



ÉDIT

L'étage principal et l'étage supérieur du vol inaugural d'Ariane 6 sont à bord du cargo Canopée pour être livrés à Kourou, fin février. Le modèle Ariane 6 ayant servi aux essais combinés sera quant à lui démantelé. Le navire Canopée a quitté le port du Havre avec à son bord l'étage principal et l'étage supérieur d'Ariane 6, destiné au vol inaugural. L'arrivée au port de Pariacabo, à Kourou, puis au Centre Spatial Guyanais (CSG) est prévue pour la fin février. « La livraison des étages de cette première Ariane 6 est une étape essentielle sur la route vers le vol inaugural, puis vers l'exploitation commerciale du nouveau lanceur lourd européen », s'est félicité Martin Sion, Président exécutif d'ArianeGroup. "La production des modèles de vol suivants se poursuit en parallèle, dans nos usines en France et en Allemagne, pour soutenir une montée en cadence aussi ambitieuse qu'indispensable, permettant de répondre aux attentes des clients institutionnels et commerciaux d'Arianespace." L'étage supérieur cryogénique, équipé de son moteur Vinci®, est intégré sur le site ArianeGroup de Brème, en Allemagne. L'étage principal cryogénique, équipé de son moteur Vulcain 2.1, est quant à lui intégré sur le site des Mureaux, en région parisienne. Le vol inaugural d'Ariane 6 est prévu entre le 15 juin et le 31 juillet 2024. Le Club d'Information Scientifique vous invite à suivre l'aventure d'Ariane 6 de très près, car c'est le fruit d'une coopération européenne magnifique.

Jacques Rodriguez

SOMMAIRE

Titres	Pages
Editorial	1
Observations astronomiques	1
Présence d'un océan sur Mimas	2
Un zoo fossile d'un demi-milliard d'années	3 à 4
Pesée d'un trou noir super massif situé à 11 milliards d'années-lumière	5
La chronologie lunaire révisée par l'hétérogénéité du bombardement	6
Réduire les pesticides, un peu, beaucoup, résolument	7 à 9
Connaissez-vous le marathon Messier ?	9
Ephémérides astronomiques	10
Conférences du CIS	10

Observations astronomiques

Phénomènes célestes : Première chose à savoir : la prochaine nouvelle lune commencera à apparaître à partir du vendredi 9 février 2024, 22 h 59. La pleine lune, elle, aura lieu le samedi 24 février 2024 à 12 h 30. Comme

toutes les autres, la pleine lune de février a un petit surnom. On parle de la lune de neige, car c'est la période de l'année pendant laquelle il est le plus probable de voir de la neige tomber. Pleine lune : croyances, dates... Il ne faut pas chercher bien loin pour comprendre les surnoms des lunes. Ils viennent des traditions amérindiennes et sont consignés dans le Veil almanach des fermiers, un livre qui date de 1930. Le 14 février 2024, jour de la Saint-Valentin, la comète C/2021 S3 (PanSTARRS) atteindra son périhélie. En langage courant, on peut dire qu'elle sera au plus proche du Soleil. C'est à ce moment-là qu'elle atteindra sa luminosité maximale. Et même si ce n'est qu'un mois plus tard, le 14 mars, qu'elle sera au plus proche de la Terre (et donc qu'elle sera le plus visible pour nous), elle pourra être observée sans instrument dès février, en levant les yeux vers la constellation de l'Aigle. Il ne faut pas non plus s'attendre à voir un bolide filer dans le ciel. Le point lumineux pourra même sembler un peu immobile si on ne l'observe qu'une seule fois.

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>

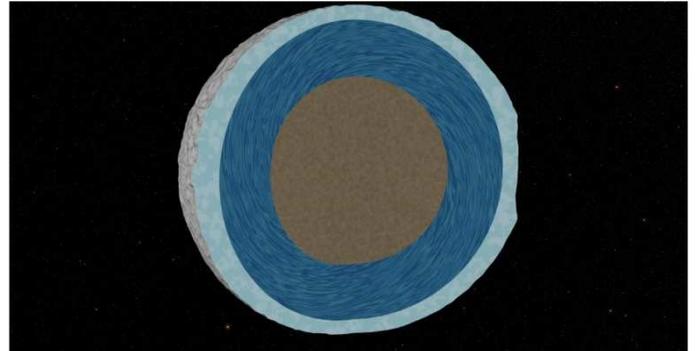
Présence d'un océan sur Mimas

C'est confirmé ! Mimas, l'une des petites lunes de Saturne, renferme un océan global d'eau liquide sous sa surface glacée. Plus surprenant : l'apparition de cet océan remonterait à moins de 15 millions d'années. Cette découverte issue de travaux dirigés par un astronome de l'Observatoire de Paris – PSL au sein de l'Institut de mécanique céleste et de calcul des éphémérides (Observatoire de Paris – PSL / CNRS / Sorbonne Université / Université de Lille) paraît dans la revue *Nature*, le 8 février 2024. Elle pourrait faire de Mimas la nouvelle cible à privilégier pour l'étude des conditions d'apparition de la vie dans le Système solaire.



