



# ÉDIT

Le Club d'Information Scientifique est triste suite à la disparition de son parrain : Hubert Reeves. Cet astronome sympathique, avec sa voix reconnaissable entre toutes, nous a inspiré pendant de nombreuses années. C'est en 1982, lors de la conférence d'Hubert Reeves sur le «BIG-BANG», conférence mensuelle organisée par le Club au Ministère des PTT, que nous orientons la vulgarisation scientifique vers l'astronomie. L'accès à la terrasse du central téléphonique « Montsouris » dans le 13<sup>e</sup> arrondissement de Paris, pour de nombreuses observations, a permis de créer une synergie parmi les adhérents, qui se concrétisera par un voyage aux Canaries pour l'observation de la Comète de Halley au printemps 1986, et un accès à une coupole du CNRS dans le bois de Verrières le Buisson de 1988 à 2002. Le CIS organise son premier séminaire annuel d'initiation à l'astronomie, en Sologne et à l'observatoire de Nancay, en octobre 1986. En 2007, le séminaire est organisé à Murol, dans le parc des grands volcans d'Auvergne, permettant d'inclure une approche de la volcanologie. Nos conférences scientifiques mensuelles ont été initiées dès 1978 et sont programmées régulièrement depuis 1982. Depuis 1976, nous oeuvrons pour diffuser la connaissance scientifique au plus grand nombre. Nous espérons que parmi nos adhérents certains viendront grandir nos rangs pour continuer à vulgariser les sciences et continuer à faire vivre notre association pour le plaisir de tous.

Jacques Rodriguez

## SOMMAIRE

Titres	Pages
Editorial	1
Observations astronomiques	1
Le James Webb Telescope explique la formation du système solaire	2
Des exoplanètes âgées de 10 milliards d'années	3
La mission InSight révèle une couche fondue à la base du manteau martien	4
Confirmation et réfutation de galaxies très lumineuses dans l'Univers primordial	5
Le secret de la croissance des plantes enfin percé	6
Les étoiles les plus brillantes dans le ciel	7 à 9
Ephémérides astronomiques	10
Conférences du CIS	10 & 11

moins de 5 essaims d'étoiles filantes. Le 09/12/2023, les Sigma Hydrides avec 7 météores par heure au zénith, pendant 12 jours, ainsi que les Monocerotides avec 3 météores par heure au zénith, pendant 20 jours. **Le 14/12/2023, une pluie d'étoiles filantes avec les Géminides** car on peut compter 150 météores par heure au zénith, pendant 12 jours. Le 16/12/2023 les Coma Bérénicides avec 3 météores par heure au zénith, pendant 11 jours. Le 20/12/2023 les Leo Minorides de décembre arrivent avec 5 météores par heure au zénith, pendant 61 jours. C'est le solstice d'hiver le 22/12/2023 à 03h27 et le même soir encore une pluie d'étoiles filantes : les Ursides avec 10 météores par heure au zénith, pendant 9 jours. Le mois de janvier 2024 commence le 4 par un maximum d'étoiles filantes les Quadrantides. Le 8 et le 9 au matin, une très belle conjonction de la Lune, Vénus, Mercure et Antarès est à observer. Le 13 sera l'occasion d'admirer la lumière cendrée de la Lune et peut-être de la prendre en photographie.

### 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>

## Observations astronomiques

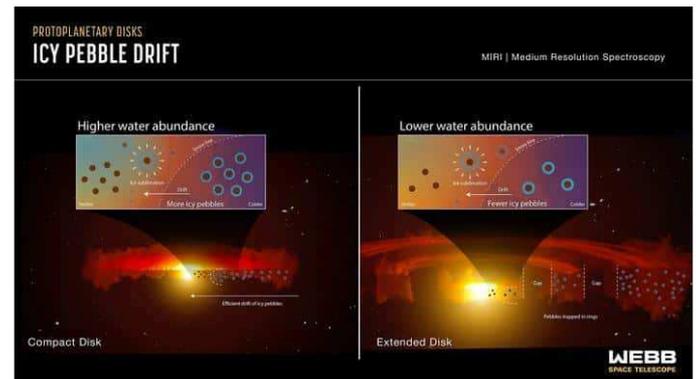
**Phénomènes célestes :** Le mois de décembre 2023 va être particulièrement éclairé par les météores car il n'y a pas

# Le James Webb Telescope explique la formation du système solaire

**Pour tenter d'expliquer la structure de notre Système solaire et les processus qui ont mené à la formation de ses planètes, les scientifiques émettent depuis longtemps l'hypothèse que des matériaux glacés, qui se sont formés dans la région externe et froide de notre système stellaire, ont dû à un moment migrer vers le Soleil, apportant au passage de l'eau aux planètes rocheuses internes, comme la Terre. Les observations réalisées par le télescope spatial James-Webb sur des disques protoplanétaires, dans lesquels des planètes sont en cours de formation autour d'une étoile, semblent confirmer cette hypothèse.**

Selon les modèles les plus communément acceptés, notre Système solaire a commencé à se former il y a environ 4,6 milliards d'années à partir d'un gigantesque nuage de gaz principalement composé d'hydrogène et d'hélium. De faibles variations de densité dans le nuage ont entraîné son effondrement sur lui-même : on parle d'effondrement gravitationnel. Au fur et à mesure que le nuage se contractait, sa vitesse de rotation a progressivement augmenté tandis que la majeure partie de la matière s'agglutinait vers le centre, formant le jeune Soleil ; le reste a formé le disque protoplanétaire, orbitant autour de la jeune étoile, constitué de gaz et de poussières. En se rencontrant, ces derniers ont commencé à s'agglomérer pour former de plus gros blocs qui, au fil des collisions successives, se sont progressivement agrandis pour former des planétésimaux - des embryons de planètes qui évoluent dans un disque protoplanétaire. La chaleur qui règne dans la région proche du Soleil, que l'on appelle Système solaire interne, ne permet pas aux molécules et éléments légers, comme l'eau, de se condenser. Les planètes qui se forment dans cette région sont ainsi principalement constituées de composants plus lourds, comme le fer ou les roches silicatées : les planétésimaux proches du Soleil forment des planètes rocheuses, petites et denses, qui deviendront les quatre planètes telluriques que nous connaissons aujourd'hui (Mercure, Vénus, la Terre et Mars). Dans le Système solaire externe en revanche, il fait assez froid pour que les molécules et éléments volatils demeurent à l'état solide. Les planétésimaux qui s'y forment agrègent petit à petit l'hydrogène et l'hélium du disque protoplanétaire, éléments les plus légers mais également les plus abondants. Ils forment ainsi des planètes gazeuses (Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune), bien plus lourdes et imposantes que les planètes telluriques, mais aussi bien moins denses. Ce modèle global décrit bien ce que l'on observe dans notre Système solaire actuel, à une exception près : si l'eau n'a pas pu se condenser dans le Système solaire interne lors de la formation des planètes, comment des océans ont pu se former à la surface de notre Planète ? Pour expliquer la présence d'eau sur certaines planètes

telluriques, les scientifiques suggèrent depuis longtemps que lors de la contraction du disque protoplanétaire, de petits blocs recouverts de glaces - constitués d'éléments légers, comme l'eau, à l'état solide - initialement formés dans les régions externes du Système solaire ont migré en direction du Soleil, permettant l'enrichissement en eau de la région interne et des planétésimaux qui s'y trouvaient. En analysant les données récoltées par son spectro-imageur Miri (Mid InfraRed Instrument) lorsqu'il observait quatre disques protoplanétaires situés dans la constellation du Taureau, une équipe de scientifiques a fait une découverte cruciale pour notre compréhension de la formation des systèmes planétaires. Ils présentent leurs résultats dans la revue *The Astrophysical Journal Letters*.



