



# ÉDIT

Changement d'ère dans l'altimétrie spatiale avec le satellite Swot qui sera lancé en décembre. Construit par Thales Alenia pour le Cnes et la Nasa, Swot embarque une technologique de rupture qui va révolutionner la connaissance du cycle de l'eau à l'échelle de la planète. Lacs, rivières, fleuves, réservoirs et océans, 90 % des eaux de surface de la Terre seront sondés. Les explications de Christophe Duplay, responsable du programme Swot pour TAS, et de Charlotte Emery, ingénieur d'étude à CS Group France, pour le CNES. Trente ans après le lancement de Topex-Poseidon, qui marquait alors le tout début de l'altimétrie de précision, Thales Alenia Space livre au Cnes et à la Nasa le satellite Swot. Cette mission s'inscrit dans la continuité des missions Jason et poursuivra la « mesure très précise du niveau des océans sur un temps long qui est un très bon indicateur du changement climatique », nous explique Christophe Duplay, responsable de Swot pour Thales Alenia Space. Elle ouvre une nouvelle ère dans « l'observation des eaux de surface continentales, lacs et cours d'eau avec des perspectives révolutionnaires dans le domaine de l'hydrologie continentale et l'océanographie ». Cette mission altimétrique de la topographie des eaux de surface océaniques et continentales « devrait révolutionner la discipline dans un même ordre de grandeur que Topex-Poseidon », à qui l'on doit les premières mesures précises de l'élévation du niveau des mers « qui nous ont permis de prendre conscience qu'un changement climatique était en cours ». Décidément, les scientifiques n'arrêtent pas de nous surprendre et c'est heureux.

Jacques Rodriguez

## SOMMAIRE

Titres	Pages
Editorial	1
Observations astronomiques	1 à 2
Éclairs et grêle d'ammoniaque	2
L'instrument SEIS localise les impacts de météorites et échographie l'intérieur de Mars	3 à 4
Les répercussions écologiques potentielles des feux de forêt en Sibérie	4 à 5
Première observation d'un switchback magnétique dans la couronne solaire	5 à 6
Une bactérie visible à l'œil nu	6 à 7
Les constellations d'automne	7 à 10
Petit dictionnaire d'astronomie	10
Ephémérides astronomiques	10 à 11
Conférences du CIS	11

## Observations astronomiques

### Phénomènes célestes :

Le 04/10 à 04h35 nous pourrons assister au rapprochement entre la Lune et Pluton, puis le 05 entre la Lune et Saturne, le 8 entre la Lune et Neptune le matin et Jupiter le soir. La pluie d'étoiles filantes les Draconides est prévue aussi le 8, tandis que les Taurides S. le 10. Le 12 la Lune se rapproche d'Uranus et le 15 de Mars. Autre pluie d'étoiles filantes les Epsilon Géminides sera visible le 19. Ce jour-là, il se passe des transits simultanés sur Jupiter : un satellite et deux ombres de satellites. Le 21 sur le matin la pluie d'étoiles filantes les Orionides pourront apparaître. Le 25/10 à 10h49, il y aura une éclipse partielle de Soleil visible à Paris à la Nouvelle Lune. Le 26 il y aura de nouveaux transits simultanés sur Jupiter de deux satellites. En novembre, le 02/11 à 01h22 c'est un rapprochement entre la Lune et Saturne, deux transits simultanés sur Jupiter de deux satellites à 20h46. Le 04/11 à 23h59, il y a un rapprochement entre la Lune et Jupiter. Le ciel verra le 12 la pluie d'étoiles filantes : Taurides N. Le 17 c'est le maximum de la pluie d'étoiles filantes : Léonides. Le 21/11 c'est au tour de la pluie d'étoiles filantes : Alpha Monocerotides. Le 27/11 à 17h59, il y a un rapprochement entre la Lune et Pluton et le 29 la Lune se rapproche de Saturne.

## 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 le site de l'Astroclub Vayrois : <http://astroclubvayres.monsite-orange.fr/>

## Éclairs et grêle d'ammoniac

L'une des grandes surprises de la mission Juno de la NASA, en orbite autour de Jupiter depuis 2016, a été la découverte de la très grande variabilité des propriétés de son atmosphère profonde, à des dizaines, voire des centaines de kilomètres en dessous des nuages visibles. L'ammoniac, notamment, est très présent dans la zone équatoriale alors que son abondance est très variable et généralement faible ailleurs, jusqu'à des grandes profondeurs. Mais quel est le mécanisme responsable de ces variations ?

L'atmosphère de Jupiter, faite essentiellement d'hydrogène et d'hélium, deux gaz très légers, est très étendue. Les nuages d'eau, qui s'étendent sur 12 km d'altitude maximum sur Terre, peuvent atteindre plus de 80 km d'altitude sur Jupiter. L'eau qui remonte dans ces grands nuages via les courants ascendants finit par cristalliser. Quand les cristaux atteignent une altitude où la température avoisine  $-80^{\circ}\text{C}$ , ils rencontrent de la vapeur d'ammoniac qui liquéfie les cristaux et forme des gouttelettes d'eau-ammoniac. Après avoir atteint le haut du nuage, elles redescendent et une croûte de glace se forme autour d'elles. En chutant, ces grêlons d'ammoniac grossissent de plus en plus et peuvent peser jusqu'à 1 kg. Leur poids les fait chuter dans l'atmosphère profonde à des vitesses pouvant atteindre 700 km/h ! Arrivés à une certaine profondeur, ils s'évaporent. Ce sont donc les orages qui entraînent l'ammoniac et l'eau profondément dans la planète.

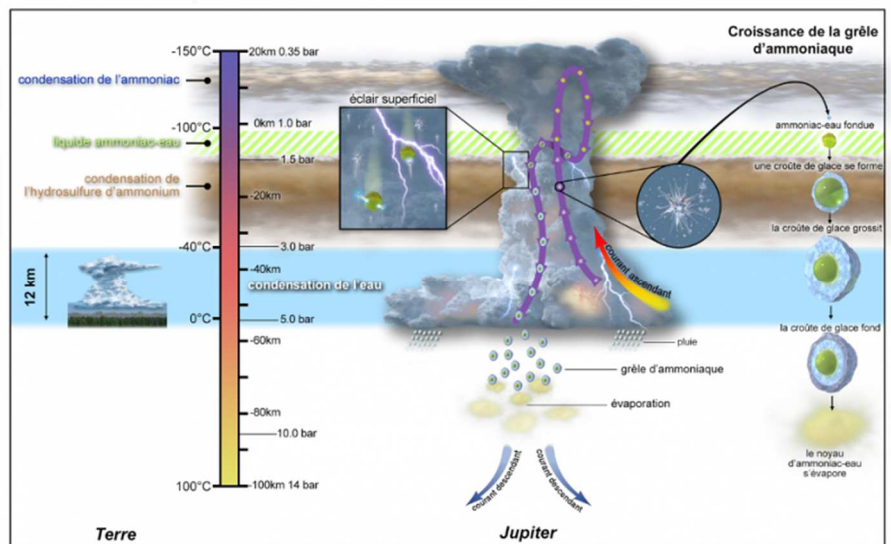
Une observation a permis de confirmer ce mécanisme de formation d'orages. Elle a été réalisée par une petite caméra de la sonde Juno, appelée caméra SRU et qui au départ était simplement prévue pour positionner le satellite. Elle a détecté, un peu par hasard, la présence d'éclairs du côté nuit de la planète. Des éclairs avaient déjà été détectés sur Jupiter par le passé, mais à des profondeurs où les températures avoisinent  $0^{\circ}\text{C}$  et où l'on peut donc trouver de l'eau liquide. En effet, la présence des trois phases de l'eau (solide, liquide et vapeur) est essentielle à la formation d'éclairs. La nouveauté ici est que certains des éclairs détectés par la caméra SRU proviennent de niveaux où la température est inférieure à  $-70^{\circ}\text{C}$ . Seule la présence d'ammoniac peut expliquer l'existence d'un liquide à ces températures – le mélange eau-ammoniac à la base des grêlons – et donc la formation d'éclairs dans cette zone.

