



ÉDIT

Les observations du télescope spatial James-Webb ne cessent de surprendre les théoriciens de la formation et de l'évolution des galaxies. Ce qui semble certain, c'est qu'il y a beaucoup plus de galaxies spirales comme la Voie lactée dans le cosmos observable qu'on ne le pensait depuis des décennies.

Comme l'explique une équipe internationale de chercheurs comprenant ceux de l'Université de Manchester (UK) et de l'Université de Victoria au Canada, ce n'est pas ce que montre le regard perçant et plus profond du télescope spatial James-Webb (JWST). Les cosmologistes expliquent que les galaxies à « disque » sont dix fois plus courantes qu'on ne le pensait depuis 30 ans. Le JWST fournit des observations qui montrent que les galaxies ont évolué beaucoup plus rapidement que ne le laissent supposer les premières simulations de grande ampleur de leur naissance et évolution en se basant principalement sur la matière noire. Cela nous dit quelque chose sur cette matière noire, peut-être même qu'elle n'existe pas et qu'il faut faire intervenir à sa place pour comprendre les galaxies et les grandes structures qui les rassemblent des modifications des lois de la mécanique céleste newtonienne dans le cadre de la théorie Mond. Les collisions et fusions entre galaxies y jouent un rôle mineur et c'est surtout l'accrétion de filaments de matière baryonique froide tombant sur les galaxies, ces derniers en étant canalisés par des filaments de matière noire froide, qui fait évoluer les galaxies.

Jacques Rodriguez

SOMMAIRE

Titres	Pages
Editorial	1
Observations astronomiques	1
Une nouvelle météorite tombe dans un jardin !	2 à 3
Un forage océanique découvre le cycle dynamique du carbone	3 à 5
Canicules en ville et neutralité carbone : la géothermie	5
Mesurer les distances des galaxies dans l'Univers lointain	6 à 7
Les constellations d'automne	8 à 10
Ephémérides astronomiques	10 à 11
Conférences du CIS	11

Observations astronomiques

Phénomènes célestes :

Le 02/10 à 00h21 nous pourrions assister au rapprochement entre la Lune et Jupiter. Plusieurs pluies d'étoiles filantes : le 8/10 les Draconides, le 10/10 les

Taurides, le 18/10 les Epsilon Géminides, le 21/10 les Orionides. Nous aurons la visite de la comète 103P Hartley à son périhélie le 13/10. Les transits des lunes de Jupiter auront lieu le 13 et le 20/10. Plusieurs rapprochements de la Lune et des planètes auront lieu tout le long du mois, ainsi que quelques oppositions d'astéroïdes. En novembre, trois oppositions d'astéroïdes. 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 02h08, il y a un rapprochement entre la Lune et les Pléiades, et une belle photographie à faire.

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 nouveau site de l'Astroclub Vayrois suite à la fin des sites Orange : <http://astroclubvayres.wixsite.com/vayres>

Une nouvelle météorite tombe dans un jardin !

Dans la nuit du samedi 9 au dimanche 10 septembre 2023 à 22h13 TU, à peine sept mois après la découverte des météorites normandes, un bolide (gros météore) a traversé et illuminé le ciel du centre de la France. La caméra FRIPON située sur le toit du Pôle des étoiles à Nançay a capturé le bolide. Trois jours après, un fragment de la météorite correspondante lui rend visite !



Capté par dix caméras du réseau FRIPON (fig. 1), de nombreuses personnes ont pu l'admirer et parfois même entendre l'objet passer le mur du son. Plus de 300 signalements ont aussi été reçus sur la plateforme AMS/IMO/Vigie-Ciel.

L'équipe FRIPON/Vigie-Ciel a calculé la trajectoire du bolide (fig. 2) dans sa phase lumineuse, permettant d'obtenir son orbite dans le Système solaire.

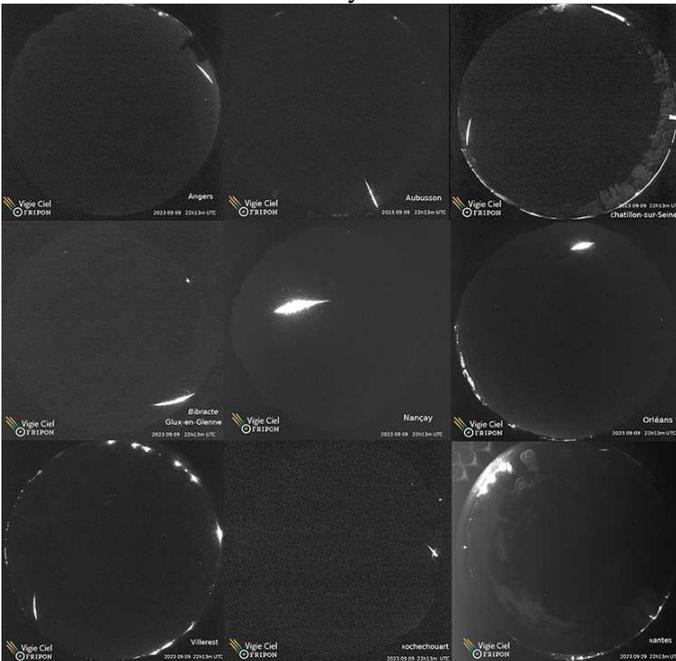


Fig. 1 – Mosaïque d'images du bolide du 9 septembre 2023, 22 h 13 TU, filmé avec les caméras FRIPON. Crédits FRIPON/Vigie-Ciel

On voit ainsi que l'aphélie de l'orbite (point le plus éloigné du Soleil) se situe dans la ceinture d'astéroïdes externe proche de Jupiter avec un demi-grand axe de

2,56au. Plus intéressant, les vitesses initiale faible de 17 km/s et finale de seulement 4 km/s nous faisaient espérer la possibilité qu'une partie de l'objet initial ait survécu à sa rentrée atmosphérique. Nos calculs donnaient une masse finale comprise en 300 g et 1 kg. Cette incertitude provient de paramètres que l'on ne connaît pas initialement, comme la forme de l'objet et sa densité. Nous avons également calculé une zone de chute qui se situait à une dizaine de kilomètres de l'observatoire de Nançay. Après l'excitation de la détection est venue la déception de constater que la météorite était tombée dans la forêt solognote qui est très dense à cet endroit, nos chances de la retrouver étaient très faibles. Nous avons donc décidé de ne pas organiser de campagne de recherche sur le terrain, mais seulement d'informer nos relais Vigie-Ciel de science collaborative locaux.

