



NUITS des ÉTOILES

SPÉCIAL
20 ANS

CIEL & ESPACE

LE MAGAZINE DE L'ASTRONOMIE

CIEL & ESPACE

<http://www.movizdb.com/user/BarMBy/news/>

Numéro 483 / août 2010

LA CHASSE aux ANTI MONDES est lancée

Un détecteur
d'antimatière
bientôt
sur orbite

Découvrir
la taille
des étoiles

Saturne
Des anneaux
aux satellites

Le défi
des grands
télescopes

Dom : 6,90 € - Tom : 1500 XPF - Bel : 5,60 € - Ch : 10 FS - And : 5,20 € - Can : 7,95 \$ Can - Esp : 5,60 € - Gr : 5,60 € - Ital : 5,90 € - Lux : 5,60 € - Aut : 6,20 € - May : 7,30 € - Port. Cont. : 5,60 € - Spm : 6,60 € - Mar : 30 Dh - Tun : 4,400 Tnm

M 01362 - 483 - F : 5,20 €



Les nouveaux MEADE LS-6 et LS-8

Révolutionnaire, la nouvelle technologie innovatrice LightSwitch élimine les dernières difficultés rencontrées par les débutants avec l'alignement d'un télescope. Avec leur GPS et leur module détecteur intégré (ISM), les télescopes ETX-LS, s'alignent automatiquement dès leur mise sous tension sans qu'il soit nécessaire de recourir à aucune autre manipulation.

Le télescope va s'orienter vers l'objet du ciel souhaité sans que l'utilisateur ait eu recours à aucune intervention. Avec son interface utilisateur très simple et une caméra numérique grand champ très sensible intégrée, l'utilisateur peut produire des images du ciel nocturne qui peuvent être ensuite sauvegardées sur la carte SD, ou être envoyées directement vers la sortie vidéo du télescope.

Nouveau

3,5" (9cm) LCD moniteur

Art. No.	04-65160
Type	TFT LCD numérique
Résolution	480 x 234
Prix	149,- €*

3,5" LCD moniteur

Le nouveau moniteur LCD 3,5 pouces Meade permet d'améliorer l'utilisation de n'importe quel télescope Meade équipé de la technologie Astronome Inside™, en permettant à l'utilisateur de visualiser les présentations vidéo intégrées dans le télescope.

Advanced Coma Free

Comme pour les grands télescopes LX90ACF et LX200ACF, les ETX-LS 6" et 8" utilisent la nouvelle formule optique ACF, qui permet d'obtenir des images nettes et contrastées avec une résolution bien supérieure à celle obtenue avec un télescope conventionnel Schmidt Cassegrain. Le système optique Meade ACF permet de supprimer l'aberration optique liée à la coma qui affecte l'observation des étoiles. Vous pourrez facilement distinguer la différence à chaque observation.

Raquette de commande Autostar III (en Anglais)

LS	6"	8"
Art. No.	01-10129	01-10130
Rapport F/D	F/10	F/10
Focale	1524mm	2000mm
UHTC	✓	✓
Prix	1799,- €*	2699,- €*



MEADE

MEADE FRANCE S.A.R.L.

PA des petits Carreaux
2, avenue des marronniers
94389 Bonneuil sur Marne Cedex
info@meade.fr

Liste des revendeurs sur demande
au 01 58 43 00 90 ou sur www.meade.fr

Prix de vente public TTC, conseillé en Euro (F).
Frais de port en sus.

Génération Nuits des étoiles

par Alain Cirou
directeur de la rédaction de *Ciel & Espace*

Les Nuits
des étoiles ont
changé l'image de
l'astronomie
en la positionnant
comme une
curiosité légitime
et un loisir
accessible à
l'honnête homme
du XXI^e siècle

VINGT ans ! C'est un anniversaire. Celui d'une génération pour qui, tous les étés depuis deux décennies, il est possible d'aller "voir" le ciel en famille ou entre amis. Et le plus souvent, depuis un site d'observation animé par les membres d'un club d'astronomie, pour jeter un œil à l'oculaire d'une lunette ou d'un télescope et découvrir la Lune, les planètes et les nébuleuses de la Voie lactée. Les Nuits des étoiles sont donc ce grand rassemblement populaire autour du ciel. Presque une institution dont les "inventeurs" — et au premier chef, l'Association française d'astronomie — peuvent se féliciter. En effet, ils ont permis à des millions de curieux d'accéder gratuitement aux balcons étoilés. Ils ont mis en scène les spectacles naturels — pluies de Perséides, éclipse totale de Soleil, collisions de morceaux de comète sur Jupiter — en les accompagnant d'explications pédagogiques et d'outils d'observation. Ils ont permis au public, et plus particulièrement aux jeunes, de rencontrer les passionnés du ciel ; initié la naissance de nouveaux clubs ; attiré l'attention des citoyens et des élus sur les dangers qu'il y a à trop éclairer la voûte céleste sans tenir compte de la fragilité de cette autre face du monde. Bref, en une génération, les Nuits des étoiles ont changé l'image de l'astronomie en la positionnant comme une curiosité légitime, un loisir, et une science dont les résultats sont accessibles à l'honnête homme du XXI^e siècle. Un beau bilan ! Alors pourquoi la télévision publique a-t-elle cessé d'en assurer la diffusion ? Parce que le ciel n'est pas assez

spectaculaire, qu'on ne peut pas "voir" les étoiles comme autre chose que de maigres pixels ; parce qu'une audience massive n'est pas au rendez-vous en août ; parce qu'il est paradoxal d'organiser une émission dont l'un des buts est d'appeler à s'éloigner des écrans... Les arguments n'ont jamais manqué pour tirer à boulets rouges sur l'initiative des meilleurs promoteurs du service public. Écartés ou remerciés par la direction de la chaîne, le départ de ceux-là a signé depuis quelques années l'écran noir des Nuits des étoiles. Pis, de dangereux illusionnistes à l'ego surdimensionné, avides de reconnaissance et d'argent, ont investi cet espace-temps en le travestissant. Ils y convoquent Dieu, le big bang et les trous noirs, autant de mots "magiques" censés attirer le chaland. Mais cet horoscope du crédule, même s'il en porte le titre, n'a rien à voir avec la fête amicale et populaire d'antan. Triste spectacle d'une télévision qui a renoncé au sens et au partage des connaissances... Mais ne boudons pas la fête. Comme l'eau vive contourne le rocher de la rivière, des centaines d'initiatives locales ont trouvé leurs médias et leur public. C'est le cas du Festival d'astronomie de Fleurance, qui fête lui aussi ses 20 ans. De celui de la Haute-Maurienne Vanoise, et de tous les rassemblements grand public et "juniors" dont le site afanet.fr dresse la liste exhaustive. Vous trouverez sur place de belles occasions de tutoyer le firmament, en descendant la Voie lactée ou en guettant les Perséides. C'est facile, gratuit, convivial, sans autre prétention que de partager un moment de curiosité et de découverte. Humain, tout simplement.



SOMMAIRE

N° 483

août 2010

3 ÉDITORIAL

Génération Nuits des étoiles

9 TÉLESCOPAGES

10 À LA UNE

Mars abstraite

Sous l'œil acéré de la sonde Mars Reconnaissance Orbiter, équipée de la caméra HiRISE, les canyons ciselés, les dunes mouvantes ou les glaces saisonnières de la planète rouge deviennent autant de chefs-d'œuvre de l'art abstrait. La preuve en images, sélectionnées parmi les plus étonnants clichés.

20 L'ACTU

20 Planck livre sa première cartographie du ciel

22 Daphné au plus près

25 Cet été, évaluez le ciel du Jura

30 Paris, une pièce à conviction dans l'apparition de la vie

Après de rocambolesques aventures, la météorite "Paris" se retrouve entre les mains des scientifiques. Qualifiée d'exceptionnelle, la roche céleste pourrait nous révéler quel rôle a joué l'eau dans la formation des "briques du vivant" identifiées sur les astéroïdes.

DOSSIER

38 La chasse aux antimondes est ouverte

42 L'antimatière programmée pour disparaître

47 Annihilation fatale chez les étoiles monstrueuses

32 Le Soleil face aux géantes de la Voie lactée

Les étoiles sont des points dans le ciel. Mais c'est parce qu'elles sont très lointaines. En réalité, certaines sont des géantes qui occuperaient la totalité de la voûte céleste si elles se trouvaient à la même distance que le Soleil. Petit comparatif des tailles stellaires.

Les podcasts du mag'



Retrouvez tous les podcasts liés aux articles de ce numéro de *Ciel & Espace* à l'adresse :

www.cieletespaceradio.fr/aout.606

50 IMAGÉ DU MOIS

52 Les petits satellites de Saturne, enfants des anneaux

Les anneaux de Saturne ont créé plusieurs petits satellites de glace. Telle est l'étonnante conclusion à laquelle vient d'aboutir une équipe d'astrophysiciens français. Le processus, validé à la fois par les observations et les simulations numériques, pourrait encore être à l'œuvre.

56 Télescopes géants : une course aux défis

Après la vague de télescopes de 8 à 10 m de diamètre, les astronomes lancent des projets titanesques : d'ici dix ans, les premiers réflecteurs de plus de 30 m entreront en service. Construire de tels mastodontes impose nombre de défis techniques.

62 Jacques Merleau-Ponty, philosophe de l'Univers

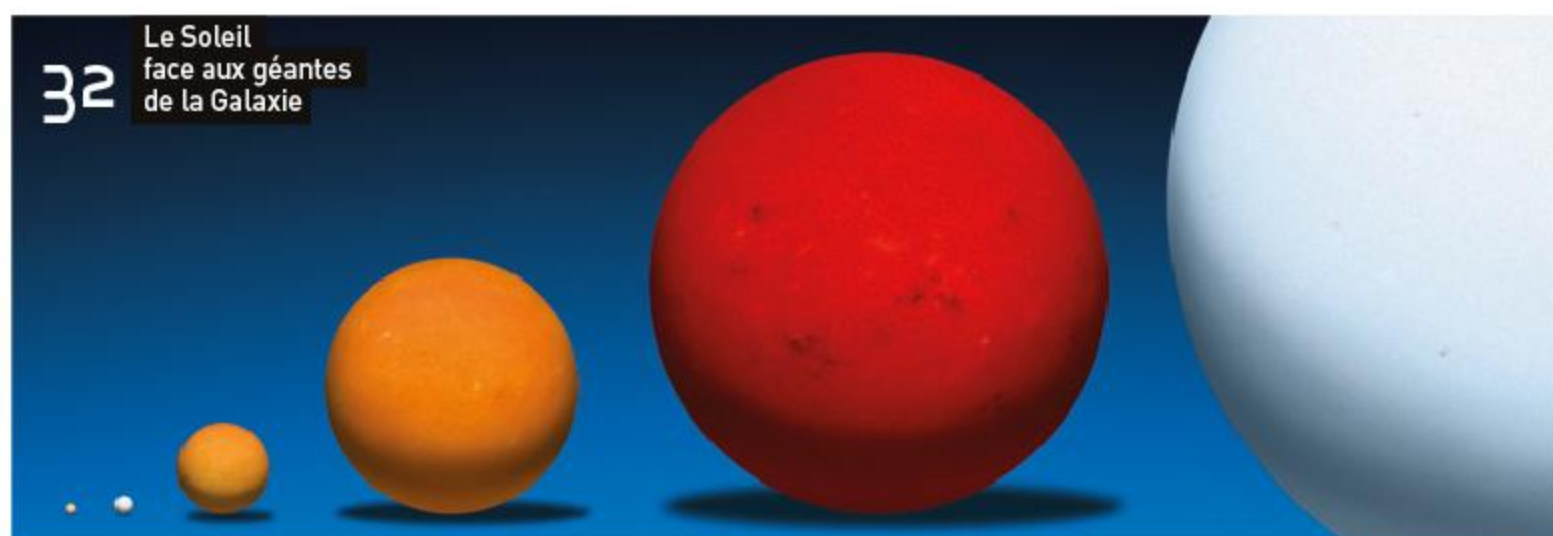
La découverte du big bang et d'un Univers en évolution a bousculé notre vision du cosmos. Jacques Merleau-Ponty, pourtant convaincu de l'état stationnaire de l'Univers, fut l'un des premiers à intégrer la découverte de l'instant initial dans la pensée philosophique.

Où trouver *Ciel & Espace* ?

www.cieletespace.fr rubrique "Points de vente"



Mars abstraite



Le Soleil face aux géantes de la Galaxie



La chasse aux antimondes est ouverte



Les petits satellites de Saturne, enfants des anneaux

OBSERVER

66 ÉPHÉMÉRIDES

 Le mois de la grande bleue
Neptune passe en août au plus près de la Terre. Les conditions d'observation sont donc idéales pour admirer la planète géante.

98 L'IMAGE DES INTERNAUTES À l'ombre de la Terre



Existe-t-il aux confins du cosmos un Univers similaire au nôtre, mais constitué d'antimatière ?

Crédit : O.Hodasava/C&E Photos

CIEL & ESPACE

 Une revue mensuelle éditée par l'Association française d'astronomie

17, rue Émile-Deutsch-de-la-Meurthe 75014 Paris
Tél. : 01.45.89.81.44 - Fax : 01.45.65.08.95

Sites : www.cieletespace.fr
www.cieletespacephotos.fr
www.cieletespaceradio.fr

Bon d'abonnement : pp. 6, 8, 89 et 97.
Bulletin d'adhésion à l'AFA : p. 93.

Directeur de la publication :
le président de l'AFA, Olivier Las Vergnas

Directeur de la rédaction :
Alain Cirou, alain.cirou@cieletespace.fr

Rédacteur en chef :
Philippe Henarejos,
philippe.henarejos@cieletespace.fr

Chefs de rubrique :
Jean-Luc Dauvergne, jl.dauvergne@cieletespace.fr
David Fossé, d.fosse@cieletespace.fr
Émilie Martin, e.martin@cieletespace.fr

Ont collaboré à ce numéro :
Aude Pétin, Benoît Rey, Pierre Otzenberger,
Roland Lehoucq, Jean-François Robredo et
Emmanuel Beaudoin

Secrétaire de rédaction :
Emmanuelle Lancel, e.lancel@cieletespace.fr

Directeur artistique :
Olivier Hodasava, o.hodasava@cieletespace.fr
Assisté d'Emmanuel Delort, e.delort@cieletespace.fr

Service photo :
Franck Séguin, f.seguin@cieletespace.fr

Responsable de la publicité, de la communication et du développement :
Hélène Comlan, h.comlan@cieletespace.fr

Ciel & Espace Radio :
Odile Daudet, o.daudet@cieletespace.fr

Site internet :
Cyril Amérgé, c.amerge@cieletespace.fr

• ISSN n° 0373-9139 — CPPAP n° 1013 G 83672
Impression : Imaye Graphic, 53000 Laval, France

• Publicités : Meade France (2) ; L'Astronome (18) ; Médas (24 et 100) ; Astrium (49) ; Cité des sciences (55) ; Festival de Fleurance (61) ; Unterlinden (73) ; Maison de l'astronomie (80) ; France Info (85) ; Orion (94) ; Scopemania (97) ; Terres d'aventure (99).

Service des ventes en kiosque
Europresse Promotion, tél. : 01.42.96.00.55
Mail : europromo@orange.fr

Abonnements et vente à distance
Ciel & Espace, 18-24, quai de la Marne
75164 Paris Cedex 19 - Tél. : 01.44.84.80.27
Mail : cieletespace@dipinfo.fr

Abonnements Canada et États-Unis
Canada : Express Mag, 8155 rue Larrey,
Montréal (Québec) H1J 2L5
Tél. : 1(800) 363-1310 ou (514) 355-3333
Mail : expsmag@expressmag.com
États-Unis : Express Magazine,
PO Box 2769 Plattsburgh (New York) 12901 - 0239
Tél. : 1(800) 363-1310 ou (877) 363 1310
Mail : expsmag@expressmag.com



Distribué par les NMPP.
Dépôt légal à parution.
Imprimé en France.
N° 483 - août 2010
© 2010 AFA

Nuits des Étoiles 20^e anniversaire



6-7-8 Août 2010

Association française d'astronomie - Promoteur Sciences - Ciel & Espace
France Info - France Bleu - Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche
www.afanet.fr

Spécial 20^{es} Nuits des étoiles

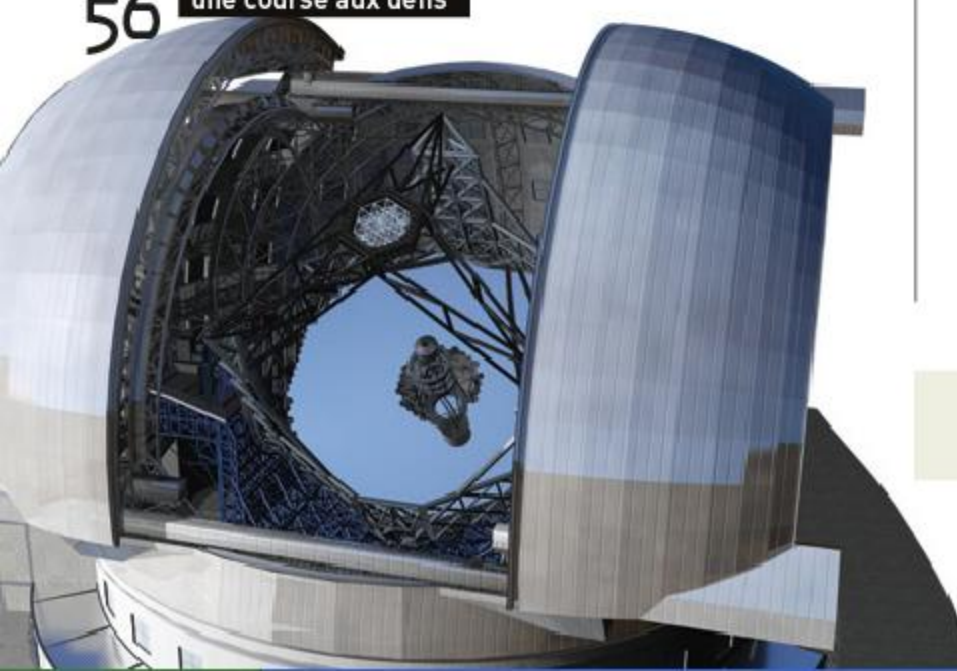
- 74 Vingt ans à la belle étoile
- 78 Nuits des étoiles 2010 : où aller ?
- 81 Jeunes passeurs d'étoiles
- 82 Six conseils pour admirer les Perséides
- 86 Le ciel d'été à l'œil nu

- 90 Recettes pour une nuit d'observations réussie
- 95 Le quiz de l'été



86 Le ciel d'été à l'œil nu

56 Grands télescopes : une course aux défis



DANS LE NUMÉRO DE SEPTEMBRE

Mars, terre d'origine de la vie ?

La planète rouge a gardé le témoignage d'une époque où la vie a pu apparaître sur Terre. C'est ce que révèlent plus de dix ans d'observations à l'aide des sondes spatiales les plus performantes. Les astronomes, en écrivant une nouvelle histoire de Mars, éveillent le fol espoir de retrouver les prémices de la vie dans des strates géologiques vieilles de plus de 4 milliards d'années.

Éclipse dans le Pacifique

Tous ceux qui ont fait le voyage à l'île de Pâques ou dans les archipels polynésiens racontent, en images, leur fabuleuse aventure à la poursuite du Soleil noir du 11 juillet 2010. L'occasion aussi de se préparer pour la prochaine éclipse totale, le 13 novembre 2012, à nouveau dans le Pacifique !

Ciel & Espace est imprimé sur papier PEFC, certifié écologiquement responsable.

Achetez Ciel & Espace en version numérique



- Le même contenu que la version papier
- +
- L'interactivité du moteur de recherche intégré
- +
- L'archivage de vos numéros dans la bibliothèque intégrée
- +
- Les liens actifs vers les podcasts Ciel & Espace

Achetez chaque mois Ciel & Espace numérique sur le kiosque www.relay.fr

Prix du numéro : 4,90 €

Plus d'informations sur la version électronique : www.cielelespace.fr rubrique "kiosque numérique".

CIEL & ESPACE

LE MONDE COMME VOUS NE L'AVEZ JAMAIS VU

☐ Oui, je m'abonne pour 1 an 12 NUMÉROS et je reçois en plus 2 HORS-SÉRIE au PRIX EXCEPTIONNEL de 105,00 \$

☐ Oui, je m'abonne GRATUITEMENT à la newsletter Ciel & Espace mon e-mail :

Nom

Prénom

Adresse

Code postal Ville

E-mail (facultatif)

Offre valable jusqu'au 31/12/2010 sur la zone du Canada et des Etats-Unis exclusivement.

Signature

Règlement par chèque à l'ordre d'Expressmag ou par CB.

Canada : Express Mag
8155 rue Larrey
Anjou, QC, H1J 2L5

USA : Express Mag
PO Box 2769
Plattsburgh, NY, 12901 - 0239

Je règle ☐ par chèque ☐ par CB n°

Expiration cryptogramme (3 derniers chiffres du n° figurant au dos de votre carte)

En application de l'article 27 de la loi du 06/01/1978, les informations ci-dessus sont indispensables au traitement de votre commande et sont communiquées aux destinataires la traitant. Elles peuvent donner lieu à l'exercice du droit d'accès et de rectification auprès de nos services. Vous pouvez vous opposer à ce que vos noms et adresse soient cédés ultérieurement.

A108

OFFRE SPÉCIALE
ETATS-UNIS, CANADA

Au prix SPÉCIAL de

105 \$

et recevez **12 numéros** et **2 hors série.**

Vous avez :

l'assurance d'avoir votre copie réservée et livrée directement à votre porte

la certitude de ne manquer aucun numéro

la garantie de conserver votre tarif préférentiel pendant toute la durée de votre abonnement

l'accès à un service à la clientèle en tout temps

L'assurance de bénéficier d'un prix plus avantageux que l'achat en kiosque.

Tél. : **1 800 363 1310**

Vous pouvez vous abonner directement sur notre site internet : <http://www.expressmag.com/>



L'eau sur la Terre, le méthane sur Titan

Les futurs campeurs sur Titan ne manqueront pas de combustible pour leur réchaud, mais plus sérieusement, quelle est l'origine des hydrocarbures liquéfiés (méthane, éthane...) présents sur le satellite de Saturne ? Par ailleurs, sait-on expliquer la présence d'eau en quantité considérable sous toutes ses formes sur Terre ?

Bernard Blanc (mail)

Le méthane et l'éthane contenus dans Titan sont primordiaux : ils étaient présents dans la nébuleuse primitive d'où est né le Système solaire. Titan a pu les incorporer lors de sa formation, car il se situe loin du Soleil, là où ces deux éléments peuvent condenser. Depuis, un cycle du méthane et de l'éthane y est à l'œuvre. Sur Terre, il fait trop chaud pour qu'ils condensent. Ils existent donc sous forme gazeuse, mais en moins grande quantité que sur Titan, car le gaz s'échappe plus facilement dans l'espace...

L'eau de la Terre n'est pas primordiale. Là où la Terre s'est formée (à peu près là où elle est actuellement), il faisait beaucoup trop chaud pour que l'eau se trouve sous forme de petits glaçons et que la planète puisse l'incorporer. Selon la théorie en vigueur, elle a été apportée par des comètes ou des astéroïdes glacés au moment du bombardement massif, voici 3,8 milliards d'années. Toutes les planètes rocheuses ont alors reçu à peu près la même quantité d'eau. Mais seule la Terre a connu un destin qui lui a permis de la conserver. Si toute l'eau qu'elle possède était rassemblée dans un océan global, celui-ci mesurerait 2 km d'épaisseur. À titre de comparaison, celui de Mars mesurerait quelques dizaines de mètres et celui de Vénus, à peine 2 cm !

EM



LES CHATS ET LA SOURIS

Abonné à votre revue, que j'apprécie vraiment, j'ai lu attentivement vos dossiers, dont celui sur la communication extraterrestre (C&E n°482). Je me permets de dire à qui veut (ou devrait) l'entendre, que je trouve réellement consternant que le monde scientifique, qualifié en cette matière, tente par n'importe quel moyen d'entrer en contact avec *ce qu'ils ignorent*.

Bien entendu, comme bon nombre de mes contemporains, je suis très curieux de savoir si nous sommes seuls ou non dans l'Univers. Ceci étant, j'estime irresponsable d'essayer d'établir un contact quel qu'il soit. Si d'autres formes de vies intelligentes existent, rien ne peut nous laisser supposer qu'elles soient pacifiques.

L'histoire de notre petite humanité n'est faite que de conflits, et ce n'est certainement pas sur le point de cesser, au contraire. Même sans parler d'agressivité, certaines espèces n'ont pas manqué de disparaître, car elles cohabitaient avec d'autres tout simplement plus évoluées. [...]

Imaginez par ailleurs que l'humanité, déjà très fragile et incroyablement divisée, soit confrontée avec une civilisation qui, faute d'être agressive au sens strict du terme, nous dise tout simplement : *"Mais non vous avez tout faux, pas besoins de vos cultures, de votre nourriture, de vos usines, de vos médicaments et hôpitaux, de vos écoles, de vos lois, de vos principes, de vos valeurs, etc. Vous pouvez facilement vous passer de tout cela en faisant ceci ou cela..."* Croyez-vous franchement qu'en pareil cas, l'humain, privé de toute motivation, subsisterait longtemps ? Pour ma part, je suis certain que non et il ne faut pas être un génie pour le comprendre.

Donc de deux choses, l'une : soit ils sont belliqueux et nous avons tout à y perdre ; soit ils sont pacifiques et plus évolués ou plus puissants, et nous y avons aussi tout à y perdre. Je n'imagine vraiment pas une souris brandir un petit drapeau pour attirer les chats qui passent. C'est pourtant ce que nous aimerions faire.

J.-P. Lenaerts (mail)

Un envol malencontreux des Canards sauvages



Une erreur s'est glissée dans l'article "Explorer le ciel d'été sans forcer", paru en juillet (C&E n°482). Sur les cartes des pages 76 et 80, les positions des objets M11 (l'amas des Canards sauvages) et B 142-143 ont été inversées. Vous trouverez ci-contre la carte rectifiée. Toutes nos excuses pour cette permutation malencontreuse.

The background of the entire page is a high-resolution, abstract image of the Martian surface. It features a dark, textured terrain with numerous dark, sculptural features that resemble ridges, grooves, and small craters. A prominent, circular, lighter-colored crater is visible in the lower-left quadrant. The overall effect is one of a rugged, alien landscape captured in a way that emphasizes its abstract, geometric forms.

À LA UNE

Mars abstraite

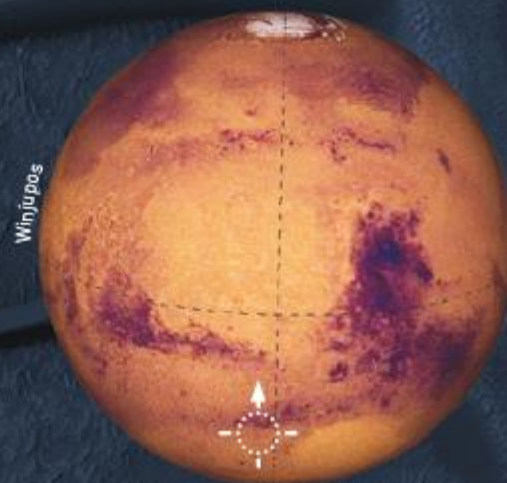
Sous l'œil acéré de la sonde Mars Reconnaissance Orbiter, équipée de la caméra HiRISE, les canyons ciselés, les dunes mouvantes ou les glaces saisonnières de la planète rouge deviennent autant de chefs-d'œuvre de l'art abstrait. La preuve en images, sélectionnées parmi les plus étonnants clichés.



C E sont les photos les plus surprenantes de la planète rouge. Mars y est parfois méconnaissable ! Nous devons ces vues à *Hirise*, la caméra géante de la sonde Mars Reconnaissance Orbiter (MRO). Dotée d'un miroir de 50 cm de diamètre, elle a produit près de 15 000 clichés d'une résolution de 25 à 60 cm/pixel depuis la mise sur orbite de la sonde américaine, en mars 2006. Certaines

sont déjà célèbres, comme celle de la sonde *Phoenix* au bout de son parachute, lors de sa descente dans l'atmosphère martienne en mai 2008. Mais beaucoup d'autres restent à découvrir. Si les planétologues en tirent des informations décisives sur le passé de Mars, ces photos qui frisent parfois l'abstraction pure invitent aussi à la rêverie. Tout simplement.

David Fossé



Nous remercions pour son aide précieuse Ari Espinoza, attaché de presse de *Hirise*.

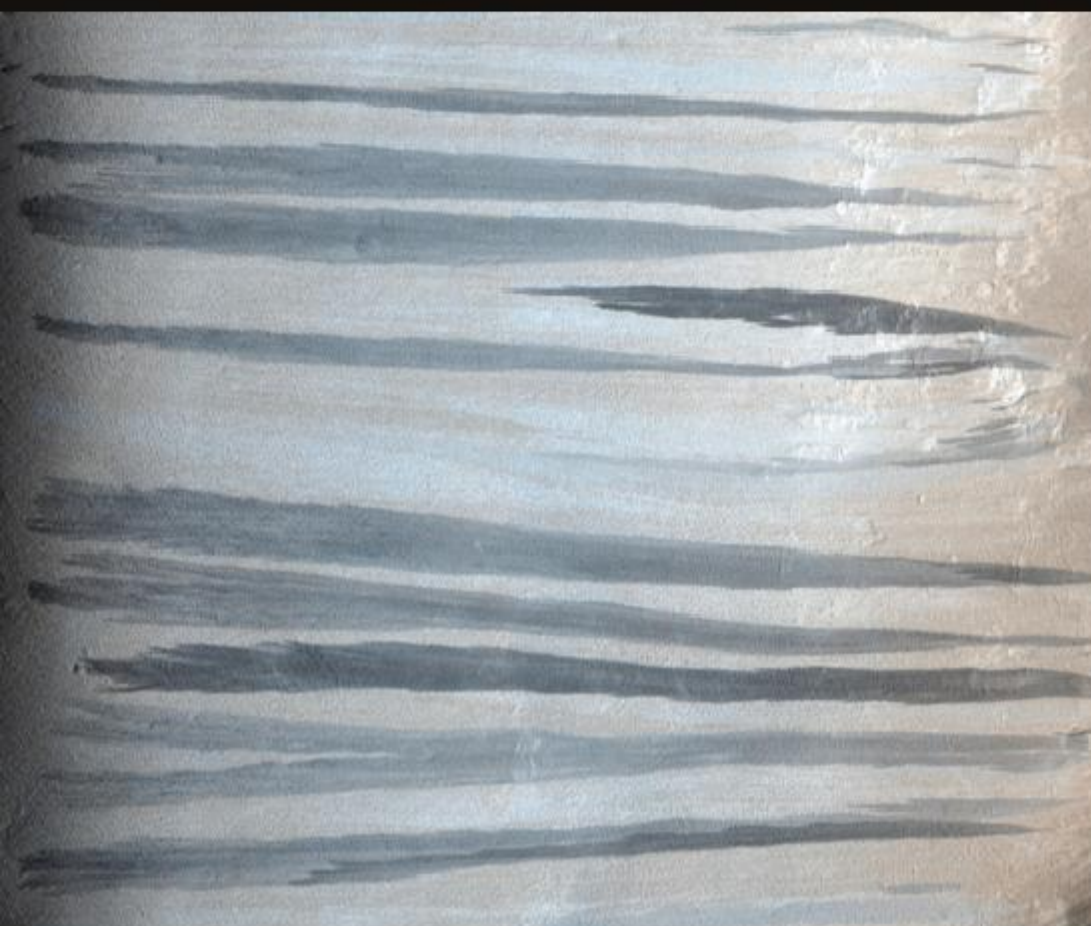
UN RUISSELLEMENT DE BARKHANES

Dans la région australe d'Hellespontus, un plateau aux flancs érodés par le vent donne naissance à des barkhanes, ces étranges dunes qui avancent en procession. Comme sur Terre, leur forme caractéristique en croissant pointe la direction du vent.

100 m



Photos : Nasa/JPL/Univ. of Arizona/C&E Photos



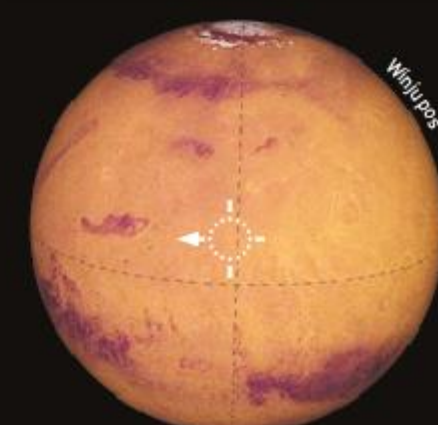
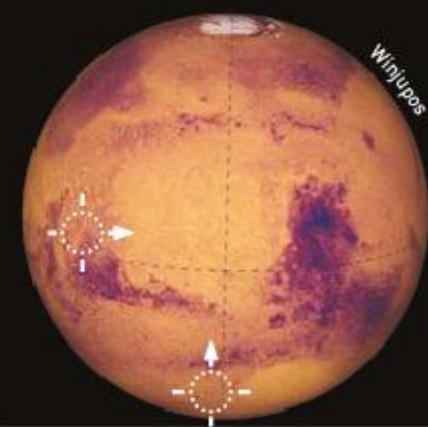
100 m

↑ DU GRAIN DE SABLE AU BLOC DE PIERRE

Lorsque le vent souffle dans plusieurs directions, les dunes abandonnent leur motif en croissant et deviennent parallèles. Dans cette image très fine, des rochers sont parfaitement visibles sur le socle où se déplacent les dunes et leur ruban de sable rouge.

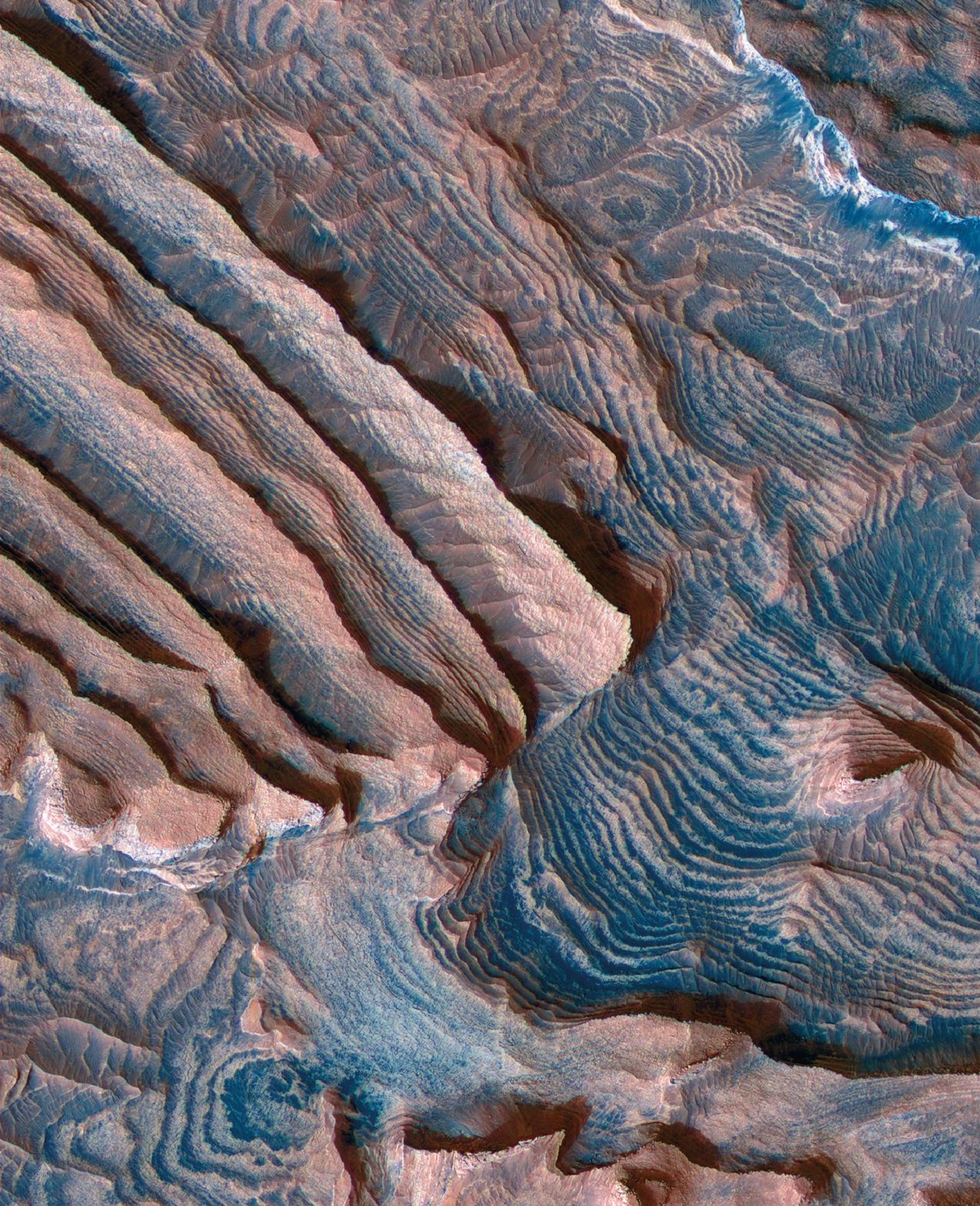
← ENCRE SUR PAPIER DE CHINE

Quelque chose a coulé de la droite vers la gauche. Sur les pentes martiennes, ces marques sont communes. Les plus sombres sont les plus récentes. Là encore, c'est un peu du sous-sol qui s'est répandu en dévalant la pente. Sous l'action de l'eau ? C'est encore débattu, mais la plupart des spécialistes penchent pour de simples éboulements.



→ MARS EN FINES TRANCHES

Plusieurs zones de la planète rouge présentent de superbes stratifications, comme ici dans un cratère d'impact de Meridiani Planum. Ces terrasses de quelques dizaines de mètres de large témoignent d'une certaine régularité dans l'ancien climat de Mars. Mais l'origine des dépôts successifs de sédiments reste discutée. Est-elle marine ou éolienne ?



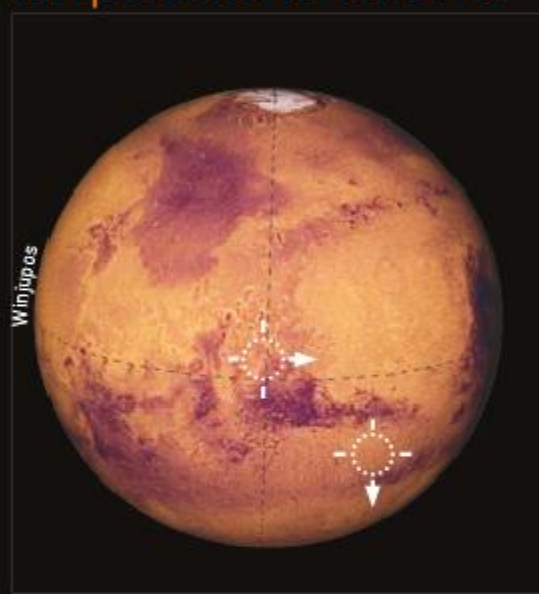
100 m

➔ AU BORD DU CRATÈRE

Les cratères ne manquent pas sur la planète rouge, mais à la résolution de 60 cm/pixel, ils deviennent de véritables objets d'art. Ici, la bordure d'un cratère proche de l'équateur martien partage la surface en deux. D'un côté le sable accumulé pendant des milliers de siècles, de l'autre les strates géologiques dans lesquelles l'impact a tranché.

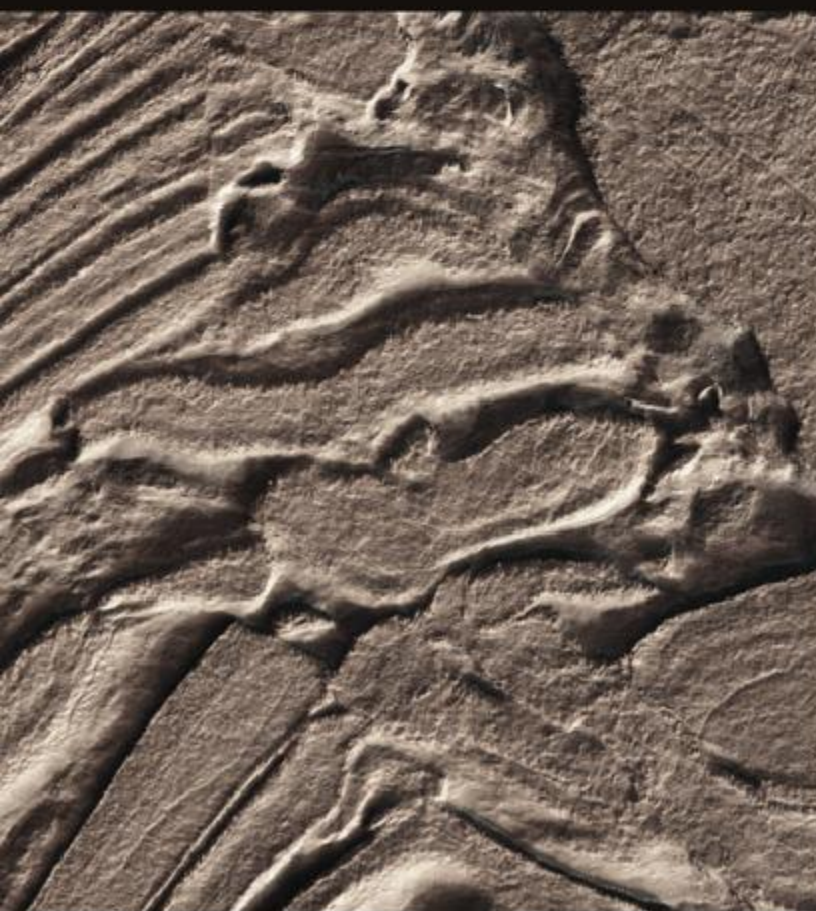
50 m

L'image détaille les différentes couches du sol dans lesquelles l'impact a tranché



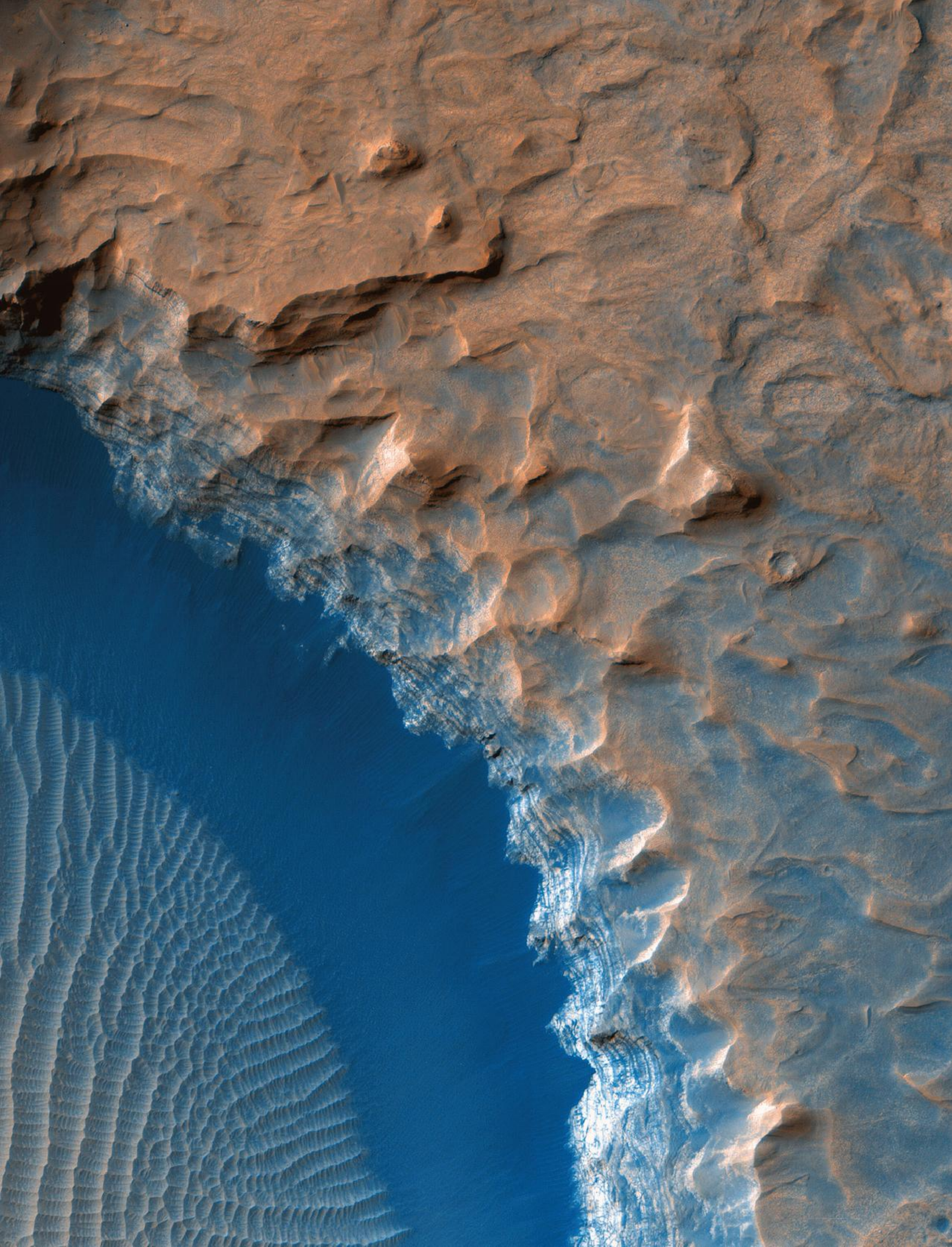
↓ DANS LE BASSIN DE HELLAS

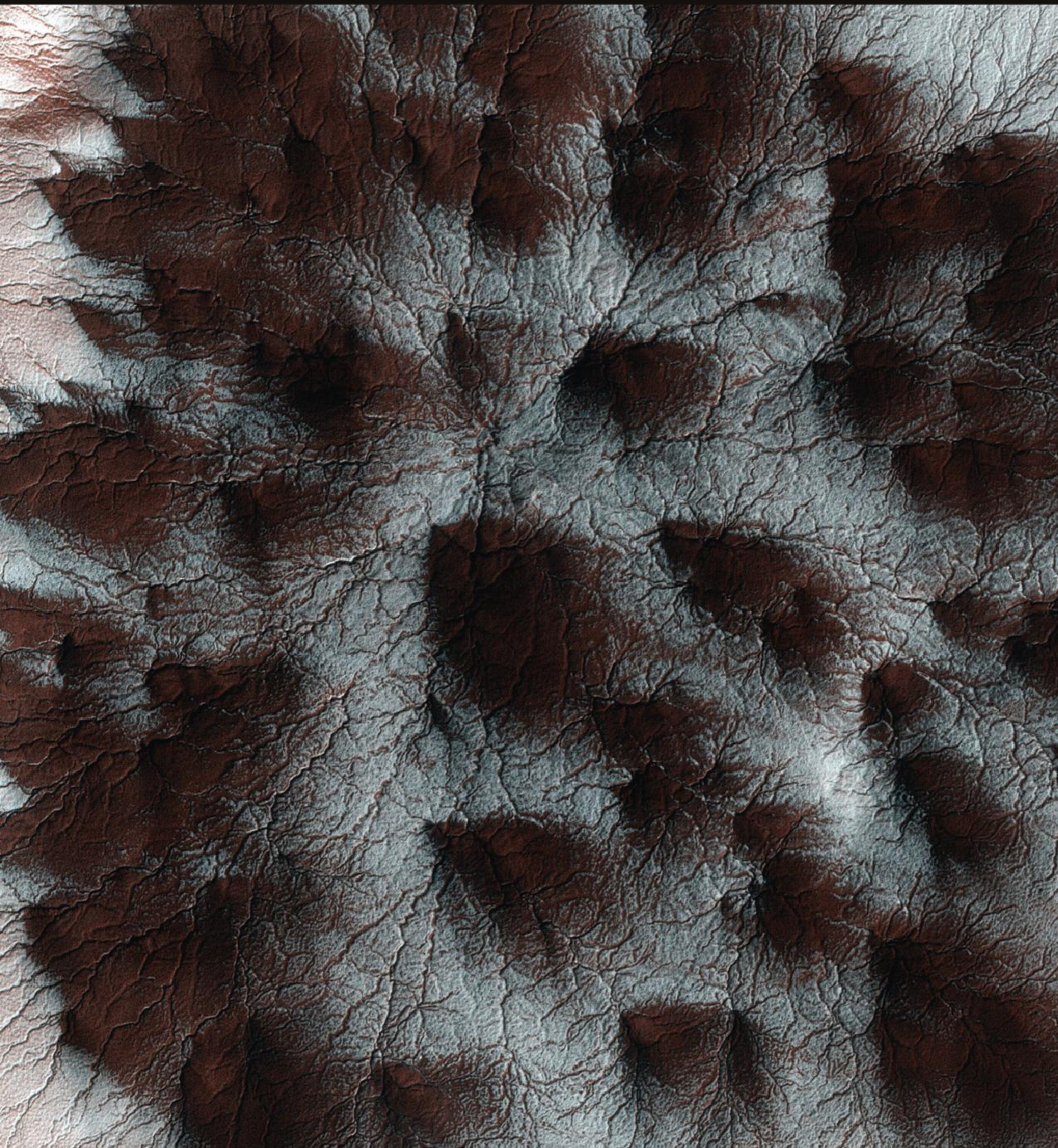
Hellas Planitia est un bassin d'impact de plus de 2000 km de diamètre. Son plancher est souvent masqué par la brume et la poussière. Mais lorsqu'il se découvre, généralement à l'automne, de curieuses figures apparaissent. Manifestement, quelque chose de visqueux a coulé ici. Sans doute de la glace, comme ailleurs sur Mars. Reste que les planétologues ne s'expliquent pas ces motifs, spécifiques à cette région.