Suite à ces découvertes, des chercheurs ont réalisé un modèle de mélange atmosphérique sur Jupiter. Résultat : la présence d'orages et la formation de grêlons d'ammoniac permettent d'expliquer l'assèchement de l'atmosphère profonde en ammoniac et rendent compte des variations observées par Juno en fonction de la latitude. Mais des questions cruciales subsistent. En particulier : jusqu'où les courants descendants liés à l'évaporation de la grêle d'ammoniac pénètrent-ils ? Juno devrait poursuivre la mission jusqu'en 2025, et au-delà, la mission Juice de l'ESA pourra permettre de continuer le suivi de ces orages. Mais une autre planète pourrait apporter les clés de la compréhension de ces atmosphères abyssales : il s'agit d'Uranus, qui devrait être l'objet d'une mission commune de la NASA et de l'ESA pour une mise en orbite à l'horizon 2045.

*Note 1 : Une fois dissous dans l'eau, l'ammoniac ( $\text{NH}_3$ ) donne de l'ammoniaque dont la formule chimique est  $\text{NH}_4\text{OH}$ .*



Des nuages blancs, probablement de glace d'ammoniac, photographiés par la caméra JunoCam, lors d'un orage jovien © NASA / JPL-Caltech / SwRI / MSSS / Gerald Eichstädt



Comparaison à l'échelle d'un cumulo-nimbus sur Terre (à gauche) et d'un nuage à la base d'un orage violent sur Jupiter (à droite). Les températures, altitudes et pressions indiquées font référence à l'atmosphère de Jupiter. © NASA / JPL-Caltech / SwRI / CNRS/Source : Institut National des Sciences de l'Univers

**Auteur : Tristan Guillot, chercheur CNRS au laboratoire Lagrange – OCA**  
**Source : Institut National des Sciences de l'Univers**

## L'instrument SEIS localise les impacts de météorites et échographie l'intérieur de Mars

**Lancée par la NASA en mai 2018, la mission InSight a pour objectif d'étudier la structure interne de la planète Mars. Son sismomètre SEIS, dont l'ISAE-SUPAERO a réalisé, sous la supervision du CNES et de l'IPGP, le modèle de bruit et la spécification du logiciel scientifique permettant de l'exploiter, continue de révéler les secrets de la planète rouge.**

Une équipe de recherche internationale impliquant des scientifiques de l'ISAE-SUPAERO, du CNRS, de Nantes Université, de l'Université Claude Bernard Lyon et de l'Université Paris Cité-Institut de physique du globe de Paris, ont publié le 19 Septembre dans les journaux Nature Geoscience et Journal of Geophysical Research – Planets des résultats scientifiques importants pour la compréhension de la formation et de l'évolution thermique de Mars.

### **Le sismomètre SEIS livre les premières ondes sismiques et acoustiques provenant d'un impact de météorite sur Mars**

Avant la mission InSight de la NASA, les détails de la structure interne de la planète Mars et la profondeur des frontières entre croûte, manteau et noyau, étaient relativement peu précises. Par ailleurs, la cratérisation par impact est un processus fondamental qui façonne les surfaces et les atmosphères planétaires. Les impacteurs récents forment de nouveaux cratères et excitent des ondes acoustiques et sismiques pendant l'entrée dans l'atmosphère et l'impact sur le sol. Ils peuvent donc être détectés à la fois par le sismomètre SEIS et les imageurs en orbite autour de Mars.

À ce jour, le sismomètre embarqué sur InSight a ainsi identifié et localisé quatre impacts qui se sont produits à la surface de Mars. Pour cela, les ondes sonores émises par les impacts ont été détectées par les infimes déformations du sol qu'elles produisent lorsqu'elles passent au-dessus du sismomètre. Puis, les temps d'arrivée et la polarisation des ondes sismiques et acoustiques ont été utilisés pour estimer les emplacements des impacts.

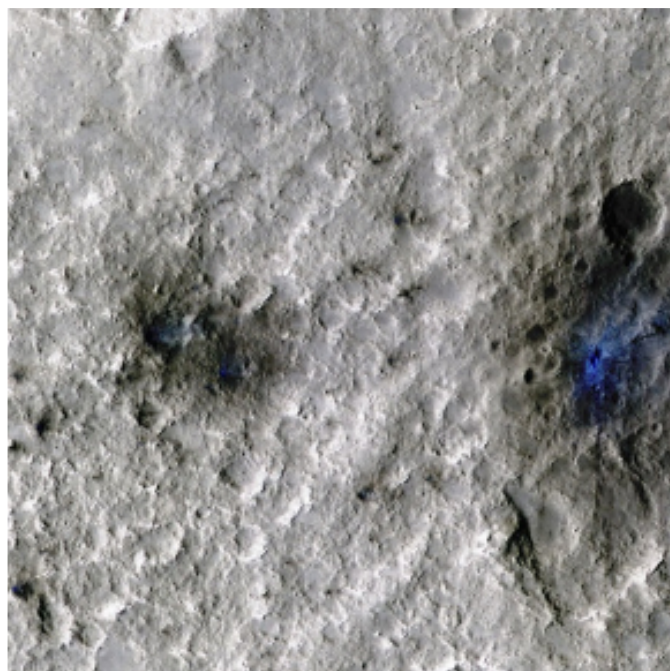
Ces observations, qui sont les premières connues sur une autre planète que la Terre, ont été confirmées par l'imagerie orbitale des cratères associés. Les dimensions des cratères et les estimations des trajectoires des météorites permettent de comprendre et de modéliser les sismogrammes enregistrés. Par la connaissance de l'emplacement de ces sources, les impacts détectés permettent d'imager l'intérieur martien. Les premières arrivées des ondes sismiques confirment les modèles de la croûte précédemment déterminés.

*« Connaître la structure de la croûte de Mars et son niveau d'hétérogénéité nous permet d'en apprendre plus sur son évolution au fil des années. Il faut comprendre que c'est au cœur de cette croûte que se concentrent les*

*éléments radioactifs qui font fluctuer la thermique de la planète. Son niveau de fracturation nous renseigne également sur la capacité de la planète rouge à renouveler sa surface »,* explique Raphaël F. Garcia, professeur en géophysique planétaire à l'ISAE-SUPAERO et qui a coordonné cette étude.

Ces observations fournissent la première preuve au sol des relations d'échelle distance-amplitude des ondes sismiques générées par les impacts sur Mars. Elles confirment le lien entre le moment sismique des impacts et le moment vertical de l'impacteur. Ce développement démontre la capacité de la sismologie planétaire à estimer les taux d'impact et à imager la structure interne des objets planétaires du système solaire.

Ces analyses scientifiques, fruit d'une collaboration internationale entre chercheurs et chercheuses de différents laboratoires, sont publiées dans la revue Nature Geoscience.



