



Certifié PEFC
Ce produit est issu
de forêts gérées
durablement et de
sources
contrôlées.
10-31-1282 pefc-france.org

É
DITO



**François
Lassagne**
Rédacteur
en chef

MÉCANIQUE ANTIQUE

Faut-il savoir reproduire ce que l'on observe pour le comprendre? Le fait est qu'en matière de science il arrive que la reconstitution précède la pleine compréhension. Les efforts des chercheurs débouchent en ce cas, d'abord, sur la construction d'appareils à même de reproduire la régularité des phénomènes observés.

Les édifices théoriques permettant d'en étendre la compréhension, au-delà de leur apparence première, viennent ensuite.

Tel est le message que nous livre, depuis son lointain passé, la machine d'Anticythère, auscultée, avec des moyens et une attention toujours affinés, par l'équipe de Tony Freeth. Ce mathématicien, professeur à l'University College, à Londres, revient dans les pages de ce numéro sur le long chemin parcouru depuis la découverte, au début du xx^e siècle, des restes de cette machine unique en son genre. Unique, d'abord parce qu'on n'en connaît aucune analogue datant de la même période. Unique, ensuite parce qu'elle renouvelle le regard porté sur les savoir-faire des savants de l'Antiquité. Les subtilités de son fonctionnement, révélées par l'équipe de Tony Freeth, sont «stupéfiantes», selon les mots du chercheur.

Voici de nouvelles preuves que les concepteurs de la machine, au I^{er} siècle avant notre ère, savaient agencer des engrenages épicycliques aux dents millimétriques, pour leur faire prédire la position des planètes dans le ciel, plus de 1500 ans avant Copernic. Ces artisans, maniant une technologie de précision, s'appuyaient pour cela sur la mécanique céleste babylonienne, ignorante du fait que les planètes de notre système orbitent autour du Soleil. Leur machine n'en est pas moins fidèle au mouvement apparent des corps célestes vus depuis la Terre.

La technique et la physique marchent bien souvent de concert, en un pas de deux qui offre à chacune la possibilité d'aller vers de nouveaux horizons. Les travaux des cosmologistes Constantinos Skordis et Tom Złotnik, de l'université de Prague, également présentés dans ce numéro, redonnent du souffle aux théories de gravité modifiée, et offrent un nouvel espoir de résoudre l'énigme de la matière noire. Il faudra cependant, pour les confirmer, pointer vers le ciel profond, dans les années qui viennent, des instruments d'une grande complexité. La science n'a pas fini d'inventer les moyens de comprendre la mécanique céleste. ■

S

OMMAIRE

N° 533 / Mars 2022

ACTUALITÉS

P. 6

ÉCHOS DES LABOS

- Une bactérie modélisée sur un cycle de vie
- Face à la sécheresse, mieux vaut croître peu et lentement
- Un gaz d'atomes ultrafroids devient invisible
- Conventions non humaines
- Le « poisson-lézard » géant d'Angleterre
- Comment l'embryon se fixe aux parois de l'utérus
- Un océan sur Mars il y a 3 milliards d'années?

P. 20

LES LIVRES DU MOIS

A. Grothendieck:

Une œuvre inclassable?

Interview de Jean-François Bourguignon

P. 24

DISPUTES ENVIRONNEMENTALES

De la pédagogie des métaphores

Catherine Aubertin

P. 26

LES SCIENCES À LA LOUPE

L'astrophysique

au service de la religion?

Yves Gingras

GRANDS FORMATS



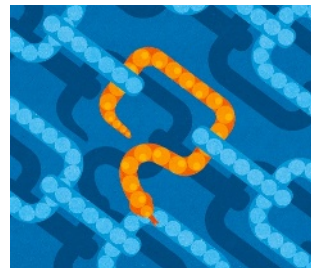
P. 52

ASTROPHYSIQUE

LA MENACE DES ÉRUPTIONS SOLAIRES GÉANTES

Jonathan O'Callaghan

De gigantesques orages géomagnétiques occasionnant d'importants dégâts sur Terre pourraient se produire plus fréquemment que les scientifiques ne le pensaient, avec des implications préoccupantes pour notre monde connecté.