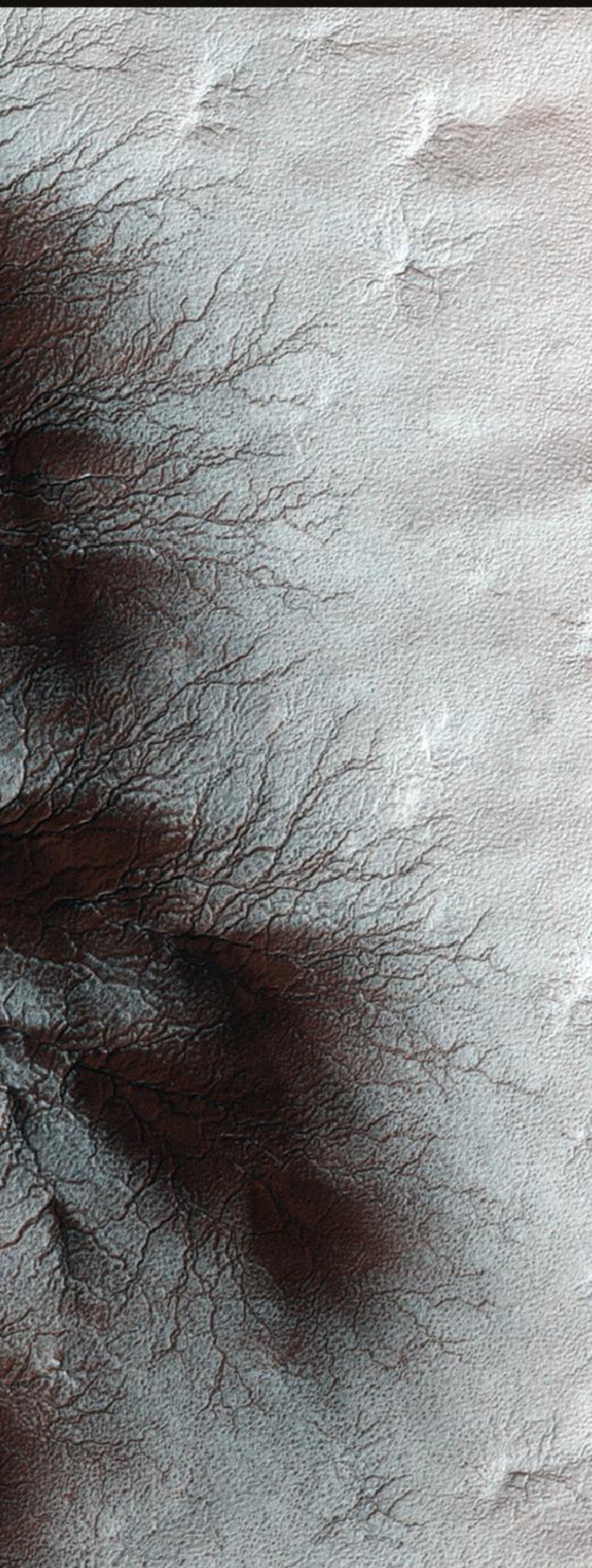


100 m

Photos : Nasa/JPL/Univ. of Arizona/C&E Photos





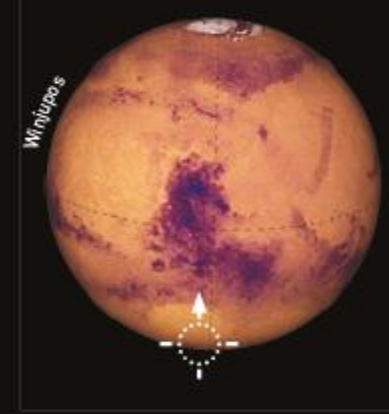
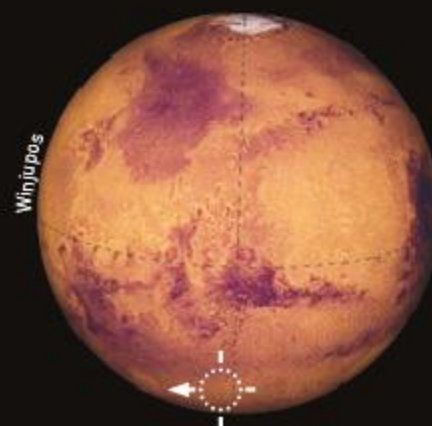


Photos : Nasa/JPL/Univ. of Arizona/C&E Photos



↑ DES CRATÈRES DANS LA GLACE

Impacts multiples sur Mars ? Non. Ces cercles enchevêtrés sur la calotte australe sont dus à la vaporisation de la glace de dioxyde de carbone au printemps. La profondeur de ces cratères est d'une dizaine de mètres. Leur fond plat et brillant suggère, en dessous, la présence de glace d'eau, moins aisée à sublimer.

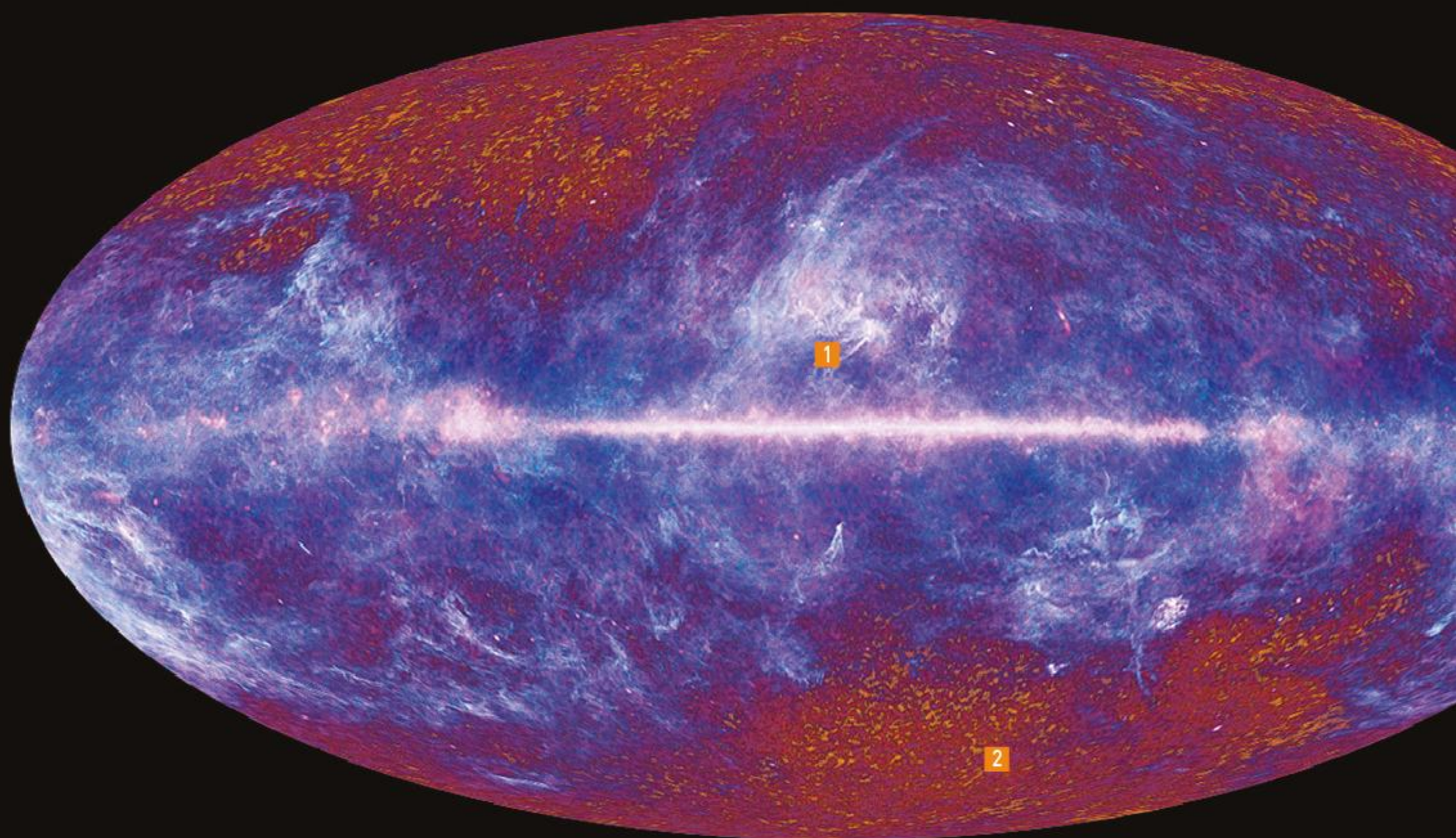


La sonde MRO explore les effets de la vaporisation de la glace martienne

← SOUFFLES DE POUSSIÈRES

Les planétologues les appellent des "araignées". Ces étranges structures sont visibles sur la calotte australe. Chaque année, la sublimation de la glace de dioxyde de carbone commence par sa base, au contact de la roche. Son passage à l'état gazeux arrache de la poussière, transportée sous la couche glacée résiduelle et finalement projetée en surface par des événements.

PLANCK LIVRE SA PRE CARTOGRAPHIE



ESA/LFI/CFE Photos

C'EST UNE IMAGE INÉDITE DU CIEL que vient de livrer Planck, le premier satellite européen de cosmologie. Lancé il y a un peu plus d'un an, il scanne le ciel dans neuf fréquences différentes de la portion micro-ondes du spectre électromagnétique. "À ces longueurs d'onde, et à ce niveau de détail et de précision,

+ W À découvrir sur Internet

Pour voir la carte ci-contre dans toutes les longueurs d'onde, rendez-vous sur www.chromoscope.net/?w=m

la Voie lactée (en bleu violet) prend un visage nouveau", commente François Bouchet, de l'Institut d'astrophysique de Paris. "Pour la première fois, on a accès à des régions très froides, proches du 0 absolu, dans lesquelles se forment les étoiles, souligne Jean-Michel Lamarre, de l'observatoire de Paris-Meudon.

La nouvelle image de la Voie lactée en cache une autre, plus précieuse encore : celle du fond diffus cosmologique, en rouge orangé, de part et d'autre de notre galaxie. C'est pour observer ce vestige de la première lumière émise par l'Univers que le satellite Planck a été conçu. Il doit cartographier ce rayonnement

MIÈRE DU CIEL

ZOOM SUR LES ZONES DE CRÉATION D'ÉTOILES DE LA VOIE LACTÉE

"Planck nous révèle un monde qui nous échappait", indique Jean-Michel Lamarre. Au premier plan, en bleu violet dans la Voie lactée, on observe par exemple plusieurs structures en "V", ainsi que des spirales, ce qui tend à conforter l'idée selon laquelle les étoiles se forment le long de filaments froids **1**. Quand Planck aura effectué deux nouveaux relevés du ciel, d'ici à 2012, la résolution de l'image sera 10 fois meilleure. Elle comptera non plus 4, mais 40 millions de pixels. Les chercheurs verront alors des détails très fins sur le fond diffus cosmologique à l'arrière-plan (représenté ici en rouge moucheté d'orange) **2**.

Ci-dessous, la Voie lactée dans le visible, pour comparaison.



A. Mellinger/Ektech/C&E Photos

fossile dans des longueurs d'onde inédites et à une résolution respectivement 1 000 et 30 fois meilleure que ses prédécesseurs, Cobe et WMAP (voir l'image de celui-ci, p. 25).

Connaître précisément l'emplacement et la taille des petites irrégularités de ce rayonnement va permettre de comprendre comment notre Univers s'est ensuite structuré en galaxies.

"Pour compléter l'étude de cette première lumière de l'Univers, il nous faut encore deux ans d'observation et traiter l'image de façon à 'soustraire' la Voie lactée", indique François Bouchet. Rendez-vous donc en 2012.

LA PREMIÈRE PLANÈTE VUE AUTOUR D'UN AUTRE SOLEIL

POUR LA PREMIÈRE FOIS, une exoplanète a été photographiée directement autour d'une étoile de type solaire. Elle a été vue avec le télescope Gemini Nord autour de 1RXS 1609, située dans un amas stellaire du Scorpion, jeune de 5 millions d'années. D'abord détectée en avril 2008, des observations complémentaires ont permis de vérifier le déplacement de la planète. Cet astre de 8 fois la masse de Jupiter circule à 300 fois la distance Terre-Soleil de son étoile. "Cet éloignement important nous montre que la nature a peut-être plusieurs scénarios possibles pour former des planètes", estime Ray Jayawardhana, de l'université de Toronto. Mais il se pourrait aussi que ce monde extrasolaire

Gemini Obs.



se soit formé plus près de son soleil, avant d'être éjecté au loin, suite à une rencontre rapprochée avec une autre planète du système.

Séparée de son étoile de 2 secondes d'arc, la planète de 1RXS 1609 a été dévoilée sans peine par l'optique adaptative du télescope Gemini.

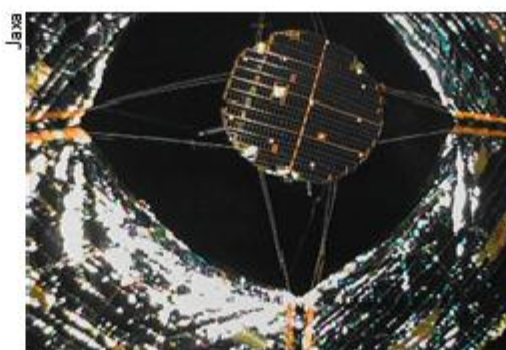
En chiffres

464

C'EST LE NOMBRE
DE PLANÈTES EXTRASOLAIRES
connues au 6 juillet 2010.

IKAROS MET LES VOILES

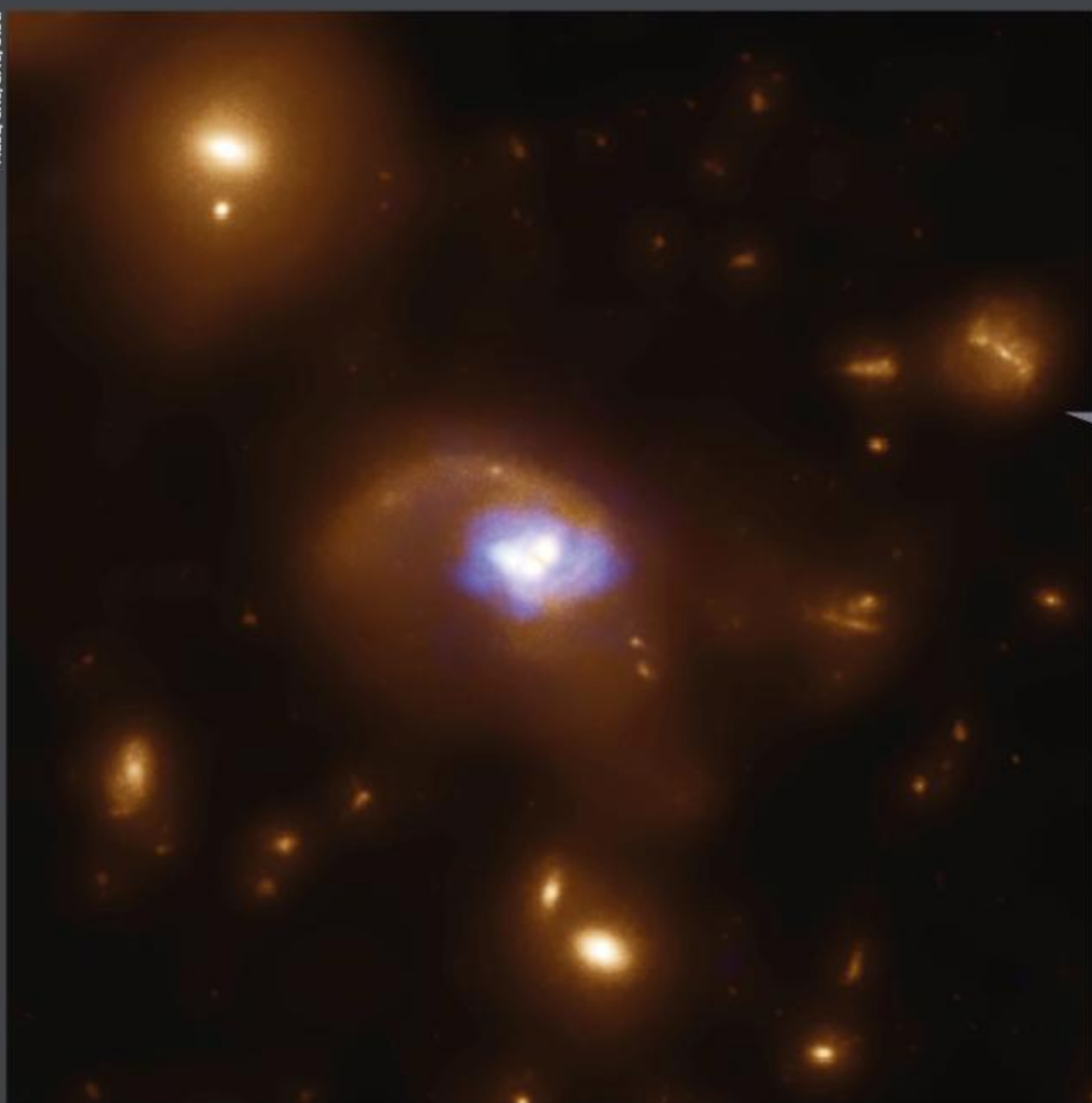
L'AGENCE SPATIALE JAPONAISE, la Jaxa, a publié des images du déploiement d'Ikaros. Ce petit démonstrateur de voile solaire de 315 kg, lancé le 20 mai, est propulsé par la force du rayonnement solaire sur sa voile carrée, large de 14 m. Le 19 juin, le satellite a éjecté une petite caméra autonome afin de photographier le véhicule de l'extérieur et confirmer ainsi son bon déploiement.



Dans les prochains mois, la Jaxa va effectuer une série de tests de manœuvrabilité.

Peu de temps après son éjection par un système de ressort, la caméra d'Ikaros a photographié le satellite de 300 kg visible au centre, relié par des câbles à sa voile solaire de 15 kg.

Nasa/CXC/SAO/Sisc



Double trou noir ?

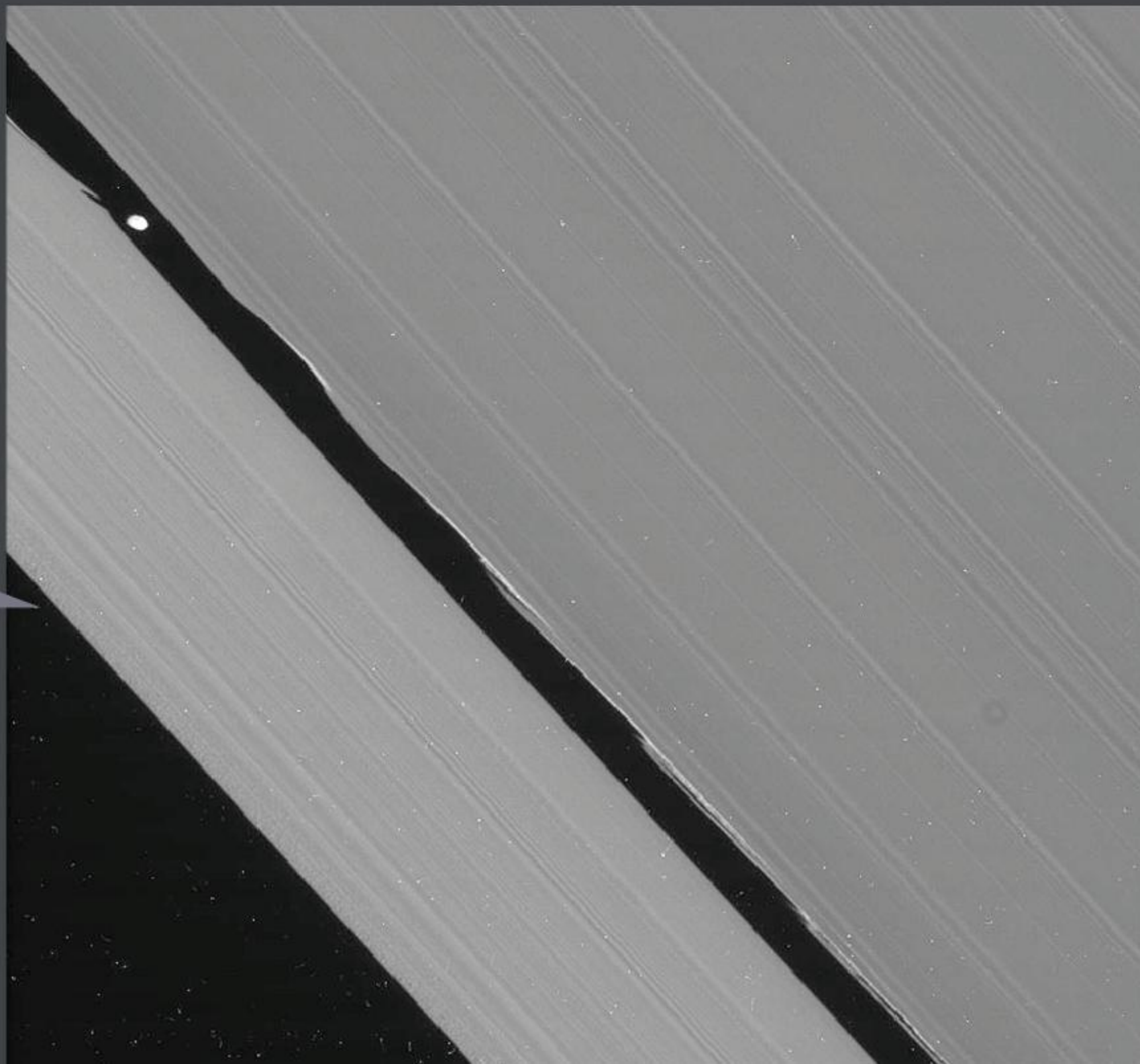
Cette image, composée d'observations réalisées en rayons X par Chandra (en bleu) et dans le visible par Hubble (en jaune), montre un objet étrange. CID-42, à 3,9 milliards d'années-lumière, est la seule source de rayons X, parmi les 2 600 découvertes dans le relevé Cosmos, dont la contrepartie visible est composée de deux objets. De quoi s'agit-il ? Les spécialistes hésitent entre deux scénarios faisant intervenir deux trous noirs, ou un trou noir et un amas d'étoiles.

Hubble fige un jeune amas massif

Cette image spectaculaire est due au télescope spatial Hubble. Le jeune amas d'étoiles massives NGC 3603 est situé à 20 000 années-lumière de nous, dans la constellation de la Carène. L'endroit n'est pas si paisible qu'il y paraît : le rayonnement ultraviolet et les intenses vents issus des étoiles ont creusé une énorme cavité dans le gaz et la poussière qui enveloppe l'amas. C'est d'ailleurs pour cela que l'on peut l'admirer.

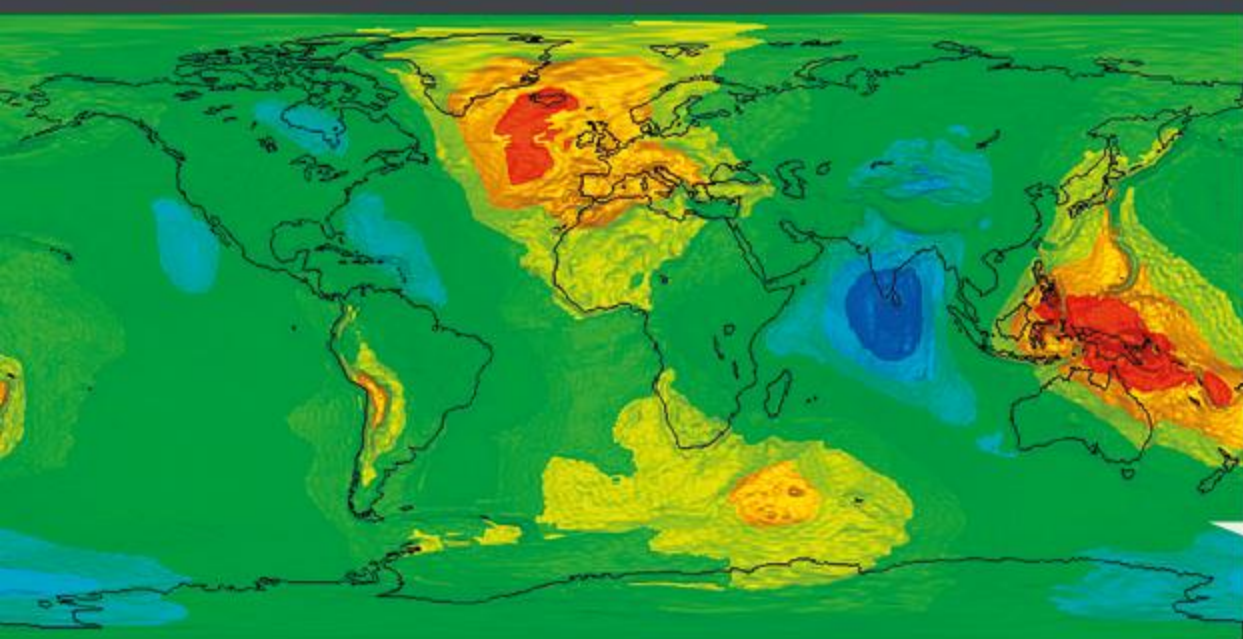
Daphné au plus près

La sonde Cassini a photographié Daphné le 5 juillet autour de Saturne. C'est la meilleure vue que nous possédions de ce petit satellite de 7 km, découvert en 2005 dans la lacune de Keeler, un vide de 42 km de large situé à 250 km à l'intérieur du bord externe de l'anneau A (voir notre article p. 52).



Nasa/JPL/SSI

Nasa/ESA/C&E Photos
ESA



Une nouvelle carte de la gravité

Le satellite européen Goce vient de produire une carte d'une résolution sans précédent de la gravité à la surface de la Terre. Issu de seulement deux mois d'observation, ce modèle devrait s'affiner par la suite. Une animation montrant le géoïde en rotation est visible sur le site de l'Agence spatiale européenne (<http://bit.ly/bp2KS1>).

Sky-Watcher®

Dobson Go-To

Instrument de précision qui vous permettra de trouver facilement et de profiter des trésors du ciel nocturne, comme les planètes, nébuleuses, amas d'étoiles, galaxies et bien plus encore.

Grâce à sa conception brevetée tube repliable, ces Dobsons sont vraiment le nec plus ultra en matière de portabilité et de performance. Le design du tube a été soigneusement conçu pour combiner la facilité d'utilisation, portabilité extrême et des performances constantes dans un package abordable.

Contrairement à d'autres modèles de tubes rétractables, le SkyWatcher Dobson n'a pas besoin d'être démontée entre les utilisations. Il se transporte avec deux éléments compacts qui peuvent être assemblés et prêt à être utilisé en quelques secondes ! Il est facile de le collimater une fois monté !

Le système breveté de tension aux poignées de commandes permet aux utilisateurs d'ajouter ou de réduire de la tension, ce qui augmente ou diminue le frottement entre le tube optique et les panneaux latéraux.

La raquette SynScan vous permet de pointer votre télescope sur un objet spécifique, de faire le tour du ciel nocturne avec un simple toucher sur un bouton !

Avec plus de 42 900 objets répertoriés dans la raquette même un astronome inexpérimenté peut maîtriser ses séances d'observation.

La conception brevetée à double encodeur permet au télescope d'être déplacés manuellement chaque fois que l'utilisateur le souhaite - mais sans avoir besoin de réalignement ! Le SkyWatcher Go-To Dobson allie la commodité et l'accessibilité du traditionnelle Dobson avec l'aisance d'un système informatisé Go-To.

Existe en 8", 10",
12" et 14" (*)
(* disponible en Novembre)

MEDAS

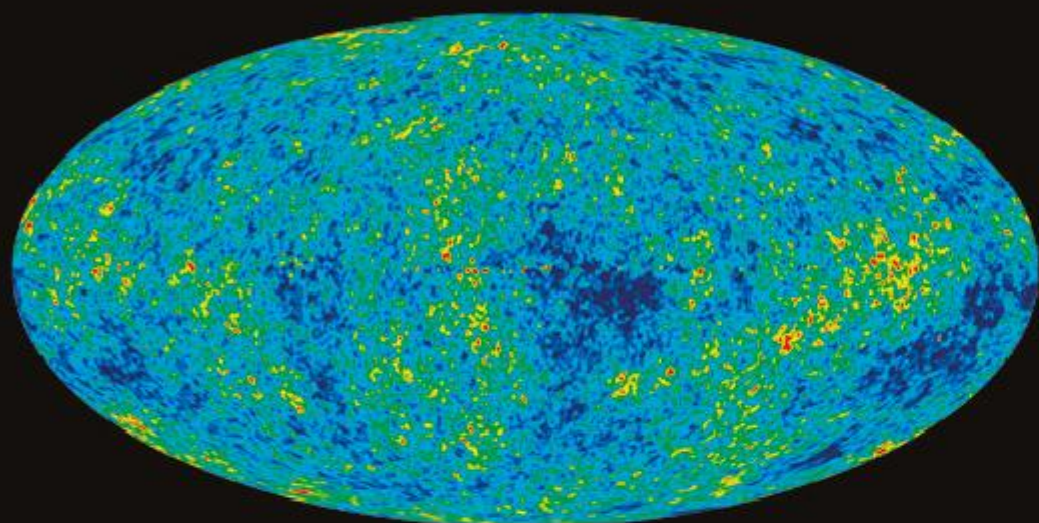
INSTRUMENTS

57 Av. Paul Doumer • 03200 VICHY • Tél. 04 70 30 19 30 • www.medas.fr

En vente Opticiens et Maisons spécialisées - Liste des revendeurs sur www.medas.fr

PAS SI NOIR, L'UNIVERS ?

L'UNIVERS SE COMPOSE de 74 % d'énergie noire, de 22 % de matière noire et de 4 % de matière classique. Ce modèle, dit standard, a été façonné d'après les observations par le satellite WMAP du "fond diffus cosmologique", c'est-à-dire le vestige de la première lumière de l'Univers. Il sert de base de recherche à tous les cosmologistes. Et s'il était à revoir ? C'est ce que suggèrent Tom Shanks et Utane Sawangwit



(université de Durham, Royaume-Uni). Ces astronomes ont réinterprété les données de WMAP après avoir modifié la méthode de calibration de l'instrument. Au lieu de le régler en pointant les planètes du Système solaire, ils ont visé des objets beaucoup plus lointains, comme des quasars. Avec cette nouvelle méthode, le fond diffus apparaît différent. Ses irrégularités sont plus petites, ce qui a une répercussion sur la géométrie de l'Univers : il devient plus "ouvert" que prévu. Or, dans un Univers ouvert, plus besoin d'énergie noire, voire de matière noire pour expliquer l'accélération de l'expansion. *"C'est assez sain de remettre en question des modèles bien établis, mais il faut se méfier, prévient Karim Benabed, de l'IAP. La calibration qu'ils proposent est moins précise que l'ancienne. Par ailleurs, de nombreux résultats s'accordent bien avec l'hypothèse de l'énergie noire."*

D'après les données de WMAP, qui a mesuré les irrégularités du fond cosmologique (carte ci-contre), l'Univers est majoritairement composé d'énergie et de matière noires. Et si tout était à revoir ?

Nasa/WMAP/C&E Photos

Cette vue d'artiste montre l'occultation d'une étoile par un astéroïde.



Nasa/ESA/STScI/C&E Photos

DUPÉS PAR UN ASTÉROÏDE

L'ASTÉROÏDE 2002 TX300, évoluant au-delà de Neptune, a littéralement berné les astronomes. Découvert en 2002, son diamètre avait été estimé à 700 km, sur la base de sa luminosité. Il n'existe en effet aucun moyen direct de mesurer la taille

d'un tel objet, 48 fois plus éloigné du Soleil que ne l'est la Terre. Pour en savoir davantage, l'équipe de James Elliot (Massachusetts Institute of Technology) a profité du passage de cet astre devant une étoile d'Andromède, le 9 octobre 2009. En mesurant la longueur de l'éclipse, il a été possible de déterminer que 2002 TX300 fait seulement 286 km. Sa surface est donc bien plus brillante que prévu. Reste à expliquer son origine. L'astéroïde pourrait être issu d'un impact violent sur l'une des trois planètes naines connues dans cette région lointaine, voici 1 milliard d'années. Cette genèse ferait de lui un objet "jeune", et donc brillant.

CET ÉTÉ, ÉVALUEZ LE CIEL DU JURA

LES HABITANTS DU JURA sont invités par le Syndicat mixte d'énergies, d'équipements et de communication (Sidec) du Jura à mesurer l'impact de la lumière artificielle sur le ciel du 6 au 14 août et du 4 au 12 septembre. La consigne est simple : observer à l'œil nu la constellation



de la Lyre et noter la visibilité de ses étoiles sur un formulaire spécifique. En plus de lutter contre la pollution lumineuse, les volontaires peuvent gagner un instrument d'observation. Rendez-vous sur www.sidec-jura.fr

À la vitesse de la lumière

EN ROUTE VERS HARTLEY 2 La sonde américaine Epoxi a survolé la Terre le 27 juin. Elle est maintenant en route pour son rendez-vous avec la comète Hartley 2. Celle-ci sera visible à l'œil nu fin octobre. • **DERNIERS VOLS** La navette spatiale devrait voler deux ou trois fois avant de tirer sa révérence, le 1^{er} novembre 2010, le 26 février 2011, et peut-être en août 2011. • **DE L'ANTHRACÈNE DANS L'ESPACE** Il y a de l'anthracène autour de l'étoile Cernis 52, dans la constellation de Pégase. Combinée à de l'eau et de l'ammoniac en présence d'ultraviolets, cette molécule complexe ($C_{14}H_{10}$) peut produire des acides aminés.

LES PODCASTS de Ciel & Espace

à écouter et à télécharger
gratuitement et sans modération !

L'info comme vous ne l'avez
jamais entendue !



NASA/CXC/Chandra/CIT/Coelum/C&E Photos

BEST OF 2010

Rumeurs célestes

Galaxie, la ruche aux 1000 mystères...

La vie ailleurs, fiction ou réalité ?

Terres... cuite, glacée et primitive

Actualités

NUITS DES ÉTOILES

Génération

Nuits des étoiles

Avec H. Reeves, J.-F. Clervoy,
R.-M. Bonnet, O. Las Vergnas...

Le ciel d'été



A. Poilleux/C&E Photos

Hubble, 20 ans dans l'espace

avec J. Villain, J.-F. Clervoy, R.-M. Bonnet



Nasa/C&E Photos

Espace

Observation

Cosmologie
Histoire

CIEL & ESPACE
RADIO

www.cieletespaceradio.fr

L'ACTU



Interview minute



O. Daude/C&E Photos

Jean-François Donati

Spécialiste de physique stellaire

DÉCOUVERTE : BÉTELGEUSE POSSÈDE UN CHAMP MAGNÉTIQUE

Grâce à l'instrument Narval, installé sur le télescope Bernard Lyot de l'observatoire du Pic du Midi, Jean-François Donati et son équipe viennent de détecter un champ magnétique sur l'étoile géante Bételgeuse (lire aussi p. 36). Une première qui ouvre des perspectives en physique stellaire.

Que nous apprend l'existence d'un champ magnétique sur Bételgeuse ?

Jean-François Donati : Elle démontre que des étoiles très différentes du Soleil peuvent posséder un champ magnétique. C'est important pour comprendre l'évolution stellaire, le champ magnétique favorisant par exemple la perte de matière des étoiles et l'enrichissement du gaz interstellaire en éléments chimiques. Cela faisait un moment que les théoriciens se demandaient si une étoile comme Bételgeuse (de 645 rayons solaires, et qui tourne sur elle-même en plusieurs années) pouvait générer un champ magnétique. Car, pour le Soleil, l'existence d'un champ magnétique global est liée à la rotation.

Si la rotation ne joue aucun rôle dans le cas de Bételgeuse, d'où vient son champ magnétique ?

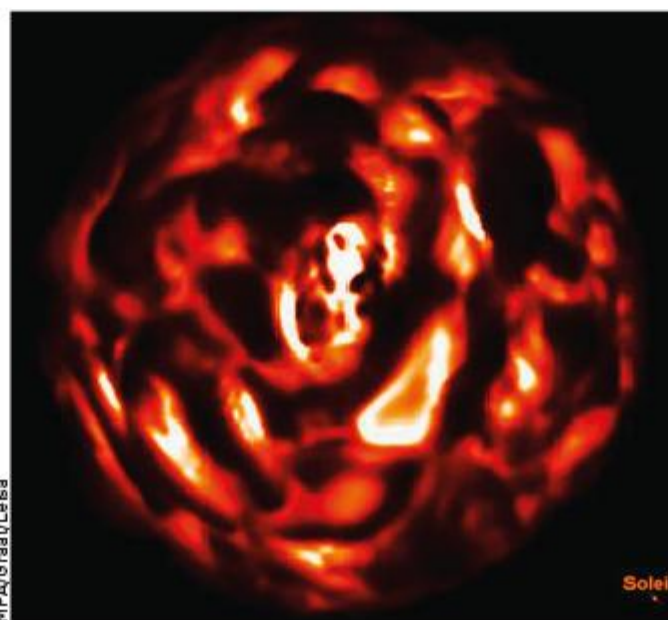
J.-F. D. : Pour cette étoile géante, comme pour le Soleil, c'est la convection de la matière à l'intérieur de l'étoile qui crée les boucles magnétiques. Si le Soleil ne tournait pas, celles-ci seraient désordonnées et s'annuleraient. Notre étoile n'aurait probablement pas de champ magnétique global. Mais pour Bételgeuse, la situation est différente. Contrairement au Soleil, la brillante étoile d'Orion ne possède que quelques cellules de convection. L'effet destructif est plus faible, et un petit champ magnétique subsiste.

Quelles sont les pistes pour en savoir davantage ?

J.-F. D. : Bételgeuse est l'étoile qui a la plus grande surface apparente sur le ciel, si bien que, grâce à l'interféromètre du VLT, nous pouvons désormais y observer quelques taches dues aux cellules de convection. Pour bien comprendre comment son champ magnétique est lié à ces mouvements de matière, il faudrait l'observer en même temps avec le VLT et avec Narval, voir

s'il y a des évolutions (sur un mois, nous avons cru observer une intensification du champ), et coupler le tout avec des simulations. Bételgeuse est la seule étoile pour laquelle cela soit possible. Les autres sont vraiment trop petites sur le ciel.

Propos recueillis par David Fossé



MPA/Graal/Leisa

Soleil

Contrairement au Soleil (vu à l'échelle, en bas à droite), l'énorme Bételgeuse ne possède pas de granulation, seulement quelques cellules convectives.

HunterFreeman

portfolio client ads personal work stock about us contact us

collectors
commas
gearheads
frames
signs of the times



© All images copyright Hunter Freeman 2008

↓ Clin d'œil

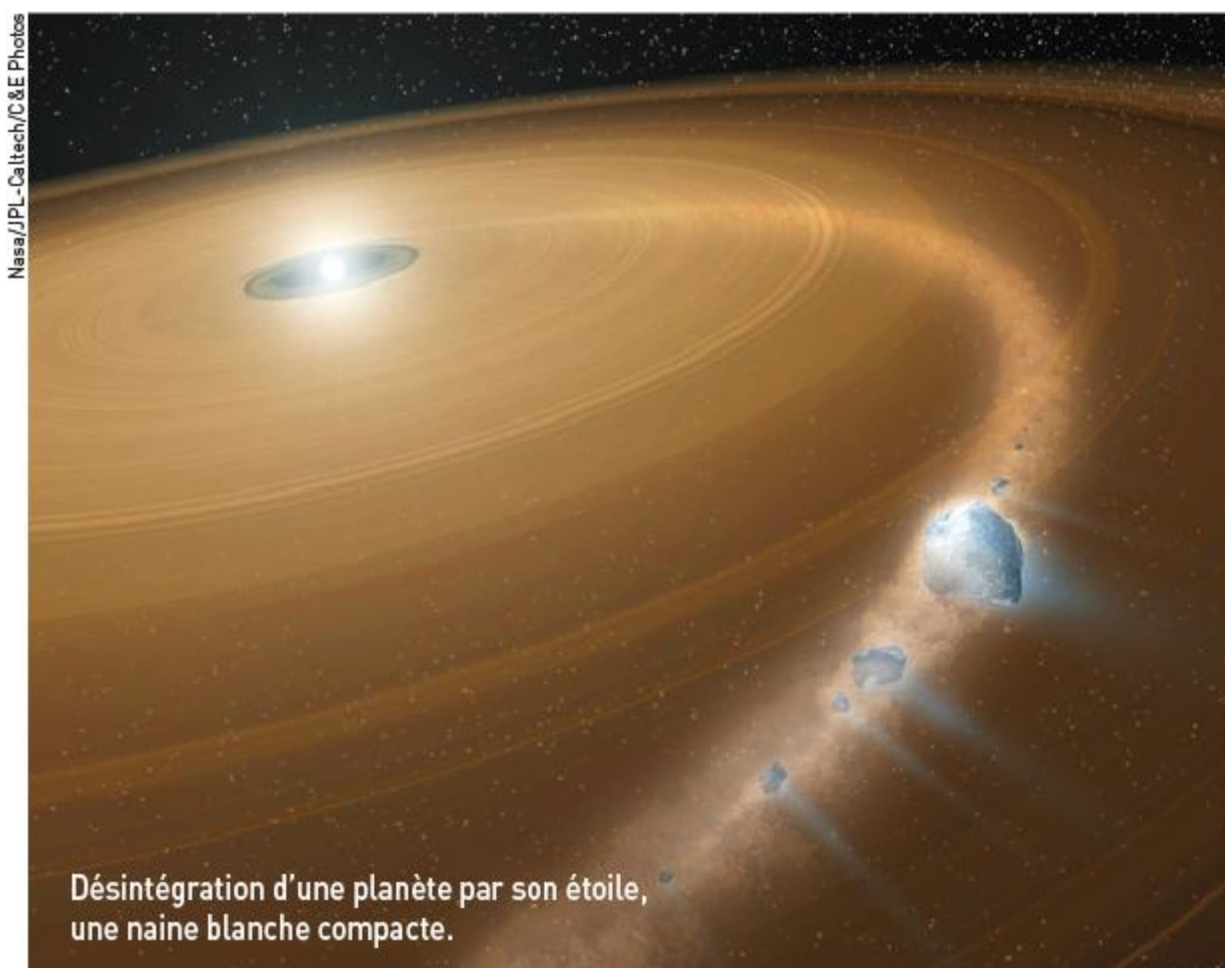
LES HÉROS SONT FATIGUÉS ?

UN ASTRONAUTE DANS UNE LAVERIE, qui lit son journal au café, ou qui s'ennuie devant la télé... Sur son site, le photographe Hunter Freeman s'amuse à placer les héros de la "Nouvelle Frontière" chère aux Américains dans les situations les plus banales de la vie quotidienne. À l'heure où les États-Unis mettent au rencart la navette spatiale et repoussent *sine die* leur projet de (re)conquête de la Lune, le décalage est pertinent !

<http://hunterfreeman.com>

UNE NAINE BLANCHE DÉVORE UNE PLANÈTE

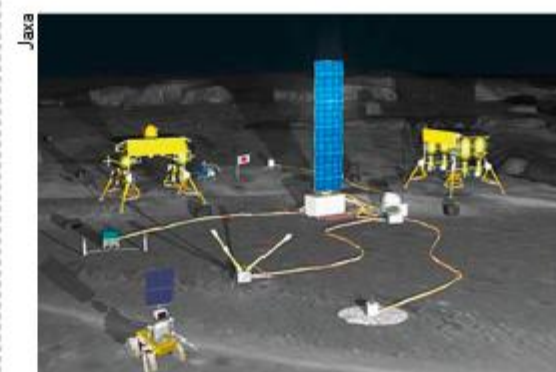
LA NAINE BLANCHE découverte par le Canadien Patrick Dufour et ses collègues, SDSS J073842.56, a-t-elle dévoré une planète ? Sans doute ! C'est en tout cas la façon la plus simple d'expliquer la composition de cette étoile compacte, 10 fois plus riche en éléments lourds (calcium, magnésium, fer...) que ses semblables. Sur une naine blanche, la gravité est 100 000 fois plus intense que sur Terre. Elle contraint les éléments lourds à plonger dans le cœur de l'astre, où ils disparaissent. Observer ceux-ci en surface trahit donc un épisode récent d'accrétion. Les astronomes ont estimé la quantité de matériau lourd présent en surface : 400 millions de milliards de tonnes. C'est l'équivalent d'une planète naine, comme Cérès.



