

## À nos lecteurs

La situation actuelle nous contraint d'augmenter le prix de vente de *l'Astronomie*. Celui-ci n'avait pas changé depuis 2013. Malgré l'alourdissement régulier des coûts d'impression, nous avons fait le choix, au fil de ces neuf dernières années, de conserver le plus longtemps possible ce prix de vente afin de ne pas pénaliser nos lecteurs. Malheureusement, nous subissons de plein fouet l'inflation des coûts d'impression depuis 2020 (notamment une hausse de 60% du coût de la pâte à papier entre septembre 2020 et septembre 2021). Cette inflation s'est accélérée depuis le début de l'année et est devenue intenable. Celle-ci s'est combinée à la baisse de la fréquentation des kiosques due à la pandémie — donc une baisse des ventes — et à la crise de la distribution des journaux, suite à la faillite de Presstalis.

En ce printemps 2022, la situation de la presse est préoccupante et *l'Astronomie* n'y échappe pas. Nous devons faire face à une hausse générale des coûts d'impression dont la brutalité est susceptible de remettre en cause notre fragile équilibre économique et, en conséquence, notre travail éditorial. Ne rien faire pourrait remettre en question notre magazine.

En conséquence, plusieurs éditeurs de presse ont déjà choisi de réduire le nombre de pages de leurs journaux (tout en augmentant quand même leur prix de vente). Nous avons choisi au contraire de relever le défi et d'augmenter notre proposition éditoriale et sa qualité dans les mois qui viennent.

Plus que jamais, nous avons besoin du soutien de nos lecteurs. Abonnez-vous si vous ne l'êtes pas encore ou bien achetez régulièrement nos numéros en kiosque. D'avance, nous vous remercions de votre solidarité.

La direction de la Rédaction



## ACTUALITÉS



Earendel : l'étoile la plus distante jamais observée. – C/2014 UN271 Bernardinelli-Bernstein : une nouvelle comète extraordinaire. – Hunga Tonga, une éruption sous surveillance. – Deux découvertes grâce au réseau de radiotélescopes MeerKAT. – Promenade ouverte au public : le ciel vu par le radiotélescope Lofar. – Un poignard météoritique dans la tombe de Toutankhamon. – Kepler 16b, une exoplanète autour d'une étoile binaire. – Accélération record de particules dans une nova.

par **Janet Borg, Suzy Collin-Zahn, Frédéric Deschamps, Thérèse Encrenaz et Fabrice Mottez** 4

## SPATIAL

**QUEL AVENIR POUR EXOMARS ?  
LE SPATIAL IMPACTÉ PAR LA GUERRE**

par **Pierre-François Mouriaux** 20

## ZOOM



**L'ANOMALIE MAGNÉTIQUE  
DE L'ATLANTIQUE SUD**

**LE POINT FAIBLE DU BOUCLIER TERRESTRE**  
par **Hagay Amit et Filipe Terra-Nova** 22

## HISTOIRE

**HISTOIRE DE L'OPTIQUE  
ASTRONOMIQUE EN FRANCE (2)**

**LE DIX-NEUVIÈME SIÈCLE**  
par **James Lequeux et Yvon Georgelin** 32

## CADRAN SOLAIRE

**UN ASTROLABE-QUADRANT  
« FRANÇAIS » D'AHMED ZIYA**  
par **Denis Savoie** 42

## OBSERVER LE CIEL

**L'AMAS GLOBULAIRE M53**  
par **Gilles Sautot et Éric Evrard** 60

## AUSSI

La Question du mois : À propos du mot « climat » par M.-C. Paskoff (29) – Portraits célestes (48) – Éphémérides de mai (50) – Les nuits de printemps (2) par A.-M. Huguenin, K. Antier et P. Durand (56) – L'Association ASNORA (64) – Bibliothèque (67) – Agenda de mai (69) – Éclairage par F. Mottez (71).



RETROUVEZ-NOUS SUR FACEBOOK > SOCIÉTÉ ASTRONOMIQUE DE FRANCE  
RETROUVEZ-NOUS SUR TWITTER > @SAFASTROFRANCE



## ÉDITORIAL

### « L'empreinte carbone "majeure" des observatoires astronomiques »

Le sixième rapport du GIEC donne des pistes pour agir contre le réchauffement climatique. Dans ce cadre, une étude publiée dans *Nature Astronomy* a été menée par des astronomes de l'Institut de recherche en astrophysique et planétologie à Toulouse. Ils ont analysé l'empreinte carbone des infrastructures terrestres et spatiales de l'astronomie. Celle-ci se mesure en tonnes équivalent carbone, notée tCO<sub>2</sub>e, produites lors de leur construction et de leur fonctionnement. Un communiqué de presse apostrophe courbe de ce travail et titre que l'empreinte carbone des infrastructures d'observation astronomique est majeure. Majeure par rapport à quoi ? Regardons d'un peu plus près.

L'étude indique que l'activité ordinaire des astronomes (calcul sur ordinateurs, déplacements, immobilier, etc.) produit moins de carbone que les télescopes spatiaux et les grands observatoires. On peut entendre « majeure » en ce sens. Pour le reste, les conclusions semblent plus ambiguës. Par exemple, le coût de construction des observatoires est une extrapolation d'études détaillées faites pour deux projets particuliers. L'estimation est donc faite « à la louche » et les auteurs l'assument : leur but est de fournir un ordre de grandeur qui sera réexaminé lors de prochaines études. On arrive à une intensité carbone de 240 tCO<sub>2</sub>e par million d'euros investis. Celle des missions spatiales est plus basse, 140 tCO<sub>2</sub>e/M€. Rapporté aux dépenses annuelles en astronomie, l'ensemble des infrastructures, terrestres et spatiales, produites et utilisées à l'échelle mondiale produit environ 1,169 MtCO<sub>2</sub>e/an.

