



# ÉDIT

Le 25 octobre, l'Ifremer, le CNRS et l'IRD, avec le soutien de la Plateforme Océan & Climat (POC) et de l'astronome de l'ESA Thomas Pesquet, lancent un tour du monde digital des sciences océaniques et climatiques, baptisé OneOceanScience. Des scientifiques du monde entier y participent. Ensemble, ils expliquent pourquoi les sciences océaniques sont essentielles pour mieux connaître et protéger l'Océan - « Why ocean science matters? ». Ils lancent aujourd'hui un appel d'urgence : l'Océan nous concerne tous et il doit être au cœur des négociations de la COP26 sur le climat. L'océan est le point de rencontre de nombreux défis stratégiques. Aujourd'hui, la recherche sur l'océan s'impose au niveau mondial comme une nécessité pour la Terre et pour notre avenir. Le CNRS s'appuie sur ses forces de recherche pluri et interdisciplinaires pour aborder l'océan aussi bien par la philosophie, le climat, la sociologie, la physique, le droit maritime, la biodiversité, et bien plus encore. Il se mobilise avec ses partenaires pour faire connaître au plus grand nombre l'état critique de l'océan, et les réponses qui émergeront de la recherche. Ce n'est que collectivement que nous pourrons agir. Et pour l'océan, le temps est compté. C'est incroyable de se dire que nous sommes en train de réfléchir à sauver notre unique vaisseau spatial : notre planète Terre.

Jacques Rodriguez

## SOMMAIRE

Titres	Pages
Editorial	1
Observations astronomiques	1
CADMOS : un trait d'union permanent avec l'ISS	2 à 3
L'origine des chevaux domestiques enfin établie	3 à 4
Naissance d'une nouvelle pluie de météores	5 à 6
A l'œil nu : le grand G de l'hiver	6 à 7
Signaux radio d'étoiles naines détectés : indicateurs de planètes cachées ?	7 à 8
Petit dictionnaire d'astronomie	8 à 9
Camera GPCAM3 224C Altair	9
Ephémérides astronomiques	9 à 10
Conférences du CIS	10

## Observations astronomiques

### Phénomènes célestes :

Le mois de décembre nous permet de voir plusieurs rapprochements le 3 entre la Lune et Mars, le 7 entre la

Lune et Vénus et entre la Lune et Pluton, le 8 entre la Lune et Saturne, le 9 entre la Lune et Jupiter, le 11 entre la Lune et Neptune, le 15 entre la Lune et Uranus, le 31 entre la Lune et Mars. Le 4 à 8h43 ce sera la Nouvelle Lune (éclipse totale de Soleil non visible à Paris). Vénus sera la plus éclatante le 6 à 18h00 (magnitude -4,71). Les nuits du mois de décembre seront aussi l'occasion de compter pas moins de 6 essaims d'étoiles filantes ou de météores : Monocérotides (3 météores/heure au zénith; durée = 20,0 jours), Sigma Hydrides (7 météores/heure au zénith; durée = 12,0 jours), Géminides (150 météores/heure au zénith; durée = 12,0 jours), Coma Bérénicides (3 météores/heure au zénith; durée = 11,0 jours), Leo Minorides (5 météores/heure au zénith; durée = 61,0 jours), et Ursides (10 météores/heure au zénith; durée = 9,0 jours). Le mois de janvier commence avec les étoiles filantes Quadrantides (110 météores/heure au zénith; durée = 16,0 jours) sous un ciel proche de la Nouvelle Lune entre le 2 et 4. La Pleine Lune aura lieu le 18 du mois. C'est le 7 janvier que vous verrez Mercure au plus loin du Soleil.

### Astroclub Vayrois de Vayres-sur-Essonne (91) :

Des observations sont organisées sur le stade de Vayres sur Essonne le vendredi soir. Il faut regarder l'agenda sur

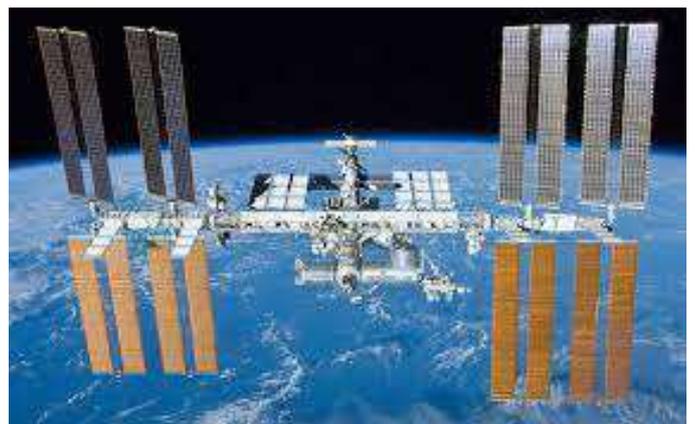
## CADMOS : un trait d'union permanent avec l'ISS

**En tant qu'USOC (User Support and Operations Centre), le CADMOS est un élément essentiel de la participation européenne à l'ISS. Au CNES à Toulouse, ils sont une cinquantaine de collaborateurs à interagir tous les jours avec les différents partenaires internationaux et avec la Station spatiale internationale pour préparer et opérer des expériences scientifiques dans tous les domaines.**