S'il y a bien un objet dans le Système solaire au sein duquel l'on ne s'attendait pas à trouver de l'eau à l'état liquide, c'est sans nul doute Mimas. À la différence de sa grande sœur Encelade, la surface de Mimas est extrêmement cratérisée et inactive, ne témoignant d'aucun signe d'activité sous sa surface. De plus, Mimas est une lune de taille modeste (de l'ordre de 400 km de diamètre), taille qui ne lui permet pas de retenir longtemps sa chaleur interne. C'est en étudiant le mouvement de l'orbite de Mimas, grâce aux données de la sonde Cassini de la NASA, que les chercheurs sont parvenus à confirmer la présence d'un océan sous l'ensemble de la surface glacée du satellite. Pour arriver à ce résultat, les chercheurs ont étudié l'effet de la rotation de Mimas sur son orbite. Comme la plupart des lunes du Système solaire proches de leur planète, Mimas présente toujours la même face à Saturne. La rotation du satellite sur lui-même s'effectue donc à la même fréquence que son mouvement orbital. En plus de cette rotation moyenne, Mimas voit sa rotation affectée par de petites oscillations, appelées libérations. C'est précisément la rétroaction de ces libérations sur le mouvement orbital que les chercheurs ont étudiée. En comparant la solution issue des modèles numériques qui

décrivent l'orbite de Mimas aux observations fournies par la sonde Cassini, ils ont découvert que les caractéristiques fines de l'orbite de Mimas ne peuvent s'expliquer que par la présence d'un océan global caché sous toute la surface du satellite. De plus, en y associant les mesures directes des libérations, ils ont pu déduire que l'épaisseur de la coquille de glace de Mimas est comprise entre 20 et 30 km, soit une épaisseur comparable à la coquille de glace d'Encelade.



Légende : Vue en coupe de l'intérieur de la lune Mimas, comprenant une coquille de glace, un océan d'eau global et un noyau de silicates.
Crédit : Frédéric Durillon, Animea Studio | Observatoire de Paris – PSL, IMCCE

Afin de déterminer l'origine et l'âge de cet océan, les chercheurs ont modélisé les effets de marées provoqués par la planète Saturne sur Mimas. Les calculs ont montré que la naissance de cet océan, datant seulement de 5 à 15 millions d'années, a très certainement été causée par le triplement de l'excentricité orbitale initiale de Mimas, sous l'influence gravitationnelle de plusieurs autres lunes de Saturne. L'amorce de l'activité interne est donc tellement récente qu'elle explique la raison pour laquelle aucun signe d'activité n'a encore jamais été constaté en surface.

Mimas rejoint ainsi le club très fermé des lunes qui possèdent un océan d'eau global¹. C'est même la plus petite d'entre elles. À la différence des autres lunes où un océan a déjà été détecté, il s'agit ici d'un océan naissant, offrant des conditions uniques pour étudier, de nos jours, des processus d'interaction euauroche, tels qu'ils ont pu exister dans de nombreux corps, au jeune âge du Système solaire. Cette découverte en fait une cible unique pour étudier les conditions primitives d'apparition de la vie.

Note 1 : La présence d'un océan sous la coquille de glace de Mimas avait déjà été suggérée par la même équipe en 2014. Elle est désormais démontrée, à l'instar des océans internes des lunes Europe et Ganymède pour Jupiter, et Encelade et Titan pour Saturne

Lien sur une vidéo :

https://youtu.be/HZYZ_Ej5mO8

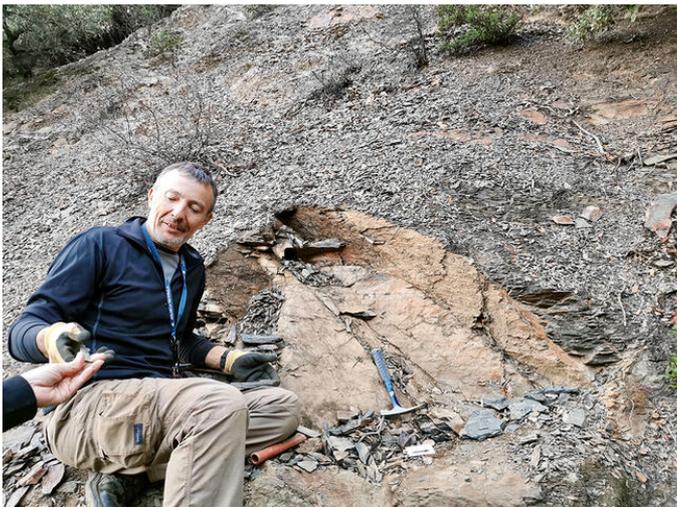
Source : Valéry Lainey, Nicolas Rambaux, Gabriel Tobie, Benoît Noyelles et Kevin Baillié

Intitut National des Sciences de l'Univers

Un zoo fossile d'un demi-milliard d'années

Un nouveau gisement de fossiles découvert au pied de la montagne Noire, au sud du Massif central, apporte un témoignage inédit sur la biodiversité marine d'il y a un demi-milliard d'années.

Dans le sud-est des Rocheuses canadiennes, la faune des schistes de Burgess a acquis une renommée internationale dans le milieu de la paléontologie. Ces dépôts fossiles à flanc de montagne offrent un témoignage unique de l'explosion cambrienne, véritable foisonnement de vie animale survenu il y a plus d'un demi-milliard d'années dans les océans du globe. De l'autre côté de l'Atlantique, Cabrières est en passe de devenir aussi célèbre que le site fossilifère nord-américain. En 2018, ce village de l'Hérault situé sur les contreforts méridionaux de la montagne Noire a été le théâtre d'une découverte exceptionnelle : un vaste ensemble d'espèces fossilisées datant de l'Ordovicien inférieur (- 485 à - 477 millions d'années), soit la période géologique qui succède immédiatement au Cambrien (- 541 à - 485 millions d'années).