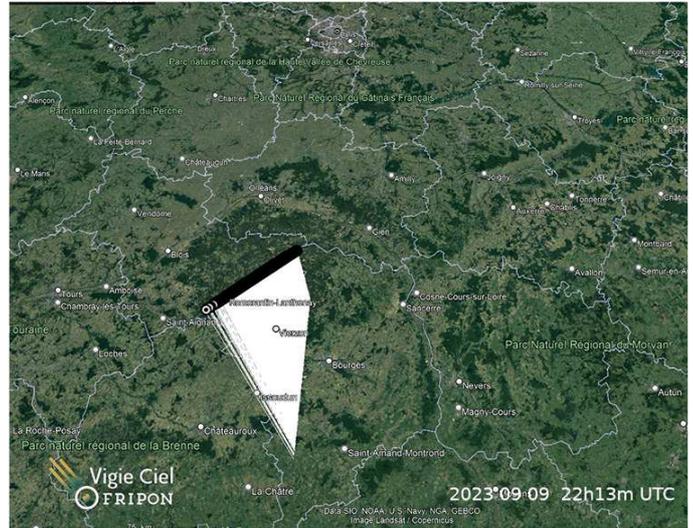


Fig. 2 – Trajectoire en 3D du météoroïde lors de son entrée atmosphérique, calculée à partir des données du réseau FRIPON, lorsqu'il était visible sous forme de météore. Crédits FRIPON/Vigie-Ciel

Dans la matinée du mardi 12 septembre, l'équipe a été contactée par des membres d'une structure relais du programme FRIPON/Vigie-Ciel : le Pôle des étoiles de Nançay. Les responsables annoncent avoir été approchés par une habitante de la communauté de communes de Sauldre et Sologne qui pense avoir retrouvé des météorites dans sa propriété, mais voudrait une expertise. Un simple examen des images permet de confirmer que c'est bien une météorite (fig. 3). De plus, la zone de chute se situe à seulement 200 m de notre prédiction !

Des membres de l'équipe FRIPON/Vigie-Ciel (fig. 6) se sont rendus rapidement sur les lieux pour rencontrer l'heureuse découvreuse, expliquer le phénomène et répondre à ses questions. À l'issue de cet échange, un beau fragment de la météorite a été confié au Muséum national d'histoire naturelle pour être analysé.

À peine quatre jours après la chute, le fragment (image en entrée d'article) de la météorite est arrivé dans l'un des spectromètres gamma du Département de physique nucléaire et de biophysique de l'université Comenius (Bratislava, Slovaquie). Certains des noyaux radioactifs

comptés par le spectromètre sont instables, il est donc primordial de commencer ces analyses le plus tôt possible après la chute de la météorite. Celles-ci permettent d'en apprendre plus sur la taille de l'objet originel, mais aussi sur sa fragmentation et sa vie dans l'espace (plus d'informations sont disponibles sur le site web FRIPON/Vigie-Ciel).



Fig. 3 – Assemblage des fragments de la météorite cassée en 3 morceaux lors de son impact.
Crédits FRIPON/Vigie-Ciel



Fig. 6 – De gauche à droite : François Colas (responsable du projet FRIPON, OBSPM), Philippe Cavier et Charbal Kanzandjian (respectivement animateur et responsable au Pôle des étoiles de Nançay), Sylvain Bouley planétologue, équipe FRIPON/Vigie-Ciel, Université Paris Saclay). Crédits FRIPON/Vigie-Ciel

Source : IMCCE

Un forage océanique découvre le cycle dynamique du carbone

Les fosses hadales, c'est-à-dire les parties les plus profondes de l'océan (à une profondeur d'eau supérieure à 6 km), constituent l'environnement le moins exploré de la planète ; elles font le lien entre la surface et les profondeurs de l'intérieur de la Terre. Pour la première fois, une équipe internationale – dans laquelle on retrouve Jean-Noël Proust (CNRS,

Géosciences Rennes) - a procédé à un échantillonnage de la subsurface profonde dans une fosse hadale, avec une haute résolution spatiale, au cours de l'expédition 386 "Japan Trench Paleoseismology" du programme international de découverte des océans (IODP).

Les premiers résultats majeurs de cette expédition révèlent des informations intéressantes sur le cycle du carbone dans les sédiments de la fosse : ils sont publiés en septembre 2023 dans Nature Communications.



Un accès sans précédent à des échantillons prélevés en profondeur révèle le premier long enregistrement radiocarbone du carbone dissous au sein des sédiments d'une fosse hadale

La fosse du Japon est située sur la "ceinture de feu du Pacifique", une région qui présente un intérêt particulier pour la recherche sur les tremblements de terre et les eaux profondes. "C'est là que les plaques océaniques se plient, forment des fosses océaniques très profondes et se déplacent sous les plaques chevauchantes dans des zones dites de subduction, tout en accumulant une tension liée à la tectonique des plaques sur le long terme", explique le Dr Ken Ikehara du National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, Japon, et co-responsable scientifique de l'expédition 386 de l'IODP. "Cette énergie est libérée de manière cataclysmique lors des tremblements de terre de type "megathrust", comme ce fut le cas en 2011 lors du tremblement de terre dévastateur de Tohoku-oki". Les déformations et les secousses du plancher océanique liées aux tremblements de terre peuvent remobiliser de grandes quantités de sédiments et de carbone organique récents qui sont ensuite transférés par gravité dans le puits terminal des bassins de la fosse hadale. Afin d'étudier l'histoire à long terme des tremblements de terre de type megathrust et d'étudier le rôle des tremblements de terre dans l'environnement des eaux très profondes, l'équipe de l'expédition 386 de l'IODP a collecté et analysé 58 carottes de sédiments prélevées dans des trous forés jusqu'à 37,82 mètres de profondeur dans le fond marin, sur 15 sites le long de l'axe de la fosse de 500 km de long. "Ces résultats opérationnels de l'expédition, qui ont permis de prélever des échantillons en subsurface profonde à des profondeurs

comprises entre 7445 et 8023 m sous le niveau de la mer, établissent deux nouveaux records en plus de 50 ans de forages océaniques scientifiques" déclare le professeur Michael Strasser (Université d'Innsbruck et co-responsable scientifique de l'expédition IODP 386). "Nous avons carotté le site à une profondeur de 8023 mètres et récupéré l'échantillon le plus profond à 8060,74 mètres sous le niveau de la mer".