La Station spatiale internationale n'a pas de secrets pour lui ! Avant de diriger le CADMOS USOC, le centre français d'opération et de soutien aux utilisateurs de l'ISS, Mauro Augelli a été directeur de vol de l'ATV, le véhicule européen de ravitaillement qui faisait la navette entre le sol et la station. *« Jusque-là, je faisais plutôt du développement, dans les systèmes de propulsion, se souvient-il. Avec les vols habités et la dimension très opérationnelle, j'ai vraiment découvert ce qui me plaisait dans le spatial. »* Mauro a rejoint le CADMOS en 2015 comme chef de projet de l'expérience ACES, qui a pour but d'installer un ensemble d'horloges atomiques sur l'ISS pour évaluer les effets de la microgravité sur la mesure du temps. Et en 2017, il est devenu également USOC Manager, responsable de l'ensemble des activités scientifiques réalisées par le CADMOS dans le cadre d'un accord de coopération avec l'ESA. Nous sommes aujourd'hui le principal centre européen d'opération scientifique sur l'ISS. *« L'activité USOC totalise une quarantaine d'expériences dans 4 grands domaines – physiologie humaine, sciences appliquées, applications technologiques et sciences fondamentales – qui nécessitent ou non l'intervention des astronautes »,* précise-t-il. En tant que responsable de l'USOC, Mauro anime et coordonne l'ensemble des équipes, environ 50 personnes, dans un environnement en perpétuel mouvement où il faut être à la fois extrêmement rigoureux et capable de s'adapter. Il fait aussi un important travail de synthèse et assure l'interface avec l'ESA. *« Dans ma manière de suivre les projets, je me vois comme le chef d'un orchestre où il y aurait beaucoup d'instruments et pas mal de duos et de trios, car on ne travaille jamais seul. »* L'objectif étant, quand le CADMOS se voit confier une nouvelle expérience, d'être capable de préparer les opérations, de les réaliser en s'adaptant aux contingences, et de récupérer les données scientifiques. Et les résultats sont au rendez-vous, puisque le taux de succès très élevé des opérations réalisées au CADMOS en fait un centre d'expertise reconnu au niveau international.

A son arrivée au CADMOS, Lourdes Oro Marot s'est d'abord consacrée à une seule expérience de physiologie humaine sur l'ISS. *« Les opérations en salle de contrôle, ce sont des moments denses, avec de la pression, durant*

*lesquels on ne peut se permettre aucune erreur. Il faut se roder, nous sommes entraînés pour cela, nous suivons des formations assez longues pour être certifiés et nous travaillons toujours en équipe »,* explique cette ingénieure aéronautique de formation, spécialisée dans les techniques du spatial. Douze ans plus tard, elle coordonne l'équipe d'ingénieurs et de techniciens de Telespazio au sein du CADMOS qui a en charge les expériences de science appliquée et d'application technologique, et l'horloge atomique ACES/PHARAO. Des domaines qui concernent des thématiques aussi variées que la physique des liquides en micropesanteur ou la démonstration technologique d'une imprimante 3D de métal. Pour chaque expérience, il faut d'abord assurer la préparation en amont, c'est-à-dire comprendre les besoins des scientifiques et produire toute la documentation associée pour que les astronautes puissent la réaliser à bord. Ensuite, pendant l'expérience elle-même, en salle de contrôle, les équipes du CADMOS exécutent les procédures prévues, surveillent, vérifient que les résultats sont bons et sont prêtes à réagir en cas d'imprévu. *« Nous devons nous approprier les expériences en posant les bonnes questions aux scientifiques et aux industriels pour pouvoir faire face aux anomalies le cas échéant. S'il y a une question ou un problème, c'est à nous de répondre »,* décrit Lourdes. J'interviens directement sur 6 expériences qui se trouvent dans différentes phases (fin du développement ou en opérations). Passionnée par le spatial depuis toujours, Lourdes aime ce métier qui contribue à faire avancer les connaissances dans des domaines encore mal connus. *« Ce n'est pas évident d'aller dans l'espace. On le fait et on apprend de nouvelles choses tous les jours. Cela nous aide aussi à regarder vers le futur, pour mieux comprendre les comportements humains et protéger notre planète. »*



Avec son équipe de 6 personnes, Jean-Jacques Metge a en charge la préparation des missions dans le domaine des applications technologiques que l'USOC opérera prochainement sur l'ISS : un démonstrateur d'imprimante 3D métallique, plusieurs expériences sur les changements de phase entre les gaz et les liquides et une expérience sur les milieux granulaires. Le rack qui les hébergera, c'est-à-dire l'armoire contenant toutes les ressources nécessaires à leur mise en oeuvre, a déjà été monté à bord de l'ISS. Il doit être mis en service à l'été

2022. « Actuellement, nous préparons le segment sol et les procédures de tests préparatoires à sa recette en vol. L'enjeu est que le jour de la mise en œuvre opérationnelle, tout ait été anticipé, y compris ce qui pourrait mal se passer. » Spécialiste des systèmes et logiciels embarqués, Jean-Jacques a notamment travaillé sur l'avionique du programme A380 d'Airbus. Il est entré au CNES en 2008 pour développer une solution logicielle sécurisant le développement des logiciels de vol des instruments scientifiques pour les satellites et les missions spatiales. C'est ce goût pour l'instrumentation scientifique embarquée qui l'a amené au CADMOS en 2020. Ce qui m'intéresse, c'est que la mission de l'instrument soit un succès. Quand un opérateur envoie une télécommande depuis la salle de contrôle du CADMOS, avec la garantie qu'elle soit reçue, et correctement exécutée par l'instrument dans l'ISS, c'est une vraie satisfaction. Jean-Jacques souligne la performance que cela représente, malgré l'apparente simplicité : « Avec 25 ans d'expérience dans les logiciels embarqués, je mesure ce que cela signifie d'implémenter tout cela. Nous travaillons en partenariat avec le centre de contrôle Columbus de l'ESA, le partage des opérations est calibré entre les opérateurs allemands et nous, avec des passages de relais. C'est un peu de l'orfèvrerie, même sur des manipulations relativement basiques. » Ces enjeux techniques d'une grande complexité passionnent Jean-Jacques et comme il le souligne en conclusion, invitent à toujours rester humble.

C'est un peu par hasard qu'Hélène Ruget a rencontré l'espace, lors d'une campagne de vols paraboliques réalisée à l'époque où elle préparait sa thèse en science du mouvement humain. Séduite par cet environnement qu'elle ne connaissait pas et par la passion des personnes qui y travaillaient, elle décide d'entrer au MEDES après l'obtention de son doctorat, en 2008. « Cela me donnait l'opportunité de travailler à l'interface de la science et du spatial, tout en restant dans la physiologie, se souvient-elle. J'ai d'abord appris à être opératrice au CADMOS dans la salle de contrôle, et maintenant je dirige l'équipe responsable des opérations et du développement des expériences de physiologie et de support vie sur l'ISS. » Réaction des muscles et des tendons en microgravité, informations sensorielles, perception du temps : la particularité de ces expériences est qu'elles portent sur le corps des astronautes, au travers par exemple d'échographes téléopérés depuis le sol ou de casques de réalité virtuelle. La prise en compte du facteur humain est donc essentielle. « Notre rôle est de faire comprendre aux scientifiques toutes les contraintes de la station spatiale, d'adapter leurs protocoles pour qu'ils puissent fonctionner, et en parallèle de rédiger des procédures d'utilisation dont les astronautes ont besoin pour utiliser le matériel de façon autonome. Nous veillons aussi à optimiser le temps de l'équipage, qui est précieux. » Entre les expériences en préparation et celles en cours, son équipe travaille sur 10 à 15 protocoles en permanence, en fonction des

nouvelles missions qui sont régulièrement confiées au CADMOS par l'ESA.