Ce graphique est une interprétation des données du spectro-imageur Miri, montrant la différence entre la migration des matériaux glacés et la teneur en eau dans un disque compact par rapport à un disque étendu. Dans le disque compact sur la gauche, lorsque les matériaux glacés dérivent vers l'étoile, ils sont libres de tout obstacle. Au fur et à mesure qu'ils s'approchent du centre, leur glace se transforme en vapeur et fournit une grande quantité d'eau pour enrichir les planètes internes rocheuses. Sur la droite se trouve un disque étendu contenant des zones de plus forte pression. Alors que les matériaux glacés migrent vers le centre, beaucoup sont arrêtés et piégés par les zones de plus forte pression. © Nasa, ESA, CSA, Joseph Olmsted (STScI)

Les disques protoplanétaires observés - deux compacts et deux plus étendus - entourent de très jeunes étoiles (2 à 3 millions d'années), de la même famille que notre Soleil. Selon les scientifiques, l'hypothèse de la migration d'éléments légers et glacés vers l'intérieur du disque protoplanétaire semble mieux fonctionner pour les disques protoplanétaires compacts que pour les disques protoplanétaires plus étendus : ces derniers sont plus susceptibles de comporter des zones dans lesquelles la pression, plus importante, tend à piéger la matière gelée, freinant considérablement sa migration vers le centre. En partant de ce principe, les auteurs ont estimé que l'observation d'une plus grande quantité d'eau dans les régions internes des disques compacts que dans les disques étendus confirmerait cette hypothèse. Et c'est exactement ce que James-Webb a observé : en analysant ses données, l'équipe de chercheurs a révélé un excès d'eau dans les régions internes des deux disques protoplanétaires compacts, comparées aux régions internes des disques étendus. S'il est initialement conçu pour observer les confins de l'Univers, le télescope spatial James-Webb peut aussi nous permettre d'en apprendre plus sur notre propre Système solaire !

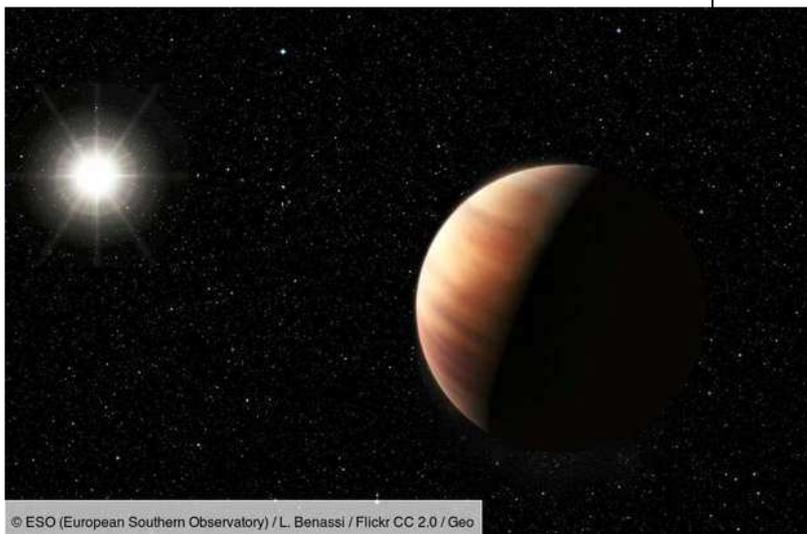
*The Astrophysical Journal Letters*

# Des exoplanètes âgées de 10 milliards d'années

**Dans le numéro de septembre de la revue scientifique Research Notes of the American Astronomical Society, on apprend que des exoplanètes situées aux confins de notre galaxie pourraient avoir fait progresser la vie cinq milliards d'années plus tôt que la Terre.**

L'univers regorge de nombreux mystères. De nouvelles recherches publiées dans le numéro de septembre de la revue Research Notes of the American Astronomical Society suggèrent qu'un certain nombre d'exoplanètes situées aux confins de notre galaxie pourraient avoir formé, au fil du temps, des continents.

De cette façon, elles auraient fait progresser la vie 5 milliards d'années plus tôt que la Terre ne l'a fait de son côté, relate Live Science, jeudi 9 novembre. Autrement dit, cela signifie qu'il pourrait y avoir – au sein de la Voie lactée – plusieurs mondes. Ces derniers hébergeraient potentiellement une vie extraterrestre bien plus avancée que la nôtre...



En 1995, à l'Observatoire de Haute-Provence, les deux astronomes suisses Michel Mayor et Didier Queloz ont observé la première exoplanète, 51 Pegasi b, en orbite autour d'un autre soleil. Aujourd'hui, on connaît près de 4000 exoplanètes et on en découvre plusieurs dizaines chaque année. Reste à découvrir si l'une d'entre elles est susceptible d'abriter la vie.

## Des conditions pour que la vie prospère et perdure

Il faut qu'une planète possède un certain nombre de caractéristiques pour héberger la vie : quelque chose qui protégera les organismes des radiations dangereuses ou encore de l'eau sous forme liquide, expliquent les astrobiologistes.

D'autre part, bien que de grandes masses continentales ne soient pas nécessaires – au sens strict du terme – à l'émergence d'êtres vivants, l'histoire de la Terre prouve qu'elles n'en sont pas moins importantes si l'on souhaite que la vie prospère et perdure pendant de longues périodes.

De cette façon, cela signifie que si une exoplanète avait connu l'émergence de continents avant la planète bleue, une vie bien plus ancienne et plus avancée que celle que notre monde héberge pourrait exister, poursuit le site d'actualités scientifiques.

C'est cette hypothèse qui a poussé Jane Greaves, astronome à l'université de Cardiff (Royaume-Uni), à se demander à quelle date les premiers continents étaient apparus sur l'une des planètes que notre galaxie abrite.

Il ressort de ses travaux que les continents de deux exoplanètes – et peut-être la vie – pourraient être apparus quatre à cinq milliards d'années avant ceux de la Terre.

## Des planètes potentiellement habitables

C'est la tectonique des plaques qui est à l'origine de la formation des continents. Plus précisément, il s'agit du mouvement effectué par des plaques de roche qui flottent au sommet des entrailles en fusion d'une planète. Il faut savoir que la chaleur du noyau d'une planète empêche ce magma de durcir et d'interrompre le mouvement des continents. Des éléments radioactifs (tels que le thorium 232, l'uranium 238 et le potassium 40) sont à l'origine de cette chaleur. Ils sont présents dans le noyau de la planète et dégagent de l'énergie lorsqu'ils se décomposent.

Dans les conclusions de ses travaux, Jane Greaves a étudié en détail les niveaux de potassium et d'uranium 238 présents dans les étoiles proches, mais aussi l'âge des étoiles, que le satellite Gaia a mesurés. Ces données lui ont permis d'estimer le moment où une possible planète rocheuse (située autour de chacune des étoiles) serait devenue suffisamment chaude pour permettre à la tectonique des plaques de se produire.

