



Numéro bimestriel

Octobre-Novembre 2021

# ÉDIT

Ce ne sera pas le 31 octobre 2021, mais le 18 décembre. La Nasa, l'ESA et Arianespace ont annoncé une nouvelle date pour le lancement du James Webb Space Telescope par Ariane 5. L'Agence spatiale européenne (ESA) annonce le 8 septembre que le James Webb Space Telescope (JWST) sera finalement lancé le 18 décembre 2021. Le lancement du très attendu télescope spatial par une fusée Ariane 5, depuis le centre spatial guyanais à Kourou, est une contribution majeure de l'ESA à la mission du JWST. Ce lancement, immatriculé VA256, sera le troisième pour Ariane 5 en 2021. À moins d'un problème sur le vol précédent, prévu le 15 octobre, sa date ne devrait plus changer. La coiffe, l'étage principal et l'étage supérieur du lanceur sont arrivés par bateau en Guyane le 3 septembre 2021. Le JWST, lui, a subi ses derniers tests le 26 août. Il a été stocké dans les bâtiments de la compagnie Northrop Grumman à Redondo Beach (Californie), dans l'attente de son embarquement pour Kourou, où il est arrivé à la fin du mois de septembre. Avec son miroir de 6,5 m de diamètre, le JWST est le plus grand télescope spatial jamais lancé pour une mission scientifique. Observant dans l'infrarouge, et cent fois plus sensible que Hubble, il contribuera à pratiquement tous les domaines de l'astrophysique, de la physique des galaxies ainsi qu'à l'étude des exoplanètes. Il promet de belles découvertes astronomiques.

Jacques Rodriguez

## SOMMAIRE

| Titres  | Pages   |
|---|---------|
| Editorial   | 1       |
| Observations astronomiques                                      | 1       |
| L'origine des rayons cosmiques dans les superbulles galactiques | 2 à 3   |
| Quand l'activité solaire chamboule la Terre                     | 3 à 5   |
| Les sommets des Alpes verdissent plus vite                      | 5 à 6   |
| Petit dictionnaire d'astronomie                                 | 6 à 8   |
| Télescope eVscope eQuinox Unistellar 114/900                    | 8 à 9   |
| Les constellations d'automne                                    | 9 à 11  |
| Ephémérides astronomiques                                       | 11 à 12 |
| Conférences du CIS  | 12      |

## Observations astronomiques

### Phénomènes célestes :

Le mois d'octobre est le mois des Draconides : des météores à découvrir dès la nuit tombée. Avec une vitesse de 20 km/s, ils sont lents mais avec des pics de d'une dizaine par heure. Vous verrez aussi les Taurides sud à 5 météores par heure, et les Delta Aurigides avec seulement 2 par heure. Jupiter et Saturne seront présents vers le sud tout le mois. Vénus à la fin du mois, le 29 aura sa plus longue élongation. La comète 67P/Churyumov-Gerasimenko passe au périhélie le 2 novembre. Elle peut atteindre la magnitude 9 et croise Castor et Pollux. Uranus est dans le Bélier. Le célèbre essaim des Léonides a son maximum le 17 novembre jusqu'à 10 météores lumineux par heure. Cérès sera au plus près de la Terre le 29 à 1.761 UA.

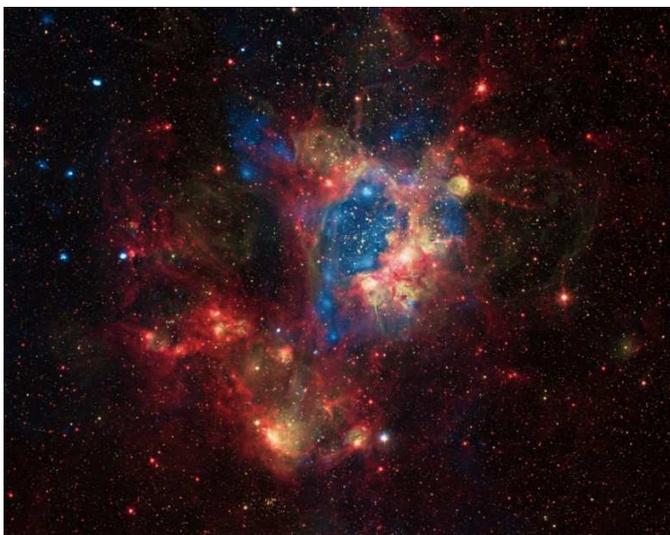
### Astroclub Vayrois de Vayres-sur-Essonne (91) :

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/>

# L'origine des rayons cosmiques dans les superbulles galactiques

L'énigme était tenace. Près de 110 ans après leur découverte, l'origine des rayons cosmiques restait encore très spéculative. En s'appuyant sur une description précise de ces particules et en étudiant en détail par simulation différents lieux et mécanismes pour leur accélération dans notre Galaxie, une équipe de physiciens emmenés par Vincent Tatischeff chercheur à l'Irène Joliot Curie Lab a établi un scénario global et cohérent de la genèse du rayonnement cosmique. Leurs résultats publiés ce jour dans la revue MNRAS (Monthly Notices of the Royal Astronomical Society), montrent que le berceau de ces bolides est à chercher dans des superbulles de plasma extrêmement chaud.

Le rayonnement cosmique est un bombardement continu de particules chargées, principalement des noyaux d'atomes allant du proton aux noyaux les plus lourds. Ces noyaux proviennent pour l'essentiel de la Voie lactée et frappent la Terre avec des énergies parfois des millions de fois supérieures à celles atteintes dans les accélérateurs de particules terrestres. Il est admis que cette énergie leur est probablement transmise par l'onde de choc d'une explosion d'étoile en supernova. Par contre, le scénario précis de cette genèse restait à écrire. A l'issue d'un vaste travail de modélisation numérique mené par une équipe internationale dirigée par Vincent Tatischeff chercheur à IJCLab<sup>(1)</sup>, le décor initial prend désormais forme.



Les superbulles contiennent du plasma porté à plusieurs millions de degrés et font des centaines d'années lumière de diamètre. Crédits – Rayons X : NASA/CXC/U.Mich./S.Oey, IR : NASA/JPL, Optique : ESO/WFI/2.2-m

Dans l'article qu'ils publient ce jour dans la revue Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, ils montrent que le rayonnement cosmique prend vraisemblablement sa source dans des superbulles cosmiques, des zones galactiques baignées dans un nuage de gaz ionisé à plus d'un million de degrés issu des vents d'étoiles massives et de supernovæ.