Hélène Ruget au cœur de la physiologie spatiale

Hélène souligne que ces protocoles scientifiques préparent les futurs vols habités mais ont aussi des applications bien réelles sur Terre, que ce soit pour développer la télémédecine dans les zones reculées ou comprendre les mécanismes physiologiques de rééducation. Je trouve particulièrement intéressant d'être ouvert sur une si grande diversité de sujets. Au CADMOS, je continue à faire de la science en mettant à la disposition des scientifiques ce dont ils ont besoin pour avancer dans leurs recherches et en donnant aux astronautes les moyens d'y contribuer.

**Source : les Portraits du Centre National d'Etudes Spatiales**

## L'origine des chevaux domestiques enfin établie

Le cheval domestique moderne est originaire des steppes pontiques, dans le nord du Caucase, où il a été domestiqué pour la première fois avant de conquérir le reste de l'Eurasie en quelques siècles à peine. C'est le résultat d'une étude menée par une équipe internationale impliquant le CNRS, l'Université Toulouse III, le CEA et l'Université

d'Évry. Cette réponse à une énigme vieille de plusieurs décennies est publiée dans Nature le 20 octobre 2021.

**Par qui et où le cheval moderne a-t-il été domestiqué ? Et quand a-t-il conquis le reste du monde, supplantant la myriade d'autres types de chevaux qui existaient alors ?**

Cette énigme vient enfin d'être résolue grâce à une équipe de 162 scientifiques, spécialisés en archéologie, paléogénétique et linguistique.



©AFP Courses de chevaux Caucase Nord Russie

Il y a quelques années, l'équipe de Ludovic Orlando (CNRS) s'était intéressée au site de Botaï, en Asie centrale, qui a livré les plus anciennes traces archéologiques de chevaux domestiques. Mais l'ADN avait parlé : ces chevaux vieux de 5 500 ans n'étaient pas les ancêtres des chevaux domestiques modernes<sup>1</sup>.

Outre les steppes d'Asie Centrale, tous les autres foyers présumés de domestication s'étaient révélés de fausses pistes, comme l'Anatolie, la Sibérie, et la péninsule Ibérique.

Cette fois, l'équipe scientifique a donc entrepris de passer l'Eurasie toute entière au peigne fin : les génomes de 273 chevaux ayant vécu entre 50 000 et 200 ans avant notre ère ont été séquencés au Centre d'anthropobiologie et de génomique de Toulouse (CNRS/Université Toulouse III - Paul Sabatier) et au Genoscope<sup>2</sup> (CNRS/CEA/Université d'Évry), avant d'être comparés aux génomes des chevaux domestiques modernes.

Cette stratégie s'est révélée payante : si l'Eurasie était jadis peuplée par des populations de chevaux bien distinctes sur le plan génétique, la situation changea du tout au tout 2 000 à 2 200 ans avant notre ère. Un profil génétique auparavant cantonné aux steppes pontiques (nord du Caucase)<sup>3</sup> commença alors à s'étendre au-delà de sa région d'origine avant de remplacer, en quelques siècles à peine, toutes les populations de chevaux sauvages de l'Atlantique à la Mongolie.

**Comment expliquer cet essor démographique fulgurant ?**

Les scientifiques ont trouvé deux différences marquantes entre le génome de ce cheval et ceux des populations qu'il a remplacées. Elles laissent penser que ces chevaux doivent leur succès à leur comportement plus docile et à une colonne vertébrale plus solide, deux caractéristiques commodes au moment où la demande pour des déplacements à cheval se « mondialisait ».

L'étude révèle aussi que ce cheval s'est répandu à travers l'Asie en même temps que les chariots, la roue à rayons et les langues indo-iraniennes. En revanche, les migrations vers l'Europe de populations indo-européennes des steppes, au cours du troisième millénaire avant notre ère<sup>4</sup>, n'ont pas pu s'appuyer sur l'usage du cheval sa domestication et sa diffusion étant postérieures. Voilà qui démontre tout l'intérêt d'intégrer l'histoire des animaux pour éclairer les migrations humaines et les rencontres entre cultures.

#### Notes :

1 Lire ce communiqué de presse : *Chamboule-tout dans les origines des chevaux*, 22 février 2018.

2 Le Genoscope est un département du CEA-Jacob.

3 La steppe pontique est la partie occidentale de la grande steppe eurasiennne. Plus précisément, le foyer du cheval domestique moderne se situerait dans les bassins du Don et de la Volga, à l'est du Dniepr.

4 Voir par exemple cette alerte presse : *7 000 ans d'histoire démographique en France*, 25 mai 2020.

#### Références :

Cette étude a été dirigée par le Centre d'anthropobiologie et de génomique de Toulouse (CNRS/ Université Toulouse III – Paul Sabatier), avec le soutien du Genoscope (CNRS/CEA/Université d'Évry).

Ont aussi contribué les laboratoires Archéologies et sciences de l'Antiquité (CNRS/Université Paris 1 Panthéon Sorbonne/Université Paris Nanterre/Ministère de la Culture), De la Préhistoire à l'actuel : culture, environnement et anthropologie (CNRS/Université de Bordeaux/Ministère de la Culture) et Archéozoologie, archéobotanique : sociétés, pratiques et environnements (CNRS/MNHN) en France, au même titre que 114 autres structures de recherche de par le monde.

Elle a été principalement financée par le Conseil européen de la recherche (projet Pegasus) et par France Génomique (projet Bucéphale).

