

A



Série des lanceurs Ariane.

Ariane

4 octobre 1957. Spoutnik émet son premier « bip-bip » depuis l'espace. Désormais, la Lune n'est plus le seul satellite de la Terre...

Et ce n'était que le début !

De nos jours, semaine après semaine, des lanceurs surpuissants s'arrachent à l'attraction terrestre pour mettre en orbite de nouveaux satellites :

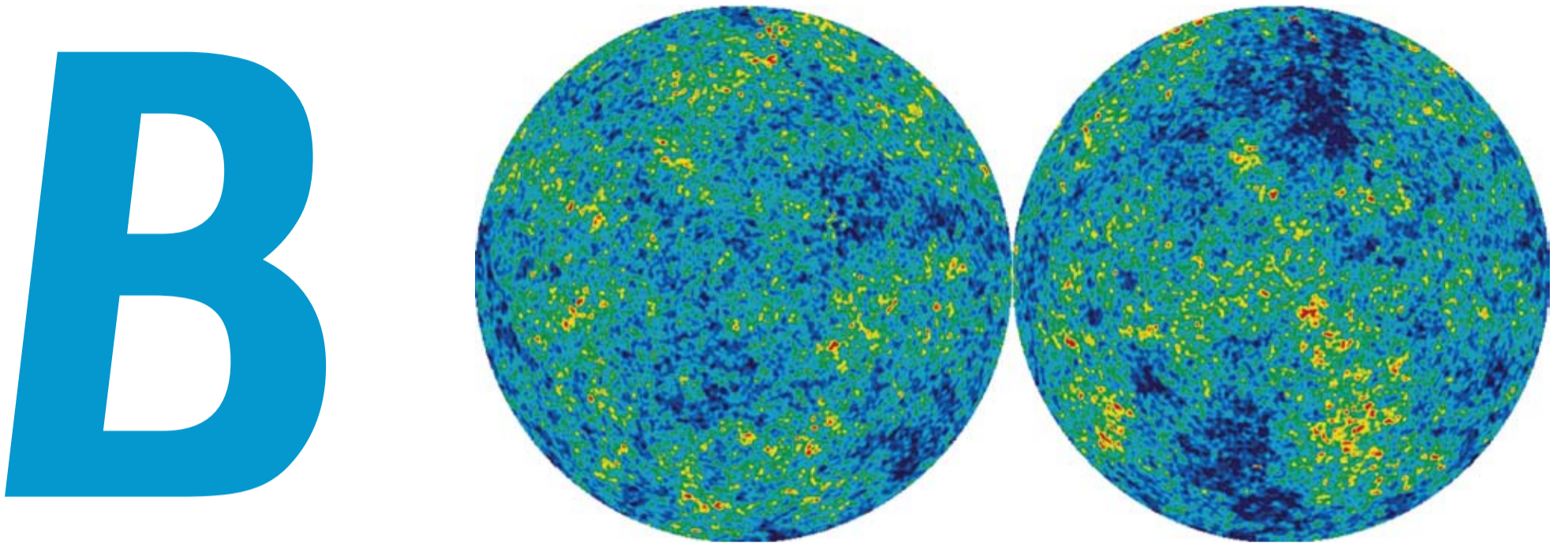
Ariane, l'européenne qui s'élance depuis Kourou en Guyane, la navette américaine qui s'en va... et qui revient à Cap Canaveral en Floride, les fusées russes Soyouz, les chinoises Longue marche, etc.

À leur bord des outils pour les télécommunications, le positionnement (GPS), l'observation méticuleuse de la Terre...

Des télescopes spatiaux aussi parfois. Contrairement à leurs congénères terrestres, ils ne sont pas gênés par l'atmosphère qui brouille les signaux lumineux.

En orbite autour de la Terre, ils chassent les images du fin fond de l'Univers.

Depuis Spoutnik, plus de 5000 satellites artificiels ont été mis en orbite autour de la Terre. Quelques-uns tournent – ou ont tourné – autour d'autres planètes comme Galileo autour de Jupiter (de 1995 à 2003) ou Cassini autour de Saturne.



Le satellite WMAP a observé le ciel pour y voir la lumière relique des premiers instants de l'Univers.