En chiffres

12 000

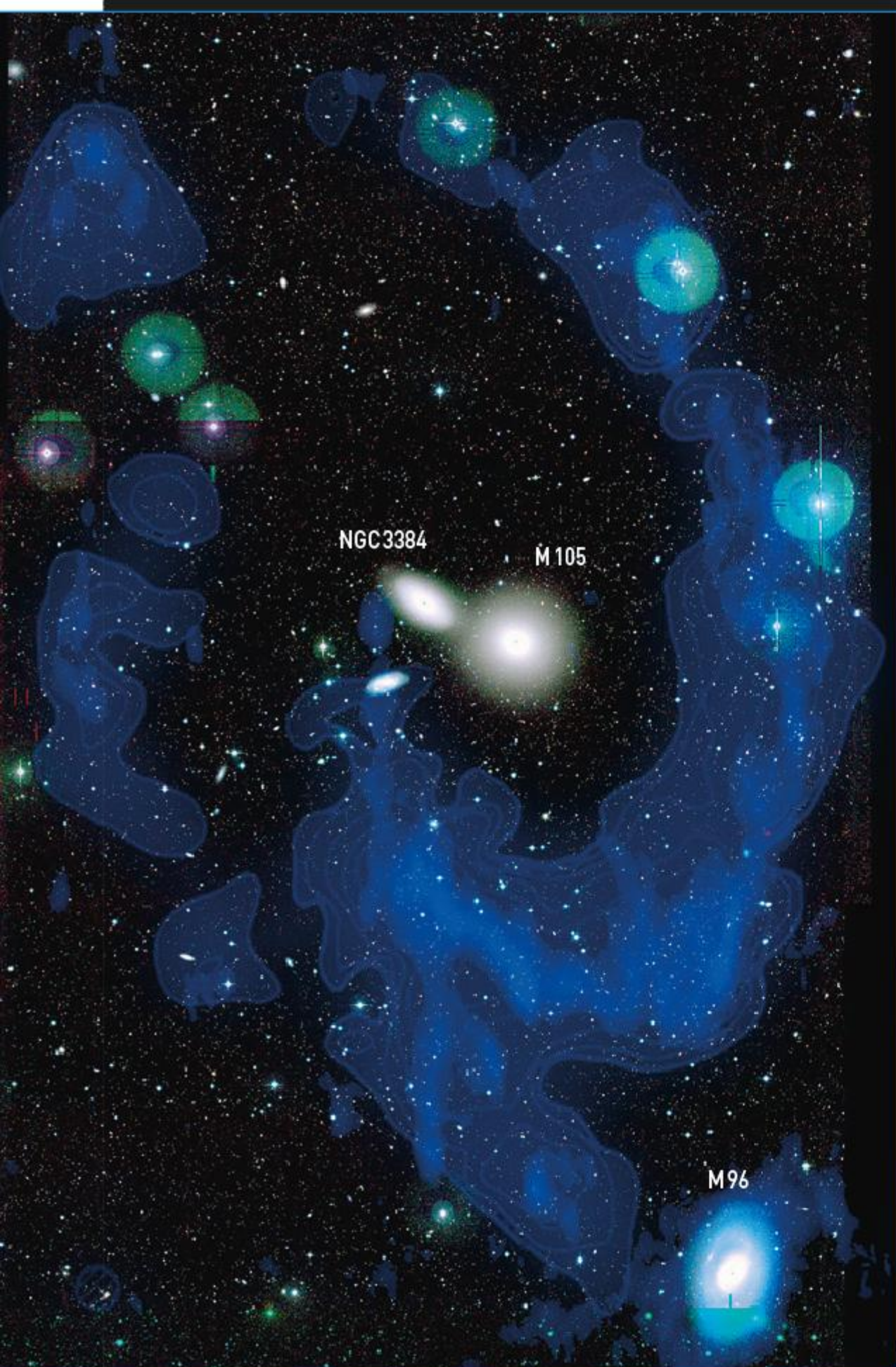
C'EST LE NOMBRE DE JOURS DE VOL atteint par Voyager 2, le 28 juin 2010. Lancée le 20 août 1977, la sonde de la Nasa, qui a traversé le Système solaire, devrait pénétrer dans le milieu interstellaire dans cinq ans.



Les Japonais comptent établir une base automatisée au pôle Sud de la Lune, à partir de 2020. Les installations fonctionneront grâce à un système combinant énergie solaire, piles à combustible et batteries Li-ion.

DES ROBOTS JAPONAIS À LA CONQUÊTE DE LA LUNE

FORT DU SUCCÈS de la mission Kaguya, le Japon souhaite poursuivre son exploration scientifique de la Lune. D'après l'ambassade de France au Japon, le pays envisagerait dès 2015 un alunissage de robots mobiles, équipés de caméras à très haute définition. Le coût de ce projet est estimé à environ 600 millions d'euros. Étape suivante, à partir de 2020 : l'établissement d'une base automatisée au pôle Sud, dans un lieu disposant d'un ensoleillement quasi constant. Ce site permettrait d'étudier le sol sélène, voire d'envoyer sur Terre les échantillons les plus intéressants. Un budget de 1,8 milliard d'euros pourrait être consacré au projet. Au-delà de 2020, le programme est plus ambitieux encore : des vols habités sont envisagés.



VESTIGES D'UNE COLLISION DE GALAXIES DANS LE LION

AVEC SES 600 000 ANNÉES-LUMIÈRE de diamètre, l'anneau d'hydrogène repéré en 1983 dans le groupe de galaxies du Lion était l'un des plus spectaculaires nuages de gaz connu dans l'Univers proche. L'un des plus mystérieux aussi. En associant des observations du télescope Canada-France-Hawaï (CFHT) à des simulations numériques, une équipe menée par Léo Michel-Dansac et Pierre-Alain Duc vient de comprendre son origine.

UN ATOLL D'HYDROGÈNE

Dans la constellation du Lion, une boucle d'hydrogène se déploie sur une surface grande comme huit Pleines Lunes. En bleu, elle est ici superposée à une image prise dans le visible par le CFHT, télescope de 3,6 m de diamètre. Trois galaxies apparaissent ici : NGC 3384, M 105 et M 96.

UN SITE DE FORMATION D'ÉTOILES

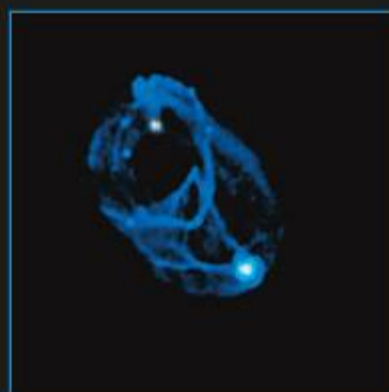
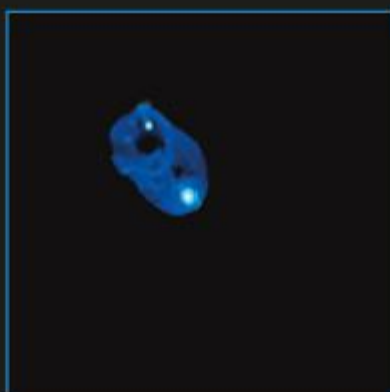
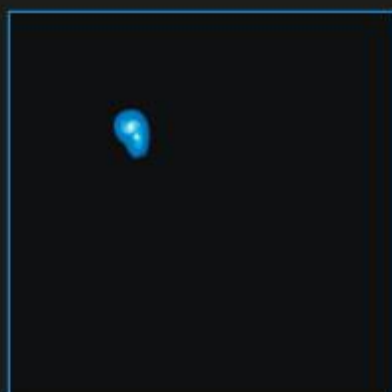
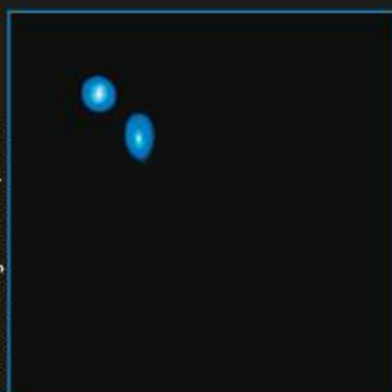
Grâce au CFHT, les astronomes ont pu repérer de jeunes étoiles massives dans l'anneau. Sur ces deux zooms, ce sont les petits points bleutés au milieu des contours blancs (qui représente l'émission ultraviolette vue par le satellite américain Galex). *"On constate aussi qu'il n'y a pas de composante stellaire diffuse dans l'anneau"*, précise Pierre-Alain Duc. L'anneau n'est donc pas une "queue de marée", une galaxie déformée par une autre.



LE RÉSULTAT D'UNE COLLISION ENTRE DEUX GALAXIES

Comme le montre cette simulation, l'anneau est tout de même né d'une collision. Il y a plus d'un milliard d'années, NGC 3384 et M 96 se sont probablement percutées, en éjectant du gaz dans le milieu intergalactique. Dans ce débris de collision, le gaz recyclé forme aujourd'hui de nouvelles étoiles.

Toutes les images : CFHT/Astron



LES RENCONTRES du ciel & de l'espace

Le rendez-vous astronomique de l'année

Le 11 novembre

Journée spéciale Explora

Visitez les expositions
"Le grand récit de l'Univers",
"Objectifs Terre :
la révolution des satellites",
"Science et science-fiction"
en compagnie de chercheurs
et de scientifiques.

Du 12 au 14 novembre

**3 jours de conférences,
de rencontres,
de débats, de forum**

Toute l'actualité scientifique
du domaine, sur la pratique amateur,
les techniques et outils, le loisir,
les destinations...

**Exposition de matériel,
braderie, stands**

Réservation et billetterie ouvertes en septembre

Pré-programme, renseignements :

www.afanet.fr

Les Rencontres !!
du 11 au 14
novembre 2010
**PENSER À
RÉSERVER**
—

Cité des sciences et de l'industrie
PARIS

Une production de l'Association française d'astronomie, de Ciel & Espace, d'ASTRIUM et d'Universcience



La météorite Paris, une pièce à conviction dans l'apparition de la vie

Aude Pétin

Après de rocambolesques aventures, la météorite "Paris" se retrouve entre les mains des scientifiques. Qualifiée d'exceptionnelle, la roche céleste pourrait nous révéler quel rôle a joué l'eau dans la formation des "briques du vivant" identifiées sur les astéroïdes.

"NOUS ne connaissons que quatre météorites semblables, sur les 22 000 répertoriées !" s'enthousiasme Brigitte Zanda. La chercheuse en cosmochimie ⁽¹⁾ du Muséum national d'histoire naturelle a beau être entourée de cristaux multicolores, elle n'a d'yeux que pour la petite roche noire qu'elle tient dans ses mains. Il s'agit d'un fragment d'astéroïde tombé sur Terre. Et pas n'importe lequel. Selon Brigitte Zanda, il *"n'a pratiquement pas subi de transformations géologiques*

dans l'espace" (voir encadré p. 31). Il viendrait donc d'un astéroïde très peu évolué. Cela tombe bien car les scientifiques sont en quête de toutes les informations possibles sur de tels corps célestes. Surtout depuis qu'ils ont découvert sur certaines météorites des molécules similaires à celles qui codent la vie sur Terre. Une question les taraude : quand et comment ces molécules sont-elles arrivées sur ces astéroïdes ? La chercheuse insiste : *"Cette météorite est exceptionnelle !" Presque autant que la*

manière dont elle est entrée en sa possession, en février 2010. Son propriétaire d'alors, Jean-Jacques Corré, est brocanteur amateur. Contrairement aux chasseurs de pierres célestes les plus aguerris, il n'a pas découvert la météorite après avoir longuement arpenté les déserts de la planète. Non, il n'a eu qu'à se rendre à l'hôtel des ventes Drouot, à Paris. En 2001, il assiste à la succession de Jean Colonna-Cimera, ingénieur des Mines en Afrique et en Asie (entre 1940 et 1955) et collectionneur de pièces d'art exotiques. Jean-



Sur la météorite "Paris" (ci-dessus, elle est examinée par Brigitte Zanda), les scientifiques espèrent trouver des indications sur la chimie prébiotique dans le Système solaire.

Les espèces chimiques contenues dans la météorite Paris peuvent permettre de tester l'hypothèse de la panspermie, selon laquelle les briques du vivant seraient venues de l'espace (vue d'artiste).



Jacques Corré acquiert ce jour-là un carton contenant des statuettes africaines et... surprise : au milieu du lot se trouve un gros caillou enveloppé dans une serviette de toilette. *"Je n'étais pas sûr qu'il s'agisse d'une m t eorite, mais c'était une belle pierre. Je l'ai gard e dans une vitrine de mon bureau"*, raconte-t-il. Au bout de six ans, il décide de la faire expertiser à Nantes et, preuve étant faite qu'il s'agit bien d'une m t eorite, il la vend au Muséum en février 2010 : 1,3 kg joliment nommé "Paris" en hommage en son lieu de trouvaille ⁽²⁾.

Une caractéristique du vivant

Aujourd'hui, Paris est en bonne position pour devenir aussi connue que la m t eorite de Murchison, tombée en Australie en 1969. Cette dernière doit son succès aux 70 sortes de molécules que l'on y a retrouvées, appelées "acides aminés", dont certains ont un excès de forme L (**Zoom**).

Or, sur Terre, on ne connaît que 20 acides aminés et ceux utilisés par le vivant sont uniquement de forme L. *"Lorsque l'on retrouve des acides aminés sur les m t eorites, il y a soit un mélange moitié-moitié des deux formes, soit un excès de forme lévogyre"*, explique Laurent Remusat, également cosmochimiste au Muséum. Donc, pour ce dernier

→ Zoom

Certains acides aminés existent sous deux configurations spatiales, images l'une de l'autre dans un miroir,   l'instar de nos deux mains : une forme lévogyre (*levo*, en latin : gauche) et une forme dextrogyre (*dextro*, en latin : droite). Fait notable : le vivant n'utilise que la forme lévogyre.



Jusqu'à la m t eorite Paris, presque tous les indices sur les conditions qui régnaient lors de la formation des planètes étaient issus de la m t eorite australienne de Murchison (ci-dessus).

cas, un excès de molécules d'intérêt biologique. Une constatation qui avait alimenté la théorie de la panspermie — la vie venue de l'espace a pu semencer la Terre —, mais que l'on n'explique toujours pas.

Seulement, voil  : Murchison est très hydratée et les scientifiques n'arrivent pas à savoir si les acides aminés "naissent" grâce à l'eau présente dans les ast ro ides. Au contraire, Paris est peu hydratée, ce qui fait d'elle une pièce à conviction extraordinaire, susceptible

de donner un coup de pouce aux investigations. Y retrouver la même richesse d'acides aminés de forme L que sur Murchison signifierait sans ambiguïté que la circulation d'eau sur les ast ro ides ne crée pas cet excès de forme L. *"Encore faut-il s'assurer que les acides aminés trouvés ne proviennent pas d'une contamination terrestre, souligne Laurent Remusat. Nous cherchons donc des acides aminés qui*

n'existent pas sur notre planète."

D'un autre côté, ne pas trouver d'acides aminés, mais leurs précurseurs — les molécules qui par synthèse forment les acides aminés — serait un argument fort pour dire que l'apparition d'acides aminés (toutes formes confondues) a lieu sur les ast ro ides, toujours grâce à la circulation d'eau. Ces résultats permettraient de trancher sur la manière dont des acides aminés du vivant se sont retrouvés sur les ast ro ides. Pour l'instant, il existe deux scénarios possibles.

Premier scénario : la lumière d'un pulsar aurait irradié ce mélange et détruit les molécules dextrogyres. D'où l'excès de forme L. *"Comme les ast ro ides sont opaques à la lumière, cela aurait eu lieu avant leur création, précise Laurent Remusat. Or les ast ro ides se sont créés très tôt dans l'histoire de notre Système solaire. Donc l'irradiation aurait eu lieu avant que celui-ci se forme [il y a 4,6 milliards d'années, NDLR], ou alors vraiment à ses tout débuts."* L'autre explication consiste à dire que plus un ast ro ide

Les atouts d'une m t eorite immaculée

➤ L'analyse des m t eorites nous permet de reconstituer l'histoire des ast ro ides dont elles sont issues. Au cours de leur voyage dans le Système solaire, les ast ro ides sont chauffés ou altérés par une circulation d'eau, voire les deux. Paris n'aurait presque pas été hydratée : *"On a retrouvé beaucoup de silice dans cette m t eorite. Cela signifie que son ast ro ide était peu hydraté, explique Brigitte Zanda, du Muséum d'histoire naturelle de Paris. Sinon, la silice aurait été remplacée par le sulfure."* De même, Paris a été très peu chauffée : *"Le matériau à l'intérieur des chondres ⁽¹⁾ est bien délimité. Dans les ast ro ides chauffés, ce matériau fond et se m le à d'autres."* Enfin, des fragments de la m t eorite, tombés lors de sa découpe, ont été envoyés en Angleterre pour analyse : *"Cette pierre se trouve à une place charnière entre les m t eorites chauffées et celles hydratées... Et elle n'a presque pas subi l'une ou l'autre de ces transformations."*

(1) Les chondres sont des agrégats de silicates en forme de billes présents dans certaines m t eorites (baptisées chondrites), dont Paris fait partie.

est hydraté, plus il s'enrichit en forme L. Les mesures sur la m t eorite de Murchison ont donné du poids à cette hypothèse. *"Mais il reste à définir le processus aboutissant à cet excès"*, note le chercheur. Un consortium de laboratoires va se partager le travail. En particulier, le laboratoire de cosmochimie du Muséum d'histoire naturelle de Paris, et l'IAS (Institut d'astrophysique spatiale) d'Orsay commenceront la recherche d'acides aminés sur la m t eorite Paris   l'automne 2010. *"C'est une m t eorite de référence. Dans vingt ans, les scientifiques continueront à travailler dessus, conclut Brigitte Zanda. Je me sens le devoir de préserver cette pierre pour les générations futures."* ●

(1)  tude chimique des corps extraterrestres.

(2) Les m t eorites sont généralement baptisées du nom de leur

+ écouter sur www.cieletespaceradio.fr/aout.606

M t eorites : des pierres à remonter le temps avec Matthieu Gounelle, professeur au Muséum national d'histoire naturelle



Les étoiles sont des points dans le ciel. Mais c'est parce qu'elles sont très lointaines. En réalité, certaines sont des géantes qui occuperaient la totalité de la voûte céleste si elles se trouvaient à la même distance que le Soleil. Petit comparatif des tailles stellaires.

Le Soleil face aux géantes de la Galaxie

LE Soleil est gigantesque. Il mesure 1,4 million de kilomètres de diamètre. Son volume pourrait contenir un million de Terre. Si notre planète était un ballon de football, son étoile serait le stade tout entier. Et pourtant... comme la plupart des membres de notre galaxie, c'est une naine au regard de certains monstres stellaires. Rigel, Bételgeuse ou encore Antarès se mesurent en centaines de millions de kilomètres. Et elles-mêmes s'inclinent devant des étoiles plus monumentales encore : VV Cephei et VY Canis Majoris. Si elles étaient placées au centre du Système solaire, ces championnes galactiques occuperaient l'espace jusqu'à Saturne. Quelle taille maximale les étoiles peuvent-elles atteindre ? Attention, ces quelques pages donnent le vertige...

Émilie Martin

Une étoile moyenne de la Voie lactée

Avec un diamètre de 1,4 million de kilomètres, le Soleil est une étoile moyenne de notre galaxie. Comparé à lui, certaines sont immenses. VY Majoris, par exemple, est 1 500 à 2 100 fois plus grande. D'autres en revanche paraissent ridicules. Wolf 359, une naine rouge de la constellation du Lion ne mesure que 220 000 km de diamètre.

+ C À écouter sur www.cieletespaceradio.fr/aout.606

Qu'est-ce qu'une étoile ? avec Roland Lehoucq, dans la série "Les leçons de l'astronome"

+ W À voir sur Internet, en vidéo

Une animation sur les différentes tailles d'étoiles...
www.youtube.com/watch?v=HEeh1BH34Q

... et celle des objets de l'Univers, jusqu'aux galaxies
www.youtube.com/watch?v=2FwCMnyWZDg

Wolf 359

Le Soleil

Pollux

VY Canis Majoris

Aldébaran



Rigel

Trois moyens de mesurer les étoiles

➤ Le diamètre d'une étoile dépend de sa distance et de sa taille apparente sur le ciel. Pour une taille apparente donnée, plus une étoile est lointaine, plus son diamètre réel est grand. Mais la taille apparente est difficile à mesurer sur des objets d'aspect ponctuel comme les étoiles. Pour obtenir une résolution suffisante, il faut utiliser un interféromètre, c'est-à-dire un réseau de télescopes. Bon nombre d'étoiles ont ainsi été mesurées grâce à l'interféromètre du Very Large Telescope (Chili). Le diamètre d'une étoile est également déduit de sa luminosité et de sa température. À une température donnée, plus une étoile est lumineuse, plus elle est grande. La température est déterminée à l'aide d'un spectrographe (qui décompose la lumière) et la luminosité est déduite de la distance et de la luminosité apparente. Enfin, on peut déterminer le diamètre si l'étoile est en couple. Si l'on connaît la masse des deux étoiles, la période du système nous permet, par la troisième loi de Kepler, de connaître la distance qui les sépare. On a alors la vitesse de ces étoiles. La durée des éclipses (c'est-à-dire lorsqu'une étoile passe devant l'autre) donne alors le diamètre des deux astres.

Des sœurs aînées du Soleil

Parmi les premières étoiles dépassant en taille notre Soleil, on trouve en fait des astres de même masse que lui, mais à un stade plus avancé de leur combustion.

Illustration : L. Brey/C&E Photos

Sirius A, près du double du Soleil

Diamètre : 2,4 millions de kilomètres
Masse : 2,2 fois celle du Soleil
Distance : 8,6 années-lumière
Constellation : le Grand Chien
Luminosité : 25 fois celle du Soleil

SIRIUS EST À LA FOIS proche du Soleil et lumineuse, ce qui fait d'elle l'étoile la plus brillante du ciel nocturne. Elle est composée de deux étoiles, Sirius A et Sirius B, séparées de 20 unités astronomiques (UA)⁽¹⁾ et âgées de 230 millions d'années. Plus massive, Sirius B a déjà évolué en géante rouge, puis en naine blanche voici 120 millions d'années. Sirius A, dans la force de l'âge, brûle toujours l'hydrogène de son cœur. Elle est 10 000 fois plus lumineuse que sa compagne.

(1) 1 UA égale la distance moyenne Terre-Soleil.

Pollux, 9 fois plus grande que le Soleil

Diamètre : 12 millions de kilomètres
Masse : 1,9 fois celle du Soleil
Distance : 33 années-lumière
Constellation : les Gémeaux
Luminosité : 32 fois celle du Soleil

POLLUX EST UNE ÉTOILE un peu plus massive que le Soleil qui a terminé la combustion de l'hydrogène de son cœur. Elle est donc devenue une géante orange. En 2006, l'équipe de Hatzes et Cochran a découvert autour d'elle une planète du double de Jupiter. À ce jour, c'est la seule planète extrasolaire connue autour d'une étoile visible à l'œil nu.

Arcturus, 25 fois plus grande que le Soleil

Diamètre : 40 millions de kilomètres
Masse : semblable à celle du Soleil
Distance : 37 années-lumière
Constellation : le Bouvier
Luminosité : 210 fois plus que le Soleil

EN GREC ANCIEN, Arcturus signifie le "gardien de l'Ourse". Dans la mythologie, l'étoile la plus brillante du Bouvier veille sur Callisto et son fils Arcas, transformés par Zeus en constellations : la Grande Ourse et la Petite Ourse. En réalité, Arcturus est une étoile de même masse que le Soleil, mais plus évoluée. Ayant épuisé l'hydrogène de son cœur, elle brûle désormais celui de son enveloppe externe, ce qui la fait gonfler démesurément. Arcturus est au stade de sous-géante rouge. Elle donne une bonne idée de ce qu'il adviendra du Soleil dans 5 milliards d'années.



Le Soleil

Aldébaran, 44 fois plus grande que le Soleil

Diamètre : 61 millions de kilomètres

Masse : 2 fois celle du Soleil

Distance : 65 années-lumière

Constellation : le Taureau

Luminosité : environ 425 fois celle du Soleil

ALDÉBARAN, "LE SUIVEUR" en arabe, porte ce nom car elle suit la course des Pléiades dans le ciel. C'est une géante rouge qui a épuisé toutes les réserves d'hydrogène de son cœur. Sur le ciel, elle semble être le membre le plus brillant de l'amas des Hyades, mais ce n'est qu'une impression : l'amas est situé deux fois plus loin que l'étoile. Les astronomes suspectent la présence autour d'Aldébaran d'une planète très massive, voire d'une naine brune, ce qui n'a pas encore été confirmé.

Rigel, 74 fois plus grande que le Soleil (informations page suivante)

Le royaume des monstres

Voici maintenant des étoiles qui, à leur naissance, étaient plus massives que le Soleil. Du coup, elles évoluent beaucoup plus vite que lui et en gonflant bien davantage.

Illustration : L. Bred/C&E Photos

Rigel, 74 fois plus grande que le Soleil

Diamètre : entre 86 et 97 millions de kilomètres
Masse : 17 fois celle du Soleil
Distance : 800 années-lumière
Constellation : Orion
Luminosité : 40 000 fois celle du Soleil

RIGEL DESSINE le pied gauche du chasseur Orion. L'étoile est en fait un système composé de Rigel A et de Rigel B, elle-même constituée de deux membres. Rigel A, la plus lumineuse, est une étoile supergéante bleue. Si elle est bleue, c'est parce qu'elle est très chaude : 11 000 °C en surface.

Bételgeuse, 600 fois plus grande que le Soleil

Diamètre : 930 millions de kilomètres
Masse : 15 fois celle du Soleil
Distance : 450 années-lumière
Constellation : Orion
Luminosité : 105 000 fois celle du Soleil

BÉTELGEUSE, qui dessine l'épaule gauche d'Orion, est une étoile très massive. Elle a donc épuisé ses réserves en seulement quelques millions d'années. Elle est aujourd'hui âgée de 8,5 millions d'années. Déjà très grande dans sa prime jeunesse, elle est devenue monstrueuse en gonflant. Elle est aujourd'hui instable et éjecte la matière de ses couches extérieures. Du coup, elle rétrécit. Entre 1993 et 2009, son diamètre a diminué de 15 %. Dans les prochains millénaires, quand son cœur ne sera plus constitué que de fer, Bételgeuse explosera en une supernova, dont l'éclat dans notre ciel dépassera celui de la Pleine Lune.

Antarès, 1 000 fois plus grande que le Soleil

Diamètre : 1 milliard de kilomètres
Masse : 15,5 fois celle du Soleil
Distance : 600 années-lumière
Constellation : le Scorpion
Luminosité : 10 000 fois celle du Soleil

SUR LE CIEL, Antarès paraît rouge comme la planète Mars. D'où son nom qui signifie "le rival d'Arès", Arès étant le nom grec du dieu Mars. Tout comme Bételgeuse, c'est une supergéante rouge, c'est-à-dire une étoile en fin de vie ayant épuisé toutes ses réserves d'hydrogène au cœur. Comme elle est proche de l'écliptique, elle est parfois occultée par la Lune. Ce fut le cas le 31 juillet 2009.

Le Soleil

Le Système solaire à l'échelle



Uranus

VV Cephei, 1 500 à 1 900 fois plus grande que le Soleil

Diamètre : entre 2,1 et 2,6 milliards de kilomètres

Masse : mal connue, entre 25 et 100 fois celle du Soleil

Distance : 3 000 années-lumière

Constellation : Céphée

Luminosité : 275 000 à 300 000 fois celle du Soleil

LA SUPERGÉANTE rouge VV Cephei est un monstre stellaire. Monumentale, elle est aussi hyperlumineuse. Elle est accompagnée de VV Cephei B, une étoile chaude dans la force de l'âge, 10 fois plus grande que le Soleil et 100 000 fois plus lumineuse ; 25 UA séparent les deux étoiles du couple.

Quelle est la taille maximale d'une étoile ?

➤ Les étoiles vivent en équilibre. La gravité, qui tend à les contracter, est contrebalancée par la pression de radiation (l'énergie produite par l'étoile). La taille limite au-delà de laquelle cet équilibre est rompu est estimée à 1 500 fois celle du Soleil. Ensuite, la gravité devient trop faible en "surface" et la pression de radiation l'emporte : la matière s'échappe.

VY Canis Majoris, 1 500 à 2 100 fois plus grande que le Soleil

Diamètre : 2,5 à 2,9 milliards de kilomètres

Masse : 15 à 25 fois celle du Soleil

Distance : 4 900 années-lumière

Constellation : le Grand Chien

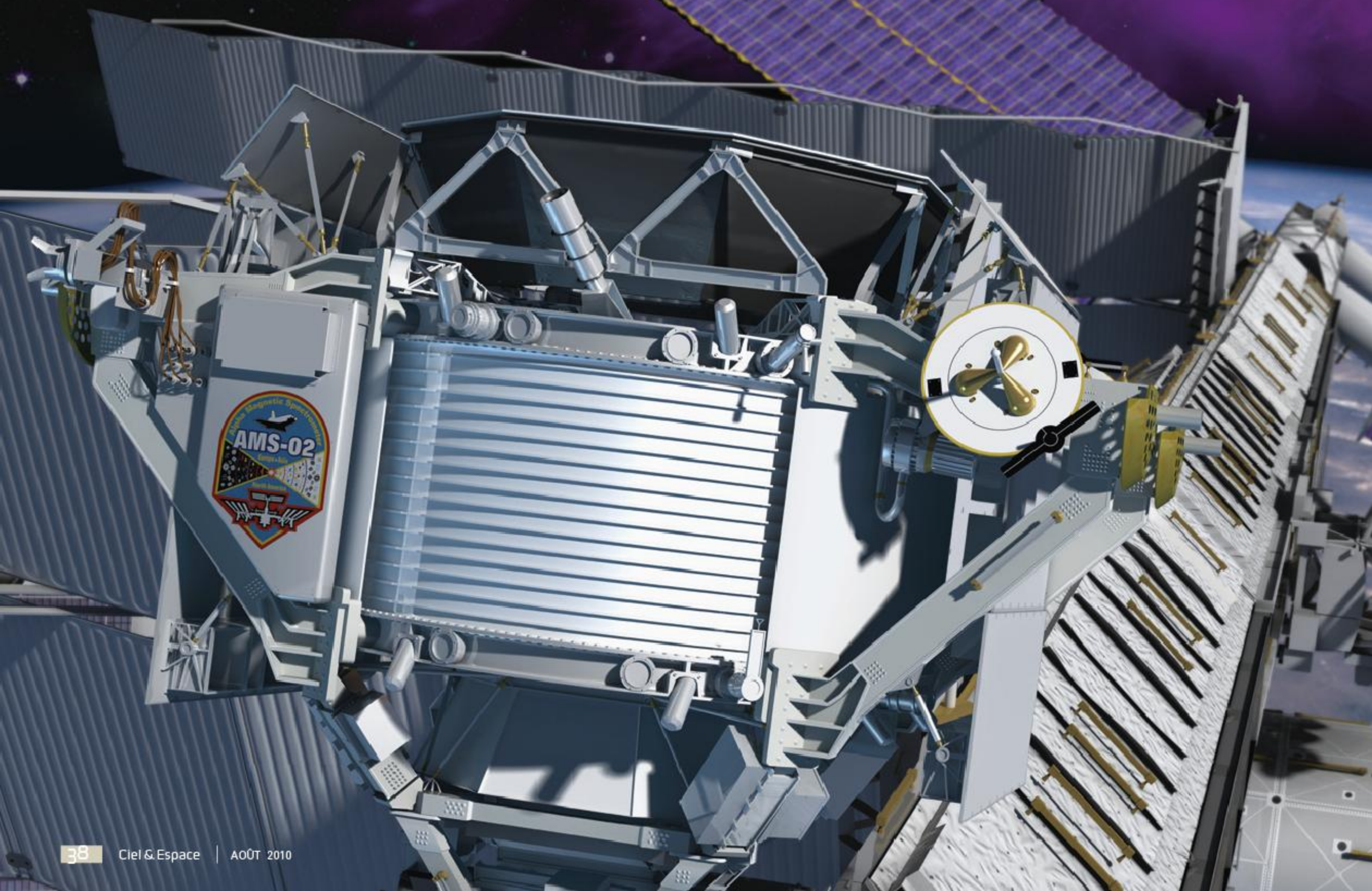
Luminosité : 300 000 fois celle du Soleil

C'EST PEUT-ÊTRE l'étoile la plus gigantesque connue à ce jour. VY Canis Majoris est 2 100 fois plus grande que le Soleil, indique une étude récente menée par Roberta Humphreys (université du Minnesota). Si la Terre était réduite à une sphère d'un centimètre de diamètre, à la même échelle, VY Canis Majoris mesurerait 2,3 km de diamètre. Plus de mille ans seraient nécessaires à un avion de ligne pour en faire le tour complet ! Mais les astronomes ne sont pas tous d'accord pour dire qu'elle détient le record absolu. Selon Bertrand Plez, de l'université Montpellier 2, elle n'est "que" 1 500 fois plus grande que le Soleil et partage donc le titre avec VV Cephei et d'autres étoiles de même calibre.

Début 2011, le plus fin détecteur d'antimatière jamais construit décollera à bord de la dernière navette spatiale. L'Alpha Magnetic Spectrometer sera fixé sur la station internationale avec un objectif ambitieux : traquer des planètes, des étoiles et des galaxies entières composées d'antimatière.

LA CHASSE AUX ANTIMONDES EST OUVERTE

Dossier réalisé par Benoît Rey





Où diable est passée l'antimatière ? Nos planètes, nos étoiles, nos galaxies sont exclusivement faites de matière. Nos atomes sont des nuages d'électrons négatifs autour d'un noyau de protons positifs. Nulle trace d'électrons positifs ou de protons négatifs dans la nature, sauf en quantités infimes. Où est passé tout le reste ? La physique martèle que matière et antimatière naquirent en quantités identiques peu après le big bang. Très bien ! Reste maintenant à mettre la main sur la seconde moitié du monde... C'est ce que tentera un instrument unique au monde, l'Alpha Magnetic Spectrometer (AMS), dont l'installation sur la station internationale est prévue en février 2011. Ce jour-là, à la satisfaction des 600 physiciens des 16 pays qui ont collaboré à sa fabrication, il deviendra le meilleur détecteur de particules jamais lancé dans l'espace. Il traquera l'antimatière dans l'afflux permanent de matière en provenance du cosmos.

La mission d'AMS n'est pas des plus aisées. Un proton et un antiproton se ressemblent comme deux gouttes d'eau : même masse, même durée de vie, etc. Seule leur charge électrique, de valeur opposée, diffère. Idem pour l'électron et son alter ego, le positron. Et même chez le neutron qui, comme son nom l'indique, n'a pas de charge électrique ! Mais ce n'est pas une particule élémentaire. Il est composé de trois quarks de charge différente, dont la somme est nulle (voir illus-



L'antimatière programmée pour disparaître

p. 42



Annihilation fatale chez les étoiles monstrueuses

p. 47

tration p. 44). Chaque quark a son antiquark, pouvant composer un antineutron.

Bref, toute particule a sa jumelle. Qui est aussi son ennemie mortelle. Car dès que matière et antimatière entrent en contact, elles s'annihilent : elles se changent en énergie pure, dans un flash d'une violence inouïe. La rencontre d'un demi-gramme de chaque espèce provoquerait une déflagration de la puissance de la bombe d'Hiroshima !

Au moins, nous sommes certains que l'antimatière ne se cache pas sur la Terre. Sinon, nous nous en serions vite aperçu... Et sur le Soleil ? Chaque jour, *via* les vents solaires, notre étoile nous asperge de son enveloppe qui, si elle était faite d'antimatière, nous aurait carbonisés en touchant ...

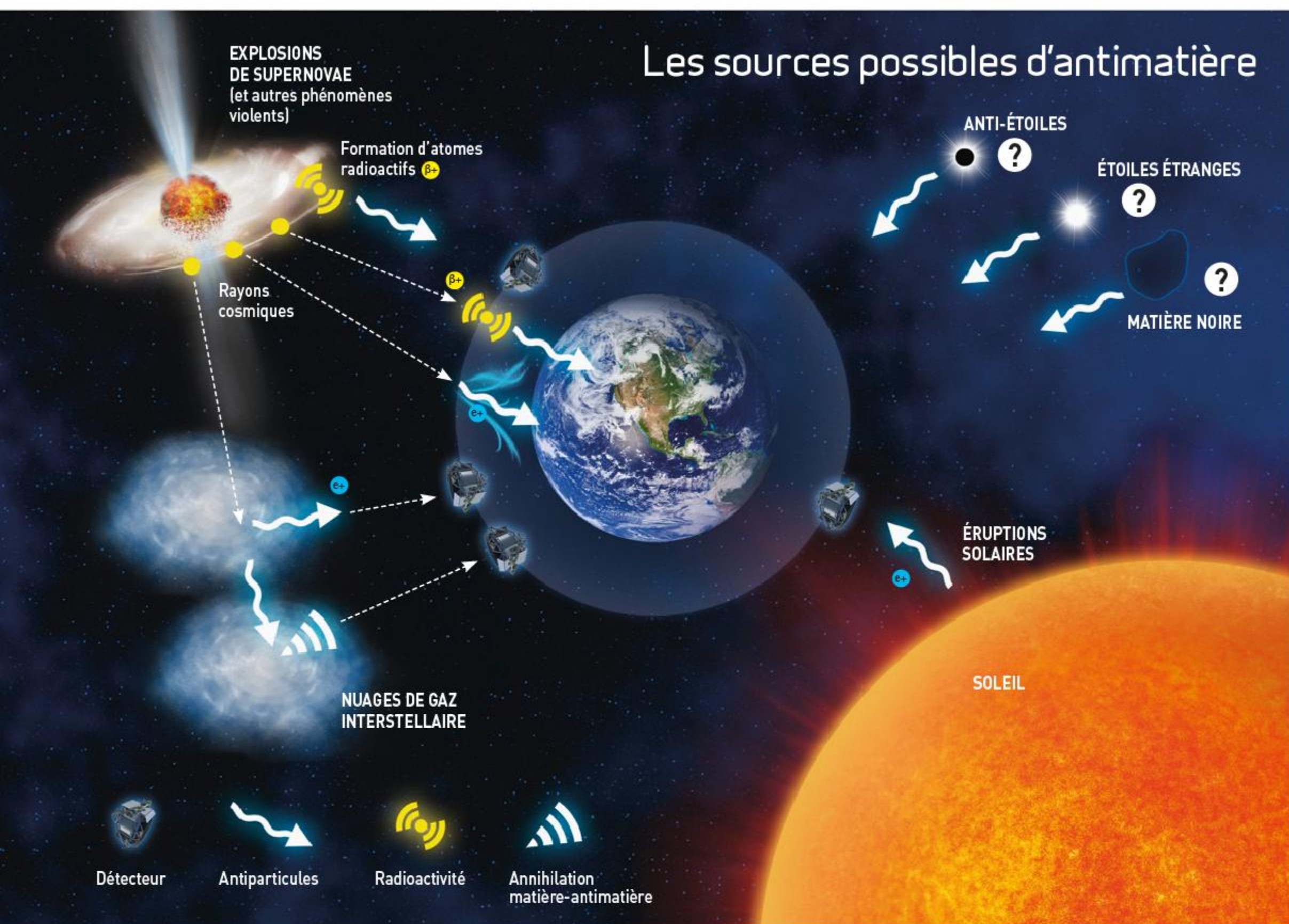
Après une grande période d'incertitude due à la désintégration de la navette Columbia en 2003, le chasseur d'antimatière Alpha Magnetic Spectrometer (AMS, visible ci-contre au premier plan) sera enfin installé sur la station spatiale internationale l'année prochaine.

Des mondes composés d'antimatière sont-ils possibles ? Existe-t-il, loin dans l'Univers, des antigalaxies où brillent des antiétoiles ? C'est la fascinante question à laquelle doit répondre AMS.



Nasa/STSC/Aura/C&E Photos

Nasa



... l'atmosphère. Ce n'est pas là non plus qu'il faut chercher. Dans une étoile proche, alors ? Pas davantage, ses vents auraient réagi avec le gaz interstellaire dans d'immenses gerbes d'énergie que nous aurions

déjà repérées. Dans une galaxie voisine, peut-être ? Non, même problème à la frontière qui la sépare de nous.

Reste les galaxies très lointaines. C'est la thèse qu'explorera AMS : dès l'origine, les

sœurs ennemies auraient été arrachées l'une à l'autre, et expulsées chacune dans un coin de l'Univers, y déployant paisiblement leurs étoiles, leurs planètes, leurs êtres vivants. Sans ce déchirement originel, elles se

Deux pistes ouvertes par l'antimatière

La matière noire.

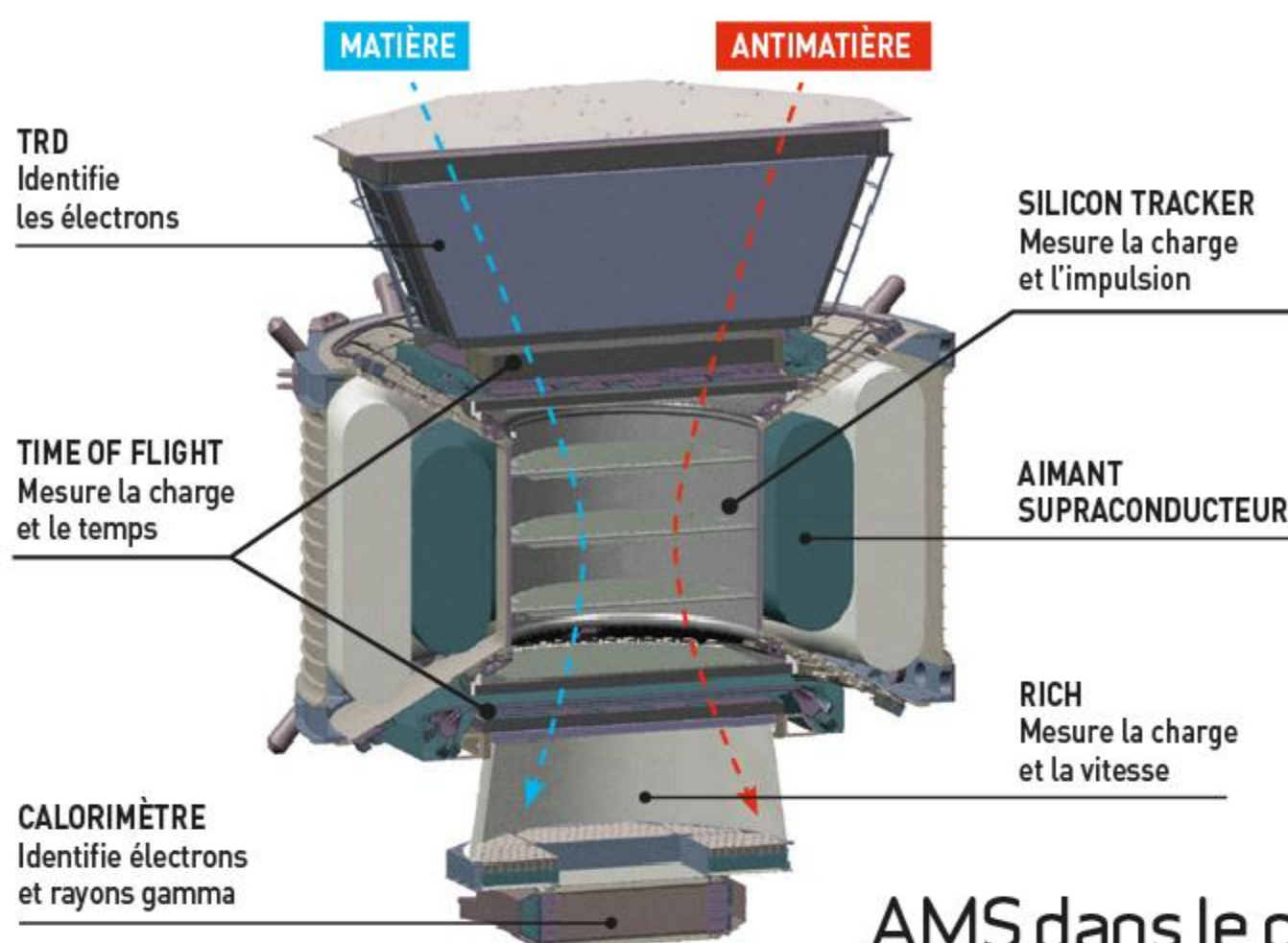
L'antimatière est très rare dans notre galaxie. Un léger excédent par rapport à la théorie serait aisément détecté et trahirait les phénomènes obscurs qui en seraient à l'origine. Par exemple, la matière noire est cinq fois plus abondante dans les galaxies que

la matière usuelle, qui compose les étoiles. Mais elle ne rayonne aucune lumière, et on n'en connaît à peu près rien. La théorie la plus en vogue pour expliquer la nature de cette matière sombre est celle des Wimps : des particules sans charge, mais 50 fois plus massives que l'atome

d'hydrogène. Or, d'après les théoriciens, les Wimps, en s'entrechoquant, pourraient s'annihiler et former des antiparticules.

Les trous noirs primordiaux. Ces astres hypothétiques sont censés être apparus peu après le big bang.

L'Univers était alors si dense qu'ils auraient pu se former spontanément, bien avant les premières étoiles. Un milliard de fois plus petits qu'une tête d'épingle, leur masse serait tout de même de 10^{14} kg ! Et ils seraient actuellement en phase finale d'évaporation, émettant des antideutérons



AMS dans le détail

seraient sans nul doute entretuées, ne laissant derrière elles que des photons. L'Univers ne serait plus aujourd'hui qu'un gigantesque, vide et monotone océan de lumière. Sans nul doute. Mais il en faut la preuve.

L'antimatière existe, on le sait. On en fabrique à foison dans les accélérateurs de particules. C'est ce qui nous permet de la connaître si bien, malgré son absence. Dans la nature, elle peut être produite à partir de matière ordinaire selon deux procédés, surtout observés dans les étoiles. D'une part, par radioactivité bêta : dans un noyau, un proton se transforme en neutron, ce qui relâche, entre autres, un positron. D'autre part, par collision : quand deux particules de matière se percutent à grande vitesse, elles sont non seulement déviées et ralenties, mais une partie de l'énergie dégagée par le choc peut se matérialiser en d'autres particules. C'est la

spectaculaire illustration de la célèbre formule $E = mc^2$ d'Einstein.

Comme si, lors d'une partie de billard, à chaque contact entre les boules, on voyait en apparaître de nouvelles qui, en s'entrechoquant, se multipliaient à leur tour. En une fraction de seconde, le tapis serait empli d'une myriade de boules de toute taille et de toute couleur ! Des antiparticules naissent parfois de telles collisions. Ainsi, on en trouve dans les accélérateurs, et surtout lors des supernovae.

Bombardement permanent

Au final, nous sommes en permanence bombardés d'antimatière. La détecter directement exige de la saisir avant qu'elle ne s'annihile sur les atomes de l'atmosphère. C'est pourquoi AMS sera mis sur orbite à 400 km d'altitude. Mais comment distinguer, dès lors, l'antimatière créée dans notre voisinage par les étoiles de celle, originelle, provenant des hypothétiques antimondes lointains ? Un positron reste un positron, quel que soit son lieu de naissance.

La réponse est dans le nom du détecteur AMS. Alpha désigne le noyau de l'atome d'hélium, composé de deux protons et deux neutrons. Sa synthèse exige, en toute logique, de réunir ces quatre particules au même endroit au même moment, ce qui est déjà hautement improbable. Mais il faut en plus qu'elles se lient entre elles sans s'entrechoquer, donc qu'elles aient la même vitesse et la même direction. "De telles conditions n'existent qu'au cœur des étoiles, où la pres-



Nasa. À gauche : Nasa/D. Hodasawa/C&E Photos

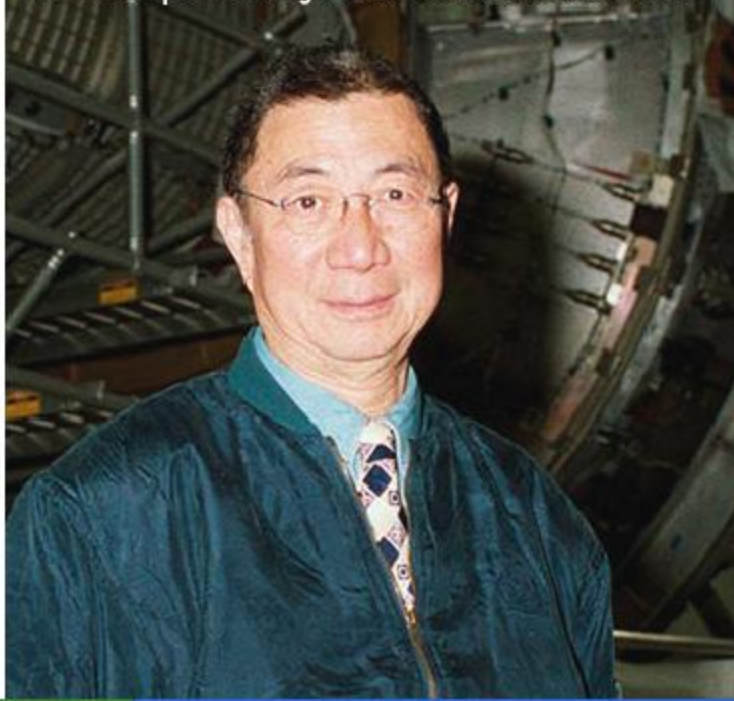
Refroidi à -200 °C , l'aimant supraconducteur d'AMS est le plus gros jamais envoyé dans l'espace. Au total, le détecteur pèse 6 tonnes et mesure 2,5 m de haut.

sion faramineuse les force à s'agglomérer", explique Jean-Pierre Vialle, du LAPP⁽¹⁾ et responsable d'AMS pour la France. Ainsi, les particules alpha ne peuvent être fabriquées que dans les étoiles. De même, les antiparticules alpha ne peuvent être fabriquées qu'en réunissant deux antiprotons et deux antineutrons... au cœur d'une anti-étoile. "La détection d'un seul noyau d'antihélium serait un signe incontestable de l'existence des antimondes", garantit le chercheur. C'est la preuve que traquera AMS !