Toujours d'après les éléments évoqués par cette scientifique, les premiers continents se seraient formés autour d'étoiles proches du Soleil jusqu'à 2 milliards d'années avant que la tectonique des plaques terrestres ne débute. Selon elle, deux étoiles sortent du lot. Situées, respectivement, à 70 et à 110 années-lumière de nous, elles auraient quant à elles pu voir l'émergence de continents 5 milliards d'années plus tôt que la Terre.

*Déterminer quelles sont les planètes potentiellement habitables est une mission que la Nasa s'est fixée.*

**Source : GEO Article de Charline Vergne**

## La mission InSight révèle une couche fondue à la base du manteau martien

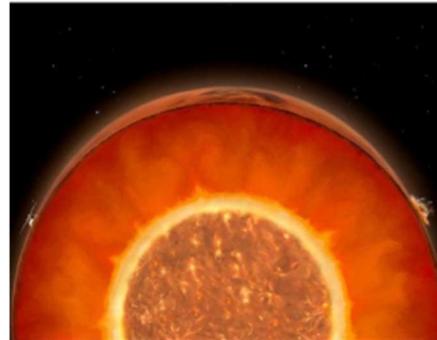
L'analyse par l'équipe de la mission InSight des données sismiques enregistrées sur Mars suite à un impact de météorite survenu en septembre 2021 bouleverse notre vision de la structure interne de la planète rouge et de son évolution. Une étude publiée le 26 octobre dans la revue Nature et impliquant des scientifiques français, propose un nouveau modèle pour l'intérieur de Mars, avec un manteau non homogène composé d'une couche de silicates fondus surplombant le noyau martien, qui explique l'ensemble des observations géophysiques.

Les premières données de la mission InSight ont permis de déterminer la structure interne de la planète Mars dans une série de publications de l'équipe scientifique parue à l'été 2021. Mais depuis, l'analyse de nouvelles données générées par un puissant impact de météorite survenu le 18 septembre 2023, remettent en question les premières estimations de la structure interne. En étudiant les temps de propagation d'ondes générées par cet impact, une équipe internationale menée par Henri Samuel, chercheur CNRS à l'Institut de physique du globe de Paris, et impliquant des scientifiques du CNRS, de l'ISAE-SUPAERO et l'Université Paris Cité soutenues par le CNES et l'ANR, ainsi que des co-auteurs de l'Observatoire Royal de Belgique, des Universités du Maryland et de Bristol, de l'école polytechnique de Zürich, de l'académie Russe des Sciences, et du Jet Propulsion Laboratory de la NASA, a mis en évidence la présence d'une couche de silicates fondus à la base du manteau martien surplombant le noyau métallique.

Ce nouveau modèle de structure, publié le 26 octobre 2023 dans la revue Nature, plus réaliste au regard de l'ensemble des données géophysiques, permet également d'expliquer de façon cohérente l'évolution de Mars depuis sa formation.

En particulier, la mise en évidence de cette stratification du manteau élucide la propagation anormalement lente, jusqu'alors inexplicée, des ondes diffractées issues de l'impact de météorite de septembre par leur trajectoire dans la partie inférieure et totalement fondue de la couche de silicates à la base du manteau, où les vitesses sismiques sont faibles. Par ailleurs, pour plusieurs événements sismiques plus anciens, les temps d'arrivées des ondes mesurés à la surface de Mars sont compatibles avec des réflexions d'ondes de cisaillement sur la couche fondue (située à plusieurs dizaines de kilomètres au-dessus du noyau métallique) et non pas à l'interface noyau-manteau comme précédemment supposé. Enfin, la présence de cette couche de silicates permet d'expliquer la trajectoire observée de la lune Phobos. En effet, la partie supérieure et partiellement fondue de la couche basale permet de

dissiper efficacement les déformations générées par l'attraction gravitationnelle de Phobos. En revanche, le manteau solide au-dessus de cette couche est plus rigide et sismiquement peu atténuant, comme le suggère la détection à la surface de Mars d'ondes associées à des événements sismiques de magnitudes relativement faibles.



### Un noyau plus petit et plus dense qu'envisagé

La présence de cette couche fondue à la base du manteau implique un noyau métallique 150 à 170 km plus petit (soit un rayon de 1650+/-20 km) et 5

à 8% plus dense (soit 6.5 g/cm<sup>3</sup>) que les estimations sismiques précédentes. Ce noyau serait donc composé d'un alliage ayant moins d'éléments légers que précédemment requis, et plus compatible avec les données cosmochimiques issues de l'analyse des météorites martiennes et les expériences de hautes pressions. Les auteurs de l'étude proposent ainsi que Mars a vraisemblablement connu un stade précoce d'océan magmatique dont la cristallisation a produit une couche stable à la base du manteau, fortement enrichie en fer et en éléments radioactifs. La chaleur dégagée par ces derniers a généré une couche basale de silicates fondus située au-dessus du noyau, recouverte par une couche partiellement fondue plus fine.

L'étude précise en outre qu'une telle stratification du manteau isole le noyau métallique, l'empêchant ainsi de se refroidir et de générer une dynamo thermique. « L'isolement thermique du noyau métallique de Mars par la couche liquide à la base du manteau implique que des sources externes sont nécessaires pour générer le champ magnétique enregistré dans la croûte martienne au cours des premiers 500-800 millions d'années d'évolution. Ces sources pourraient être des impacts énergétiques, ou encore des mouvements du noyau générés par des interactions gravitationnelles avec d'anciens satellites qui auraient depuis disparu » précise Henri Samuel.

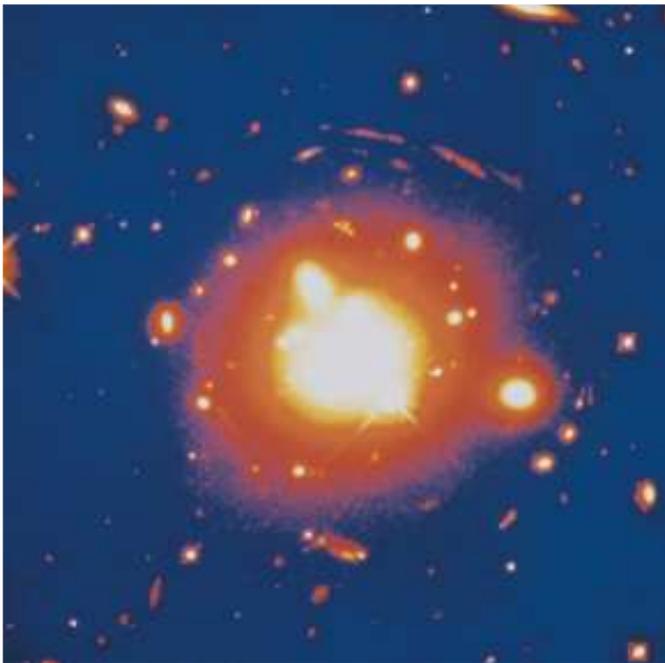
Cette structure stratifiée de l'intérieur du manteau de Mars qui contraste avec celle de la Terre témoigne d'une évolution interne différente de ces deux planètes. Mélanie Drilleau, ingénieure de recherche à l'ISAE-SUPAERO et co-auteure de l'étude explique que « la découverte de cette stratification du manteau martien ouvre de nouveaux horizons de recherche, puisque les données sismiques enregistrées par l'instrument SEIS de la mission InSight seront désormais reconsidérées à la lumière de ce nouveau paradigme ».