Les analyses de ces échantillons inédits et les recherches menées par le professeur Rui Bao (Université océanique de Chine) ont permis de découvrir de grandes quantités de carbone dissous labile stocké dans l'eau interstitielle des sédiments. Le stockage de carbone dissous implique une reminéralisation active du carbone organique dans les fosses hadales, beaucoup plus importante que dans d'autres environnements en eau profonde de l'océan «ouvert». En utilisant des techniques avancées de radiocarbone, l'équipe a découvert l'âge et l'accumulation du carbone organique et inorganique dissous dans les sédiments profonds de la subsurface. "Ces résultats sont passionnants, car ces fractions de carbone dissous peuvent avoir un impact important sur le cycle du carbone en profondeur, car elles sont enfouies encore plus profondément dans les sédiments de la fosse et dans la zone de subduction", a déclaré Mengfan Chu, doctorant à l'Ocean University of China, et auteur principal de l'étude publiée dans Nature Communications.

Cycle actif du carbone dissous et interactions microbiennes dans les sédiments de subsurface profonds



Une étude géochimique complète de l'eau interstitielle des sédiments, basée sur les résultats de l'expédition 386 de l'IODP, confirme cette hypothèse. D'énormes stocks de méthane ont été découverts dans les sédiments tout au long de la fosse du Japon, ainsi que d'autres caractéristiques géochimiques exceptionnelles de l'eau interstitielle. Cela indique une méthanogénèse microbienne intensive dans les fosses hadales et est interprété comme un effet de renforcement des grands tremblements de terre répétés le long de la zone de subduction. En augmentant les flux de carbone organique et en régulant les caractéristiques physiques et chimiques des dépôts sédimentaires, les tremblements de terre constituent un puissant modulateur du cycle du carbone

dans les fosses et des métabolismes de la biosphère profonde dans ces environnements extrêmes. "*Ces découvertes démontrent clairement que les fosses hadales ne sont pas des environnements profonds "tranquilles"* comme on le pensait jusqu'à présent. Les auteurs sont heureux de pouvoir dire que d'autres découvertes sur le cycle du carbone dans les fosses hadales seront certainement faites à l'avenir, déclare le professeur Rui Bao. "*Par exemple, dans notre étude, nous signalons également la présence de carbonates authigènes dans la subsurface profonde des sédiments de la fosse du Japon, ce qui suggère une transformation active du carbone entre ses différentes formes (sédimentaire, dissoute, gazeuse et minérale) et implique que les environnements de la fosse hadale abritent un cycle dynamique du carbone, qui relie la surface de la Terre et son intérieur plus profond le long des zones de subduction, ce qui prouve qu'il y a un lien entre la surface de la Terre et l'intérieur de la Terre*".

Nouvelles perspectives de recherche dans la fosse du Japon

Les nouvelles découvertes d'un cycle dynamique du carbone dans la fosse du Japon représentent la première réalisation scientifique majeure résultant de l'échantillonnage et de l'étude de la subsurface à haute résolution temporelle et spatiale de la fosse océanique hadale réalisés par l'expédition 386 dans la fosse du Japon. Parallèlement à cette première publication scientifique liée à l'expédition 386 de l'IODP, les résultats préliminaires de l'ensemble de l'expédition sont maintenant publiés par l'IODP. Outre les nouvelles perspectives et la possibilité de faire progresser notre compréhension des cycles élémentaires en eaux profondes et de leur influence sur les environnements hadaux, les échantillons et les données de cette expédition révèlent également des événements fascinants qui remontent à plus de 24 000 ans. Cela permet de poursuivre les recherches et d'ouvrir de nouvelles perspectives sur la question de la récurrence à long terme et les risques des grands tremblements de terre de type megathrust. Trente-six scientifiques spécialisés dans différentes disciplines géoscientifiques et originaires d'Autriche, d'Australie, de Chine, de Finlande, de France, d'Allemagne, d'Inde, du Japon, du Royaume-Uni et des États-Unis poursuivent actuellement leurs recherches en utilisant les échantillons recueillis par la plateforme de forage océanique avancée de l'IODP. Des avancées scientifiques plus substantielles sont attendues pour repousser les frontières des recherches sur les eaux très profondes, les zones de subduction et les tremblements de terre.

Le Programme international de découverte des océans (IODP) est un programme international de recherche marine financé par des fonds publics et soutenu par 21 pays, qui explore l'histoire et la dynamique de la Terre telles qu'elles sont enregistrées dans les sédiments et les roches des fonds marins. L'expédition IODP 386 - Japan Trench Paleoseismology - a été mise en œuvre conjointement par le Consortium européen pour les forages océaniques (ECORD) et l'Institute for Marine-Earth Exploration and Engineering (MarE3) au sein de

l'Agence japonaise pour les sciences et technologies marines et terrestres (JAMSTEC).

Référence : Chu, M., Bao, R.*, Strasser, M., Ikehara, K., Everest, J., Maeda, L., Hochmuth, K., Xu, L., McNichol, A., Bellanova, P., Rasbury, T., Kölling, M., Riedinger, N., Johnson, J., Luo, M., März, C., Straub, S., Jitsuno, K., Brunet, M., Cai, Z., Cattaneo, A., Hsiung, K., Ishizawa, T., Itaki, T., Kanamatsu, T., Keep, M., Kioka, A., McHugh, C., Micallef, A., Pandey, D., Proust, J. N., Satoguchi, Y., Sawyer, D., Seibert, C., Silver, M., Virtasalo, J., Wang, Y., Wu, T. W., Zellers, S. (2023). Earthquake-enhanced dissolved carbon cycles in ultra-deep ocean sediments. Nature Communications. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-41116-w>

Source : Institut National des Sciences de l'Univers

Canicules en ville et neutralité carbone : la géothermie

Avec une ou deux canicules annuelles prévues à l'horizon 2100 en région parisienne, et des températures maximales avoisinant les 50 °C (contre 9 périodes de canicules observées sur la période 1960-1990 et une température maximum de 38 °C), notre capacité à refroidir les agglomérations comme Paris s'avère cruciale. Comment cependant développer des solutions compatibles avec l'indispensable objectif de neutralité carbone ? Le développement de la géothermie de surface en Ile de France pourrait-il être une solution ?