L'idée du détecteur germe en 1994, après l'abandon par les États-Unis de leur Superconducting Super Collider, un accélérateur de particules géant dont une vingtaine de kilomètres avaient déjà été creusés. Le prix Nobel Samuel Ting⁽²⁾ propose en contrepartie un détecteur de particules à moindre coût, mais placé sur orbite. L'idée est bien acceptée par la Nasa. En juin 1998, un prototype d'AMS est emporté par la navette Discovery, lors d'un vol vers la station russe Mir. Trois des douze jours de la mission sont réservés au test de ce prototype. Tout se passe comme prévu. L'élaboration du chasseur d'antimatière est alors lancée. Malheureusement, le 1^{er} février 2003 survient l'accident de la navette Columbia, dans lequel périssent les sept membres de l'équipage. La Nasa réduit au strict nécessaire les vols de navette. AMS est déprogrammé.

Mais Samuel Ting est quelqu'un d'obstiné. Il met toutes ses forces dans la bataille, fait jouer tous ses contacts pour réhabiliter le détecteur. Sa persévérance paie. ●●●

Sans l'obstination du prix Nobel Samuel Ting, AMS n'aurait sans doute jamais volé. Mais l'Américain s'est battu pour que la mission ne soit pas annulée après la tragédie de la navette Columbia.



En juin 2008, le Congrès oblige la Nasa à financer un vol à 400 millions de dollars pour emporter AMS vers l'ISS. La mission est sauvée. L'instrument décollera lors de l'ultime vol de la navette Endeavour, début 2011.

"Et s'il trouve le fameux antihélium, cela fera beaucoup de bruit, promet Jean-Pierre Vialle. Tous les modèles cosmologiques ont été élaborés en admettant l'absence d'antimatière. Il faudra alors les revoir entièrement" (lire article suivant). Et si AMS ne trouve rien ? Les sept petites tonnes de l'appareil ont tout de même coûté 2 milliards d'euros (dont 2 millions à la France)... *"Si nous ne détectons aucun antihélium, l'instrument est si sensible que nous pourrions tout de même conclure : les antimondes n'existent pas. Nous ne saurons toujours pas où est passée l'antimatière, mais nous saurons où ne plus la chercher."*

"Et puis, AMS a d'autres objectifs importants, qui sont aussi de grands mystères de l'Univers, rappelle Aurélien Barrau, du LPSC⁽²⁾ et membre de l'expérience. La matière noire, les étoiles étranges, les microtrous noirs primordiaux... Autant de phénomènes qui pourraient produire de l'antimatière. Elle n'est pas qu'un but en soit, elle représente aussi un excellent outil d'étude. Elle est en quantité infime dans l'Univers autour de nous, si bien qu'un astre qui en ajoute un soupçon trahit aussitôt sa présence."

Peut-être AMS révélera-t-il l'origine de la disparition de l'antimatière... Quoi qu'il en soit, l'antimatière sera une alliée précieuse pour démystifier les autres grandes questions du cosmos. Et dans quelques années, soit elle nous sera devenue familière, soit au contraire elle aura accédé au rang de mystère numéro un de l'Univers, ayant contribué à détrôner tous ses concurrents. ●

(1) Laboratoire d'Annecy-le-Vieux de physique des particules.

(2) Ce physicien du Massachusetts Institute of Technology a reçu le prix Nobel en 1976 pour la découverte d'une particule exotique nommée J/Psi.

(3) Laboratoire de physique subatomique et de cosmologie de Grenoble.

+  À écouter sur www.cieletespaceradio.fr/aout.606

L'antimatière, le monde dans un miroir
avec les physiciens Gabriel Chardin et Patrice Pérez

+  À découvrir sur Internet, en vidéo

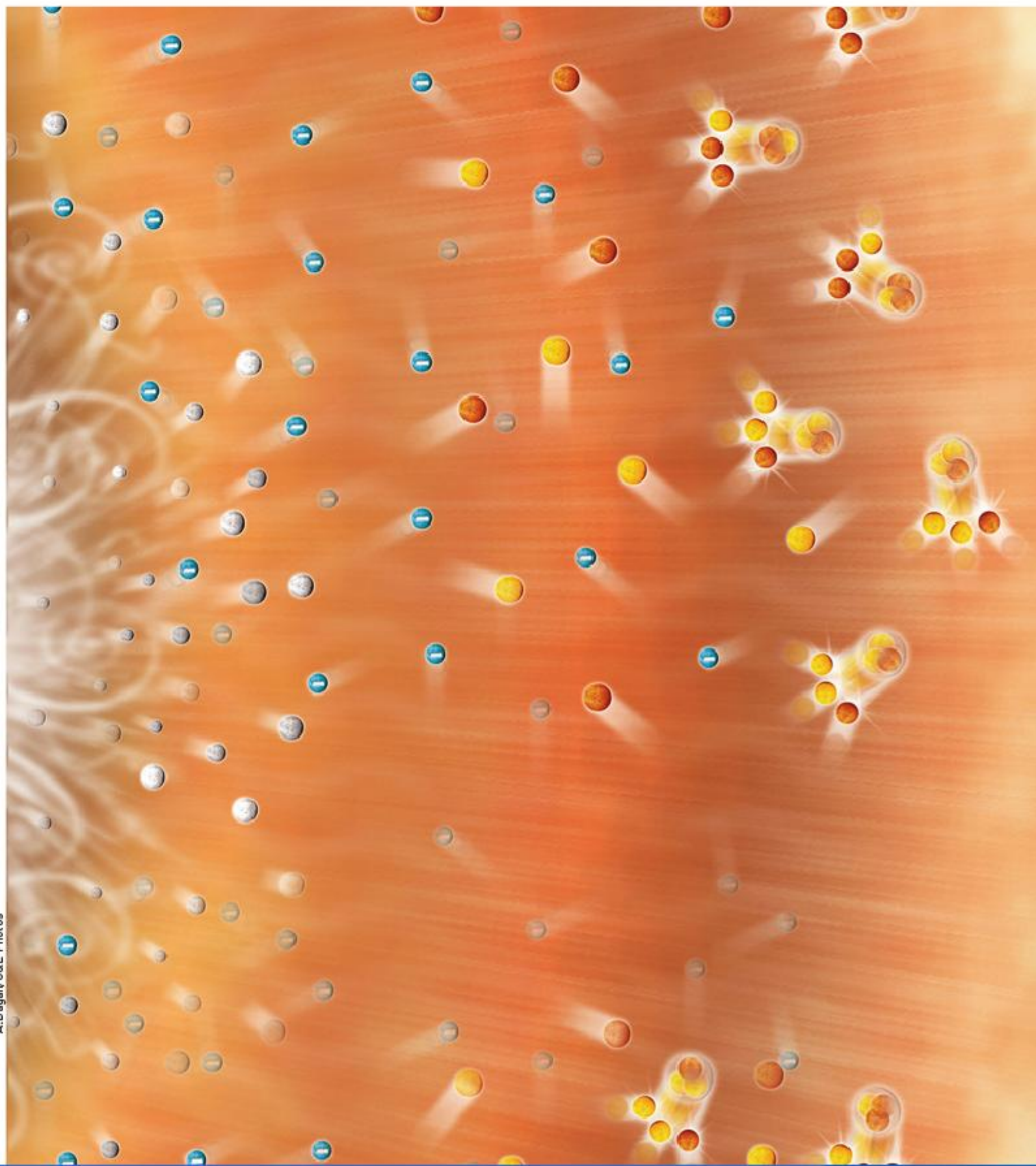
L'installation d'AMS sur la station internationale
www.youtube.com/watch?v=g5iOj2gKr8o

Les objectifs d'AMS
www.youtube.com/watch?v=GOJscquXNQ

Un reportage de reportage France 3 sur la mission
www.youtube.com/watch?v=YXUAFnCWfr0

L'antimatière programmée pour disparaître

La découverte d'antimondes par le détecteur AMS provoquerait une véritable révolution en physique. En effet, les théories actuelles supposent que l'antimatière a disparu dans la première seconde de l'Univers. De ces premiers instants, seule une fraction minime de la matière aurait survécu. Un déséquilibre originel bien difficile à expliquer...



LE détecteur AMS (lire page 78) pourrait ne jamais trouver l'ombre d'une anti-étoile. C'est même l'éventualité la plus crédible pour les spécialistes. Selon eux, l'antimatière aurait disparu peu après le big bang, dans une annihilation massive entre particules et antiparticules. Seule une quantité infime de matière serait sortie indemne. Et cette survivante aurait ensuite formé l'Univers tel que nous le connaissons.

En effet, l'hypothèse qu'il existe des mondes d'un côté de l'Univers, et des antimondes de l'autre est difficile à accepter pour la physique actuelle. *"Tout d'abord parce qu'il faut les séparer à l'origine, explique Pierre Salati, du LAPTH⁽¹⁾. Et nous ne connaissons aucun mécanisme de ce genre."* Ensuite, à cause de l'énergie libérée par l'annihilation. Avec les progrès de l'instrumentation, nous devrions déjà avoir décelé les flambées d'annihilation aux frontières. Or, ce n'est pas le cas.

Alors, de deux choses l'une. Soit les bulles respectives de matière et d'antimatière sont

gigantesques, de la taille de l'Univers observable. Mais cela contredit le principe de Copernic, selon lequel il n'y a pas de lieu privilégié dans l'Univers. Ce qui se passe en un point donné du cosmos peut en toute probabilité se produire aussi en d'autres endroits. Seconde hypothèse : l'antimatière a bel et bien été rayée de la carte. Et rien ne sert de la chercher, cela fait 13,7 milliards d'années qu'elle n'existe plus !

Tout se serait joué dans la première seconde de l'Univers. Les toutes premières briques de la matière, les quarks (voir dessin p. 44) et les antiquarks, apparaissent en quantités égales, seulement 10^{-32} seconde après le big bang. La température est alors de 10^{25} degrés ! L'Univers est une soupe de particules baignant librement dans de la lumière, s'annihilant et se régénérant en permanence. Puis les quarks, qui ne sont pas solitaires de nature, s'assemblent par trois pour constituer les protons et les neutrons. Ceux-ci engagent alors une lutte à mort avec leurs antiparti-

cules, provoquant une annihilation massive dont naissent des photons.

Or, nous existons. C'est donc qu'entre la naissance des briques élémentaires et cette annihilation, il y a eu un léger excédent de matière. À la fin de la bataille, des particules n'ont pas trouvé leur antiparticule. Elles ont donc survécu et formé les premiers atomes, puis les étoiles et les planètes, bref toute la matière actuelle. *"On décèle aujourd'hui des photons issus de cette époque d'annihilation, dont la quantité, d'après $E = mc^2$, correspond à un milliard de fois celle de la matière de l'Univers",* explique Catherine Thibault, du CSNSM⁽²⁾. Autrement dit, la quantité actuelle de matière, le surplus initial, ne représente qu'un milliardième de ce qui a été produit lors du big bang.

Une pincée de matière en plus

Et si justement, c'était dès l'origine que tout s'était joué ? Il suffit d'admettre que l'Univers contenait d'emblée un milliardième de plus de matière que d'antimatière, ...

LEXIQUE

Forces fondamentales : quatre forces fondamentales existent dans la nature : la gravitation, la force électromagnétique, l'interaction forte et l'interaction faible. Les deux dernières règnent au sein du noyau atomique.

Interaction faible : force qui agit sur toutes les particules et provoque la dissociation de certains noyaux. Au cœur des étoiles, elle permet la transformation d'un proton en neutron, phénomène responsable de la combustion de l'hydrogène.

Interaction forte : elle assure la cohésion du noyau atomique en liant les quarks entre eux et en contrecarrant les effets répulsifs entre protons.

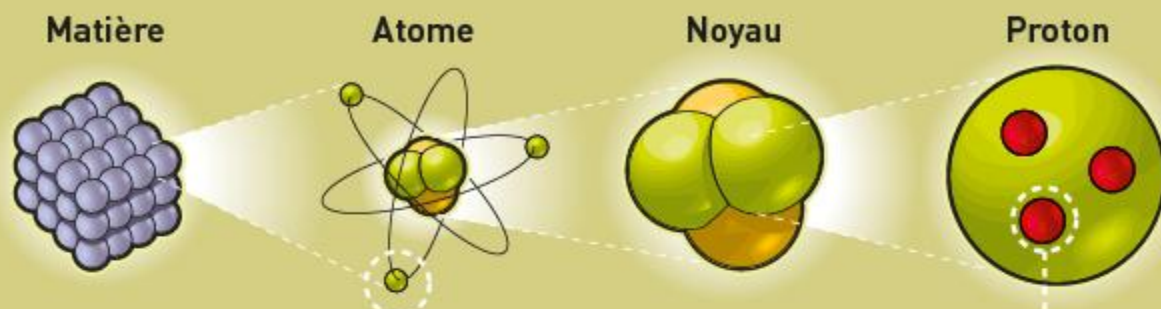
Modèle standard : c'est la théorie actuelle qui décrit les phénomènes observables à l'échelle des particules. Elle fait intervenir les trois interactions ayant un effet sur celles-ci : la force électromagnétique, et les interactions forte et faible.

Mécanique quantique : la mécanique quantique décrit les phénomènes physiques à l'œuvre à l'échelle de l'atome.

Relativité : la relativité générale, théorie élaborée par Albert Einstein, décrit les phénomènes physiques à l'échelle macroscopique.

Le flux d'énergie du big bang s'est transformé en lumière et en particules. Mais où sont passées les antiparticules qui ont aussi dû être engendrées lors de cet instant initial ? Ont-elles été exilées à l'autre bout de l'Univers ?

Les particules de la matière



Toutes les particules du monde qui nous entoure appartiennent à ce premier groupe de leptons et de quarks.

LEPTONS

	
électron	neutrino électron
Charge : -1	Charge : 0
Il intervient dans le courant électrique et dans les réactions chimiques.	Particule sans charge électrique et peut-être sans masse. Chaque seconde, des milliards d'entre eux traversent notre corps.

QUARKS

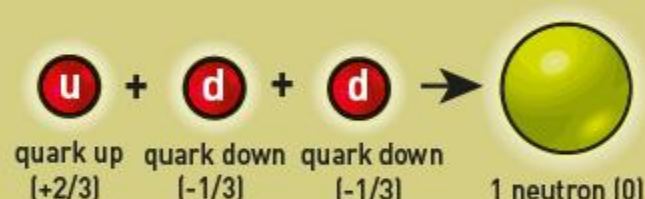
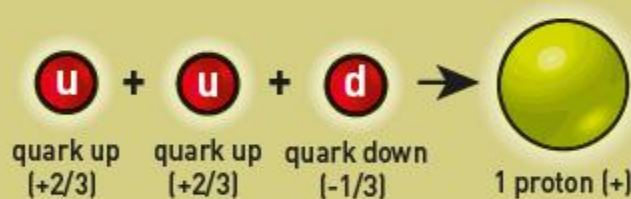
	
bas (down)	haut (up)
Charge : -1/3	Charge : +2/3
Un proton en contient un, un neutron en contient deux.	Un proton en contient deux, un neutron en contient un.

Particules qui ont existé immédiatement après le big bang. Maintenant, on les trouve seulement dans les rayons cosmiques et les accélérateurs.

	
muon	neutrino muon
	
tau	neutrino tau

	
étrange (strange)	charme (charm)
	
beauté (beauty)	sommets (top)

Protons comme neutrons sont composés de trois quarks. Mais la charge électrique de ceux-ci diffère.



Vici les particules qui composent la matière. Chacune possède son antiparticule, de charge électrique opposée. Même pour le neutron — charge neutre, comme son nom l'indique — il existe un antineutron, formé d'antiquarks.

... et le mystère est résolu. "C'est impossible. Quand un photon se matérialise, il fait obligatoirement apparaître une paire particule-antiparticule. C'est l'interaction forte qui en est responsable. Or, celle-ci est parfaitement impartiale, cela a été vérifié à maintes reprises", souligne Catherine Thibault. C'est donc bien entre-temps que le forfait a été perpétré.

Si le coupable est une des quatre forces fondamentales de la nature (voir lexique), au

moins peut-on exclure l'interaction forte. Probablement aussi la gravité ou l'électromagnétisme. Reste l'interaction faible. Elle est moins intuitive que les trois autres, car elle n'engendre pas d'attraction entre particules massiques, chargées, ou entre des quarks. L'interaction faible a pour effet de transformer un quark en un autre. Et dans les années 1950, on commence à la soupçonner de ne pas jouer aussi franc-jeu que l'interaction forte.

Ce mystère n'est pas né hier. Le concept d'antimatière date de 1928 ! Cette année-là, le Britannique Paul Dirac essaie d'unir par le calcul deux théories de l'Univers : la relativité générale et la mécanique quantique. Il aboutit à une équation qui, bizarrement, a deux solu-

tions. L'une correspond à l'électron, l'autre... à son inverse. Une particule en tout point identique, mais de charge positive. À l'époque, on ne connaît que l'électron et le proton. Ce dernier est bien chargé positivement, mais il est 2000 fois plus massif que le premier.

L'anti-électron confirmé

L'année 1932 prouva la puissance de la prédiction de Dirac. L'Américain Carl Anderson étudie le passage des rayons cosmiques dans une chambre à brouillard. Ces "rayons" sont en réalité des particules chargées, expulsées par les étoiles. Selon leur charge, leur trajectoire est plus ou moins incurvée par le champ magnétique. Or, Anderson remarque un électron qui tourne à l'envers ! C'est bien l'anti-électron de Dirac, que l'on baptise "positron". Au cours des années suivantes, on découvre une myriade d'autres particules de matière, à l'existence si brève qu'elles sont absentes de notre vie de tous les jours. Et chacune a son homologue en antimatière. Un double qu'elle ne doit jamais rencontrer sous peine d'être toutes deux réduites en énergie pure. Dès lors, on se demande pourquoi l'une est si abondante et l'autre si rare. En 1964, une découverte concernant l'interaction faible fournit un premier indice. L'expérience porte sur les mésons K neutres (ou kaons neutres). Si les quarks s'assemblent par trois pour former les protons et les neutrons, ils peuvent aussi s'unir par paire quark-antiquark. Évidemment, ceux-ci s'annihilent, en moins d'un milliardième de seconde. Toutefois, on peut fabriquer et étudier les kaons dans les accélérateurs.

Leur existence éphémère présente un intérêt tout particulier : ils sont en même temps matière et antimatière. Ainsi, un kaon neutre est composé d'un quark *down* (*d*) et d'un antiquark *strange*. L'antikaon en est l'exact inverse. Mais ils se changent parfois l'un en l'autre, et oscillent entre les deux identités tout au long de leur vie. Et en observant les désintégrations d'un faisceau de kaons, dues à l'interaction faible, il apparaît qu'elles ne sont pas exactement équivalentes. La probabilité qu'un antikaon se transforme en un kaon est légèrement supérieure à l'inverse. Cela engendre dans un faisceau un excès de la matière sur l'antimatière de 0,3 %.

Ce résultat vaut le prix Nobel de physique 1980 à ses deux découvreurs⁽⁹⁾. Car il a l'effet d'une bombe dans la communauté scientifique. On croyait depuis toujours que matière et antimatière étaient les images exactes l'une de l'autre dans un miroir. Mais non. Mère nature fait la distinction entre ses deux filles. Ses lois ne sont pas équitables. Elle en a favo-

risé une, qui a pris le dessus sur l'autre. C'est un indice fabuleux. Les physiciens planchent pendant plusieurs années pour établir le lien entre la violation de la symétrie matière-antimatière par l'interaction faible et la disparition de l'antimatière au moment du big bang. Mais dans les années 1990, plusieurs théoriciens, dont Jean Orloff, du laboratoire de physique corpusculaire de Clermont-Ferrand, établissent par calcul que les effets de la violation ne peuvent participer que pour un dix-milliardième à l'asymétrie originelle.

Les espoirs se tournent alors vers une autre violation de l'interaction faible, mise en évidence par une nouvelle expérience. Elle porte sur les mésons B, sorte de version extralarge des kaons. Ils sont composés d'un quark *d* et d'un antiquark *beauty* (*b*). Deux expériences concurrentes sont lancées en 1999 : Babar en Californie et Belle au Japon. On y produit des myriades de mésons B et d'antimésons B, et on compare leur désintégration. On retrouve clairement ce privilège accordé par la nature à la matière. Mais c'est toujours insuffisant. On n'atteint pas davantage le dix-milliardième du surplus de matière originel.

Aujourd'hui, la plupart des chercheurs ont admis, comme Jean Orloff que *"la violation de l'interaction faible dans les particules constituées de quarks n'expliquera pas l'asymétrie entre matière et antimatière"*. Il semble que la piste privilégiée depuis le début, les quarks, a mené à une impasse.

Pourtant, en mai 2010, l'expérience D Zero, réalisée dans l'accélérateur Tevatron de Fermilab, à Chicago, annonce un résultat

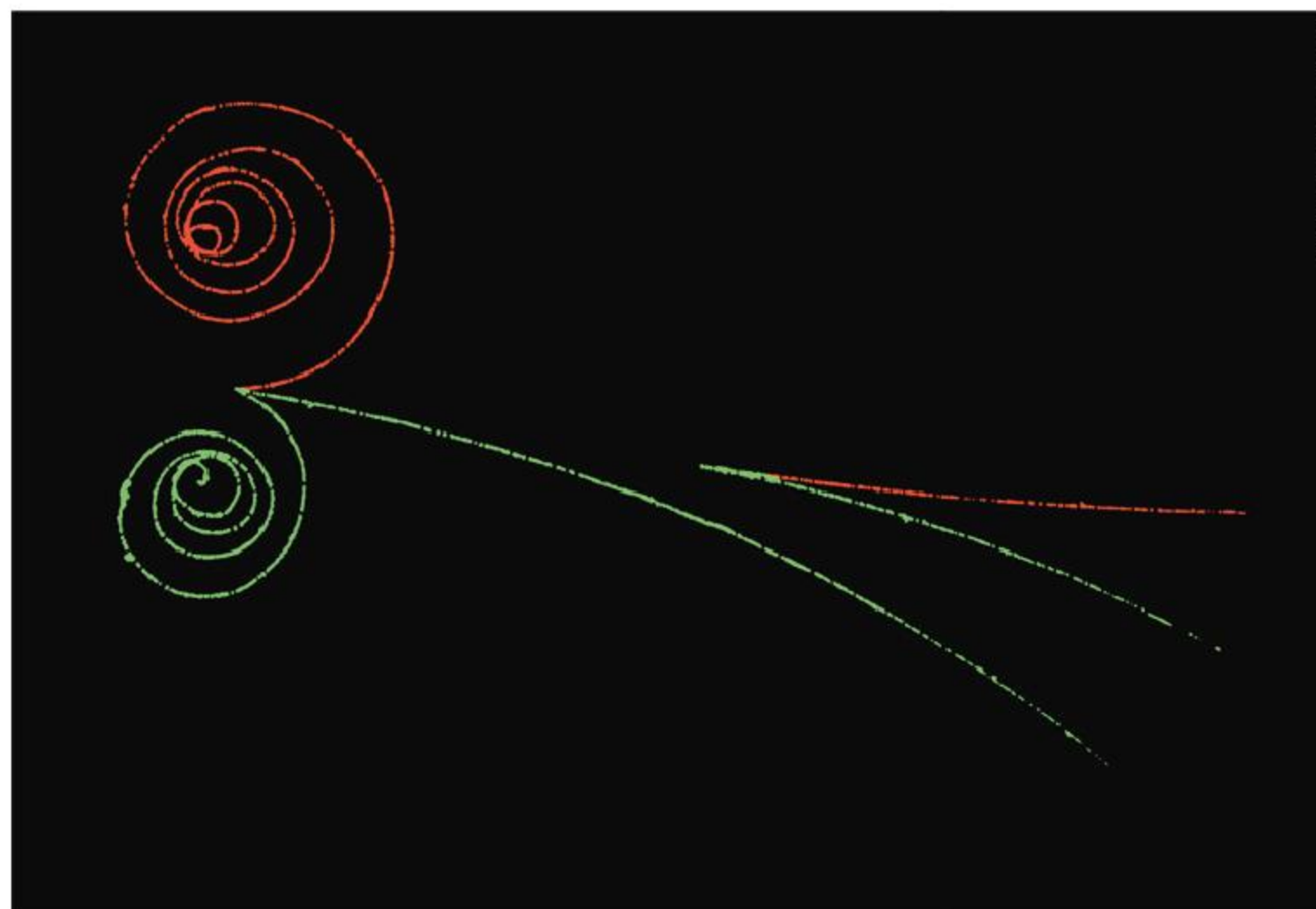
inattendu. Comme Babar et Belle, elle porte sur la désintégration des mésons B. Mais elle étudie cette fois les mésons formés d'un quark *strange* et d'un quark *b*. Surprise : leur désintégration favorise de 1 % la formation de particules par rapport aux antiparticules. Pour les chercheurs, cet écart est considérable. *"Cette violation de 1 % est en contradiction avec les prédictions du modèle standard qui donne une valeur inférieure à 1 pour 1 000, explique Marc Besançon, de l'Institut de recherche des lois fondamentales de l'Univers. C'est pour cette raison que nous pensons qu'il faudrait une nouvelle physique pour interpréter ce résultat."*

Vers une physique nouvelle

Guy Wormser, directeur du laboratoire de l'accélérateur linéaire, à Orsay, a fait partie de l'équipe de Babar. Selon lui, ce résultat, s'il est confirmé, n'expliquera probablement pas à lui seul la disparition de l'antimatière. Mais il est encourageant pour les prochaines expériences, notamment LHCb, qui débute actuellement en Europe, au Large Hadron Collider⁽⁴⁾. Comme D Zero, elle étudie les mésons formés d'un quark *strange* et d'un quark *b*, avec une précision jamais atteinte auparavant.

Quoi qu'il en soit, on a abandonné l'espoir de résoudre cette affaire par la physique actuelle. Et, si le principal suspect, le quark, n'est

Dans leurs accélérateurs, les physiciens repèrent parfois de nouvelles particules, trahis par le sillage qu'elles laissent dans les détecteurs. Ici, deux paires électron-positron.



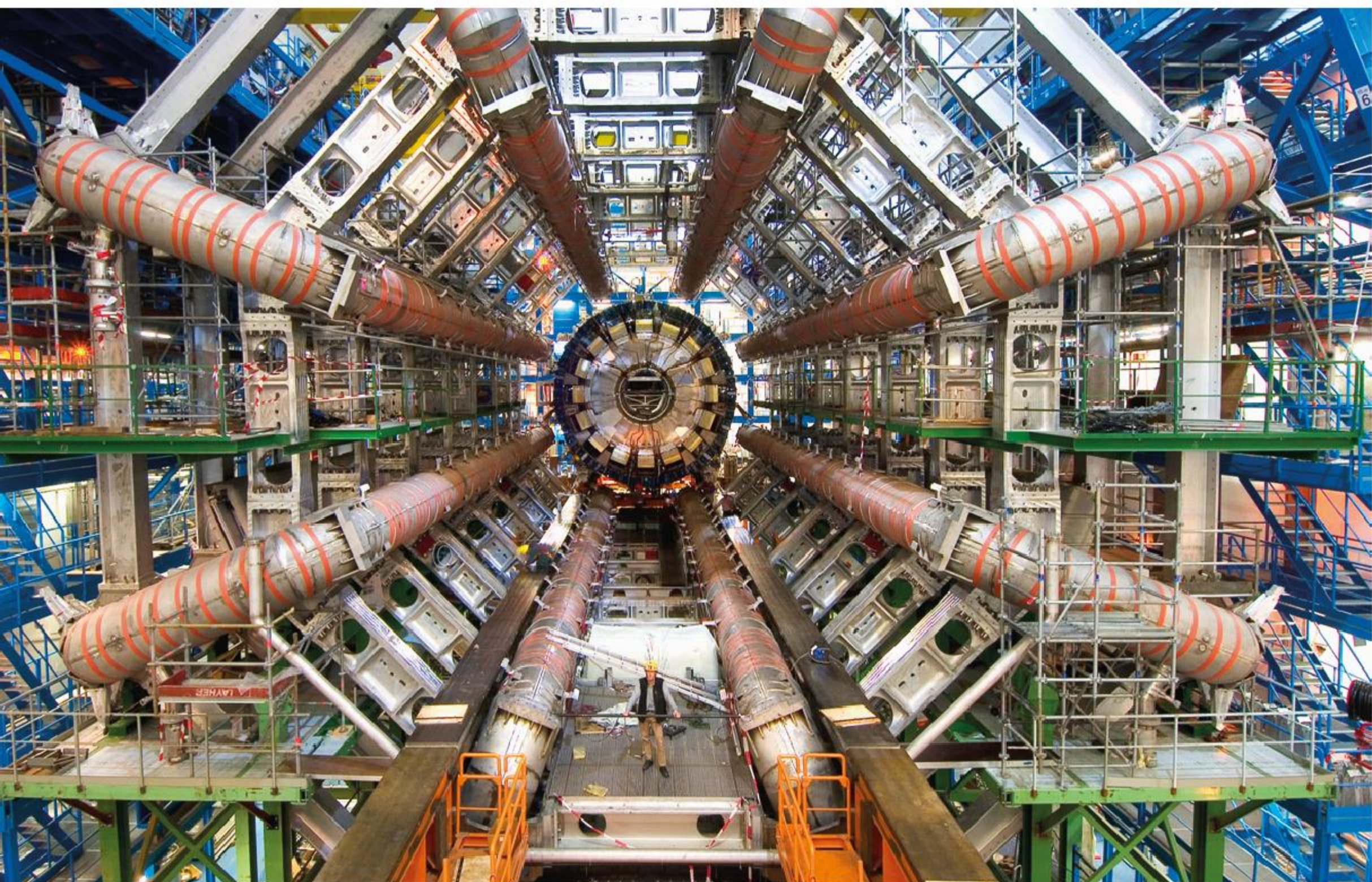
C&E



Et si l'antimatière tombait vers le haut ?

➤ L'antimatière se comporte peut-être différemment vis-à-vis de la gravitation. Certaines théories prétendent qu'une "antipomme" chuterait vers la Terre plus vite qu'une pomme. D'autres, que la gravitation serait au contraire moins intense, voire inversée : l'antipomme tomberait vers le haut ! *"Toutes les fantaisies sont permises, vu que la réaction de l'antimatière face à la gravitation n'a encore jamais été testée !"* souligne Yves Sacquin, du groupe Antihydrogène à l'Institut de recherche sur les lois fondamentales de l'Univers. Des expériences sont actuellement conçues avec cet objectif. L'idée : mesurer la courbure d'un faisceau horizontal d'antiparticules. Problème : à l'échelle microscopique, la gravité exerce une force très faible. *"Si on laisse chuter un antiproton au repos, le moindre électron à 15 cm de distance provoquerait une attraction aussi forte que la gravitation"*, indique le chercheur. Pour éliminer la force électromagnétique, le faisceau doit être composé d'antiparticules neutres. L'antihydrogène est le candidat idéal. Mais un atome entier d'antimatière est très difficile à concevoir. Les expériences (comme AEGIS, au Cern) ne fourniront leurs premiers résultats que vers 2013. Gardons les pieds sur terre : aucun spécialiste ne s'attend réellement à ce que le faisceau d'antihydrogène tombe vers le haut. Mais si tel était le cas, la gravité pourrait avoir séparé matière et antimatière au début de l'Univers, avant qu'elles ne s'annihilent. Cela relancerait l'hypothèse des antimondes !

L. Berkeley National/SPL/Cosmos



... qu'un complice dans cette affaire, la plus spectaculaire manière de la résoudre, c'est... d'inventer une nouvelle particule. Son nom : le neutrino "droit". Les neutrinos existent déjà dans la nature, on les connaît depuis les années 1930. Ils interagissent très faiblement avec la matière. Et pourtant, ils sont on ne peut plus présents dans notre entourage. Chaque seconde, 10^{12} neutrinos produits par le Soleil traversent la paume de notre main. Cependant, en une vie entière, seulement 1 ou 2 resteraient bloqués par nos atomes. Jusqu'à la fin des années 1990, on les a crus dépourvus de masse. Or, ils en ont bien une, si faible que nous sommes encore incapables de la mesurer.

À l'inverse, le neutrino droit était d'une masse colossale, bien supérieure à toutes les autres particules connues : entre 10^{10} et 10^{15} fois plus massif que le proton ! Il n'aurait existé que très tôt dans l'Univers, lorsqu'il faisait si chaud (au moins 10^{23} degrés) que les quarks n'avaient même pas encore acquis leur masse. Et ils se seraient désintégrés selon

deux procédés symétriques : soit en un anti-neutrino et un boson de Higgs (une particule dont on est sûr qu'elle existe, mais qu'on n'a pas encore réussi à détecter en laboratoire) ; soit en un neutrino et un antiboson de Higgs. Et c'est là que tout se serait joué. On estime que la première voie aurait été privilégiée. Il se serait produit davantage d'antineutrinos que de neutrinos. Puis ce déséquilibre se serait transposé en s'inversant aux quarks. *"Étudié depuis 10 ans, ce modèle fournirait une asymétrie qui expliquerait parfaitement le surplus de matière"*, estime Jean Orloff. Enfin, on tient un vrai suspect.

Sauf qu'une théorie n'est rien, tant qu'elle n'a pas été validée par l'expérience. Or les chercheurs désespèrent de pouvoir un jour le faire. Le neutrino droit est si massif que, toujours d'après $E=mc^2$, l'énergie nécessaire pour le faire apparaître est hors de portée de n'importe quel accélérateur. Et, quand bien même on y parviendrait, il n'interagirait avec rien. Issu d'une nouvelle physique, il ne serait sensible à aucune des quatre interac-

Pour comprendre pourquoi l'antimatière a disparu au tout début de l'Univers, les physiciens des particules comptent sur les accélérateurs, et en particulier sur le plus puissant d'entre eux, le LHC du Cern.

tions classiques. Dès lors, impossible de le détecter. On tient le coupable idéal, mais il est intouchable. Les théoriciens commencent à proposer des expériences, pour une validation indirecte de son existence. Une chose est sûre : la disparition de l'antimatière est loin d'être éclaircie, et la résolution de ce mystère passera par une nouvelle physique. ●

- (1) Laboratoire d'Annecy-le-Vieux de physique théorique.
- (2) CSNSM : Centre de spectrométrie nucléaire et spectrométrie de masse (IN2P3-CNRS et Univ. Paris-Sud).
- (3) James Watson Cronin et Val Logsdon Fitch.
- (4) Le Large Hadron Collider (LHC) est un accélérateur de particules construit par l'Organisation européenne pour la recherche nucléaire (ou Cern) à la frontière franco-suisse.

+  À écouter sur www.cieletespaceradio.fr/aout.606

LHC : la machine à remonter 14 milliards d'années avec Michel Spiro, directeur de l'Institut national de physique nucléaire et de physique des particules.

Une annihilation fatale aux étoiles monstrueuses

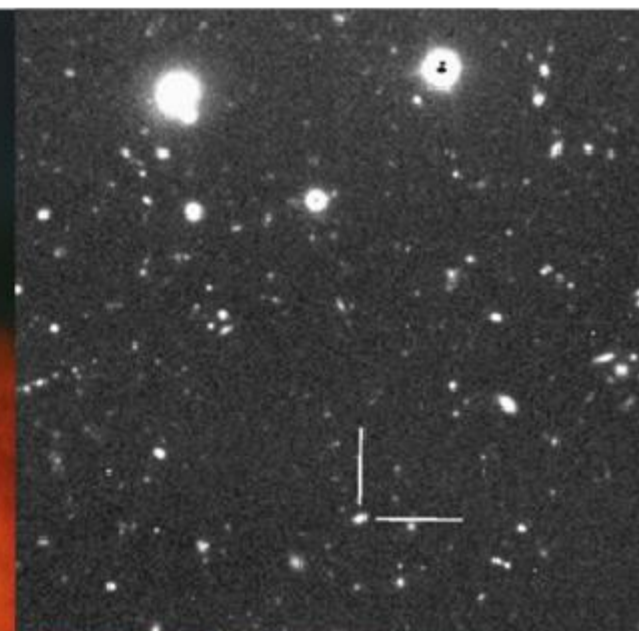
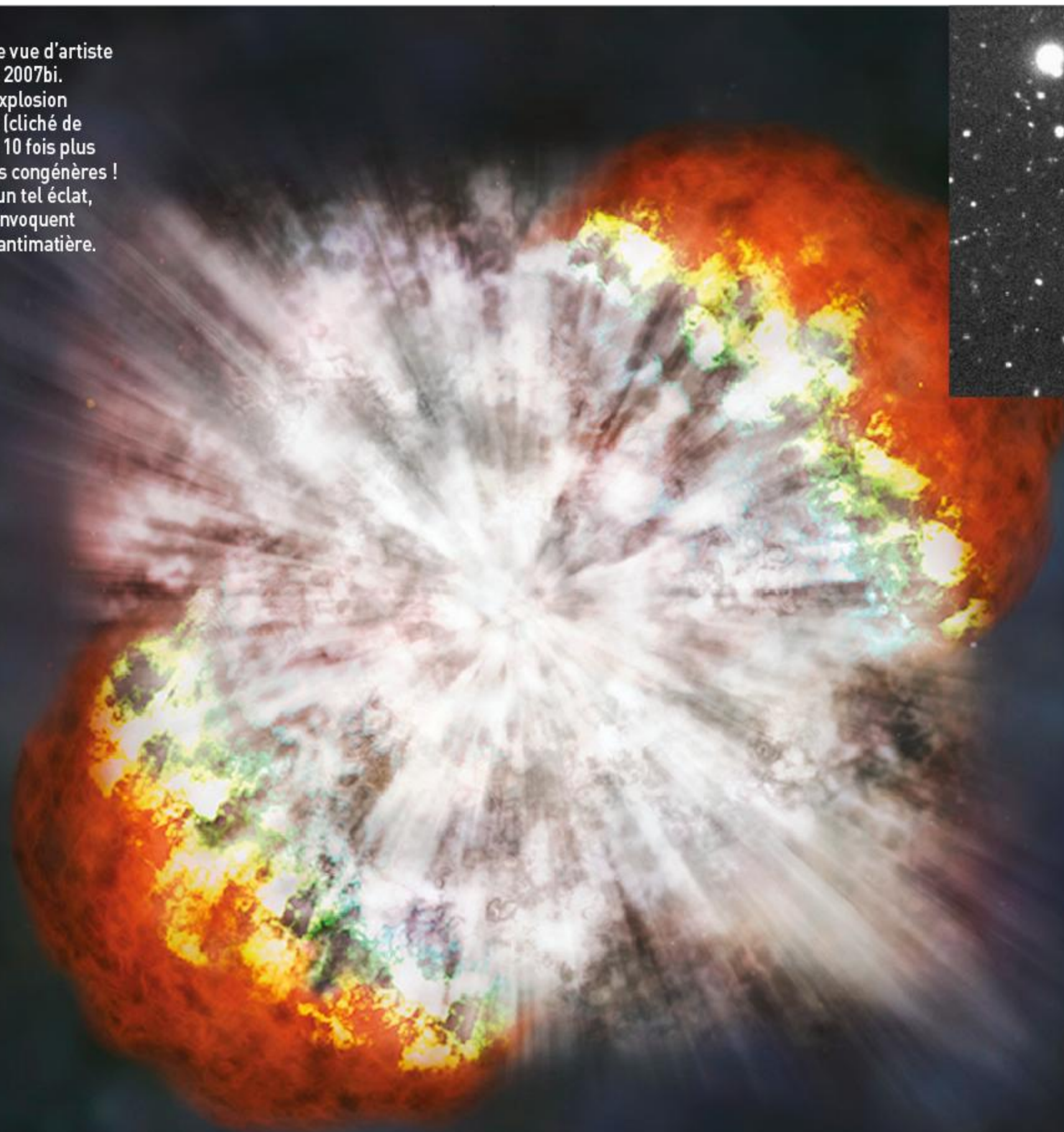
Dans les très grosses étoiles, la pression serait telle que de l'antimatière se créerait en leur cœur. Des duos particule-antiparticule qui précipiteraient la mort de l'astre, explosant en une supernova exceptionnelle. On découvre aujourd'hui les premiers spécimens de ces fins apocalyptiques.

UNNE minute a suffi à pulvériser l'étoile. Il n'en reste rien. Pas le moindre trou noir, pas la plus petite étoile à neutrons, comme dans les vestiges des supernovae ordinaires. 2007bi était bien une supernova extraordinaire car c'est la création d'antimatière qui a précipité sa mort⁽¹⁾. C'est ce qu'a

montré fin 2009 l'équipe d'Avishay Gal-Yam, du Weizmann Institute of Science (Israël). Selon elle, l'astre à l'origine de ce cataclysme n'a pas eu le temps d'arriver en fin de vie, et d'exploser comme c'est l'usage pour les étoiles massives. Non, il s'est mis soudain à fabriquer des paires électron-positron (ou

anti-électron), qui ont déstabilisé son cœur et provoqué son explosion prématurée. Un sort funeste réservé à une poignée d'astres : les étoiles gigantesques. Dont la masse dépasse 140 fois celle du Soleil ! Un sacré embonpoint, qui n'affecte pas cependant leur style de vie, rythmée par

Ci-dessous : une vue d'artiste de la supernova 2007bi. En 2007, cette explosion stellaire étonne (cliché de droite) : elle est 10 fois plus brillante que ses congénères ! Pour expliquer un tel éclat, les théoriciens invoquent la production d'antimatière.





L'explosion stellaire SN 2006gy a été photographiée dans l'infrarouge, à l'observatoire Lick. C'est la plus brillante supernova jamais détectée. Elle est bien plus lumineuse que le centre de la galaxie qui l'héberge, NGC 1260 (à gauche sur l'image).

tant une formidable quantité d'énergie. Puis le cobalt se transforme en fer. Et, cette fois, le rayonnement dure des dizaines de mois. *"Les supernovae classiques subissent le même processus. Mais, ici, la quantité de nickel est bien supérieure, en raison de la masse énorme de l'étoile"*, explique Nicolas Prantzos — 200 masses solaires pour le mastodonte à l'origine de 2007bi. Idem pour Y155, dans la constellation de la Baleine, annoncée début 2010 par Peter Garnavich, de l'université de Notre Dame (Indiana). Elle a explosé en produisant 6 masses solaires juste pour le nickel ! En revanche, elle a brillé moins d'un an. *"Elle est située à 7 milliards d'années-lumière de la Terre, beaucoup plus loin que 2007bi, regrette le chercheur. Nous n'avons donc pas pu l'observer avec autant de détail."* Qu'importe, il reste persuadé qu'il s'agit bien d'une supernova née de l'antimatière.

Les observations similaires se multiplient, venant corroborer un scénario élaboré voici plus de 40 ans, auquel personne n'a jamais vraiment voulu croire. Non que la création d'antimatière soit improbable. C'est l'existence même d'étoiles supérieures à 140 masses solaires qui laissait la plupart sceptiques. *"On a longtemps pensé qu'elles n'existaient qu'aux premiers âges de l'Univers, trop lointaines pour qu'on puisse les observer"*, explique Alexander Heger, de l'Institut Fermi, à Chicago. *Aujourd'hui, nous savons qu'elles existent, mais elles restent rarissimes."* Désormais, ces supernovae hors-normes sont à portée des télescopes. La chasse est ouverte. ●

(1) Ce type d'explosion stellaire est nommé "supernova à instabilité de paires".

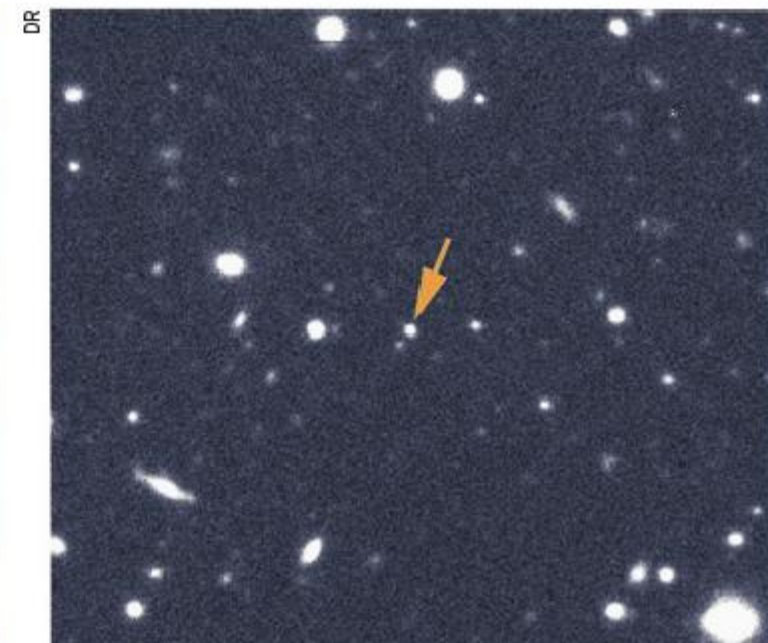
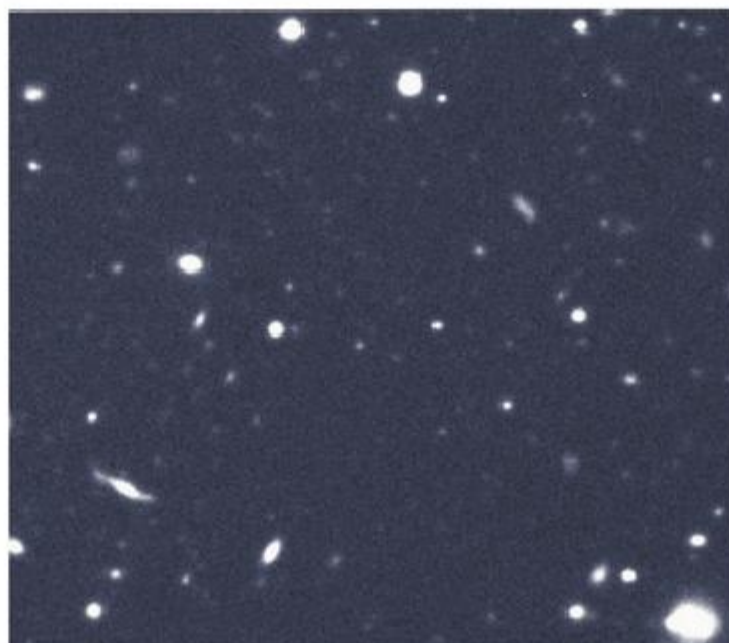
... les mêmes réactions nucléaires que les étoiles classiques. D'abord, l'hydrogène fusionne en hélium. Qui se transformera ensuite en carbone, et ainsi de suite... Seule différence : la température à laquelle intervient chacune de ces réactions est bien supérieure à celle des étoiles standards. En effet, la surcharge pondérale de l'enveloppe stellaire comprime le cœur de l'astre de façon colossale. Conséquence : le taux de réactions nucléaires augmente. Les photons ainsi produits exercent une pression en retour sur l'enveloppe, compensent son poids et maintiennent le tout dans un fragile équilibre.