**Source : Centre National de Recherche Scientifique**

# Naissance d'une nouvelle pluie de météores

Après en avoir prédit l'avènement, des scientifiques de l'Observatoire de Paris – PSL ont pu observer le 7 octobre 2021 dans le ciel chilien, une nouvelle pluie de météores, baptisée "Arides". Un événement d'une rareté exceptionnelle.

Sur la base de prédictions théoriques, une équipe internationale menée par un chercheur de l'Observatoire de Paris – PSL à l'Institut de mécanique céleste et de calcul des éphémérides, a déployé une campagne d'observations pour pouvoir assister dans l'hémisphère sud à la naissance d'une nouvelle pluie de météores, ayant pour origine la comète 15P/Finlay.

## Dégazage de la comète 15P/Finlay

Découverte en 1886, la comète 15P/Finlay revient périodiquement vers le Soleil.

Chacun de ses passages au périhélie - point de l'orbite le plus proche du Soleil – s'accompagne d'un dégazage, qui entraîne l'éjection de grains cométaires dans le Système solaire.

En 2014, la comète a connu un violent sursaut d'activité, laissant échapper en quantité importante, par milliers, des grains de poussière cométaires.

Appelés "météoroïdes", ces grains de poussière évoluent indépendamment de leur comète parente. Ils s'organisent en essaims, de gigantesques nuages qui se déforment au gré de perturbations gravitationnelles, provoquées notamment par Jupiter.

Le cas qui nous intéresse ici est exceptionnel ! Bien que la comète 15P/Finlay ait engendré à chacun de ses passages au périhélie plusieurs essaims – dernièrement, en 2008, puis en quantité particulièrement importante en 2014 -, la Terre ne les avait encore jamais croisés sur son orbite.

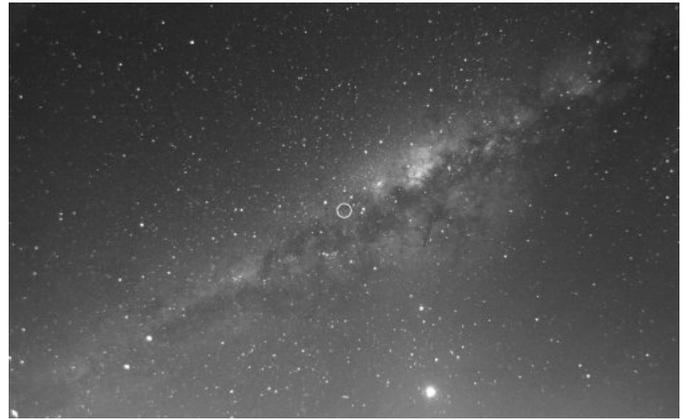
C'est Jupiter qui a perturbé l'orbite de la comète à ses derniers passages, provoquant également le déplacement de ses essaims associés. Les météoroïdes éjectés par la comète en 2008, puis en 2014 lors du sursaut d'activité, se trouvent désormais sur le passage de la Terre. En pénétrant dans l'atmosphère terrestre en quantité particulièrement importante, ils ont déclenché une nouvelle pluie de météores qui a pu être observée pour la première fois, le 7 octobre 2021.

## Un nouveau nom de baptême : les Arides

En entrant dans l'atmosphère terrestre, chaque météoroïde crée un météore – aussi appelée étoile filante -, qui semble provenir d'un point particulier dans le ciel : le radiant.

Le radiant des météores issus de la comète 15P/Finlay est situé dans la constellation de l'autel : « Ara » en latin.

La pluie de météores a donc été baptisée « les Arides » (littéralement : issue d'Ara). Elle est visible depuis l'hémisphère sud essentiellement.



Ciel chilien photographié avec MoMET  
© P. Da Fonseca/IMCCE/Observatoire de Paris - PSL

## L'art de prévoir les pluies de météores

Prédire une nouvelle pluie de météores nécessite des calculs assez lourds, usuellement effectués sur plusieurs processeurs en parallèle. Pour les Arides, les résultats montraient que la Terre allait entrer dans trois nuages de météoroïdes, aux dates suivantes :

29 septembre à 08h25 TU,

7 octobre à 00h35 TU

7 octobre à 03h55 TU.

Si l'instant des pluies est prédit avec confiance, la quantité de météores attendus est beaucoup plus complexe à déterminer. Pour le cas des Arides, l'absence totale d'observations passées a rendu la tâche encore plus ardue.

De plus, la vitesse d'entrée dans l'atmosphère, extrêmement faible (10,8 km/s), entraîne une faible luminosité des météores, ce qui complexifie encore plus l'estimation de leur nombre visible à l'œil nu. Les résultats théoriques étaient donc très incertains.

## Deux valises "MoMET" (Mobile Observation of Meteors)

Afin d'optimiser l'observation des pluies de météores depuis n'importe quel point du globe, deux valises "MoMET" (Mobile Observation of Meteors) contenant chacune 5 caméras d'observation, ont été conçues et réalisées, sous la direction de Jérémie Vaubaillon, astronome de l'Observatoire de Paris – PSL au sein de l'IMCCE.

Munies de ces dispositifs, deux équipes se sont rendues au Chili et réparties sur deux sites distants de 50 km environ, l'une à l'Observatoire de Mamalluca, l'autre à l'Observatoire de El Sauce pour trianguler les trajectoires 3D et les orbites des météores.

Malgré la présence de nuages, 35 météores en provenance de la constellation de l'autel ont été répertoriés depuis l'observatoire d'El Sauce, entre 00h28 et 0h30 UT. La plupart étaient de faible luminosité et

quelques-unes bien brillantes. Durant le troisième pic, il en a été noté "quelques-unes".



*Une valise MoMet.*

© P. Da Fonseca/IMCCE/Observatoire de Paris – PSL

Les Arides ont par ailleurs été détectés à travers le monde sur d'autres réseaux de caméras : Un premier pic prévu a été détecté par le réseau de caméras CAMS" en Nouvelle-Zélande. D'autres détectations ont eu lieu à l'université de Bratislava, Slovaquie, au SETI, au Japon, au Canada (Western Meteor Group en Ontario).