La géothermie, c'est-à-dire la mobilisation de la chaleur contenue dans le sous-sol, est l'une des méthodes permettant en effet de réaliser la transition énergétique. Cette énergie est en effet présente partout à la surface de la Terre, bas carbone, renouvelable, non intermittente et elle peut être produite localement ! En France, deux types de géothermie sont utilisés : la géothermie de surface et la géothermie profonde.

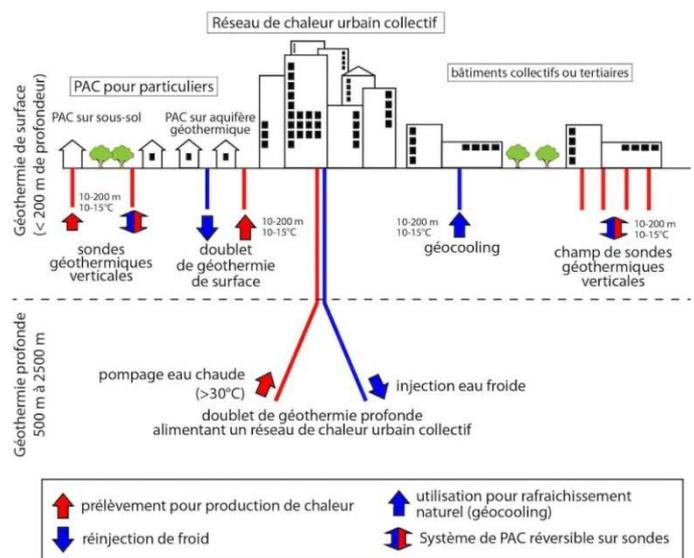
La géothermie de surface exploite la chaleur à une profondeur superficielle du sous-sol, inférieure à 200 m. Particulièrement adaptée pour des besoins individuels ou collectifs de petite taille, comme les écoles ou les hôpitaux, elle permet de chauffer, alimenter en eau chaude sanitaire, et également de fournir de la fraîcheur.

La géothermie profonde, quant à elle, exploite la chaleur de l'eau géothermale présente entre 500 m et 2 500 m de profondeur pour alimenter des réseaux de chaleur urbains (température supérieure à 30°C). Elle est adaptée à de gros réseaux de distribution, par exemple pour des habitats collectifs de quartiers entiers, pouvant typiquement chauffer 5 000 à 6 000 logements.

Avec 20 % de la population française, les besoins en énergie thermique (chaleur, eau chaude sanitaire et climatisation) de l'Île-de-France sont énormes : environ 90 TWh par an. En 2020, cette région comptait 50 installations de géothermie profonde en exploitation, fournissant 1.7 TWh d'énergie, soit moins de 2 % de l'énergie totale utilisée. L'Île-de-France est tout de même l'une des régions du monde concentrant le plus d'unités de production géothermique. La majeure partie de ces installations utilisent la géothermie profonde et extraient la chaleur essentiellement depuis une couche géologique constituée de calcaires d'âge jurassique moyen et présente à environ 1 500 m de profondeur : l'aquifère du Dogger.

À l'inverse de la géothermie profonde, la ressource géothermique de surface est très largement sous-utilisée en Île-de-France, et ne couvre qu'une part négligeable de l'énergie nécessaire en chaleur ou production de fraîcheur de la région. En permettant de facilement fournir également du froid durant l'été, elle possède pourtant un avantage considérable dans le contexte qui est le nôtre. Ce rafraîchissement peut passer par les pompes à chaleur, mais également par le géocooling, qui utilise la température faible du sous-sol (12 °C) pour rafraîchir directement et naturellement des bâtiments.

Le développement intensif de la géothermie de surface et profonde sur l'ensemble de la région Île-de-France semble donc une piste très prometteuse pour que les zones urbaines de la région atteignent une neutralité carbone en termes de chauffage et de refroidissement des bâtiments. Mais si nous voulons prendre le virage de la géothermie, améliorer nos connaissances géologiques du sous-sol des zones urbaines et former de jeunes géologues, experts des descriptions des roches ou des techniques de forage géothermique devient crucial !



Exemple d'utilisation de chaleur ou froid en milieu urbain.
Benjamin Brigaud

Source : Benjamin Brigaud, enseignant chercheur de l'Université Paris-Saclay à Géosciences Paris-Saclay (GEOPS)- Institut National des Sciences de l'Univers

Mesurer les distances des galaxies dans l'Univers lointain

En scrutant l'Univers lointain avec l'observatoire NOEMA, les chercheurs peuvent remonter le temps et mieux comprendre les phénomènes cosmiques qui ont fait de notre Univers ce qu'il est aujourd'hui.

À l'aide de l'observatoire NOEMA, les chercheurs du projet « z-GAL » ont voyagé à travers le temps en scrutant l'Univers lointain. Ils ont mesuré les distances précises de 135 galaxies situées à plus de 10 milliards d'années-lumière. En résultent des observations d'objets célestes exceptionnels et une meilleure compréhension de phénomènes physiques et cosmiques qui animent les âges de notre Univers.

Détecter les premières galaxies de l'Univers et comprendre leur physique, leur diversité, leur évolution et plus largement notre histoire cosmique. C'est là l'un des grands enjeux de l'astrophysique moderne. Pour s'assurer que les galaxies observées sont parmi les premières, il faut mesurer précisément leur distance à la Terre. Plus elles sont éloignées de nous, plus elles flirtent avec la survenue du Big Bang, il y a 13,8 milliards d'années.