Avec sa femme Sylvie, le paléontologue amateur Éric Monceret a exhumé les premiers fossiles sur le site de Cabrières, dans l'Hérault. Christophe Dupichaud / LGL-TPE

Les tout premiers fossiles ont été exhumés par Éric et Sylvie Monceret, un couple de paléontologues amateurs qui explore depuis de nombreuses années les affleurements géologiques de la région du Minervois. Les dépôts particulièrement bien préservés comme Cabrières représentent à peine 1 % des sites fossilifères. Dans les semaines qui précéderent leur découverte sur les pentes d'une colline boisée se dressant à quelques kilomètres de Cabrières, Éric Monceret était au Maroc où il participait à une mission scientifique dans le massif de l'Anti-Atlas. « À n'en pas douter, cette campagne de fouilles les a aidés à se familiariser avec la paléofaune à préservation exceptionnelle de l'Ordovicien inférieur, dont la formation géologique des Fezouata constitue l'un des témoignages les plus remarquables », constate

Bertrand Lefebvre, chargé de recherche CNRS au Laboratoire de géologie de Lyon : Terre, planètes, environnement¹ (LGL-TPE) qui a supervisé plusieurs études de terrain dans cette région.

Un gisement fossilifère exceptionnel

À l'instar du gisement fossilifère des Fezouata, celui de Cabrières appartient à la catégorie des « *Konservat-Lagerstätten* ». En paléontologie, ce terme d'origine allemande désigne les dépôts fossiles particulièrement bien préservés. « De tels assemblages contiennent non seulement les parties dures des animaux, comme les squelettes d'arthropodes ou les coquilles de bivalves, mais aussi des parties molles de nature organique qui apparaissent parfois dans la roche sous forme d'empreintes, détaille Bertrand Lefebvre. Contrairement à un gisement fossilifère classique qui se compose uniquement de restes minéralisés, un "Lagerstätte de conservation" offre donc un très bon aperçu de la structure originelle des communautés d'espèces. »



Parmi les espèces observées, des gastéropodes, à gauche (barre échelle : 1 cm) et, à droite, un méli-mélo de brachiopodes, d'arthropodes bivalves et de trilobite (barre échelle : 4 mm). Extrait de la publication Saleh F. et al., Nat Ecol Evol 2024 (open access CC-BY 4.0)

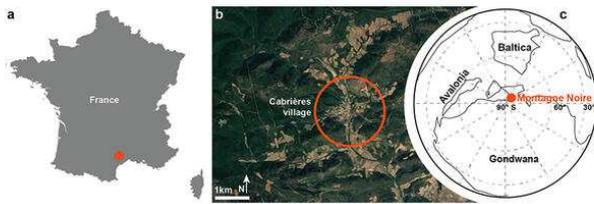
Sur l'ensemble de la planète, les dépôts de ce genre représentent à peine 1 % des sites fossilifères. En ce qui concerne l'Ordovicien inférieur, les gisements en mesure de décrire la faune et la flore des écosystèmes marins de cette époque géologique se comptent même sur les doigts d'une main. Le biote de Cabrières se singularise par une abondance d'éponges de grande taille et d'algues ramifiées. À l'aune de cette rareté, on mesure toute la valeur scientifique d'un gisement comme celui de Cabrières. Valeur qui n'a d'ailleurs fait que se confirmer au fil des campagnes de fouilles organisées depuis 2018, celles-ci ayant d'ores et déjà abouti à la découverte de plus de 400 fossiles dont la taille s'échelonne entre quelques millimètres et plusieurs centimètres².

« Outre la présence d'arthropodes archaïques tels que les trilobites, de brachiopodes, de cnidaires et de mollusques gastéropodes que l'on retrouve tous dans la formation géologique des Fezouata, le biote de Cabrières se singularise par une abondance d'éponges de grande taille et d'algues ramifiées », souligne Christophe Dupichaud, doctorant au LGL-TPE qui a participé à la dernière étude de terrain du site, en octobre 2023.

Quand l'Hérault voisinait avec le pôle Sud

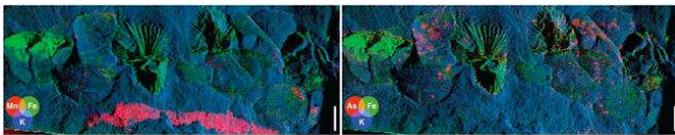
La présence en nombre d'éponges et de macro-algues dans le gisement de Cabrières trahit son implantation géographique à de hautes latitudes durant l'Ordovicien inférieur. Sous l'action de la dérive des continents, l'actuel département de l'Hérault se situait en effet tout

près du pôle Sud à cette époque. Au même moment, la Terre est confrontée à une phase de réchauffement intense ayant débuté vers la fin du Cambrien. La température moyenne des océans est alors supérieure de 15° C à celle d'aujourd'hui.



Localisation géographique du gisement fossilifère en France et, à droite, sur une carte paléogéographique simplifiée. Extrait de la publication Saleh F. et al., Nat Ecol Evol 2024 (open access CC-BY 4.0)

La biodiversité dont témoigne le dépôt fossile de Cabrières accrédite donc un peu plus l'hypothèse selon laquelle il n'y a pas eu d'extinction à grande échelle des espèces vers la fin de l'époque cambrienne, mais plutôt des disparitions ponctuelles dans les zones océaniques les plus impactées par le réchauffement comme les régions tropicales et tempérées. « Les pôles ayant été moins affectés par la hausse des températures, ils ont pu servir de refuge aux animaux et végétaux qui furent capables de migrer vers ces hautes latitudes », complète Christophe Dupichaud.



Ces images faites au Synchrotron Soleil (Essonnes) et basées sur la micro-fluorescence μ XRF montrent que des éléments d'altération modernes (manganèse Mn et arsenic As) sont déposés à la surface des échantillons (barre échelle : 5 mm). Extrait de la publication Saleh F. et al., Nat Ecol Evol 2024 (open access CC-BY 4.0)

Au travers de collaborations avec des chercheurs de l'Institut des sciences de la Terre de Lausanne et de l'université Paris-Saclay, certains des fossiles collectés dans le gisement de la montagne Noire ont pu être examinés avec des technologies de pointe. La surface de cinq spécimens d'arthropodes bivalves a tout d'abord été scrutée à l'aide d'un microscope électronique à balayage de dernière génération. Deux autres échantillons contenant des arthropodes bivalves, des brachiopodes et des éponges ont en outre été auscultés en profondeur grâce au Synchrotron Soleil.