## Le rayonnement cosmique fidèlement reproduit

« Lorsque l'on simule l'accélération du contenu de ces superbulles par l'onde de choc d'une supernova, on retrouve bien la composition très particulière du rayonnement cosmique mesurée depuis l'espace ou dans la haute atmosphère », explique Vincent Tatischeff. Cette composition est en effet différente de celle du système solaire et du milieu interstellaire local. On y trouve par exemple un déficit d'hydrogène et d'hélium, un rapport isotopique néon 22 sur néon 20 cinq fois plus élevé ou encore une surreprésentation des éléments réfractaires (2) par rapport aux éléments volatils. « Notre scénario explique pour la première fois l'abondance de tous les rayons cosmiques dits primaires ou principalement primaires de l'hydrogène jusqu'au zirconium (numéro atomique  $Z=40$ ) », se félicite le chercheur d'IJCLab.

## Un grand nombre de données inédites

Pour arriver à ce résultat l'équipe a simulé la composition et l'état d'ionisation du milieu interstellaire de ces superbulles mais aussi d'autres environnements galactiques plus froids. Ils ont par ailleurs étudié les mécanismes d'accélération des particules dans les ondes de choc, et en combinant l'ensemble de ces données inédites, ils ont déterminé les conditions nécessaires à la production du rayonnement cosmique et ainsi pointé du doigt les ondes de chocs de supernovæ dans les superbulles. « Nous avons également eu la surprise de constater qu'une petite frange du rayonnement cosmique, environ 6%, provenait des vents d'étoiles géantes », précise Vincent Tatischeff. « C'est cette contribution inattendue qui serait à l'origine de l'étonnant rapport isotopique du néon ».

## Vers une explication des rayons les plus énergétiques?

Mais ce n'est pas tout, ce scénario « superbulles » pourrait bien réserver d'autres surprises. « Si des particules de haute énergie peuvent être confinées suffisamment longtemps dans le plasma magnétisé des superbulles, elles pourraient en théorie subir plusieurs accélérations par des ondes de choc successives et gagner en énergie », indique Vincent Tatischeff. « C'est un sujet intéressant parce qu'à l'heure actuelle on ne sait pas expliquer comment des rayons cosmiques sont accélérés dans notre galaxie jusqu'à des énergies de  $10^{16}$  à  $10^{18}$  eV ».

## Notes :

(1) Les autres laboratoires français impliqués sont l'Institut de minéralogie, de physique des matériaux et de cosmochimie (CNRS / Muséum national d'histoire naturelle / Sorbonne Université) et le laboratoire AstroParticule et Cosmologie (CNRS / CEA / Université de Paris / Observatoire de Paris). Les auteurs étrangers dépendent du Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics (Etats-Unis) et du département de Physique de l'Université de Turin (Italie).

(2) Les éléments chimiques sont communément classés en fonction de leur température de condensation. Les éléments les plus réfractaires, comme l'aluminium, le calcium ou le zirconium ont des températures de condensation supérieures à 1400 K et dans le milieu interstellaire on les trouve essentiellement incorporés dans des grains de poussière.

**Lien vers l'article :** Vincent Tatischeff, John C Raymond, Jean Duprat, Stefano Gabici, Sarah Recchia, The origin of Galactic cosmic rays as revealed by their composition, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Volume 508, Issue 1, November 2021, Pages 1321–1345,

**Contact :**

Vincent Tatischeff, chercheur à IJCLab  
Vincent Poireau, Directeur Adjoint Scientifique  
Astroparticules et cosmologie  
Emmanuel Jullien, Responsable de la cellule  
communication de l'IN2P3

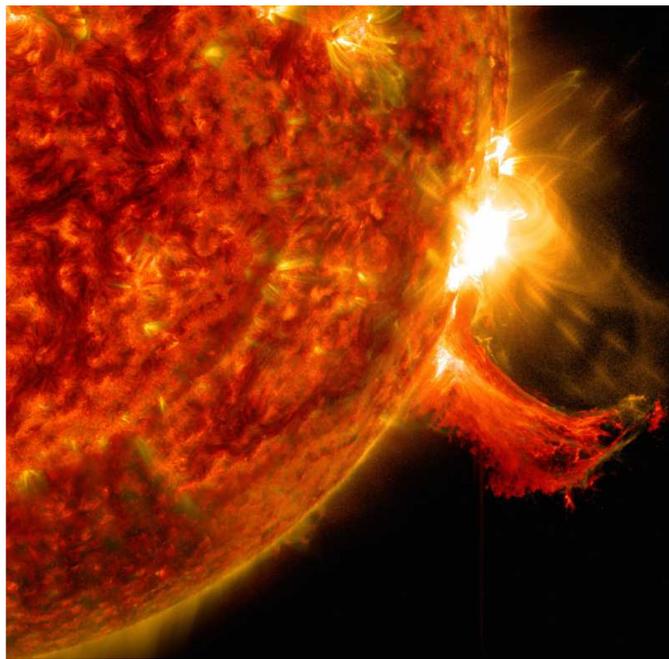
*Source : Institut National des Sciences de l'Univers*

## Quand l'activité solaire chamboule la Terre

**1859, on observe des aurores boréales aux Caraïbes. 1989, par un hiver glacial, six millions de Québécois se trouvent privés d'électricité. Le point commun entre ces deux événements ? Leur responsable : une éruption solaire ! Nous faisons le point avec Thierry Dudok de Wit et Aurélie Marchaudon sur ces événements qui, en raison de leurs impacts potentiels sur Terre, font partie des catastrophes naturelles qui peuvent nous toucher.**

« En général, nous sommes bien protégés du Soleil, explique Aurélie Marchaudon, chercheuse à l'Institut de recherche en astrophysique et planétologie (IRAP). Notre atmosphère bloque une grande partie des rayons UV et X et notre magnétosphère dévie le vent solaire (flux de plasma). Mais quand les éruptions solaires sont suffisamment fortes et orientées vers la Terre, elles peuvent créer des perturbations sur notre planète. » L'étude de ces phénomènes est appelée "météo de l'espace". Les éruptions solaires sont de brusques flashes de rayonnement qui se produisent à la surface du Soleil, et s'accompagnent généralement d'une violente éjection de plasma (flux d'ions et d'électrons). Tout cela dure quelques minutes. Pour le plasma, on parle d'éjection de masse coronale (EMC). Les éruptions solaires sont fréquentes mais les événements extrêmes assez rares. Elles ont lieu au niveau des taches solaires qui sont des zones où le champ magnétique est particulièrement intense. Elles sont plus fréquentes à certaines périodes car l'activité solaire suit un cycle d'environ 11 ans qui correspond à la durée de l'inversion du champ magnétique

du Soleil. Pendant les 5/6 premières années du cycle, l'activité solaire augmente jusqu'à atteindre un pic, puis diminue. Le dernier minimum date de janvier 2020 et le prochain maximum est attendu pour l'été 2025.