Source : I.P.G.P.

# Confirmation et réfutation de galaxies très lumineuses dans l'Univers primordial

**Au cours des 300 premiers millions d'années de l'histoire cosmique, les premières étoiles<sup>1</sup> se sont formées, et elles ont commencé à ensemercer l'Univers en éléments plus lourds que l'hydrogène et l'hélium<sup>2</sup>. Dans la quête des premières étoiles, des premiers éléments chimiques plus lourds que l'hélium, et des premiers grains de poussières apparus dans l'Univers, une équipe internationale comprenant des chercheurs du CNRS-INSU, confirme la grande abondance de galaxies lumineuses dans l'Univers primordial.**

Le JWST a découvert un grand nombre de candidates galaxies avec des "redshifts"  $z$  (qui mesure la distance), aussi grand que  $z = 16$ , estimés à partir de la photométrie multi-bande (redshift photométrique). Mais une mesure spectroscopique est nécessaire pour valider le redshift de ces sources. La mesure des redshifts avec des codes adaptés comme le code CIGALE<sup>3</sup> qui peut combiner des données photométriques et spectroscopiques provenant du Hubble Space Telescope et du James Webb Space Telescope a permis de confirmer et parfois d'infirmer les redshifts photométriques.



L'équipe de recherche présente des mesures sûres qui confirment les redshifts de deux galaxies à  $z > 11$ , mais démontre aussi qu'une autre candidate à  $z = 16$  (250 millions d'années après le Big Bang) est erroné et se trouve en fait à  $z = 4,9$  (1.2 milliard d'années).

Les analyses de galaxies candidates massives à  $z = 9 - 12$  ont montré que leur abondance est plus élevée que celle

prévue par les modèles de formation des galaxies. Cela pourrait indiquer que des hypothèses doivent être modifiées.

Parmi ces hypothèses : la possibilité d'atténuation négligeable de la poussière, une efficacité accrue de conversion du gaz en étoiles, ou une distribution différente de la masse des étoiles à ces premières époques. En effet, le fait de détecter trop de galaxies massives implique que les modèles sous-estiment la formation stellaire dans ces galaxies.

Cela pourrait indiquer des lacunes dans notre connaissance actuelle de la formation des galaxies, ou bien suggérerait que les hypothèses dérivées de notre connaissance de l'Univers à plus bas redshift que nous connaissons mieux ne s'appliqueraient pas à l'Univers primordial.

Elle souligne aussi les risques scientifiques de tirer des conclusions avant de confirmer les décalages spectraux vers le rouge (redshifts) à partir de mesures spectroscopiques.

*Laboratoire CNRS impliqué :*

*Laboratoire d'astrophysique de Marseille (LAM - OSU Pythéas)*

*Tutelles : CNRS / CNES / AMU*

*Référence :*

*Arrabal Haro, P., Dickinson, M., Finkelstein, S.L. et al. Confirmation and refutation of very luminous galaxies in the early Universe. Nature 622, 707–711 (2023).*

*Contact :*

*Denis Burgarella*

*Laboratoire d'Astrophysique de Marseille (LAM)*

*denis.burgarella@lam.fr*

**Notes :**

- 1. Ces premières étoiles sont souvent appelées Population III, ce sont les toutes premières. Le Soleil s'est formé plus récemment. C'est une étoile Population I.*
- 2. Ces éléments chimiques plus lourds que l'hydrogène et l'hélium sont appelés « Métaux » par les astronomes. Ils comprennent le carbone, l'oxygène, l'azote et d'autres éléments chimiques qui forment la Terre et sont nécessaires au développement de la vie.*
- 3. CIGALE (<http://cigale.lam.fr>) a été développé au Laboratoire d'Astronomie de Marseille, et c'est l'un des codes d'analyse de l'émission des galaxies le plus rapide au monde (voir : Boquien et al. 2019, Astronomy & Astrophysics, 622, 103)*

**Source : C.N.R.S.**

# Le secret de la croissance des plantes enfin percé

**Contrairement aux animaux, les plantes ont des cellules qui sont toutes entourées d'une paroi rigide. Elle les protège mais les enferme dans un squelette rigide. Alors comment peuvent-elles grandir malgré cette paroi ? Des scientifiques d'INRAE, du CNRS, en collaboration avec des équipes suisses et belges, ont maintenant percé une partie de ce secret. Véritables architectes, les plantes allient sucres et protéines pour conférer à la paroi sa résistance et son extensibilité et permettre la croissance des cellules. Au-delà de l'apport des connaissances, ces résultats publiés le 10 novembre dans Science, revêtent une importance cruciale pour la modélisation et la prédiction des effets des changements environnementaux sur la croissance des plantes.**

Les plantes ont la capacité extraordinaire d'utiliser l'énergie solaire pour convertir le CO<sub>2</sub> atmosphérique en sucres. Ces sucres constituent une source presque inépuisable d'énergie et servent aussi de briques de construction.

Avec ces briques, les plantes construisent un rempart autour de chaque cellule : la paroi.

Cette paroi sert à la fois de barrière protectrice et de support pour un squelette, pressurisé. Ce dernier confère de la rigidité aux organes de la plante, comme un matelas gonflable. En effet, la paroi est si robuste qu'elle peut résister à des pressions considérables à l'intérieur de la cellule, atteignant jusqu'à 10 fois celle de notre atmosphère. Curieusement, la présence de cette paroi n'empêche pas le grossissement des cellules lorsque la plante grandit.

Une question se pose alors : comment cette paroi peut grandir, sans perdre son intégrité, ce qui ferait exploser la cellule ? Pour comprendre ce mécanisme, les scientifiques ont analysé en détails le processus d'assemblage de cette paroi.

Pour cela ils ont étudié la croissance du tube pollinique de l'arabette des dames, une plante modèle. Sa paroi cellulaire comprend deux composants majeurs, notamment des fibres et une matrice, principalement constituée de pectines. Les pectines sont bien connues pour leur rôle de gélifiant dans la confection de confitures !

Une équipe d'INRAE avait déjà découvert qu'une fois déposées dans la paroi, les pectines gonflent, suite à une transformation chimique, et permettent l'expansion de la paroi.

Ici la même équipe montre que ces pectines gonflées, recouvertes de charges négatives, se comportent comme de petits aimants. Et les aimants s'attirent, négatifs avec positifs. Ici, la charge positive qui se lie à ces pectines sont des protéines de la paroi. Il se crée ainsi un réseau, comme aimanté, qui confère sa résistance et son extensibilité à la paroi.

Pour les plantes chez qui cette protéine est altérée, le réseau ne se forme pas et lors de la croissance, le tube pollinique explose sous la pression des cellules.