*« Dans le cadre de la mission InSight, obtenir des enregistrements d'impacts était le dernier objectif scientifique que nous n'avions pas encore rempli. Ces résultats prouvent qu'avec un seul sismomètre, nous sommes en capacité de sentir « vibrer » Mars mais aussi d'entendre le bruit des explosions et donc de localiser les impacts. Cet instrument pourra être déployé sur d'autres planètes afin d'étudier leur structure interne. À ce titre, un des capteurs du modèle de rechange de SEIS s'envolera vers la face cachée de la Lune dans l'instrument Farside Seismic Suite (FSS) en 2025 »,* conclut Raphaël F. Garcia.

### **Le sismomètre SEIS enregistre plus de 20 séismes et permet une échographie de l'intérieur de Mars.**

À partir d'une vingtaine de séismes détectés sur Mars par le sismomètre français, les travaux menés par la sismologue Mélanie Drilleau et de nombreux experts scientifiques permettent d'affiner les connaissances de l'intérieur de la planète rouge. Grâce aux enregistrements du sismomètre SEIS, les scientifiques ont pu mettre en

place la base de données sismiques martienne la plus complète publiée à ce jour.

Ainsi, la majorité des séismes enregistrés proviennent d'une zone appelée Cerberus Fossae, où se situent de nombreuses failles sismiques qui sont très probablement la source de ces séismes.

L'analyse des ondes sismiques qui se propagent à l'intérieur de la planète, d'une manière similaire à celle d'une échographie, a permis d'établir un modèle de structure de l'intérieur de Mars plus précis. « *Nous avons notamment estimé que la croûte martienne est compatible avec une roche de type gabbro, une roche magmatique qui est sur Terre le constituant principal de la croûte océanique* », explique Mélanie Drilleau, ingénieure de recherche du CNRS à l'ISAE-SUPAERO.

« *Ces nouveaux travaux confirment également les découvertes réalisées l'an passé et publiées dans la revue Science, notamment que l'intérieur de Mars est plus chaud de nos jours que dans le passé* ».

Cette étude, fruit d'une forte collaboration internationale impliquant cinq laboratoires français (ISAE-SUPAERO, Institut de physique du globe (CNRS/IPGP/Université Paris Cité), laboratoire de planétologie et géosciences (CNRS/Nantes Université/Université d'Angers), laboratoire de géologie de Lyon : Terre, planètes, environnement (CNRS/ENS de Lyon/Université Claude Bernard Lyon 1), laboratoire J-L Lagrange (CNRS/Observatoire de la Côte d'Azur), ainsi que l'Observatoire Royal de Belgique, l'ETH Zurich et le Jet Propulsion Laboratory, vient d'être publiée dans la revue scientifique américaine *Journal of Geophysical Research – Planets*. Elle constitue un pas supplémentaire vers la compréhension de la formation et de l'évolution thermique de Mars.

*Source : Institut National des Sciences de l'Univers*

## Les répercussions écologiques potentielles des feux de forêt en Sibérie

**Les aérosols des feux de forêt en Sibérie pourraient avoir transportés suffisamment d'azote dans certaines parties de l'océan Arctique pour amplifier une efflorescence phytoplanctonique<sup>1</sup>. Ces travaux mettent en évidence des répercussions écologiques potentielles des feux de forêt de l'hémisphère nord.**

Au cours de l'été 2014, des images satellites ont détecté une efflorescence phytoplanctonique plus importante que la normale dans la mer de Laptev (Océan Arctique). Un groupe de chercheurs aux expertises complémentaires s'est d'abord penché sur la quantification des "processus habituels" d'apport d'azote, tels que la fonte de la glace de mer, le débit des rivières et les remontées des eaux

profondes, mais aucun n'a pu expliquer la quantité d'azote nécessaire pour expliquer la présence de l'efflorescence.



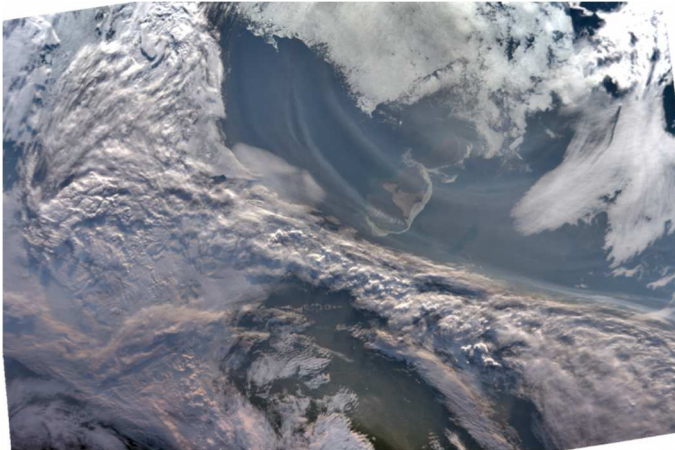
A la même période, des incendies de forêt en Sibérie (Russie) ont brûlé environ 1,5 million d'hectares de terres ; et la fumée de ces feux a été dirigée dans l'océan Arctique au niveau de l'efflorescence. Les chercheurs se sont intéressés aux aérosols de ces feux de forêt et à la composition de l'atmosphère. Ils ont utilisé le Community Earth System Model (CESM) : un modèle numérique capable de simuler les émissions de sources naturelles et humaines lorsqu'elles entrent et sortent de l'atmosphère. Le modèle a été alimenté par des données de vent, de température et de la composition de l'atmosphère (y compris la composition de la fumée des feux de forêt pour la période en question). Les simulations du modèle ont montré qu'au moment de l'efflorescence et des feux de forêt (été 2014), le dépôt d'azote de l'atmosphère était presque deux fois plus important que les années précédentes et suivantes.

Les données satellitaires historiques et la composition chimique des aérosols ont été étudiées afin d'avoir une meilleure idée de l'impact de ces feux sur les cycles biogéochimiques et les écosystèmes de l'Arctique. Bien qu'une efflorescence ponctuelle comme celle-ci ne changera pas complètement la productivité et la structure de l'écosystème arctique, la Sibérie et l'Arctique canadien seront touchés par un plus grand nombre de feux de forêt. Il pourrait donc être intéressant d'explorer les effets potentiels en aval, si l'activité des feux et l'apport de nutriments restent élevés.

Le travail a été soutenu par le projet de recherche Alg-O-Nord du CNES (Centre national d'études spatiales), le programme High Impact Publications d'ArcticNet et une subvention Marie Skłodowska-Curie Horizon 2020 de l'Union européenne (n° 746748) et le US Department of Energy sous le numéro de subvention : DE-SC0021302.

**Note 1 :** L'efflorescence phytopanctonique est un processus de concentration rapide des cellules phytoplanctoniques dans une masse d'eau ce qui favorise donc la croissance de phytoplancton. Des études scientifiques ont pour objectif de réussir à comprendre ce phénomène pour pouvoir faire le lien entre le réchauffement climatique et les différents impacts sur la concentration de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère.

*Laboratoires impliqués : Laboratoire international de recherche Takuvik au Canada. Tutelles : CNRS/Université Laval. L'université de Caroline du Nord aux Etats-Unis*



*Image satellite du panache des feux de forêt dans l'est de l'océan Arctique. © MODIS-AQUA / 12 août 2014*

**Pour en savoir plus :** Ardyna, M., Hamilton, D.S., Harmel, T. et al. Wildfire aerosol deposition likely amplified a summertime Arctic phytoplankton bloom. *Commun Earth Environ* 3, 201 (2022).