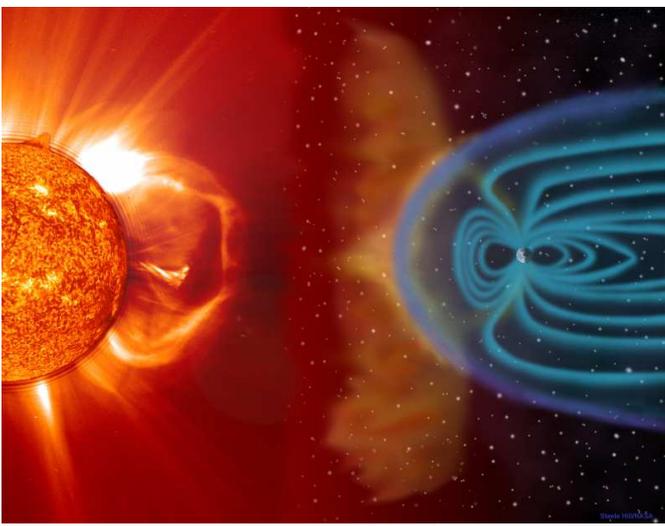


*Éruption solaire capturée par le Solar Dynamics Observatory de la NASA en 2014 / Crédits : NASA / SDO*

### Quels sont les effets des éruptions solaires sur Terre ?

L'atmosphère terrestre est composée de plusieurs couches, dont l'ionosphère qui contient, comme son nom l'indique, beaucoup d'ions, mais aussi des électrons. Lorsqu'une grosse éruption solaire se produit, la quantité de rayons UV et de rayons X qui pénètre l'atmosphère augmente. Ce rayonnement va arracher des électrons aux molécules de l'atmosphère, formant de nouveaux ions dans l'ionosphère et la rendant plus dense. Une fois l'éruption passée, les processus de recombinaison chimique naturels ramènent l'ionosphère à son état normal. Par ailleurs, les EMC sont accompagnées d'un renforcement du champ magnétique qui peut modifier la forme du champ magnétique terrestre et affecter l'ionosphère. On parle d'orage magnétique. « Lorsqu'on souffle sur une bulle de savon, elle change de forme. Il se passe la même chose quand une EMC atteint notre champ magnétique », compare Thierry Dudok de Wit, chercheur au Laboratoire de physique et chimie de l'environnement et de l'espace (LPC2E). Ces orages conduisent à l'apparition d'aurores boréales à des latitudes beaucoup plus basses que d'habitude.

« Les effets sur Terre peuvent durer de quelques minutes à plusieurs heures et les zones les plus touchées sont les régions polaires et équatoriales, contextualise Aurélie Marchaudon. En effet, les zones équatoriales sont celles qui reçoivent le plus de rayonnement, tandis que les régions polaires, vers lesquelles convergent les lignes du champ magnétique terrestre, sont davantage affectées lors de l'impact d'une EMC. »



*Illustration d'une éjection de masse coronale qui atteint le champ magnétique terrestre (non-déformé ici) / Crédits : ESA / NASA - SOHO / LASCO / EIT*

Mais quelles conséquences pour nous ? Pour communiquer avec les satellites, les ondes radio que nous émettons depuis la Terre doivent traverser l'ionosphère. Celle-ci étant plus dense que d'habitude, les ondes vont être ralenties, voire absorbées. L'augmentation de densité entraîne également plus de frottements pour les satellites qui vont ralentir et peuvent perdre jusqu'à plusieurs kilomètres d'altitude. Il faut alors rapidement les remettre sur leurs orbites, tout en s'assurant qu'ils n'entrent pas en collision avec des débris spatiaux. Le risque est non négligeable puisqu'il y a des centaines de milliers de débris qui tournent autour de la Terre. Les instruments à bord des satellites peuvent également être abîmés par les particules de haute énergie (ions, électrons) qui les bombardent. « La solution serait de blinder les parties sensibles, mais cela alourdirait les satellites et rendrait leur lancement beaucoup plus cher », précise Thierry Dudok de Wit. En moyenne, un à deux satellites sont ainsi mis hors service par cycle solaire.

Effets sur Terre de certaines des plus grosses éruptions solaires :

**Août 1859** : Une éruption, baptisée "événement de Carrington" d'après l'astronome l'ayant observée, est considérée comme la plus grosse éruption solaire jamais observée. Elle a fortement perturbé les télécommunications par télégraphe électrique.

**Mai 1921** : les radiocommunications ont été perturbées dans le monde entier et le service télégraphique a cessé de fonctionner aux États-Unis

**Janvier 1938** : les transmissions radio ont été interrompues pendant près de 12 heures au Canada et des pannes électriques ont provoqué l'arrêt de trains en Angleterre et le dysfonctionnement des systèmes de télétype de la Western Union de New York

**Mars 1989** : six millions de personnes se sont retrouvées privées d'électricité au Québec, des satellites ont quitté leur orbite pendant plusieurs heures et il y a eu

d'importantes pannes des systèmes de communication dans le monde

**Octobre 2003** : les tempêtes solaires d'Halloween ont abîmé plusieurs satellites et provoqué une panne de courant d'une heure en Suède

**En Juillet 2012**, une grosse éruption solaire a manqué de peu de frapper la Terre. À quelques jours près elle aurait produit d'importants dégâts.

Lors d'une éruption solaire, les avions et navires, qui s'appuient sur les satellites pour s'orienter, peuvent se retrouver temporairement privés de système de navigation par GPS. Cela peut être extrêmement dangereux et avoir des répercussions sur l'environnement. « On songe à ouvrir des voies polaires de navigation maritime pour raccourcir certains trajets, mais en cas d'éruption solaire, les pétroliers pourraient alors se retrouver désorientés, s'échouer et provoquer une marée noire », illustre Thierry Dudok de Wit. Les armées utilisent aussi les ondes radio pour communiquer avec leurs troupes à distance et envoyer des missiles. En pleine guerre du Golfe, des tirs de missiles guidés par GPS furent ainsi interrompus en raison d'une perte de précision sur le positionnement.