Toutefois, lorsque la température arrive à la fusion de l'oxygène, elle atteint un seuil crucial : le milliard de degrés. *"À ce stade, l'énergie de certains photons devient suffisante pour qu'ils se transforment en paires électron-positron"*, explique Nicolas Prantzos, de l'Institut d'astrophysique de Paris. Ces duos particule-antiparticule se matérialisent sporadiquement, puis se multiplient à mesure

que le cœur chauffe. Bientôt, cela déstabilise l'étoile. Car chacune de ces paires est un photon de moins pour lutter contre la pression de l'enveloppe. L'équilibre finit par se rompre. La contraction est brutalement aggravée. Les réactions nucléaires s'emballent. L'étoile explose.

Ces supernovae extraordinaires possèdent deux caractéristiques : leur éclat et leur longévité. *"2007bi fut dix fois plus lumineuse qu'une supernova classique, se souvient Avishay Gal-Yam. Et surtout, elle a brillé pendant 555 jours !"* L'explosion produit du nickel radioactif qui, pendant une dizaine de jours, se décompose en cobalt en émet-

La supernova Y-155 est apparue dans la constellation de la Baleine en 2007 (photo de droite), dans une région qui, de 2002 à 2006, paraissait totalement vide (à gauche). Elle a explosé dans une galaxie lointaine, à 7 milliards d'années-lumière de distance.



LAUNCHERS | SATELLITES | SERVICES

Astrium rassemble 12 000 professionnels animés par la même ambition : tirer de l'infini potentiel spatial, bénéfices et progrès pour l'humanité. Protection de l'environnement, innovations scientifiques et techniques, sécurité et défense, télécommunications et services au quotidien... Partout où l'espace joue désormais un rôle crucial, Astrium est là. Aujourd'hui avec Ariane 5, l'ISS, Envisat, ou encore Venus Express. Demain, pour accompagner l'homme encore plus loin dans l'espace.

Astrium, n°1 de l'industrie spatiale en Europe.

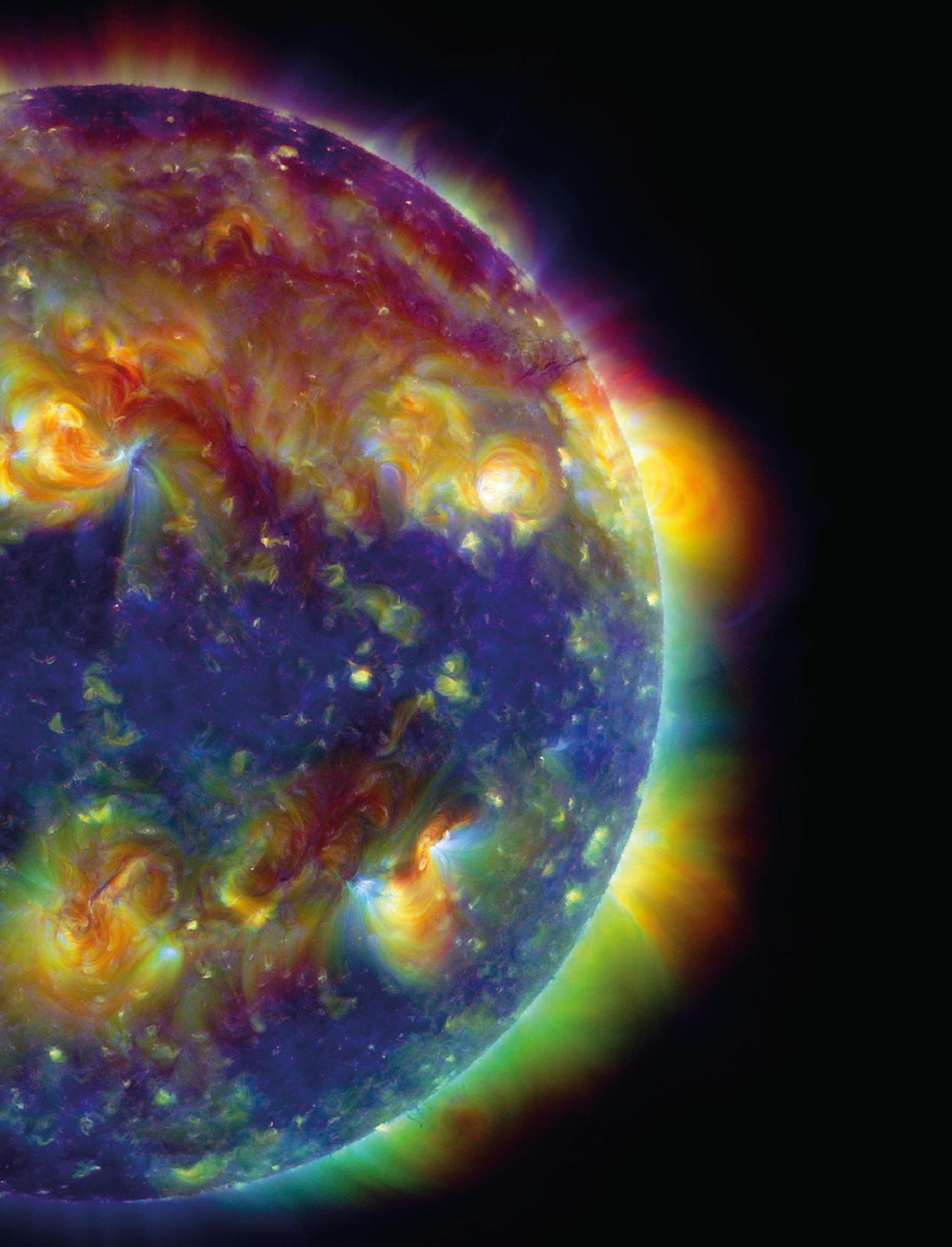
www.astrium.eads.net

ALL THE SPACE YOU NEED

SOLEIL PSYCHÉDÉLIQUE

Bleu outremer, mauve, vert, bleu ciel... Toutes les 10 secondes, le satellite Solar Dynamics Observatory scanne notre étoile dans dix longueurs d'onde de l'ultraviolet, chacune figurée par une fausse couleur. Depuis son lancement, le 11 février, l'observatoire américain nous offre des images inédites de la couronne solaire, comme ici le 5 juillet. Objectif de cette première mission du programme de la Nasa "Vivre avec une étoile" : comprendre la variabilité du Soleil et son impact sur la Terre.

Nasa/GSFC/AIA/C&E Photos



Les petits satellites de enfants des anneaux

Les anneaux de Saturne ont créé plusieurs petits satellites de glace. Telle est l'étonnante conclusion à laquelle vient d'aboutir une équipe d'astrophysiciens français. Le processus, validé à la fois par les observations et les simulations numériques, pourrait encore être à l'œuvre.

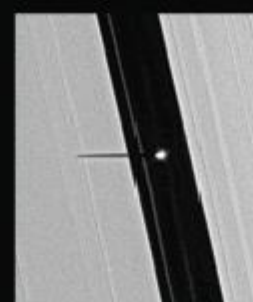
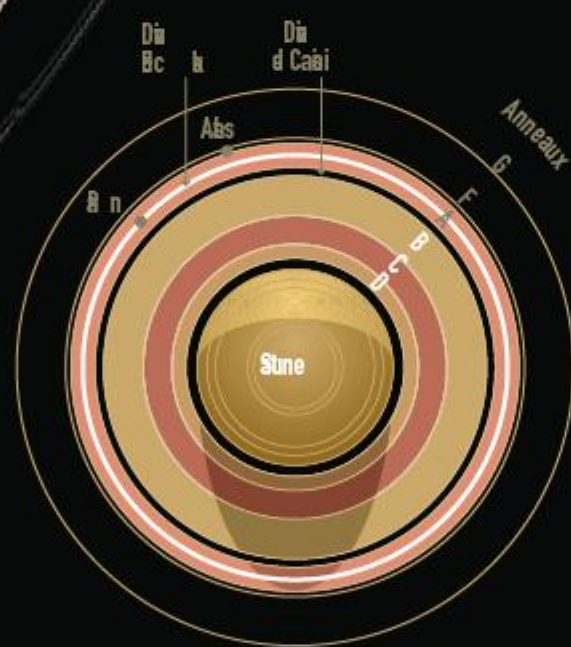
Pierre Otzenberger

DEPUIS 2004, les petits satellites de Saturne assurent le spectacle devant les caméras de la sonde Cassini. On les voit frôler les anneaux de la planète géante, les tirailler de leur faible influence gravitationnelle et dessiner à distance sur leur surface des motifs qui évoquent des vagues. Au point qu'intuitivement, on pourrait songer que ce sont eux qui façonnent les anneaux de Saturne. En fait, c'est vraisemblablement le contraire : Pan, Atlas, Prométhée, Pandore, Janus

et Épiméthée, qui gravitent à plus de 136 000 km de la géante gazeuse, seraient les enfants des anneaux. Pour l'équipe menée par Sébastien Charnoz, du CEA ⁽¹⁾, ces six satellites de moins de 200 km de diamètre se sont certainement formés à partir des poussières de glace qui composaient auparavant l'extrémité des anneaux de Saturne. Jusque-là, les scientifiques pensaient que les six satellites avaient été créés en même temps que Saturne, voici 4,5 milliards d'années. Mais, dans ce

Saturne,

Pan Atlas Pandore Janus
Prométhée Épiméthée



Pan Pan est le plus proche satellite de Saturne. Large de 28 km, il circule à l'intérieur de la division d'Enke. En amalgamant de la matière, il maintient cette division ouverte.



Atlas En train d'agréger de la matière sur son équateur, Atlas présente un aspect de soucoupe volante. Son diamètre équatorial est de 39 km, contre 18 km aux pôles.



Prométhée Avec sa forme patatoïde, Prométhée est facilement reconnaissable. Long de 86 km pour 53 km de diamètre, il continue à arracher de la matière à l'anneau F.

Mimas



Pandore Satellite berger de l'anneau F, Pandore en limite l'étendue par interaction gravitationnelle. Sa forme allongée rappelle celle de Prométhée, mais il est plus cratérisé.



Janus Large de 179 km, Janus partage une orbite proche de celle d'Épiméthée. Ces deux astres se livrent à un étrange ballet, en s'échangeant leurs orbites tous les 4 ans environ.



Épiméthée Épiméthée montre une surface irrégulière, marquée par quelques gros cratères. Un impact plus important que les autres serait responsable de l'aspect plat de la partie sud de ce corps de 116 km.

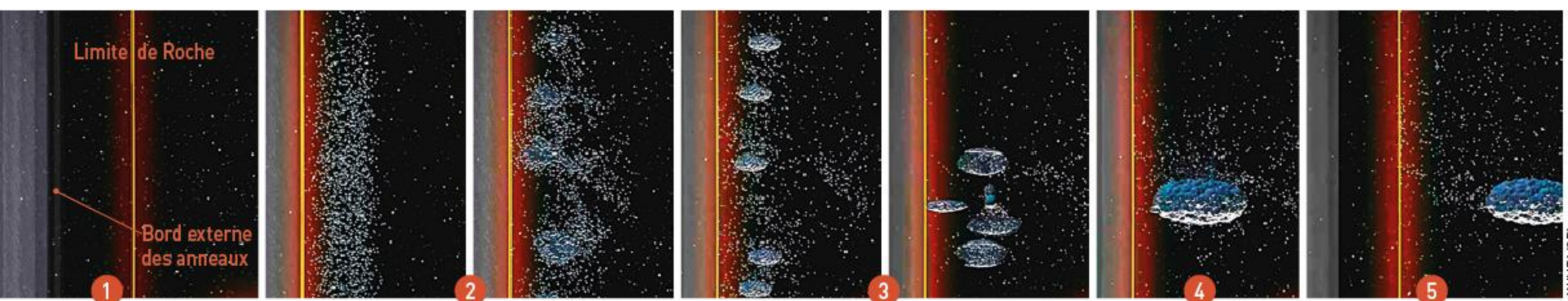
cas, les petites lunes auraient dû être noircies par les bombardements de météorites. Or, Pan et ses cinq frères brillent comme au premier jour !

Sébastien Charnoz et ses collègues ont donc postulé que ces petits astres glacés étaient jeunes. Pour tester l'idée, ils les ont observés en détail. Première information : la densité de ces corps est faible, de l'ordre de 600 kg/m^3 , c'est-à-dire inférieure à celle de la glace (environ 917 kg/m^3), pourtant décrite comme l'un des composants solides les moins

denses du Système solaire. "Ils sont donc très poreux, remplis de trous. Une caractéristique des astres récents", explique Sébastien Charnoz.

Autre indice visible depuis la Terre, ces satellites sont anormalement proches de Saturne. Ils gravitent à moins de 160 000 km de la géante. "À leur place actuelle, l'interaction avec les anneaux principaux est énorme. Leur distance à la planète aurait dû doubler tous les 10 millions d'années", confirme Julien Salmon, du CEA. L'équipe en est alors

Six satellites de Saturne se sont formés à partir de la matière des anneaux, sur le bord extérieur de cet immense disque de poussières glacées qui entoure la planète géante. Ci-dessus : l'anneau F vu par la tranche, fortement perturbé par ces petits corps.



1 Les simulations numériques établies par l'équipe de Sébastien Charnoz montrent comment des satellites se forment à la limite extérieure des anneaux de Saturne.

2 Les anneaux tendent à s'étaler vers l'extérieur. Une partie de leur matière franchit la limite de Roche, frontière au-delà de laquelle l'influence gravitationnelle de Saturne devient suffisamment faible pour que des satellites se créent.

3 Les matériaux ayant franchi la limite de Roche s'agrègent peu à peu. Ils s'attirent mutuellement sous l'effet de leur gravité.

4 Les agrégats initiaux finissent par former les satellites que l'on connaît aujourd'hui.

5 Une fois créé, le satellite repousse l'anneau vers l'intérieur. Le lien de la vidéo dont ces images sont issues est indiqué en bas de page.

... certaine : ces objets sont anormalement jeunes. Dernier élément obtenu grâce à la sonde Cassini : la surface des six petites lunes est faite de glace d'eau, tout comme les anneaux de Saturne. Une "empreinte génétique" qui laisse penser que les premières seraient les enfants des seconds.

Dès lors, reste à comprendre par quel mécanisme les anneaux auraient pu, dans un passé récent, donner naissance à des satellites. Pour cela, les chercheurs lancent leurs ordinateurs dans des simulations numériques. Ils savent que, dans l'Univers, tous les disques de matière en rotation (par exemple, les galaxies) s'étalent naturellement vers l'extérieur. Les anneaux principaux de Saturne n'échappent pas à la règle. Ils savent aussi qu'à leur extension maximale, située entre 136 000 et 140 000 km de la planète, les anneaux entrent dans une zone de trouble. Appelée limite de Roche, celle-ci marque la frontière au-delà de laquelle les poussières sont libres de s'assembler pour devenir des satellites. En deçà, l'action gravitationnelle de la planète s'oppose à leur réunion.

Les astrophysiciens font donc tourner leurs ordinateurs en leur imposant ces règles de physique. Le résultat est limpide : *"En plaçant la limite de Roche à 138 000 km dans notre simulation, nous créons des objets avec la bonne masse et la bonne taille. De l'étalement des anneaux de Saturne, à la formation des petites lunes. C'est une première !"* s'exclame Sébastien Charnoz.

Si les ordinateurs ont besoin d'un chiffre exact pour faire leurs calculs, la sonde Cassini a montré que la limite de Roche s'étend sur une grande distance : *"On ne peut pas savoir où elle se trouve précisément, et l'instabilité qui règne dans cette région s'observe sur plusieurs milliers de kilomètres"*, prévient Julien Salmon. Une instabilité confirmée par la présence de l'anneau F, véritable preuve du franchissement de la limite de Roche par les anneaux principaux. Ce tore assez dense de particules tend en permanence à s'agglomérer en grumeaux. Certains de ces

grumeaux ont constitué les petites lunes, alors que d'autres, perturbés par l'instabilité gravitationnelle de la zone, se sont désagrégés. Composés de matériaux âgés seulement de 10 millions d'années, l'anneau F devrait être réduit en poussières infimes dans 10 à 100 millions d'années maximum.

À cause de l'instabilité à l'œuvre dans cet anneau, le processus de fabrication des satellites est actuellement peu efficace. Deux grumeaux de glace doivent se rencontrer moult fois avant de pouvoir s'assembler et former un astre plus gros. Le scénario se répète inexorablement : les glaces se rencontrent, grossissent, puis se détruisent. Les forces sont tiraillées entre création et destruction.

Peut-être que de nouvelles lunes sortiront indemnes de ce champ de ruines. Mais il faudra sans doute patienter. Car les six satellites et les anneaux principaux se repoussent. Les satellites s'éloignent de Saturne, alors que les anneaux se condensent vers la planète. À terme, le rapport de force est clairement en faveur des anneaux qui, un jour, atteindront à nouveau la limite de Roche. Le processus de formation de satellites pourrait alors recommencer. Faut-il en conclure que tous les objets glacés en orbite autour de Saturne, y compris les plus massifs, comme Titan, sont nés des anneaux ? *"La masse nécessaire au départ dans les anneaux serait trop grande et les modèles ne fonctionnent pas"*, répond Sébastien Charnoz. Pas impossible cependant que certains soient le fruit d'un tel scénario.

L'équipe se heurte alors à une vieille question : l'âge des anneaux de Saturne. Aujourd'hui, nous ne voyons pas comment les anneaux ont pu se former il y a moins de 4 milliards d'années. Or le même problème se pose que pour les six petits satellites : le disque de particules de glace, qui mesure pourtant 75 000 km de rayon, n'est absolument pas pollué, alors qu'il aurait dû être bombardé de météorites, d'astéroïdes, de comètes, et qu'il devrait contenir d'autres composants. L'enquête continue... ●

(1) CEA : Commissariat à l'énergie atomique.

La Lune, fille des anneaux terrestres ?

➤ Durant son processus de formation, la Terre aurait été heurtée par un astre de la taille de Mars. Les fragments de cet objet, détruit lors de l'impact, ont formé un disque de poussière en rotation autour de notre planète. Étendu jusqu'à la limite de Roche, le disque s'est agrégé, selon le scénario proposé pour les petits satellites de Saturne ; la Lune était née. Les poussières restantes se sont télescopées et fragmentées jusqu'à devenir microscopiques. Elles ont ensuite été nettoyées par le vent solaire... Ce qui fait que la Terre n'a pas d'anneaux.

+ À écouter sur www.cieletespaceradio.fr/aout.606

Les secrets du seigneur des anneaux, et Pan et Atlas parlent de Saturne, avec Sébastien Charnoz

+ À voir sur Internet, en vidéo

L'animation montrant la formation des six satellites
<http://bit.ly/du0iuM>

L'explication de la forme de Pan et d'Atlas
<http://dai.ly/cgy8yb>

À PARTIR DU 16 JUIN 2009 OBJECTIFS TERRE

LA RÉVOLUTION DES SATELLITES
 (M) Porte de la Villette / cite-sciences.fr



European Space Agency
 Agence spatiale européenne



CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES SPATIALES



Grands télescopes, une course aux défis

La course au gigantisme a repris.

Après la vague de télescopes de 8 à 10 m de diamètre, de nouveaux projets titanesques voient le jour. D'ici dix ans, les premiers réflecteurs de plus de 30 m de diamètre entreront en service. Tout au long de l'histoire de l'observation du ciel, les astronomes ont eu six défis techniques à relever pour construire de tels géants.

Roland Lehoucq et Sylvain Chaty, CEA-Saclay, service d'astrophysique et université Paris Diderot

LE 26 avril, l'Observatoire européen austral (ESO) a choisi le mont Armazones, au Chili, pour construire son futur télescope géant. Avec son miroir de 42 m de diamètre, l'EELT⁽¹⁾ sera le plus grand jamais pointé sur l'Univers. Une nouvelle étape dans la course au grand diamètre, à laquelle se livrent les astronomes. Depuis que Galilée a pointé sa lunette vers le ciel, voici quatre siècles, ils ont sans cesse repoussé les limites de l'observation en remportant six défis techniques majeurs.

1 Capter le maximum de lumière

Un télescope est un entonnoir à lumière. Il collecte les rayons qui frappent son miroir et forment une image de la source. Plus son diamètre est grand, plus la quantité de lumière captée est importante, ce qui permet d'observer des astres faibles. En la matière, notre œil est très limité : il capte la lumière par une

pupille dont le diamètre, dans l'obscurité, est de 6 mm. Ainsi, nous ne pouvons pas distinguer les étoiles au-delà de la magnitude 6⁽²⁾. Un télescope de 6 m de diamètre a une surface collectrice un million de fois supérieure à celle de l'œil humain, ce qui lui permet de voir des étoiles de magnitude 21.

Cette situation idéale doit tenir compte du fait que la lumière est une onde dont la propagation est perturbée dès qu'elle rencontre un obstacle : c'est le phénomène de diffraction. Ainsi, dans un télescope, l'image d'une étoile ponctuelle n'est pas un point, mais une tache entourée d'anneaux, nommée "tache de diffraction". Si deux étoiles sont trop proches sur la voûte céleste, leurs taches de diffraction peuvent se superposer. Il est alors difficile, sinon impossible, de les distinguer. Le pouvoir séparateur d'un télescope — sa capacité à distinguer deux objets angulairement proches — varie en proportion inverse du diamètre. Par exemple, celui d'un instrument de 10 cm de diamètre n'est que de 1,2", tandis qu'il atteint

Le futur géant européen, l'EELT de 42 m de diamètre, sera construit sur le mont Armazones, au Chili (ci-dessous). Il sera à 20 km à vol d'oiseau du VLT et pourra être piloté de cet observatoire. Sa "première lumière" est prévue pour 2018. Ce sera alors le plus grand télescope du monde !



Barres d'outils

Ajuster la date/l'heure
Personnaliser les notifications...

Cascade
Mosaïque horizontale
Mosaïque verticale
Afficher le Bureau

Gestionnaire des tâches

0,015" pour les géants de 8,2 m du VLT⁽³⁾. Collecter beaucoup de lumière, produire des images d'une grande finesse, voilà les deux raisons qui ont justifié la course aux grands diamètres. Mais elle fut rude...

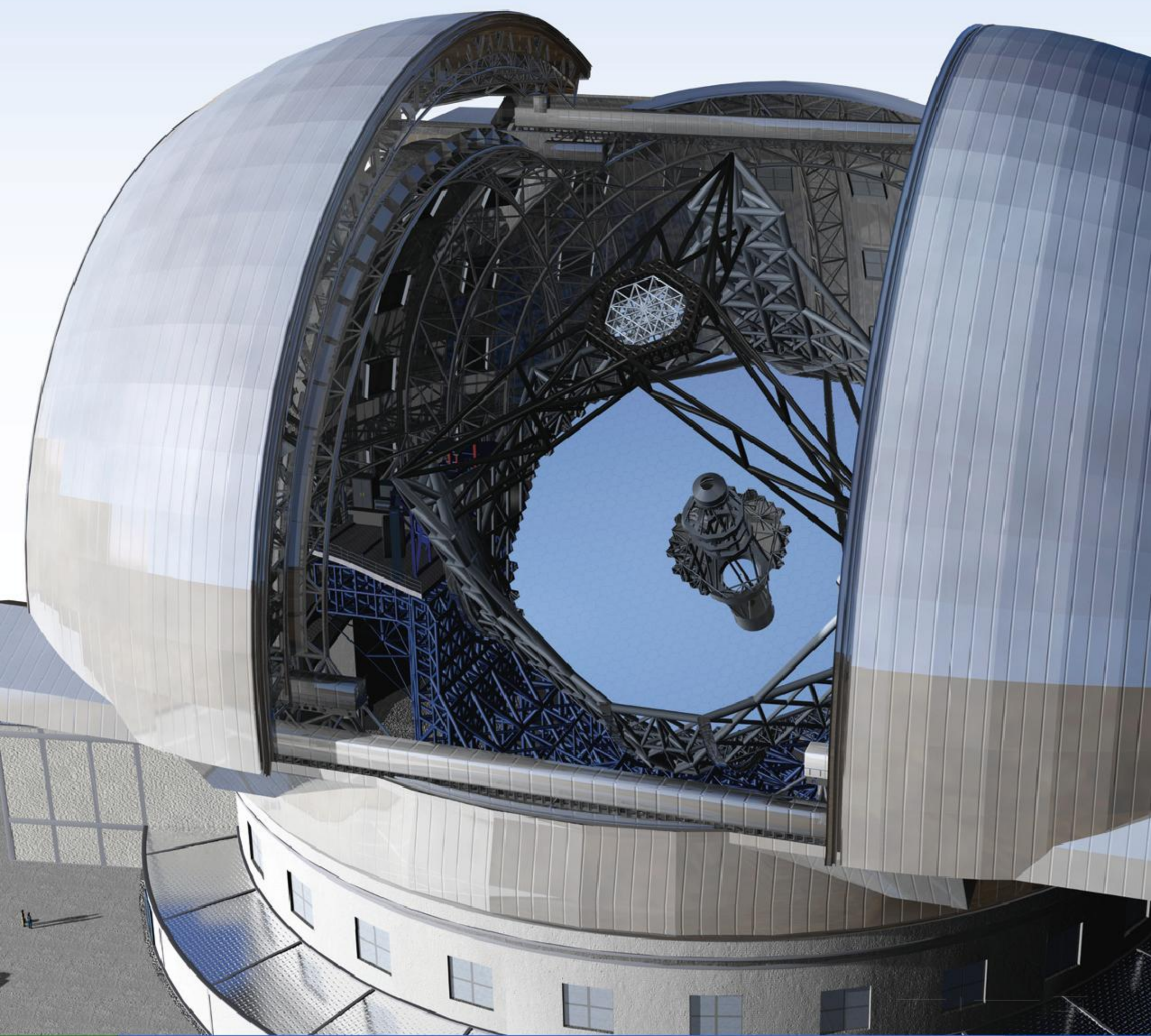
2 Alléger la monture

Construire une optique de grand diamètre impose de gérer des contraintes mécaniques dues à son poids. Ainsi, les lentilles composant l'objectif des lunettes astronomi-

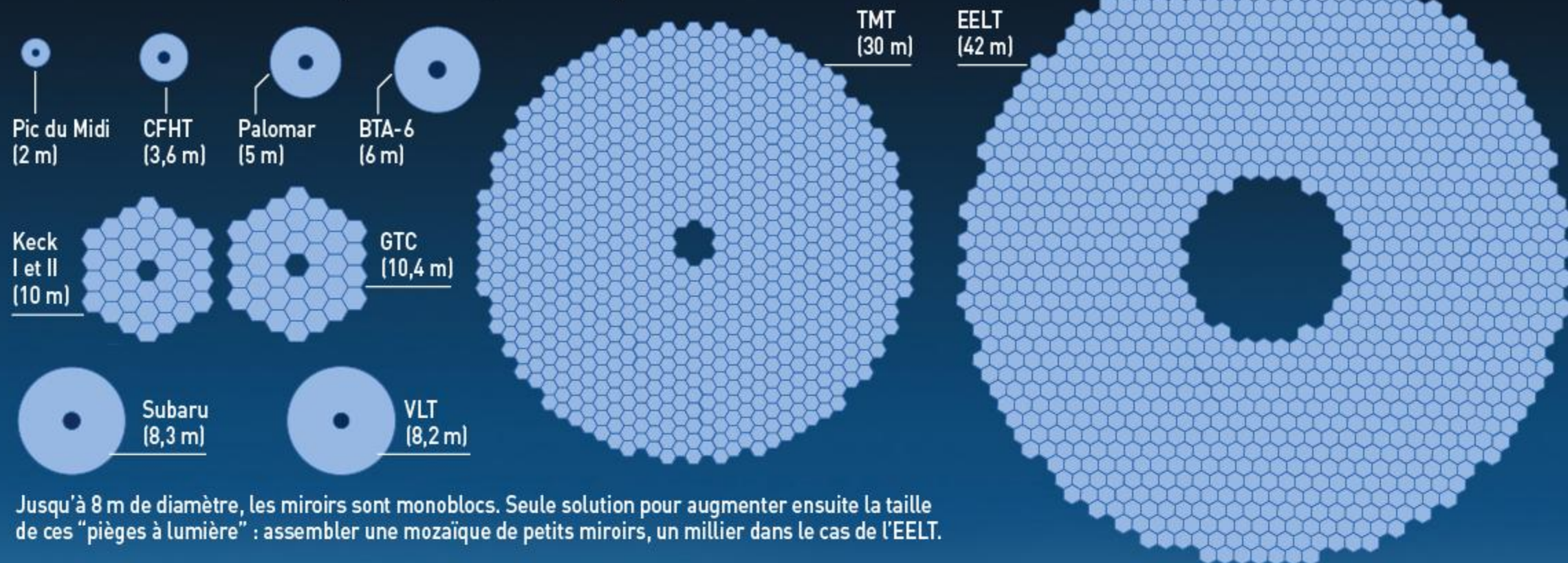
ques n'ont jamais dépassé 1 m de diamètre. Au-delà, le poids du verre engendrait des déformations trop importantes pour conserver une bonne qualité optique. La lunette de l'observatoire Yerkes, près de Chicago, détient le record en la matière : 1,02 m.

Reposant sur un support, le miroir d'un télescope peut plus facilement atteindre un grand diamètre. En 1948, le télescope Hale du mont Palomar entra en service en Californie. Avec ses 5 m de diamètre, il est resté le plus grand instrument astronomique du monde jusqu'en 1976, année de la "première

lumière" du télescope de Zelenchukskaya, 6 m de diamètre (BTA-6), dans le Caucase. Pour avoir une bonne rigidité et conserver leur forme parabolique quelle que soit leur orientation, ces miroirs ont une forte épaisseur. Une grande masse de verre est donc nécessaire pour fabriquer le disque dans lequel sera taillé le futur miroir. Lors de la coulée, de petites bulles d'air se forment. Un refroidissement trop rapide les empêche de remonter à la surface. Emprisonnées dans le verre durci, elles risquent de produire des trous dans le miroir. Mais il y a pis : les



Le TMT et l'EELT comparés aux télescopes actuels



100 m

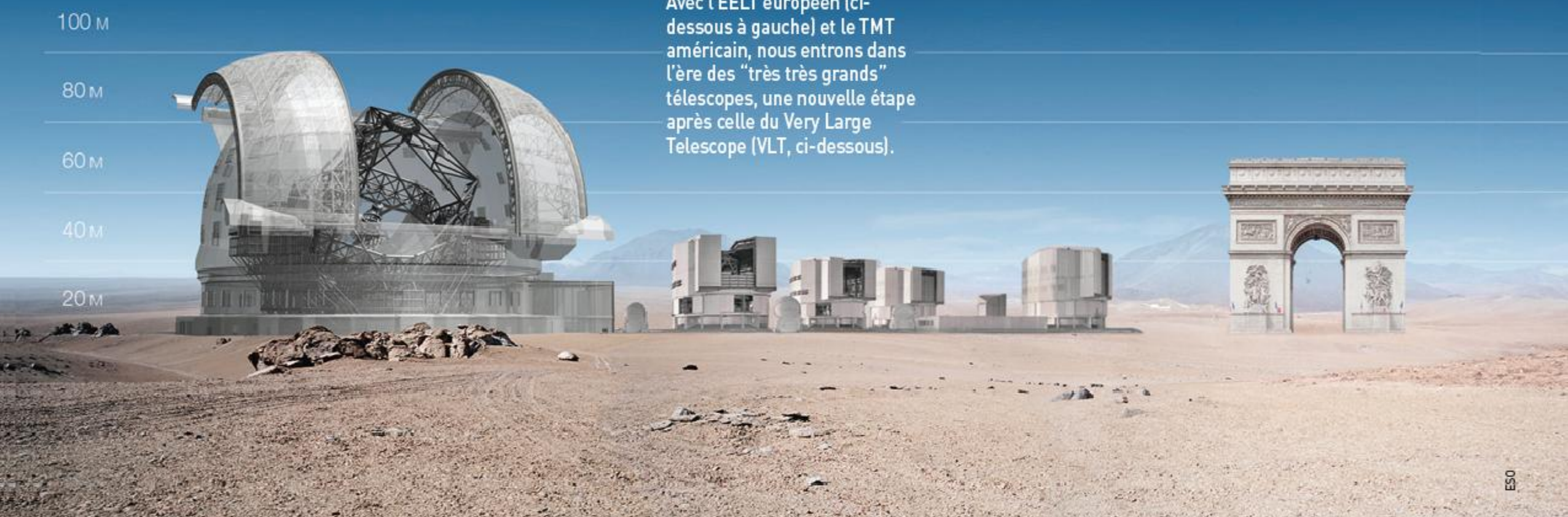
80 m

60 m

40 m

20 m

Avec l'EELT européen (ci-dessous à gauche) et le TMT américain, nous entrons dans l'ère des "très très grands" télescopes, une nouvelle étape après celle du Very Large Telescope (VLT, ci-dessous).



ESO

tensions mécaniques entre la surface et le cœur peuvent briser le miroir durant le refroidissement. Afin de l'éviter, la masse de verre doit conserver une température homogène. Toutes ces raisons expliquent que le refroidissement du miroir du Palomar a duré 11 mois, au rythme de $0,8^{\circ}\text{C}$ par jour ! Avec le même principe, il faudrait une dizaine d'années pour obtenir un miroir de 50 m. Inconcevable...

3 Garder les miroirs en forme

Si la construction des miroirs n'a pas beaucoup progressé entre le télescope Hale et le BTA-6, ce n'est pas le cas de l'informatique. Le télescope soviétique en a d'ailleurs profité. Pour limiter les contraintes mécaniques de son imposant miroir, il disposait d'une monture azimutale. L'orientation du télescope devait donc se faire selon les deux axes du repère local, azimut et

hauteur, mais il fallait aussi compenser la rotation du ciel durant une pose. L'usage de l'informatique permettait de calculer à tout instant la vitesse à donner à chacun des trois moteurs de contrôle. Ce fut la première révolution informatique pour l'astronomie instrumentale.

La seconde débuta avec la mise en service du New Technology Telescope de l'ESO, en 1989. Son miroir de 3,5 m n'avait rien de spectaculaire. C'est son épaisseur de 24 cm qui marqua les esprits. Ce miroir, tellement mince qu'il en est souple, se déforme si on l'incline ! Il est donc soutenu par 75 vérins commandés par ordinateur. Toute altération de sa forme, mesurée par une méthode optique précise, est régulièrement corrigée par une action sur les vérins, modifiant la pression exercée sur le verre. Pour assurer une qualité optimale, la force exercée par chaque vérin est réglée une fois par seconde. Cette technique, nommée optique active, est désormais utilisée sur tous les grands télescopes.

4 Se libérer de l'atmosphère

Avant d'atteindre le sol, la lumière des astres traverse l'atmosphère, en perpétuelle agitation sous l'effet du vent ou des différences





Le TMT de 30 m sera construit sur le Mauna Kea, à Hawaï, qui accueille déjà les plus grands télescopes de la planète. Ce projet résulte d'un partenariat entre le Canada et les États-Unis. Comme l'EELT, il doit être terminé en 2018.

de températures. Cette traversée "cabosse" l'onde lumineuse et ramène le pouvoir séparateur d'un télescope, quelle que soit sa taille, à celui d'un instrument de quelques dizaines de centimètres de diamètre. Le pouvoir séparateur réel est de l'ordre de 1" seule-

ment, mais peut atteindre 0,4" dans des sites exceptionnels, comme le désert d'Atacama, au Chili, où se trouvent les grands observatoires européens de La Silla et du VLT.

Cette limite imposée par l'atmosphère se nomme le *seeing*. C'est le pouvoir séparateur effectif de l'ensemble instrument-atmosphère, qui change constamment en fonction des conditions atmosphériques. Ainsi, la construction d'instruments de grande taille n'améliore guère la résolution, limitée par le *seeing*, et vise surtout à observer des objets de plus en plus faibles.

Pour atteindre le pouvoir séparateur théorique d'un instrument, une solution évidente vient à l'esprit : s'affranchir de l'atmosphère ! C'est ce qui a été fait avec le télescope spatial Hubble, placé sur orbite autour de la Terre. Son miroir

de seulement 2,4 m de diamètre, avec un pouvoir séparateur de 0,05", dix fois meilleur qu'au sol, nous a longtemps donné les images les plus fines que nous n'ayons jamais eues.

5 Corriger la turbulence de l'air

Il y a une vingtaine d'années, optique et informatique se sont à nouveau associées pour accoucher d'une méthode évitant d'aller dans l'espace. Le principe est le suivant. Les variations de l'atmosphère déforment le front d'onde, mais l'image peut être considérée comme stable durant un bref instant, de l'ordre de 3 à 70 millisecondes. Un temps de pose très bref donnerait donc une bonne image, à condition de pouvoir se contenter de très peu de lumière. Cette durée laisse surtout la possibilité d'agir sur l'image pour corriger en temps réel les effets de la turbulence atmosphérique. Cette méthode, nommée "optique adaptative", vit le jour en Europe,



La lumière des étoiles traverse l'atmosphère avant d'atteindre le sol. Tous les grands instruments (ici, le TMT) sont désormais équipés de systèmes corrigeant en direct les effets de la turbulence de l'air.



Sur les hauteurs de l'île de La Palma, aux Canaries, le GTC est actuellement le grand télescope au monde ; 10,4 m de diamètre.



et tout particulièrement en France avec un premier prototype, Come-on, construit en 1987. Elle permet de faire "comme si" l'atmosphère n'existait pas. Ainsi, la finesse des images n'est plus limitée que par la diffraction de l'instrument.

Bien que le principe soit le même (déformer un miroir par des vérins commandés par ordinateur), la différence entre optique active et optique adaptative tient dans la nature des déformations corrigées. L'optique active s'applique au miroir principal. Elle corrige les déformations résultant des contraintes

La surface collectrice du GTC est une mosaïque de miroirs hexagonaux car il est impossible de réaliser un seul bloc de verre d'un tel diamètre.

mécaniques qu'il subit au rythme d'un ajustement par seconde. L'optique adaptative corrige les effets de l'atmosphère sur le miroir secondaire, ou même sur un autre miroir, et agit sur celui-ci 100 fois par seconde. Elle est désormais omniprésente et, sans elle, les miroirs de 8,2 m du VLT ne donneraient pas de détails plus fins que la résolution théorique d'un gros télescope d'amateur.

6 Multiplier les miroirs

Les prochaines générations de télescopes sont déjà là. Que ce soit le TMT américain (Thirty Meter Telescope, de 30 m de diamètre) ou sa contrepartie européenne, l'EELT, la course aux miroirs géants continue... Mais comment réaliser ceux-ci ? En réunissant une multitude de petits miroirs, pour obtenir un grand miroir virtuel. Expliquons-nous. Dans le cas de l'EELT, il s'agit d'assembler pas moins de 1000 miroirs hexagonaux, de 1,4 m de diamètre chacun, pour une épaisseur de 5 cm !

Le miroir secondaire, lui, aura une taille de 6 m ! Cinq miroirs additionnels compléteront le dispositif. Les trois premiers, placés sur l'axe optique, permettront de transformer le miroir primaire segmenté en un miroir monobloc virtuel de 42 m. Deux autres seront destinés à l'optique adaptative. Il serait en effet dommage de construire un télescope de 42 m et d'être limité par le *seeing*. La résolution théorique de l'EELT sera ainsi inférieure à 3 millièmes de secondes d'arc. On l'aura compris, le schéma optique d'un télescope à miroir segmenté est plus complexe que celui d'un télescope à miroir monobloc, mais c'est le coût du gigantisme.

Cette technique a déjà été testée. Tout d'abord avec les télescopes jumeaux Keck, mis en service à Hawaï en 1993. Ils possèdent 36 miroirs hexagonaux et disposent d'un système d'optique active permettant de collecter la lumière de tous les segments afin de ne former qu'un seul miroir virtuel de 10 m de diamètre. Il y a aussi depuis peu le GTC (Gran Telescopio Canarias), d'un diamètre de 10,4 m et semblable aux Keck.

Les temps ont bien changé depuis Galilée. Bientôt, les grands télescopes feront des images de la surface des exoplanètes ! Mais n'oublions pas que la course aux objets faibles a pour effet de négliger les plus brillants, inobservables par ces instruments géants. Il est impossible d'étudier des astres de magnitude 7 avec le VLT. La leçon à en tirer est simple : à côté des télescopes géants, il reste de la place pour de "petits" télescopes, car la diversité est gage de découvertes. ●

(1) *European Extremely Large Telescope.*

(2) *La magnitude mesure l'éclat des astres. Plus sa valeur est grande, plus l'astre est faible.*

(3) *Le Very Large Telescope (VLT) compte quatre télescopes de 8,2 m de diamètre installés à l'observatoire du Cerro Paranal, dans le désert d'Atacama, au nord du Chili. Il est géré par l'ESO.*

+  À écouter sur www.cieletespaceradio.fr/aout.606

VLT : l'intimité des étoiles dans l'œil du plus grand télescope du monde, avec Fabien Malbet, du CNRS

➤ Du 7 au 13 août 2010

20 anniversaire

du **Festival**
d'**Astronomie**
de **Fleurance**

Le Festival fête son 20^{ème} anniversaire et fait le bilan de 20 années de science qui ont bouleversé le monde...

Avec la participation de : G. Berry, P. Boissé, A. Brahic, X. Delfosse, H. Dole, B. Dupré, B. Eisenschitz, D. Elbaz, J.L. Fellous, P. Fouque, H. Halloin, M. Lachieze-Rey, P. Lecureuil, R. Lehoucq, J.M. Levy-Leblond, V. Minier, N. Palanque, F. Paletou, J. Perez, L. Piau, P. Picq, M. Puech, Fr. Raulin, Fl. Raulin, H. Reeves, A. Simaan, S. Soudoplatoff, T. Stolarczyk, P. Thomas, G. Trap, J.P. Uzan, S. Vauclair, C. Villani, P. von Ballmoos...

Le 7 août,
de midi à minuit
Le **marathon**
des sciences

Du 8 au 13 août
20 ans de
découvertes
en astronomie
et astrophysique

➤ Le **Festival**
Astro-jeunes
fête ses **5 ans**

Du 8 au 13 août
Une **découverte**
de l'Univers

De 4 à 15 ans
Activités et animations
encadrées par des
jeunes chercheurs

Programme complet >

Informations et réservations >

www.fermedesetoiles.com

05 62 06 62 76

contact@fermedesetoiles.com



Jacques Merleau-Ponty, philosophe de l'Univers

La découverte du big bang et d'un Univers en évolution a bousculé notre vision du cosmos. Jacques Merleau-Ponty, pourtant convaincu de l'état stationnaire de l'Univers, fut l'un des premiers à intégrer la découverte de l'instant initial dans la pensée philosophique.

Jean-François Robredo

"L' HOMME a toujours pensé que le visage du monde devait l'instruire sur lui-même."⁽¹⁾ En écrivant cette phrase, en 1965, Jacques Merleau-Ponty ne mesurait pas encore à quel point le spectacle cosmique allait bientôt le transformer, lui et l'humanité ! En effet, la même année, deux astronomes américains Arno Penzias et Robert Wilson découvrent le rayonnement cosmologique du fond du ciel, à 3 K. Celui-ci entraînera le plus grand bouleversement du xx^e siècle en accréditant l'idée d'une origine explosive de l'Univers, puis la fameuse théorie du big bang. Or, la plupart des savants, dont Merleau-Ponty, penchaient pour la théorie concurrente de l'Univers stable et éternel (*Steady State Theory*). La guerre cosmologique venait de commencer ! Et, malgré ce qui ressemble d'abord à un combat contre soi-même, le philosophe Merleau-Ponty ne cherchera jamais à l'éviter, avec une honnêteté et une rigueur d'autant plus exemplaires. Ses réponses, originales et surprenantes, seront d'ailleurs à la hauteur du problème. Mais pour s'engager sur ce chemin si riche et particulier, il faut d'abord faire connaissance avec l'homme qui va le tracer.

Jacques Merleau-Ponty est né le 26 juillet 1916, à Rochefort-sur-Mer (Charente-Maritime). Admis à l'École normale supérieure, il obtient l'agrégation de philosophie. Il s'oriente d'abord vers des études scientifiques, plus particulièrement de physique alors en plein développement. Mais sur les conseils de son cousin, le philosophe Maurice Merleau-Ponty, il va s'intéresser à l'aspect proprement philosophique des avancées de la science. Il se consacre dès lors à la tâche d'interpréter les révolutions en cours de la physique et de la cosmologie. Mais ce travail pour le moins original et difficile va être complètement stoppé par la guerre. Il ne pourra le reprendre qu'après la fin du conflit.

Mobilisé en 1939, Merleau-Ponty est aspirant d'infanterie. En 1940, il est fait prisonnier de guerre, mais réussit à s'évader. Il rejoint alors Paris où il rallie, avec

sa femme, la Résistance. Membre du réseau d'évasion "Comète" des Forces françaises libres, il recueille les aviateurs alliés des avions abattus ou parachutés en mission. Cette activité d'hébergement clandestin va le conduire à se faire arrêter par la Gestapo et à être condamné à mort par les autorités allemandes d'occupation. Après un an à la prison de Fresnes, il sera sauvé au dernier moment, en août 1944, par l'intervention du consul de Suède, Raoul Nordling. Pour avoir ainsi participé avec courage au sauvetage d'aviateurs alliés, Jacques Merleau-Ponty et sa femme France seront cités à l'ordre des Forces alliées du débarquement⁽²⁾.

Au sortir de cette période, Merleau-Ponty entame une carrière de journaliste à l'Agence France Presse et à *Combat*, puis commence à enseigner dans le second degré, d'abord au lycée de Beauvais, puis à Paris, au lycée Louis-le-Grand. Dès cette époque, il reprend ses études d'histoire et de philosophie des sciences. Intégré comme attaché de recherches au CNRS, il se consacre alors exclusivement à la rédaction de sa thèse d'État sur l'interprétation philosophique des théories cosmologiques de cette première moitié du xx^e siècle. Sa thèse, soutenue en 1965, sera publiée sous la forme de deux textes : *Cosmologie du xx^e siècle* (Gallimard) et *Philosophie et théorie physique chez Eddington* (Les Belles Lettres). Nommé ensuite maître de conférences à l'université de Besançon, il terminera sa carrière comme professeur à l'université de Paris X-Nanterre. Au cours de ses années d'enseignement, Merleau-Ponty va poursuivre sans relâche ses réflexions et ses travaux sur les relations entre philosophie et cosmologie. De nombreux ouvrages, spécialisés ou plus grand

Comment garder une pensée philosophique cohérente quand la science fait soudain basculer l'Univers d'un Tout éternel à un ensemble qui a eu une origine et qui, peut-être, aura une fin ? C'est sur cette question que Jacques Merleau-Ponty (ci-contre devant une représentation de l'évolution de l'Univers) a travaillé.



Jean-François Robredo est philosophe et historien des sciences, chargé de cours à l'université Paris IV-Sorbonne. Il vient de publier *Le sens de l'Univers. Essai sur Jacques Merleau-Ponty* (PUF, 2010).



Premier constat : grâce aux équations relativistes d'Einstein, l'Univers dans son ensemble est devenu un "objet de science"

Penzias et Wilson, devant l'antenne radio avec laquelle ils ont, en 1964, découvert le rayonnement de fond cosmologique, l'une des preuves que le big bang a bien eu lieu.



Nasa

... public, vont venir compléter, mais aussi corriger ses premières analyses en fonction des découvertes successives. Le combat pour la vérité va durer près de quarante ans ! Avec une question centrale : comment un tenant convaincu de la théorie de l'état stationnaire de l'Univers peut-il devenir un partisan affirmé de la théorie du big bang ? Et une question plus souterraine : quelle cohérence peut-il y avoir dans une pensée qui passe de l'idée d'"éternité du Tout" à celle d'"origine du Tout" ? À la première question, il faut répondre par l'analyse historique des avancées de la science cosmologique. À la seconde, il faut répondre et démontrer que la cohérence philosophique, contre toute attente, existe bel et bien. Et, comme l'a fait Merleau-Ponty pendant toute sa vie, il faudra encore ajouter que les deux réponses sont essentiellement liées !