*Ciel chilien.*

© P. Da Fonseca/IMCCE/Observatoire de Paris – PSL

### Détails techniques et contributions scientifiques

À l'Observatoire de Paris - PSL, l'IMCCE et le pôle instrumental du GEPI (F. Bouley, G. Fasola) ont conçu et réalisé les deux valises "MoMET" (Mobile Observation of Meteors) contenant chacune 5 caméras d'observation des météores. Le PI de cet instrument est J. Vaubaillon (IMCCE).

Les caméras sont des Basler ou DMK équipées d'un capteur Sony IMX174. Les mini-ordinateurs de contrôle sont des Odroid XU4Q ou Raspberry-pi 4. Le logiciel d'acquisition est RMS (développé par le Global Meteor Network), spécialement conçu pour les Raspberry-pi. L'adaptation aux Odroids ainsi que le développement d'une interface permettant le contrôle des 5 caméras ont été effectués par P. Da Fonseca (EPITECH, stage à l'IMCCE).

Plusieurs campagnes de tests ont été nécessaires à la mise au point de l'instrument. La participation active de K. Baillié (IMCCE), J. Desmars (IMCCE / IPSA) et S. Bouquillon (SYRTE/LFCA) ont été précieuses pour ces étapes.

*Source : Observatoire de Paris*

## Signaux radio d'étoiles naines détectés : indicateurs de planètes cachées ?

Grâce au radiotélescope géant européen LOFAR, une équipe internationale comprenant des chercheurs de l'Observatoire de Paris - PSL, a découvert des étoiles naines qui émettent des ondes radio basses fréquences de manière inattendue, ce qui pourrait indiquer l'existence de planètes cachées. Ces travaux ont été publiés le 11 octobre 2021 dans la revue *Nature Astronomy*.

Une équipe scientifique internationale menée par J. Callingham (Université de Leyde) a découvert des émissions radio cohérentes polarisées, aussi qualifiées d'"aurorales", en provenance de 19 étoiles naines proches, localisées à moins de 170 années-lumière. Les étoiles naines sont les plus communes et les moins chaudes de notre Galaxie.



*Vue d'artiste d'une naine rouge en possible interaction magnétique avec une planète géante, qui pourrait expliquer certaines des détections radio présentées dans l'article.*

*C. Carter / KISS 2016.*

Si la plupart de ces émissions radio sont probablement liées à l'activité magnétique et coronale propre à ces étoiles, certaines autres pourraient être le fruit d'interactions magnétiques entre ces étoiles et leurs exoplanètes.

Ces signaux ont été détectés dans le "survey" du ciel de l'hémisphère nord réalisé ces dernières années par le radiotélescope Low Frequency Array (LOFAR) qui est le plus puissant du monde aux longueurs d'ondes de 1 à 3 mètres.

Plus exactement, il s'agit de signaux provenant de 19 étoiles naines rouges, dont quatre pourraient s'expliquer par l'existence de planètes en orbite autour d'elles. Ces détections viennent compléter les résultats récemment obtenus avec LOFAR en 2020 sur la détection d'un signal en provenance de la naine rouge GJ1151, et du système de Tau-Boötes.

Nous savons depuis longtemps que les planètes de notre propre Système solaire émettent de puissantes ondes

radio lorsque leurs champs magnétiques interagissent avec le vent solaire. Ce même processus est à l'origine des magnifiques aurores que nous voyons aux pôles de la Terre. Cependant, seul LOFAR fournit aujourd'hui la sensibilité nécessaire pour détecter des émissions aurorales en dehors de notre Système solaire. C'est un outil très puissant pour aider à trouver des planètes en dehors de notre Système solaire et à déterminer leurs champs magnétiques.

### Un nouveau mode de détection des exoplanètes

Philippe Zarka, astrophysicien à l'Observatoire de Paris - PSL au Laboratoire d'études spatiales et d'instrumentation en astrophysique et coauteur de l'article, a prédit dès 2001 l'existence de connexions magnétiques entre des étoiles et leurs exoplanètes en orbites serrées, analogues "géants" de l'interaction que l'on connaît déjà entre Jupiter et sa lune Io, génératrice de puissantes ondes radio.

Dans cette nouvelle étude, le modèle proposé pour expliquer les émissions radio en provenance de quelques-unes des étoiles naines détectées (celles qui ne montrent pas d'éruptions en lumière visible) est une version encore plus puissante du couple Jupiter - Io : ici l'exoplanète est enveloppée dans le champ magnétique de son étoile, alimentant en particules accélérées de vastes courants qui donnent naissance, de la même manière, aux aurores lumineuses radio près de l'étoile.

L'équipe scientifique tente à présent, à l'aide de télescopes optiques, de mettre directement en évidence la présence des planètes autour de l'étoile et recherche une périodicité dans le jeu de nouvelles données recueillies par LOFAR. À cette quête, les équipes de l'Observatoire de Paris - PSL contribuent aussi dorénavant de manière originale en utilisant le radiotélescope NenuFAR, implanté sur la station de radioastronomie de Nançay, dans le même but, mais à des fréquences encore plus basses.

Les découvertes réalisées avec LOFAR ne sont qu'un début, mais le télescope n'a la capacité de détecter que les étoiles relativement proches, situées jusqu'à environ 200 années-lumière. Avec le radiotélescope Square Kilometer Array de nouvelle génération qui sera mis en service en 2029, l'équipe prévoit qu'elle sera en mesure de détecter des centaines d'étoiles à des distances beaucoup plus grandes.

Ces travaux montrent que la radioastronomie est sur le point de révolutionner notre compréhension de l'environnement électrique et magnétique des planètes situées en dehors de notre Système solaire.