*Aurore boréale photographiée à New York en 1889 / Crédits : Ken Spencer*

Le risque existe aussi pour les humains. « Tant qu'on a les pieds sur Terre, on ne craint rien, précise Aurélie Marchaudon. En revanche, lors d'une grosse éruption, le personnel des avions et les astronautes sont exposés à de fortes doses de rayonnement qui peuvent nuire à leur santé. » À bord de la station spatiale internationale, les astronautes peuvent se réfugier dans des parties de la station qui résistent mieux aux rayonnements, mais dans les avions, il n'y a nulle part où se cacher.

Enfin, les réseaux de distribution d'électricité peuvent être fortement perturbés par les EMC. Celles-ci créent des courants dans l'ionosphère qui, à leur tour, génèrent des courants à l'intérieur de l'écorce de la Terre.

Ces courants cherchent les chemins les plus courts pour se déplacer, à savoir les pipelines et les lignes à haute tension. Le problème, c'est qu'ils engendrent des surtensions au niveau des transformateurs qui peuvent les

faire disjoncter ou les détruire. Par exemple, en mars 1989 au Québec, lors d'un hiver très rude, une éruption solaire a provoqué l'écroulement du réseau électrique d'Hydro-Québec, privant six millions de personnes d'électricité pendant neuf heures. « *Ce qui nous inquiète surtout aujourd'hui, c'est l'interconnexion des réseaux des pays car il pourrait y avoir des réactions en chaîne* », déclare Thierry Dudok de Wit. Pour éviter cela, il faudrait que les réseaux soient surdimensionnés, comme en Scandinavie. »

### Comment étudie-t-on l'activité solaire ?

L'activité solaire est difficile à suivre depuis le sol car il faut pouvoir observer le Soleil 24h/24 sans qu'il soit occulté par l'atmosphère terrestre. Les scientifiques utilisent donc des satellites équipés d'imageurs et d'instruments qui sondent le plasma. Aujourd'hui, divers satellites scientifiques, tels que Solar Orbiter, permettent d'étudier le Soleil ainsi que le milieu qui le sépare de la Terre. D'autres nous renseignent sur l'état de l'ionosphère. « *Mais chacun ne fournit qu'une vue très partielle de ce qui se passe dans l'espace, regrette Thierry Dudok de Wit. Nous sommes encore loin d'avoir un système d'observation dédié à une surveillance permanente, comme c'est le cas en météorologie terrestre.* » Les scientifiques utilisent aussi des instruments au sol qui mesurent, notamment, les fluctuations du champ magnétique. D'autres techniques peuvent être employées pour deviner, de manière indirecte, ce qu'il se passe au niveau de notre étoile. L'héliosismologie, par exemple, analyse ses vibrations pour en déduire l'activité sur sa face cachée.



*Vue d'artiste de Solar Orbiter face au Soleil / Crédits : ESA / ATG medialab*

### Est-il possible de prédire les éruptions solaires ?

Les EMC prennent entre un et quatre jours à atteindre la Terre. Ainsi, si suffisamment de satellites orbitaient le Soleil, elles pourraient être détectées assez en avance pour nous laisser le temps de nous préparer. « *Le problème est que l'impact d'une EMC sur la Terre dépend énormément des paramètres de son champ magnétique et que nous ne savons pas mesurer la structure du champ magnétique dans une EMC à distance* », explique Aurélie

Marchaudon. Le rayonnement, quant à lui, voyage à la vitesse de la lumière et met donc quelques minutes à parcourir la distance Soleil-Terre. Il n'est pas prévu de lancer une flotte de satellites solaires et même si c'était le cas, celle-ci ne pourrait donc pas nous permettre d'anticiper les éruptions solaires et leurs conséquences avec assez d'avance et de précision.

Il n'y a, pour cela, qu'une solution : prédire l'activité solaire et son impact à l'aide de modèles. Il est aujourd'hui très difficile de prédire une éruption. En revanche, pour suivre la propagation des perturbations et leur impact, il est possible de combiner des modèles des différentes régions entre le Soleil et la Terre : l'environnement solaire, le milieu interplanétaire, la magnétosphère terrestre et la haute atmosphère. « *Si on arrive relativement bien à modéliser chaque région, le couplage des modèles reste très compliqué* », précise Aurélie Marchaudon. Pourquoi ? Parce que les scientifiques manquent de données. En effet, les satellites fournissent des données locales mais ne permettent pas une reconstruction globale des interactions entre les régions. Même les échanges entre les couches de l'atmosphère posent question. L'atmosphère entre 50 et 200 km, par exemple, est très peu étudiée, on la surnomme d'ailleurs "ignorosphère", car ni les ballons ni les satellites n'y ont accès. Difficile, donc, de connaître la haute atmosphère. Aujourd'hui, même si l'intelligence artificielle ouvre des perspectives intéressantes en météo de l'espace, l'observation du système Soleil-Terre reste la clé de la compréhension et de la prévision.

Marie Perez

Source : Institut National des Sciences de l'Univers

## Les sommets des Alpes verdissent plus vite

**C'est une conséquence moins connue des changements globaux qui sont en cours : depuis quelques décennies, les plantes colonisent peu à peu les espaces de haute altitude et les sommets de nos montagnes verdissent. Une étude internationale, publiée dans Global Change Biology, permet pour la première fois de mieux comprendre ce phénomène à l'échelle des Alpes européennes grâce à l'utilisation d'images satellite.**

Si la plupart des écosystèmes situés au-dessus de la limite supérieure des forêts présentent un verdissement significatif depuis au moins 20 années, le phénomène est beaucoup plus rapide dans certains massifs.

C'est particulièrement le cas en France, où quelques grands massifs des Alpes du sud comme l'Oisans ou le Mercantour peuvent être considérés comme des points chauds de verdissement (greening hotspots). A l'échelle

plus locale, il est montré que le verdissement affecte principalement les versants pierreux, exposés au nord et situés au-dessus de 2200 m d'altitude.

Dans ces conditions, la dynamique de colonisation par les plantes (principalement des graminées, arbustes et arbres pionniers) est très marquée. Tout se passe comme si les plantes de ces milieux inhospitaliers étaient celles qui profitaient le plus des changements en cours. Les quelques observations de terrain disponibles confirment ces résultats.



Crête située entre le Becca d'Aver et la Cima Longhede sur la commune de Torgnon (Aoste, Italie). Altitude : 2500 m. Le versant nord (à droite de l'image) montre une dynamique de colonisation par les arbustes et les arbres. Copyright: Marta Galvagno / ARPA.

Avec l'augmentation marquée des températures estivales en montagne depuis les années 1980, les conditions deviennent globalement plus favorables à la croissance des plantes, mais les écosystèmes réagissent plus ou moins rapidement et fortement à ce changement climatique.

