



SCIENCE

ÉCONOMIE
**CALCULER
AU MIEUX LA
TAXE CARBONE**

MATHÉMATIQUES
**L'UNIVERS
DES TRIPLETS
PYTHAGORICIENS**

ARCHÉOLOGIE
**L'ENFANT
AU SOMPTUEUX
COLLIER DE BA'JA**

AOÛT 2020
N° 514

L 13256 - 514 H - F: 6,90 € - RD



LA VOIE LACTÉE SE DÉVOILE

**Comment des collisions
continuent de façonner
notre galaxie**

TULLBERGIA
L'ARTHROPODE
QUI A SURVÉCU
À 30 GLACIATIONS



Diplômes d'Université de l'Observatoire de Paris

EXPLORER ET COMPRENDRE L'UNIVERS

Licence 1

Formation en présentiel ou à distance
Cours magistraux filmés et retransmis
en direct

Acquérir un panorama des connais-
sances actuelles en astronomie et
astrophysique auprès d'astronomes
professionnels

Cours et TD (Mécanique Céleste,
Ondes et Instruments, Soleil, Cosmologie,
Galaxies etc.)

Stage pratique d'une semaine à
l'Observatoire de Meudon (optionnel et
sous conditions)

Stage d'observation à l'Observatoire de
Haute Provence
(optionnel et sous conditions)

[http://ufe.obspm.fr/DU/DU-en-presentiel/
DU-Explorer-et-Comprendre-l-Univers/](http://ufe.obspm.fr/DU/DU-en-presentiel/DU-Explorer-et-Comprendre-l-Univers/)

contact.duecu@obspm.fr

LUMIERES SUR L'UNIVERS

Licence 1 à Master 1

Formation en ligne
Tutorat personnel et individualisé
Cours thématiques avec de
nombreux exercices

Acquérir des bases solides en astrophysique
à travers les parcours thématiques proposés

Se spécialiser grâce aux exercices suivis
et corrigés à distance par un astronome
professionnel

Des parcours thématiques adaptés à tous :

- Des étoiles aux planètes (L1-L2)
- Cosmologie et Galaxies (L2)
- Mécanique céleste (L3)
- Sciences planétaires (L3)
- Fondamentaux pour l'astrophysique (L3)
- Fenêtres sur L'Univers (M1)
- Instrumentation (M1)

Plusieurs centaines d'exercices
corrigés individuellement

[http://ufe.obspm.fr/Formations-en-ligne/
LUMIERES-SUR-L-UNIVERS/](http://ufe.obspm.fr/Formations-en-ligne/LUMIERES-SUR-L-UNIVERS/)

contact.dulu@obspm.fr

Niveau

Suivi

Objectifs

Contenu

Pages Web

Contact

Dates limites d'inscription
3 septembre 2020
https://ufe.obspm.fr/candidatures_ufe

**POUR LA
SCIENCE**

www.pourlascience.fr

170 bis boulevard du Montparnasse – 75014 Paris
Tél. 01 55 42 84 00

Groupe POUR LA SCIENCE

Directrice des rédactions: Cécile Lestienne

POUR LA SCIENCE

Rédacteur en chef: Maurice Mashaal

Rédactrice en chef adjointe: Marie-Neige Cordonnier

Rédacteurs: François Savatier, Sean Bailly

HORS-SÉRIE POUR LA SCIENCE

Rédacteur en chef adjoint: Loïc Mangin

Développement numérique: Philippe Ribeau-Gésippe
Community manager: Aëla Keryhuël

Conception graphique: William Londiche

Directrice artistique: Céline Lapert

Maquette: Pauline Bilbault, Raphaël Queruel,

Ingrid Leroy, Charlotte Calament

Révisseuse: Anne-Rozenn Jouble

Marketing & diffusion: Charline Buché

Chef de produit: Eléna Delanne

Direction du personnel: Olivia Le Prévost

Secrétaire général: Nicolas Bréon

Fabrication: Marianne Sigogne et Zoé Farré-Vilalta

Directeur de la publication et gérant: Frédéric Mériot

Anciens directeurs de la rédaction: Françoise Pétry

et Philippe Boulanger

Conseiller scientifique: Hervé This

Ont également participé à ce numéro:

Maud Bruguère, Pauline Colinet, Denis Duboule, Alexis Duchesne, Bruno Faivre, Ian Hogg, Paul Indelicato, Julien Masbou, Fabrice Mottez, Jérôme Novak, Philip Supply, Martino Trassinelli, Caroline Vanhoove