Le big bang ressuscite le sens du Tout

Le point de départ de l'analyse de Jacques Merleau-Ponty est un constat : grâce aux équations relativistes élaborées par Einstein au début des années 1920, l'Univers dans sa globalité est devenu "un objet de science". En effet, jusqu'à la fin du XIX^e siècle, les astronomes interdisaient que l'on puisse parler de ce que l'on n'observait pas directement (principalement le Système solaire et notre galaxie). Or, pour Einstein, il est scientifiquement justifié d'étendre des conclusions théoriques à des objets ou des parties de l'Univers que nous ne voyons pas ou même ne verrons jamais. Car dans la théorie relativiste, l'espace n'est pas indépendant de la matière qu'il contient. Ainsi, on peut imaginer la forme globale de l'espace de l'Univers en fonction des différentes hypothèses faites sur son contenu.

Cette originalité de la relativité aurait pu rester lettre morte si un événement observationnel n'était pas venu lui donner toute sa puissance. En effet, à la même époque, des observateurs américains, Vesto Slipher puis Edwin Hubble principalement, vont mesurer le décalage des spectres de lumière des galaxies proches et conclure que quelle que soit la direction observée, tous les objets hors de notre propre galaxie, la Voie lactée, s'éloignent de nous. Une telle mesure "locale" ne peut s'expliquer qu'avec une théorie "globale" : l'Univers entier est en expansion. L'abbé et physicien belge Georges Lemaître sera le premier à donner une valeur de cette expansion. Jacques Merleau-Ponty, dans son ouvrage de 1965, en donne une triple conclusion philosophique : l'Univers évolue (contrairement à la stabilité éternelle et parfaite des Anciens), la Raison peut le comprendre (contrairement à l'interdiction des modernes) et la question du sens du Tout redevient pertinente (contrairement à la séparation imposée entre science et philosophie).

À cette époque, le cadre théorique "parfait" qui fait la jonction entre cosmologie scientifique et réflexion philosophique est le modèle de l'état stationnaire élaboré par l'astronome anglais Fred Hoyle. Merleau-Ponty lui donne une dimension philosophique qui lui semble alors définitive... Mais les faits viennent bouleverser cette belle osmose. En observant le fond du ciel, Penzias

et Wilson contribuent à imposer l'idée d'un passé de l'Univers très chaud, c'est-à-dire d'un commencement ponctuel et temporellement daté du Tout ! La science doit alors expliquer cette "singularité" et la philosophie, cette "origine". Cette tâche sera pour Merleau-Ponty d'abord une "épreuve" personnelle, car il voit dans cette jonction philosophique entre cosmologie et cosmogonie un véritable risque d'interprétations spiritualistes, voire religieuses. Certains y succomberont.

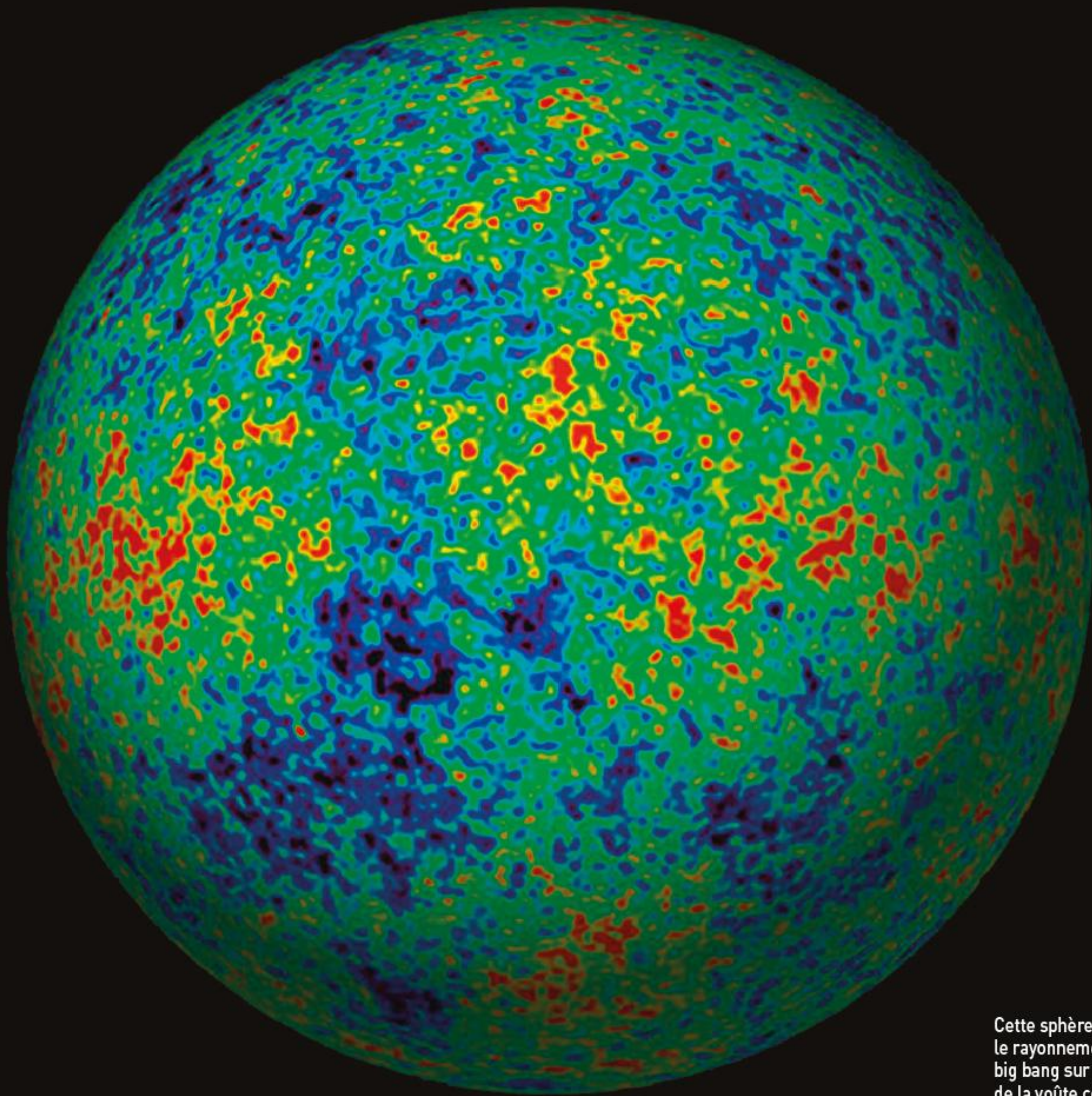
Dans un premier temps, Merleau-Ponty parle avec ironie du retour des *"vieilles rêveries du temps de la naissance et de la mort"*. Mais peu à peu le ton se fait plus grave et cette nouvelle question de la "genèse" va être prise avec tout le sérieux philosophique nécessaire. Paradoxalement, Merleau-Ponty va s'appuyer sur les analyses d'un homme d'Église, l'abbé Lemaître. Pour ce dernier, il faut distinguer entre l'aspect scientifique (le commencement) et l'aspect philosophie (l'origine). Si le premier peut être compris "clairement", le second reste "énigmatique". Toute la question pour Merleau-Ponty sera de dire quel est le contenu philosophique de cette énigme, autrement dit d'affronter la question du sens de l'Univers.

Du côté scientifique, le commencement de l'Univers est décrit comme une singularité, c'est-à-dire un point qui contient dans un volume fini des quantités infinies (de matière et d'énergie). Paradoxe qui interdit finalement une connaissance précise, mais qui est "clairement" acceptée comme telle. Cette limite de la connaissance (aujourd'hui encore à l'œuvre) est liée au contenu des théories utilisées (principalement la relativité), mais n'interdit pas qu'un nouveau modèle puisse en venir à bout scientifiquement (ce que cherche à faire la théorie des cordes notamment). Du côté philosophique, l'urgence de penser exclut que l'on puisse attendre une "conception à venir", au risque de laisser un vide de signification propre au développement de toutes sortes de croyances. L'exigence philosophique est absolue. La solution de Merleau-Ponty va s'élaborer sur plusieurs décennies et aboutir à une solution inattendue.

Une origine sans signification ?

Reprenant la pensée de Lemaître, Merleau-Ponty va distinguer entre l'aspect "qualitatif physique" et l'aspect "quantitatif physique". Or, si l'on peut estimer la "valeur quantitative" du moment du big bang (aujourd'hui évaluée à quelque 13,7 milliards d'années), il est impossible de lui donner un "sens qualitatif" (l'origine est hors du temps puisqu'elle le crée). Ainsi, aucune interprétation particulière, philosophique, idéologique ou religieuse ne peut s'appuyer sur une connaissance scientifique qui *"ne peut avoir aucun sens"*⁽³⁾. La pensée est libre parce que la science ne peut lui imposer aucune signification (seulement des estimations quantitatives provisoires). Mais le philosophe est-il libre ou orphelin ? Faut-il abandonner toute vision rationaliste de l'Univers pour une errance philosophique sans fin ?

À ces questions, Merleau-Ponty donne une réponse paradoxale, mais cohérente. En effet, les données scien-



Cette sphère montre le rayonnement issu du big bang sur la totalité de la voûte céleste, tel qu'il a été enregistré par le satellite WMAP.

tifiques ne nous permettent pas de "choisir" n'importe quelle interprétation philosophique du Tout de l'Univers : il faut tenir compte de "l'inévitable réalité". Mais cette "base" rationnelle si elle exclut certaines visions (la finaliste principalement) laisse la porte ouverte à de nombreuses autres. Car s'il n'y a pas de "sens scientifique" du commencement, cela ne signifie pas qu'il faille lui en donner un de l'extérieur. En science, le non-connaissable n'est pas une solution de la connaissance, mais en philosophie le non-sens est une solution de la question du sens. Ainsi, précise Merleau-Ponty, il faut réfléchir comme si "le non-sens pouvait s'associer au savoir et même en être la source" !

La solution de Merleau-Ponty est donc véritablement originale et inattendue : ce "non-sens" des cosmologies avec origine, rejoint le "sens" des cosmologies avec un Univers éternel (le big bang rejoint la Steady State Theory...) En effet, s'il est impossible de donner une signification au commencement cela revient à dire qu'on peut philosopher comme s'il n'avait pas eu lieu.

Autrement dit, l'irrationalité scientifique de l'origine conduit à la liberté philosophique du temps retrouvé. Dès lors, on peut relire le livre de l'Univers avec toutes les découvertes du siècle pour guide : expansion de l'espace, répartition de matière, rayonnement fossile, trous noirs, quasars, exoplanètes, apparition de la vie, avènement de l'homme... La route est balisée, mais la réflexion philosophique n'en est pas moins libre.

Ainsi, dans les dernières années de sa vie, Jacques Merleau-Ponty a multiplié les appels à la réflexion philosophique sur les avancées de la science astronomique dans son ensemble. Inlassablement, à travers des publications, des cours, des colloques ou des articles de vulgarisation, il a agi avec force et modestie. Comme en miroir de l'Univers. ●

(1) Cosmologie du xx^e siècle. Étude épistémologique et historique des théories de la cosmologie contemporaine, éditions Gallimard, 1965.

(2) Voir la biographie de Michel Paty et Jean-Jacques Szczeciniarz dans le recueil de textes de Jacques Merleau-Ponty Sur la science cosmologique, paru chez EDP Sciences, 2003.

(3) Voir Le spectacle cosmique, éditions Larousse, 1988.

Bibliographie choisie

Cosmologie du xx^e siècle. Étude épistémologique et historique des théories de la cosmologie contemporaine, Gallimard, 1965.

Les trois étapes de la cosmologie. Comment a évolué la conception de l'Univers de l'Antiquité à nos jours (avec Bruno Morando), Robert Laffont, 1971.

La science de l'Univers à l'âge du positivisme. Étude sur les origines de la cosmologie contemporaine, Vrin, 1983.

Le spectacle cosmique et ses secrets, Larousse, 1988.

Einstein, Flammarion, 1993.

Sur la science cosmologique. Conditions de possibilité et problèmes philosophiques, EDP Sciences, 2004.

LE MOIS DE LA GRANDE BLEUE

Neptune passe en août au plus près de la Terre. Les conditions d'observation sont donc idéales pour admirer cette planète géante.

LA huitième planète du Système Solaire passe ce mois-ci à l'opposition. Cette configuration favorable offre une bonne occasion de découvrir ou redécouvrir Neptune. Mais attention, partir à la découverte de ce monde lointain requiert un minimum de préparation. C'est en effet la seule planète invisible à l'œil nu. Une carte

du ciel précise (voir ci-dessous) est donc indispensable. Dans le voisinage immédiat de la planète, quelques étoiles de magnitude 7, légèrement plus brillantes que Neptune, ne facilitent pas le repérage. La proximité de l'étoile Iota Aquarii (Verseau) est en revanche une aubaine : elle est visible à l'œil nu, à environ 2°. Une fois le

télescope centré sur elle, il ne reste plus qu'à remonter de 1° vers le nord en déclinaison, et de 1,5 à 2° vers l'ouest en ascension droite (selon que vous observiez respectivement en début ou en fin de mois).

Avec cette astuce, Neptune est à coup sûr dans le champ d'un oculaire grossissant moins de 100×. Ne vous inquiétez pas si elle ne vous saute pas aux yeux du premier coup. À un tel grossissement, son aspect se confond facilement avec celui des étoiles voisines. Fiez-vous davantage à sa teinte bleu vert.

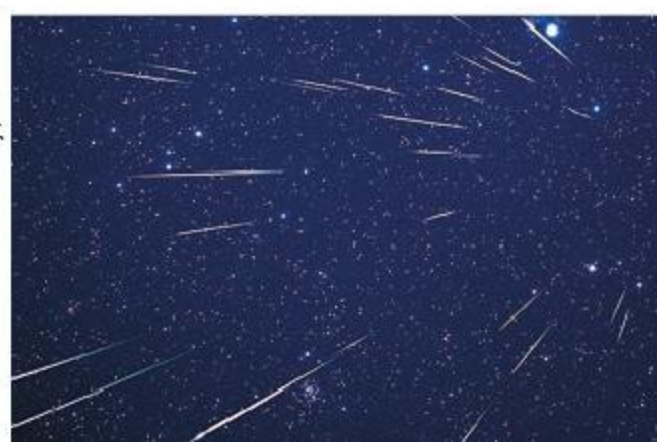
Afin de distinguer sa taille apparente sans ambiguïté, il vous faut pousser le grossissement à 200× minimum. Son aspect s'apparente alors à une tête d'épingle pastel, piquée sur le noir de la voûte céleste.

Dans un télescope d'au moins 250 à 300 mm de diamètre, vous découvrirez à ses côtés un petit point de magnitude 13,5. Il s'agit de son satellite Triton, large de 2700 km. Percevoir les autres compagnons de Neptune, bien plus petits, requiert une caméra CCD.



Cette carte vous facilitera le repérage de Neptune à partir de Iota Aquarii. Celle-ci compte parmi les étoiles principales du Verseau, elle est visible à l'œil nu. Une carte plus large est visible en haut de la page 71.

A. Fujii/C&E Photos



+  À écouter sur www.cieletespaceradio.fr

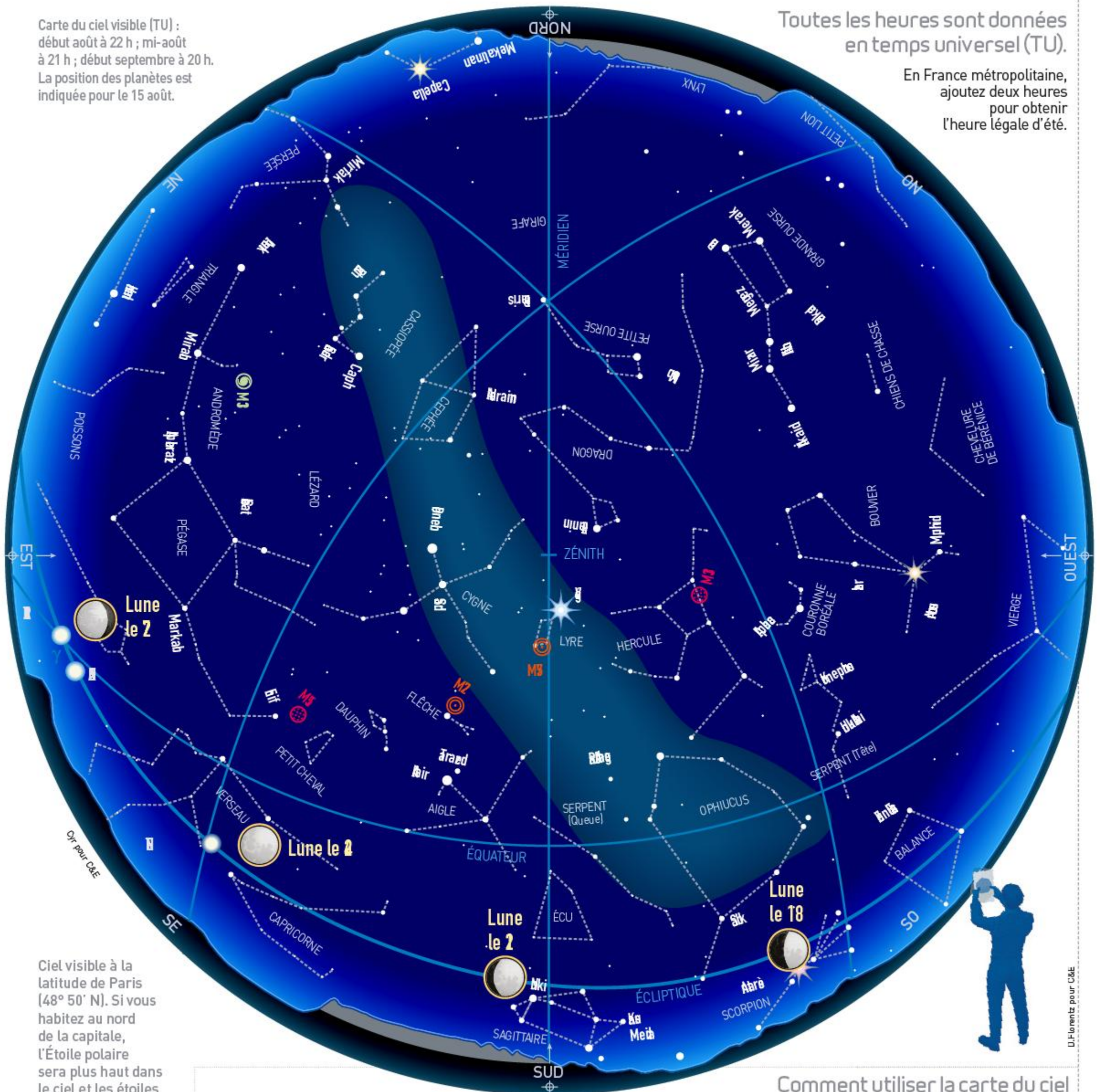
Tout l'été, retrouvez nos émissions spéciales.

ÉTÉ 2010 l'agenda, les Nuits des étoiles, le ciel en mer, la Voie lactée, balades astronomiques, hémisphère Sud...

Carte du ciel visible (TU) :
début août à 22 h ; mi-août
à 21 h ; début septembre à 20 h.
La position des planètes est
indiquée pour le 15 août.

Toutes les heures sont données
en temps universel (TU).

En France métropolitaine,
ajoutez deux heures
pour obtenir
l'heure légale d'été.



Ciel visible à la
latitude de Paris
(48° 50' N). Si vous
habitez au nord
de la capitale,
l'Étoile polaire
sera plus haut dans
le ciel et les étoiles
de la partie sud
de la voûte céleste
seront plus proches
de l'horizon
(et inversement
si vous habitez
au sud de Paris).

1 Notre carte montre la position
des principales constellations aux dates
et heures indiquées, mais vous pouvez
l'utiliser sans grand changement
pendant environ une heure autour de
ces moments.

2 Éloignez-vous de toute
source lumineuse. Laissez vos yeux
s'habituer à l'obscurité pendant
au moins 15 minutes. Pour lire la carte
sans être ébloui, utilisez de préférence
une lampe rouge.

3 Si, par exemple, vous observez
vers l'ouest, tenez la carte comme
indiqué ci-contre, en plaçant le mot
"ouest" vers le bas. Les constellations
dessinées au-dessus de l'horizon ouest
vous font face sur le ciel.

4 Le centre de la carte correspond
au zénith, le point situé au-dessus
de votre tête. Une constellation
représentée à mi-distance du centre
et du bord de la carte est donc à égale
distance de l'horizon et du zénith.

Comment utiliser la carte du ciel

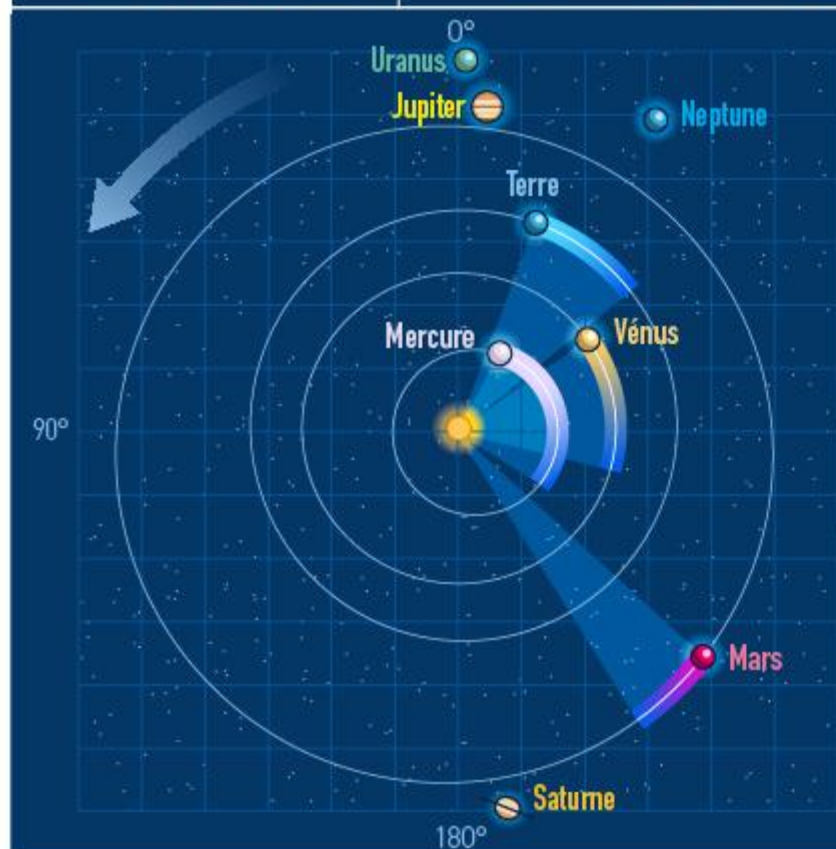
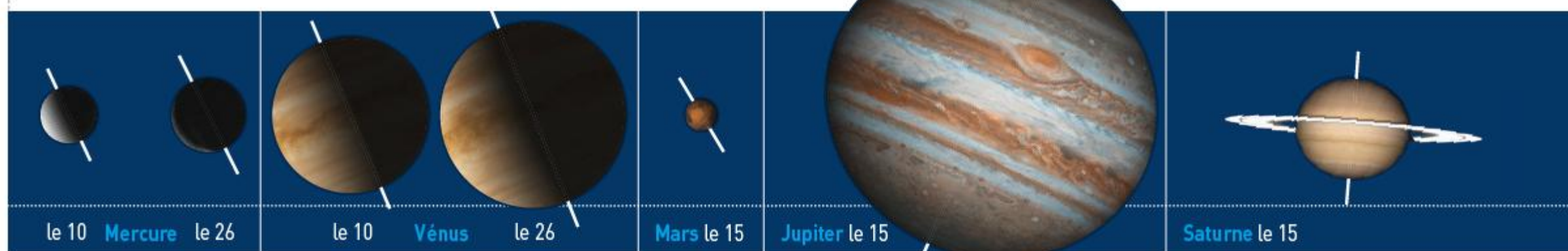
LES PLANÈTES EN AOÛT

Date	MERCURE		VÉNUS		MARS	JUPITER
	10	26	10	26	15	15
Constellation	Lion	Lion	Vierge	Vierge	Vierge	Poissons
Magnitude	0,5	1,7	-4,2	-4,1	1,5	-2,8
Diamètre apparent	8"	10,4"	22"	19"	4,5"	47,5"
Élongation	27° E	15° E	46° E	44° E	48° E	139° 0
Distance [UA]	0,8433	0,6481	0,765	0,8845	2,0697	4,148
Lever / coucher	7 h 13 / 19 h 59	6 h 40 / 18 h 49	8 h 51 / 20 h 42	8 h 20 / 21 h 19	9 h 08 / 20 h 41	20 h 28 / 8 h 34
Intérêt	★	☾	★★★★	★★★★	★	★★★★
Visibilité	MERCURE est à son élongation maximale le 7 août, mais sous la ligne de l'écliptique. Elle reste donc difficile à localiser même autour de cette date depuis la France. En revanche, sous les tropiques, la configuration est plus favorable.		La faible inclinaison de l'écliptique ne permet pas à VÉNUS de s'élever beaucoup dans le ciel du soir. Elle passe néanmoins à l'élongation maximale le 20 août et offre de bonnes conditions d'observation.		Encore présente au crépuscule, MARS est sur la fin de sa période de visibilité.	Les conditions pour observer JUPITER sont bonnes car la planète passera à l'opposition en septembre.

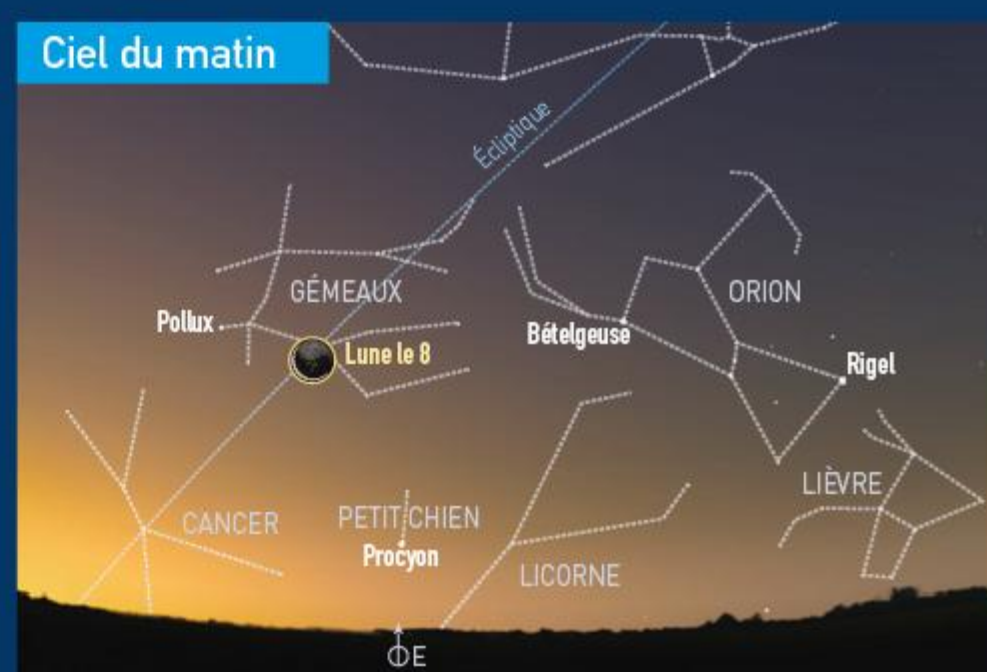
UNE NUIT À DEUX TEMPS

Pour bien débuter une soirée d'observation axée sur les planètes, commencez-la dès le crépuscule. Saturne n'est plus idéalement située pour une étude détaillée au télescope. Au cours d'une soirée publique, ou entre amis, il serait toutefois dommage de passer à côté.

Contentez-vous d'un grossissement de 100 à 150× en raison de sa faible hauteur. Vénus, actuellement en quartier, se présente dans de meilleures conditions. Mais sa surface dépourvue de détails en fait un astre un peu moins grand public. Sa phase est néanmoins pédagogique pour faire appréhender le Système

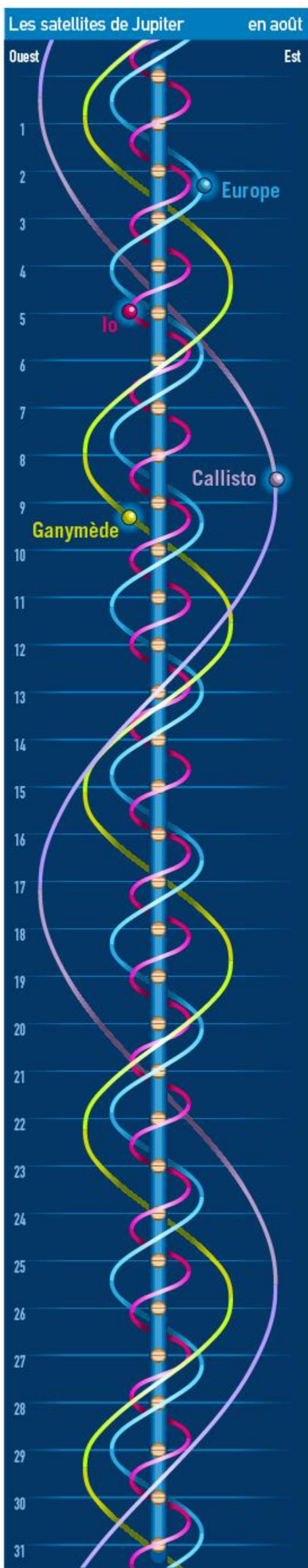
Positions
héliocentriques

Les planètes sont positionnées pour le 31 août. Pour Mercure, Vénus, la Terre et Mars, la portion de courbe plus large indique leur déplacement au cours du mois.



La carte de gauche montre le déplacement des planètes dans le ciel du matin, et celle de droite dans le ciel du soir. La voûte céleste

SATURNE	URANUS	NEPTUNE
15	15	15
Vierge	Poissons	Capricorne
1,1	5,7	7,8
16,1"	3,6"	2,3"
40° E	142° 0	175° 0
10,294	19,284	29,009
8 h 22 / 20 h 38	20 h 19 / 8 h 21	19 h 14 / 5 h 23
★	★★★★	★★★★
Située non loin de Mars, SATURNE se couche rapidement. Pointez-la dès le crépuscule.	Actuellement dans les parages de Jupiter, URANUS est visible dans d'excellentes conditions.	NEPTUNE passe à l'opposition, le 20 août. C'est le meilleur moment de l'année pour l'observer.



8 Août						
l	m	m	j	v	s	d
						1
2		4	5	6	7	8
9		11	12	13	14	15
	17	18	19	20	21	22
23		25	26	27	28	29
30	31					

La Lune en août			
À Paris	Lever	Méridien	Coucher
1 ^{er}	21 h 27	4 h 01	11 h 10
5	23 h 51	7 h 18	15 h 43
10	5 h 02	12 h 12	19 h 06
15	11 h 57	16 h 36	21 h 07
20	16 h 49	21 h 02	0 h 16
25	18 h 40	—	5 h 45
30	20 h 23	3 h 28	11 h 15
Dernier quartier : le 3 à 4 h 59			
Nouvelle Lune : le 10 à 3 h 08			
Premier quartier : le 16 à 18 h 14			
Pleine Lune : le 24 à 17 h 05			
Périgée [357 857 km] : le 10 à 18 h			
Apogée [406 389 km] : le 25 à 6 h			

Le Soleil en août			
À Paris	Lever	Méridien	Coucher
1 ^{er}	4 h 25	11 h 57	19 h 28
5	4 h 31	11 h 57	19 h 22
10	4 h 38	11 h 56	19 h 14
15	4 h 45	11 h 55	19 h 05
20	4 h 52	11 h 54	18 h 56
25	4 h 59	11 h 53	18 h 46
30	5 h 06	11 h 51	18 h 36



Durant le mois d'août, le Soleil passe de la constellation du Cancer à celle du Lion.

Toutes les heures sont données en temps universel (TU).

Pour obtenir l'heure légale en France métropolitaine, ajoutez 2 heures.



Dimanche 1^{er}

LE SOLEIL TRIOMPHE À PARIS

Vu depuis le rond-point des Champs-Élysées, le Soleil se couche dans l'Arc de triomphe vers 19 h 12 TU. L'observation est également intéressante la veille et le lendemain.

DEUX PLANÈTES AU CRÉPUSCULE

Le soir, observez Mars à moins de 2° de Saturne

Mercredi 4

UN CROISSANT POUR LES PLÉIADES

Peu après 22 h 30 TU, l'amas des Pléiades se lève. Il est suivi de près par un croissant de Lune, 3° plus bas.

Samedi 7

MERCURE EST DU SOIR

Mercury atteint son élongation orientale maximale. Elle reste trop basse pour les observateurs situés en France.

LA LUNE CROISE M35

Juste avant l'aube, le croissant de Lune se lève. En l'observant aux jumelles, vous percevrez la tache diffuse de l'amas ouvert M35 à ses côtés, 1,5° plus haut.

Dimanche 8

TRIPLETTÉ VESPÉRALE

Le rapprochement entre Saturne, Mars et Vénus est au plus serré dans le ciel du soir. Les trois planètes sont visibles sous un angle inférieur à 5° dans le ciel du crépuscule.

Lundi 9

UN FIN CROISSANT

Un fin croissant lunaire est visible dans le ciel de l'aube, 23 heures seulement avant la Nouvelle Lune.

Jeudi 12

FAITES LE PLEIN DE PERSÉIDES

Maximum d'activité de l'essaim d'étoiles filantes des Perséides, dans un ciel sans Lune (lire l'article p. 82).

Vendredi 13

ET DE QUATRE !

La Lune s'invite le soir aux côtés de Mars, Saturne et Vénus. La configuration est encore plus intéressante le 12, mais la Lune, trop basse, est inaccessible en France. Cette observation est à faire sous les tropiques.

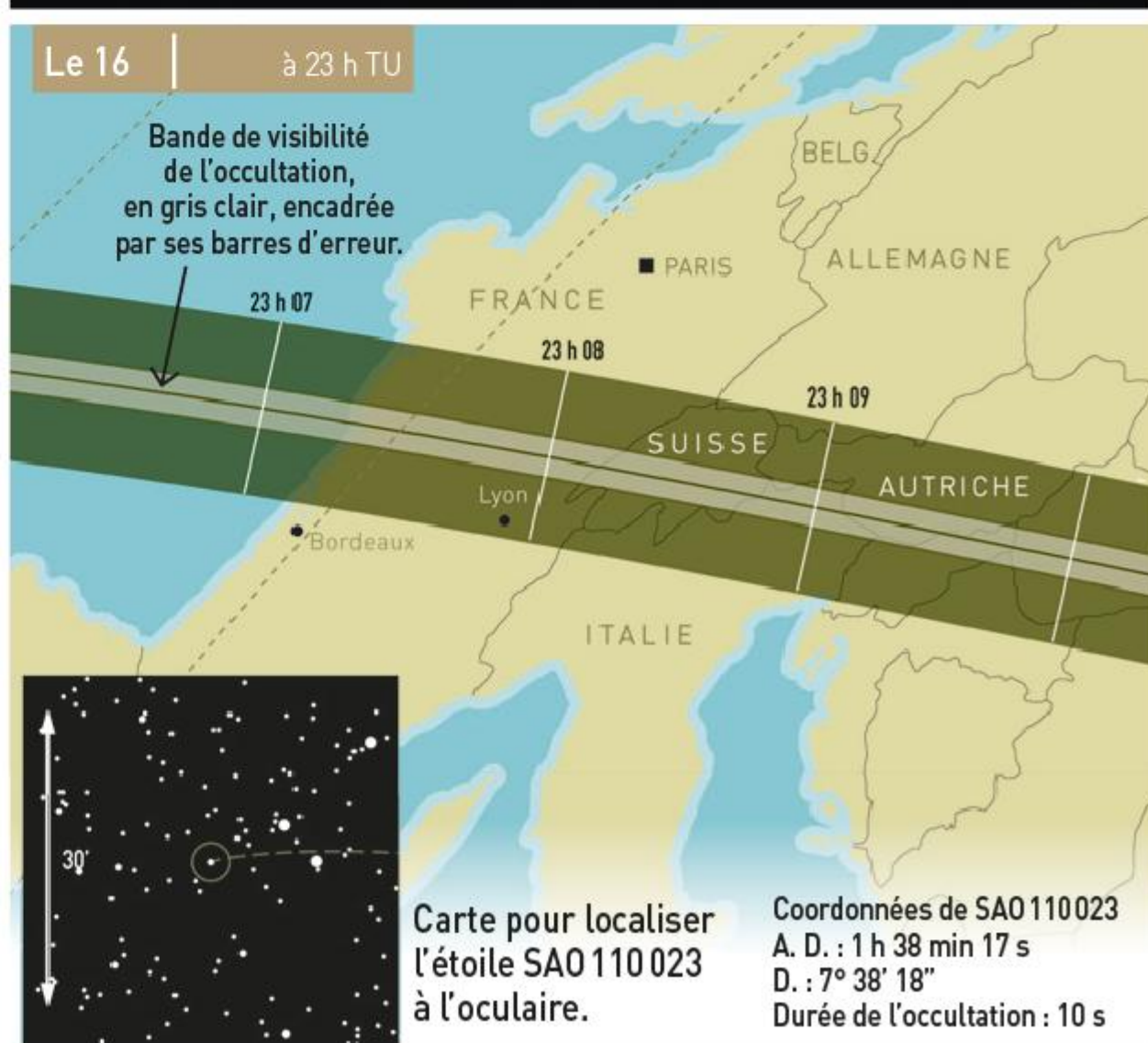
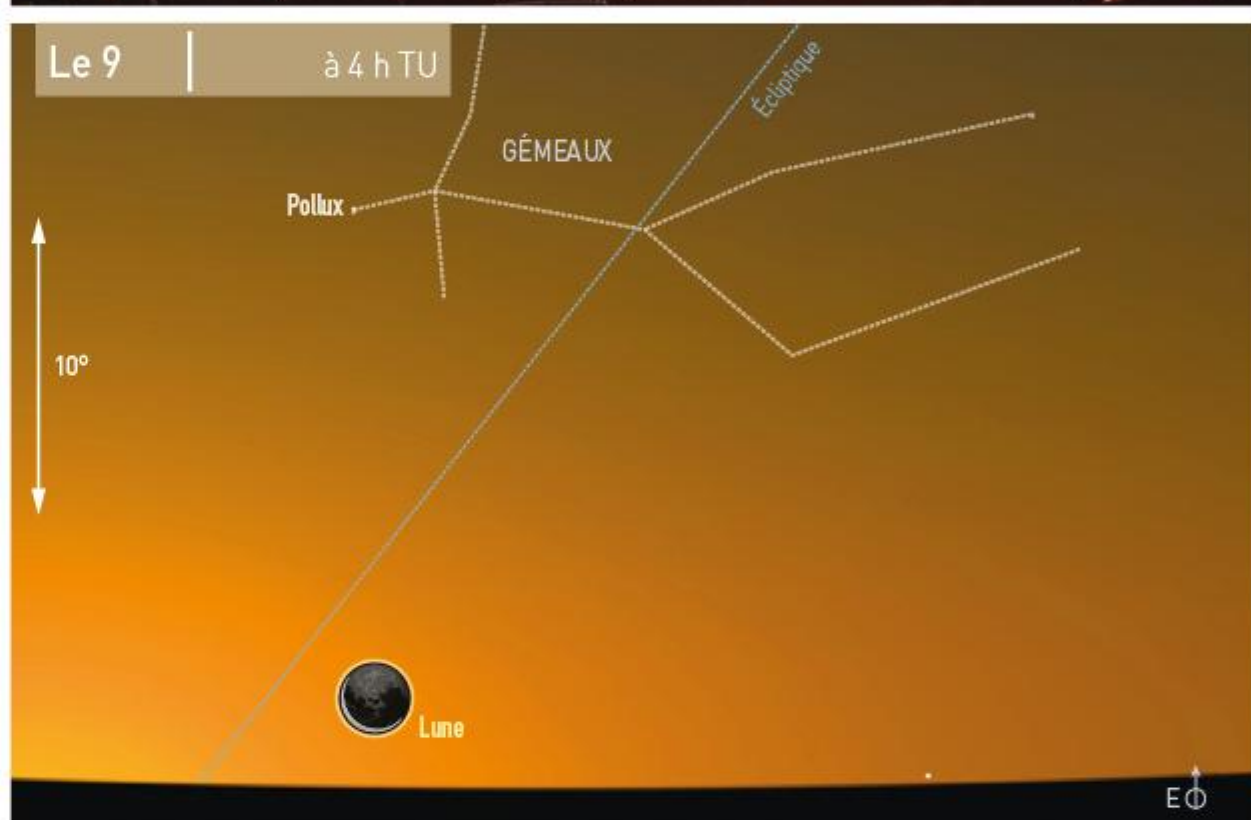
Lundi 16

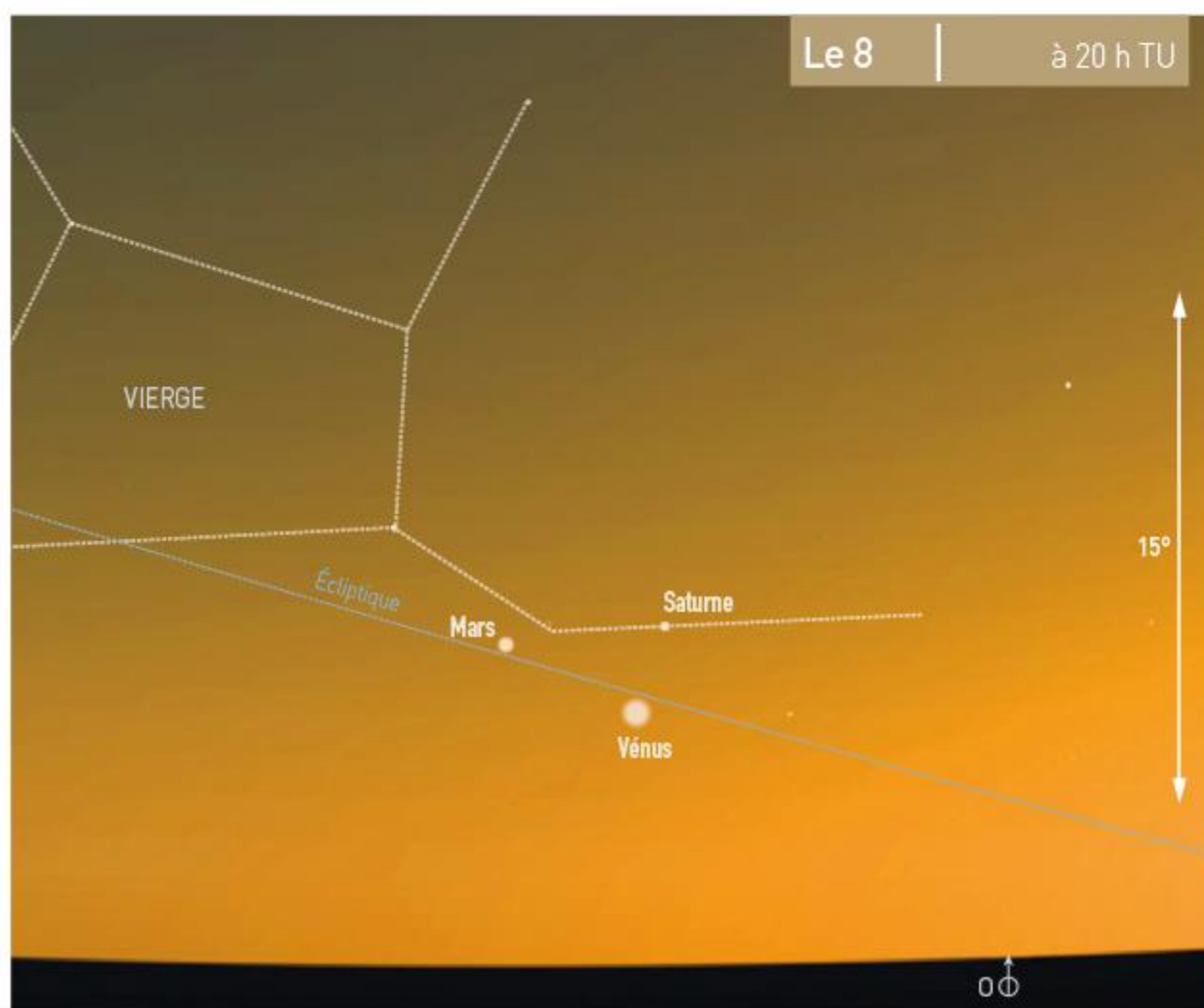
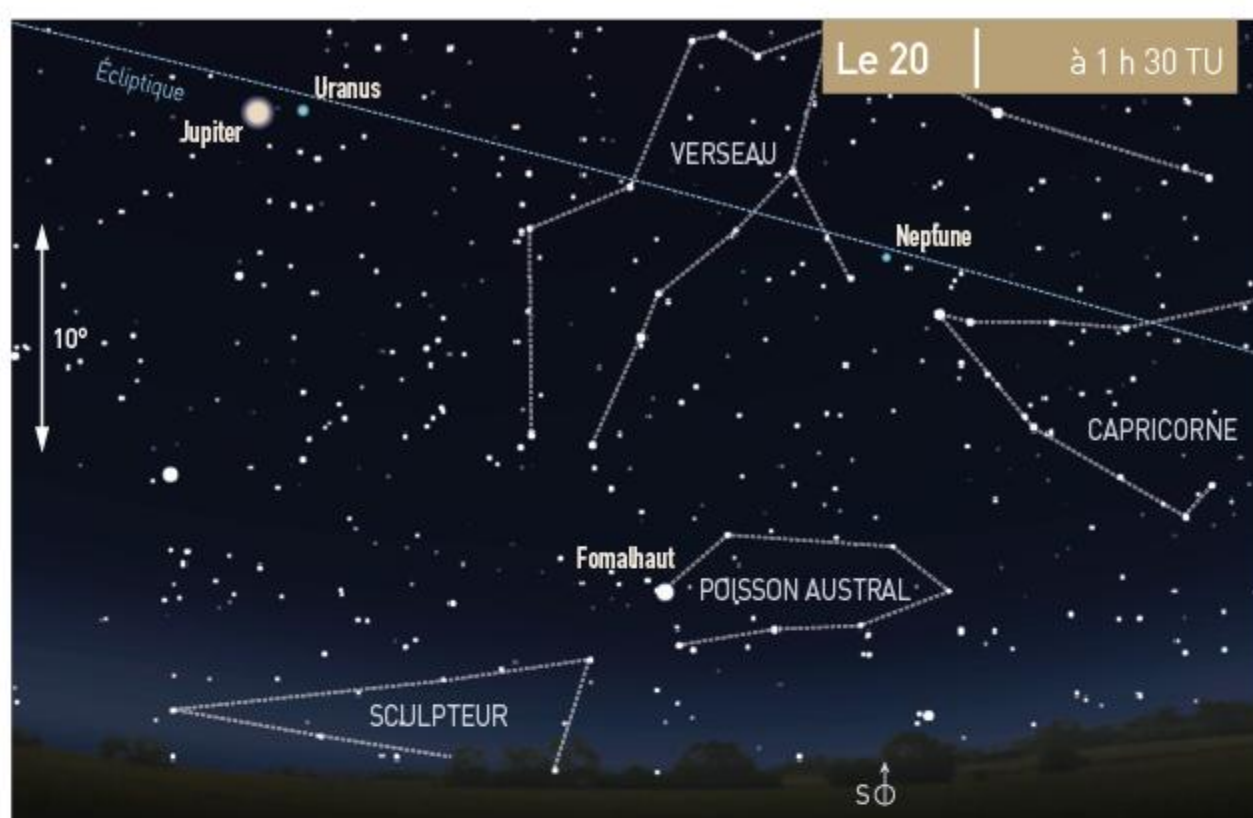
UNE ÉTOILE S'ÉCLIPSE

L'astéroïde 799 Gudula (magnitude 14,7) occulte l'étoile SAO 110 023 (magnitude 9,8), autour de 23 h TU,

+ C Cartes de l'occultation sur www.cieletespace.fr/observer

J.-L. Dauvergne/C&E Photos





18	Mercredi
MARS ET VÉNUS RÉUNIES	
Rapprochement serré entre Mars et Vénus. Durant les quelques jours encadrant le 18 août, elles sont à moins de 2° l'une de l'autre.	
20	Vendredi
VÉNUS AU PLUS HAUT	
Vénus atteint son élongation maximale dans le ciel du soir. Elle est à 45° du Soleil. C'est une période favorable pour l'observer.	
	NEPTUNE AU PLUS PRÈS
La plus lointaine planète du Système solaire, Neptune, passe à l'opposition. C'est le meilleur moment de l'année pour l'observer (lire p. 66).	
21	Samedi
UN JALON POUR IRIS	
Le matin, l'astéroïde Iris (magnitude 9,8) est à seulement 16' du centre de l'amas d'étoiles M35.	
27	Vendredi
CONJONCTION LUNE-JUPITER	
La Lune croise Jupiter. Les deux astres sont au plus près à l'aube, séparés de 6°.	
31	Mardi
LA LUNE ET LES SEPT SŒURS	
Vers 23 h TU, la Lune passe à moins de 1° sous l'amas ouvert des Pléiades.	