Leur réponse est modulée par des conditions locales telles que la durée d'enneigement, la disponibilité en eau, la fertilité et la stabilité des sols, l'activité pastorale, etc.

C'est en considérant l'ensemble de ces facteurs que pourront être analysées plus finement les causes de la variabilité géographique du verdissement et ses conséquences sur la biodiversité et le fonctionnement des écosystèmes d'altitude.

Les scientifiques ont découvert une végétation pionnière d'éboulis à proximité du col du Galibier (Hautes-Alpes) vers 2800 m d'altitude, soit au-dessus de la limite supérieure des pelouses d'alpage. C'est l'un des principaux habitats de haute altitude dans lequel s'observe un verdissement prononcé depuis quelques décennies. Ce verdissement s'explique par la densification du couvert de plantes herbacées, qui bénéficient d'étés plus chauds tout en conservant une bonne alimentation en eau.



Versant du massif du Galibier  
Copyright: Philippe Choler / LECA

#### Laboratoire CNRS impliqué :

Laboratoire d'Ecologie Alpine (LECA - CNRS / Université Grenoble Alpes / Université Savoie Mont Blanc)

Objectifs de développement durable : pictODD

ODD 13 - Mesures relatives à la lutte contre le changement climatique

ODD 15 - Vie terrestre

#### Référence :

Choler, P., Bayle, A., Carlson, B.Z., Randin, C., Filippa, G., & Cremonese, E. (2021). The tempo of greening in the European Alps: Spatial variations on a common theme. *Global Change Biology*, 00,000-000, <https://doi.org/10.1111/gcb.15820>

#### Contact :

Philippe Choler, Chargé de mission eLTER-RI  
Julien Renaud, Correspondant communication -  
Laboratoire d'Ecologie Alpine (LECA - CNRS / Univ Savoie Mont Blanc / Univ. Grenoble Alpes)

Source : Institut National des Sciences de l'Univers

## Petit dictionnaire de l'astronome

**Obliquité :** Inclinaison de l'écliptique moyen sur l'équateur moyen à un instant donné.

**Occultation :** Disparition temporaire d'un astre derrière un autre de diamètre apparent supérieur.

**Oculaire :** Combinaison de lentilles optiques se plaçant au foyer image d'un télescope ou d'une lunette astronomique, ayant un pouvoir grossissant.

**Onde de choc :** Forte onde de gaz libérés par une étoile capable d'ébranler les régions environnantes.

**Ondes radio :** Rayonnement de très faible intensité qui, du fait de leur grande longueur d'onde, pénètrent à travers les nuages et les gaz interstellaires.

**Opposition :** Configuration présentée par deux astres dont l'écart angulaire sur la sphère céleste vaut 180°.

**Orbite :** Trajectoire courbe décrite par le mouvement d'un corps céleste ou un véhicule spatial autour d'un astre, sous l'effet de la gravitation.

**Orbite synchrone :** Orbite stabilisée par la force tidale, du fait d'un puissant effet de marée occasionné par la proximité d'un satellite et de sa planète. La période de révolution est ainsi égale à la période de rotation, ce qui signifie que le satellite présente toujours la même face à sa planète. Par exemple, la Lune est en orbite synchrone autour de la Terre.

**Ouverture :** Correspond au diamètre du miroir principal ou de la lentille du télescope. L'ouverture d'un télescope est la mesure de son pouvoir de recueillement de lumière.

**Ozonosphère :** Bande atmosphérique située entre 15 et 80 kilomètres d'altitude au sein de laquelle se trouve la plus grande concentration d'ozone, le maximum se trouvant aux alentours des 25 kilomètres.

**Pallasite :** Sorte de météorites mixtes dans lesquelles on observe des cristaux d'olivine noyés dans du métal.

**Panspermie :** Théorie selon laquelle l'apparition de la vie sur Terre aurait une origine extraterrestre, notamment par le biais des impacts météoritiques et surtout cométaires, qui ont apporté sur Terre des molécules organiques (acides aminés), briques élémentaires essentielles à la vie.

**Parallaxe :** Déplacement de la position apparente d'un corps (objet, astre) en raison d'un déplacement de l'observateur. Regardée alternativement avec chaque œil, la projection du pouce, main tendue, ne se retrouve pas devant les mêmes éléments d'un décor : c'est l'effet de parallaxe. Il en va de même avec le déplacement apparent d'une étoile sur une année, dû au mouvement de la Terre sur son orbite.

**Parsec :** Unité de distance équivalant à 3,26 années-lumière

**Pénombre :** Partie externe de l'ombre durant une éclipse. Il se produit une éclipse partielle lorsque l'astre n'est pas complètement caché. La pénombre désigne également la région externe d'une tache solaire.

**Périgée :** Point de l'orbite d'un astre le plus proche de la Terre, à l'opposé de l'apogée.

**Périhélie :** Point de l'orbite d'un astre le plus proche du Soleil, à l'opposé de l'aphélie.

**Période anomalistique :** Intervalle de temps s'écoulant entre deux passages successifs d'un objet à son périastre.

**Petit axe :** A l'inverse du grand axe, cette distance est la plus petite au sein d'une ellipse. Le petit axe se trouve perpendiculaire au grand axe. Dans une ellipse, le demi-petit axe est au petit axe ce que le rayon est au diamètre pour un cercle.

**Phases lunaires :** Configuration de la Lune comprenant 4 phases importantes, qui sont déterminées au moment où les longitudes célestes géocentriques de la Lune et du

Soleil ont les valeurs suivantes : égales (nouvelle Lune), différent de 90° (premier quartier), 180° (pleine Lune), différent de 270° (dernier quartier).

**Photon :** Composante corpusculaire de la lumière dont la masse est égale à zéro.

**Photosphère :** Zone de la surface visible du Soleil (ou d'une étoile), située entre la zone de convection et la chromosphère, d'une épaisseur d'environ 300 km et d'une température de l'ordre de 5 800 K, émettant la majeure partie des rayons lumineux.

**Physique quantique :** Branche de la physique théorie née au début du XXème siècle se séparant de la physique classique, celle-ci s'étant rendue incapable de répondre aux questions relatives à l'infiniment petit, ainsi qu'aux propriétés du rayonnement électromagnétique. Le physicien allemand Max Planck est considéré comme le père de la physique quantique, en rapport à ses travaux sur le rayonnement des corps noirs.

