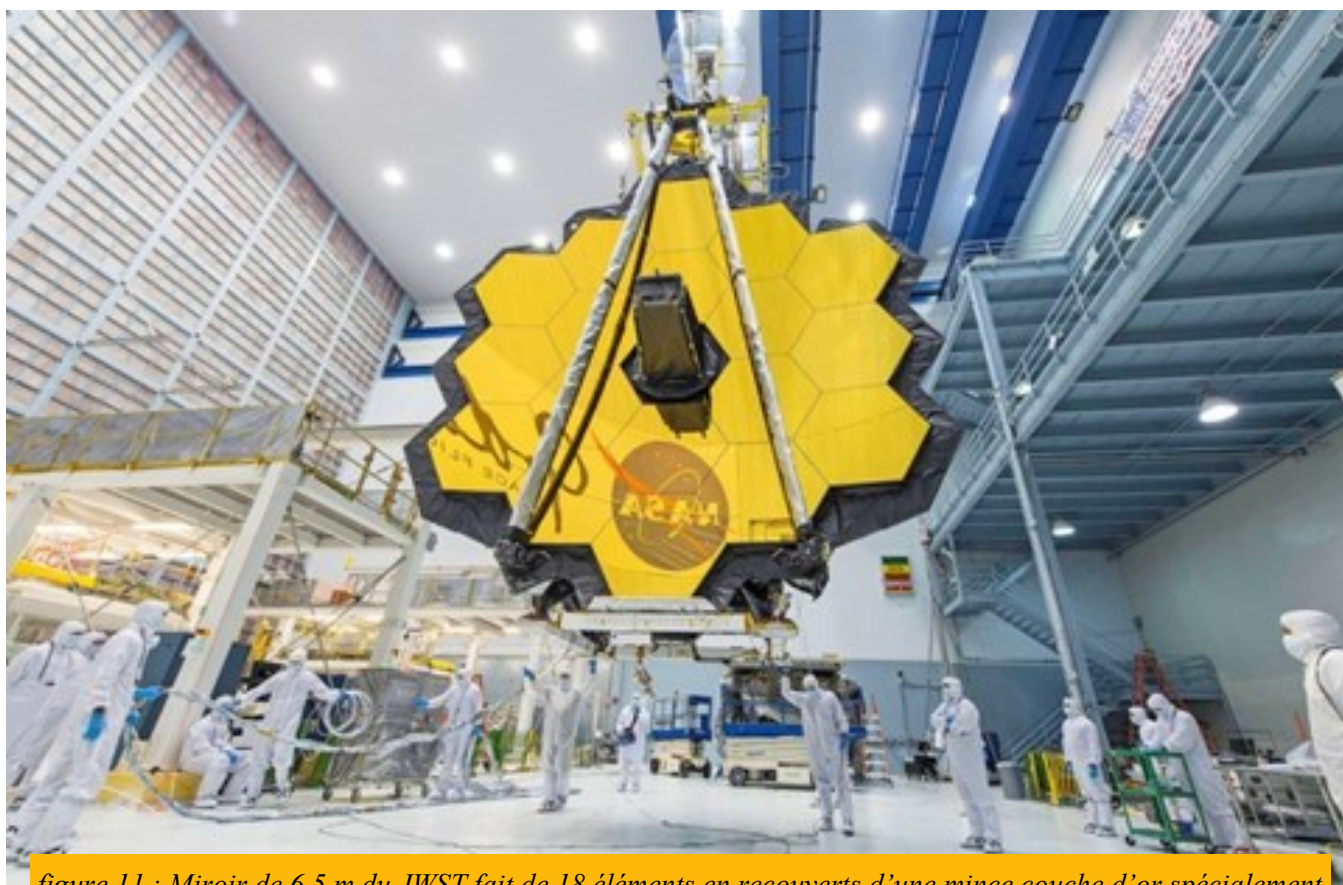


figure 11 : Miroir de 6,5 m du JWST fait de 18 éléments en recouverts d'une mince couche d'or spécialement conçus pour réfléchir la lumière infrarouge.

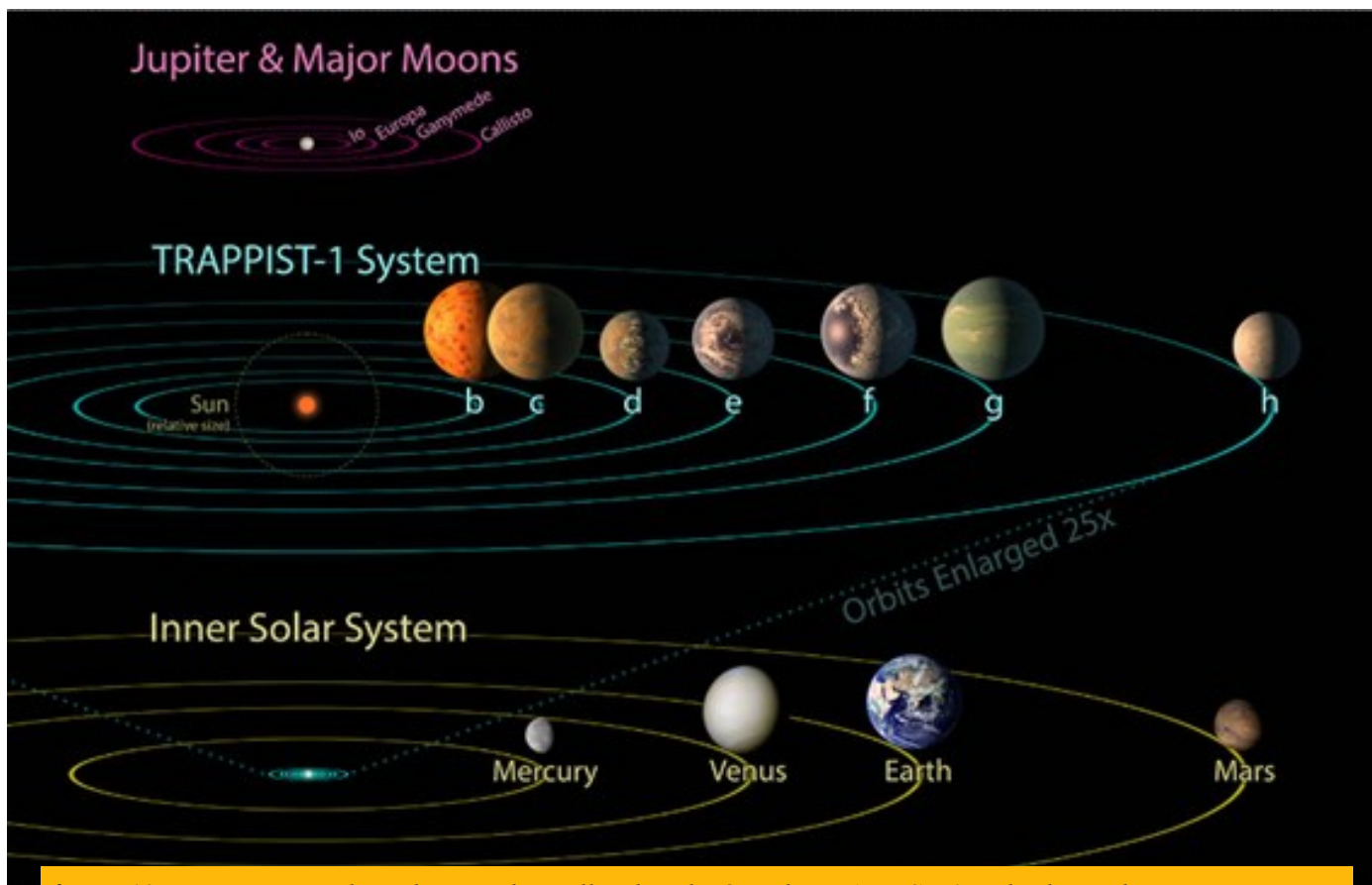


figure 12 : comparaison des orbites et des tailles des planètes de TRAPPIST-1 et des lunes de Jupiter
 TRAPPIST-1 (e, f, g sont dans la zone habitable) Crédit NASA et ESO/O.Furtak

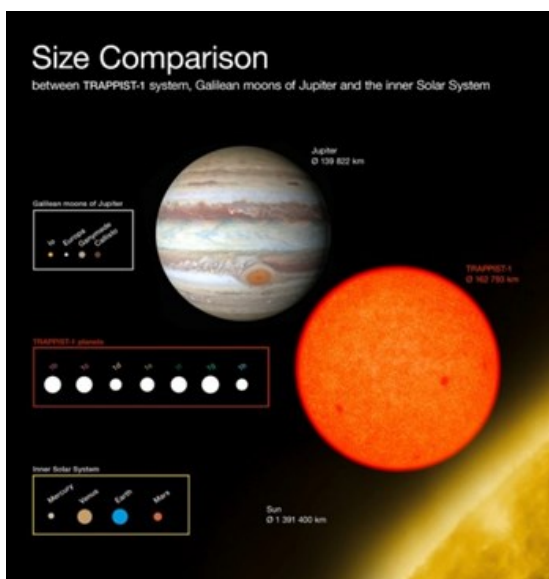
Un système planétaire fait de Terres

En Mai 2016 TRAPPIST (TRAnsiting Planets and Planetesimals Small Telescope), un télescope belge de 0,6 mètre géré par l'Université de Liège et basé à l'Observatoire de La Silla de l'ESO au Chili, découvre un système de 3 planètes autour d'une naine rouge ultra froide. Michaël Gillon le découvreur obtient du temps d'observation sur le télescope Spitzer de la NASA et en février il publie dans Nature la découverte de 4 exoplanètes supplémentaires (4).

Ce système planétaire de 7 exoplanètes, dont 3 se trouvent dans la zone habitable, présente tous les avantages pour être une excellente cible pour la recherche de bio-signatures dans les atmosphères par le futur

JWST. Les exoplanètes sont toutes de la taille de la Terre, autour de TRAPPIST-1, une étoile de faible masse (10 % de la masse solaire) le rapport des rayons R_p/R_e est donc en faveur d'un signal plus intense lorsque

l'on soustrait le spectre de la lumière quand la planète est visible et quand elle est cachée derrière l'étoile, cette différence, c'est précisément le spectre de la planète. L'étoile étant relativement proche à 40 al, même si son rayonnement lumineux est faible, il demeure suffisant. De plus elle rayonne principalement dans l'infrarouge qui est le domaine spectral privilégié du futur télescope JWST.



Planet	Mass (M_{Jup})	Radius (R_{Jup})	Period (day)	a (AU)	e	i (deg)	Ang. dist. (arcsec)	Discovery	Update
TRAPPIST-1 h	—	0.0674	20	0.063	—	89.8	—	2017	2017-02-22
TRAPPIST-1 g	0.00422	0.1005	12.35294	0.0451	0	89.71	—	2017	2017-02-22
TRAPPIST-1 f	0.0021	0.09323	9.20669	0.0371	0	89.68	—	2017	2017-02-22
TRAPPIST-1 e	0.002	0.0819	6.099615	0.02817	0	89.86	—	2017	2017-02-22
TRAPPIST-1 d	0.0013	0.0689	4.04961	0.02144	0	89.75	—	2016	2017-02-22
TRAPPIST-1 c	0.00434	0.09421	2.4218233	0.01521	0	89.67	—	2016	2017-02-22
TRAPPIST-1 b	0.0027	0.09689	1.51087081	0.01111	0	89.65	—	2016	2017-02-22

Chercher au fond des océans

Comme nous l'avons dit, la vie aurait pris naissance au fond des océans, il faut donc prendre en compte également les océans internes présents sous d'épaisses banquises de glace sur les planètes plus froides. Dans ce cas, il ne sera pas possible de mettre en évidence des traces de vie dans l'atmosphère mais il faudrait percer la couche de glace. Seuls des vaisseaux spatiaux avec atterrisseur, pouvant atteindre des distances « accessibles » dans notre système solaire sont envisageables. Les découvertes récentes de geysers sur Europe et Encelade qui attestent de la présence d'océans internes en contact direct avec la couche rocheuse, motive les agences spatiales pour lancer de futures missions autour des satellites de Jupiter comme JUICE (JUPiter ICy moons Explorer, ESA) lancement prévu en 2022, arrivée 2030 et Europa Clipper (NASA). Europe est le seul endroit du système solaire avec la Terre où les trois ingrédients de la vie sont réunis : un océan d'eau liquide sous la glace, des composés organiques et une source d'énergie par une activité hydrothermale.