L'observatoire NOEMA de l'IRAM est localisé à 2 550 mètres d'altitude sur le plateau de Bure dans les Alpes françaises. © Jérémie BOISSIER/IRAM/CNRS Images

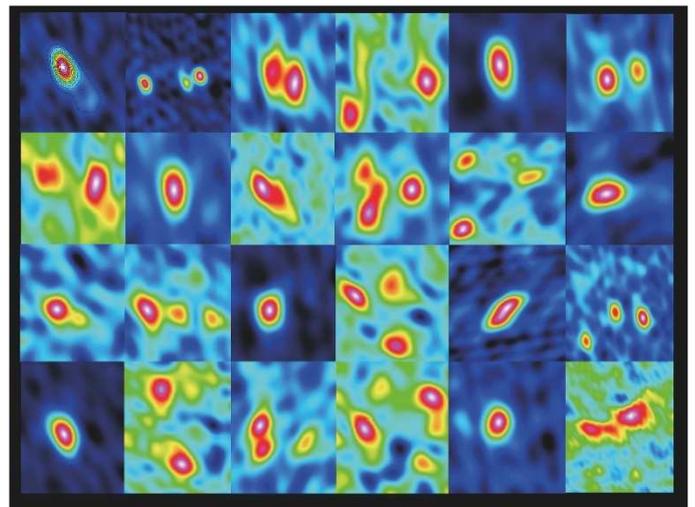
L'observatoire NOEMA de l'IRAM, localisé à 2 550 mètres d'altitude sur le plateau de Bure dans les Alpes françaises, est un réseau de 12 antennes qui étudie, entre autres, les origines et l'évolution de l'Univers. Une première étude sur une douzaine de galaxies a démontré que ses nouvelles capacités instrumentales acquises ces dernières années sont particulièrement adaptées à la mesure des distances de galaxies lointaines. Encouragés par ce résultat, plusieurs chercheurs ont élargi ce quota grâce au projet ANR z-GAL en mesurant, en tout, les distances de 135 galaxies préalablement détectées par le télescope Herschel. « C'est le plus grand nombre jamais mesuré en un seul projet ! s'enthousiasme Pierre Cox,

astronome à l'Institut d'astrophysique de Paris1 et coordinateur de z-GAL. Seules deux galaxies nous ont échappé. Nous allons ainsi fournir 99 % de l'information initialement visée par notre programme, un taux de succès jamais atteint jusqu'à présent. » Le projet s'est appuyé sur 250 heures d'observations et a réuni près d'une quarantaine de collaborateurs internationaux.

Il y a bien longtemps, dans une galaxie lointaine...

Avec z-GAL, les astronomes étudient des objets situés à plus de 10 milliards d'années-lumière de nous. Ces galaxies, particulièrement lumineuses, sont entourées d'une énorme quantité de gaz et de poussière : la matière première nécessaire à la naissance des étoiles. Toutefois, les nuages de matière stellaire absorbent toute la lumière émise par ces galaxies, les rendant invisibles à notre œil. Dans le spectre du visible, ces zones qui fourmillent d'étoiles nous apparaissent donc comme des masses sombres dans le ciel où rien ne semble se passer. Une des manières de les détecter est d'observer leur émission infrarouge provenant des poussières chauffées par les étoiles. Toutefois, du fait de l'expansion de l'Univers, les astronomes observent un décalage de cette émission à des longueurs d'onde encore plus élevées : les ondes submillimétriques.

Mais que regardent-ils exactement ? « Lorsque nous décomposons la lumière émise par un objet, nous obtenons ses raies d'émission. Une fois identifiées, celles-ci nous permettent de mesurer de manière précise les distances avec les sources à partir du décalage spectral vers le rouge dû à l'expansion de l'Univers. Nous nous appuyons en particulier sur les raies d'émission du monoxyde de carbone qui est un gaz très abondant à travers l'espace, et ce, dès la formation des premières galaxies », explique Pierre Cox. En pratique, les antennes de NOEMA tournées vers le ciel travaillent de concert pour capter ces signaux très faibles au milieu du bruit cosmique.



Galaxies lointaines du projet z-GAL observées par NOEMA illustrant leurs diversités. © IRAM/CNRS

NOEMA : un instrument aux capacités remarquables

Le succès de z-GAL tient notamment aux capacités de l'instrument au cœur de ses observations. Ses récepteurs de dernière génération et son corrélateur permettent à NOEMA de mesurer et d'explorer les spectres (2) des galaxies lointaines sur de larges bandes de fréquence. Mais comment ça marche ?

Les antennes de NOEMA mesurent la courbure d'ondes électromagnétiques émises par des sources cosmiques. Roberto Neri, astronome à l'IRAM et chef de projet de NOEMA, explique : « lorsque vous jetez un caillou ou un bâton dans une flaque, ces objets émettent des ondes différentes lorsqu'ils entrent en contact avec l'eau. L'onde émise arrive également à des temps différents d'un bord de la flaque à l'autre. En fait, l'objet définit la forme et le moment d'arrivée des ondes. En interférométrie, l'idée est quelque peu similaire. Nous regardons arriver une onde et sa courbure, ce qui nous permet de reconstruire l'image de l'objet que nous observons ».

L'interféromètre NOEMA a ainsi mis en avant de nombreux détails sur les sources regardées par le projet z-GAL. Par exemple : le taux de formation stellaire est de plusieurs centaines de masses solaires dans les galaxies lointaines contre deux ou trois pour la Voie Lactée. « Nous savons que le taux de formation stellaire change à travers le temps. Avec NOEMA, nous avons observé des moments dans l'univers où les ressources en gaz et en poussière sont très conséquentes et nous retrouvons le pic de formation identifié à environ 2 ou 3 milliards d'années après le Big Bang », témoigne Roberto Neri. Mais les résultats ne s'arrêtent pas là.



NOEMA (Northern Extended Millimeter Array) est le radiotélescope le plus puissant de l'hémisphère Nord et l'une des plus grandes installations d'Europe pour la recherche astronomique. © Jérémie BOISSIER/IRAM/CNRS Images

Une analyse statistique des galaxies lointaines

Une des forces du projet z-GAL est le nombre important de galaxies observées qui lui permet d'apporter une analyse statistique autrement impossible sur quelques sources isolées. Les astronomes ont notamment observé des gaz virevoltant autour d'un noyau à des vitesses allant jusqu'à 1 000 kilomètres par seconde dans l'univers

lointain, contre 300 kilomètres par seconde dans notre environnement spatial proche. L'analyse statistique montre alors que ces premières vitesses ahurissantes sont loin d'être rares.