Comment situer ces nombres dans un contexte global ?

Compter le coût par le nombre de personnes travaillant dans un observatoire mène à une estimation de plus de 30 tCO<sub>2</sub>e/an/personne dans le seul cadre professionnel. On est loin de l'objectif pour une neutralité carbone, qui est de 2 tCO<sub>2</sub>e/an/personne. Cependant, des tâches très importantes et coûteuses de ce bilan sont effectuées par des dizaines de milliers de personnes qui ne sont pas astronomes. Rappporter l'intensité carbone au nombre d'astronomes est donc arbitraire. Concernant les usagers, le coût de l'astronomie par humain sur Terre est de 1,45 kCO<sub>2</sub>e/an, soit 0,7 millième de ce qui serait autorisé pour la neutralité carbone, ou l'équivalent carbone d'un repas complet avec de la volaille.

Les auteurs estiment également un taux de 24 tCO<sub>2</sub>e par article scientifique produit. Pour réduire ce ratio, il suffirait de publier plus d'articles contenant la même quantité d'informations. Les scientifiques savent très bien faire cela quand on les y oblige. Cela ne réduirait pas l'empreinte carbone, ce ratio est donc peu utile.

Pour la prise de décisions, la comparaison de l'intensité d'environ 200 tCO<sub>2</sub>e/M€ à celle d'autres secteurs d'activité est plus intéressante. Les astronomes produisent deux fois plus de carbone/M€ que le secteur bancaire, mais moitié moins que les technologies de l'information, trois fois moins que la production des machines, et neuf fois moins que le secteur minier. C'est en se comparant aux industries, et en développant avec elles des technologies moins intenses en émissions de carbone, que l'on pourra réduire l'empreinte environnementale des infrastructures de recherche en astronomie. Cela ne se fera pas spontanément. La solution pour diminuer l'empreinte carbone de leurs activités de recherche est maintenant entre les mains des astronomes.

Fabrice Mottez



N'est-il pas étrange que les habitants de notre planète aient presque tous vécu jusqu'ici sans savoir où ils sont et sans se douter des merveilles de l'Univers ?

Camille FLAMMARION

Directeur de la publication ..... Sylvain Bouley

Direction de la Rédaction

Rédacteur en chef ..... Fabrice Mottez

Rédacteurs en chef délégués ..... Patrick Baradeau, Janet Borg

1<sup>er</sup> Rédacteur graphiste / Ass. de rédaction... Mourad Cherfi

Conseillers scientifiques ..... Jérôme Aléon, Allan Sacha Brun,

Suzy Collin-Zahn, Frédéric Deschamps, Roger

Ferlet, Jean Meeus et Jean Schneider

Comité de rédaction ..... P. Baradeau, J. Borg, D. Cachon,

M. Cherfi, S. Collin-Zahn, F. Deschamps, P. Durand,

T. Ecrenaz, L. Griton, A.-M. Huguenin, N. Mein, F. Mottez,

P. Parbel, M.-C. Paskoff, G. Raffaitin, G. Sautot

Correction ..... Denis Cachon

Publicité et partenariat ..... Alain Sallé

..... alain.sallez@saf-astronomie.fr



ISSN 0004-6302

L'Astronomie est éditée par la  
Société Astronomique de France  
3, rue Beethoven – 75016 Paris

Réassort et achat au numéro tél. : 01 42 24 13 74

Commission paritaire n°1122 G 82377

Revue publiée avec le concours  
du Centre National du Livre

Imprimerie Roto Champagne

Distribué par les MLP



RETROUVEZ-NOUS EN LIGNE

[www.lastronomie.fr](http://www.lastronomie.fr)

En envoyant son ou ses images, l'auteur donne son accord pour qu'elles soient publiées avec son nom dans *L'Astronomie* ainsi que sur les sites web de la Société astronomique de France et sur les réseaux sociaux sans aucune contrepartie ni rémunération. Il peut s'opposer à cette diffusion numérique, en tout ou partie, en l'indiquant expressément dans son texte descriptif accompagnant l'envoi de son ou ses images. La Société astronomique de France ne pourra en aucun cas être tenue pour responsable, inquiétée ou recherchée dans le cas où la ou les images publiées sur ses médias, web numériques notamment, seraient utilisées par des tiers frauduleusement, sans autorisation de la SAF ou de leur auteur. En cas de publication de son ou ses images, l'auteur en restera bien entendu propriétaire, conformément au Code de la propriété intellectuelle. Les images publiées dans la version papier du magazine vaudront à l'auteur l'envoi d'un exemplaire

Toutes les communications relatives à la rédaction de *L'Astronomie* doivent être adressées au Rédacteur en chef de *L'Astronomie*, au siège de l'association. Toutes les illustrations et figures non créditées ont été fournies par les auteurs. Tous droits réservés. La Société Astronomique de France décline toute responsabilité en ce qui concerne la publicité commerciale, ainsi que les offres de cession ou d'échange insérées dans *L'Astronomie*. (Décision du Conseil du 14 décembre 1966)

Le code de la propriété intellectuelle n'autorisant, aux termes de l'article L. 122-5, 2° et 3° a, d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite » (art. L. 122-4). Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les art. L. 335-2 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Toutefois, des photocopies peuvent être réalisées avec l'autorisation de l'éditeur. Celle-ci pourra être obtenue auprès du Centre Français du Copyright, 6 bis, rue Gabriel Laumain – 75010 Paris, auquel la Société Astronomique de France a donné mandat pour la représenter auprès des utilisateurs.

Couverture : Nasa/bluemarble