L'exploration de Saturne : la mission TSSM (Titan Saturn System Mission NASA et ESA) prévoit une sonde orbitale pour survoler Encelade puis orbiter autour de Titan, une montgolfière pour prendre des photos à 10km d'altitude et un atterrisseur pour se poser sur une mer de méthane. Y aurait-il une vie basée sur une chimie exotique développée autour du méthane ?

La recherche d'une vie extraterrestre est biaisée car nous avons tendance à rechercher les mêmes conditions que celles que nous connaissons sur Terre. Elle nécessite donc l'exploration d'un maximum d'exoplanètes sélectionnées parmi celles situées dans la zone ha-

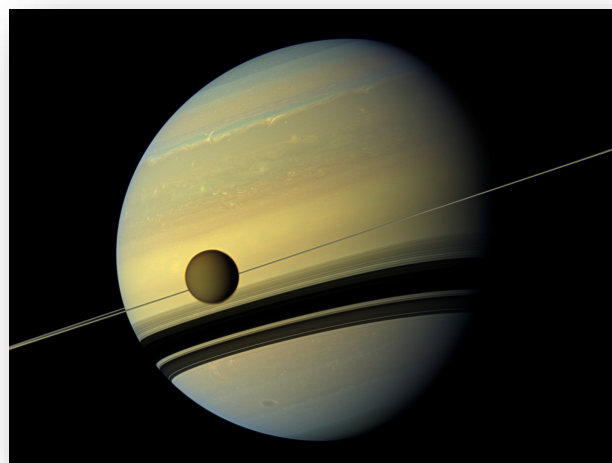
bitable afin d'avoir une vision la plus large possible sur des environnements propices à la vie. Les exoplanètes ne sont pas actuellement atteignables par une sonde spatiale, seuls les satellites de Jupiter ou Saturne pourront nous fournir des preuves tangibles. L'annonce de la découverte éventuelle d'une vie extraterrestre sera un événement si exceptionnel qu'il ne pourra s'appuyer que sur de très nombreux résultats concordants ; elle risque de prendre plusieurs décennies.

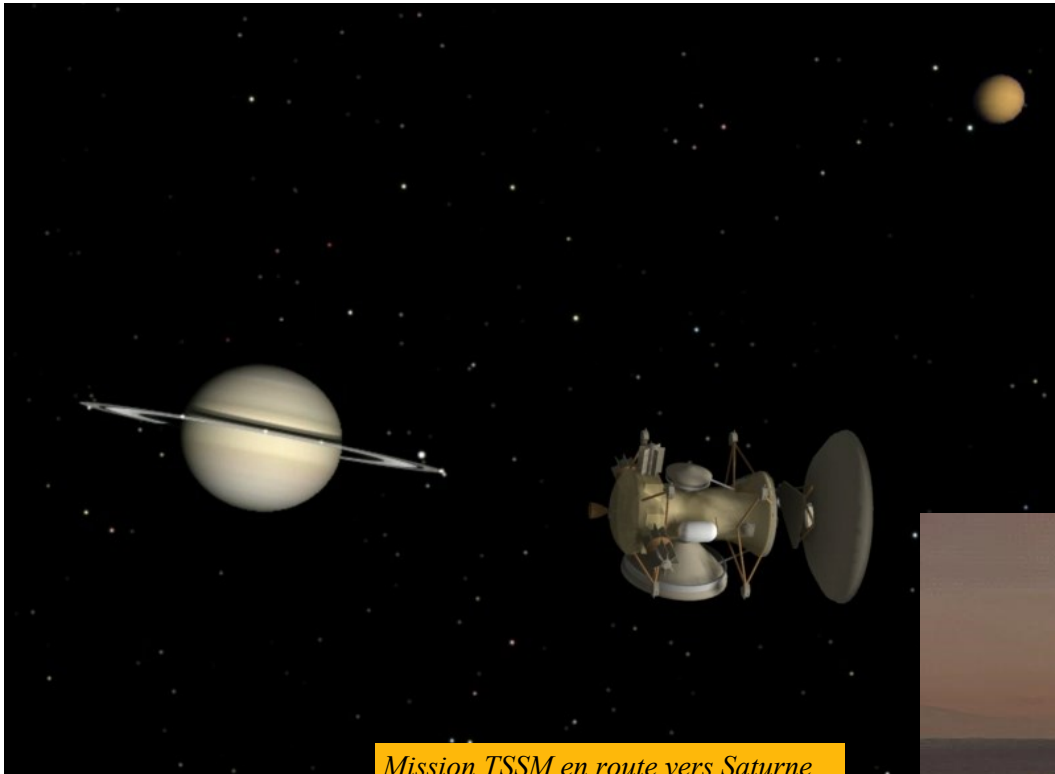
(1) Terres d'ailleurs André Brahic & Bradford Smith, Editions Odile Jacob

(2) MOOC « A la recherche des planètes habitables », Communauté Université Grenoble Alpes

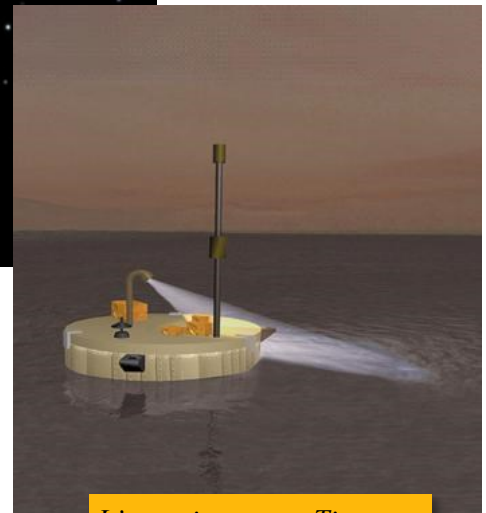
(3) Franck Selsis, University of Exeter www.futura-sciences.com/sciences/actualites/exobiologie-trappist-1-y-chercher-vie-astrophysicien-franck-selsis-nous-explique-66417/)

(4) Michaël Gillon, université de Liège Nature février 2017 <http://www.eso.org/public/archives/releases/sciencepapers/eso1706/eso1706a.pdf>





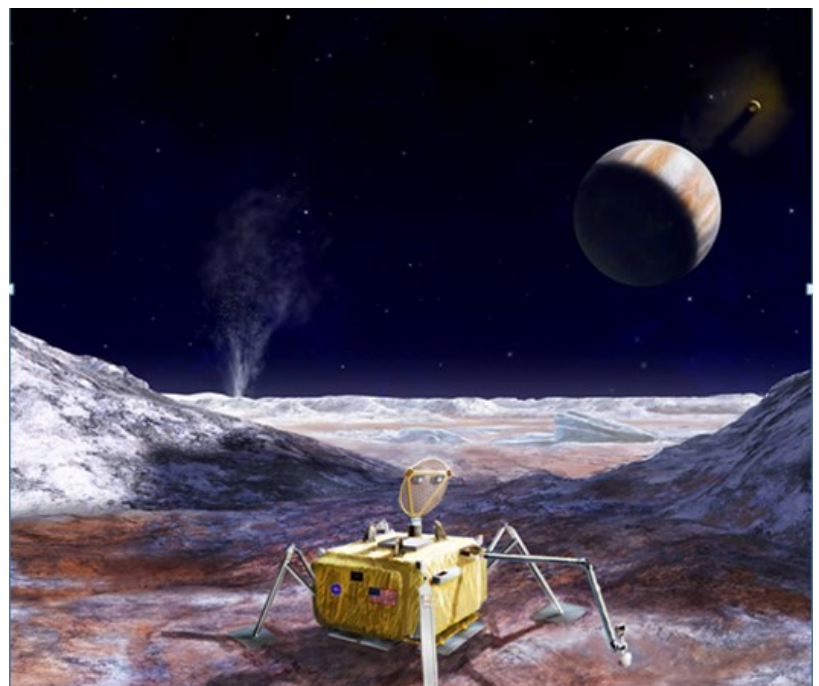
Mission TSSM en route vers Saturne



L'atterrisseur sur Titan



La montgolfière dans l'atmosphère de Titan



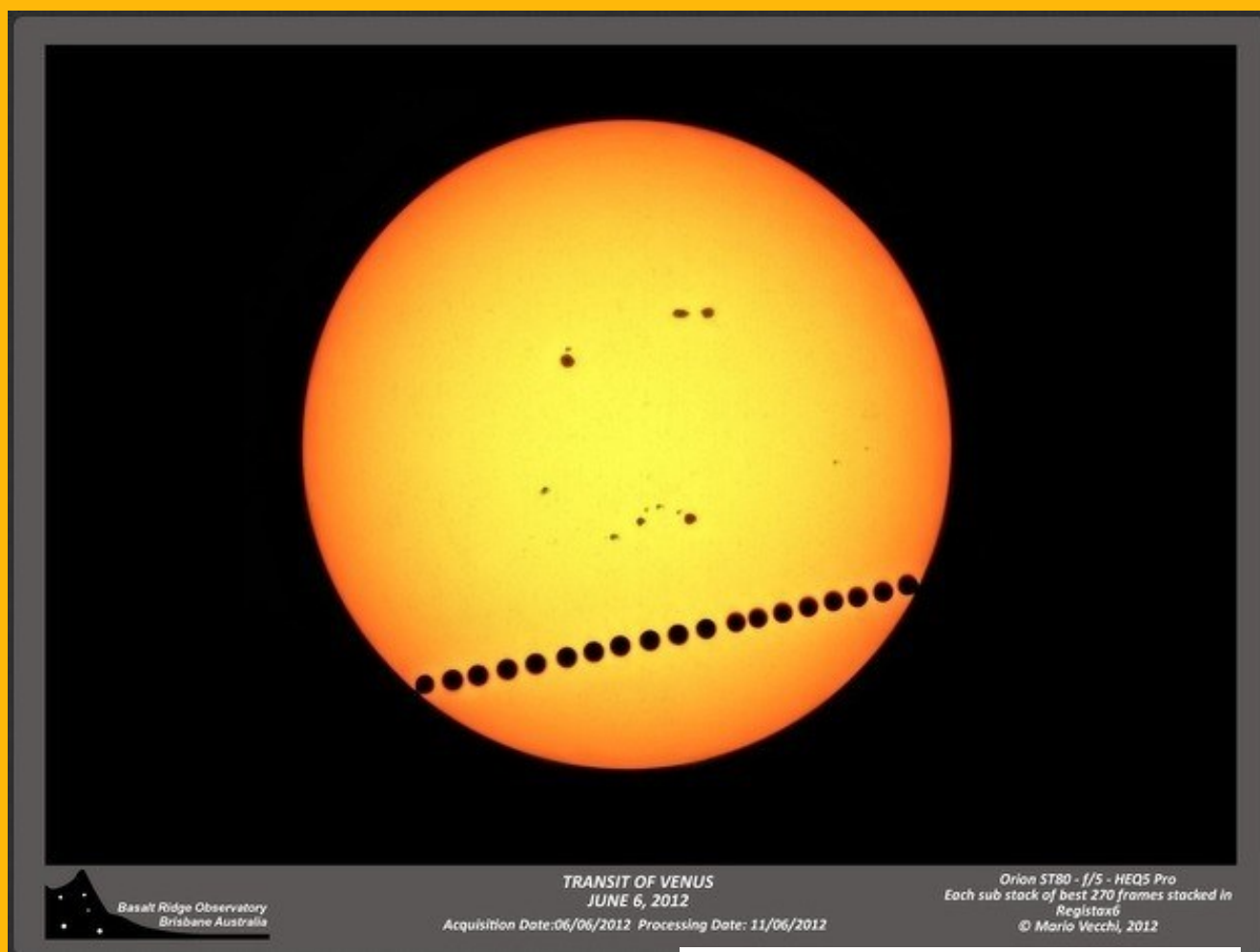
Vues d'artistes d'un atterrisseur sur Europe envisagé par la NASA

C'est arrivé ce jour-là...