« En offrant la possibilité de déterminer la géométrie des cristaux de fer présents dans les fossiles, ces analyses nous ont permis de confirmer qu'un processus de fossilisation extrêmement rapide avait abouti à la minéralisation de certains tissus mous de ces organismes », explique le doctorant en paléontologie.

Contextualiser le processus de fossilisation

Par ailleurs, en dépit des campagnes de fouilles successives, l'équipe scientifique a constaté que certains groupes d'animaux emblématiques de l'Ordovicien étaient quasiment absents du gisement de Cabrières. C'est notamment le cas des échinodermes, dont on dénombre seulement cinq spécimens, alors qu'ils constituent les deux tiers des taxons identifiés sur le site des Fezouata.

Certains groupes d'animaux emblématiques de l'Ordovicien sont quasiment absents du gisement de Cabrières, dont les échinodermes.

Cette sous-représentation pourrait être liée à une trop grande concentration d'éléments nutritifs dans la colonne d'eau. Car si les échinodermes prospèrent dans les milieux oligotrophes pauvres en nutriments, ils se révèlent incapables de concurrencer les autres espèces lorsque les ressources nutritives sont abondantes.

Pour Bertrand Lefebvre, la rareté des échinodermes dans le biote de Cabrières pourrait aussi refléter sa localisation dans le milieu marin lorsque débuta le processus de fossilisation : « Sachant que les éocrinoïdes, qui constituent l'essentiel des échinodermes des Fezouata, se rencontrent soit près du rivage soit à une centaine de mètres de profondeur, comme cela a pu être confirmé dans le cas du gisement marocain, le biote de Cabrières se situait peut-être à une profondeur intermédiaire, dans une sorte de no man's land où les éocrinoïdes sont généralement absents. »



Assemblage linéaire d'échinodermes fossiles de l'Ordovicien inférieur découvert sur le site des Fezouata, au Maroc. Jean VANNIER / LGL-TPE / CNRS Images

La prochaine campagne de fouilles prévue en avril permettra sans doute d'éclaircir ce mystère. Deux semaines durant, une quinzaine de chercheurs parmi lesquels des paléobiologistes, des géochimistes et des sédimentologues se relayeront sur le site fossilifère de la montagne Noire. Leur mission : recueillir un maximum de données in situ afin de reconstituer l'environnement dans lequel évoluait cette communauté d'espèces unique tout en élucidant les circonstances dans lesquelles celle-ci s'est retrouvée piégée pour l'éternité dans les sédiments marins de l'Ordovicien inférieur.

Notes :

1. Unité CNRS/ENS Lyon/Université Claude Bernard Lyon 1.
2. "The Cabrières Biota (France) provides insights into Ordovician polar ecosystems", Farid Saleh et al., Nature Ecology and Evolution, 9 février 2024.

Source : Le Journal du C.N.R.S.

Pesée d'un trou noir super massif situé à 11 milliards d'années-lumière

Les galaxies de l'Univers proche, à l'instar de la nôtre, hébergent a priori un trou noir supermassif en leur centre, qui accompagne la structure et l'évolution de celles-ci. Ils sont le moteur des quasars, les sources les plus brillantes de l'Univers, ou encore des jets superlumériques qui sont observés dans certaines galaxies.

La question de la co-évolution des galaxies et des trous noirs en leur cœur est centrale dans la compréhension de ces objets, mais les mécanismes à l'œuvre sont mal connus. Le principal diagnostic repose sur la comparaison de la croissance du trou noir central et de la galaxie hôte. Une mesure directe de la masse de trous noirs à différents âges cosmiques est donc primordiale pour suivre et analyser cette co-évolution.

Nous connaissons la masse du trou noir central de notre Galaxie grâce à l'instrument GRAVITY et à la mesure des trajectoires d'étoiles très près de celui-ci. Ce même instrument avait aussi mesuré la masse de quelques trous noirs dans des Quasars relativement proches. Il restait à étendre cette technique à l'Univers lointain pour couvrir une large gamme d'âges cosmiques et en particulier le pic de formation des Galaxies deux milliards d'années après le Big Bang, soit il y a environ 10 milliards d'années. C'est l'objectif principal du projet GRAVITY+, une extension des capacités du VLTI et de GRAVITY, entreprise par une équipe internationale dans laquelle le CNRS Terre & Univers est impliqué (voir encadré).

En utilisant GRAVITY+, l'équipe a pu mesurer pour la première fois de manière directe la masse d'un trou noir aux premières phases de l'évolution de l'Univers, seulement 2 milliards d'années après le Big Bang correspondant à l'époque où les galaxies ont commencé à se structurer (le "midi cosmique" ou Cosmic Noon). Ce trou noir qui se trouve au centre de la galaxie SDSS J092034.17+065718.0 a une masse mesurée de 300

millions de fois celle de notre soleil. Cette énorme masse semble pourtant plus de dix fois moins que ce que prévoyait le modèle dominant de co-évolution trou noir – galaxie. Ce premier résultat qui en annonce beaucoup d'autres ouvre donc la voie à une révision profonde des mécanismes de formation des galaxies et de tout ce qu'elles contiennent.