**Contact :** Mathieu Ardyna, Chercheur CNRS au Laboratoire International de Recherche Takuvik (Canada)

*Source : Institut National des Sciences de l'Univers*

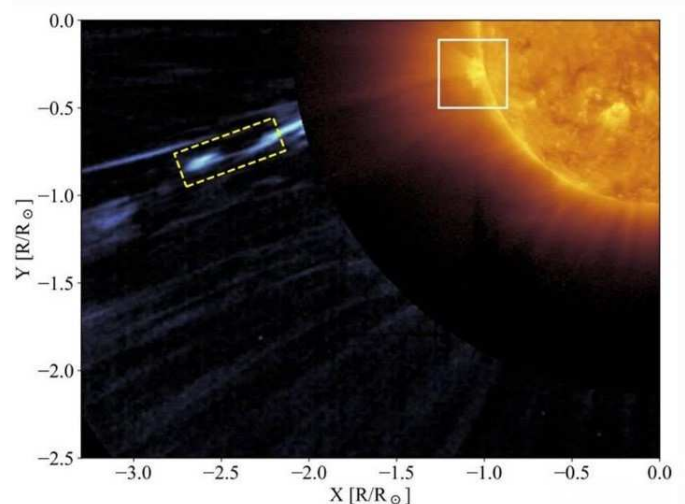
## Première observation d'un switchback magnétique dans la couronne solaire

**En travaillant sur les mesures réalisées par Solar Orbiter, le satellite d'observation du soleil de l'Agence spatiale européenne, une équipe internationale impliquant des scientifiques du Laboratoire de mécanique des fluides et d'acoustique et de l'Institut d'astrophysique spatiale a mis en évidence l'origine et le mécanisme de formation des "switchbacks", des structures magnétiques en forme de S observées dans le vent solaire.**

Le vent solaire, flux continu de particules de plasma supersonique généré au niveau de la couronne solaire, forme une bulle - l'héliosphère - qui s'étend au-delà du

système solaire. Ce flux de particules engendre un champ magnétique à très grande échelle. En 2019, la sonde Parker Solar Probe (PSP) de la NASA avait découvert l'existence dans l'héliosphère d'un grand nombre de structures de champ magnétique en forme de S : des "basculements" à court terme dans la polarité du champ magnétique, appelées "switchbacks", susceptibles de jouer un rôle critique dans la création et l'accélération du vent solaire lui-même. Mais l'origine et le mécanisme de formation de ces phénomènes restaient des questions non résolues.

Une réponse fortement argumentée est proposée par l'étude d'une équipe internationale impliquant le Laboratoire de mécanique des fluides et d'acoustique (LMFA, CNRS/Ecole Centrale Lyon/Insa Lyon/Université Claude Bernard), avec la participation de Raffaele Marino, et des scientifiques de l'Institut d'astrophysique spatiale (IAS, CNRS/Université Paris-Saclay). Ces travaux apportent une réponse à une question clé : les switchbacks ont-ils leur origine dans le soleil, ou bien se forment-ils dans le vent solaire, pendant qu'il se dilate dans l'espace ? Les scientifiques, en se basant sur les mesures réalisées par le coronographe 1 Metis embarqué dans le satellite d'observation du soleil Solar Orbiter, associées à des études théoriques et des modélisations numériques, ont apporté la réponse. Ils ont montré que la structure de plasma solaire en forme de S observée dans la couronne solaire est en effet compatible avec l'existence d'un switchback magnétique sous-jacent, et mis ainsi en évidence la première observation d'un switchback dans la couronne solaire.



*Composition de l'image de luminosité totale de la couronne solaire (bleue) observée par Metis et de l'émission ultraviolette (jaune) image fournie par l'Extreme Ultraviolet Imager depuis le point de vue de Solar Orbiter le 25 mars 2022 à 20h39 TU. Le switchback (dans la boîte rectangulaire) se propage à travers la couronne solaire, au-dessus d'une région active du Soleil (boîte blanche). ©Astrophysical Journal Letters*

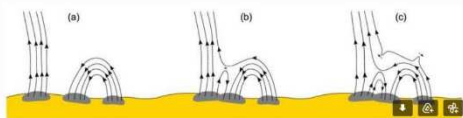
L'article publié dans *Astrophysical Journal Letters*, dont le premier auteur est Daniele Telloni, chercheur à l'Institut national italien d'astrophysique et co-investigateur de Metis, va plus loin. En effet, il élucide le mécanisme qui donne naissance à un switchback au sein de la couronne

solaire. L'équipe a ainsi montré qu'une recombinaison entre des boucles de champ magnétique se développant au-dessus de régions actives de la couronne, et des lignes de champ ouvertes émergeant vers l'extérieur du soleil -le phénomène dit de "reconnexion d'échange"-, permettait d'expliquer la formation d'un switchback magnétique.

Ces résultats devraient enrichir les interprétations des données fournies par les satellites d'observation du soleil Parker Solar Probe et Solar Orbiter. En permettant de mieux connaître la structure du champ magnétique, de la turbulence et des instabilités dans l'héliosphère, ils devraient aussi améliorer les prévisions de la météorologie de l'espace, qui, entre autres questions, étudie l'effet du soleil (rayonnement, vent solaire, champs magnétiques) sur la fiabilité de services spatiaux ou terrestres, et sur la santé humaine.

Schematics of the interchange reconnection mechanism (from Zank et al. 2020, ApJL, 903,1) proposed to explain the origin of the magnetic switchbacks:

a) a coronal loop (massive closed magnetic structure developing over the Sun's surface) approaches a region with open magnetic field lines; b) the first magnetic field line "reconnect" as shown, producing a S-shaped open magnetic field line; c) the switchback is then pushed both upward and downward (as the arrows indicate in the sketch), while a new reconnection event starts on the subsequent neighbor field line, interacting with the same coronal loop.



**Mécanisme de la reconnexion d'échange entre lignes de champ magnétique :** (a) Une boucle fermée de champ magnétique formée à la surface du soleil s'approche d'une zone comportant des lignes de champ ouvertes. (b) La recombinaison entre les lignes de champ produit une structure magnétique en forme de S (switchback). (c) Le switchback est lancé vers l'extérieur, tandis qu'une nouvelle reconnexion d'échange démarre avec la même boucle magnétique. ©

*The American Astronomical Society, from "The Origin of Switchbacks in the Solar Corona: Linear Theory", Zank and al. ; The Astrophysical Journal 2020*

**Références :** Observation of a magnetic switchback in the solar corona Daniele Telloni et al, 2022 ApJL 936 L25 Astrophysical Journal Letters

**Note 1 :** Un coronographe est un instrument optique permettant de simuler des éclipses de soleil en masquant sa partie centrale, et ainsi d'observer la couronne solaire. Le coronographe Metis (Multi Element Telescope for Imaging and Spectroscopy), l'un des dix instruments embarqués dans le satellite Solar Orbiter, fournit des images en ultraviolet et en lumière visible de la couronne solaire.

**Source :** Institut National des Sciences de l'Univers

## Une bactérie visible à l'œil nu

**Elle ressemble à un cil et présente des caractéristiques hors norme : la méga-bactérie surnommée Thiomargarita magnifica repousse les limites du monde microscopique.**

Voilà une découverte qui ne passe pas inaperçue : une bactérie provenant d'un échantillon de mangrove présente

une taille étonnamment grande et une structure interne inédite pour un microbe.

Le 23 juin dernier, une équipe de chercheurs de l'Université des Antilles, dont le professeur de biologie Olivier Gros, chercheur au Muséum, signent une étude dans la revue Science qui bouleverse l'état de nos connaissances sur les micro-organismes.