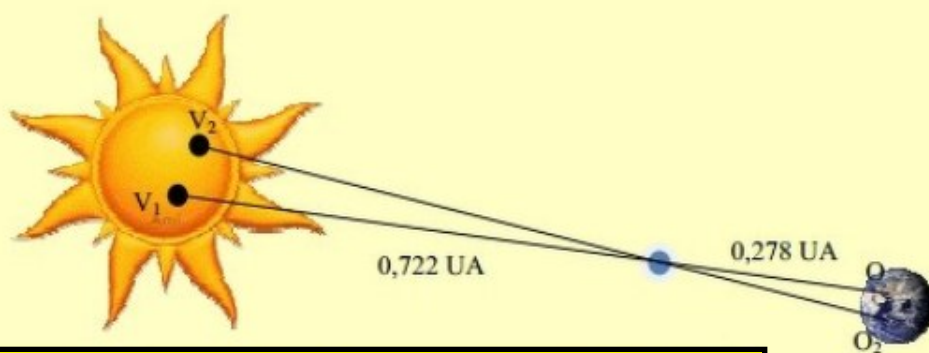
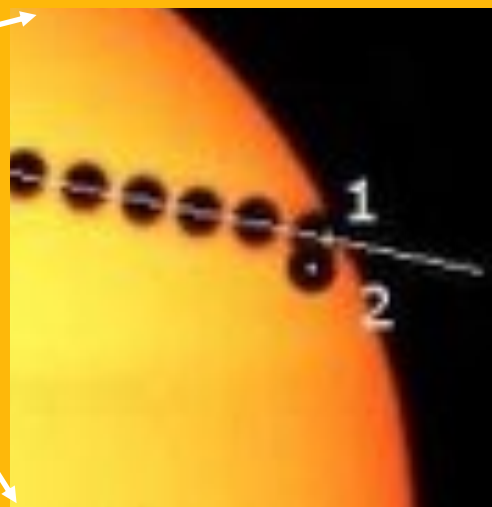
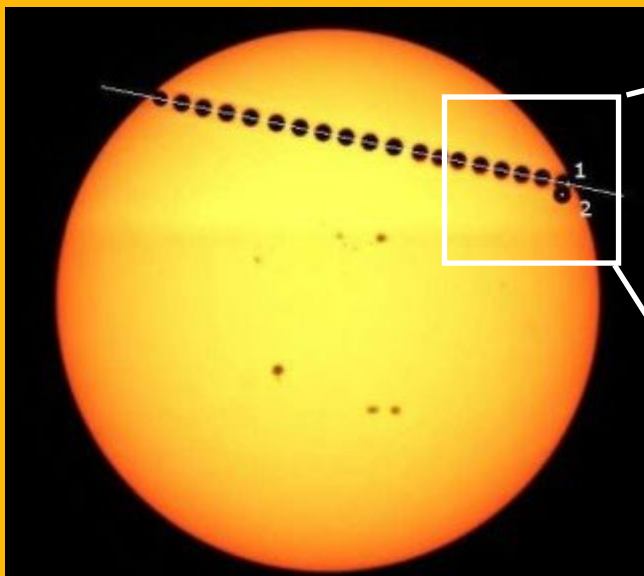
Juin 2012, il y a 5 ans

Le 6 juin 2012, Vénus passait devant le Soleil. Nous voulions profiter de ce transit pour déterminer, à la manière des anciens, la distance Terre-Soleil : l'unité astronomique. Le précédent transit avait eu lieu le 8 juin 2004, mais le suivant est prévu par les éphémérides pour le 11 décembre 2117. C'était donc l'occasion à ne pas rater. Nous nous étions donnés rendez-vous au sommet de la colline de la Revanche à Elancourt dès 6h du matin pour admirer le phénomène qui devait se dérouler à l'aube. Mais, malheureusement, nous n'avons pu admirer que la tour Eiffel à l'horizon et le défilement des nuages dans le ciel. Dans le sud, Bruno a eu plus de chances que nous, mais avec

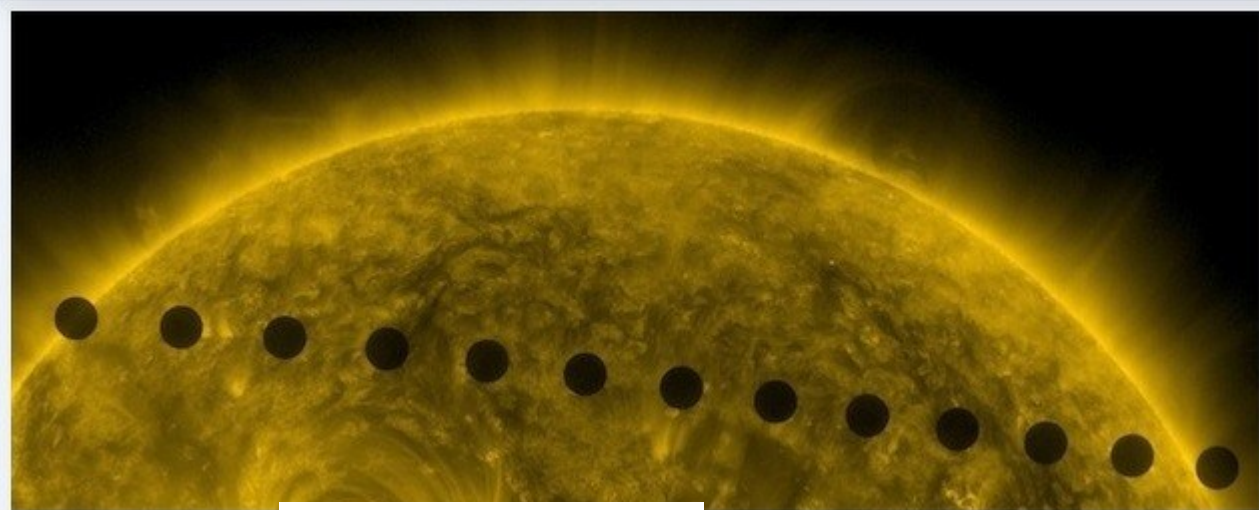
une seule image, impossible de faire de la science. En cherchant sur internet les heureux astronomes qui ont été témoin du transit, je suis entré en contact avec un Italien résidant à Brisbane. Il a pu suivre de chez lui tout le transit. J'ai également récupéré des images de Nicolas Biver, astronome à l'observatoire de Meudon, alors en mission à Hawaï. En combinant les images de Vénus prise au même moment depuis 2 points d'observation différents sur Terre, il est possible de mettre en évidence un léger décalage de la planète sur le disque du soleil : c'est la parallaxe. La mesure de cette parallaxe nous a permis de calculer la distance Terre-Soleil : **154 millions de km**



Le transit par Mario depuis Brisbane



A partir des périodes de révolution respectives de Vénus et de la Terre autour du Soleil, on peut déterminer leur distance au Soleil en UA (Unités Astronomiques), en appliquant les lois de Kepler. Reste à savoir ce que vaut 1 UA...



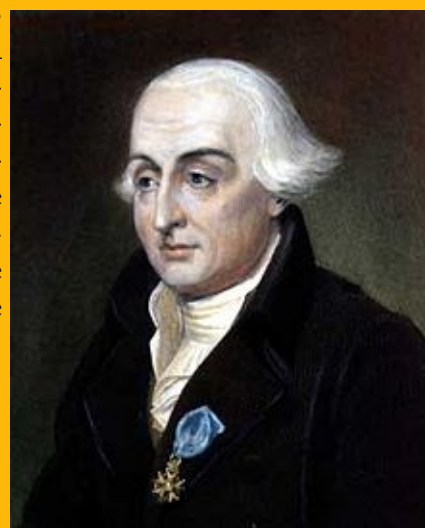
Le transit de Vénus par SDO

Juin 1907, il y a 110 ans

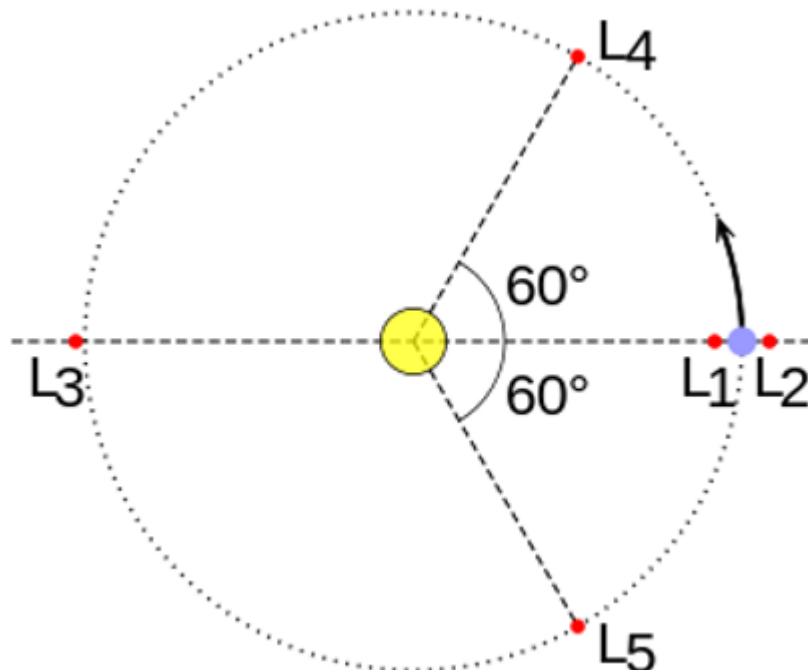
Le 21 juin 1907, Max Wolf et August Kopff décident de baptiser 1906TG, 1906VY et 1907XM respectivement Achille, Patrocle et Hector. Ce sont les trois premiers astéroïdes troyens de Jupiter. Les troyens se situent aux points de Lagrange du système Jupiter - Soleil ; en ces points particuliers, les attractions gravitationnelles de Jupiter et du Soleil sont égales et donc se neutralisent. Ce sont des zones d'équilibre stable ou instable selon les points qui sont au nombre de 5 : de L1 à L5. Les troyens sont localisés autour des points L4 et L5.

Il y a des points de Lagrange pour chacune des planètes du système solaire, on doit théoriquement trouver des troyens sur les orbites de toutes les planètes. On n'en a trouvé aucun pour Mercure et Vénus à cause, probablement, de leur proximité au soleil. C'est très probablement du point L4 de la Terre que l'objet Théia est venu percuter notre planète et a donné

naissance à la Lune. Notre seul troyen actuellement est l'astéroïde 2010TK, Cruithne, découvert en avril 2011. Mars possède 4 troyens : 1 en L4 et 3 en L5. On connaît 6288 troyens pour Jupiter, 4087 en L4 et 2201 en L5. Saturne ne semble pas posséder de troyens, probablement à cause de sa proximité à Jupiter. Uranus en possède 1, en L4 et Neptune 17, 13 en L1 et 4 en L5. Il est également possible de décrire ce genre de configuration pour le système Terre-Lune.



Joseph Louis Lagrange (1736 - 1813)



Les 5 points de Lagrange :

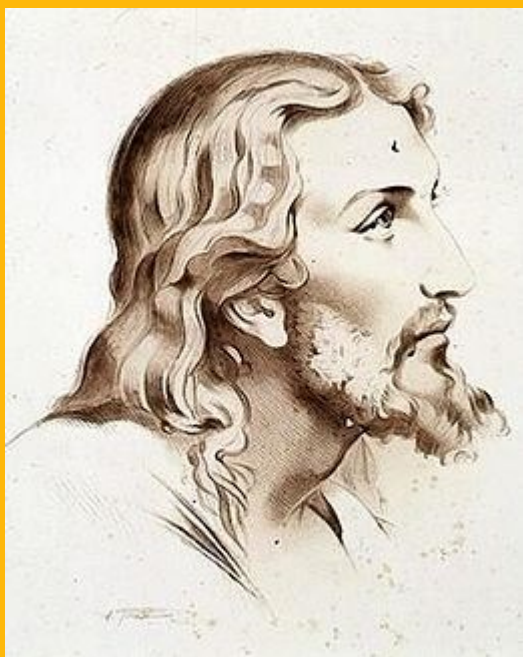
- L1 et L2 de chaque côté de la Terre à 1,5 millions de km.

L1 toujours au soleil, le point idéal pour poster des satellites d'observation du soleil.

L2 toujours protégé du soleil par la Terre.