Laboratoires impliqués :

Équipe internationale menée par Frank Eisenhauer de l'Institut Max Planck de Garching (MPE) en Allemagne avec un très fort soutien du CNRS Terre & Univers :

Laboratoire d'études spatiales et d'instrumentation en astrophysique (LESIA - Obs Paris)

Tutelles : CNRS / Observatoire de Paris - PSL / Sorbonne Univ. / Univ. Paris Cité

Institut de planétologie et d'astrophysique de Grenoble (IPAG - OSUG)

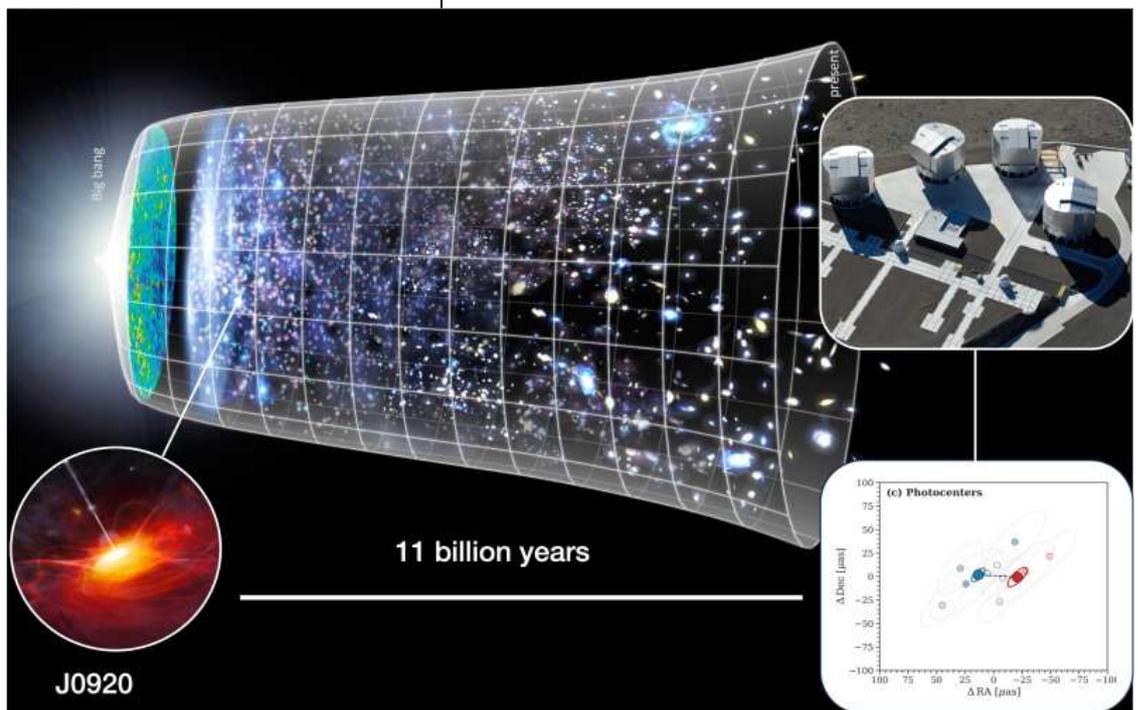
Tutelles : CNRS / UGA

Laboratoire J-L Lagrange (LAGRANGE - OCA)

Tutelles : CNRS / OCA / Univ. Côte d'Azur

Centre de recherche astrophysique de Lyon (CRAL - OSUL)

Tutelles : CNRS / Université de Lyon Claude Bernard / ENS Lyon



Sur cette illustration de l'expansion de l'Univers on a placé en bas à gauche la galaxie hôte de notre trou noir et en bas à droite la signature spectro-astrométrique qui a permis à GRAVITY+ sur le VLTI (à droite) de mesurer la masse de ce trou noir. © Composition originale : T. Shimizu; Image « expansion de l'Univers » : NASA/WMAP team; illustration d'un quasar : ESO/ M. Kornmesser; interféromètre VLTI : ESO/G. Hübepohl

Source : Institut National des Sciences de l'Univers

La chronologie lunaire révisée par l'hétérogénéité du bombardement

L'un des résultats scientifiques majeurs des missions de retour d'échantillons lunaires (Apollo, Luna, Chang'e) a été l'établissement d'un modèle de chronologie permettant de déduire l'âge des surfaces à partir de la densité de cratères observée.

Ce modèle constitue actuellement le seul outil disponible pour dater les surfaces du Système Solaire, permettant ainsi de préciser la temporalité des grands événements responsables de leur évolution géologique. Or, la majorité des modèles de chronologie, supposent un taux de cratérisation homogène sur toute la surface lunaire.

Cependant, la synchronicité de l'orbite lunaire autour de la Terre et la distribution orbitale des impacteurs remettent en question l'hypothèse d'un flux d'impact lunaire homogène.

Quelle est l'intensité et les conséquences d'une hétérogénéité du flux d'impact sur la mesure de l'âge des surfaces lunaires ? C'est justement ce qu'une équipe de recherche internationale, dans laquelle le CNRS Terre & Univers est impliqué, vient d'établir.

Les scientifiques ont découvert que le taux de cratérisation sur la Lune varie d'un facteur ~1.8 entre différentes régions. La conséquence sur l'interprétation des échantillons lunaires ? Les régions d'où proviennent ces roches n'auraient donc pas enregistré le même taux d'impact et les systèmes de chronologie des corps du Système Solaire s'en trouvent erronés.

Les chercheurs ont ensuite utilisé cette variation du taux de cratérisation pour recalibrer la chronologie lunaire. Ce nouveau modèle modifie jusqu'à 30% l'âge des surfaces lunaires déduites des comptages de cratères depuis des décennies.

En conséquence, notre vision de la temporalité de l'activité géologique de la Lune pourrait être révisée, tout comme les chronologies d'autres corps planétaires tels

que Mercure et Mars, lesquels sont calibrées sur celle de la Lune.

Enfin, les futures missions d'échantillonnage lunaire telles qu'Artemis ou Chang'e-6 permettront de préciser cette chronologie pour les périodes les plus anciennes, il y a plus de 3.5 milliards d'années.