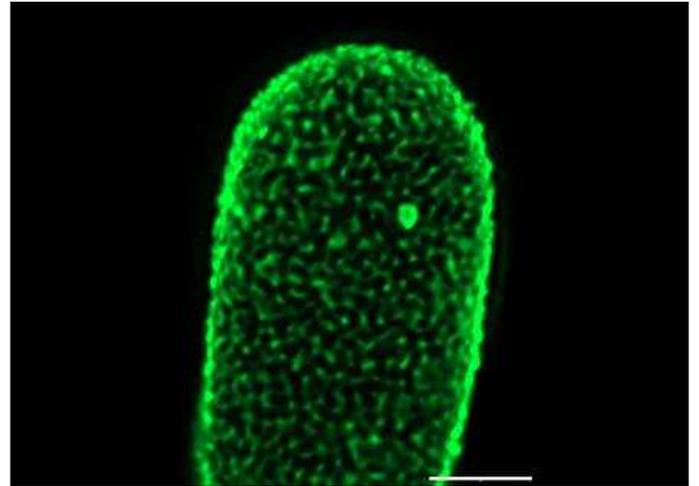


Image 3D d'un tube pollinique d'*Arabidopsis thaliana* marqué moléculairement. Le signal vert montre la structure en forme de toile formée par les polysaccharides de pectine en liaison avec les complexes protéiques de la paroi cellulaire. Cet arrangement physique régulé par les protéines fournit un système de support permettant une croissance soutenue des cellules végétales. © Ursina Rathgeb © DBMV-UNIL

Ces résultats sont fondamentaux pour mieux comprendre les mécanismes de croissance des plantes. Ils sont aussi d'une très grande importance pour la modélisation et la prédiction des effets des changements environnementaux sur la croissance des plantes cultivées.

## Des résultats d'avenir

Grâce à ces résultats, les chercheurs développent actuellement des modèles numériques permettant de simuler et de prédire la croissance et la morphogénèse des plantes en fonction des changements dans l'environnement, par exemple ceux associés aux changements climatiques. Dans ces modèles, il est absolument nécessaire d'inclure un mécanisme explicite de la croissance cellulaire.

## Référence :

Moussu S. et al. (2023). *Plant cell wall patterning and expansion mediated by protein-peptide-polysaccharide interaction.*

<https://doi.org/10.1126/science.adi4720>

Source : INRAE - Nicolas Bertrand

# Les étoiles les plus brillantes dans le ciel

**Les points de repère qui nous donnent la forme des constellations sont les étoiles les plus brillantes du ciel. La luminosité des étoiles est exprimée par la magnitude visuelle.**

## **Pourquoi la luminosité visuelle des étoiles n'est-elle pas parfaitement définie ?**

Les astronomes mesurent la luminosité des étoiles, des planètes et d'autres objets spatiaux à l'aide de l'échelle des magnitudes. Il existe deux types de magnitudes : la magnitude apparente et la magnitude absolue. La magnitude apparente (ou visuelle) est la luminosité d'un objet comme on le voit dans le ciel nocturne depuis la Terre. La magnitude apparente dépend de la luminosité intrinsèque d'un objet, mais aussi de sa distance et d'autres facteurs réduisant sa luminosité. Plus sa magnitude apparente est faible, plus l'objet paraît lumineux aux observateurs. Les corps spatiaux dont la magnitude est négative sont exceptionnellement lumineux.

La magnitude absolue est la magnitude apparente qu'aurait un objet s'il était situé à une distance de 10 parsecs. Par exemple, la magnitude apparente du Soleil est de -26,7. C'est l'objet céleste le plus brillant que nous pouvons voir depuis la Terre. Cependant, si le Soleil se trouvait à 10 parsecs, sa magnitude apparente ne serait que de 4,7. En considérant les étoiles à une distance fixe, les astronomes peuvent comparer leur luminosité réelle (intrinsèque).

## **Quelles sont les étoiles les plus lumineuses ?**

**Le Soleil** : l'étoile la plus brillante vue de la Terre. Si l'on considère la magnitude apparente, le Soleil est l'étoile la plus brillante vue de la Terre. Cependant, il faut noter que toutes les listes des étoiles les plus brillantes n'incluent pas le Soleil, car beaucoup d'entre elles ne prennent en compte que les étoiles observables dans le ciel nocturne, la plus brillante étant Sirius.



**Sirius** : l'étoile la plus brillante du ciel nocturne  
La deuxième étoile la plus brillante, Sirius, possède une magnitude apparente de -1,46 et tout le monde peut la voir. Cette étoile éblouissante est située dans la constellation du Grand Chien. Bien entendu, c'est l'étoile

Alpha de cette constellation. Sirius se trouve à environ 8,6 années-lumière de nous, ce qui est beaucoup plus proche que l'étoile suivante dans notre liste.

**Canopus** : l'étoile brillante la plus visible de l'hémisphère sud. Canopus ou Alpha Carinae est la troisième étoile la plus brillante du ciel nocturne. Cette étoile brille à une magnitude visuelle de -0,74 dans la constellation de la Carène, que l'on voit surtout dans l'hémisphère sud. Canopus est la plus éloignée de toutes les étoiles de cette liste : elle se trouve à environ 310 années-lumière du Soleil !



**Alpha Centauri** : l'étoile la plus proche du Soleil. Alpha Centauri est une étoile plus proche, mais un peu moins brillante, qui se trouve à la quatrième place de notre liste. Cette étoile est en fait un système composé de trois étoiles, dont l'une se nomme Rigil Kentaurus. Alpha Centauri est placée dans la constellation du Centaure et brille avec une magnitude visuelle de -0,1. Situé à une distance de seulement 4,4 années-lumière de nous, ce système stellaire est le plus proche voisin du Soleil. Ce système se trouve dans le ciel austral et les observateurs situés au-dessus de la latitude 29° nord ne peuvent pas le voir.

**Arcturus** : l'étoile la plus brillante de l'hémisphère nord. Arcturus se trouve à la cinquième place. C'est l'étoile principale de la constellation du Bouvier. Avec sa magnitude apparente de -0,05, on voit surtout Arcturus dans le ciel d'hiver dans l'hémisphère nord. Cette géante orange se trouve à environ 37 années-lumière de la Terre.

**Vega** : l'étoile la plus lumineuse de la constellation Lyra. À la sixième place, Véga, est l'étoile la plus brillante de la constellation de la Lyre, visible dans l'hémisphère nord. Elle fait également partie de l'astérisme du triangle d'été. Cette étoile se trouve à 25 années-lumière de notre système solaire. Véga a été utilisée comme valeur de référence et sa magnitude était donc de 0. Mais ce n'est plus le cas aujourd'hui : des études ultérieures ont mesuré sa magnitude à 0,03. Pour les observations visuelles, on peut continuer à utiliser Véga comme magnitude de référence, mais pour les observations plus avancées, il faut utiliser un système de calibration élaboré.