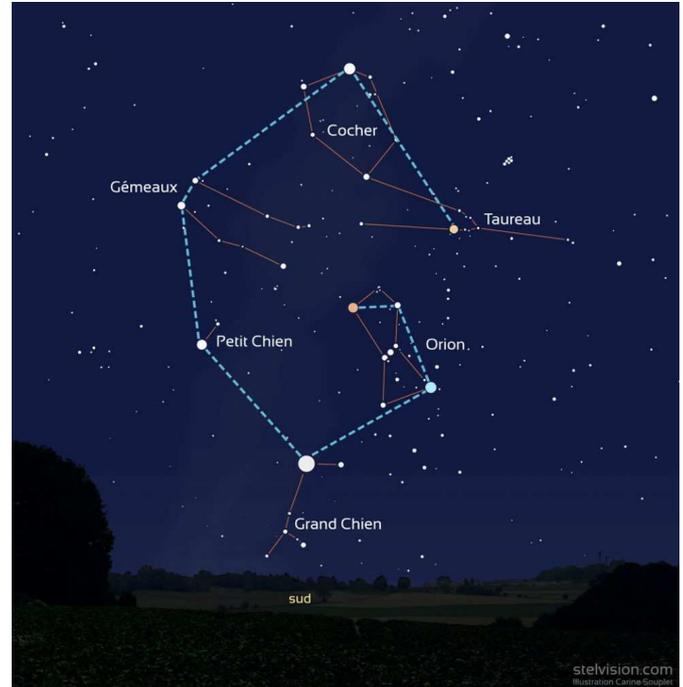
### Référence :

Les détections radio ont été publiées dans la revue Nature Astronomy, dans un article intitulé "The population of M dwarfs observed at low radio frequencies", Callingham et al.

Source : Observatoire de Paris

## A l'œil nu : le grand G de l'hiver

Connaissez-vous le grand G ? Dessiné par des étoiles brillantes, son repérage permet de se promener à l'œil nu dans un secteur remarquable du ciel d'hiver.



Durant l'hiver, la première partie de nuit permet de voir passer au-dessus de l'horizon sud un bel ensemble d'étoiles brillantes appartenant à différentes constellations. Elles sont au nombre de neuf et leur disposition fait penser à la lettre G. Toujours friands de points de repère faciles à mémoriser, les astronomes ont nommé cette formation le grand G de l'hiver.

Cette lettre céleste n'a pas d'existence officielle : il s'agit d'un astérisme, c'est-à-dire un ensemble d'étoiles qui forment une figure remarquable. Les astérismes sont parfois de tous petits ensembles d'étoiles, mais pour le grand G, nous sommes dans un cas semblable au Triangle d'été formé par Véga, Deneb et Altair, étoiles principales des constellations de la Lyre, du Cygne et de l'Aigle.

### Aldébaran, l'œil du Taureau

C'est Aldébaran qui fait office de point de départ du G. L'étoile orangée matérialise l'œil du bovin dans la constellation du Taureau, selon les légendes grecques. Un œil à la couleur chaude qui mit en confiance la jeune Europe lorsque le Taureau se présenta devant elle dans les jardins de son palais situé à Tyr, sur le rivage oriental de la mer Méditerranée. Charmée, elle grimpa sur la croupe de l'animal qui s'envola au-dessus de la mer pour la porter jusqu'en Crète. Car le Taureau n'était autre que Zeus, roi des dieux et des hommes, qui avait choisi

Europe pour qu'elle devienne la mère de trois de ses enfants. Autour d'Aldébaran, on devine un poudroiement d'étoiles, l'amas ouvert des Hyades : sept sœurs placées dans le ciel parce qu'elles étaient inconsolables de la mort de leur frère. Un peu plus haut, brille un autre groupe d'étoiles plus éclatantes, les Pléiades : sept autres sœurs qui furent métamorphosées en étoiles parce que leur père avait voulu lire dans le secret des dieux. Plus à l'est, deux étoiles marquent le bout des cornes du Taureau. La plus élevée des deux fait la transition vers la deuxième constellation de notre balade puisqu'elle en a longtemps fait partie également.

### Capella du Cocher

Cette deuxième constellation, c'est le Cocher qui est matérialisé dans le ciel par un polygone d'étoiles. La plus brillante, Capella, est le second point à relier pour former notre G. C'est aussi son point culminant, localisé en plein milieu de la Voie lactée d'hiver.

Le Cocher n'est pas une figure majeure dans la mythologie. On lui attribue l'invention du chariot à quatre chevaux dont il tient les rênes, mais l'engin lui-même est absent du ciel. Toutefois, l'étoile Capella matérialise la chèvre qu'il porte sur son dos : une chèvre à l'illustre destin puisqu'elle fût la nourrice de Zeus.

Les deux prochains points à relier se situent sur le rivage oriental de la Voie lactée, dans la constellation des Gémeaux. Ce sont deux frères, l'un fils de Zeus, l'autre d'un mortel, mais qui restèrent inséparables tout au long de leur vie : Castor et de Pollux. Les deux étoiles qui portent leurs noms matérialisent leurs têtes à l'extrémité de la constellation. Parmi leurs exploits, Castor et Pollux réussirent à calmer une tempête qui menaçait de faire chavirer le bateau des Argonautes. Cela explique pourquoi ils aiment être invoqués par les marins : les feux de Saint-Elme autour des mâts des navires sont considérés comme un signe de leur présence.

La constellation des Gémeaux est assez simple à reconnaître : vers l'est, les deux étoiles principales figurent les têtes des deux frères, à partir desquelles partent parallèlement deux alignements stellaires vers la Voie lactée. Au bout, les astres figurant les pieds des deux frères se baignent dans celle-ci.

### Procyon, cœur du Petit Chien

Au sud de Castor et Pollux, le point suivant à relier brille presque autant que Capella. Il s'agit de Procyon, dans la constellation du Petit Chien. Procyon signifie en grec « chien de devant » car l'astre se lève juste avant l'étoile majeure Sirius du Grand Chien. Les deux canidés accompagnent le grand chasseur Orion sur lequel nous allons revenir.

Le Petit Chien est la plus petite constellation de cette région du ciel, mais elle reste remarquable grâce à l'éclat de Procyon qui dénote dans un secteur du ciel par ailleurs assez pauvre en étoiles brillantes.

### Sirius, l'épaule du Grand Chien

Point le plus austral de notre G de l'hiver, Sirius, est une étoile importante : c'est la plus brillante visible depuis la

Terre ! Son nom signifie « ardent » en grec. Déjà remarquable depuis la France métropolitaine même si elle se trouve près de l'horizon, les observateurs situés plus au sud peuvent attester de son éclat lorsqu'elles se trouvent haut dans le ciel.

Sirius marque l'épaule de la constellation du Grand Chien, fidèle compagnon du chasseur Orion. Certaines légendes grecques en font aussi le chien chargé par Zeus de veiller sur la belle Europe.