Big Bang

**“Boum ! Quand l'Univers fait boum !”,
c'était le Big Bang, il y a 13,7 milliards d'années.
L'Univers connaissait des débuts bien agités...**

Il était une fois un Univers incroyablement chaud et dense en particules élémentaires. Il s'étendit à une vitesse extraordinairement rapide, se refroidit et se dilua progressivement.

Après un millième de seconde, les particules élémentaires ne furent plus agitées en tous sens et elles purent former des protons et des neutrons. Quelques minutes plus tard,

ces protons et ces neutrons se rassemblèrent dans des noyaux atomiques simples, comme celui de l'hélium.

Après quatre cent mille ans, les noyaux s'unirent aux électrons pour engendrer des atomes. Ceux-ci constituèrent des nuages de gaz où se formèrent les premières étoiles et les premières galaxies. L'Univers tel que nous le connaissons venait de naître !

De nombreuses observations astronomiques, très diverses, sont venues étayer la théorie du Big Bang, comme les proportions relatives des différents atomes dans l'Univers, ou bien la lumière datant de la formation des premiers atomes et encore détectable aujourd'hui...

C



Les mégalithes de Nabta, dressés il y a 6500 ans dans le désert égyptien, constituent le plus ancien calendrier connu.

Calendrier

La Terre, la Lune, le Soleil : des horloges bien commodes... mais pas synchronisées.

Les rythmes de la nature sont bercés par les cycles des jours, des phases de la Lune et des saisons. Malheureusement leurs durées respectives ne « tombent pas juste » : une année compte 12 mois lunaires... et un peu plus ; chaque mois dure presque 30 jours... mais pas tout à fait. Dans toutes les cultures, les astronomes ont dû biaiser pour concevoir leurs calendriers.

Les musulmans utilisent douze mois de 29 ou 30 jours, qui suivent les phases de

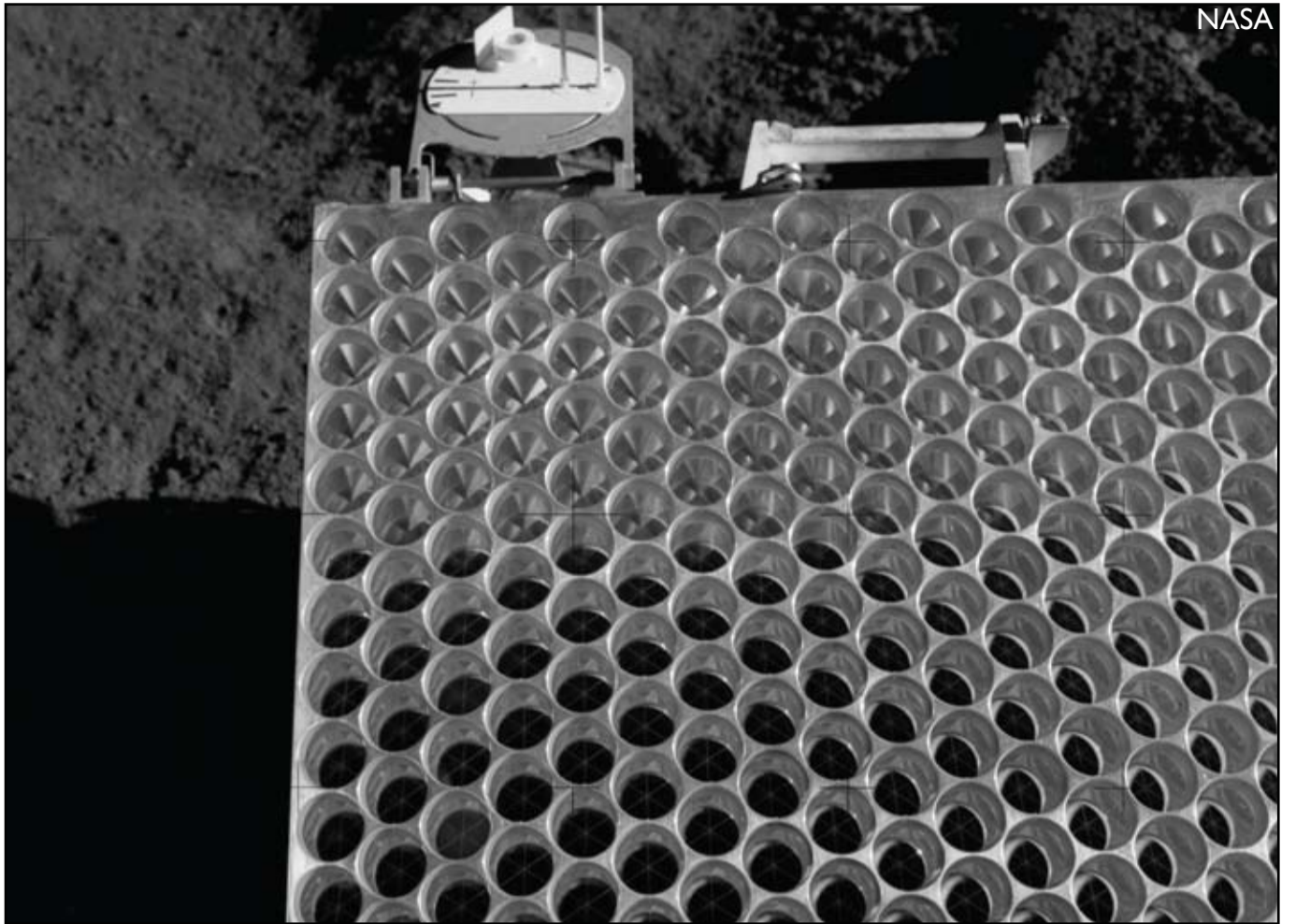
la Lune mais se décalent chaque année par rapport aux saisons.