**Planète :** Selon la nouvelle définition adoptée par l'Union Astronomique Internationale en 2006, une planète est un corps céleste qui obéit à 3 critères :

- Orbiter autour du Soleil
- Posséder une masse suffisamment importante pour la gravité l'emporte sur les forces de cohésion du corps solide et le maintienne en équilibre hydrostatique, sous forme quasi sphérique.
- Avoir nettoyé son orbite de tout objet parasite.

Le système solaire compte 8 planètes : Mercure, Vénus, Terre, Mars, Jupiter, Saturne, Uranus, Neptune.

**Planète gazeuse :** Planète du système solaire extérieur, donc le noyau rocheux est recouvert d'une très importante atmosphère gazeuse, essentiellement constituée d'hydrogène et d'hélium. Ces planètes sont très peu denses, possèdent des anneaux et beaucoup de satellites.

**Planète naine :** Selon la nouvelle définition adoptée par l'Union Astronomique Internationale en 2006, une planète naine est un corps céleste qui obéit à 4 critères :

- Orbiter autour du Soleil
- Posséder une masse suffisamment importante pour la gravité l'emporte sur les forces de cohésion du corps solide et le maintienne en équilibre hydrostatique, sous forme quasi sphérique.
- Ne pas avoir nettoyé son orbite de tout objet parasite.
- Ne pas être satellisé autour d'une planète.

Le système solaire compte 4 planètes naines : Eris, Pluton, Cérès, Makemake.

**Planète tellurique :** Planète dont le sol est dur et solide, composée principalement de roches, de métaux. Leur densité est beaucoup plus élevée que celle des planètes gazeuses et leur rotation beaucoup plus lente. Ces planètes ne possèdent pas d'anneaux et, du fait de leur moindre masse, ne possède que peu ou pas de satellites.

**Planum :** Terme relatif à Mars désignant une surface située en haut plateau ou sur une plaine en hauteur, en opposition à Planitia.

**Planitia :** Terme relatif à Mars désignant une grande surface plate dépourvue de relief, en plaine. Ce sont souvent des bassins d'impact météoritique.

**Pleine Lune :** Phase lunaire déterminée par l'alignement à 180° de la Lune, la Terre et le Soleil. La surface lunaire est pleinement éclairée par la lumière solaire, d'où le nom.

**Plutoïde :** Terme propre à une planète naine orbitant au-delà de l'orbite de Neptune, dont les caractéristiques se rapprochent de celles de Pluton.

**Points de Lagrange :** Dans le système solaire, où les multiples objets en orbite autour du Soleil s'influencent les uns les autres de par leur force de gravitation, les points de Lagrange sont des endroits où l'influence gravitationnelle de deux astres s'équilibrent afin de fournir à un troisième objet un point d'équilibre, de sorte que les positions relatives des trois corps restent fixes. Trois de ces emplacements, nommés L1, L2 et L3, sont alignés avec les deux corps principaux : ils sont instables. Tout objet qui s'en écarte en est irrémédiablement éjecté. En revanche, les points L4 et L5, situés à 60° de part et d'autre du corps en orbite, sont stables. Les astéroïdes troyens, circulant sur la même orbite que Jupiter, sont piégés en ces positions. Thétys, un satellite de Saturne, possède également des « satellites lagrangiens » : Calypso et Telesto.

**Point vernal :** Un des deux points de la sphère céleste où l'équateur céleste et l'écliptique se croisent. Ce point est défini par la position du Soleil sur la sphère céleste au moment précis de l'équinoxe de mars.

**Précession (mouvement de) :** La Terre se comporte comme une toupie en fin de course. Son axe de rotation décrit un cône autour de la direction perpendiculaire au plan de son orbite (écliptique). L'origine de cette perturbation est due à l'attraction conjuguée de la Lune et du Soleil sur le bourrelet équatorial de la Terre. Ainsi chaque prolongement de l'axe des pôles dessine un cercle en 25 800 ans par rapport aux étoiles. Aujourd'hui, pour l'hémisphère Nord, c'est l'étoile  $\alpha$  (alpha) de la Petite Ourse (Polaris) qui symbolise au mieux l'emplacement de cette direction, bien qu'elle en soit écartée de 48' (soit plus d'un diamètre lunaire). Il y a 5 000 ans, c'était l'étoile Thuban du Dragon qui jouait ce rôle, dans 12 000 ans ce sera Vega ( $\alpha$  Lyra).

**Pression de radiation :** Force exercée sur un corps par des particules de lumières (photons).

**Pression interne (d'une étoile) :** Force de poussée produite par l'énergie de la fusion thermonucléaire, qui contre la force de gravité et permet donc à l'étoile de résister à son effondrement et de rester en équilibre.

**Protoétoile :** Stade initial d'une étoile en formation, située au centre d'un disque gazeux formé à partir de l'effondrement d'un nuage de gaz. Une protoétoile produit de l'énergie, mais elle n'a pas encore atteint la masse nécessaire au déclenchement du processus thermonucléaire.

**Proton :** Particule subatomique fondamentale appartenant à la famille des baryons et constituant, avec le neutron, le noyau atomique. Tous deux sont soumis à l'interaction forte. Le proton est de charge électrique positive. Alors que l'espérance de vie d'un neutron est de 1/4 d'heure environ, celle du proton est de 1030 années.

**Protubérance :** Jets de gaz sinueux s'élevant au-dessus de la surface du Soleil.

**Pulsar :** Etoile à neutrons en rotation rapide (entre une milliseconde et quelques secondes) et émettant par ses pôles des impulsions d'ondes radio, dont le faisceau est dirigé dans notre direction. On dit que les pulsars sont les « phares » de l'Univers.

*A suivre...*

## Télescope eVscope eQuinox Unistellar

**Pendant le séminaire d'astronomie à Amboise, vous avez peut-être découvert un étrange télescope automatisé. Il est présenté comme simple d'utilisation, aucun prérequis en astronomie n'est nécessaire. Il permet de débiter en imagerie grâce au visuel assisté.**



Les caractéristiques sont les suivantes :

Tube optique de construction type Newton avec miroir primaire de 114 mm de diamètre ; focale 450mm (f/3.94) ; longueur focale 900 mm ; monture altazimutale motorisée double axe et GoTo (pointage automatique) ; pouvoir séparateur 2" secondes d'arc ; magnitude limite inférieure à 16 ciel de qualité moyenne sur une minute jusqu'à 18 dans des conditions excellentes sur plusieurs minutes ; grossissement optique 50x ; grossissement numérique jusqu'à 400x (max. 150x recommandé) ; poids 9kg avec trépied inclus (colis : 18kg) ; batterie rechargeable intégrée jusqu'à 12 heures d'autonomie ; garantie 2 ans ; capteur Sony IMX224 ; traitement d'image intégré ; réduction du bruit numérique et de la pollution lumineuse ; boussole intégrée ; accéléromètre 3 axes intégré ; compact, léger, pilotable par smartphone/tablette ; connexion smartphone/tablette par Wifi en installant l'application gratuite "Unistellar" ; stockage 64GB ; reconnaissance du champ procédure d'alignement entièrement automatisée en 10 secondes ;

suivi céleste automatisé ; pointage automatisé (GoTo) ; base de données +5 000 objets en mémoire ; informations détaillées sur 120 objets célestes ; recommandation d'objets en fonction de l'heure, de la date et de la position (lieu) du smartphone contrôlant le télescope ; événements d'occultation d'astéroïdes, transits d'exoplanètes, suivi d'événements transitoires (supernovae et comètes), etc...