Laboratoires CNRS impliqués :

Centre européen de recherche et d'enseignement de géosciences de l'environnement (CEREGE – OSU Pythéas)

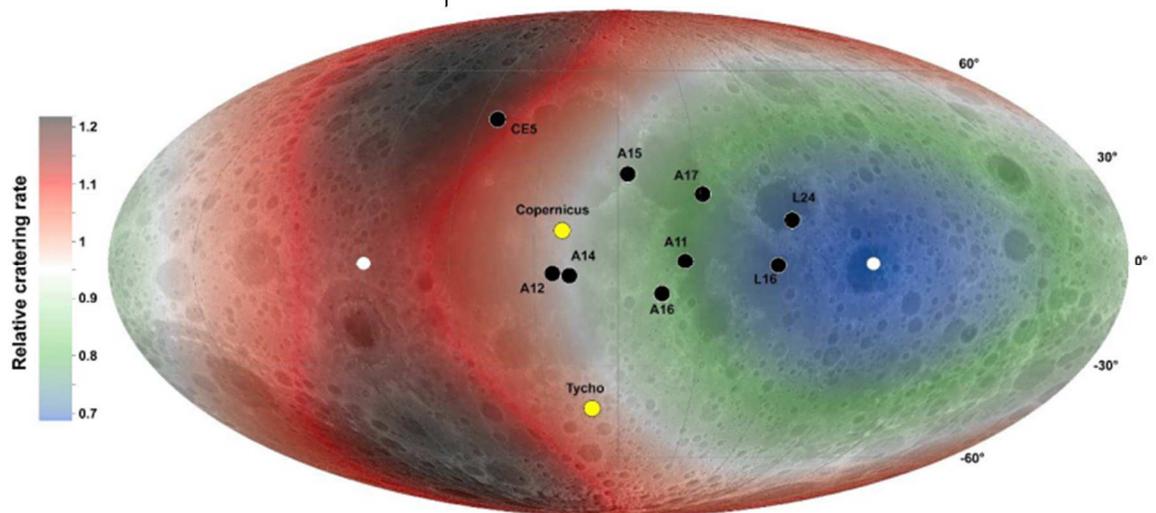
Tutelles : AMU / CNRS / IRD / INRAE / Collège de France

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

Tutelles : CNRS / CNES / AMU

Institut de mécanique céleste et de calcul des éphémérides (IMCCE - OBS Paris)

Tutelles : CNRS / Observatoire de Paris - PSL



Asymétrie du taux de cratérisation lunaire. Les points noirs et jaunes symbolisent les terrains échantillonnés par les missions Apollo (A), Luna (L) et Chang'e-5 (CE). © A. Lagain et al. (2024)

Contact : Anthony Lagain

Post-doctorant de l'université de Aix-Marseille au Centre de Recherche et d'Enseignement des Géosciences de l'Environnement (CEREGE - OSU Pythéas)

Référence : Anthony Lagain, Hadrien A.R. Devillepoix, Pierre Vernazza, Darrel Robertson, Mikael Granvik, Petr Pokorny, Anthony Ozerov, Patrick M. Shober, Laurent Jorda, Konstantinos Servis, John H. Fairweather, Yoann Quesnel, Gretchen K. Benedix, Recalibration of the lunar chronology due to spatial cratering-rate variability, Icarus, Volume 411, 2024.

Source : Institut National des Sciences de l'Univers

Christian Huyghe, directeur scientifique Agriculture d'INRAE. 120 fiches-actions et plus de 3 000 références sont aujourd'hui disponibles. Malgré une montée en puissance, de nombreux distributeurs n'ont pas atteint leurs quotas en 2021 : 5,1 millions de CEPP collectés contre 16,6 millions attendus.

Un système verrouillé

Si le système évolue difficilement malgré des moyens importants, c'est qu'il subit un phénomène de verrouillage sociotechnique. Selon ce concept, les systèmes dominants s'autorenforcent par des effets de réseau, d'apprentissage, de normes et d'économies d'échelle. Le phénomène de verrouillage s'applique en agriculture, où les acteurs se sont organisés autour d'un modèle dépendant des pesticides. En grandes cultures par exemple, l'intensification et la spécialisation autour des espèces les plus rentables, blé, colza, maïs, avec des rotations courtes, favorisent les adventices et les bioagresseurs, qui bénéficient de ces milieux homogènes.

Le recours aux pesticides est alors inévitable. Les tentatives d'introduction d'autres espèces dans les rotations, en particulier des légumineuses (luzerne, pois protéagineux...) se heurtent à la difficulté de créer de nouvelles filières. De leur côté, les semenciers investissent peu dans la sélection d'espèces mineures et les équipementiers ont adapté le matériel agricole à ces systèmes simplifiés. On retrouve dans ce système les effets d'économie d'échelle liés à une production de masse, mais aussi le poids des normes sociales qui valorisent plutôt l'image d'un champ de blé homogène et sans adventices. Enfin, ce verrouillage est renforcé par la difficulté pour les agriculteurs de renoncer à la simplicité d'utilisation des pesticides pour aller vers des systèmes plus complexes nécessitant un investissement en temps, en connaissances et en matériel, et pouvant se traduire par une perte de rentabilité pendant la phase de transition. En bout de chaîne, le cahier des charges des distributeurs impose souvent des critères contraignants correspondant aux exigences des consommateurs : fruits sans défauts par exemple. Jean-Marc Meynard, agronome au centre INRAE de Versailles et co-auteur du rapport Écophyto R&D paru en 2010, a contribué à diffuser ce concept en France. Pour lui, « déverrouiller le système équivaut à changer tout le système agricole ».