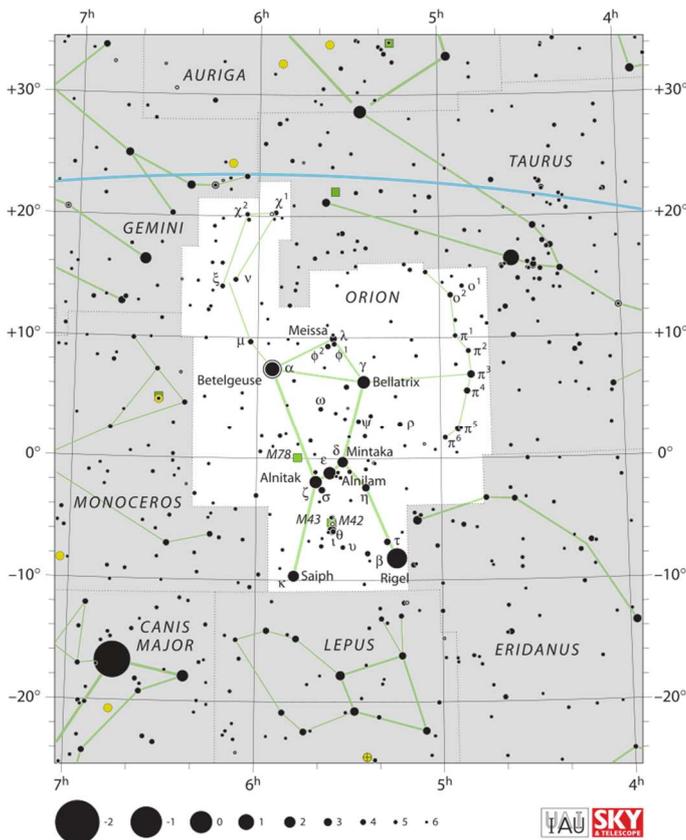
**Capella** : l'étoile principale de la constellation du Cocher  
Le dernier membre de notre liste est Capella, la septième étoile la plus brillante du ciel. On peut la voir dans

l'hémisphère nord durant presque toute l'année. Capella est l'étoile la plus brillante de la constellation du Cocher. On la désigne donc « Alpha Aurigae ». Située à environ 43 années-lumière de nous, Capella est en fait un système multiple composé de deux étoiles jaunes.

Rigel : constellation d'Orion (surtout visible le soir en hiver) ; distance : 630 années-lumière ; magnitude apparente : +0,12.

Procyon : constellation du Petit Chien (surtout visible le soir en hiver) ; distance : 11 années-lumière ; magnitude apparente : +0,38.

Achernar : constellation d'Éridan ; distance : 139 années-lumière ; magnitude apparente : +0,54.



Bételgeuse : constellation d'Orion (surtout visible le soir en hiver) ; distance : 500 années-lumière ; magnitude apparente : +0,56. Bételgeuse ( $\alpha$  Orionis) est une étoile variable semi-régulière de type supergéante rouge, dans la constellation d'Orion, située à une distance très difficile à établir. En 2008, un article propose la distance de  $197 \pm 45$  pc ( $\sim 643$  a.l.), mais elle fut définie à 427 années-lumière pendant les décennies précédentes. En 2013, le télescope spatial Herschel estime que Bételgeuse pourrait approcher la distance de 500 années-lumière. Bien qu'étant désignée par la lettre « alpha » dans la désignation de Bayer, elle n'est souvent que la deuxième étoile la plus brillante de la constellation d'Orion, derrière Rigel b. Elle forme l'un des sommets du triangle d'hiver avec Sirius et Procyon. Avec un rayon d'environ un millier de rayons solaires, Bételgeuse est une supergéante rouge, l'une des plus grandes étoiles connues. Si elle était au centre du système solaire, son rayon s'étendrait entre l'orbite de

Mars et celle de Jupiter voire au-delà. Lorsqu'elle explosera en supernova, elle sera visible de la Terre en plein jour, pendant plusieurs jours, avec une brillance comparable à celle de la Lune. Après cette période, elle se transformera progressivement en nébuleuse, qui restera visible pendant plusieurs milliers d'années. Le diamètre angulaire de Bételgeuse est le fruit de la première mesure d'un diamètre d'étoile, réalisée en 1920-1921 par les astronomes Michelson et Pease avec le télescope Hooker de l'observatoire du Mont Wilson et par interférométrie. Étoile variable habituellement considérée comme la huitième étoile la plus brillante du ciel, sa luminosité a baissé soudainement en novembre 2019, au point de la faire descendre en 2020 à la 21e place. La cause de ce phénomène fut identifiée comme étant la formation de poussière devant l'étoile à la suite de l'éjection d'une grande quantité de gaz. Sa luminosité a par la suite progressivement remonté, pour revenir à environ 87 % de sa luminosité nominale en mars 2021.

Altair : constellation de l'Aigle, magnitude apparente 0.8 ; distance : 16.8 années-lumière ; étoile blanche



Aldébaran : constellation du Taureau, magnitude apparente : 0.9. Alpha Tauri ( $\alpha$  Tauri/ $\alpha$  Tau) selon la désignation de Bayer, est une étoile géante orangée, et l'étoile la plus brillante de la constellation zodiacale du

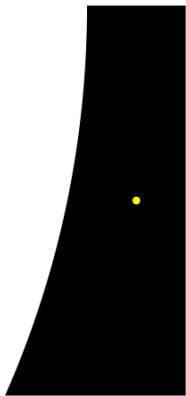
Taureau. Située à environ 66 années-lumière du Soleil, elle est la 13e étoile la plus brillante du ciel nocturne. Sa magnitude absolue est de  $-0,65$  et sa magnitude apparente moyenne de  $+0,87$ . Visuellement, Aldébaran semble le membre le plus brillant d'un groupe d'étoiles assez étalé : les Hyades, amas d'étoiles le plus proche de la Terre. Mais elle se situe, en fait, à mi-chemin entre notre planète et les Hyades. Elle en est donc indépendante. Aldébaran est l'étoile principale de BU 5509, une étoile binaire dont la composante secondaire est Alpha Tauri B ( $\alpha$  Tauri B /  $\alpha$  Tau B)10. D'autre part, Aldébaran possède une planète extrasolaire (exoplanète) confirmée Aldébaran b6 avec laquelle elle forme, donc, un système planétaire.

Spica (Épi) : constellation de la Vierge, magnitude apparente : 1 ; distance : 260 a-l. ; bleu-blanc

Antares : constellation du Scorpion, magnitude apparente : 1.1 ; distance : 605 a-l. ; étoile rouge

Pollux : constellation des Gémeaux, magnitude apparente : 1.1 ; distance : 33.7 a-l. ; orange-jaune

Fomalhaut : constellation du Poisson austral, magnitude apparente : 1.2 ; distance : 25.1 a-l. ; étoile blanche

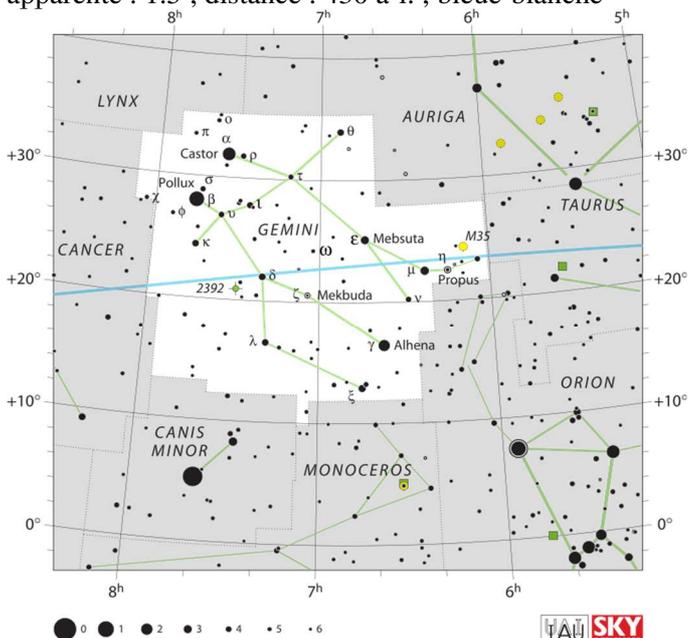


Deneb : constellation du Cygne, magnitude apparente : 1.3. Deneb ou Alpha Cygni ( $\alpha$  Cyg) est une étoile supergéante blanche variable, l'étoile la plus brillante de la constellation du Cygne et la dix-neuvième étoile la plus brillante du ciel (magnitude apparente 1,25). Avec Véga et Altaïr, Deneb forme le triangle d'été, une formation d'étoiles très brillantes bien visibles en été dans le ciel nocturne. La nébuleuse de l'Amérique du Nord (NGC 7000) se