**Prix : 2.799,00 €**

## Les constellations d'automne

**Allez, en voiture !!! Nous sommes le 15 Octobre, et votre montre marque 20 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, 20 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'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 ressemblera à ceci :



*M31 dans un télescope de 114 mm de diamètre*

**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 notre petit dossier 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.



*Le double amas de Persée dans une paire de jumelles*

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. Avec une modeste paire de jumelles, le spectacle est déjà sympa. Dans un télescope, à faible grossissement  $\times 25$ , 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. Dans un puissant télescope, cette galaxie ressemble à ceci :



M33, la galaxie du Triangle

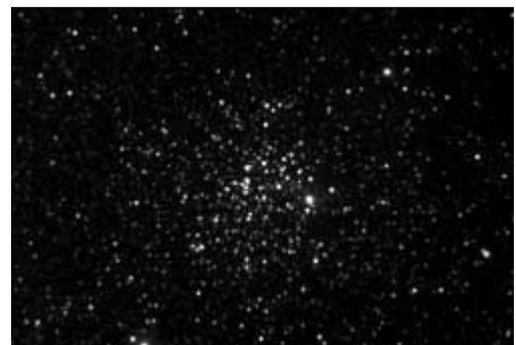
**Cassiopée :** En direction du Nord : vous trouverez 5 brillantes étoiles formant Cassiopée, une constellation qui a la forme d'un W. Il est à noter que c'est dans Cassiopée que l'astronome danois Tycho Brahé observa en 1572 une supernova, une étoile qui venait d'exploser. L'étoile Iota Cassiopée est 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, Cassiopée 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



NGC457

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.



M52

**La Grande Ourse :** L'une des plus grandes et des plus faciles à identifier parmi les constellations est sans contestation la Grande Ourse. Située au Nord de Cassiopée, elle a la forme d'une grande casserole et elle contient au moins 7 brillantes étoiles. La ligne qui joint les étoiles Dubhe et Merak, formant le côté droit de la casserole, indique la direction de l'étoile Polaire. Cette dernière, comme on le verra juste après, fait partie de la Petite Ourse. Dubhe est quant à elle l'étoile la plus brillante de la Grande Ourse et elle est située à 142 années-lumière de la Terre. Dubhe est en fait une étoile double. D'un autre côté, Mizar et Alcor, situées dans la poignée de la casserole, sont des étoiles assez complexes. Les anciens astronomes arabes se servaient de ces deux étoiles pour tester leur acuité visuelle : de bons yeux parviennent à

nettement distinguer Alcor et Mizar. Si vous avez une mauvaise vue, vous ne verrez que Mizar. Dans un télescope, on se rend compte qu'il existe une troisième petite étoile, qui forme un couple de Soleils avec Alcor. Ce sont des étoiles binaires situées à 80 années-lumière de nous. On retrouve également dans la Grande Ourse plusieurs galaxies importantes, répertoriées dans le catalogue élaboré au XVIII<sup>e</sup> siècle par Charles Messier : M51, M101, M106, M108, M109 ; mais il faut un bon télescope et un ciel bien pur, dénué de pollution lumineuse, pour bien les voir.

**Céphée** : Entre Cassiopée et la Petite Ourse, au-dessus du W de Cassiopée, se trouve Céphée. Cette constellation, qui n'est pas très visible, fait penser à un dessin d'enfant représentant une petite maison avec un toit. Dans Céphée, on peut remarquer 5 étoiles de moyenne brillance. Cette constellation comprend également plusieurs étoiles variables ou doubles ainsi que des amas d'étoiles. L'étoile variable la plus connue est l'étoile Delta, qui a donné le nom de céphéides à toute une classe très particulière d'étoiles variables dont la luminosité varie avec une régularité de métronome. Delta voit ainsi sa luminosité passer de la magnitude 3.5 à la magnitude 4.4 en très exactement 5 jours 8 heures et 50 minutes.

*Bonnes observations sous le ciel d'automne !*

*Source : astroclub.toussaint*

## Astrométrie : Ephémérides astronomiques 2021

### Octobre :

**06/10/2021 13:05 NOUVELLE LUNE**  
 08/10/2021 15:00 Pluie d'étoiles filantes : Draconides (10 météores/heure au zénith; durée = 4,0 jours)  
**09/10/2021 22:28 Rapprochement entre la Lune et Vénus (dist. topocentrique centre à centre = 1,9°)**  
 10/10/2021 05:56 Pluie d'étoiles filantes : Taurides S. (5 météores/heure au zénith; durée = 71,0 jours)  
 11/10/2021 06:07 Pluie d'étoiles filantes : Delta Aurigides (2 météores/heure au zénith; durée = 8,0 jours)  
**13/10/2021 05:25 PREMIER QUARTIER DE LA LUNE**  
 13/10/2021 11:46 Rapprochement entre la Lune et Pluton (dist. topocentrique centre à centre = 3,0°)  
 14/10/2021 09:59 Rapprochement entre la Lune et Saturne (dist. topocentrique centre à centre = 4,3°)  
 15/10/2021 12:59 Rapprochement entre la Lune et Jupiter (dist. topocentrique centre à centre = 4,6°)  
 16/10/2021 22:05 Rapprochement entre Vénus et Antarès (dist. topocentrique centre à centre = 1,4°)  
 17/10/2021 18:42 Rapprochement entre la Lune et Neptune (dist. topocentrique centre à centre = 4,6°)