### Un géant au microscope

Les chercheurs ont pu observer que les cellules individuelles de la bactérie s'étiraient sur plus d'un centimètre de long ! Une exception chez ces êtres microscopiques, puisque les bactéries mesurent habituellement autour de 2 micromètres de long.

Ces cellules repoussent ainsi les limites théoriques de la taille des cellules bactériennes dont le plus gros spécimen connu alors mesure environ un millimètre.

À titre de comparaison, pour Olivier Gros « c'est comme si on découvrait un primate de la taille de l'Everest » !

### Des caractéristiques exceptionnelles

Selon les chercheurs, cet organisme présente aussi d'autres caractéristiques hors du commun dont un immense génome qui contient trois fois plus de gènes que la plupart des bactéries et peut contenir plus d'ADN qu'une cellule humaine.

Elle présente aussi un matériel génétique compartimenté, unique chez les procaryotes. Étant sans aucun doute une bactérie, Thiomargarita magnifica ne peut en aucun constituer le chaînon manquant entre procaryotes et eucaryotes mais représente un niveau de complexité cellulaire insoupçonnée jusqu'à ce jour chez les procaryotes.

### Entretien avec olivier gros

*Quand et où a été découverte cette bactérie pour la première fois ?*

Je les ai observées pour la première fois dans les mangroves de Guadeloupe en 2005 attachées sur des feuilles de palétuviers rouges recouvrant le sédiment marin entre les racines de Rhizophora mangle (palétuvier rouge). Mais, de par leur taille, nous avons eu du mal à savoir à quel organisme nous étions confrontés. On a assez vite compris grâce à des analyses en microscopie électronique que ce n'était pas un organisme eucaryote (absence de noyau et de mitochondries) mais la taille nous a limité dans nos conclusions.

*Était-elle alors déjà qualifiée de bactérie ?*

Quelques années plus tard, des analyses phylogénétiques basées sur l'ADNr 16S ont permis de l'identifier comme étant à coup sûr une bactérie d'un genre déjà connu pour abriter des bactéries de très grande taille : le genre Thiomargarita.

*Les techniques de microscopie ont-elles été déterminantes pour cette découverte ?*

De nombreuses techniques d'imagerie ont été nécessaires pour pouvoir affirmer qu'une seule cellule bactérienne pouvait atteindre jusqu'à 2 cm de long ! La microscopie confocale avec des marqueurs membranaires couplée à des analyses en tomographie par rayons X ont permis de valider l'absence de séparation cellulaire sur la longueur d'un seul et même filament. La Microscopie électronique à transmission (MET) ayant permis la description des pépins, structure membranaire enfermant de l'ADN et des ribosomes.



*Thiomargarita magnifica pourrait être présente au sein d'un autre écosystème que celui de la mangrove de Guadeloupe ?*

Ailleurs qu'en Guadeloupe je pense que oui, mais encore faudrait-il aller les observer dans les autres îles de la Caraïbe mais aussi dans des mangroves sur les autres continents - mais il faut des mangroves non soumises à des marées, permettant l'accumulation de matière organique sur les sédiments et donc la production de sulfures en grande quantité. Ces bactéries sont des bactéries sulfo-oxydantes classiques vivant à l'interface oxiqne/anoxiqne donc ayant besoin des sulfures émis par les sédiments anaérobies et de l'oxygène provenant de la colonne d'eau aérobie.

*Est-elle « nuisible » ?*

Non, pas à ma connaissance. Elles sont benthiques attachées à des substrats durs (feuilles, branches, coquilles d'huitres...) et, de par leur taille, il semble difficile de les imaginer comme des pathogènes invasifs ou des parasites intracellulaires. Ce sont des bactéries géantes qui vivent leur vie tranquillement dans ce milieu extraordinaire que représente la partie marine des mangroves de bord de mer.

*Cette étude ouvre ainsi la voie à la découverte d'autres bactéries de ce type ?*

Oui bien sûr, mais aussi à rechercher des bactéries de grande taille faisant également de la compartimentation d'ADN et donc ayant un degré de complexité cellulaire encore insoupçonnée. C'est un aspect encore inconnu de la microbiologie. *Thiomargarita magnifica* est-elle unique en son genre ou la compartimentation d'ADN dans des structures membranaires existe-t-elle chez d'autres

espèces de bactéries ? L'avenir nous le dira assez vite je pense.

### **Microbe, bactérie, virus : quelle différence ?**

Le terme de microbe est utilisé pour désigner sans distinction les organismes vivants microscopiques. Il comprend notamment les bactéries et les virus.

Une bactérie est un organisme unicellulaire contenant en général une copie de génome par cellule (haploïde). Cette molécule d'ADN est libre dans le cytoplasme et n'est donc pas compartimenté comme chez les eucaryotes et leur noyau.

Contrairement au virus qui a besoin d'une autre cellule vivante pour se reproduire, la bactérie n'a besoin d'aucune autre cellule.

Les virus sont toujours à l'origine de maladies tandis que les bactéries ne sont pas toutes nocives. Par exemple, le corps humain est composé de milliards de bactéries indispensables au bon fonctionnement de l'organisme.

Les microbes sont partout autour de nous et en nous ! Pour en savoir plus, écoutez le podcast « Les microbes sont aussi nos meilleurs alliés » de la série Pour que nature vive.

### **La recherche au muséum**

Dans le cadre de sa mission de préservation de la biodiversité biologique, le Muséum national d'Histoire naturelle conserve des micro-organismes procaryotes et eucaryotes, unicellulaires et pluricellulaires, vivants, cryoconservés ou lyophilisés, des cellules ou tissus de vertébrés cryoconservés, de l'ADN, permettant d'étudier les mécanismes du vivant.

*En savoir plus sur les ressources biologiques cellules vivantes et cryoconservées*

*Remerciements à Olivier Gros, professeur en biologie à l'Université des Antilles, co-auteur de l'étude, et membre de l'Institut de Systématique, Évolution, Biodiversité (ISYEB), spécialiste de la biologie de la mangrove.*

*Source : Muséum d'Histoire Naturelle de Paris*

## **Les constellations d'automne**

**Par une belle nuit à la campagne, il est surprenant de constater combien le ciel est couvert d'étoiles : il y en a des milliers ! Malgré ce fait, il est possible d'identifier la plupart de ces étoiles grâce à l'apprentissage des constellations, ces lignes imaginaires qui dessinent des figures géométriques dans le ciel. En ville, les choses sont plus simples : la pollution lumineuse des lampadaires et des enseignes commerciales effacent les**

## étoiles les plus faibles et seules restent visibles à l'oeil nu les principales étoiles, celles qui délimitent les constellations.