trouve à proximité. Deneb est une supergéante blanche de type spectral A2 Ia, de température de surface 8 400 K, d'environ 20 masses solaires et d'environ 200 rayons solaires — soit à peu près le rayon de l'orbite terrestre autour du Soleil, ce qui en fait l'une des plus grosses étoiles connues. La distance de Deneb a été évaluée autour de 1 550 al (475 pc), précisément entre 1 340 et 1 840 al (410 et 565 pc). Avec une magnitude absolue estimée entre -7,2 et -8,75, c'est une des étoiles les plus lumineuses connues, près de 60 000 fois plus lumineuse que le Soleil. Le vent stellaire de Deneb fait perdre chaque année à cette étoile une masse de 0,8 millionième de masse solaire, ce qui correspond à un flux cent mille fois plus puissant que celui du Soleil. Deneb est le prototype des étoiles variables de type  $\alpha$  Cygni, qui sont le siège de pulsations non radiales, ce qui signifie que certaines parties de l'étoile se contractent en même temps que d'autres s'étendent. Sa luminosité, sa température et son type spectral varient ainsi en fonction du temps.

Régulus : constellation du Lion, magnitude apparente : 1.4 ; distance : 77.5 a-l. ; bleu-blanche

Adhara : constellation du Grand Chien, magnitude apparente : 1.5 ; distance : 430 a-l. ; bleu-blanche



Castor : constellation des Gémeaux, magnitude apparente : 1.6 ; distance : 51.5 a-l. ; étoile blanche

Bellatrix : constellation d'Orion, magnitude apparente : 1.6 ; distance : 240 a-l. ; étoile bleu-blanche

Elnath : constellation du Taureau, magnitude : 1.7 ; distance : 131 a-l. ; étoile bleu-blanche

Alnilam : constellation d'Orion, magnitude apparente : 1.7 ; distance : 1300 a-l. ; étoile bleu-blanche

Alnitak : constellation d'Orion, magnitude 1.7 ; distance : 820 a-l. ; étoile bleue

Vous pouvez observer toutes les étoiles mentionnées ci-dessus (et plus encore !) avec des logiciels téléchargeables sur votre smartphone : Star Walk 2, Stellarium, SkyView Free, et encore bien d'autres applications gratuites. Il suffit de pointer votre appareil vers le ciel et d'appuyer sur les points les plus brillants que vous voyez à l'écran. Si vous voulez trouver une étoile spécifique ou tout autre objet céleste, utilisez l'icône en forme de loupe située dans un coin de l'écran.

### Pourquoi la luminosité visuelle des étoiles n'est-elle pas parfaitement définie ?

On ne peut pas définir clairement l'ordre exact de luminosité des étoiles, car il y a quelques obstacles sur le chemin.

Tout d'abord, traditionnellement, la luminosité stellaire est basée sur la magnitude visuelle apparente perçue par l'œil humain. Avec l'invention des télescopes, les astronomes ont pu prouver l'existence d'étoiles doubles et de systèmes stellaires multiples. De nos jours, la luminosité stellaire peut être exprimée en magnitude individuelle ou combinée. Par exemple, l'étoile double Alpha Centauri AB a une magnitude visuelle combinée de -0,27, alors que ses deux composantes ont une magnitude de 0,01 et 1,33 respectivement.

Les nouvelles technologies peuvent mesurer les magnitudes stellaires de manière légèrement différente, ce qui peut modifier l'ordre des étoiles les plus brillantes. En outre, les scientifiques ont créé différents types de systèmes de magnitude basés sur différentes longueurs d'onde, de sorte que la magnitude apparente des étoiles peut varier considérablement suivant le système utilisé.

Il existe des étoiles variables, comme Bételgeuse ou Antarès : elles changent de magnitude au fil des jours, des mois ou des années. En général, pour définir exactement une magnitude apparente, il faut prendre soit la luminosité maximale répétée soit la magnitude moyenne.

**Vous allez ainsi pouvoir vous repérer facilement grâce à ces étoiles brillantes dans le ciel nocturne. Bonnes observations !**

# Astrométrie : Ephémérides astronomiques

## Décembre 2023

01 03:05 Rapprochement Lune/Pollux (1,9°)  
02 17:59 Rapprochement Mercure/M8 (1,4°)  
04 03:31 Maximum variable delta Céphée  
04 05:22 Rapprochement Lune/Régulus (3,3°)  
04 18:00 Plus grande élongation Mercure (21,2°)  
04 18:42 Lune à l'apogée (404346 km)  
**05 05:49 Dernier Quartier de Lune**  
09 00:42 Minimum variable bêta de la Lyre  
09 08:31 Essaim Sigma Hydrides (7 MHZ ; 12 j)  
09 08:31 Essaim Monocérosides (3 MHZ; 20 j)  
09 15:05 Rapprochement Lune/Vénus (4,2°)  
12 04:51 Minimum variable Algol  
12 23:06 Maximum variable éta de l'Aigle  
**12 23:32 Nouvelle Lune**  
14 04:02 Rapprochement Lune/Mercure (4,8°)  
14 11:17 Essaim Géminides (150 MHZ ; 12 j)  
14 21:06 Maximum variable delta de Céphée  
15 01:40 Minimum variable Algol dans Persée  
16 05:42 Essaim Coma Bérénicides (3MHZ 11 j)  
16 18:53 Lune au périgée (367901 km)  
17 17:39 Opposition astéroïde 704 Interamnia (dist. au Soleil 2,828 UA; magnitude 9,4)  
17 22:29 Minimum variable Algol (bêta Persée)  
18 00:55 Rapprochement Lune/Saturne (2,6°)  
18 07:08 Opposition astéroïde 37 Fides (dist. au Soleil 2,190 UA; magnitude 9,7)  
**19 18:39 Premier Quartier de Lune**  
20 03:21 Maximum variable éta de l'Aigle  
20 04:01 Essaim Leo Minorides de déc. (5 MHZ ; durée 61 j)  
20 05:54 Maximum variable delta de Céphée  
20 19:18 Minimum variable Algol  
20 20:27 Maximum variable zêta des Gémeaux  
20 22:58 Comète 62P Tsuchinshan à son périhélie (dist. au Soleil = 1,221 UA; magnitude 9,0)  
21 18:57 Opposition astéroïde 4 Vesta (dist. au Soleil = 2,563 UA; magnitude 6,5)  
21 23:17 Minimum variable bêta de la Lyre  
**22 03:27 SOLSTICE D'HIVER**  
22 19:41 Essaim Ursides (10 MHZ ; 9 j)  
23 19:26 Transits simultanés sur Jupiter : un satellite et deux ombres de satellites.  
23 19:33 Transits simultanés sur Jupiter : deux ombres de satellites.  
**27 00:33 Pleine Lune**  
30 22:19 Transits simultanés sur Jupiter : deux ombres de satellites.  
30 23:30 Maximum variable delta de Céphée  
31 00:02 Maximum variable zêta des Gémeaux