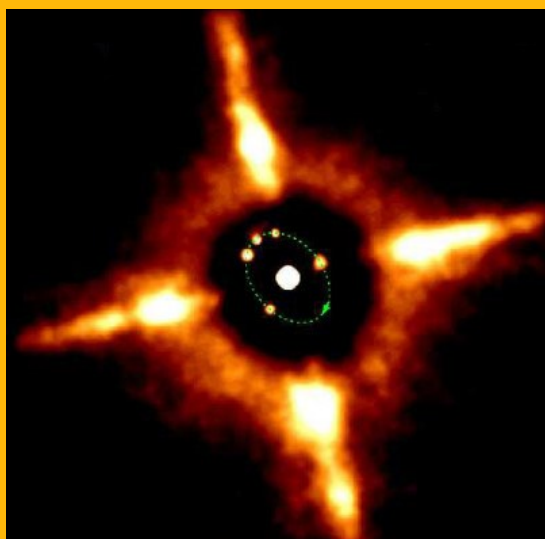
- L4 et L5 sur l'orbite de la Terre, ils forment avec la Terre et le Soleil des triangles équilatéraux

Juin 1857, il y a 160 ans

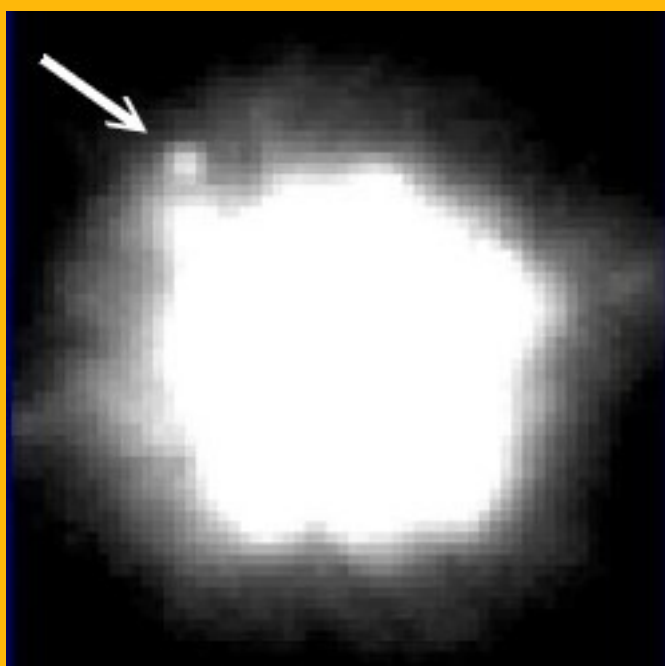


Hermann Goldschmitt (1802 - 1866)

Hermann Meyer Salomon Goldschmidt est né à Franckfort le 17 juin 1802. Il a commencé sa carrière en tant que peintre. Il a étudié l'art à Paris, puis il a porté son attention vers l'astronomie. En avril 1861, il annonce la découverte d'une lune de Saturne entre Hypériorion et Titan. Il la baptise Chiron. En fait il se trompait, Chiron est maintenant le nom d'un objet totalement différent, une sorte d'astéroïde/comète (2060) Chiron. Il a découvert 14 astéroïdes, dont (45) Eugénie, le 27 juin 1857. Il a été nommé en l'honneur d'Eugénie, l'épouse de Napoléon III. Eugénie a un diamètre de 214 km. Cet astéroïde possède un satellite naturel : Petit-Prince. D'un diamètre de 13 km, il orbite à 1190 km d'Eugénie et effectue sa révolution en 5 jours. Petit-Prince a été découvert le 1er novembre 1998 avec le télescope CFHT à Hawaï. Eugénie est le premier astéroïde autour duquel on a découvert un satellite. Il est aussi le 2e astéroïde triple connu.



(45) Eugénie et son satellite



Les nuages

de Vénus

Philippe

La planète Vénus est le troisième astre le plus brillant vu depuis la terre après le soleil et la lune, pourtant elle n'est pas toujours au rendez-vous. Il faut souvent attendre le coucher ou le lever du soleil pour l'apercevoir mais il ne faut pas hésiter à aller la chercher en plein jour. Grâce à sa forte magnitude elle reste assez facile à repérer et son passage au méridien est synonyme de hauteur maximale et donc de turbulence moindre.

Ce 20 janvier était une journée d'anticyclone propice à son observation, la planète présentant des conditions idoines pour être prise en photo : élongation maximale légèrement passée et hauteur de 36° au méridien. La période proche de l'élongation maximale est idéale pour essayer de capturer ses couches nuageuses car sa partie éclairée et son diamètre apparent restent de tailles importantes. L'objectif était de tester le filtre violet W47 et ses capacités à révéler les couches nuageuses de

la haute atmosphère.

Dans cet article je vous expliquerai quels sont les procédés de traitement à suivre pour faire ressortir l'information recherchée, en l'occurrence ses nuages.

Prétraitement avec PIPP

Le signal des nuages de la haute atmosphère se trouvant dans les violets, et donc dans les bleus, il est inutile de retenir les composantes verte et rouge. Pour cela nous allons utiliser le logiciel PIPP qui à partir du film d'origine va nous sortir un autre film avec uniquement la couche bleue.

Onglet "Source Files" (figure 1)

Ouvrons le film concerné en cliquant sur "Add Image Files". Une nouvelle fenêtre s'ouvre nous demandant si on souhaite sélectionner la bonne matrice de Bayer. On répond « OUI ». En cochant "Planetary" on pré

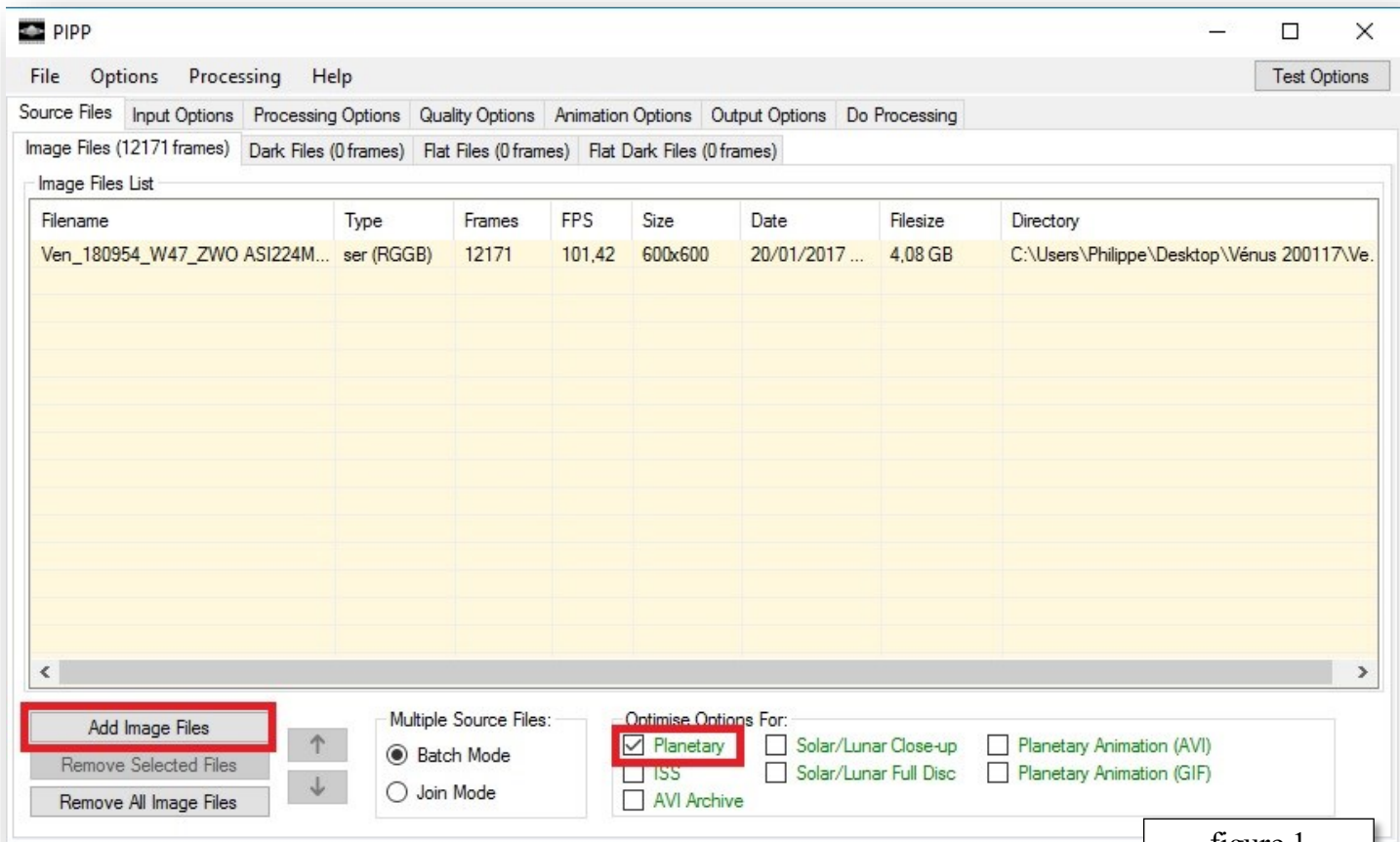


figure 1

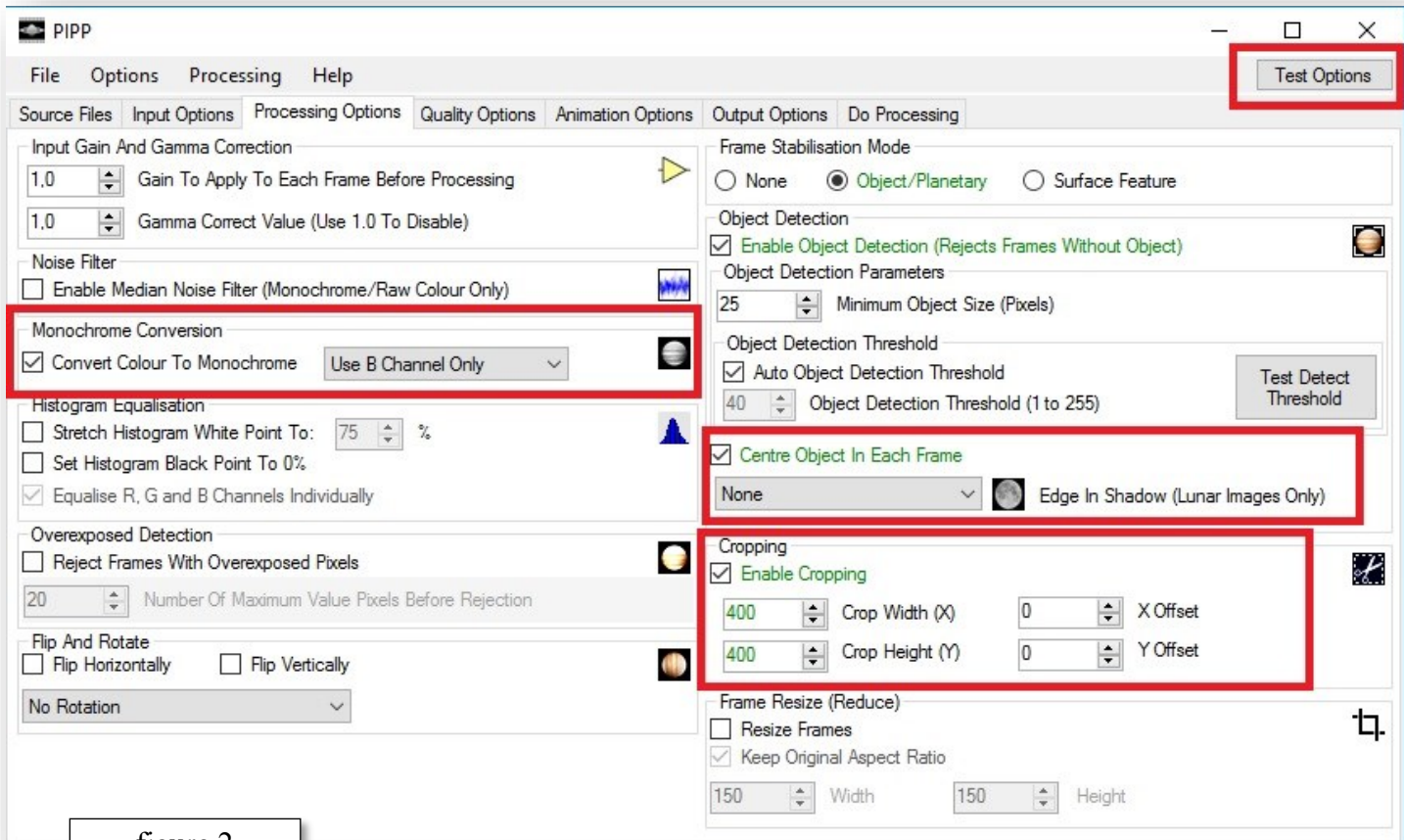


figure 2

Les filtres pour révéler les nuages de Vénus

L'utilisation de filtres est indispensable pour faire ressortir des détails de l'atmosphère de Vénus. Deux domaines de longueur d'ondes sont à explorer pour cela, les violets et les infra-rouges, qui ne montrent pas du tout les mêmes choses. Il existe toute une gamme de filtres dans ces deux domaines avec différentes caractéristiques.