18/10/2021 07:48 Pluie d'étoiles filantes : Epsilon Géminides (3 météores/heure au zénith; durée = 13,0 jours)  
 19/10/2021 02:44 Comète 342P SOHO à son périhélie (dist. au Soleil = 0,050 UA; magn. = -4,0)  
 19/10/2021 06:49 Opposition de l'astéroïde 25 Phocaea avec le Soleil (dist. au Soleil = 2,156 UA; magn. = 10,1)  
**20/10/2021 16:57 PLEINE LUNE**  
 21/10/2021 01:28 Transits simultanés sur Jupiter : deux satellites.  
 21/10/2021 08:17 Pluie d'étoiles filantes : Orionides (20 météores/heure au zénith; durée = 36,0 jours)  
 22/10/2021 01:22 Rapprochement entre la Lune et Uranus (dist. topocentrique centre à centre = 1,8°)  
 24/10/2021 05:46 Rapprochement entre la Lune et Aldébaran (dist. topocentrique centre à centre = 5,8°)  
 24/10/2021 08:46 Pluie d'étoiles filantes : Leo Minorides (2 météores/heure au zénith; durée = 8,0 jours)  
 25/10/2021 06:00 PLUS GRANDE ÉLONGATION OUEST de Mercure (18,3°)  
 26/10/2021 02:08 Rapprochement entre la Lune et M 35 (dist. topocentrique centre à centre = 1,3°)  
**28/10/2021 22:05 DERNIER QUARTIER DE LA LUNE**  
 29/10/2021 18:00 PLUS GRANDE ÉLONGATION EST de Vénus (46,9°)

### Novembre :

01/11/2021 04:01 Comète 67P Churyumov-Gerasimenko à son périhélie (dist. au Soleil = 1,202 UA; magn. = 10,0)  
 02/11/2021 05:59 Rapprochement entre Mercure et Spica (dist. topocentrique centre à centre = 4,1°)  
 03/11/2021 20:46 Rapprochement entre la Lune et Mercure (dist. topocentrique centre à centre = 0,3°)  
**04/11/2021 22:15 NOUVELLE LUNE**  
 06/11/2021 18:39 Rapprochement entre Vénus et M 8 (dist. topocentrique centre à centre = 2,9°)  
 08/11/2021 05:54 Rapprochement entre la Lune et Vénus (dist. topocentrique centre à centre = 0,7°)  
 09/11/2021 20:24 Rapprochement entre la Lune et Pluton (dist. topocentrique centre à centre = 3,4°)  
 10/11/2021 17:58 Rapprochement entre la Lune et Saturne (dist. topocentrique centre à centre = 4,9°)  
**11/11/2021 13:46 PREMIER QUARTIER DE LA LUNE**  
 11/11/2021 23:24 Rapprochement entre la Lune et Jupiter (dist. topocentrique centre à centre = 4,7°)  
 12/11/2021 07:05 Pluie d'étoiles filantes : Taurides N. (5 météores/heure au zénith; durée = 51,0 jours)  
 14/11/2021 01:20 Rapprochement entre la Lune et Neptune (dist. topocentrique centre à centre = 4,3°)  
 17/11/2021 12:43 Pluie d'étoiles filantes : Léonides (15 météores/heure au zénith; durée = 24,0 jours)  
 18/11/2021 05:22 Rapprochement entre la Lune et Uranus (dist. topocentrique centre à centre = 1,7°)

**19/11/2021 09:58 PLEINE LUNE (éclipse partielle de Lune en partie visible à Paris)**

21/11/2021 13:16 Pluie d'étoiles filantes : Alpha Monocérotides (durée = 10,0 jours)

24/11/2021 03:56 Rapprochement entre la Lune et Pollux (dist. topocentrique centre à centre = 2,9°)

27/11/2021 01:23 Rapprochement entre la Lune et Régulus (dist. topocentrique centre à centre = 4,5°)

**27/11/2021 13:28 DERNIER QUARTIER DE LA LUNE**

27/11/2021 20:05 Opposition de l'astéroïde 1 Ceres avec le Soleil (dist. au Soleil = 2,745 UA; magn. = 7,0)

29/11/2021 05:38 CONJONCTION SUPÉRIEURE de Mercure avec le Soleil (dist. géoc. centre à centre = 0,7°)

**Indications sur les heures des phénomènes :**

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

Source : Astrofiles

## Les conférences du CIS

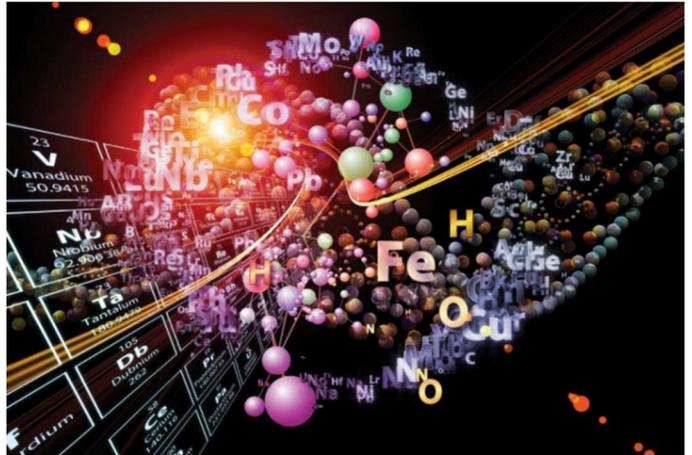
Le CIS organise un cycle de conférences avec des scientifiques et des historiens ou écrivains de vulgarisation. Exceptionnellement, certaines contraintes pourront nous amener à modifier le rendez-vous. Vous pouvez consulter le site Internet : <http://www.astrosurf.com/cis>.

**Conférence du 11 octobre 2021 à 19h30 au Studio Raspail :**

« **L'abondance des éléments chimiques dans l'Univers** »

par Roger Ferlet, Directeur de recherche au CNRS, Institut d'Astrophysique de Paris

*Résumé : Les éléments chimiques, c'est-à-dire la matière baryonique normale, forment une partie du contenu de l'Univers. La conférence portera sur l'origine depuis la nucléosynthèse primordiale et aussi sur l'abondance des éléments chimiques dans l'Univers. Mais sous quelle forme et où peut-on les trouver ?*



**Conférence du 15 novembre 2021 à 19h30 au Studio Raspail :**

« **Le cycle de l'eau douce** »

Par Jérôme Gaillardet, de l'IPGP

**Les conférences de la saison 2021 - 2022 auront lieu aux dates suivantes :**

Lundi 11 octobre 2021  
Lundi 15 novembre 2021  
Lundi 13 décembre 2021

Lundi 10 janvier 2022  
Lundi 14 février 2022  
Lundi 14 mars 2022  
Lundi 11 avril 2022  
Lundi 9 mai 2022  
Mercredi 22 juin 2022



**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, Joël Oudard, 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.