Allez, en voiture !!! Nous sommes le 15 Octobre, et votre montre marque 22 heures. Commencez par vous tourner vers le Sud-Est, éventuellement en vous aidant d'une boussole. Très haut dans le ciel, vous devriez distinguer un très grand carré : c'est la constellation de Pégase. C'est elle qui va nous servir de guide au travers des constellations de l'automne. Le grand carré formé par la constellation de Pégase est très facile à repérer et permet de s'orienter parmi toutes les autres étoiles : en effet, la constellation de Pégase se trouve en dehors de la Voie Lactée et c'est pourquoi ses étoiles se détachent si nettement sur le ciel sombre. Semaine après semaine, si vous regardez le ciel tous les soirs à la même heure, 22 heures, vous la verrez se décaler progressivement vers l'Ouest au fur et à mesure que nous avancerons vers l'hiver

### Pégase

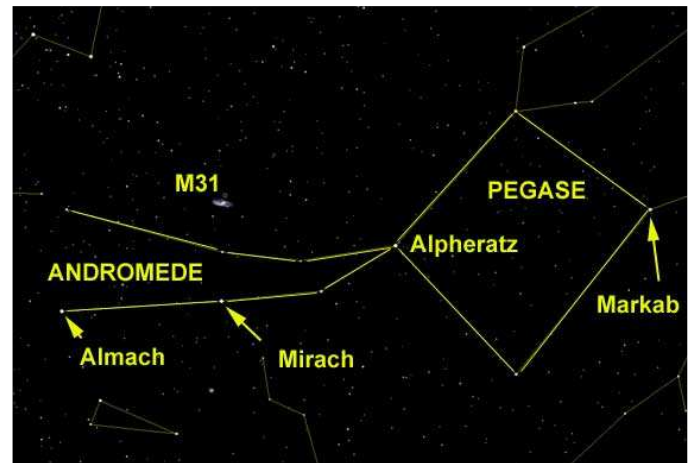
L'étoile la plus brillante (les astronomes lui donnent le nom d'étoile alpha de la constellation de Pégase) s'appelle Markab et elle constitue le coin inférieur droit du grand carré. Markab est distante de nous de 102 années-lumière. Le long du bord droit du carré de Pégase, vous parviendrez peut-être à distinguer à l'oeil nu, et à coup sûr aux jumelles, une toute petite étoile : 51 Pegasi. Bien que ne payant pas de mine, elle a cependant une importance toute particulière puisque c'est autour de cette étoile qu'a été découverte en 1995 la première planète extérieure à notre système solaire (les astronomes appellent ces planètes des planètes exosolaires). Cette étoile est quasiment la soeur jumelle de notre Soleil : même taille, même luminosité, même composition chimique. Elle est simplement un peu plus âgée que le Soleil : 8 milliards d'années, contre 4.5 pour notre Soleil

### Andromède

Si l'on poursuit une ligne imaginaire partant d'Alphéraz, l'étoile située au coin supérieur gauche du carré de Pégase, et qu'on se dirige vers l'Est, on arrive alors sur la constellation d'Andromède. Cette constellation contient en fait 3 brillantes étoiles dont les noms sont d'origine arabe. Il s'agit d'Almach, de Mirach et d'Alphéraz. Cette dernière a donc la particularité d'appartenir à la fois à la constellation de Pégase et à celle d'Andromède... Quant à Almach, on constate au télescope que c'est une belle étoile double aux couleurs contrastées, orange et bleu.

Mirach, elle, aidera l'observateur à trouver une très belle galaxie s'il poursuit à partir de cette étoile une ligne imaginaire vers le Nord-Ouest. Cette galaxie, Messier 31, véritable star des nuits d'automne, est située à plus de 2 millions d'années-lumière de nous. Elle est plus connue sous le nom de "Grande Galaxie d'Andromède". C'est l'objet le plus lointain de l'univers qu'un oeil humain puisse voir sans instrument par les nuits très claires, si vous prenez la précaution d'aller à la campagne, loin de tout lampadaire : elle ressemble alors à une petite tache

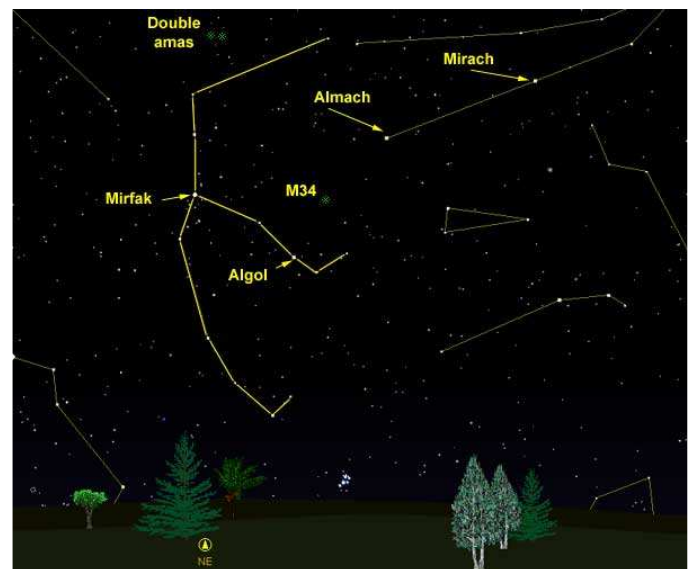
floue ovale. Aux jumelles, on la distingue parfaitement et dans un petit télescope, elle ressemble à une assiette.



### Persée

Si l'on trace une ligne imaginaire partant de l'étoile Almach d'Andromède, et que l'on poursuit cette ligne vers l'Est, on arrive alors sur les étoiles formant la constellation de Persée.

L'une de ses étoiles, Algol, a la particularité d'être une "étoile binaire à éclipses" : en clair, il s'agit de 2 soleils en orbite l'un autour de l'autre, dont le plus gros, Algol, voit son éclat diminuer brutalement tous les 3 jours, lorsque le petit compagnon obscur passe devant l'étoile principale. Il s'agit là de l'une des étoiles variables les plus faciles à observer. Vous trouverez dans nos éphémérides du mois les dates où Algol passera à son minimum d'éclat. Vous pouvez également consulter les sites internet sur les étoiles variables pour en savoir un peu plus.



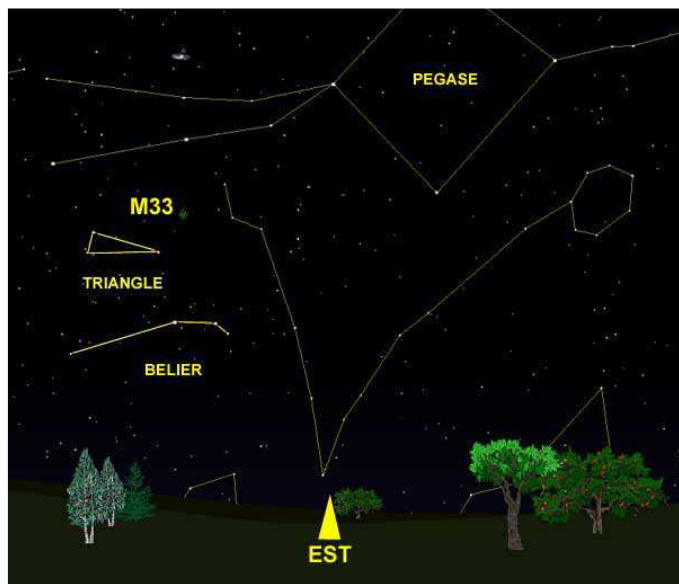
L'étoile principale de Persée (l'étoile alpha des astronomes) se nomme quant à elle Mirfak : c'est une étoile super-géante distante de 470 années-lumière.

Un petit bijou est caché dans la constellation de Persée : un amas double d'étoiles. Si la nuit est claire, on le distingue facilement à l'oeil nu, comme une tache floue et ronde située à mi-chemin entre le Nord de la constellation de Persée, et la constellation de Cassiopée.