Les filtres violets révéleront les nuages de la haute atmosphère.

- **Wratten n°47.** C'est un simple filtre violet qu'il faut absolument coupler à un filtre IR-cut en cas d'utilisation avec une caméra couleur car il a une importante fuite dans les infra-rouges. Les détails sont peu contrastés mais bien résolus.

- **Wratten n°38a.** Il est possible d'utiliser ce filtre bleu profond avec encore moins de contraste mais plus de finesse que le W47.

- **UV Venus Astrodon.** C'est le plus efficace des filtres violets. Il est centré entre 300 et 400nm avec 99 % de transmission.

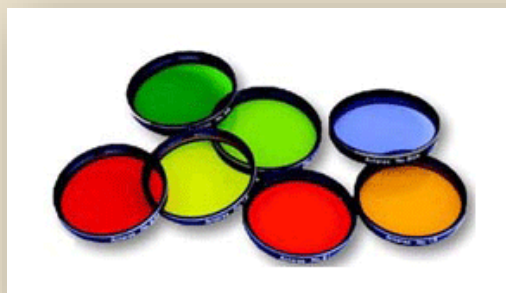
- **UV Venus Baader.** Efficace lui aussi mais moins performant que l'Astrodon car sa transmission ne dépasse pas les 80 %.

- **K-line.** Certains filtres solaires UV sont intéressants comme le K-line. Centré autour des deux raies calcium UV avec seulement 70 % de transmission. Il montre des détails bien contrastés mais sa faible transmission et son étroitesse forcent à pousser les curseurs lors de la capture et même à utiliser le binning 2x2.

Les filtres infra-rouges explorent les couches plus profondes de l'atmosphère moins rapides en rotation. Les nuages sont plus difficiles à faire ressortir mais ils n'ont rien à voir avec ceux des couches supérieures, visibles dans les violets.

- **IR 742 Astronomik.** C'est à partir de 700nm que l'on peut espérer faire ressortir des nuages. Le 742 a des fuites dans les UV donc il est préférable de le coupler avec un UV-cut pour une utilisation avec caméra couleur même si ce n'est pas obligatoire.

- **IR >800.** Plus on ira profondément dans les IR et plus les nuages seront contrastés. En contrepartie les images perdront en résolution. Et bien entendu l'aide du binning 2x2 deviendra indispensable. Il existe quelques filtres passe haut qui montent au-delà de 800nm et même plus haut que 1 micron (1000nm). A partir de 800 nm et malgré les caractéristiques impressionnantes des caméras récentes dans les IR, il est préférable de réserver l'utilisation de ces filtres à des instruments de gros diamètres.



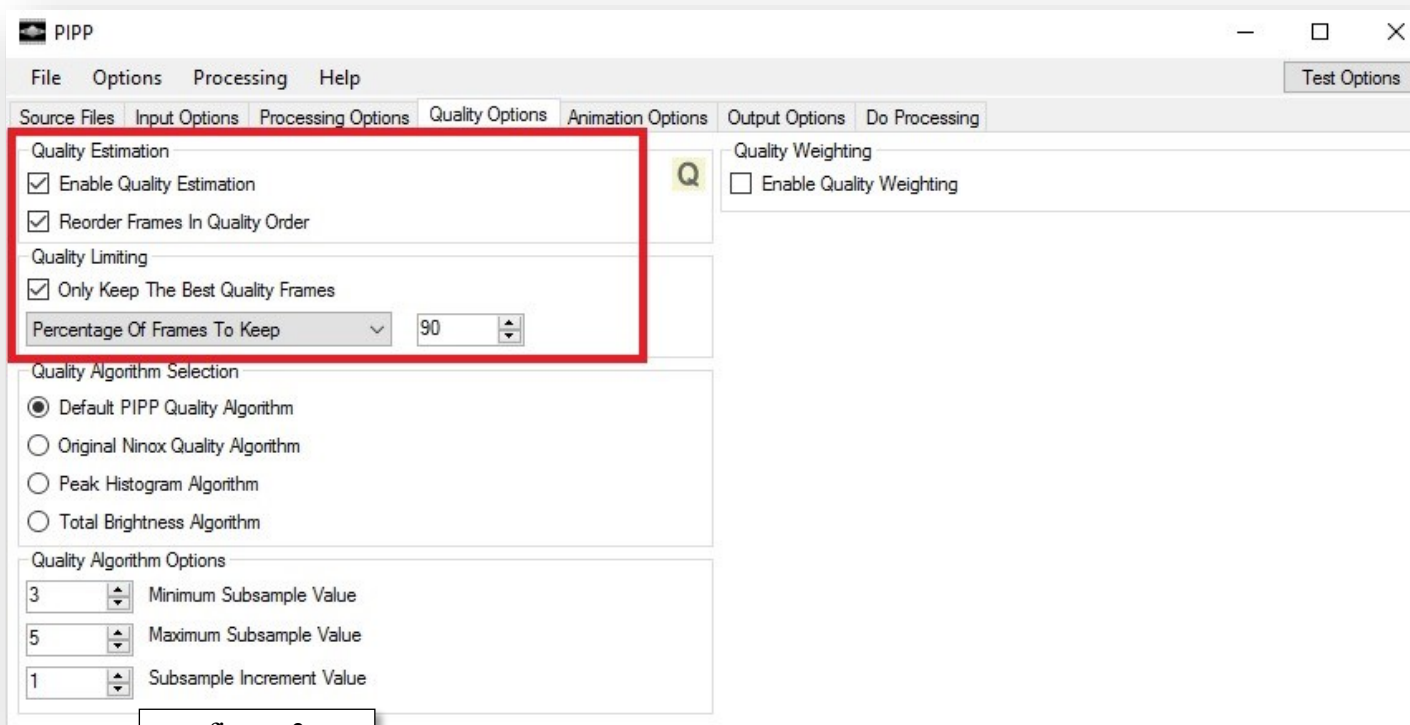


figure 3

-optimise toutes les options à venir pour ce type d'objet.

Onglet "Processing options" (figure 2)

C'est ici que nous allons sélectionner le canal Bleu en cochant "Convert Colour To Monochrome" dans "Monochrome Conversion" en choisissant "Use B Channel Only" dans le petit menu déroulant. Ensuite on demande à PIPP de centrer la planète sur toutes les images sortantes en cochant "Center object in each frame". Enfin il est préférable de réduire la taille du cadre de l'image pour diminuer le fichier sortant et augmenter la rapidité du travail du logiciel Autostakert qui suivra. Pour cela on coche "Enable Cropping". J'ai choisi une taille de 400x400 pixels. A noter qu'il est possible de déplacer la planète dans le champ en jouant sur les axes X et Y Offset. A tout moment il est possible d'avoir un aperçu en cliquant sur "Test Options" en haut à droite.

Onglet "Quality options" (figure 3)

Dans "Quality Estimation" on coche tout. Ainsi on lui demande de mettre les images par ordre de qualité et de ne retenir que 90 % des meilleures. Le fi-

chier sortant s'en trouvera encore un peu moins lourd en supprimant 10 % des moins bonnes.

Onglet "Output Options" (figure 4)

On sélectionne le format de sortie SER qui est le plus confortable d'utilisation et sans compression. On peut choisir un dossier de

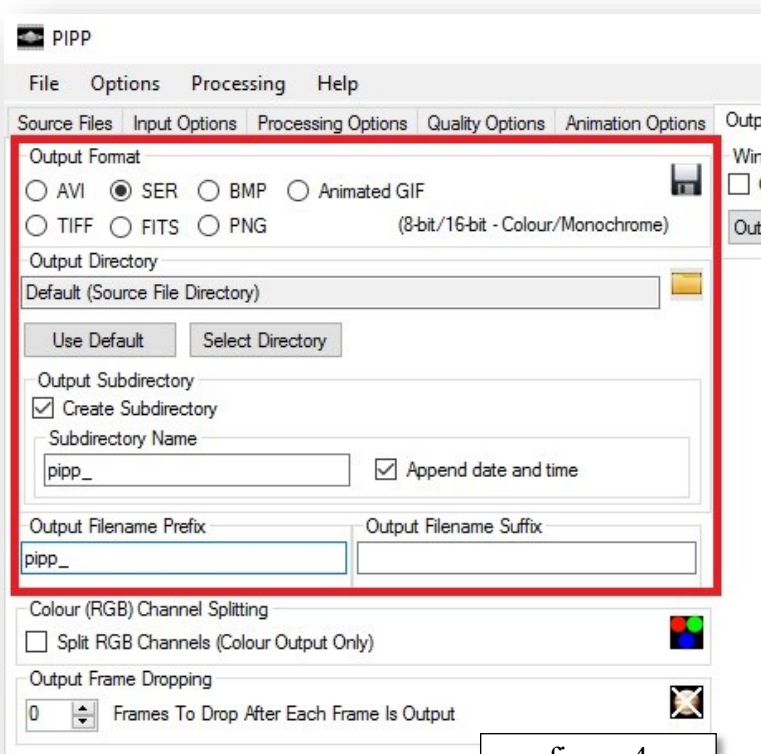


figure 4

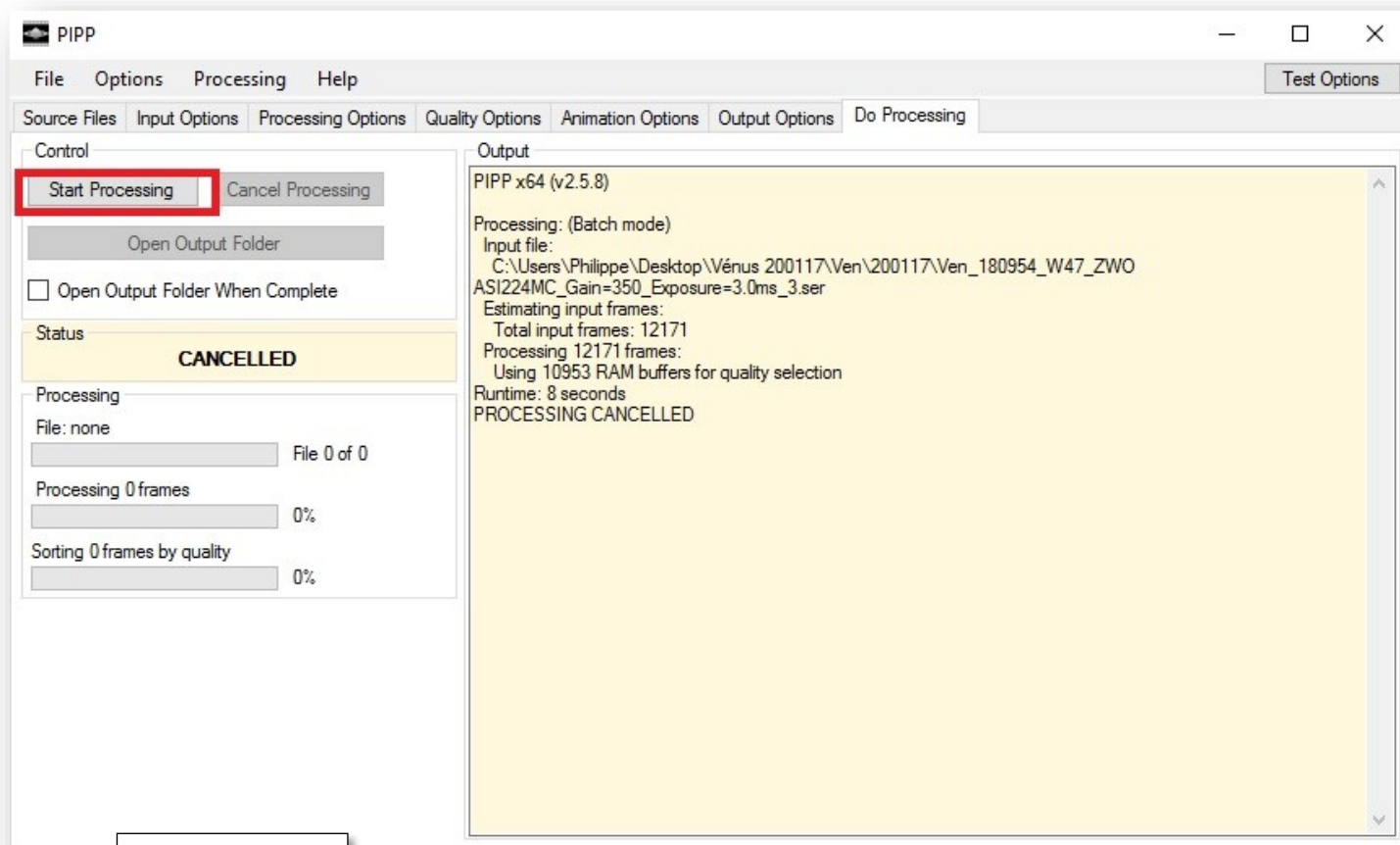


figure 5

destination. Par défaut il prendra le même que celui du film d'origine. Enfin on peut créer un dossier parent en cochant "Create Subdirectory" ainsi qu'un préfixe ou un suffixe pour le nom du fichier sortant.