### Rigel, Bellatrix et Bételgeuse, dans Orion

Terminons de dessiner le grand G de l'hiver en reliant Sirius à Rigel, qui marque l'un des pieds du chasseur céleste Orion, puis Bellatrix et pour finir Bételgeuse qui matérialisent ses épaules. Il s'agit des astres les plus brillants de la constellation, mais les trois étoiles alignées qui figurent la ceinture du chasseur sont aussi remarquables.

Orion est sans conteste la constellation la plus emblématique du ciel d'hiver dans l'hémisphère nord. Ses étoiles les plus brillantes dessinent une figure aisément reconnaissable en forme de sablier ou de papillon aux ailes grandes ouvertes. En comparant Bételgeuse et Rigel, l'observateur peut aussi discerner leurs couleurs : rouge pour la première et bleue pour la seconde.

Il fallait bien cela pour honorer un personnage mythologique aussi légendaire : Orion se vantait de pouvoir vaincre n'importe quel animal. Il était effectivement immense et puissant, puisque sa tête dépassait des eaux lorsqu'il marchait dans la mer. Mais pas assez toutefois pour vaincre tous ses adversaires : confronté au Scorpion, il fût piqué au pied et mourut. Une fin tragique qui émut les dieux, car ils placèrent Orion et le Scorpion à l'opposé dans le ciel. Ainsi, tout comme Orion embellit les nuits d'hiver, le Scorpion enchante nos nuits estivales. Mais ceci est une autre histoire...

*Source : Stelvision*

## Petit dictionnaire de l'astronome

### Q

**Quadrature** : Configuration particulière d'une planète lorsque l'angle qu'elle forme avec le Soleil, vu depuis la Terre, vaut exactement 90°. Les planètes inférieures (Mercure et Vénus) ne peuvent évidemment jamais se retrouver en position de quadrature. La Lune est en position de quadrature au Premier Quartier et Dernier Quartier.

**Quark** : Particules élémentaires de matière décrites comme tels par la théorie du modèle standard, les quarks appartiennent à la famille des leptons. De spin 1/2, ils sont les constituants des protons et des neutrons, particules subatomiques composantes des noyaux atomiques.

**Quasar** : Noyaux de galaxies actifs émettant une grande quantité d'énergie, plus lumineux que plusieurs milliers

de galaxies. Astres encore assez méconnus, on pense que les quasars résultent de la chute importante de matière dans un trou noir hypermassif. Les quasars sont très éloignés de nous, et donc très anciens, à une époque où les galaxies étaient beaucoup plus rapprochées les unes des autres, et où le risque de collision était donc beaucoup plus important qu'aujourd'hui. Ce sont probablement ces collisions qui, apportant rapidement une importante quantité de matière à proximité du trou noir, sont à l'origine de cette émission phénoménale d'énergie.

**Queue cométaire :** Résultante de la sublimation des glaces du noyau d'une comète passant à proximité du Soleil, la queue de la comète se forme par pression de radiation du vent solaire sur la surface de la comète. On distingue 2 parties de la queue : Une queue de poussières de couleur blanche ou jaunâtre, et une queue de gaz ionisé de couleur bleue. La queue ne se trouve pas toujours à l'opposé de la direction prise par la comète, elle est simplement dirigée à l'opposé du vent solaire. Pour une comète s'éloignant du Soleil, c'est donc la queue qui précède le noyau.

**R**

**Radiant :** Point sur la voûte céleste d'où semblent provenir les météorites d'un même essaim. Bien que parallèles, ces trajectoires émanent d'une même zone par simple effet de perspective. Le point radiant d'un essaim lui donne généralement son nom, ainsi les Perséides semblent provenir de la constellation de Persée et les Léonides de la constellation du Lion.

**Radioastronomie :** Branche de l'astrophysique qui étudie la partie du spectre électromagnétique qui s'étend au-delà du centimètre. Les ondes radio sont de la lumière invisible pour un œil humain.

**Radiotélescope :** Instrument astronomique dont le but est de collecter les ondes radioélectriques émises par les astres. Réunie en un point, la « lumière » est ensuite amplifiée et traitée afin d'en déterminer une image visible pour l'œil humain. Les radiotélescopes ont un pouvoir de résolution beaucoup plus bas que les télescopes optiques.

**Raie d'absorption :** Fine raie sombre apparaissant dans un spectre, formée par des gaz spécifiques qui absorbent une partie du rayonnement.

**Raie spectrale :** Fréquence de lumière émise par un atome ou une molécule spécifique. Chaque élément de matière produit une fréquence unique, ce qui permet aux astronomes de déterminer (la plupart du temps par le biais d'un transit) la composition atmosphérique d'une planète.

*A suivre...*

## Camera GPCAM3 224C Altair

La caméra GPCAM3 224C d'Altair est équipée du capteur CMOS Full HD Sony IMX224, avec un bruit de lecture extrêmement faible et une résolution de 2 mégapixels.

Le capteur IMX224 est particulièrement souhaitable pour l'imagerie planétaire et la microscopie où des taux de trame élevés et de petites tailles de pixels sont requis.

# GP-CAM3



L'Altair GPCAM3 224C peut être utilisé pour l'imagerie solaire, planétaire et lunaire, du ciel profond à longue exposition et, bien sûr, la vidéo-astronomie avec les fonctionnalités d'empilement en direct dans AltairCapture et Sharpcap. (Firecapture est également supporté – maintenant dans la version bêta). L'imagerie time-lapse est entièrement pris en charge dans le logiciel gratuit AltairCapture, et la caméra peut être utilisée avec un objectif CS-Mount en option pour chasser les météores ou les aurores.

**Imagerie du système solaire :** Le GPCAM3 224C est fortement recommandé pour l'imagerie solaire, lunaire, ou planétaire (capture vidéo). Avoir des pixels de taille moyenne de 3,75 µm permet l'imagerie avec de grands réflecteurs ou de petits réfracteurs. Le GPCAM3 224C offre des fréquences d'images élevées et un bruit de lecture exceptionnellement faible requis pour obtenir le plus de détails. La fonction ROI (Région d'intérêt) peut être utilisée pour des fréquences d'images encore plus élevées lors de l'imagerie des planètes, du soleil ou de la lune. Son prix est entre 299 (31.75) et 325€ (50.8) au choix ; un beau cadeau pour Noël.