Les chercheurs ont également identifié une trentaine de cas atypiques à creuser lors de futures observations. « Certaines sources sont en train d'entrer en collision. Des amas de galaxies se forment en simultanément. C'est très riche ! Une source me fascine en particulier, car il n'y a aucune trace de cas similaires dans la littérature. Il s'agit de deux galaxies lointaines, en interaction et liées par un pont de matière étendu. Il va falloir regarder cela de plus près ! », décrit Pierre Cox avec entrain.

NOEMA a également détecté de nombreuses galaxies amplifiées gravitationnellement. Dans l'espace, des galaxies massives proches de nous et se trouvant le long de la ligne de visée d'un instrument peuvent agir comme une lentille, amplifiant la lumière provenant d'objets plus lointains. Les chercheurs ont ainsi discerné dans quelques galaxies des structures annulaires (dites anneaux d'Einstein) associées à ce phénomène. Celles-ci permettront d'obtenir des informations détaillées en discernant des régions de la taille d'un nuage moléculaire galactique situé à 11 milliards d'années-lumière.

Un grand pas pour la science de demain

Une fois les résultats publiés dans la revue *Astronomy & Astrophysics*, l'ensemble des données récoltées seront mises à la disposition de tous dans l'espoir de voir émerger de nouvelles découvertes lumineuses. Les chercheurs ont déjà amorcé des comparaisons entre leurs observations et celles réalisées par d'autres instruments pour mieux cerner la nature des objets détectés. Cette mise en commun de données apportera une vision plus précise de l'évolution de certaines propriétés physiques de ces objets célestes. À Roberto Neri de conclure : « regarder les galaxies à travers les différents âges de l'Univers et, en particulier, durant le pic de formation de galaxies et d'étoiles comme ici, nous permettra de reconstruire un peu mieux l'histoire cosmique de l'Univers ».

Ces recherches ont été financées en tout ou partie, par l'Agence Nationale de la Recherche (ANR) au titre du projet ANR-Z-GAL-AAPG2019. Cette communication est réalisée et financée dans le cadre de l'appel à projet Sciences Avec et Pour la Société - Culture Scientifique Technique et Industrielle pour les projets JCJC et PPRC des appels à projets génériques

Notes :

1. Unité CNRS/Sorbonne Université
2. Le spectre est la répartition de la lumière en fonction de sa longueur d'onde. L'observation des spectres des galaxies permet d'obtenir des informations sur leur composition et leur mouvement.

Source : Institut National des Sciences de l'Univers

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

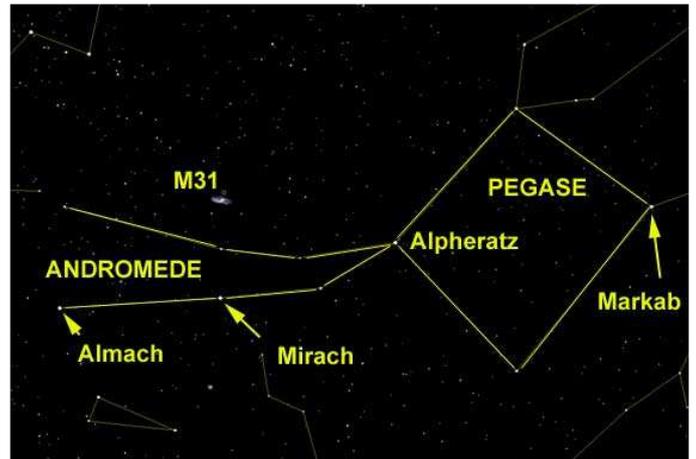
Pégase

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'Alphératz, 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'Alpheratz. 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.

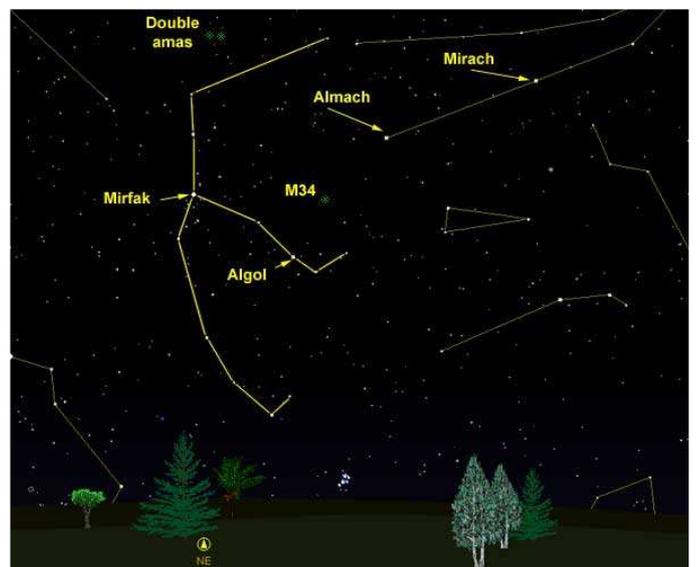
Mirach, elle, aidera l'observateur à trouver une très belle galaxie s'il poursuit à partir de cette étoile une ligne imaginaire vers le Nord-Ouest. Cette galaxie, Messier 31, véritable star des nuits d'automne, est située à plus de 2 millions d'années-lumière de nous. Elle est plus connue sous le nom 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.

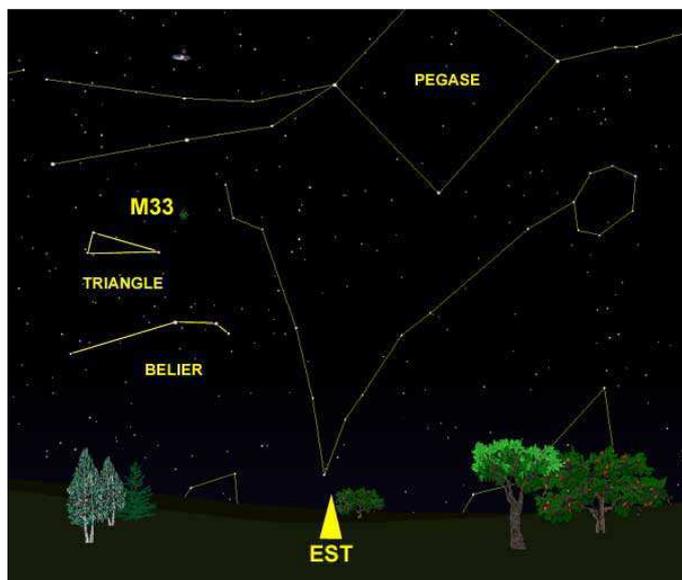


L'étoile principale de Persée (l'étoile alpha des astronomes) se nomme quant à elle Mirfak : c'est une étoile super-géante distante de 470 années-lumière.