L'agriculture biologique, pionnière du « sans pesticides de synthèse »

Apparue dans les années 1950, l'agriculture biologique (AB) est une forme historique d'agriculture sans intrants de synthèse (engrais et pesticides). Elle est néanmoins dépendante de l'utilisation de cuivre pour maîtriser des maladies bactériennes ou fongiques comme le mildiou de la vigne et de la pomme de terre, ou la tavelure de la pomme. Face aux effets néfastes des excès de cuivre sur la croissance des plantes et la vie des sols, certains pays restreignent, voire interdisent son usage (Pays-Bas et Danemark par exemple). L'AB n'échappe donc pas à la question de la sortie des pesticides. Une expertise scientifique collective conduite par INRAE identifie des

alternatives à l'usage du cuivre : combiner des variétés résistantes avec l'usage de biocides ou de stimulateurs naturels de défense des plantes et des mesures prophylactiques. Mais la mise en place de ces alternatives reste lente, en particulier parce que le cuivre reste disponible.

Le biocontrôle : un plafond de verre malgré des succès

Devenu quasiment la norme en serres, le biocontrôle, reconnu comme l'un des piliers de l'agroécologie reste limité en grandes cultures. Le soufre, substance naturelle classée parmi les produits de biocontrôle en France, est très largement utilisé en viticulture contre l'oïdium et progressivement en blé tendre contre la septoriose. Dans les vergers, la carpovirusine contre le carpocapse de la pomme, et, en viticulture, des phéromones sexuelles contre les vers de la grappe sont employées avec efficacité mais sur des surfaces réduites (10-15 %).

Contre les insectes invasifs, la lutte biologique par introduction d'auxiliaires des cultures peut être efficace, mais seulement un tiers des auxiliaires parvient à s'établir, et seuls 10 % d'entre eux induisent un contrôle suffisamment efficace de leur cible. Un indéniable succès concerne néanmoins la lutte contre le cynips du châtaignier, un ravageur originaire de Chine qui peut faire chuter la production fruitière de 80 %. L'introduction de son ennemi naturel, *Torymus sinensis*, une microguêpe parasitoïde, a été testée comme moyen de biocontrôle par des scientifiques d'INRAE, avant d'être déployée largement dans les zones castanéicoles et de permettre à la production de redémarrer. Cette réussite a nécessité la coordination des producteurs pour opérer les lâchers à une échelle régionale.



Une transition agroécologique et alimentaire

L'agroécologie propose un modèle qui vise à minimiser l'usage de pesticides et fertilisants de synthèse sans les interdire. En admettant l'utilisation – modérée – d'engrais de synthèse forts en azote, phosphore, potassium, les systèmes agroécologiques sont en général plus productifs

que les systèmes en agriculture biologique (AB). Cette nouvelle agriculture prônée par le Pacte vert européen ne peut s'envisager sans une reconception globale à la fois des systèmes agricoles et des régimes alimentaires. C'est ce qu'ont souligné des experts d'INRAE et d'Agro-ParisTech en réponse à un rapport de l'United States Department of Agriculture (USDA). Ce rapport, paru en 2020, pointe les risques du Pacte vert concernant la productivité, en estimant une diminution potentielle de la production agricole de 12 et 7 %, selon que les

préconisations du Pacte vert s'appliquent au niveau européen ou mondial. D'après cette modélisation, il s'ensuivrait une augmentation des prix des denrées alimentaires et une aggravation de l'insécurité alimentaire mondiale. Cependant, cette analyse considère les systèmes de culture tels qu'ils sont actuellement et ne tient pas compte de leur évolution vers des systèmes agroécologiques optimisés.

Ainsi, une étude internationale récente impliquant INRAE montre que l'association de deux espèces (céréale et légumineuse) sur une même parcelle donne un rendement en protéines dans les grains souvent supérieur à celui de la culture la plus performante cultivée isolément.

D'autre part, la stratégie européenne « De la ferme à la table » incite à actionner un levier majeur : modifier le régime alimentaire dans les pays occidentaux, avec moins de calories, moins de produits animaux, moins de pertes post-récolte et moins de gaspillage alimentaire qui représente en Europe 20 % de la nourriture. Comme le montre la prospective Agrimonde Terra de 2016, cette évolution alimentaire permettrait de mieux répartir les ressources avec les pays du Sud et de nourrir 9,7 milliards d'habitants en 2050 sans augmentation notable des surfaces cultivées et pâturées. Le changement doit donc être systémique et inclure non seulement une reconception des systèmes agricoles à grande échelle mais aussi une évolution significative des régimes alimentaires.

Source : dossier Agroécologie INRAE

Connaissez-vous le marathon Messier ?

Comme chaque année à cette époque, c'est une nouvelle fois l'occasion pour de nombreux astronomes, surtout amateurs de tenter le Marathon de Messier.

C'est une compétition non olympique dont le but est d'observer durant une nuit à l'aide d'un télescope le plus possible d'objets du Catalogue de Messier. L'équinoxe de printemps a eu lieu le 20 mars 2024, marquant le début du printemps dans l'hémisphère nord. Un équinoxe est un point de l'orbite terrestre qui est atteint lorsque le Soleil est exactement au zénith sur l'équateur terrestre. Il marque aussi une situation céleste favorable pour essayer de voir tous les objets du catalogue en une seule et même course d'observation du crépuscule à l'aube.

Qui est Charles Messier ?

Charles Messier est un astronome français né le 26 juin 1730 et mort le 12 avril 1817.

Il est célèbre pour sa découverte d'une vingtaine de comètes et la réalisation d'un catalogue qui porte son nom et regroupant les 110 plus beaux objets célestes.

Le Catalogue de Charles Messier

Ce catalogue regroupe donc les 110 plus beaux objets du ciel classés sous les dénominations M1 à M110 dans le catalogue de Messier ou NGC xxxx dans le New General Catalogue qui lui renferme 7840 objets célestes. Le NGC fut présenté par John Dreyer en 1888.