PRESSE ET COMMUNICATION

Susan Mackie

susan.mackie@pourlascience.fr • Tél. 01 55 42 85 05

PUBLICITÉ France

stephanie.jullien@pourlascience.fr

ABONNEMENTS

Abonnement en ligne: <https://boutique.pourlascience.fr>

Courriel: pourlascience@abopress.fr

Tél. 03 67 07 98 17

Adresse postale:

Next2C – Service abonnements Pour La Science

26 BD Président Wilson

CS 4003267085 Strasbourg cedex

Tarifs d'abonnement 1 an (12 numéros)

France métropolitaine: 59 euros – Europe: 71 euros

Reste du monde: 85,25 euros

DIFFUSION

Contact kiosques: À Juste Titres; Stéphanie Troyard

Tél. 04 88 15 12 48

Information/modification de service/réassort:

www.direct-editeurs.fr

SCIENTIFIC AMERICAN

Editor in chief: Laura Helmuth

President: Dean Sanderson

Executive vice president: Michael Florek

Toutes demandes d'autorisation de reproduire, pour le public français ou francophone, les textes, les photos, les dessins ou les documents contenus dans la revue «Pour la Science», dans la revue «Scientific American», dans les livres édités par «Pour la Science» doivent être adressées par écrit à «Pour la Science S.A.R.L.», 162 rue du Faubourg Saint-Denis, 75010 Paris.

© Pour la Science S.A.R.L. Tous droits de reproduction, de traduction, d'adaptation et de représentation réservés pour tous les pays. La marque et le nom commercial «Scientific American» sont la propriété de Scientific American, Inc. Licence accordée à «Pour la Science S.A.R.L.».

En application de la loi du 11 mars 1957, il est interdit de reproduire intégralement ou partiellement la présente revue sans autorisation de l'éditeur ou du Centre français de l'exploitation du droit de copie (20 rue des Grands-Augustins, 75006 Paris).

Origine du papier: Autriche

Taux de fibres recyclées: 30%

«Eutrophisation» ou «Impact sur l'eau»: P_{tot} 0,007 kg/tonne



Certifié PEFC

Ce produit est issu de forêts gérées durablement et de sources contrôlées.

10-31-1282

pefc-france.org

**É
DITO**



**MAURICE
MASHAAL**
Rédacteur
en chef

INTROSPECTIONS GALACTIQUES

Ceux qui ont la chance, de plus en plus exceptionnelle, de se trouver dans un endroit dépourvu de pollution lumineuse ont la possibilité de contempler des ciels nocturnes profonds et abondamment constellés. Et pour peu qu'ils aient une idée réaliste de la nature des points lumineux criblant la voûte céleste et de leurs colossales distances, le spectacle invite à la méditation sur l'immensité du cosmos... et sur notre insignifiance.

La vue d'un beau ciel nocturne fait ressortir un autre élément spectaculaire: cette large traînée blanchâtre qu'est la Voie lactée et qui correspond à la galaxie où nous nous trouvons. Comme des myriades d'autres galaxies, elle contient quelques centaines de milliards d'étoiles. Mais à quoi ressemble-t-elle vue de l'extérieur, loin et hors de son plan? Et quelle position occupons-nous dans ce gigantesque édifice?

Malgré les difficultés liées au fait que nous la voyons de l'intérieur et par la tranche, on savait que la Voie lactée est de la famille des galaxies spirales: une sorte de disque qui présente des bras lumineux partant de la région centrale et courbés en spirale, où naissent un grand nombre d'étoiles. Combien de bras? Avec une «barre» centrale ou non? Jusque récemment, le flou régnait sur ces questions et bien d'autres.

De grands programmes d'observation, impliquant des réseaux de radiotélescopes et le satellite *Gaia*, de l'Agence spatiale européenne, qui a cartographié en trois dimensions près de deux milliards d'étoiles, ont dernièrement abouti à un portrait beaucoup plus précis de notre galaxie (voir pages 20 à 33). *Gaia* a même fait de l'archéologie galactique en fournissant des indices sur le passé lointain de la Voie lactée et ses collisions avec d'autres galaxies – dont l'une est peut-être à l'origine du Système solaire... Comme quoi, en l'absence de regard extérieur, les efforts d'introspection peuvent être étonnamment fructueux! ■