## Astrométrie : Ephémérides astronomiques

**Décembre 2021 :**

03/12/2021 01:06 Rapprochement Lune/Mars (0,3°)  
04/12/2021 08:43 NOUVELLE LUNE (éclipse totale de Soleil non visible à Paris)  
04/12/2021 11:01 Lune au périégée (356794 km)

06/12/2021 18:00 Plus grand éclat de VÉNUS (-4,71)  
 07/12/2021 02:31 Rapprochement Lune/Vénus (2,2°)  
 07/12/2021 04:21 Rapprochement Lune/Pluton (3,0°)  
 08/12/2021 04:21 Rapprochement Lune/Saturne (4,5°)  
 09/12/2021 00:00 Pluie d'étoiles filantes : Monocérotides  
 (3 météores/heure au zénith ; durée 20 jours)  
 09/12/2021 00:00 Pluie d'étoiles filantes : Sigma  
 Hydrides (7 météores/heure au zénith; durée 12 jours)  
 09/12/2021 08:27 Rapprochement Lune/Jupiter (4,9°)  
 11/12/2021 02:36 PREMIER QUARTIER DE LUNE  
 11/12/2021 05:22 Rapprochement Lune /Neptune (4,3°)  
 14/12/2021 02:56 Pluie d'étoiles filantes : Géminides  
 (150 météores/heure au zénith; durée 12 jours)  
 15/12/2021 08:37 Rapprochement Lune / Uranus (2,1°)  
 15/12/2021 21:18 Pluie d'étoiles filantes : Coma  
 Bérénicides (3 météores/heure au zénith; durée 11 jours)  
 18/12/2021 03:16 Lune à l'apogée (406320 km)  
 19/12/2021 05:36 PLEINE LUNE  
 19/12/2021 19:37 Pluie d'étoiles filantes : Leo Minorides  
 de déc. (5 météores/heure au zénith; durée 61 jours)  
 21/12/2021 16:59 SOLSTICE D'HIVER  
 22/12/2021 11:20 Pluie d'étoiles filantes : Ursides (10  
 météores/heure au zénith; durée 9 jours)  
 27/12/2021 03:24 DERNIER QUARTIER DE LUNE  
 27/12/2021 20:13 Rapprochement Mars /Antarès (4,5°)  
 29/12/2021 06:09 Rapprochement Mercure/Vénus (4,2°)  
 31/12/2021 21:21 Rapprochement Lune / Mars (1,4°)

#### Janvier 2022 :

2022 01 01 23:59 Lune au périgée (358033 km)  
 2022 01 02 19:33 NOUVELLE LUNE  
 2022 01 03 14:38 Pluie d'étoiles filantes : Quadrantides  
 (110 météores/heure au zénith; durée 16 jours)  
 2022 01 04 07:00 La Terre à son périhélie  
 2022 01 07 12:00 + grande élongation Mercure (19,2°)  
 2022 01 09 19:11 PREMIER QUARTIER DE LUNE  
 2022 01 14 01:44 Rapprochement Lune/Aldébaran  
 2022 01 14 10:27 Lune à l'apogée (405805 km)  
 2022 01 15 20:27 Rapprochement Lune / M 35 (1,3°)  
 2022 01 16 00:00 Mercure à son périhélie  
 2022 01 18 00:49 PLEINE LUNE  
 2022 01 23 07:00 Vénus à son périhélie  
 2022 01 25 14:41 DERNIER QUARTIER DE LUNE  
 2022 01 26 06:48 Rapprochement Mars / M 8 (0,5°)

2022 01 30 08:09 Lune au périgée (362252 km)

#### Indications sur les heures des phénomènes :

Les heures affichées pour chaque événement sont données en TLF (Temps Légal Français, soit TU + 1h en hiver et TU + 2h en été) pour Paris (2° 20' 0" E, 48° 52' 0" N, zone A).

Source : *Astrofiles*

## Les conférences du CIS

Le CIS organise un cycle de conférences avec des scientifiques et des historiens ou écrivains de vulgarisation. Exceptionnellement, certaines contraintes pourront nous amener à modifier le rendez-vous. Vous pouvez consulter le site Internet : <http://www.astrosurf.com/cis>.

#### Conférence le lundi 13 décembre 2021 à 19h30.

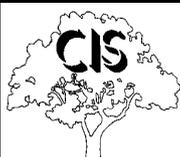
« Le voyage du James Webb Telescope »  
 par Pierre Guillard, CNRS, IAP, Sorbonne Université

Résumé : Les préparatifs se terminent à Kourou et un long voyage commence pour le JWST ! Cette conférence détaillera quelques opérations de tests au sol, la mise en orbite et en service de l'observatoire, puis le conférencier abordera les objectifs scientifiques des premières observations.

#### Prochaine conférence le lundi 10 janvier 2022 à 19h30.

« Observation satellitaire du couvert végétal »  
 par Stéphane Jacquemoud, Institut de Physique du Globe de Paris

Les conférences ont lieu au Studio Raspail, 216 bd Raspail, 75014 Paris.



**CIS - Club d'Information Scientifique de La Poste et d'Orange**  
 68 avenue Général De Gaulle 94700 MAISONS ALFORT Tél. : 01 48 93 54 66 (répondeur 24 h/24)  
 Internet - <http://www.astrosurf.com/cis> - Courriel : [cis-ftlp@wanadoo.fr](mailto:cis-ftlp@wanadoo.fr)  
 Internet La Poste : [www.portail-malin.com](http://www.portail-malin.com)

"Le Regard de l'Astronome" - Bulletin trimestriel édité par le CIS

Directeur de la publication : Jean-Louis Labaye

Rédaction et mise en page : Jacques Rodriguez. Comité de lecture : Jean-Louis Labaye, Gilles Gozlan, Jacques Rodriguez.

Ont collaboré à ce numéro : Jacques Rodriguez

Tous les articles qui nous seront proposés à la publication, seront soumis à l'approbation de l'équipe rédactionnelle et au comité de lecture. En cas de litige, la voix du directeur de la publication reste prépondérante.