P. 70

BIOLOGIE

CELLULES MALIGNES : LE RETOUR DE L'ÉGOÏSME PRIMITIF

Athena Aktipis

Dans un organisme multicellulaire, la vie des cellules repose sur leur coopération. Lorsque certaines reviennent à un comportement plus individualiste, des cancers apparaissent...

CAHIER PARTENAIRE
PAGES I À III (APRÈS LA P. 48)

De nouvelles thérapies pour traiter les dommages dus à de fortes irradiations
parrainé par

IRSN

Pour la
Science.fr

LETTRÉ D'INFORMATION

NE MANQUEZ PAS
LA PARUTION DE
VOTRE MAGAZINE
GRÂCE À LA NEWSLETTER

- Notre sélection d'articles
- Des offres préférentielles
- Nos autres magazines en kiosque

Inscrivez-vous
www.pourlascience.fr



En couverture :

© 2005 Nikon X-Tek Systems

Les portraits des contributeurs sont de Seb Jarnot

Ce numéro comporte un encart d'abonnement *Pour la Science*, broché en cahier intérieur, sur toute la diffusion kiosque en France métropolitaine. Il comporte également un courrier de réabonnement, posé sur le magazine, sur une sélection d'abonnés.



P. 62

COSMOLOGIE

MATIÈRE NOIRE, LA PISTE DE LA GRAVITÉ MODIFIÉE PASSE UN TEST CRUCIAL

Sean Bailly

Décrire les caractéristiques du premier rayonnement de l'Univers était jusqu'à présent un test fatal pour tous les scénarios concurrents de la matière noire. Un nouveau modèle de gravité modifiée vient de passer cette épreuve.



P. 78

NEUROSCIENCES

GHB : ET POURTANT, IL SOIGNE...

Bernard Calvino

Le GHB, aujourd'hui connu comme la drogue du violeur, a d'abord été créé comme anesthésiant hypnotique. Cette molécule se montre aujourd'hui d'une aide précieuse dans le traitement de la narcolepsie, de l'addiction, de la fibromyalgie, voire de certaines maladies neurodégénératives...



ARCHÉOLOGIE

P. 28

LE MÉCANISME ANTIQUE D'ANTICYTHÈRE ENFIN DÉCRYPTÉ?

Tony Freeth

Un calculateur astronomique grec d'une incroyable complexité intrigue depuis sa découverte au xx^e siècle. Grâce à la tomographie à rayons X, l'équipe de recherche dédiée à cette machine à l'université de Londres en propose une reconstitution d'une précision inédite.

TECHNOLOGIE

P. 40

2000 ANS ET TOUTES LEURS DENTS

Jean-Paul Delahaye

De la machine d'Anticythère aux moteurs des voitures électriques, l'ingénieuse mécanique des engrenages, toujours plus élaborée, est au cœur de bien des technologies essentielles... jusqu'à l'échelle moléculaire.