Certains des objets du Catalogue de Messier sont visibles à l'œil nu, d'autres nécessitent une paire de jumelles et sinon un télescope.

Vous connaissez certainement un grand nombre d'objets du ciel profond, comme la Galaxie d'Andromède M31, la Nébuleuse d'Orion M42 et les Pléiades M45, cette dernière étant très facile à distinguer à l'œil nu même dans un ciel pollué par la lumière.

La magnitude apparente

La magnitude est l'échelle de mesure de l'éclat d'un astre. C'est l'anglais Norman Pogson qui en 1856 a établi cette échelle. Du soleil aux objets célestes les moins décelables par les télescopes les plus performants, l'échelle des éclats apparents couvre 57 magnitudes, (de -26 pour le soleil jusqu'à +30 pour le moins décelable par le télescope Hubble à ce jour) représentant un rapport d'éclats voisin de 10 puissance 23, soit cent mille milliards de milliards. En effet une différence de magnitude de 1 correspond à un rapport d'éclat de 2,512. Ainsi une étoile de magnitude 1 est-elle 100 fois plus lumineuse qu'une autre de magnitude 6 (2,512 puissance 5).

Ce qu'il faut retenir pour nos observations :

A l'œil nu, notre limite est la magnitude +6. On pourra donc observer tout ce qui a une magnitude de -26 à +6 Avec des jumelles de 50mm la limite sera la magnitude +10.

Avec un télescope de 150mm la limite est portée à +14 Avec un télescope de 300mm cette limite sera de +16.

Constitution d'un dossier de terrain

Si vous souhaitez découvrir sur le terrain ces objets célestes du Catalogue de Messier (sans pour cela faire le marathon) il est bon d'avoir une fiche sous la main de chacun de ces objets.

Vous pouvez sur internet vous constituer un dossier, le journal de l'Astroclub Vayrois édite tous les mois deux objets Messier. Si vous imprimez chaque objet sur une page, vous aurez ainsi (120 pages) sous transparents dans un lutin. Les soirées peuvent être humides, il faut donc protéger les feuilles à consulter sur votre lieu d'observation. Ne pas oublier la lampe de poche avec éclairage rouge, elle vous sera très utile pour lire les caractéristiques de chaque objet.

A la fin du document, vous pouvez mettre la liste des objets de Messier par constellation, puis par type, puis par saison et enfin la liste selon l'ordre du Marathon.

http://www.ouebe.ch/index.php?p_int_page_id=4

Astrométrie : Ephémérides astronomiques

Février 2024

02 23h18 DERNIER QUARTIER DE LA LUNE

09 22h59 NOUVELLE LUNE

14 06h36 Rapprochement entre Mars et Pluton ($1,9^\circ$)

15 06h26 Rapprochement entre la Lune et Jupiter ($2,0^\circ$)

16 01h52 Rapprochement entre la Lune et Uranus ($2,5^\circ$)

16 15h01 PREMIER QUARTIER DE LA LUNE

22 05h46 Rapprochement entre la Lune et M 44 ($2,4^\circ$)

24 12h30 PLEINE LUNE

28 04h00 Opposition de l'astéroïde 349 Dembowska avec le Soleil (dist. au Soleil 3,119 UA; magn. 10,2)

Mars 2024

03 15h24 DERNIER QUARTIER DE LA LUNE

04 00h28 Opposition de l'astéroïde 3 Juno avec le Soleil (dist. au Soleil 2,676 UA; magn. 8,7)

07 01h39 Rapprochement entre la Lune et Pluton ($2,9^\circ$)

08 06h44 Rapprochement entre la Lune et Mars ($4,3^\circ$)

08 20h08 Rapprochement entre la Lune et Vénus ($3,4^\circ$)

10 09h00 NOUVELLE LUNE

14 00h29 Rapprochement entre la Lune et Jupiter ($2,7^\circ$)

17 04h11 PREMIER QUARTIER DE LA LUNE

20 03h06 ÉQUINOXE DE PRINTEMPS

21 23h17 Rapprochement entre Vénus et Saturne ($0,3^\circ$)

24 18h00 Plus grande élongation Est de Mercure ($18,6^\circ$)

25 07h00 PLEINE LUNE (éclipse de Lune par la pénombre en partie visible à Paris)

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 ($2^\circ 20' 0''$ E, $48^\circ 52' 0''$ 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.cis.astrosurf.com/>.

Conférence lundi 11 mars 2024 à 19h15 à l'ENSAM
« Détection de la matière noire dans les galaxies distantes, futur télescope géant ELT »

par Mathieu Puech, CNRS - Directeur de recherche, directeur adjoint de l'Observatoire de Paris

Résumé : La découverte de la platitude des courbes de rotation dans les galaxies spirales de l'Univers proche est un des piliers du modèle cosmologique et de la présence de matière noire aux échelles galactiques. Celle-ci est indispensable à nos modèles de formation des structures mais nous disposons encore de peu d'information sur comment la matière noire qui entoure ces galaxies a évolué au cours du temps. Ce sera, entre autres, un des enjeux de l'instrument MOSAIC sur l'ELT, projet de télescope de 39 m en cours de construction au Chili.

Conférence lundi 8 avril 2024 à 19h15 à l'ENSAM

« Faire perdurer les espèces »

par Vincent Dufrasne, Professeur de mathématiques

Résumé : L'unique objectif des organismes vivants est de transmettre leurs gènes par le biais de la reproduction. Cette conférence a pour objectif de montrer sur la base d'exemples comment l'Evolution « a sélectionné » pour chaque groupe d'organismes vivants, plus particulièrement le règne animal, les adaptations et les comportements qui assurent à chaque espèce un nombre suffisant de descendants pour que l'espèce perdure à travers le temps.

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
Internet La Poste : 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.