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.

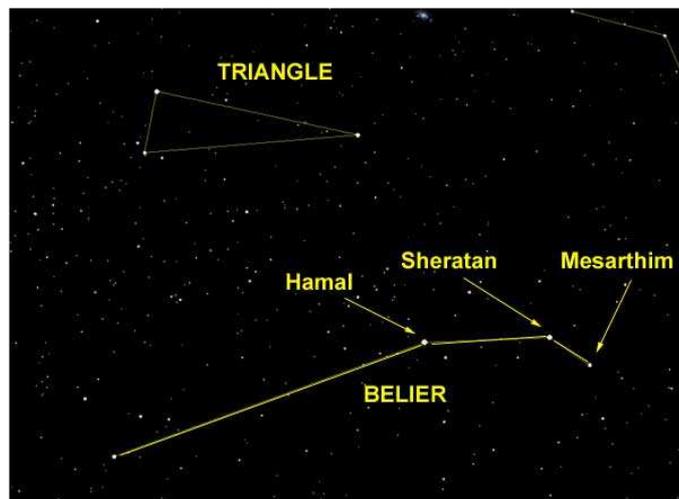
Le Bélier

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.

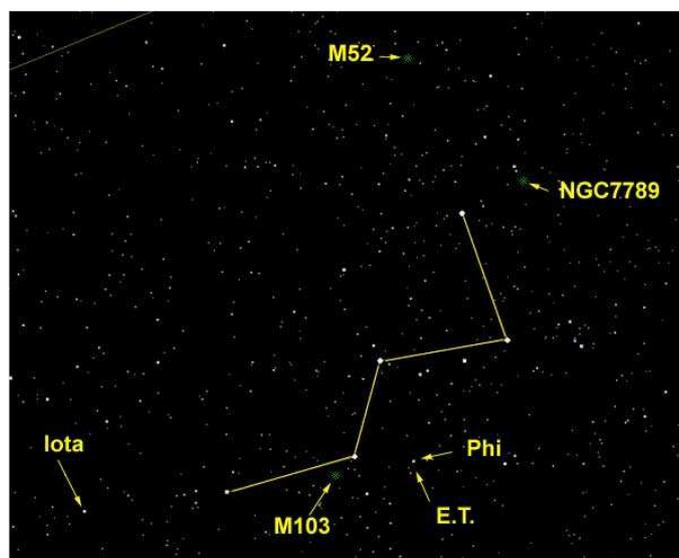
Cassiopee

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. (NGC 457 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 Cassiopée. Mais Phi Cassiopée 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.

Astrométrie : Ephémérides astronomiques

Octobre 2023

02/10/2023 00:21 Rapprochement Lune/Jupiter (2,6°)
02/10/2023 04:34 Maximum éta de l'Aigle
02/10/2023 04:55 Opposition de l'astéroïde 29 Amphitrite
06/10/2023 02:48 Maximum delta Céphée
06/10/2023 03:01 Début de l'occultation de 49 Aur
06/10/2023 04:12 Fin de l'occultation de 49 Aur
06/10/2023 13:48 DERNIER QUARTIER DE LUNE
07/10/2023 06:07 Minimum Algol (bêta Persée)
08/10/2023 22:41 Draconides (10 MHZ; durée 4 j)
09/10/2023 05:59 Rapprochement Vénus/Régulus (2,3°)
10/10/2023 02:56 Minimum Algol (bêta Persée)
10/10/2023 03:41 Lune à l'apogée (405425 km)
10/10/2023 13:34 Taurides S. (5 MHZ; durée 71 j)
12/10/2023 23:45 Minimum Algol (bêta Persée)
13/10/2023 02:01 Comète 103P Hartley à son périhélie (dist. au Soleil 1,067 UA; mag.7,1)
13/10/2023 04:41 Transits simultanés sur Jupiter : 2 satellites et 1 ombre de satellite.

14/10/2023 17:55 NOUVELLE LUNE (éclipse annulaire de Soleil non visible à Paris)

15/10/2023 20:33 Minimum Algol (bêta Persée)
16/10/2023 20:23 Maximum delta de Céphée
18/10/2023 06:20 Minimum bêta de la Lyre
18/10/2023 15:22 Epsilon Géminides (3 MHZ ; 13 j)
20/10/2023 05:37 Conjonction supérieure de Mercure avec le Soleil (0,8°)
20/10/2023 05:58 Transits simultanés sur Jupiter : 2 ombres de satellites.
20/10/2023 06:03 Transits simultanés sur Jupiter : 1 satellite et 2 ombres de satellites.
20/10/2023 22:59 Maximum zêta des Gémeaux
21/10/2023 15:50 Orionides (20 MHZ ; durée 36 j)
22/10/2023 03:29 Rapprochement Lune/Pluton (2,9°)
22/10/2023 03:30 PREMIER QUARTIER DE LUNE
22/10/2023 05:10 Maximum delta de Céphée
23/10/2023 02:52 Opposition de l'astéroïde 135 Hertha avec le Soleil (dist. au Soleil 2,140 UA; mag. 10,3)
24/10/2023 00:00 Plus grande élongation Vénus (46,4°)
26/10/2023 02:53 Lune au périhélie (364872 km)
26/10/2023 04:03 Rapprochement Lune/Neptune (1,7°)
28/10/2023 20:24 PLEINE LUNE (éclipse partielle de Lune entièrement visible à Paris)
29/10/2023 08:01 Rapprochement Lune/Jupiter (2,4°)
29/10/2023 23:10 Début occultation 57-delta Ari (mag. 4,35)
29/10/2023 23:46 Rapprochement Lune/Uranus (2,2°)
30/10/2023 00:23 Fin occultation 57-delta Ari (mag. 4,35)
30/10/2023 04:37 Minimum Algol (bêta Persée)
30/10/2023 05:26 Début occultation 63-tau2 Ari (mag. 5,1)
30/10/2023 21:35 Maximum éta de l'Aigle
31/10/2023 02:34 Maximum zêta des Gémeaux
31/10/2023 04:56 Minimum bêta de la Lyre