Le calendrier grégorien, en usage dans la plupart des pays, est calé sur l'année solaire. Le nombre de jours des mois, arbitraire, a perdu ses références à la Lune.

Le calendrier hébreu est luni-solaire : combinant des années de 12 et 13 mois lunaires, il reste globalement en accord avec les saisons.

La mesure du temps n'est pas la seule application de l'astronomie dans la vie des hommes. La navigation en haute mer a longtemps reposé sur une connaissance précise du mouvement des astres.

D



Réflecteur placé sur la Lune, qui renvoie la lumière exactement dans la direction d'où elle est venue.

Distance

La Lune est à 400 000 kilomètres, la galaxie d'Andromède à 25 milliards de milliards... Des distances proprement astronomiques !

Les milliards de milliards, ce n'est pas très parlant. Pour exprimer une très grande distance, les astronomes préfèrent dire combien de temps la lumière met pour la parcourir, à sa vitesse d'environ 300 000 km/s (un milliard de kilomètres par heure).

À cette allure phénoménale, il ne faut qu'une grosse seconde pour nous rejoindre depuis la Lune, huit minutes depuis le

Soleil. Toutes les planètes sont à moins de cinq heures. Mais depuis l'étoile la plus proche, il faut... quatre ans ! On dit qu'elle est à quatre années-lumière de nous.

La lumière de la galaxie d'Andromède met presque trois millions d'années à nous parvenir. Et celle des astres les plus lointains que l'on puisse observer ? Plus de 13 milliards d'années !

Comment déterminer la distance Terre-Lune à quelques centimètres près ? On mesure le temps que met la lumière d'un laser à faire l'aller-retour, en se réfléchissant sur l'un des « miroirs » déposés sur la Lune par les Américains et les Soviétiques.

E



Première observation directe d'une exoplanète. Il s'agit d'une planète géante (en rouge) en orbite autour d'une naine brune (en bleu).

Exoplanète

**Détecter une planète hors du système solaire...
c'est voir un ver luisant au pied d'un phare à l'autre bout du pays !**

Comme la Terre autour du Soleil, une exoplanète tourne autour de son étoile. De minuscules perturbations du mouvement ou de la luminosité de l'étoile révèlent la présence d'une telle planète généralement invisible au télescope.

Parmi les quelques centaines découvertes depuis 1995, la majorité sont grosses et gazeuses, semblables à Jupiter, et sont « relativement » proches à l'échelle de la

Galaxie. On a ainsi découvert une sorte de « mini système solaire » avec deux exoplanètes très semblables à Jupiter et Saturne.