Onglet "Do Processing" (Image 5)

Dans ce dernier onglet on lance le processus en cliquant sur "Start Processing". Il est possible de lui demander d'ouvrir le dossier de destination une fois le travail fini en cochant "Open Output Folder When Complete"

Prétraitement avec Autostakkert 2

Avec Autostakkert nous allons empiler un certain nombre d'images. Il va sélectionner automatiquement les meilleurs à partir d'une image de référence qu'il va lui même déterminer.

Analyse (figure 6)

Lorsque Autostakkert s'ouvre, on se retrouve

avec deux fenêtres. Sur celle de gauche ouvrons le film sortant que nous avons réalisé avec PIPP en cliquant sur "Open". Sélectionnons "Planet" dans "Image Stabilisation". "Dynamic Background" peut être coché. Ensuite on sélectionne "Edge" dans "Quality Estimator" et on coche les cases qui désignent la position du limbe de la planète. Pour finir on lance l'analyse.

Stack (figure 6 et 7)

Toujours dans la fenêtre de gauche, on choisit le format de sortie de l'image (ici en TIF) puis le nombre d'images que l'on souhaite empiler. Il est intéressant d'en choisir plusieurs (jusqu'à 4) pour pouvoir faire une comparaison entre chaque. Dans la fenêtre de droite maintenant nous choisissons la taille des points d'alignements AP (par défaut 48) et nous les plaçons automatiquement sur l'image en cliquant sur "Place AP grid". Enfin on lance l'empilement en cliquant sur "Stack" dans la fenêtre de gauche.

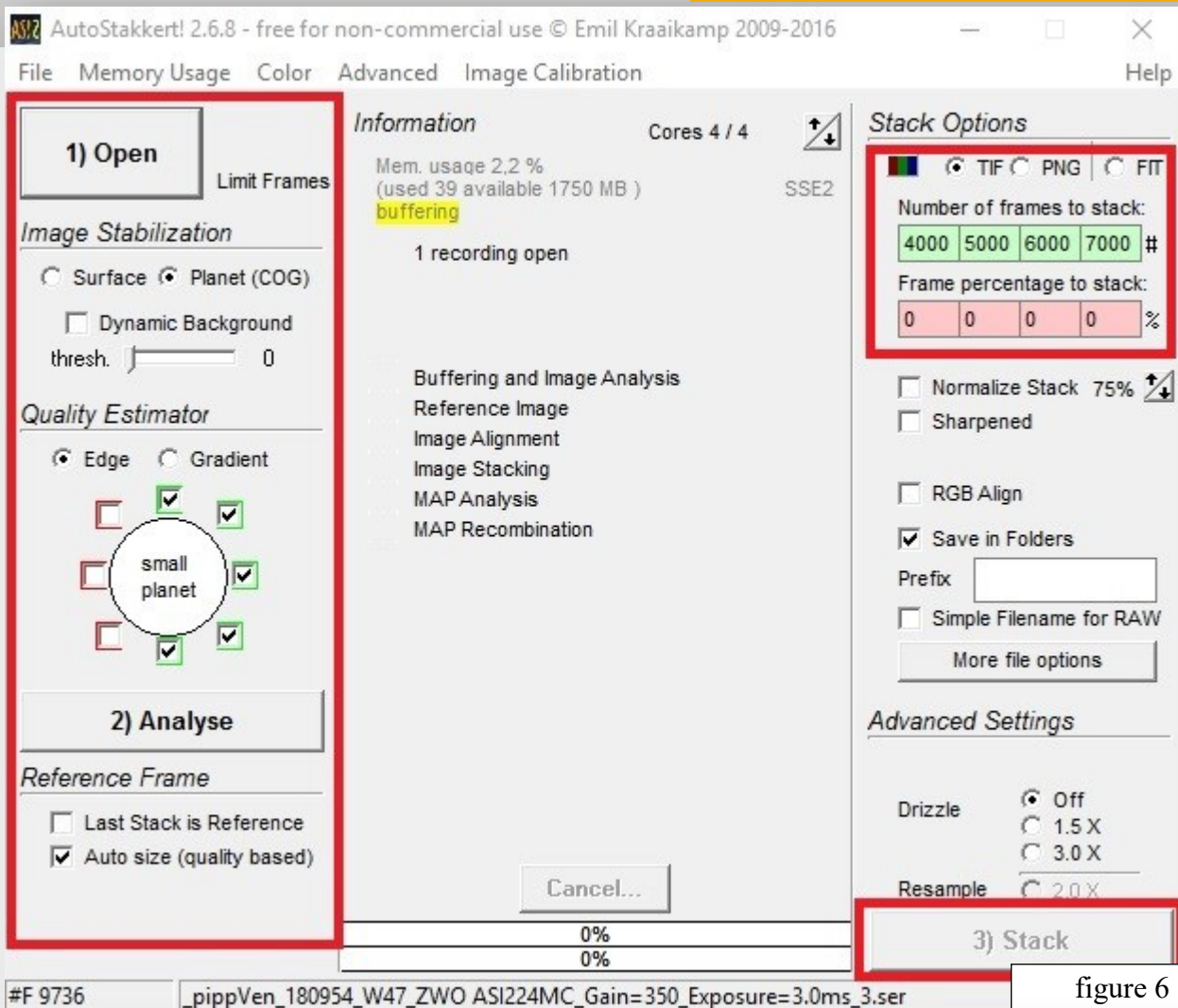


figure 6

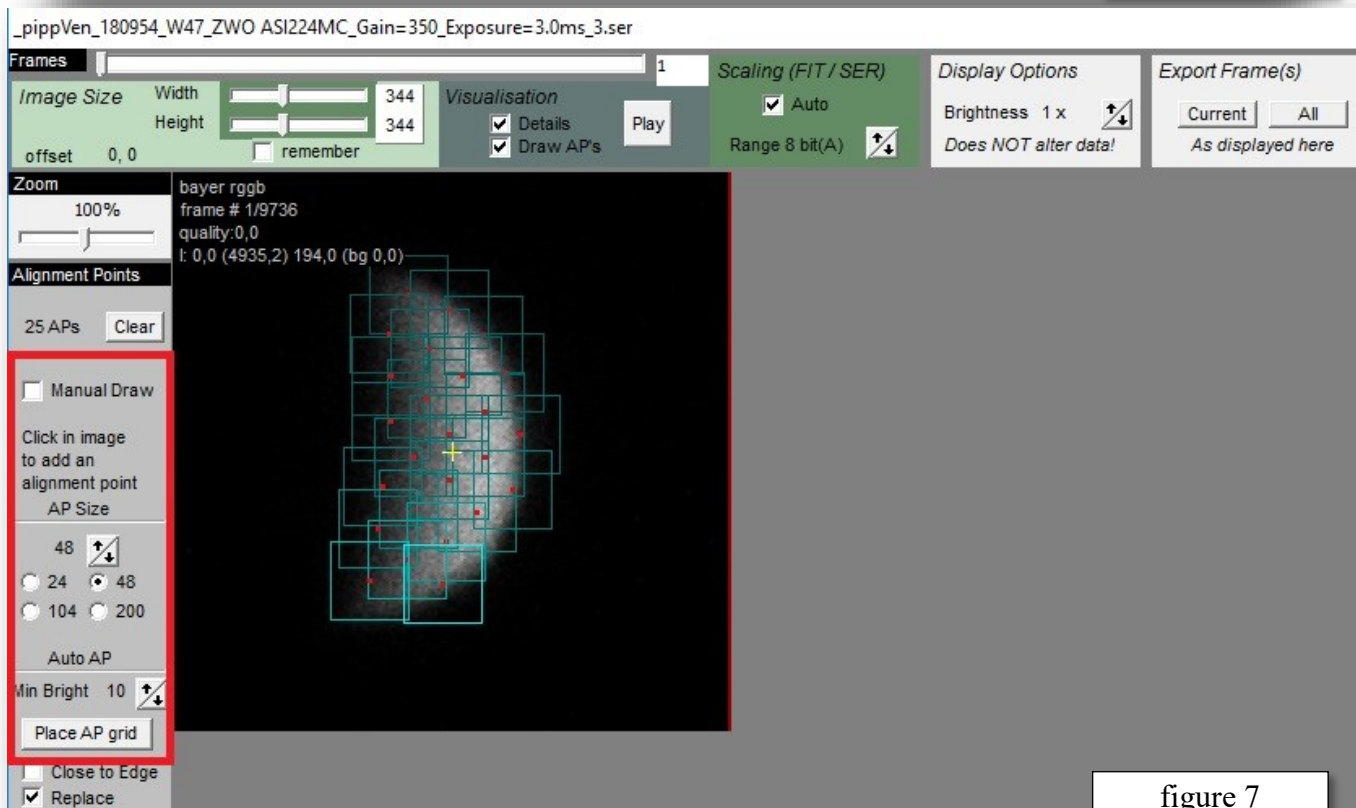


figure 7

Traitement avec Registax 6

C'est avec Registax que nous allons révéler les nuages de Vénus grâce à la magie des ondelettes. Étonnamment cette étape est plus simple que pour les images couleurs car il y a moins de paramètres à régler.

Les ondelettes (figure 8)

Habituellement ce sont les niveaux 1 et 2 des ondelettes que l'on règle pour faire ressortir les détails. Ici l'objectif n'est pas esthétique mais quasi-scientifique. C'est surtout dans le niveau 4 que se cachent les nuages et le niveau 3 augmentera légèrement le contraste. En contrepartie, le terminateur va déborder sur le côté éclairé et le limbe va s'éclaircir mais c'est le prix à payer pour que

les nuages apparaissent. Ne pas hésiter à augmenter très légèrement le "sharpen" et le "denoise" des niveaux concernés. Pour finir on abaissera le contraste pour diminuer la luminosité du limbe.