Novembre 2023

01/11/2023 22:45 Maximum delta Céphée
02/11/2023 01:26 Minimum Algol (bêta Persée)
03/11/2023 01:40 Opposition astéroïde 21 Lutetia avec le Soleil (dist. au Soleil 2,240 UA; mag. 9,9)
03/11/2023,05:02 Opposition de Jupiter / Soleil
04/11/2023 22:14 Minimum Algol (bêta Persée)
05/11/2023 08:37 DERNIER QUARTIER DE LUNE
06/11/2023 04:18 Opposition astéroïde 18 Melpomene avec le Soleil (dist. au Soleil 1,827 UA; mag. 8,2)
06/11/2023 18:00 Mercure à son aphélie (0,46670 UA)
06/11/2023 21:49 Lune à l'apogée (404569 km)
07/11/2023 01:50 Maximum éta de l'Aigle
07/11/2023 07:33 Maximum delta Céphée
07/11/2023 19:03 Minimum Algol (bêta Persée)
09/11/2023 09:54 Début occultation Vénus (mag. -4,28)
12/11/2023 15:43 Taurides N. (5 MHZ ; durée 51 j)
13/11/2023 03:31 Minimum bêta de la Lyre
13/11/2023 09:27 NOUVELLE LUNE
14/11/2023 13:08 Rapprochement Lune/Mercure (2,5°)
16/11/2023 05:07 Opposition de l'astéroïde 144 Vibilia avec le Soleil (dist. au Soleil 2,138 UA; mag. 10,3)
17/11 02:46 Rapprochement Mercure/Antarès (2,5°)
17/11/2023 21:18 Léonides (15 MHZ ; durée 24 j)

18/11/2023 01:08 Maximum delta de Céphée
 18/11/2023 07:16 Rapprochement Lune/Pluton (3,0°)
 19/11/2023 06:19 Minimum Algol (bêta Persée)
 20/11/2023 09:43 Maximum zêta des Gémeaux
20/11/2023 10:50 PREMIER QUARTIER DE LUNE
 21/11/2023 21:03 Lune au périégée (369818 km)
 21/11/2023 21:36 Alpha Monocérosides (10 j)
 22/11/2023 03:08 Minimum Algol (bêta Persée)
 24/11/2023 23:57 Minimum Algol (bêta Persée)
 26/11/2023 02:07 Minimum bêta de la Lyre
 27/11/2023 02:08 Rapprochement Lune/Pléiades (1,4°)
27/11/2023 09:16 PLEINE LUNE
 27/11/2023 20:46 Minimum Algol (bêta Persée)
 29/11/2023 05:19 Début occultation 136 Tau (mag. 4,56)
 29/11/2023 06:22 Fin occultation 136 Tau (mag. 4,56)

Les heures affichées pour chaque évènement 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.cis.astrosurf.com>.

Conférence du lundi 9 octobre 2023 à 19h15 à l'ENSAM

« **La couronne et les éruptions solaires, et la météorologie de l'espace** » par **Eric BUCHLIN**, CNRS - Institut d'Astrophysique Spatiale - Université Paris-Saclay

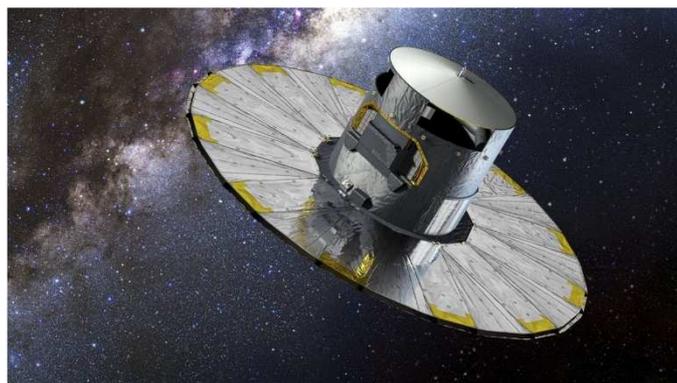
Résumé : Plus les taches solaires sont abondantes dans une région de la surface du Soleil, plus les risques d'une éruption augmentent. La modélisation du champ magnétique solaire à proximité des taches devrait

améliorer la fiabilité de la prévision de ces éruptions, qui ont parfois des conséquences néfastes et présentent certains risques sur Terre. Le conférencier présentera les mécanismes en œuvre concernant le chauffage de la couronne solaire et ses éruptions, ainsi que ses conséquences sur la météorologie de l'espace.

Conférence du lundi 13 novembre 2023 à 19h15 à l'ENSAM

« **Gaia DR3 révolutionne la courbe de rotation de la Galaxie et dévoile la nature des galaxies naines de son halo** » par **François HAMMER**, CNRS - Observatoire de Paris - GEPI

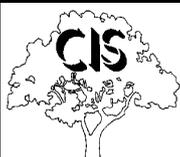
François Hammer est l'auteur de "Voyage de la Terre aux Confins de l'Univers", publié en février 2023 aux Editions Odile Jacob



Résumé : Les dernières analyses de Gaia (DR3) montrent que la courbe de rotation de la Voie lactée n'est pas plate, ce qui conduit à une révision dramatique de sa masse dynamique. Dans le même temps, Gaia DR3 permet de mesurer énergies et moments angulaires orbitaux des galaxies naines peuplant son halo, démontrant que celles-ci sont de récents arrivants dans le halo de la Voie lactée, similairement aux Nuages de Magellan.

Le conférencier présentera les conséquences de ces deux découvertes en cosmologie.

Les conférences ont lieu en présentiel à l'ENSAM, 155 bd de l'Hôpital, 75013 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.cis.astrosurf.com> - Courriel : cis-ftlp@wanadoo.fr
 Internet La Poste : 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.