Dans un télescope, à faible grossissement x 25, le spectacle devient carrément somptueux, des dizaines d'étoiles se regroupant dans cet amas double. Ici, un grand nuage d'hydrogène s'est effondré sur lui-même, en se scindant en 2 parties, pour donner naissance à ces deux amas riches de 400 et 300 étoiles, et situé à 7400 années-lumière de la Terre

On trouve également dans Persée un autre amas ouvert d'étoiles, appelé Messier 34, qui est facilement repérable aux jumelles : cet amas d'une soixantaine d'étoiles est situé à 1450 années-lumière de la Terre et est âgé d'environ 150 millions d'années



### Le Triangle

La constellation du Triangle se trouve sous la constellation d'Andromède ainsi que du côté sud-est de Persée. Les trois étoiles de cette petite constellation peu brillante forment une sorte de triangle allongé. La principale étoile est une étoile naine située à 64 années-lumière de nous. Plus intéressant, la constellation du Triangle contient une grande galaxie spirale, appelée Messier 33. Cette galaxie constitue un bon test visuel : vous ne pourrez l'observer à l'oeil nu que par les nuits très claires et que si vous possédez une acuité visuelle parfaite et un ciel dépourvu de toute pollution lumineuse (lampadaires, enseignes publicitaires). Sinon, avec des jumelles, par une belle nuit, on parvient, assez difficilement, à distinguer une tache ronde très pâle, qui se confond presque avec le fond du ciel.

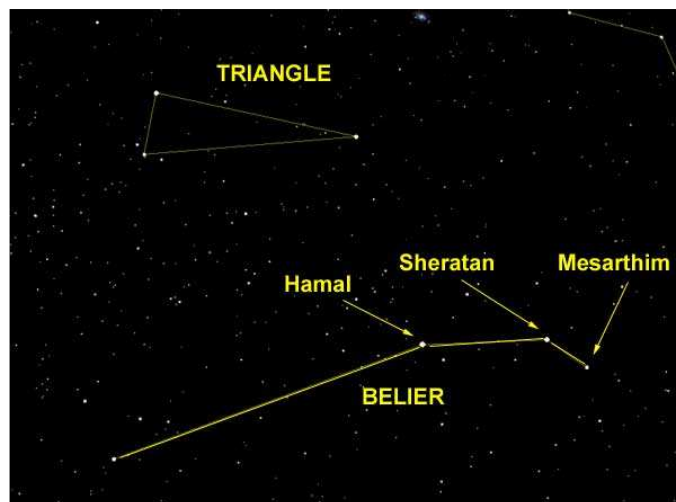
### Le Bélier

La constellation du Bélier est assez peu brillante mais est facile à trouver puisqu'elle est située juste sous la constellation du Triangle. C'est une constellation formée d'étoiles très moyennes : Hamal, Sheratan et Mesarthim sont les plus brillantes. Hamal est une étoile géante tandis que Mesarthim est une magnifique étoile double.

### Cassiopee

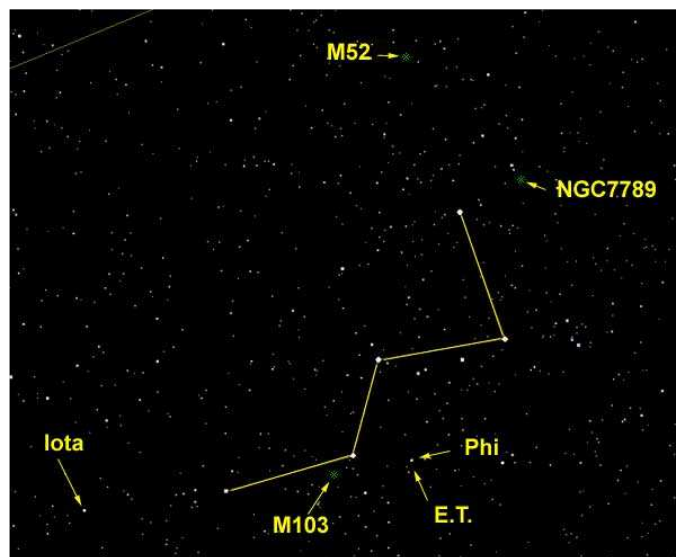
Mais revenons à la constellation de Persée, et regardons au-dessus d'elle, en direction du Nord : vous trouverez 5 brillantes étoiles formant Cassiopee, une constellation qui

a la forme d'un W. Il est à noter que c'est dans Cassiopee que l'astronome danois Tycho Brahe observa en 1572 une supernova, une étoile qui venait d'exploser.



L'étoile Iota Cassiopee est un système formé de 3 étoiles situé à 180 années-lumière de la Terre. Dans une petite lunette de 75 mm de diamètre, on voit bien l'étoile principale, de couleur jaune, et ses deux petits compagnons, bleus.

Située en plein dans la Voie Lactée, Cassiopee est littéralement truffée d'amas ouverts d'étoiles. Nous vous en avons sélectionné 4 particulièrement sympas à observer.



L'un des plus rigolos à observer avec un petit télescope est l'amas d'étoiles E.T. (NGC457 pour les astronomes). Deux gros yeux globuleux, un corps difforme et les bras étendus, le plus long dirigé vers la droite avec tout au bout le doigt du gentil petit extra-terrestre qui voulait rentrer chez lui ...

Le repérage de ce spectaculaire amas d'étoiles, découvert par Herschel, est très simple : l'oeil le plus brillant de E.T. est formé par l'étoile Phi de la constellation de Cassiopee. Mais Phi Cassiopee ne fait partie de l'amas que par un simple effet de perspective : cette étoile géante rouge n'est située qu'à 2300 années-lumière alors que les 80 étoiles de

l'amas E.T. sont beaucoup plus lointaines, à 9300 années-lumière environ.

Un autre bel amas d'étoiles est l'amas M52. Des jumelles ne vous montreront qu'une tache floue. De même, une lunette astronomique d'initiation ne vous montrera que 3 ou 4 étoiles. Par contre, un télescope d'entrée de gamme, de 114 mm de diamètre, monté avec un faible grossissement, vous montrera un spectacle magnifique : des dizaines d'étoiles regroupées au sein de cet amas de 15 années-lumière de diamètre.

NGC7789 vaut aussi le déplacement : banale petite tache floue toute ronde aux jumelles, un télescope de 114 mm, avec un grossissement x 90 vous dévoilera un tapis d'étoiles se détachant sur le fond noir du ciel. Si vous avez l'occasion de rendre visite au club d'astronomie de Toussaint, demandez à ses animateurs de vous braquer l'un de leurs télescopes de 200 mm sur cet amas d'étoiles : vous allez en rester babas ! NGC7789 est l'un des amas ouverts les plus denses que l'on connaisse, puisqu'il contient plus d'un millier d'étoiles réunies dans une sphère de 50 années-lumière, le tout étant perché à 6000 années-lumière au-dessus de votre tête !

Un petit dernier avant de reprendre la route ? M103 ! Simple tache floue aux jumelles, un petit télescope vous montrera une bonne vingtaine d'étoiles disposées en triangle.

## Petit dictionnaire de l'astronome

**Unité astronomique :** Unité de distance basée sur le demi-grand axe de l'orbite terrestre et définie par l'UAI en 1976. Elle est surtout utilisée pour indiquer les distances relatives des planètes au Soleil. Elle vaut exactement :  $1.495\ 978\ 70 \times 10^{11}$  m (ou 149 597 870 km) ce qui équivaut à la distance moyenne de la Terre au Soleil.

**Vent solaire :** Flot continu de matière peu dense (10 particules par  $\text{cm}^3$ ) qui s'échappe du Soleil à des vitesses de l'ordre de plusieurs centaines de kilomètres par seconde (entre 400 et 800 km/s). Constitué essentiellement de protons, d'électrons et de noyaux d'hélium, il transporte le champ magnétique solaire dans l'espace interplanétaire. C'est le vent solaire qui est responsable des <>aurores polaires.