La combinaison entre le filtre violet W47 et le filtre IR-block semble bien fonctionner. Les nuages de la haute atmosphère sont révélés de manière symétrique par rapport à l'équateur. Donc, pas de doute, ce sont bien eux que je suis arrivé à faire ressortir. En réfléchissant au résultat, je pense qu'il aurait été préférable d'utiliser la caméra monochrome ASI 178 qui possède un meilleur rendement dans les violets. Cela m'aurait également

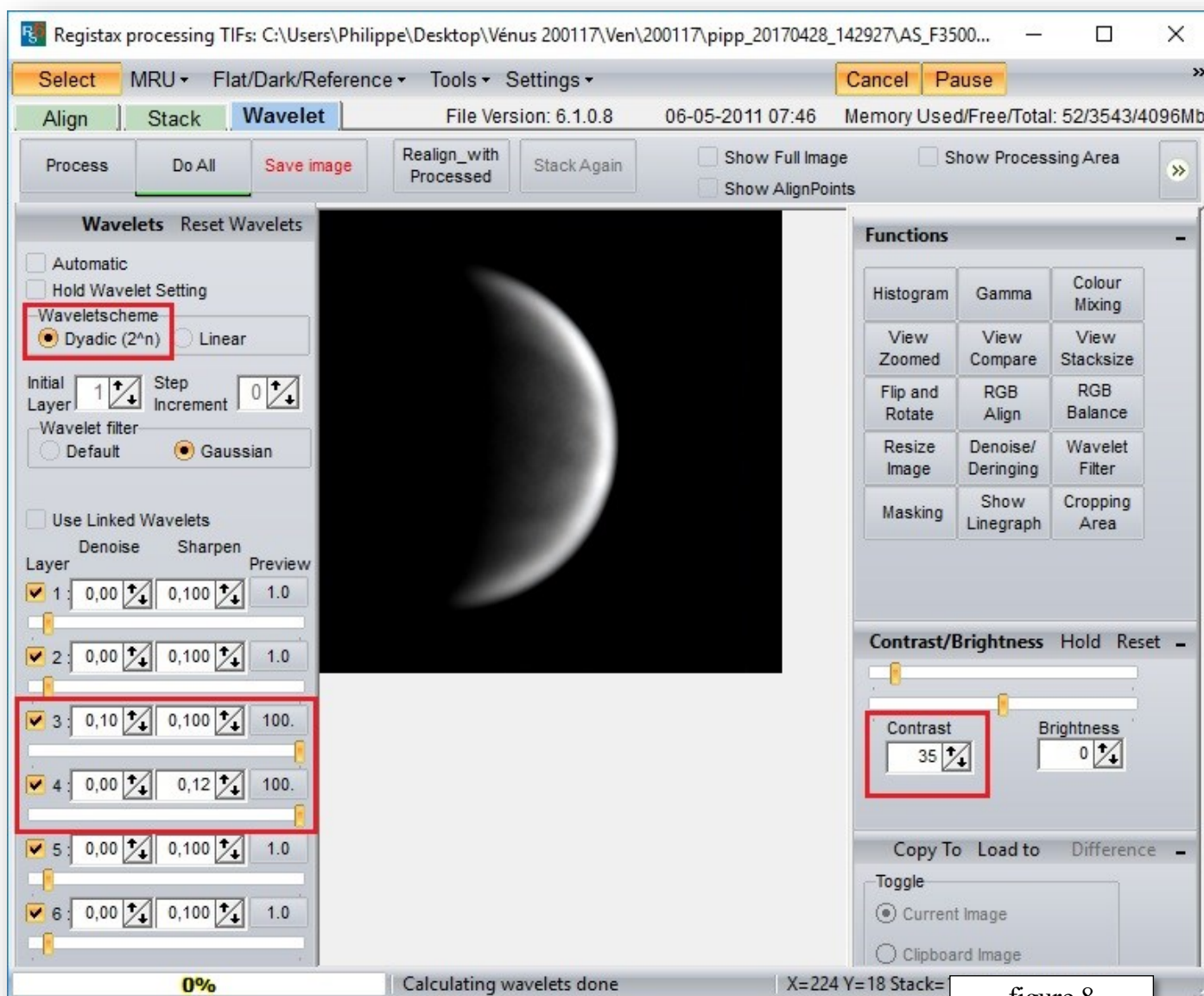


figure 8

épargné l'étape de sélection de la couche bleue. Un correcteur de dispersion atmosphérique (ADC) est également préférable. Il augmente de manière significative les détails des planètes. Ces deux oublis n'en seront plus lors d'une prochaine tentative qui ne saurait tarder, Vénus s'approchant de son élongation maximum opposée à l'heure où j'écris cet article.

CROA

Observateur Philippe

Fiche technique

Nom	Vénus
Constellation	Verseau
AD	23h 14min
Dec	-4° 35' 02''
Diamètre apparent	26,7''
Magnitude visuelle	-4,48
Phase	0,47
Lieu	Elancourt

Date et lieu d'observation

Date	20 janvier 2017
Heure	16h 00 TU
Télescope	Maksutov 180

Instrumentation

Monture	EQ-6
Caméra	ASI 224 C
Filtre 1	W47
Filtre 2	IR-block
Acc. Optique 1	Barlow x2

Logiciels

Capture	FireCapture
Prétraitement 1	PIPP
Prétraitement 2	Autostakkert
Traitement	Registax 6

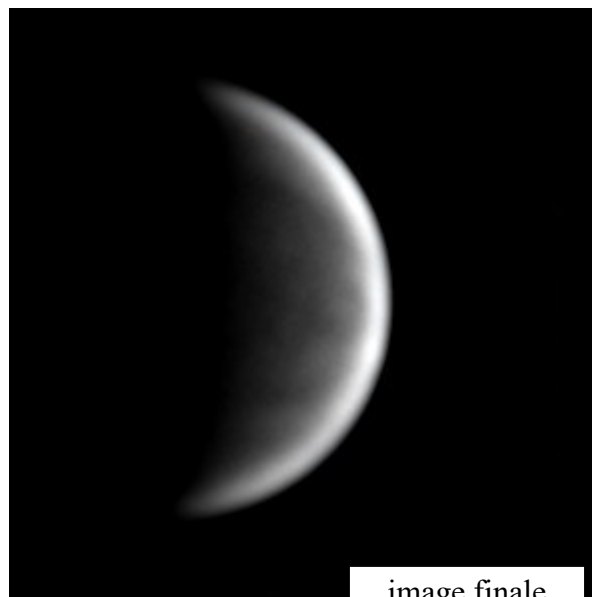
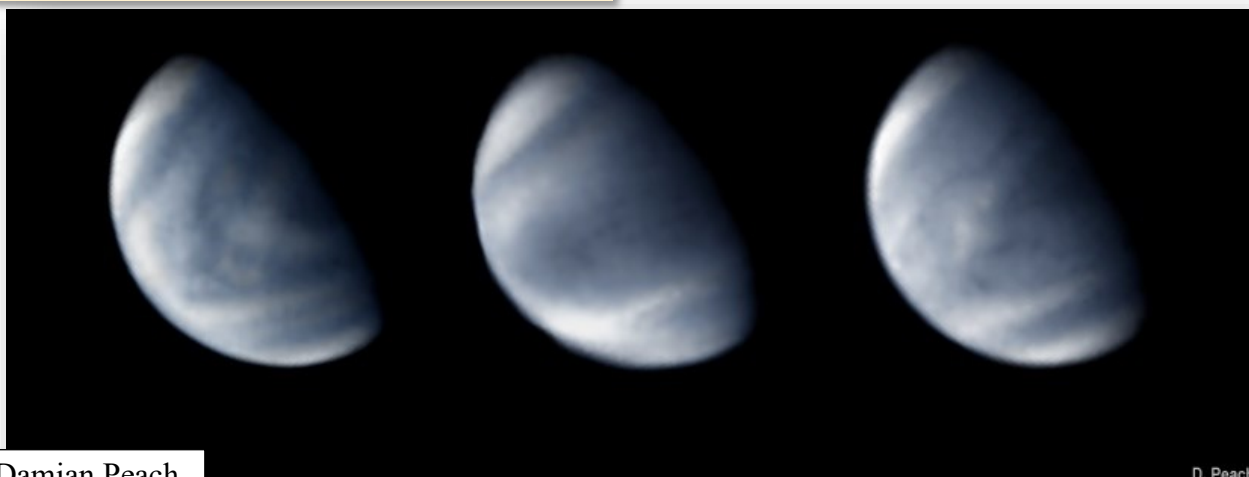


image finale



du côté de chez Sadr



La prise de contrôle de l'observatoire

Une session d'observation commence à chaque fois par la mise sous tension de la coupole et de tous les instruments : l'ordinateur, les caméras, la monture du télescope. Ceci est réalisé par l'intermédiaire d'une prise multiple dont on peut commander l'allumage et l'extinction par internet. Une fois l'observatoire sous tension, il faut prendre la main sur l'ordinateur de contrôle qui contient tous les logiciels pour piloter l'installation. On a alors chez soi, l'écran de l'ordinateur qui se trouve au pied de la monture. Au cours d'une séquence d'acquisition, les images sont stockées sur place, impossible de les envoyer par internet sur son propre ordinateur, la liaison n'est pas assez rapide. A l'issue de l'acquisition, le traitement s'effectue également sur place à distance, sur un autre ordinateur : l'ordinateur dédié au traitement. Traitement des images pour faire de belles photos ou des

images pour faire un peu de science, détecter des exoplanètes ou la variation de luminosité d'un astéroïde. Le début du traitement s'effectue à distance et ce ne sont que les images moyennes, dans chaque filtre, que nous transférons par internet pour un traitement final chez nous.

A la fin d'une nuit d'acquisition, il faut effectuer toutes les opérations en sens inverse : ranger le télescope (le parker), fermer la coupole, éteindre les ordinateurs et éteindre la prise jusqu'à la belle nuit étoilée suivante.



M5

Lionel

M5 est un amas globulaire situé dans la constellation du Serpent. Découvert par Gottfried Kirch en 1702 puis par Charles Messier en 1764. Il sera résolu en étoiles en 1791 par William Herschel. Il est situé à 25000 al de la Terre.

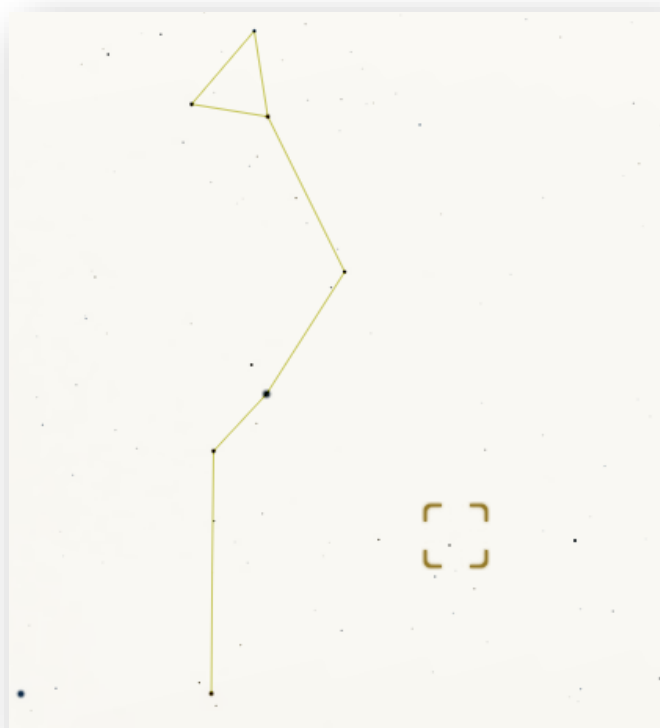
Instrument : Newton 200 / 1000

Poses : L (10x3min), RVB (5x3min)

Traitement : PixInsight

Date : mai 2017

M5 est un des plus grands amas globulaires : son diamètre est de 165 000 al. Il contient 100 000 étoiles dont une centaine de Céphéides, ces étoiles variables qui servent de chandelles standards pour la mesure des distances dans l'univers.





M51

Fabien

Connue également sous le nom de Galaxie du Tourbillon, M51 se situe à 27 millions d'années-lumière dans la constellation des Chiens de chasse. Elle a été découverte en 1773 par Charles Messier.

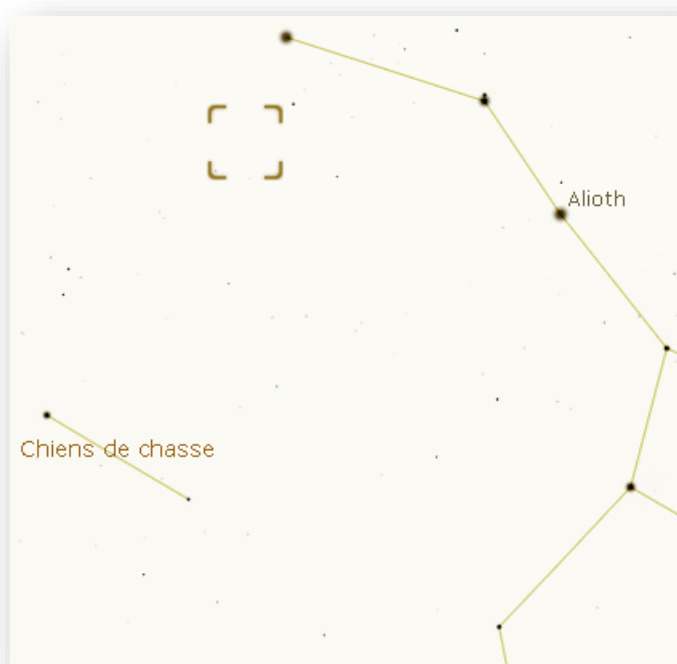
Instrument : Newton 200 / 1000

Poses : L (10x5min), RVB (7x2min)

Traitement : PixInsight

Date : mai 2017

M51 est composée d'une galaxie spirale de 100 000 années-lumière de diamètre (comparable à la Voie Lactée) et d'une petite galaxie irrégulière. La petite galaxie n'a été observée par Pierre Méchain qu'en 1781. C'est Lord Rosse qui a découvert sa structure spirale avec son télescope de 1,82m de diamètre depuis son observatoire de Parsonstown en Irlande.