## Janvier 2024

01 16:28 Lune à l'apogée (404909 km)  
03 02:00 Terre au périhélie (0,98331 AU)  
**04 02:59 Pluie d'étoiles filantes essaim des Quadrantides (110 MHZ ; 16j)**

**04 04:30 Dernier Quartier de Lune**  
04 05:04 Minimum variable Algol (beta Persei)  
06 23:07 Transits sur Jupiter: 2 satellites.  
07 01:53 Minimum variable Algol (beta Persei)  
09 22:42 Minimum variable Algol (beta Persei)  
10 04:37 Maximum variable zeta Gemini  
**11 12:57 Nouvelle Lune**  
12 18:00 Plus grande élongation Mercure (23,5°)  
12 19:31 Minimum variable Algol (beta Persei)  
13 11:35 Lune au périgée (362267 km)  
14 01:56 Transits sur Jupiter: 2 satellites.  
16 02:53 Maximum variable delta Cephei  
16 05:10 Rapprochement Mars/M22 (0,0°)  
**18 04:52 Premier Quartier de Lune**  
18 19:40 Rapprochement Lune/Jupiter (2,1°)  
18 21:14 Maximum variable eta Aquilae  
19 20:18 Opposition 354Eleonora (dist. au Soleil 2,521 AU; magnitude 9,6)  
20 22:41 Début occultation 36Tau (magnitude 5,46)  
20 23:55 Fin occultation 36Tau (magnitude 5,46)  
22 19:20 Début occultation 136Tau (magnitude 4,56)  
22 20:28 Fin occultation 136Tau (magnitude 4,56)  
24 19:14 Rapprochement Lune/Pollux (2,2°)  
24 19:25 Fin occultation 76Gem (magnitude 5,30)  
**25 18:54 Pleine Lune**  
25 22:27 Rapprochement Lune/M44 (2,9°)  
26 01:28 Maximum variable eta Aquilae  
26 20:29 Maximum variable delta Cephei  
27 03:38 Minimum variable Algol (beta Persei)  
29 09:14 Lune à l'apogée (405777 km)  
30 00:27 Minimum variable Algol (beta Persei)

**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 - Coelix*

## Les conférences du CIS

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

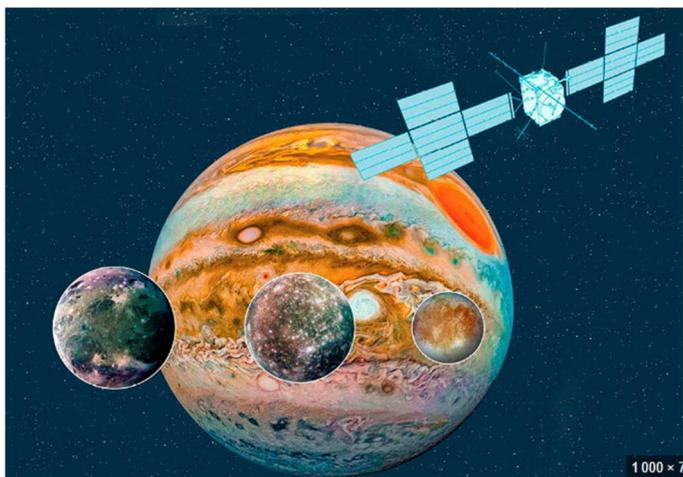
**Conférence du lundi 11 décembre 2023 à 19h15 à l'ENSAM**

**« L'exploration spatiale des satellites de Jupiter »  
par Mathieu VINCENDON,**

CNRS - Institut d'Astrophysique Spatiale - Université Paris-Saclay

## Résumé :

La plus grande des planètes géantes héberge un système de satellites qui rivalisent avec les planètes telluriques. On y trouve de l'eau liquide en abondance sous la forme d'océans souterrains ainsi qu'une activité volcanique soutenue. Dévoilés dans les années 1970 par les programmes Pioneer et Voyager, puis au début des années 2000 par la sonde Galileo, ces objets sont de nouveau au cœur de l'exploration spatiale avec le décollage tout récent de la mission européenne JUICE.



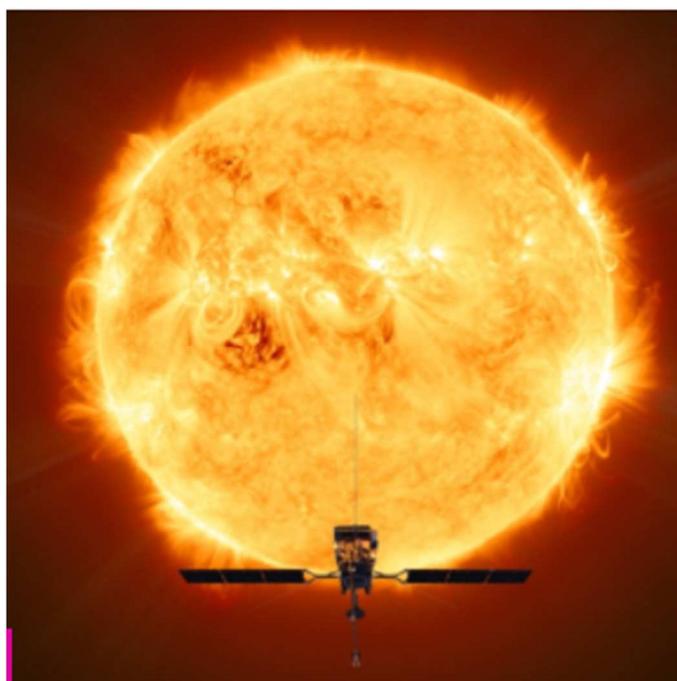
Focalisée sur l'étude des lunes glacées de Jupiter, qui pourraient être plus habitables que nos voisines Venus et Mars, cette mission sera la première à se mettre en orbite autour d'un satellite. La perspective de trouver des objets semblables autour des exoplanètes géantes incite également à mieux comprendre le système jovien, mini système planétaire au cœur du système solaire.

**Conférence du lundi 8 janvier 2024 à 19h15 à l'ENSAM**

« Les résultats scientifiques de la mission Solar Orbiter de l'ESA » par Frédéric AUCHERE, CNRS - Institut d'Astrophysique Spatiale - Université Paris-Saclay

## Résumé :

Lancée en février 2020, la sonde Solar Orbiter a pour objectif d'améliorer notre connaissance du Soleil. Pour ce faire, elle doit s'approcher le plus possible du Soleil, tout en restant fonctionnelle !



Les champs d'étude sont multiples. Comment le champ magnétique émerge-t-il de l'intérieur du Soleil et quel est son impact sur l'atmosphère solaire ? Quels sont les mécanismes impliqués dans la formation de la couronne et du vent solaire ? Quels sont les processus physiques expliquant l'activité éruptive du soleil ?

Pour une mission qui est dans sa phase d'exploitation scientifique, Solar Orbiter a déjà produit beaucoup de résultats remarquables. Beaucoup de données ont été produites par un ou plusieurs instruments de Solar Orbiter, sur lesquels de nombreux laboratoires, dont l'IAS, ont été fortement impliqués.

**Les conférences ont lieu exclusivement en présentiel à l'ENSAM.**



**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](mailto:cis-ftlp@wanadoo.fr)  
Internet La Poste : [www.portail-malin.com](http://www.portail-malin.com)

"Le Regard de l'Astronome" - Bulletin bimestriel 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.