**Vitesse de la lumière :** Vitesse connue la plus rapide, soit 299 792,458 kilomètres par seconde, qui est celle d'un photon (particule de lumière dépourvue de masse) se déplaçant dans le vide.

**Voie Lactée :** Galaxie spirale barrée au sein de laquelle se trouve le système solaire. Grande de 100 000 années-lumière de diamètre, elle est, avec M31 (galaxie d'Andromède) la galaxie maîtresse du groupe local. Nous orbitons autour du noyau galactique dans un des bras spiraux de la galaxie (le bras d'Orion) à environ 30 000 années-lumière du centre. Comprenant environ 100 milliards d'étoiles, la Voie Lactée effectue une rotation complète en 200 millions d'années. D'ici 2 à 3 milliards d'années, la galaxie d'Andromède et la Voie Lactée se

percuteront pour engendrer au final une galaxie supergéante.

**Vulcain :** Hypothétique planète, orbitant plus près du Soleil que Mercure, « inventée » vers le milieu du XIXe siècle par Urbain Le Verrier dans le but de donner une explication à la dérive du périhélie de Mercure que la mécanique Newtonienne ne parvenait pas à résoudre. En 1911, Albert EINSTEIN en publiant les bases de sa théorie dite de la Relativité Générale apportera la réponse en démontrant une « déformation » de l'espace-temps en présence d'un corps massif. L'idée de toute présence de corps naturel orbitant à une distance inférieure à celle de Mercure a été définitivement abandonnée.

**WIMPs :** Acronyme de Weakly Interacting Massive Particles. Hypothétiques particules massives, en théorie électriquement neutres et interagissant faiblement avec la matière. Leurs découvertes (éventuelles) seraient d'une importance capitale pour les cosmologistes car elles pourraient contribuer à expliquer la « masse manquante » de l'Univers.

**Zénith :** Point de projection sur la voûte céleste de la droite partant du centre de la Terre et passant à l'aplomb d'un lieu. Son opposé est le Nadir.

**Zodiaque :** Ensemble des 12 constellations situées dans le plan de l'écliptique, par où passent le Soleil et les planètes.

**Zone de convection :** Région de la surface du Soleil située sous la photosphère où la matière chaude remonte à la surface et la matière froide redescend vers le centre, obéissant à un cycle précis.

**Zone de transition :** Couche de l'atmosphère solaire située entre la chromosphère et la couronne solaire, dans laquelle la température atteint un pic spectaculaire.

*Fin*

## Astrométrie : Ephémérides astronomiques

### Octobre :

01/10/2022 04h22 Maximum étoile variable éta Aigle

**03/10/2022 00h14 Premier Quartier de la Lune**

04/10/2022 04h35 Rapprochement Lune Pluton (3,1°)

05/10/2022 05h45 Minimum variable Algol (Persée)

06/10/2022 05h03 Maximum variable delta de Céphée

07/10/2022 23h40 Minimum variable bêta de la Lyre

08/10/2022 02h34 Minimum variable Algol (Persée)

08/10/2022 06h13 Rapprochement Lune Neptune (3,1°)

08/10/2022 Maximum des Draconides

08/10/2022 20h22 Rapprochement Lune Jupiter (2,7°)

**09/10/2022 20h55 Pleine Lune**

10/10/2022 Maximum météores Taurides S.

10/10/2022 23h23 Minimum variable Algol (Persée)

15/10/2022 02h47 Rapprochement Lune Mars (3,2°)

16/10/2022 22h38 Maximum variable delta de Céphée

**17/10/2022 17h15 Dernier Quartier de la Lune**

18/10/2022 09h36 Maximum Epsilon Géminides

20/10/2022 22h15 Minimum variable bêta de la Lyre

21/10/2022 Maximum des Orionides

**25/10/2022 10h49 Nouvelle Lune (éclipse partielle de Soleil visible à Paris)**

26/10/2022 20h21 Transits simultanés sur Jupiter : un satellite et deux ombres de satellites.

26/10/2022 20h56 Transits simultanés sur Jupiter : deux ombres de satellites.

28/10/2022 04h15 Minimum variable Algol (Persée)

29/10/2022 21h22 Maximum variable éta de l'Aigle

31/10/2022 01h04 Minimum variable Algol (Persée)

**Novembre :**

**01/11/2022 06h37 Premier Quartier de la Lune**

02/11/2022 01h00 Maximum variable delta de Céphée

02/11/2022 01h22 Rapprochement Lune Saturne (4,4°)

02/11/2022 20h46 Transits simultanés sur Jupiter : deux satellites.

02/11/2022 20h51 Minimum variable bêta de la Lyre

02/11/2022 21h52 Minimum variable Algol (Persée)

02/11/2022 22h31 Transits simultanés sur Jupiter : deux satellites et une ombre de satellite.

03/11/2022 00h24 Transits simultanés sur Jupiter : deux ombres de satellites.

04/11/2022 23h59 Rapprochement Lune Jupiter (2,6°)

06/11/2022 01h38 Maximum variable éta de l'Aigle

**08/11/2022 11h02 Pleine Lune (éclipse totale de Lune non visible à Paris)**

08/11/2022 12h53 Rapprochement Lune Uranus (0,2°)

09/11/2022 20h32 Fin de l'occultation de 37 Tau (m 4,36)

09/11/2022 20h42 Maximum variable zêta des Gémeaux

10/11/2022 00h16 Transits simultanés sur Jupiter : 2 satellites.

10/11/2022 01h08 Transits simultanés sur Jupiter : deux satellites et une ombre de satellite.

12/11/2022 05h59 Rapprochement Lune M 35 (2,7°)

12/11/2022 Maximum Taurides N.

13/11/2022 05h53 Maximum variable éta de l'Aigle

13/11/2022 23h05 Rapprochement Lune Pollux (2,2°)

**16/11/2022 13h27 Dernier Quartier de la Lune**

16/11/2022 23h07 Rapprochement Lune Régulus (4,2°)

17/11/2022 Maximum Léonides

18/11/2022 03h23 Maximum variable delta de Céphée

20/11/2022 00h17 Maximum variable zêta des Gémeaux

20/11/2022 02h46 Minimum variable Algol (Persée)

21/11/2022 05h59 Rapprochement Lune Spica (3,3°)

21/11/2022 Maximum Alpha Monocérotides

22/11/2022 23h35 Minimum variable Algol (Persée)

**23/11/2022 22h57 Nouvelle Lune**

25/11/2022 20h23 Minimum variable Algol (Persée)

28/11/2022 20h58 Maximum variable delta de Céphée

29/11/2022 06h09 Rapprochement Lune Saturne (4,5°)

30/11/2022 03h51 Maximum variable zêta des Gémeaux

30/11/2022 14h36 Premier Quartier de la Lune

**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 du lundi 14 novembre 2022 à 19h30 à l'ENSAM, 155 bd de l'Hôpital, 75013 Paris - amphi Manet**

**« Le futur de l'homme dans l'espace ? » par Nicolas Prantzos, Institut d'Astrophysique de Paris**

**Résumé :** *Après un bref rappel historique des premiers pas de l'homme dans l'espace, je présenterai certains des objectifs actuels et futurs (retour sur la Lune, voyage sur Mars, exploration des ressources des astéroïdes), leur intérêt potentiel et les difficultés de leur réalisation. Ce genre des projets nous incite à réfléchir sur notre place dans le Cosmos et en tant que passagers du vaisseau-Terre.*

**Les conférences suivantes de la saison 2022 - 2023 sont programmées aux dates suivantes :**

**Lundi 12/12/2022**

**Lundi 09/01/2023**



**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.