M101

Gilles

C'est la galaxie du Moulinet. Elle se trouve dans la constellation de la Grande Ourse à 23 millions d'al. Elle a été découverte par Charles Messier et Pierre Méchain en 1781.

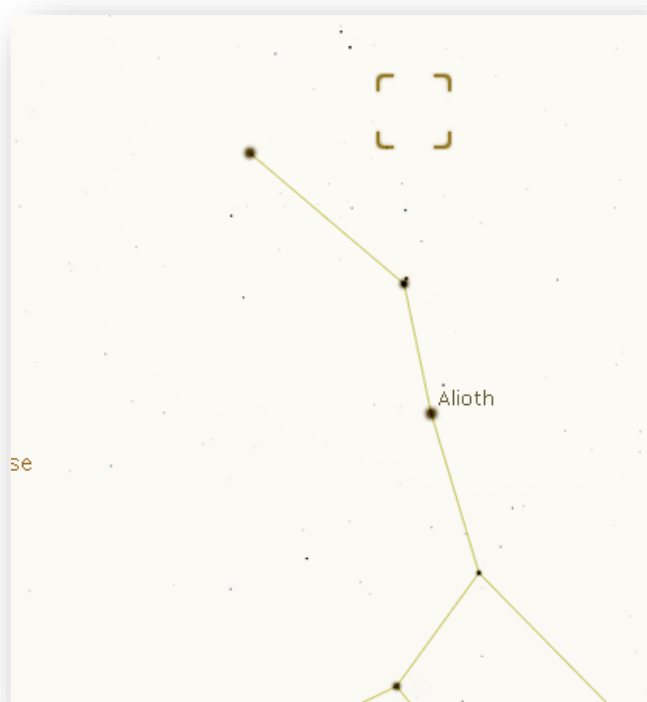
Instrument : Newton 200 / 1000

Poses : Ha (8x10min), L (16x5min),
RVB (8x3min)

Traitement : PixInsight

Date : mai 2017

M101 est vue du dessus ce qui la rend peu visible. Son diamètre est estimé à 170 000 al soit 70% de plus que notre Galaxie. Sa masse est estimée à 1000 milliards de masses solaires, soit 10 fois plus massive que la Voie Lactée. Depuis le début du XXe siècle, 4 supernovae y ont été observées dont la dernière le 24 août 2011 : SN 2011fe. En 1994 et 1995, le télescope spatial Hubble a observé des Céphéides qui ont permis de mesurer précisément sa distance.







NGC 4038

Fabien

Les galaxies des Antennes, sont en réalité une paire de galaxies en interaction située dans la constellation du Corbeau à 45 millions d'al. Elles ont été découvertes par William Herschel en 1785.

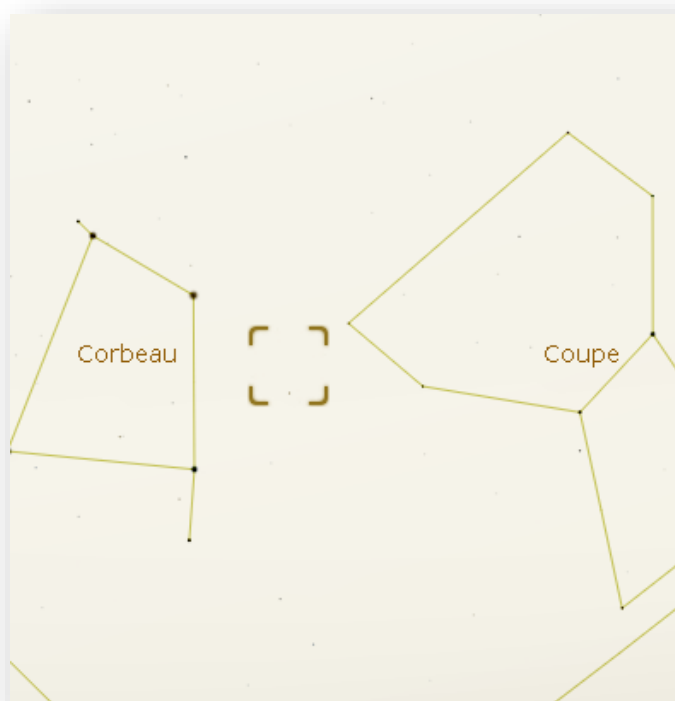
Instrument : Newton 200 / 1000

Poses : L (10x10min), RVB

Traitement : PixInsight

Date : mai 2017

Ces galaxies sont l'objet d'une collision galactique. Les forces de marée éjectent de grandes quantités de gaz, de poussières et d'étoiles qui forment les excroissances qui ressemblent à des antennes. Les noyaux des 2 galaxies devraient fusionner pour former une super galaxie. Des simulations de la collisions suggèrent que la galaxie résultante sera une galaxie elliptique. Deux supernovae ont été observées dans cette galaxie : SN 2004gt et SN 2007sr.







M 99

Fabien

M99 est une galaxie spirale située à 60 millions d'années-lumière dans la constellation de la Chevelure de Bérénice. Elle a été découverte par Pierre Méchain le 17 mars 1781, Charles Messier l'a ajouté à son catalogue le 13 avril, juste avant la publication de la 3^e édition mais c'est Lord Rosse qui a identifié sa forme spirale au printemps de l'année 1846.

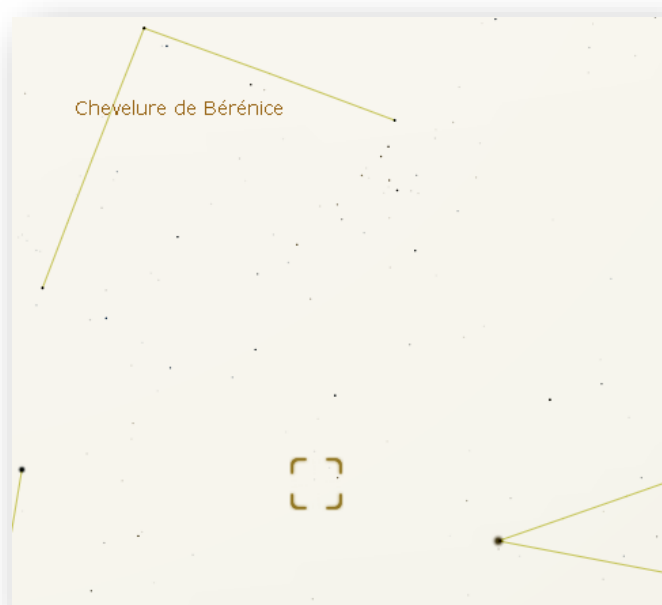
Instrument : Newton 200 / 1000

Poses :

Traitement : PixInsight

Date : mai 2017

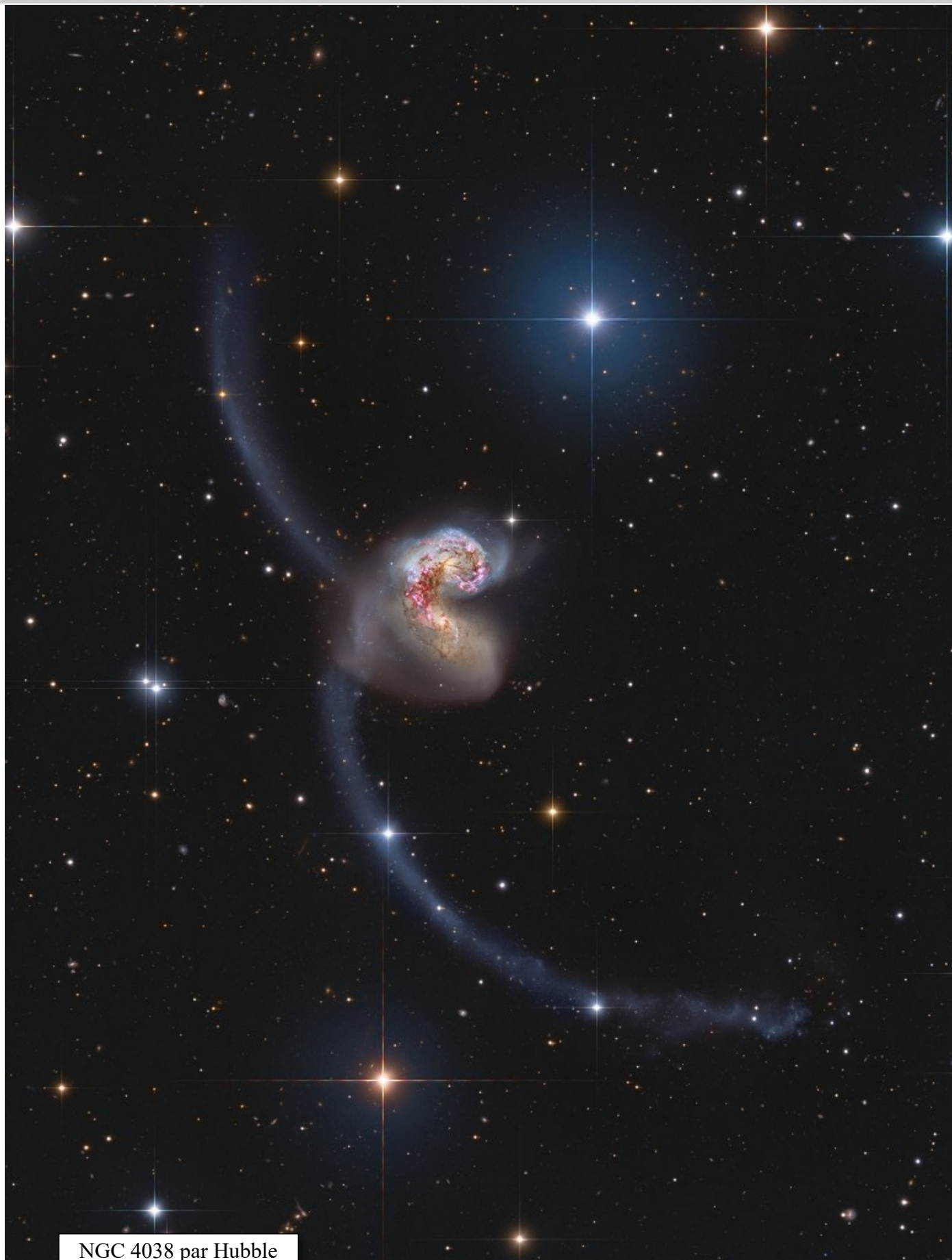
Les galaxies NGC 4302 et NGC 4298, font également partie de l'amas de la Vierge, avec M99. Elles sont situées à 55 millions d'années-lumière de la Terre. Le télescope spatial Hubble a photographié le couple à l'occasion du 27^e anniversaire de son lancement.







NGC 4302 et NGC 4298 par Hubble



NGC 4038 par Hubble

Albireo78
saison 2016-2017



1st - LOCAL WINNER



ASTROPHOTOGRAPHY AWARDS
(Le prix du public, France)

albireo78.com

2 réunions par mois

Des présentations

Des actus astro
Des exposés

Des ateliers astro

Niveau 1 pour utiliser et maîtriser son instrument
Niveau 2 pour se lancer en astrophotographie
Niveau 3 pour faire de la « science »

Débutants ou plus confirmés pour 35€ / an



45 membres

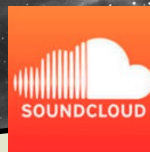


Observations

Gratuites et
pour tous à
Poigny-la-Forêt

Newsletter

80 abonnés



« En route vers les étoiles »

Notre émission radio
12 saisons, 117 émissions,
106 chroniques scientifiques

Soundcloud

81 abonnés



SADR

Notre observatoire en remote
www.sadr.fr

6th Place



ASTROPHOTOGRAPHY AWARDS
(Audience Awards, All Europe)

albireo78.com