BALLET DE PLANÈTES AU CRÉPUSCULE

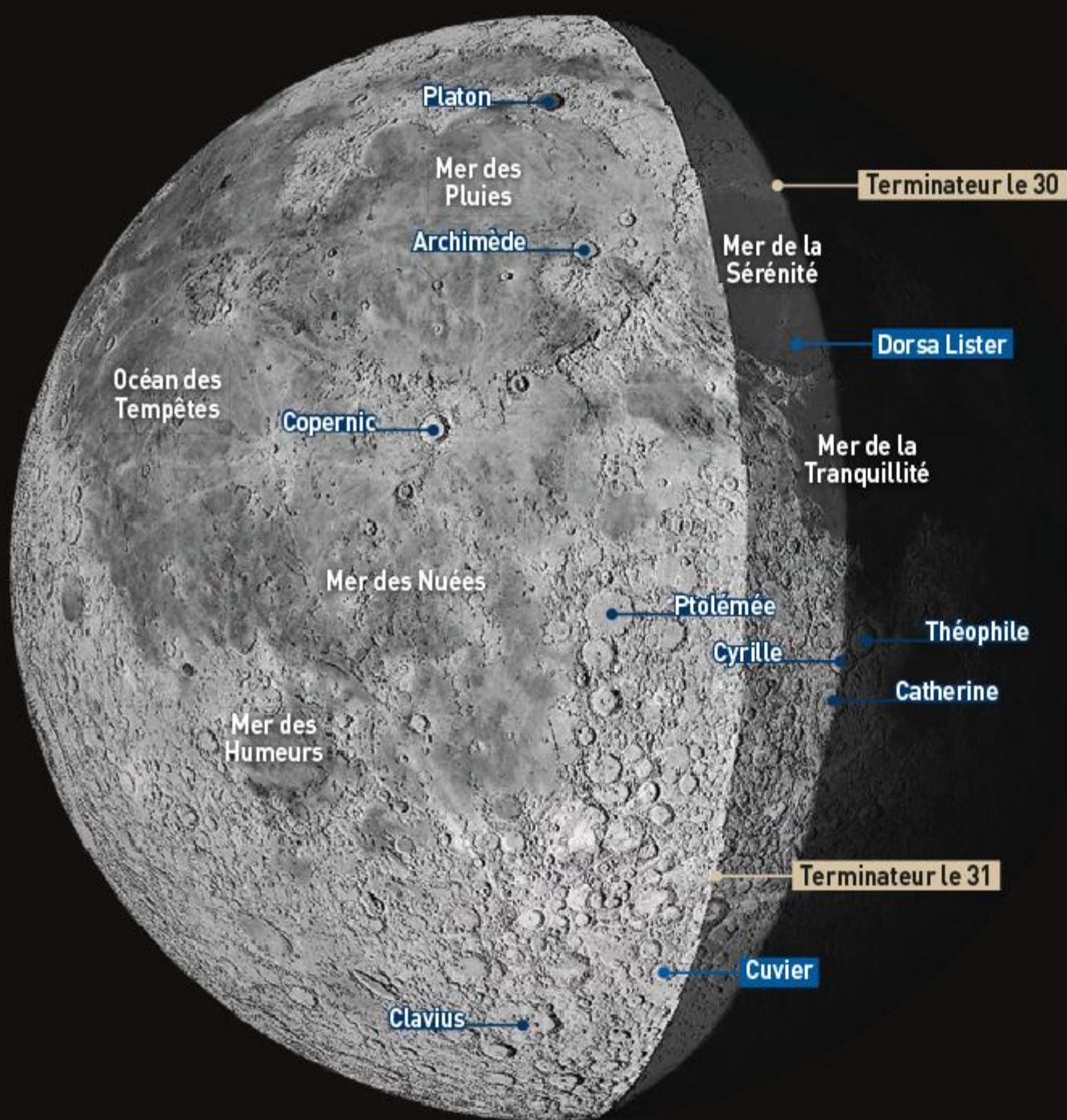
➤ En août, le dégradé de la fin de journée est marqué par la présence de trois planètes visibles à l'œil nu, regroupées à l'ouest. Il s'agit de l'étincelante Vénus, de Mars et de Saturne. La magnitude des deux dernières, voisine de 1,5, suppose un ciel déjà bien sombre pour les distinguer. Du 1^{er} au 8 août, le trio se resserrera peu à peu jusqu'à former un petit triangle de 5°. Ensuite, Saturne s'éloigne, mais le tableau redouble d'intérêt le 13, avec l'arrivée d'un croissant de Lune. Par la suite, Mars et Vénus continuent à se rapprocher. Elles sont finalement visibles sous un angle de 2° autour du 18. Pour photographier ces évolutions planétaires de jour en jour, un compact numérique ou un reflex équipé d'un objectif de 100 à 200 mm suffisent. Prévoyez un pied photo pour stabiliser la prise de vue.

La Lune au télescope

Les meilleures conditions pour observer la Lune se présentent en fin de nuit, fin août. Le 31, notre satellite culmine à l'aube.

Les 29 et 30 août, le Soleil se couche sur les mers de la Sérénité et de la Tranquillité. Ne manquez pas le 29 le célèbre trio de cratères Cyrille, Catherine et Théophile.

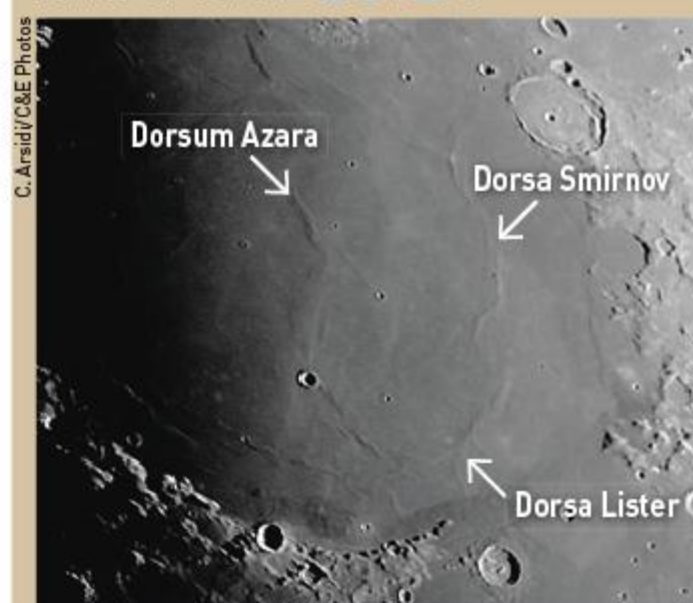
Atlas virtuel de la Lune



Taille angulaire : 30'

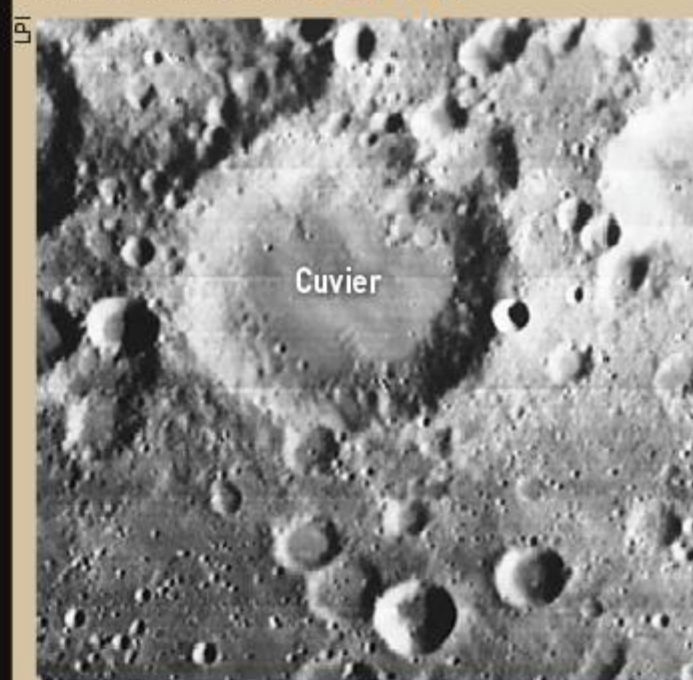
LES ZOOMS DU MOIS

LA DORSALE LISTER



En se refroidissant, les laves qui ont englouti le fond de la mer de la Sérénité ont subi des contraintes. Elles ont ainsi formé tout un réseau de dorsales captivantes à observer. Dorsa Lister marque la partie sud de la mer. Elle se situe dans le prolongement de la plus connue, Dorsa Smirnov, visible sur la partie est de la mer. Longue de 290 km pour une largeur d'environ 20 km, Dorsa Lister peut être observée avec différents grossissements. L'éclairage est favorable les 29 et 30 août, au coucher du Soleil sur cette zone.

LE CRATÈRE CUVIER



Large de 75 km, Cuvier se situe dans la partie sud de la Lune, au milieu d'un enchevêtrement de cratères inextricables. Ses remparts ont été érodés par les impacts successifs survenus sur cette zone. Le fond de son arène a été comblé par la lave. Il affiche néanmoins une profondeur vertigineuse de 3800 m. L'éclairage est favorable sur cette région les 30 et 31 août.

date	hauteur	méridien	phase
28	49°	2 h 04	90 %
29	55°	2 h 46	83 %
30	58°	3 h 30	75 %
31	62°	4 h 18	65 %

Altitude au méridien	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M
HAUTE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
MOYENNE																															
BASSE																															



www.takahashi-europe.com

TAKAHASHI

FSQ-106 ED Astrophotographie grand champ



Caméra CCD Apogee U16M



Roue à filtres
Apogée FW50
7 positions



Oculaire Takahashi LE 50mm



Renvoi coudé à miroir Takahashi 50.8mm

Takahashi
CA-35 (50.8mm)



Bague T Takahashi pour 35mm Canon



Caméras CCD



Optiques d'exception



Optique Unterlinden 3 place de la Cathédrale 68000 Colmar

Tél : 03 80 24 16 05 Fax : 03 80 41 60 82 www.optique-unterlinden.net

Vingt ans à la belle étoile

Les Nuits des étoiles fêtent les 6, 7 et 8 août 2010 leur vingtième édition. Chaque année, ce rendez-vous estival a su amener toujours plus de public à découvrir le ciel. Pour ses 20 ans, ses différents acteurs reviennent sur les temps forts de cette grande fête astro.



Les Nuits des étoiles sont l'un des rendez-vous estivaux préférés des Français depuis vingt ans. Chaque année, un public nombreux se rend dans les clubs pour observer au télescope. Ou découvre tout simplement le ciel à l'œil nu.

A OÛT 1991 : des centaines de personnes sont réunies loin des villes pour observer le ciel. France 2 relaie l'événement en début de soirée. La Nuit des étoiles filantes est un succès populaire. Vingt ans après, les Nuits des étoiles sont toujours le rendez-vous annuel des Français avec le ciel ! À leur origine, une idée de l'association Planète sciences et de l'Association française d'astronomie (AFA) : proposer une journée porte ouverte des clubs d'astronomie durant l'été. À la même époque, France 2

cherche justement à créer une émission scientifique sur le ciel. L'astronome Daniel Kunth, alors au ministère de la Recherche, fait le lien entre les deux initiatives. Après un décollage réussi, le projet prend de la vitesse : dès 1992, près de 200 structures se mobilisent. Quant à l'audimat de l'émission de France 2, il frise les 3,8 millions de téléspectateurs, avec 32 % de part de marché. Pour *Ciel & Espace*, cinq "vétérans" des Nuits des étoiles racontent les temps forts de cette grande fête de l'astronomie.



Claude Sérillon, présentateur TV "L'un de mes meilleurs moments de télévision"



Ph. Matias/Opa le

"Les Nuits des étoiles comptent parmi mes meilleurs moments de télévision. Une foule de souvenirs me reviennent : Toulouse, le Gers, le pic du Midi (un véritable exploit technique !). Une année, il avait tant plu qu'avec Hubert Reeves, nous nous sommes retrouvés en bottes avec de la boue jusqu'aux mollets, au milieu des vaches, le

tout en direct ; c'était pittoresque ! À chaque fois, c'était un rendez-vous populaire, festif et intelligent. Nous prenions l'antenne vers 22 h 30 et ne la rendions que vers 2 h. Cette émission rare était un choix fort de la part du service public. Je suis très fier de l'avoir présentée pendant toutes ces années. Elle s'est arrêtée quand j'ai été licencié de

France 2, en 2001. C'est regrettable qu'elle ne soit plus diffusée, car elle réalisait de très bons scores d'audience et, comme elle constituait l'événement de l'été, elle faisait la une de tous les journaux. Je suis persuadé qu'il est possible de la relancer à la télévision, sans doute en y ajoutant une composante participative via Internet."

Le Pic du Midi a accueilli le plus haut plateau télé de l'émission diffusée lors des Nuits des étoiles.

Les Nuits des étoiles sur Radio France

Partenaire de l'Association française d'astronomie et de *Ciel & Espace*, Radio France diffuse plusieurs émissions consacrées aux Nuits des Étoiles.



SUR FRANCE INFO

- Les 24 et 31 juillet, puis le 7 août, dans "Du côté des étoiles", la chronique de Marie-Odile Monchicourt.

- Le 1^{er} août, dans la chronique "Défi futur", de Pascal Delannoy, consacrée à l'astronomie.



SUR FRANCE BLEU

- Tous les jours, du 26 juillet au 13 août 2010, à 13 h 40, dans la série pédagogique "Les yeux dans le ciel", racontée par Jérôme Bonaldi, qui dispense un minicours d'initiation à l'astronomie.



A.Cirou/C&E Photos

Daniel Kunth, astrophysicien à l'IAP "Le ministre avait fait le déplacement"

"Mon meilleur souvenir des Nuits, c'est la première. Le plateau télé était situé dans un endroit magique : le théâtre de la Pleine Lune, un amphithéâtre en pleine garrigue, près de Nîmes. Il y avait tous ces gens qui s'agitaient, tiraient des câbles, faisaient des essais sons, et tout à coup, "jingle", c'était parti ! J'en ai eu la chair de poule. Je me souviens même qu'Hubert Curien, le ministre de la Recherche alors en vacances, avait fait le déplacement sur l'un des sites de retransmission. Ça m'avait beaucoup ému. Jamais alors nous

n'aurions imaginé que cette belle fête allait se reproduire chaque année. La télévision a suivi pendant treize ans. Aujourd'hui, elle n'est plus de la partie, mais les Nuits des étoiles fonctionnent très bien malgré tout !"



A.Poilleux/C&E Photos

André Brahic,
astrophysicien au CEA

"Tout le monde connaît ce rendez-vous estival"

"Les Nuits des étoiles ont joué et jouent toujours un rôle fondamental dans la diffusion de l'astronomie auprès du grand public. Tout le monde ou presque connaît ce rendez-vous estival. Un jour peut-être, grâce à des opérations de ce type, les jeunes auront des scientifiques pour modèles, et non plus des joueurs de football. Même si les Nuits sont désormais autonomes, je trouve dommage que la télévision n'en fasse plus l'écho. Les patrons de chaînes s'obstinent à croire que les téléspectateurs sont des imbéciles



A. Poilleux/C&E Photos

qui ne demandent que de la variété, mais c'est faux ! Je parie qu'avec un quart du budget alloué à ce type de programme, on peut faire un tabac en *prime time*. La preuve : les Nuits des étoiles ont toujours fait de très bons scores d'audience."



UA/C&E Photos



A. Poilleux/C&E Photos

Olivier Las Vergnas, de l'AFA,
association cofondatrice des Nuits des étoiles

Notre rêve : faire de l'astronomie un loisir pour tous

Le président de l'Association française d'astronomie (AFA), Olivier Las Vergnas, dresse un bilan très encourageant de ces vingt ans de Nuits des étoiles. Et, pour que le public soit de plus en plus nombreux à les plébisciter, les idées ne manquent pas.

Quel effet ces vingt dernières éditions ont-elles eu sur le paysage de l'astronomie de loisir en France ?

Olivier Las Vergnas : Un effet considérable.

Elles ont clairement attiré le public vers l'astronomie. Les chiffres parlent d'eux-mêmes. Entre 1994 et 2004, le public des Nuits et des autres activités de même envergure (type Fête de la science) est presque doublé : il est passé de 1,5 à 2,5 millions de personnes. Mais le succès ne se mesure pas seulement en termes de fréquentation. Chaque année, des millions de gens regardent une carte du ciel, montrent les étoiles à leurs enfants. En

vingt ans, ce sont des dizaines de millions de personnes qui ont découvert le ciel grâce aux Nuits !

Comment expliquez-vous un tel succès ?

O. L. V. : Quand je regarde en arrière, je me dis que nous avons toujours réussi à captiver le public en variant les plaisirs. Nous nous sommes baladés en direct sur la Lune avec une petite caméra branchée à un télescope, nous avons récolté des pous-



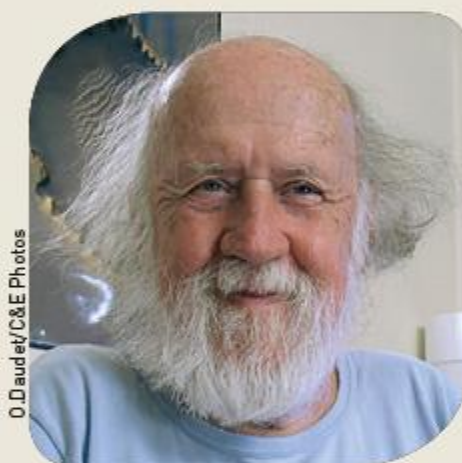
Entre 1994 et 2004, le public des Nuits a presque doublé. Il est passé de 1,5 à 2,5 millions de visiteurs.

Hubert Reeves, astrophysicien

"On m'arrête dans la rue pour me parler des Nuits"

"Aujourd'hui encore, on m'arrête dans la rue pour me parler des Nuits des étoiles, me demander pourquoi elles ne sont plus diffusées à la télévision. Les gens me disent à quel point ils aimaient ce rendez-vous familial estival. Les Nuits ont grandement aidé à la diffusion de l'astronomie dans les pays francophones. C'était une telle réussite que des amis italiens, américains, espagnols ou canadiens me demandaient quelle était la recette miracle pour programmer une émission scientifique de 4 heures en *prime time*. J'ai énormément de bons

souvenirs. Mais ce dont je suis le plus nostalgique, c'est des semaines de préparation avant chaque émission avec Claude Sérillon, Marie-Odile Monchicourt, l'AFA... Dommage que la télé se soit détournée de ce projet. Mais heureusement, la fête continue dans les clubs et les observatoires !"



O. Daudet/C&E Photos

sières de météorites avec un ballon, nous avons visité un étage de fusée Ariane... Tout cela grâce à une foule d'acteurs enthousiastes et bourrés d'idées à qui il faut rendre hommage : Éric Piednoël, à l'AFA, Pierre-Henri Armstram, le directeur des émissions exceptionnelles à France Télévision, les clubs, les scientifiques, les techniciens... Il faut souligner que, malgré le retrait de la télévision en 2001, les Nuits ont toujours autant de succès.

Êtes-vous satisfait de ce bilan ?

O. L. V. : C'est très satisfaisant, mais il nous faut transformer l'essai, c'est-à-dire faire en sorte que l'astronomie sorte de la science scolaire et devienne un véritable loisir, au même titre que la musique. Il nous faut montrer qu'on peut se marrer avec l'astro. Notre rêve, c'est que chacun aille observer le ciel une ou deux fois par an, tout comme on va à un concert de temps en temps.

Quelles sont les pistes envisagées pour capter un public encore plus large ?

O. L. V. : Pour que les Nuits se démocratisent davantage, il faut avant tout éviter qu'elles ne se standardisent. C'est le cas aujourd'hui de la Fête de la musique : la scène "off" disparaît peu à peu au profit de la scène semi-pro. Nous encourageons donc les Nuits "sauvages", organisées à la hâte entre voisins, par exemple. Nous aimerions aussi que les Nuits dépassent les frontières. Elles sont déjà organisées dans certains pays d'Europe et du Maghreb, mais il faut aller au-delà. L'autre piste, c'est évidemment Internet. Il faut se servir du web pour partager l'événement, organiser des concours photo, inviter les gens à "chatter" et à partager leurs expériences. Enfin, nous voudrions ouvrir l'événement en sensibilisant des structures autres que scientifiques. En travaillant avec les associations sportives, nous pour-

rions par exemple organiser des courses astronomiques. Nous recherchons tous les moyens de mêler l'astronomie aux autres loisirs.

Les Nuits peuvent-elles revenir à la télévision ?

O. L. V. : Chaque année, nous abordons les responsables des programmes avec de nouveaux concepts, mais nous nous heurtons à leur modèle économique, qui laisse peu de place aux sciences. En attendant que cela change, nous démultiplions les outils et nous rendons disponibles à quiconque voudrait lancer un événement autour des Nuits. Nous aimerions qu'un gérant de camping, par exemple, ose prendre le risque d'organiser une Nuit des Étoiles parce que ça va plaire aux vacanciers. Afin de lui faciliter la tâche, nous fournissons du contenu, des expositions et des contacts avec d'éventuels bénévoles en région.



Les 6, 7 et 8 août, des milliers de bénévoles vous attendent pour vous faire découvrir le ciel. Comme chaque année, ces nombreuses animations sont gratuites. Nous avons choisi ici quinze exemples parmi les centaines de lieux qui vous accueilleront partout en France.

Nuits des étoiles 2010 Où aller ?

1 La Couyère (Ille-et-Vilaine), le 7 août

La Société astronomique de Rennes vous propose de réaliser des cartes du ciel, d'assister à des projections et de faire des observations nocturnes. Rendez-vous dès 20 h 30 à l'observatoire de la Couyère.

Société d'astronomie de Rennes.
Tél. : 06 79 95 66 04



3 Tonneville (Manche), le 6 août

Le planétarium Ludiver sera fidèle au rendez-vous estival. Le site astro du cap de la Hague propose un riche programme : séances de planétarium, conférences, lançements de fusées à eau, lectures théâtrales, maquillages astro, soirée d'observation. Vous pourrez même goûter à l'apesanteur et fabriquer des sucettes lactées !

Planétarium Ludiver, 1700, rue de la Libération.
Tél. : 02 33 78 13 80. Site : www.ludiver.com

2 Lourdes (Hautes-Pyrénées), le 6 août

Dès 20 h 30, le funiculaire du pic du Jer sera gratuit. Au sommet, les animateurs de l'astroclub lourdaï vous attendent pour vous montrer le ciel avec des télescopes de 205 à 406 mm. Des conférences sont également au programme

Astroclub lourdaï. Pic du Jer.
Tél. : 06 70 44 18 80.

4 Saint-Sulpice-les-Feuilles (Haute-Vienne), le 7 août

À 19 h 30, les animateurs bénévoles de la Société d'astronomie populaire de Limoges (SAPL) vous attendent avec leurs instruments d'observation pour vous conter le ciel et vous faire plonger dans les constellations, les amas stellaires, les nébuleuses planétaires, les galaxies... N'oubliez pas votre repas pour le pique-nique pris en commun sous les étoiles.

Rendez-vous à la mairie. Tél. : 05 55 06 38 67.

5 Fleurance (Gers), du 7 au 13 août

Tout comme les Nuits des étoiles, le Festival d'astronomie de Fleurance a 20 ans. Plus que jamais, le ciel sera à l'honneur au Moulin du Roy. Douze conférenciers, dont Hubert Reeves, le prix Nobel de chimie Jean-Marc Lehn, le paléontologue Pascal Picq seront de la fête. Entre autres activités, un marathon des sciences vous attend...

Moulin du Roy. Tél. : 05 62 06 62 76. Site : www.fermedesetoiles.com

TROUVEZ UN SITE "NUITS DES ÉTOILES" PRÈS DE CHEZ VOUS

Pour cette 20^e édition, 300 clubs et 3 000 bénévoles sont mobilisés. Afin de connaître le club le plus proche de chez vous ou de votre lieu de vacances, rendez-vous sur le site de l'Association française d'astronomie : www.afanet.fr





6 Paris, les 6, 7 et 8 août

À l'occasion du 20^e anniversaire des Nuits des étoiles, le toit-terrasse de la tour Montparnasse accueille six télescopes et une dizaine d'animateurs. Sur trois soirs, les 6, 7 et 8 août, le ciel est à vous à partir de 21 h 30 ! Cent cinquante places sont offertes sur simple demande à : charlottetossan@tourmontparnasse56.com.

Dans votre mail, n'oubliez pas de préciser votre nom, prénom, code postal, date à laquelle vous souhaitez venir, ainsi que le code suivant : AFA2010.

Attention, cette demande est valable pour une seule personne par adresse mail. L'invitation est à retirer le jour convenu à la caisse de la visite de la Tour, sur présentation d'une pièce d'identité.

7 Gretz-Armainvilliers (Seine-et-Marne), le 6 août

L'Uranoscope de l'Île-de-France, labélisé "Station de nuit", vous attend dès 21 h 30 pour observer les constellations d'été, la planète Jupiter et, bien sûr, les étoiles filantes des Perséides.

Uranoscope de l'Île-de-France
Allée Camille-Flammarion.
Tél. : 01 64 42 00 02

8 Théméricourt (Val-d'Oise)

Et si vous passiez la Nuit des étoiles dans le beau parc du Vexin ? La Maison du Parc a tout prévu : observations, expositions, conférences et balade nocturne dans le parc du château de Théméricourt avec la fée Lumina...

Maison du Parc. Tél. : 01 34 48 66 10

12 Mandelieu-la-Napoule (Alpes-Maritimes), le 8 août

À Mandelieu-la-Napoule, avec Provence science technique jeunesse, vous pourrez réaliser des cartes du ciel, des cadrans solaires, des montres célestes, des lunophases et des fusées à eau. Sur place, dans le parc Robinson, une constellation a été représentée en 3D.

Provence science technique jeunesse (PSTJ).
Les Mimosées, Espace Giono, 45, rue de Boéri.
Tél. : 04 93 49 90 53

13 Rocbaron (Var), les 13, 14 et 15 août

Rocbaron fête les Nuits des étoiles lors de sa 14^e édition de son Festival d'astronomie. Cette année encore, le programme est dense : des grandes star-parties, des conférences, des expositions, une bourse de vente et d'échange de matériel, spectacles poétiques et musicaux, contes, observations du Soleil, ateliers photo...

Parc du Soleil et de la Lune. Domaine de la Verrerie. Tél. : 04 94 72 80 44.
Site : www.observatoire-rocbaron.com

9 Besançon (Doubs), les 6, 7 et 8 août

L'Association astronomique de Franche-Comté met à la disposition du public une dizaine de télescopes du 114 au 380 mm de diamètre. Au programme des observations de la nuit : le Triangle d'été et ses plus beaux amas d'étoiles, Jupiter et ses bandes nuageuses.

Association astronomique de Franche-Comté,
41 bis, avenue de l'Observatoire.
Tél. : 03 81 88 87 88



10 Dijon (Côte-d'Or), les 7 et 8 août

Rendez-vous à l'observatoire des Hautes-Plates, à 22 h, pour des séances de planétarium à ciel ouvert, des ateliers pour enfants, des exposés et des observations nocturnes.

Société astronomique de Bourgogne.
Tél. : 03 80 36 44 13.

Site : www.sab-astro.fr

11 Belfort (Territoire de Belfort), le 7 et 8 août

Le planétarium de Belfort organise deux rendez-vous pour les Nuits des étoiles. Le 7, dès 14 h, des observations diurnes et nocturnes seront proposées à Sermamagny, avec une conférence sur "la vie dans l'Univers". Le lendemain, le planétarium accueille le public dès 15 h pour nombre d'animations astro.

Planétarium de Belfort, rue Jean-Pierre Melville.
Tél. : 03 84 28 67 21. Site : www.astrosurf.com/cerap



14 La Roche-des-Arnauds (Hautes-Alpes), les 6 et 7 août

Gap Astronomie vous convie, dès 21 h, à un pique-nique dans le champ de Copernic, suivi de la projection d'un film et d'une soirée d'observation. Mais les festivités démarrent dès 15 h, avec une observation du Soleil dans différentes longueurs d'onde et avec un coronographe.

Gap Astronomie - Association Copernic.
Observatoire de Haute-Corré. Tél. : 04 92 57 88 65. Site : www.asso-copernic.org

15 Ajaccio (Corse), les 6 et 7 août

Le Club ajaccien d'astronomie propose une découverte du ciel au télescope avec un Celestron 14" et un Meade 14", des projections de films, des contes et légendes mythologiques.

Centre scientifique de Vignola.
Tél. : 04 95 21 22 01.

VENTES FLASH

Sur notre site internet
www.maison-astronomie.com

Toutes les semaines, des ventes flash
et des prix époustouflants !

Pour ne pas rater des affaires sensationnelles,
surveillez régulièrement notre site !

CATALOGUE PRINTEMPS-ÉTÉ 2010

20 pages d'une sélection d'articles
dans tous les rayons.

GRATUIT SUR SIMPLE DEMANDE

la maison de l'Astronomie c'est :

- les plus grandes marques
- les matériels
- les accessoires
- les conseils
- le choix
- la disponibilité
- la qualité
- le SAV
- les prix
- la sécurité
- l'expédition
- le crédit
- le paiement en 4 fois
- la garantie de service étendue
- la librairie
- le magasin nature

OPTIONAL
VIDEO MONITOR
AND BRACKET



40 degrés sur la banquise

www.maison-astronomie.com

la maison de l'Astronomie
Incontournable pour les amoureux du ciel et de la nature



la maison de l'Astronomie

33-35, rue de Rivoli - 75004 Paris
Tél. : 01 42 77 99 55 - Fax : 01 48 87 40 87
E-mail : info@maison-astronomie.com

Métro : Hôtel de Ville - Châtelet
Ouvert du mardi au samedi de 10h30 à 18h40

Onzièmes Nuits des étoiles juniors

Jeunes passeurs d'étoiles

L'ASTRONOMIE n'est pas réservée aux spécialistes. C'est une activité pour tous."

Pour Éric Piednoël, directeur des réseaux animation de l'Association française d'astronomie (AFA), ce credo justifie à lui seul l'organisation de Nuits des étoiles juniors. Et il n'est pas meilleure saison que l'été pour le démontrer. Parce qu'il fait plutôt beau (croisons les doigts) et parce que les vacances permettent à chacun de prendre du temps sous la voûte étoilée, depuis onze ans, l'AFA a mis en place un dispositif pour faire découvrir le ciel aux jeunes. Ce dispositif contient, dans une mallette, un kit pédagogique qui s'adresse aux animateurs de centres de vacances, de colonies et de centres de loisirs. À l'intérieur de la mallette : des fiches et des expériences à réaliser. Avec ces ingrédients, les équipes pédagogiques de groupes ont de quoi montrer le ciel à leur jeune public.

But ultime de l'opération : "Parvenir dans un second temps à ce que les jeunes montrent le ciel à d'autres personnes, que ce soient

Observer le ciel, c'est facile, et il n'y a pas d'âge pour le faire. Pour la onzième année, l'Association française d'astronomie organise, autour des fameuses Nuits des étoiles, les Nuits juniors, afin que la connaissance du ciel vienne à tous grâce aux plus jeunes.

leurs parents, leurs amis ou les habitants de leur village", précise Éric Piednoël. Un moyen de faire saisir au public adulte que l'astronomie, ainsi prodiguée par des professeurs en herbe, est réellement un loisir réservé à tous.

Ces dernières années, plus d'une centaine de centres de vacances ont ainsi montré le chemin des étoiles à des jeunes chaque été, en marge des Nuits des étoiles. Après 2009 et l'Année mondiale de l'astronomie, 2010 a été déclarée Année mondiale de la biodiversité. C'est pourquoi, pour leur onzième édition, les Nuits des étoiles juniors allieront la découverte du ciel à celle de la nature nocturne. Le kit pédagogique contient d'ailleurs des petits panneaux solaires qui alimentent une diode afin de sensibiliser le public aux problèmes de production d'énergie,

d'effet de serre et d'impact sur la biodiversité. À 16 € la mallette, l'investissement estival pour un centre de loisirs reste modique. Si modeste que même une famille peut s'y essayer... Les Nuits des étoiles juniors, c'est aussi pour vous ! ●

A. Poilleux/C&E Photos



Pour Éric Piednoël, de l'AFA, les Nuits des étoiles juniors sont l'occasion rêvée de diffuser la culture céleste grâce aux jeunes.

Les commandes de kits pédagogiques se font sur : www.afanet.fr/Nuits/Juniors.aspx



C. Birnbaum/C&E Photos

Six conseils pour admirer les étoiles filantes



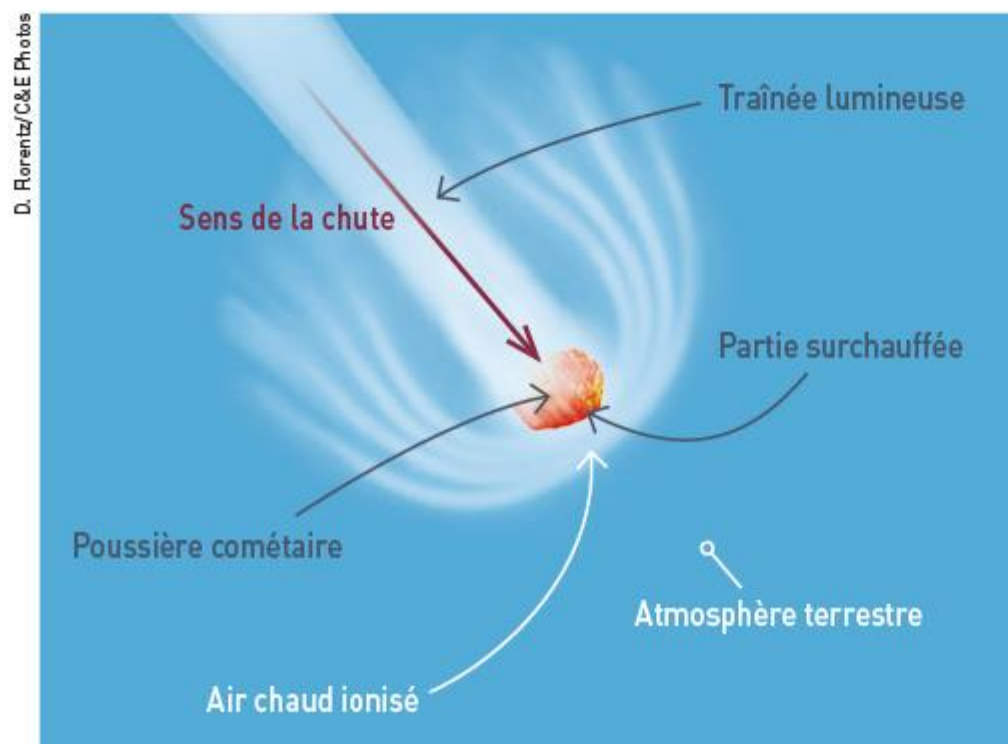
La nuit des Perséides, c'est le 12 août ! Pour la 20^e édition des Nuits des étoiles, le ciel offre aux observateurs européens un retour en nombre des bolides étincelants. Pas besoin d'être astronome pour les voir, il suffit d'ouvrir les yeux vers les constellations.

Le maximum des Perséides a lieu dans la nuit du 12 au 13 août. Mais cet essaim d'étoiles filantes est très actif bien autour de cette date. De belles nuits d'été en perspective.

CELA faisait bien longtemps que les conditions d'observation des Perséides, le plus célèbre essaim d'étoiles filantes, ne s'étaient pas annoncées sous d'aussi bons auspices. D'une part, la Lune est absente du ciel autour du maximum d'activité. D'autre part, le pic d'intensité, qui a lieu dans la nuit du 12 au 13 août, est attendu à un moment où le radian — le point d'où semblent surgir les étoiles filantes ; ici, la constellation de Persée — est très bien placé dans le ciel d'Europe. Enfin, le courant de poussières a été perturbé par Saturne. Il sera un peu plus proche de la Terre que d'habitude. Trois bonnes raisons pour guetter cette année les "larmes de Saint-Laurent".

Qu'est-ce qu'une étoile filante ?

➤ Une étoile filante est un phénomène lumineux (ou météore) dû à l'entrée d'une grosse poussière du Système solaire dans l'atmosphère terrestre. Ces météores sont d'autant plus nombreux quand notre planète croise la trajectoire d'une comète, où celle-ci a laissé une grande quantité de débris — on parle alors d'"essaim" d'étoiles filantes. Ainsi, les Perséides proviennent du sillage de la comète 109P/Swift-Tuttle. Elles percutent l'atmosphère à plusieurs dizaines de kilomètres par seconde et s'y consomment très rapidement. La taille des particules créant des étoiles filantes visibles à l'œil nu varie de quelques millimètres à quelques centimètres pour les plus beaux météores.



D. Rorentz/C&E Photos

Où voir des étoiles filantes ?

Pour observer les Perséides, mieux vaut choisir un lieu préservé des lueurs parasites. Ces flèches lumineuses peuvent filer sur n'importe quelle région du ciel, si bien qu'un horizon bien dégagé est préférable (en se passant éventuellement de l'ouest). Si votre site ne remplit que moyennement ces deux conditions, un court trajet en voiture peut valoir le coup pour la nuit du 12 au 13 août.

Le matériel : chaise longue et pull

Les étoiles filantes s'observent à l'œil nu. Puisqu'elles ne s'allument qu'une fraction de seconde et de manière imprévisible, des jumelles ne servent à rien, sinon à profiter de la nuit pour regarder de temps à autre quelques curiosités célestes. Une chaise longue se révèle en revanche bien utile, puisqu'elle permet de contempler la voûte céleste sans se fatiguer. Enfin, même en août, prévoyez des vêtements chauds ou une couverture pour vous envelopper sur la chaise longue.

Le meilleur moment

Selon les prévisions, l'activité des Perséides connaîtra un premier pic le 12 août, vers 18 h 30 (heure légale), et un second le 13 août, à 7 h. Persée se lève à l'est vers 22 h 30. Vous pouvez donc commencer relativement tôt vos observations le soir du 12. Le radian ne fera que s'élever par la suite, offrant des conditions d'observation de plus en plus favorables. Sachez enfin que l'activité de cet essaim n'est pas concentrée sur une seule nuit. Il est possible d'observer de très belles Perséides une semaine avant ou après le maximum !

Où regarder ?

Même s'il s'agit des Perséides, il convient de ne pas regarder uniquement au nord-est, dans la direction de la constellation de Persée. Certes, les étoiles filantes courtes et intenses y apparaissent, mais des traînées ●●●



Comment les photographier ?

La photographie des étoiles filantes requiert un reflex numérique pour accéder aux longs temps de pose. Un objectif standard vous permettra déjà de saisir quelques beaux météores au cours de la nuit (un EOS 1000D, avec un zoom Tamron 17-50 f/2,8, par exemple). Mais vous augmenterez sans conteste vos chances en vous procurant un grand-angle lumineux. Une focale comprise entre 10 et 18 mm et une ouverture de f/2,8 sont idéales. Autres accessoires à prévoir : un trépied et un déclencheur souple.

Le plus simple consiste à utiliser le format d'image jpeg et se placer à haute sensibilité, 1600 ISO par exemple. Si l'on veut conserver des étoiles ponctuelles, il convient de ne pas dépasser un temps de pose de 30 s avec les focales indiquées au-dessus. Le mode "rafale" avec le déclencheur bloqué permet d'enchaîner automatiquement les vues jusqu'à ce qu'un bolide traverse le champ. Les Perséides étant souvent hautes dans le ciel, il n'est pas aisé d'intégrer un premier plan aux images. Essayez toutefois de placer quelques cimes d'arbres dans le cadre afin de donner de la profondeur à vos clichés.

Certains amateurs utilisent, à l'instar des professionnels spécialisés dans l'étude des étoiles filantes, une caméra vidéo très sensible sur laquelle est monté un objectif fish-eye. Un tel matériel offre l'assurance de couvrir tout le ciel et de ne manquer aucune étoile filante, même si les images sont moins belles. ●

+ C À écouter sur www.cieletespaceradio.fr/aout.606

Génération Nuits des étoiles avec universcience.tv

... lumineuses peuvent traverser le ciel en n'importe quel endroit — notamment vers le Triangle d'été, pour les plus longues. L'idéal serait de garder les yeux grand ouverts vers le zénith sans fixer quelque chose de précis, afin d'embrasser le champ le plus large possible.

Toutefois, ce genre d'observation devient vite lassant. Vous pouvez l'alterner avec des choses plus stimulantes, comme promener votre regard de constellation en constellation, ou encore suivre le cheminement de la Voie lactée du nord au sud. En tout état de cause, il est inutile de forcer le regard. Cela fatigue vite et ne sert à rien.

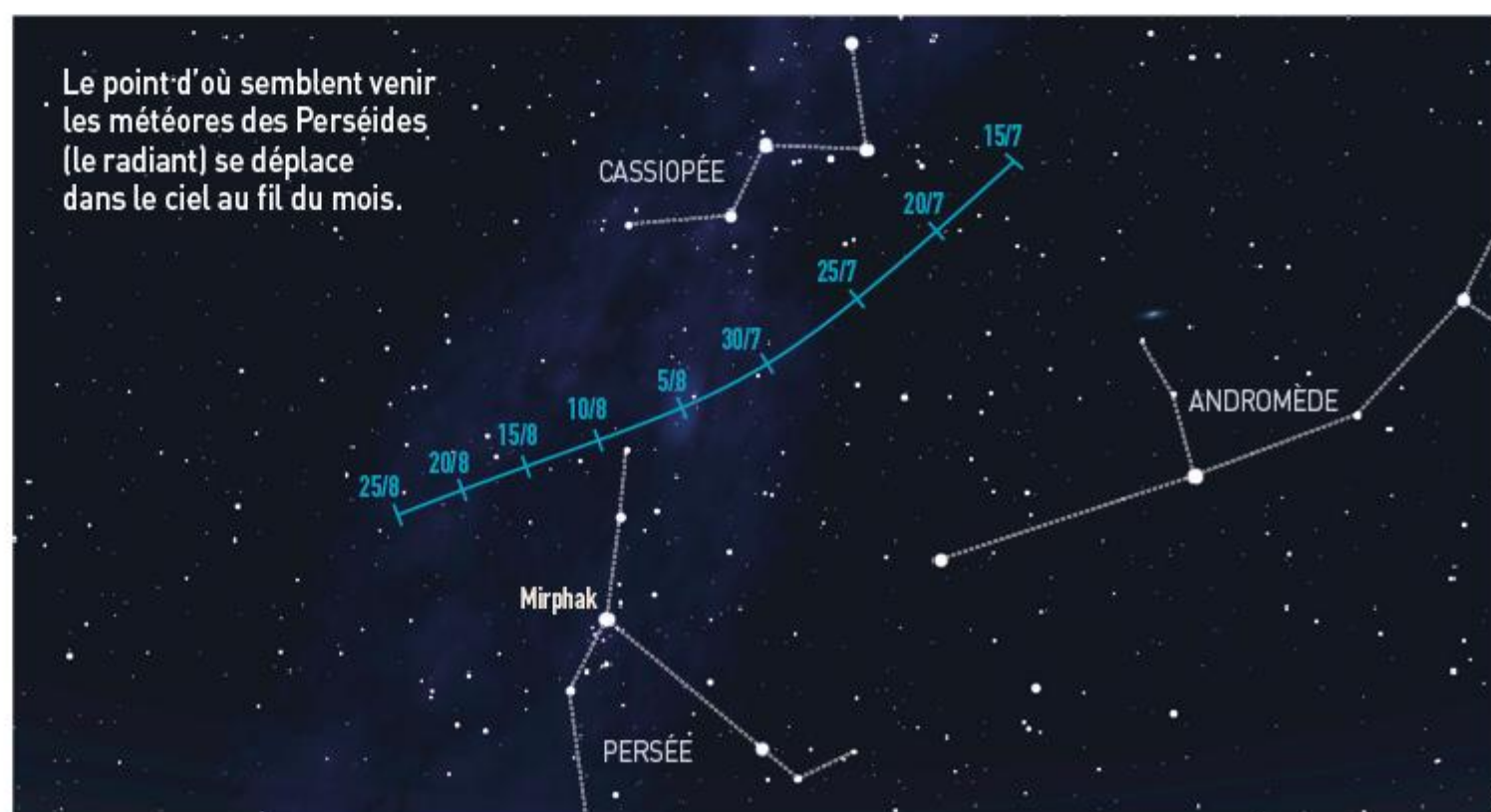
Reconnaître une Perséide

Les Perséides sont très rapides. Elles font une brève traînée blanche, ou verte pour les plus lumineuses d'entre elles. Rien à voir avec un satellite artificiel, dont la traversée du ciel, bien plus lente, prend plusieurs secondes. Une fois une étoile filante passée, refaites son chemin à l'envers : vous pourrez le prolonger en direction de Persée. C'est là que se trouve le radiant, ce point d'où semblent provenir toutes les Perséides.

Cette année, le nombre d'étoiles filantes au moment du maximum sera voisin de 110-120 par heure. Mais, attention, cela ne veut pas dire que l'on verra 120 étoiles filantes

Les étoiles filantes des Perséides pointent toutes vers la constellation de Persée, qui se lève au nord-est l'été, en début de nuit.

si l'on observe pendant une heure. Cette valeur maximale peut être de courte durée, elle tient compte des plus infimes météores et elle est normalisée pour le zénith. Bref, en pratique, on peut espérer voir une jolie étoile filante toutes les quelques minutes en moyenne, ce qui est déjà exceptionnel par rapport à une nuit ordinaire, où on a toutes les chances d'en observer... aucune.



L'été sur France Info

Du 12 juillet au 29 août 2010



“Sciences”
“Sport” **“Santé”** **“Loisirs”**
“Environnement” **“Culture”**
“Tendance” **“Portraits”**
“Enquêtes/Retour sur info”

Le ciel d'été sans télescope

La Voie lactée est ouverte à tous. L'œil nu, mieux qu'un télescope, vous permettra de la percevoir dans son ensemble et de vous familiariser avec ses étoiles les plus éclatantes. Un parcours-découverte à faire seul ou en famille.