RENDEZ-VOUS

P. 86

ART & SCIENCE

Un appel d'ère... nouvelle

Loïc Mangin



P. 88

IDÉES DE PHYSIQUE

Un bon point

pour le télescope

Jean-Michel Courty
et Édouard Kierlik



P. 92

CHRONIQUES DE L'ÉVOLUTION

Sur la piste de l'origine des reins

Hervé Le Guyader



P. 96

SCIENCE & GASTRONOMIE

Coquilles congelées, coquilles altérées

Hervé This

P. 98

À PICORER

A

CTUALITÉS

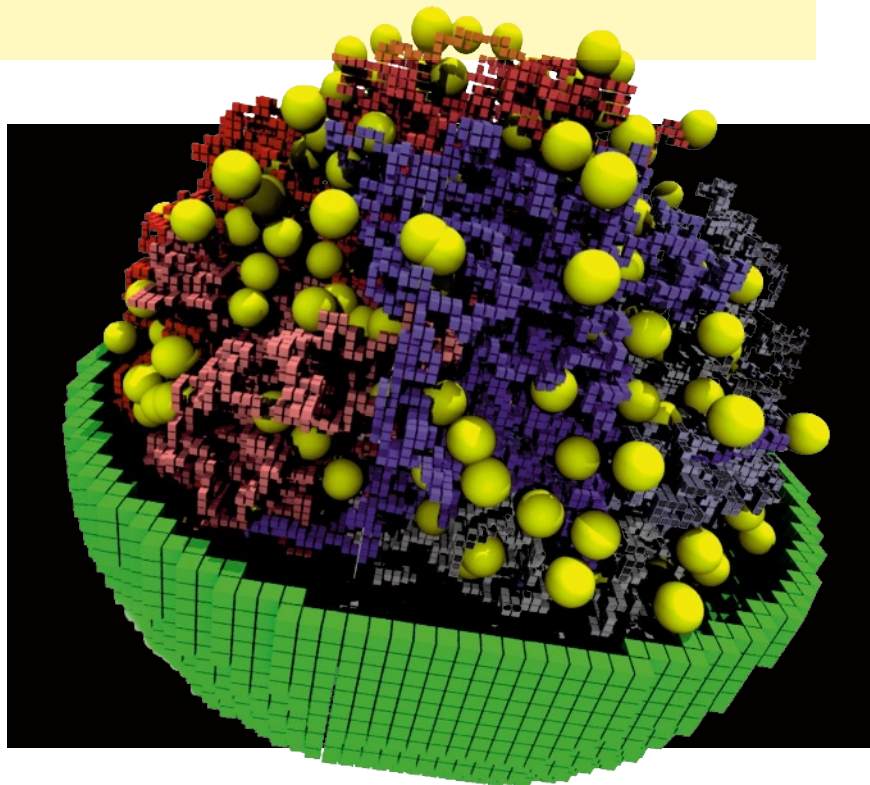
P.6 Échos des labos

P.20 Livres du mois

P.24 Disputes environnementales

P.26 Les sciences à la loupe

UNE BACTÉRIE MODÉLISÉE À L'ÉCHELLE MOLÉCULAIRE SUR UN CYCLE DE VIE ENTIER



Une étape de la modélisation a consisté à simuler en trois dimensions la cellule avec ses différents éléments et les contraintes qu'ils imposent, ici les ribosomes (en jaune), la membrane (en vert) et l'ADN (les petits cubes colorés).

Simuler l'ensemble des réactions chimiques, l'expression des gènes et la croissance d'une cellule au fil du temps, une fiction ? Plus maintenant...

Quels ingrédients faut-il, au minimum, pour créer la vie ? Depuis plus de vingt ans, un graal de la biologie moléculaire est de déterminer l'ensemble des activités et fonctions nécessaires pour qu'une cellule se développe et se divise. Une approche consiste à construire la cellule la plus simple possible, contenant seulement les gènes indispensables. Avec l'idée que son étude, et sa modélisation, nous renseigneront sur le fonctionnement des cellules réelles, plus complexes. Une équipe autour de Zaida Luthey-Schulten, de l'université de l'Illinois, à Urbana-Champaign, aux États-Unis, vient de franchir une étape clé de cette quête de longue haleine en simulant le cycle de vie complet d'une cellule minimale.

Lorsque, à partir de 1995, on a commencé à séquencer des génomes entiers de bactéries, on s'est vite aperçu qu'on ignorait la fonction de nombre de gènes séquencés. La première approche pour

Le modèle cinétique de la cellule intègre désormais quelque 2000 réactions liées à l'activité de 251 gènes

combler cette lacune consiste à étudier le rôle de chaque gène inconnu, un travail long et laborieux. Mais en 2008, des chercheurs de l'institut J.-Craig-Venter, à Rockville, aux États-Unis, ont synthétisé

pour la première fois le génome entier d'une bactérie – *Mycoplasma genitalium* – et ont montré que ce génome synthétique était viable. Dès lors, il devenait possible d'adopter une autre approche : partir d'un tel génome et y supprimer les gènes non indispensables. C'est ainsi qu'en 2016 le groupe de l'institut J.-Craig-Venter a construit une cellule minimale à partir du génome synthétique d'une autre bactérie, *Mycoplasma mycoides*. Viable, l'organisme synthétique ainsi produit, nommé Syn3A, compte seulement 493 gènes, dont seule une petite fraction (20%) n'a pas de fonction claire.

Il y a quelques années, l'équipe de Zaida Luthey-Schulten, en collaboration avec des chercheurs de l'institut J.-Craig-Venter, s'est lancé un défi : modéliser le fonctionnement de cette cellule minimale sur un cycle de vie complet, incluant sa division. Elle n'était pas la première à modéliser une cellule entière. Notamment, en 2012, Markus Covert, à l'université Stanford, aux États-Unis, et ses collègues ont publié un modèle de