CHOISISSEZ une nuit sans Lune (ou alors avec juste un fin croissant). À l'écart de toute source de lumière, étendez-vous confortablement dans une chaise longue ou sur le sol. Et regardez le ciel pendant au moins 2 minutes. Votre première impression sera celle d'un incroyable fourmillement d'étoiles dans lequel il semble impossible de se repérer. Le scintillement des astres, leur différence d'éclat et leur nombre renforcent cette impression. Enfin, le poudrolement diffus de la Voie lactée, qui traverse le ciel du sud au nord, ancre définitivement un sentiment de multitude.

Ne vous laissez pas impressionner. S'il y a des étoiles plus brillantes que les autres, tant mieux : elles vont servir de points de repère. Si elles sont nombreuses, c'est que votre ciel nocturne est plutôt bon et qu'il vous montrera une profusion de merveilles : galaxies, nébuleuses et amas d'étoiles sont accessibles à l'œil nu (pour certains) et aux jumelles (pour bon nombre).

Repérez-vous grâce à la carte des Nuits des étoiles

Les étoiles les plus brillantes sont donc les repères qui vont vous aider à découvrir d'autres astres. La première des choses à faire est donc de les identifier. La carte des Nuits des étoiles fournie avec ce numéro vous indique les principales étoiles visibles, autour de minuit en août : Antarès, Bételgeuse, Véga, Altaïr, Capella, Arcturus.

1 Comment les identifier à coup sûr ? À partir d'un repère présent dans le ciel, quelle que soit l'heure ou la saison : la Grande Ourse. Cette constellation est pour partie constituée d'un groupe de sept étoiles brillantes qui dessinent une casserole vue de profil. Mémorisez cette forme sur la carte puis, de votre chaise longue, arpentez rapidement du regard l'ensemble de la voûte céleste. La casserole est assez grande et vous n'aurez aucun mal à la reconnaître.

Arcturus

Retrouvez les étoiles jalons

Pour identifier les principales étoiles, visualisez sur la carte quelques dessins faits par les étoiles brillantes. Une fois trouvés, ces repères vous permettront de naviguer d'étoile en étoile.

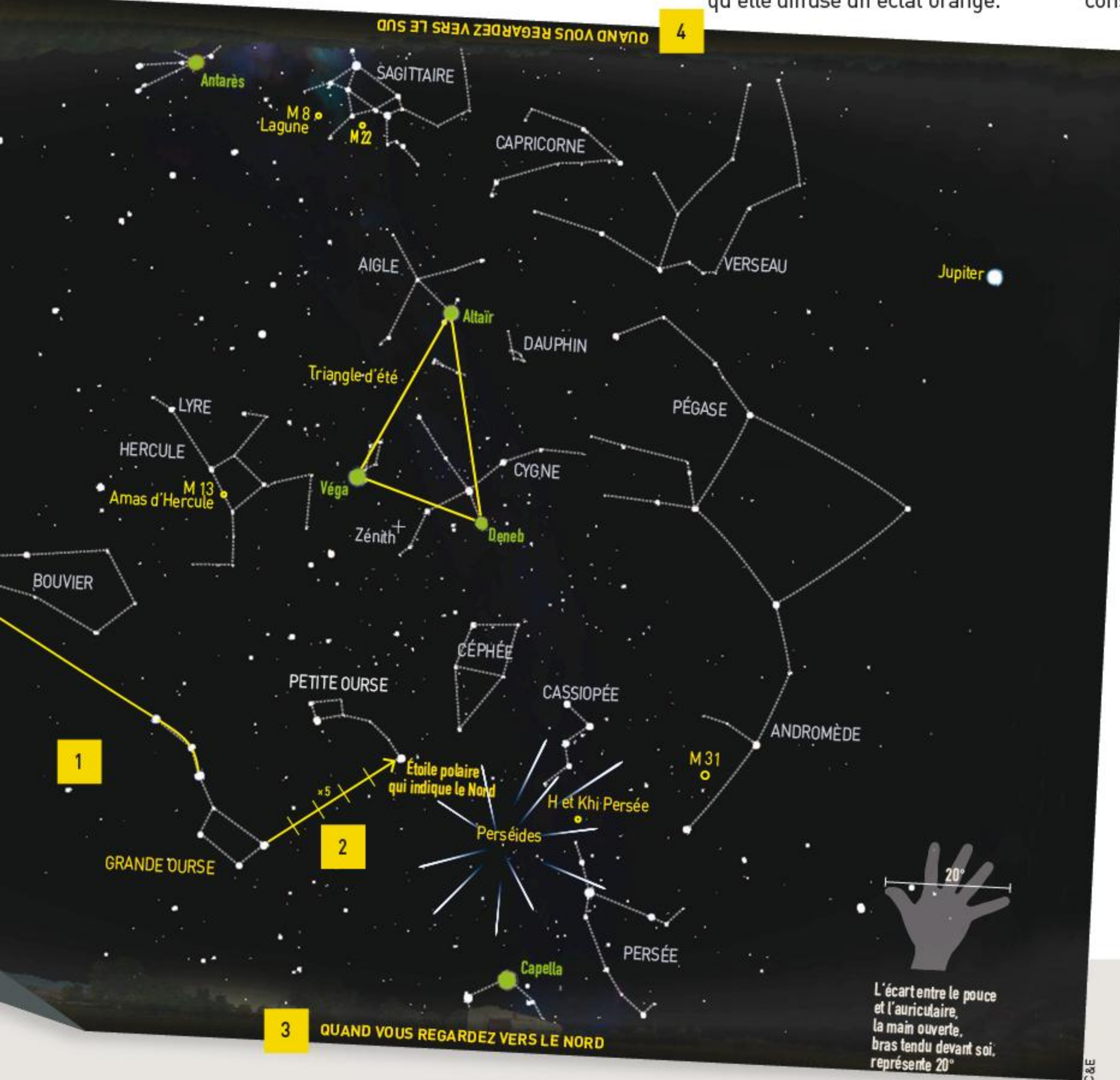
Arcturus : si vous faites face au sud, la casserole de la Grande Ourse se trouve plutôt derrière vous. Suivez le manche comme indiqué par les traits jaunes sur la carte et vous aboutirez à une étoile très brillante, plutôt sur votre droite : Arcturus, de la constellation du Bouvier. Notez qu'elle diffuse un éclat orangé.

Véga : quel que soit l'horizon que vous avez en face, levez les yeux exactement au-dessus de vous. Le point qui se situe à votre verticale se nomme le zénith. Non loin de ce point, une étoile très vive étincelle d'une couleur bleu-blanc : c'est Véga, de la petite constellation de la Lyre.

Deneb et Altair : Véga est l'une des trois étoiles qui dessinent un grand triangle dont le sommet pointe vers le sud : le Triangle d'été. Les deux autres sont Deneb, dans le Cygne, et Altair, dans l'Aigle. Toutes trois dominent de leur éclat cette grande zone du ciel.

Capella : proche du nord, au ras de l'horizon, une puissante étoile aux reflets jaunes scintille. C'est Capella, de la constellation du Cocher qui est en grande partie cachée sous l'horizon.

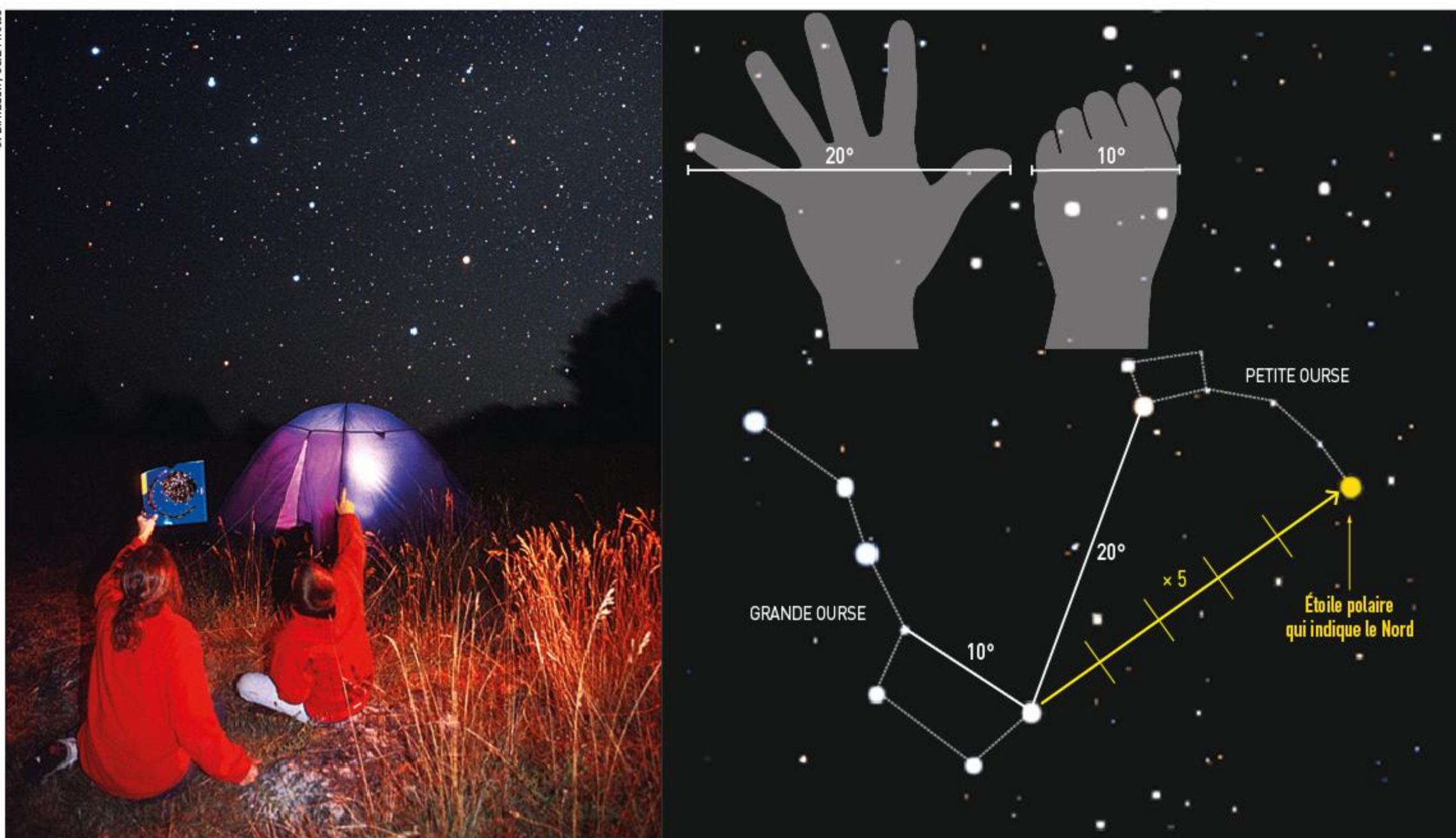
Antarès : enfin, à gauche du sud, également proche de l'horizon, une grosse étoile rougeâtre bouillonne. Il s'agit d'Antarès, dans le Scorpion (lui aussi partiellement masqué).



2 En août vers minuit, la casserole est posée au-dessus de l'horizon nord. Prolongez vers le haut la droite virtuelle qui relie ses deux dernières étoiles et vous tomberez, à environ 5 fois cette distance, sur une étoile assez brillante qui semble isolée : la Polaire. Toujours à la même place, elle indique la direction du nord en toutes circonstances.

3 La carte fournie avec ce numéro comporte deux horizons, le nord et le sud, selon que vous la tenez dans un sens ou dans l'autre. Une fois la Polaire trouvée, vous savez dans quelle direction placer l'horizon nord.

4 Le sud est juste à l'opposé. Au besoin, tournez votre chaise longue face au sud, car c'est cette portion du ciel qui est la plus spectaculaire en été. Alors, la carte tenue devant vous, l'horizon sud vers le bas (le titre "Le ciel d'été" vous apparaît à l'envers), vous pouvez commencer vos repérages.



La main ouverte, bras tendu, représente 20° sur le ciel. Le poing, 10°. Point de départ pour vos premières balades astro : la Grande Ourse.

Évaluez les distances "à la main"

La "casserole" est-elle grande ? Arcturus est-elle loin de ce groupe d'étoiles ? La réponse à ces questions reste subjective. Si vous n'avez pas l'habitude d'observer le ciel, servez-vous de votre main comme outil de mesure.

Ouvrez-la au maximum et tendez le bras devant vous : l'écart entre le bout du pouce et le bout de l'auriculaire vaut 20° sur la voûte céleste. Toujours vu bras tendu, le poing fermé vaut, lui, 10°. Le schéma ci-dessus vous montre quelques-uns des écarts apparents que vous pourrez retrouver à partir de la Grande Ourse.

Trois astres à admirer aux jumelles

La carte fournie avec ce numéro indique les principales constellations. Afin de trouver aux jumelles quelques astres difficilement perceptibles à l'œil nu, voici trois

zooms de constellations intéressantes. Andromède et Pégase apparaissent déformées par le mode de projection sur la carte des Nuits des étoiles. La vue que nous produisons ici vous permet de les retrouver avec un aspect plus fidèle à ce que vous verrez sur le ciel.

Au-dessus d'Altaïr, la constellation de la Flèche vous aidera à trouver la nébuleuse planétaire M 27. Celle-ci est visible aux jumelles comme une petite tache pâle et floue, au-dessus des deux étoiles le plus à gauche.

Cassiopee est reconnaissable à sa forme de W (ou de M). Cette constellation est visible toute l'année. Juste en dessous de sa partie gauche, vous verrez à l'œil nu le double amas de Persée, très beau aux jumelles.

Le carré de Pégase vous permet de trouver rapidement la constellation d'Andromède. Suivez la courbe qui part d'Alphératz jusqu'à Mirach. À quelques degrés, la galaxie M31 apparaît à l'œil nu comme une tache ovale.



Reconnue d'utilité publique

www.afanet.fr

En application de l'article 27 de la loi du 06/01/1978, les informations ci-dessus sont indispensables au traitement de votre commande et sont communiquées aux destinataires la traitant. Elles peuvent donner lieu à l'exercice du droit d'accès et de rectification auprès de nos services. Vous pouvez vous opposer à ce que vos noms et adresse soient cédés ultérieurement.

Recettes pour une nuit d'observation réussie



Bien préparer une nuit d'observation au télescope, même lorsqu'on connaît le ciel, permet d'aller droit au but, sans perdre son temps. Voici les points clés auxquels penser, afin que votre soirée soit à coup sûr un plaisir !

POUR tirer pleinement satisfaction d'une nuit d'observation au télescope, mieux vaut y avoir réfléchi à l'avance. Sans quoi les déboires peuvent vite arriver : manque d'inspiration, incapacité à retrouver des astres pourtant connus... sans parler des mauvaises surprises, qui vont de l'oubli d'un élément du télescope au lever soudain d'une Lune éblouissante ! Tout cela peut être évité grâce à un peu d'organisation.

1. Définir son programme

La variété d'un programme d'observation comportant étoiles, planètes et objets du ciel profond dépend de plusieurs paramètres, qu'il convient de vérifier à l'avance.

LES PLANÈTES

Visibilité : Y a-t-il une planète proche de son opposition (meilleure période d'observation pour les planètes supérieures) ou de son élongation maximale (meilleure période d'observation pour Vénus et Mercure) ? Les éphémérides de *Ciel & Espace* apportent

tous les mois la réponse à cette question et classent la visibilité des planètes sur une échelle de 0 à 4. Si une planète est en bonne position, réservez-lui un créneau.

Localisation : Vérifiez dans quelle direction chercher cette planète, et si elle est facile à trouver ou non. Son repérage par rapport à l'horizon et aux constellations peut être rapide s'il s'agit d'un astre brillant (Vénus ou Jupiter, par exemple) ou un peu plus complexe dans le cas d'une planète lointaine.

LES NÉBULEUSES ET LES GALAXIES

Présence de la Lune : Les objets diffus sont atténués, voire invisibles, lorsque la Lune est présente. Vérifiez à quelle heure celle-ci se lève ou se couche le soir de l'observation. Pour cela, un simple calendrier postal ou un logiciel conviennent.

Sélection : Les objets du ciel profond sont si nombreux que vous serez contraint à des choix. Tout d'abord, à l'aide d'un logiciel planétarium ou d'une carte céleste tournante, repérez les constellations visibles au moment où vous observerez et listez-les d'ouest en est, celles à l'ouest se couchant les premières. Ensuite, faites votre sélection de cibles en fonction de vos intérêts du moment. Les descriptions des objets fournies dans plusieurs ouvrages vous renseigneront sur leur facilité d'observation,

en particulier par rapport à la puissance de votre instrument. Ne vous fiez pas aux photos, toujours trop flatteuses. Enfin, limitez votre choix à un nombre raisonnable d'astres. Il est bon de passer du temps à regarder chacun d'eux, c'est pourquoi une sélection d'une dizaine d'objets suffit pour une nuit.

Localisation : Quasiment tous invisibles à l'œil nu, rarement évidents dans le chercheur d'un télescope, les objets diffus ne se repèrent pas comme une planète ! L'idéal est de dégrossir la position de l'objet par rapport aux étoiles brillantes de la constel-

lation dans laquelle il se trouve, puis de faire une reconnaissance plus approfondie du champ au voisinage de l'astre. Utilisez, là encore, un livre destiné aux observateurs du ciel, particulièrement ceux possédant des cartes de repérage qui vous semblent claires et précises. Si vous préparez un programme d'observation écrit (voir modèle ci-contre), vous pouvez noter, pour chaque objet, la page où se trouve sa carte de localisation. Si les cartes trouvées dans les livres ne vous conviennent pas, rien ne vous empêche de créer les vôtres dans un logiciel, puis de les imprimer et de les annoter si besoin (voir page 92).

LES RENDEZ-VOUS CÉLESTES

Une belle conjonction, un maximum d'activité d'étoiles filantes ou le passage d'une comète peut être anticipé par une simple lecture d'éphémérides. Même le passage des satellites artificiels est prévisible, grâce aux sites spécialisés comme www.heavens-above.com (lire C&E n° 481).

2. Vérifier la météo

L'élément indispensable pour une soirée d'observation est bien entendu... un ciel sans nuages ! Inutile de sortir le télescope à l'avance, et encore moins de se déplacer loin de chez soi, si le beau temps n'est pas garanti. Les prévisions météo sont devenues fiables à 24 heures, ce qui est généralement bien suffisant. Consultez les sites météo sur Internet, ou encore le serveur ●●●

PROGRAMME D'OBSERVATION DU 7 AOÛT 2010

Coucher Soleil : 21 h 13 (heure légale)
Début nuit noire : 23 h 35
Fin nuit noire : 4 h 18
Lever Lune : 5 h 40 (non gênante)
Lever Soleil : 6 h 40
Coucher Lune : -

PLANÈTES

Vénus : basse, à pointer vers 21 h 30 HL.
Phase en quartier.
En conjonction avec Mars et Saturne vers 22 h, bas sur l'horizon.
Jupiter : haute à partir de 2 h 00 HL ; quatre satellites visibles.
Uranus : facile à pointer à 3° à l'ouest de Jupiter (point bleuté au chercheur).

CIEL PROFOND

M4 (Night Sky Observer's Guide, p. ...) / M80 (p. ...)
M8-M20 (p. ...) / M17 (p. ...) / M22 (p. ...)
M11 (p. ...) / M27 (p. ...) / M57 (p. ...)
M13 (p. ...) / M15 (p. ...) / NGC 7293 (p. ...)

ÉTOILES DOUBLES

Alpha d'Hercule (variable : comparer éclat avec les étoiles voisines sur carte)
Bêta du Cygne - 61 du Cygne - Gamma du Dauphin
Delta de Céphée (variable).

DIVERS

!!! Perséides à surveiller en seconde partie de nuit.

Sur Internet, les sites météo donnent des prévisions fiables à 24 heures, ce qui est suffisant pour prévoir sa soirée d'observation. Des informations locales sur le risque de précipitations ou le vent sont même accessibles.

meteoblue.com

Samedi 03.07.2010

Heure locale (CEST)

☀ 00:29 ☀ 13:14

Température:

Temp. ressentie:

Vent (km/h):

Probabilité de précip.

rainSPOT 30km rayon

	02:00	05:00	08:00	11:00	14:00	17:00	20:00	23:00
	21 °C	17 °C	17 °C	22 °C	27 °C	28 °C	27 °C	23 °C
	21 °C	17 °C	17 °C	22 °C	27 °C	29 °C	28 °C	24 °C
	13 ↓	11 ↓	12 ↓	8 ↓	10 ↓	8 ↓	9 ↓	10 ↓
	18 %	27 %	23 %	18 %	24 %	23 %	21 %	17 %

... départemental de Météo France, pour des informations locales (important en cas de microclimat, comme en montagne ou en bord de mer). Certains sites, comme www.meteoblue.com, offrent même une prévision de la turbulence ! Pensez aussi au vent. Celui-ci est rarement gage de bonnes images (du moins en plaine) et fait vibrer le télescope. Enfin, les températures minimales prévues ne changeront rien à la qualité des images astronomiques, mais pourront vous inciter à prévoir la tenue adéquate !

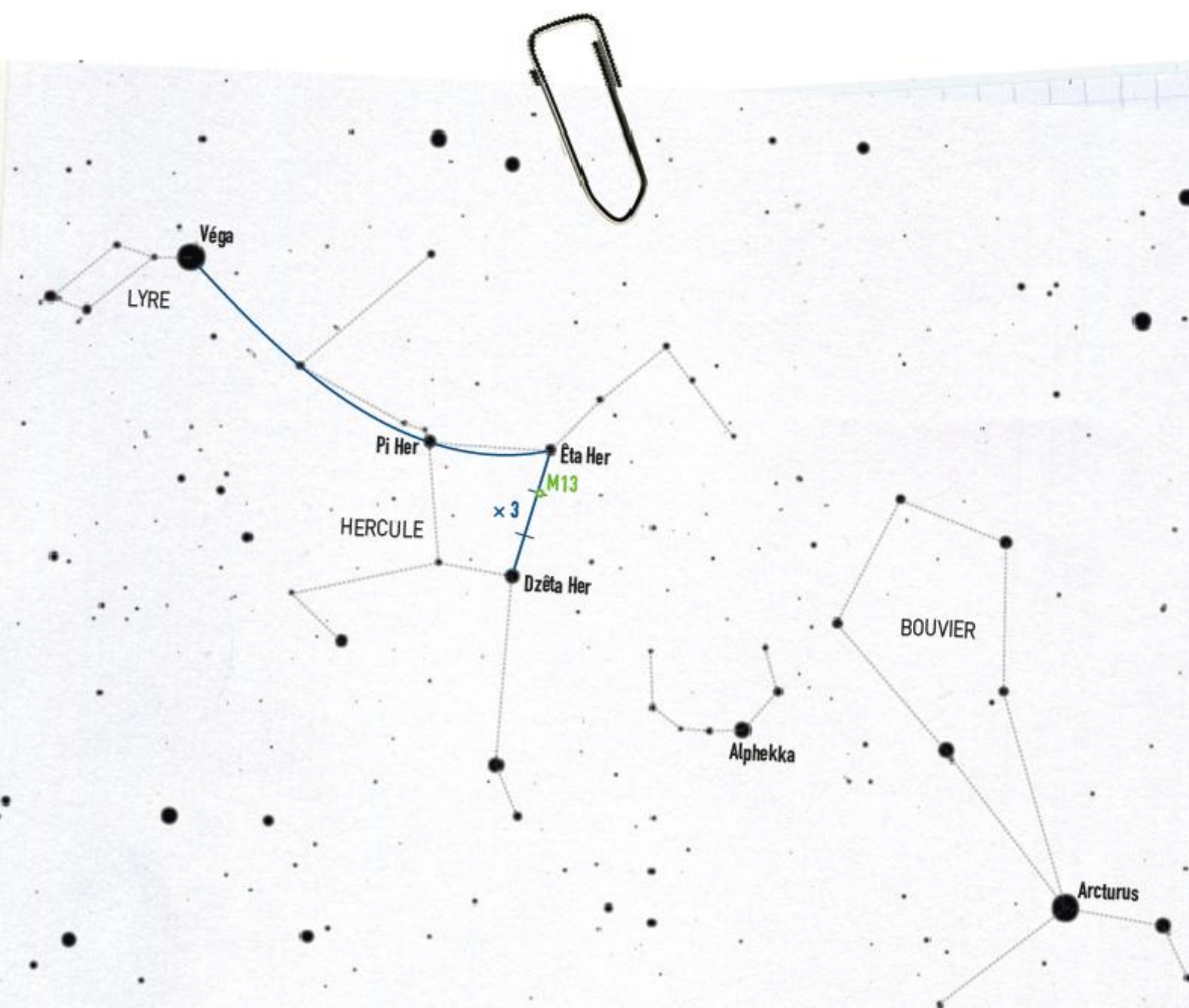
3. Réunir le matériel

Le matériel astro... Même si une nuit d'observation est plus facile à préparer qu'une séance de photographie, un oubli n'est pas permis si vous vous déplacez. L'idéal est de lister tout le matériel nécessaire et de le pointer avant de prendre la route. Soyez particulièrement attentifs sur les accessoires "vitaux" (porte-oculaire par exemple, ou contrepoids sur les montures allemandes). Outre la liste des éléments du télescope, pensez aux cartes, livres, crayons et fiches. Enfin, vérifiez que vos batteries sont à leur maximum de charge.

... et le reste : En plus du matériel d'observation, il est agréable de se restaurer un minimum quand on passe un long moment dehors, notamment dans le froid. Complétez donc votre liste avec un thermos ou un réchaud (avec briquet et casserole), des boissons instantanées, ainsi que diverses provisions

Gardez une trace de vos observations pour vous constituer une documentation personnelle. Créez-vous un modèle de fiche, avec un cercle pour dessiner ce que vous voyez à l'oculaire (ici, l'amas M13) et pour noter les circonstances de ce relevé.

alimentaires. Sans oublier un plaid pour s'asseoir dans l'herbe humide, ou encore un pare-vent en cas de vent...



Cette carte de repérage pour l'amas d'Hercule (M13) a été réalisée avec le logiciel gratuit Stellarium. L'impression des étoiles en noir sur fond blanc facilite la lecture de nuit avec un éclairage tamisé.

Nous vous proposons ci-dessous un exemple de liste très simple du matériel à prévoir, conçu pour une observation avec un petit télescope.

Check-list Mak 102 mm

CARTON OPTIQUE :

- > Tube optique
- > Porte-oculaire
- > Pare-bruée
- > Viseur point rouge (avec test de mise en marche)

CARTON MONTURE :

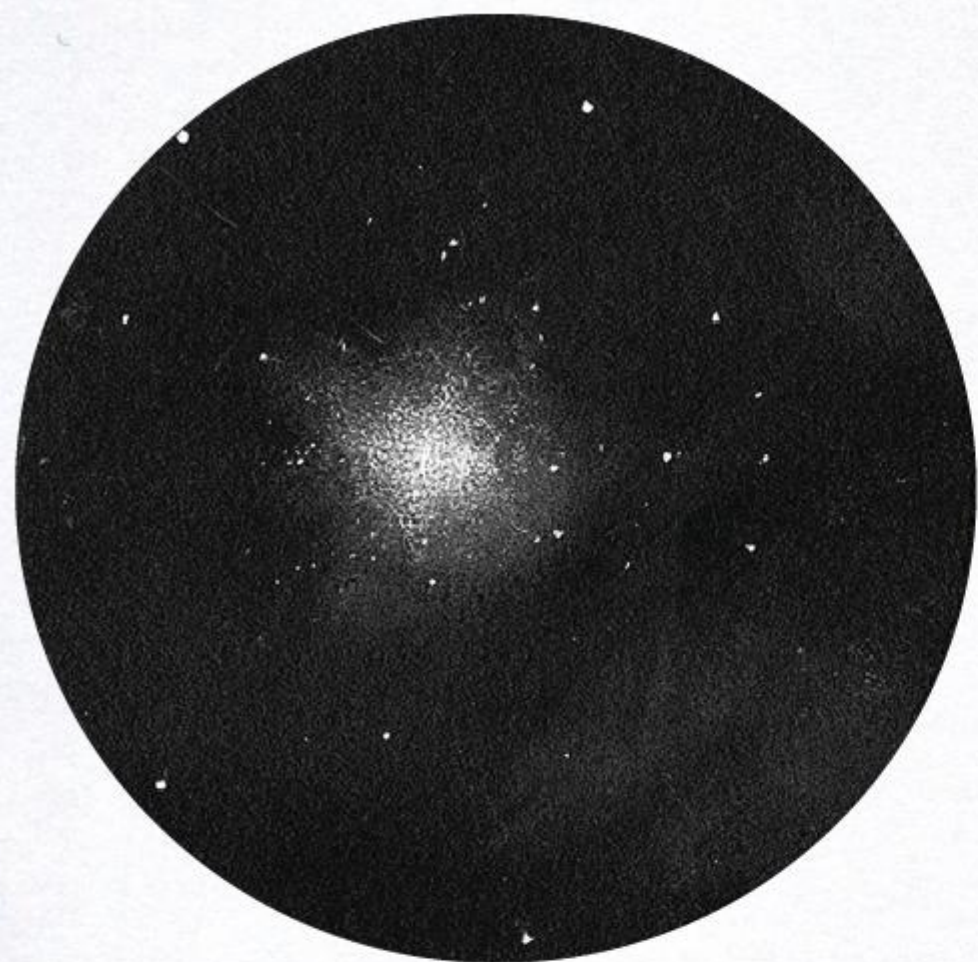
- > Monture
- > Raquette de commande
- > Accus
- > Trépied

MALETTE ACCESSOIRES :

- > Oculaire 26 mm
- > Oculaire 11 mm
- > Oculaire 6 mm
- > Renvoi coudé
- > Filtre UHC

DIVERS :

- > Lampe rouge
- > Livre et cartes
- > Fiches
- > Crayon



↑ N

Objet : M13
Lieu :
Instrument :
Date et heure TU :
Oculaire/grossissement :
Transparence : /5
Filtre :
Turbulence : /5
Vision : directe/décalée
Description visuelle :

4. Bien se préparer

Soyez en bonne forme : Évidemment, une soirée d'astronomie n'est pas une épreuve... Mais elle peut le devenir si l'on est fatigué. En guise de préparation, une sieste dans l'après-midi sera du plus grand bénéfice. Un repas chaud, suivi d'un bon café, permettra ensuite d'attaquer la soirée dans de bonnes conditions. Et si la journée a été trop fatigante, mieux vaut reporter d'un jour ou deux, plutôt que d'avoir les paupières qui se ferment au bout de quelques minutes d'observation.

Prévoyez la bonne tenue : Un point essentiel, car le froid gâche tout le plaisir d'observer le ciel. En été, un pantalon, un pull et un blouson suffisent généralement. En revanche, si les nuits sont fraîches, il ne faut pas hésiter à revêtir une véritable carapace, allant de dessous isolants style Thermolactyl jusqu'à une combinaison de ski par exemple, en passant par pull et polaire. Attention à ne pas être serré dans ses vêtements : c'est l'air emprisonné qui assure l'isolation, pas l'épaisseur de vêtements accumulés. La tête, les mains et les pieds sont particulièrement sensibles : prévoyez bonnet, gants, chaussettes chaudes et chaussures fourrées. Les gants n'étant guère pratiques pour manipuler les accessoires, choisissez-les fins et isolants, ou bien un modèle dont les doigts peuvent s'ouvrir et se refermer.

5. Sur le terrain

Gérez votre temps : Il peut arriver que le pointage d'un astre soit laborieux. L'obstination n'est alors jamais bénéfique. Fixez-vous un

temps limite de recherche, puis passez au suivant. Au besoin, revenez sur les objets non trouvés à la fin de la séance s'il vous reste du temps et qu'ils sont encore bien placés. Sinon, gardez-les en tête pour une autre fois. Les plus passionnés auront tout intérêt à se forcer à faire des pauses, au moins avec une boisson chaude, car cela permettra au final de rester performant plus longtemps.

Prenez des notes : Gardez une trace de vos observations. À cette fin, nous vous proposons un exemple de fiche à remplir sur le terrain, astre par astre. Une fois mises au propre, il sera possible de regrouper ces fiches dans un classeur.

Adaptez-vous... Malgré une préparation méticuleuse, il reste toujours une part d'impondérable, notamment au niveau météo. Ainsi, il ne faut pas craindre de revoir son programme en fonction des conditions sur le terrain. En abandonnant par exemple les objets du ciel profond au profit des planètes si le ciel se révèle voilé, mais stable. À l'inverse, s'il est très turbulent, limitez-vous au ciel profond à faible grossissement, voire aux jumelles.

Soyez patient en cas de ciel couvert, notamment si les prévisions météo sont favorables : il se peut que les nuages ne fassent que passer. Dans le pire des cas, les impondérables peuvent consister en une panne (batteries à plat sur une monture entièrement électrique, par exemple). Si plus rien ne fonctionne, soyez philosophe, allongez-vous face au ciel et plongez dans les étoiles, à l'œil nu ou aux jumelles. D'autres nuits d'observation au télescope vous attendent. ●

Certains sacralisent les étoiles ?

Nous les expliquons

Parce que tout le monde doit avoir accès à l'information, à la culture, aux sciences, nous multiplions les actions de sensibilisation à l'astronomie

E. Perrin



Reconnue d'utilité publique

Association française d'astronomie

Je souhaite devenir membre de l'Association française d'astronomie ou renouveler mon adhésion.

☐ Je joins un chèque de : €
au titre de :

☐ membre individuel : 15 €

☐ membre associé : 23 €
(associations, clubs, ateliers ciel et espace)

☐ membre bienfaiteur : €
(à partir de 60 €)

N° ADHÉRENT(E) (si vous renouvelez votre adhésion) ...

NOM :

PRÉNOM :

ADRESSE :

Code postal : VILLE :

Mail :

À retourner accompagné de votre règlement à l'ordre de l'AFA :

17, rue Émile-Deutsch-de-la-Meurthe / 75014 Paris

Tél. : 01 45 89 81 44 - email : afa@cieletespace.fr

Pour connaître nos actions ou adhérer en ligne : www.afanet.fr

Quiz spécial

"20^{es} Nuits des étoiles"

C. Birnbaum/C&E Photos

1 Les étoiles filantes des Perséides tirent leur nom :

- a ☐ De la constellation de Persée.
- b ☐ Du latin *per seide*.
- c ☐ Des persillades estivales.

2 La "Nuit des étoiles filantes" est aussi le nom d'une émission de télé, diffusée pour la première fois en :

- a ☐ 1981.
- b ☐ 1991.
- c ☐ 1999.

3 Où était installé le plateau de cette première édition des Nuits des étoiles ?

- a ☐ Au théâtre de la Pleine Lune, près de Nîmes.
- b ☐ Dans la vallée de la Lune, au Chili.
- c ☐ Sur la place de l'Étoile, à Paris.

4 Quelle est l'étoile la plus brillante de la nuit ?

- a ☐ Véga.
- b ☐ Sirius.
- c ☐ Canopus.

5 Antarès est l'étoile la plus brillante du Scorpion, constellation bien visible en été. Elle est de couleur :

- a ☐ Bleue.
- b ☐ Jaune.
- c ☐ Rouge.

A. Fujii/C&E Photos



A. Fujii/C&E Photos

6 Qui, pour la première fois, a résolu la Voie lactée en étoiles distinctes ?

- a ☐ Démocrite
- b ☐ Galileo Galilei
- c ☐ William Herschel

7 L'un de ces animateurs télé n'a jamais présenté sur France 2 la "Nuit des étoiles" :

- a ☐ Laurent Broomhead.
- b ☐ Laurent Cabrol.
- c ☐ Laurent Delahousse.

8 Quels événements astronomiques marquèrent en direct le cours des Nuits des étoiles :

- a ☐ La collision d'une comète sur Jupiter.
- b ☐ Une éclipse totale de Soleil.
- c ☐ La désintégration d'un satellite dans l'atmosphère.

9 Où fut installé le plus haut plateau des Nuits des étoiles ?

- a ☐ Au Pic du Midi
- b ☐ Au Cerro Paranal
- c ☐ Au Mauna Kea

10 L'un de ces lieux ne fut pas un duplex des Nuits des étoiles :

- a ☐ Le Muséum national d'histoire naturelle
- b ☐ Le centre Ludiver
- c ☐ L'observatoire de Paris



13 Les Perséides sont aussi surnommées les larmes de...

- a ☐ ... Saint-Laurent.
- b ☐ ... Sainte-Lucie.
- c ☐ ... Sainte-Liliane.

14 Quelle célèbre étoile du ciel d'été deviendra un jour étoile polaire ?

- a ☐ Deneb.
- b ☐ Altair.
- c ☐ Véga.



A. Aijoma mitta / C&E Photos

17 Qu'est-ce que le Triangle d'été ?

- a ☐ Une constellation visible à partir de juillet.
- b ☐ Une figure céleste formée par trois étoiles brillantes.
- c ☐ Une région de France où le ciel est bien noir.

18 Chaque année, combien de personnes sont sensibilisées à l'astronomie grâce aux Nuits des étoiles ?

- a ☐ 180 000.
- b ☐ 1,8 million.
- c ☐ 18 millions.

19 Quel est le premier astre visible dans le ciel juste après le coucher du Soleil ?

- a ☐ L'Étoile du berger.
- b ☐ Vénus.
- c ☐ Véga.

20 Quelle constellation est bien visible au mois d'août ?

- a ☐ La Coupe.
- b ☐ La Boussole.
- c ☐ La Lyre.



Cartes : C&E

11 Pour fêter les 25 ans de l'homme sur la Lune, Buzz Aldrin fut l'invité principal, avec Hubert Reeves, des Nuits des étoiles. Quel support pédagogique trouva-t-on alors dans Ciel & Espace pour partager la découverte du satellite naturel de la Terre ?

- a ☐ Un microgramme de poussière lunaire.
- b ☐ Une lunette à monter soi-même.
- c ☐ Un fil de la combinaison de l'astronaute américain.

12 De quelle comète proviennent les poussières à l'origine des étoiles filantes des Perséides ?

- a ☐ La comète de Halley.
- b ☐ La comète Hartley 2.
- c ☐ La comète Swift-Tuttle.

15 Combien d'étoiles compte la Voie lactée ?

- a ☐ 200 millions.
- b ☐ 200 milliards.
- c ☐ 200 trillions.

16 Laquelle de ces nébuleuses n'existe pas ?

- a ☐ La nébuleuse de la Pipe
- b ☐ La nébuleuse du Cigare
- c ☐ La nébuleuse du Sac à charbon

le 10 août, une date proche du maximum des Perséides. **14, c** : en raison de son lent mouvement de rotation, l'axe de rotation de la Terre ne pointe pas constamment dans la même direction. Ainsi, dans 12 000 ans, Véga sera à la position apparente occupée aujourd'hui par l'Étoile polaire. **15, b** : c'est un ordre de grandeur... **16, b** : la nébuleuse de la Pipe est un large nuage de poussières sombre, visible au-dessus de la queue du Scorpion. Le Sac à charbon est aussi un nuage sombre, au niveau de la Croix du Sud (dans l'hémisphère austral). **17, b** : les trois étoiles sont de Véga, d'Altair et de Deneb. Retrouvez le Triangle d'été dans le ciel, grâce à la carte jointe à ce numéro. **18, c** : quelque 2,5 millions de personnes fréquentent les sites ouverts au public. Mais, grâce aux articles de presse et aux cartes du ciel éditées à l'occasion, ce sont environ 18 millions de personnes qui sont sensibilisées à l'astronomie. **19, a et b** : la planète Vénus est aussi appelée l'Étoile du berger. Voisine du Soleil, elle le suit ou le précède de peu dans son mouvement apparent sur le ciel. Mercure est encore plus proche de notre étoile. En revanche, elle est difficilement observable à l'œil nu. **20, c** : pour trouver la Lyre dans le ciel, levez les yeux au zénith. Vous ne pouvez pas manquer son étoile la plus brillante, Véga (et désignée pour ce la Alpha de la Lyre).

1, a : car elles semblent provenir de cette constellation. **2, b** : c'est en 1991, sur Antenne 2 qu'a été diffusée la première "Nuit des étoiles filantes", devenue la "Nuit des étoiles" en 1994. **3, a** : Sirius, dans la constellation du Grand Chien, est de magnitude -1,46. C'est 4 fois plus brillant que Véga, et 2 fois plus que Canopus (dans l'hémisphère Sud). **5, c** : son nom signifie "rivale de Mars" (Arès est le nom grec de Mars) car elle est rouge, comme Mars. **6, b** : en 1610, grâce à sa lunette, Galilée confirma ainsi l'existence de Démocrite (vers 400 av. J.-C.). **7, c** : Laurent Cabrol fut le premier à présenter de l'émission estivale, et Laurent Broomehead, le dernier à l'observatoire de Haute-Provence. **8 a et b** : la collision de la comète Shoemaker-Levy 9 s'est produite en juillet 1994, et l'éclipse totale de Soleil du 11 août 1999 fit l'objet d'une émission spéciale sur France 2. **9, a** : si l'on a eu des directs et des reportages réalisés au Chili et à Hawaï — mais aussi dans un grand nombre de sites amateurs —, le plateau principal des Nuits fut toujours installé sur le territoire français. **10, c** : dans notre numéro d'été 1994, nous proposons les éléments optiques pour réaliser une mini-lunette (objectif et oculaire). **12, c** : cette comète a été découverte à la fois par Lewis Swift, le 16 juillet 1862, et par Horace Parrell Tuttle, le 19 juillet 1862. **13, a** : la Saint-Laurent est fêtée

À l'ombre de la Terre



P. Gourbier

Vainqueur d'août : Patrice Gourbier

AU CRÉPUSCULE, juste dans la direction opposée où le Soleil vient de se coucher, une bande sombre et bleutée monte au-dessus de l'horizon est. Il s'agit de l'ombre de la Terre projetée sur notre atmosphère. Ce phénomène, appelé ceinture de Vénus ou encore arche anticrépusculaire, est particulièrement contrasté en montagne. Patrice Gourbier ne s'y est pas trompé en réalisant le 28 mars cette photo au pas de Bellecombe, au pied du piton de la Fournaise, sur l'île de la Réunion. La Lune, presque pleine, apparaît au-dessus de l'horizon.

JLD

Comment participer

Pour participer aux prochains challenges, rendez-vous sur www.cieletespace.fr. Une fois enregistré et identifié, vous pouvez déposer vos images, ou simplement voter pour celles que vous préférez. Les notes sont attribuées sur une échelle de 1 à 3 points.

Et aussi :

VINCENT JACQUES est arrivé deuxième, avec cette magnifique composition montrant l'arche anticrépusculaire au-dessus d'un paysage enneigé. Une photo réalisée à Breil-sur-Royat, à 2000 m d'altitude.



V. Jacques

Octobre 2010

Thème : la nébuleuse de la Lagune

Début du concours : 20 juin

Date de clôture : 20 août

Novembre 2010

Thème : la constellation du Cygne

Début du concours : 20 juillet

Date de clôture : 20 septembre

spécial astronomie

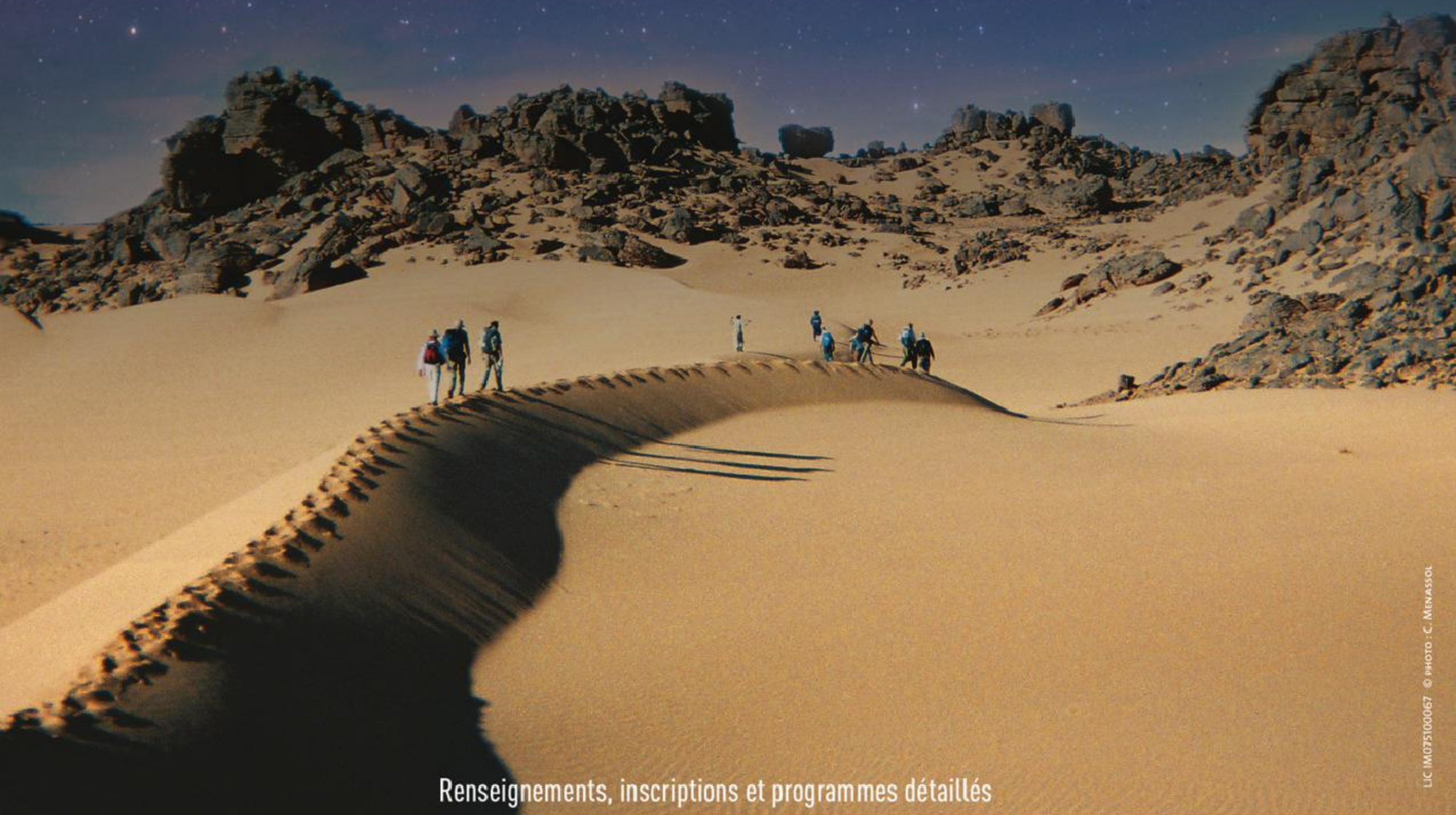
ALGÉRIE - Tassili N'Ajjers DE DJANET À ESSENDILÈNE

Randonnée chamelière au cœur du Sahara central et de la splendide région de Djanet. Regs, tours sculptées par l'érosion, châteaux, arches, pitons acérés, dunes somptueuses et gueltas jalonnent votre itinéraire en direction de l'oued Essendilène. La nuit, en compagnie d'un guide astronome, vous cheminerez à travers la voûte céleste au rythme de la rotation sidérale, à la lecture des étoiles et des planètes.

DATES DE DÉPART

DU 6 AU 14 NOVEMBRE 2010 / DU 4 AU 12 DÉCEMBRE 2010

À PARTIR DE 1125 € TTC



Renseignements, inscriptions et programmes détaillés

TA **TERRES
D'AVENTURE**
« LE VOYAGE À PIED »

CIEL & ESPACE

www.terdav.com - ☎ 0 825 700 825

0,15 € TTC/MN



Offre Spéciale

C9 S XLT Go-To*

2109€

OFFERTS

1 Alimentation 12 volts-7ah

1 Oculaire Omni plössl 6 mm

d'une valeur totale

de **170€**



MEDAS

INSTRUMENTS



57 Av. Paul Doumer • 03200 VICHY • Tél. 04 70 30 19 30 • www.medas.fr

En vente Opticiens et Maisons spécialisées - Liste des revendeurs sur www.medas.fr