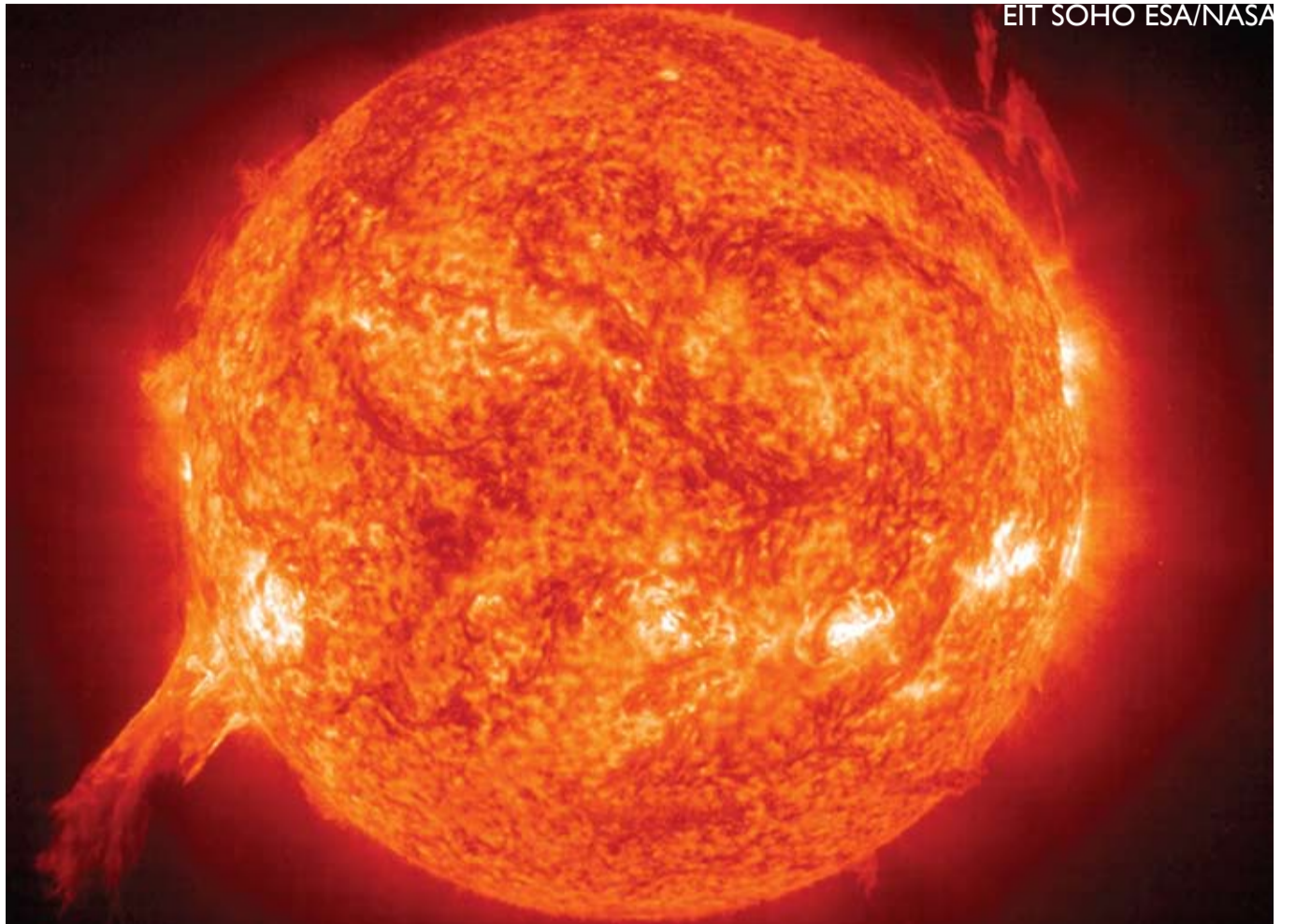
Les planètes telluriques – du même type que la Terre – sont plus petites et donc encore plus difficiles à apercevoir. La première découverte date de 2007 : une masse de 5 fois celle de la Terre et un diamètre 1,5 fois plus grand.

De la vie sur une autre planète ? On le saura peut-être en étudiant l'atmosphère de quelques exoplanètes. La présence de certaines molécules – liées sur Terre à l'activité biologique – serait un indice prometteur.

Centre de Vulgarisation de la Connaissance



F



Le Soleil observé en ultraviolet par le satellite SOHO.

Fusion

Les étoiles brillent par elles-mêmes, c'est ce qui les distingue des planètes. Mais comment font-elles ?

Elles tirent leur énergie des réactions de fusion nucléaire qui se produisent en leur sein. Une fusion est la combinaison de plusieurs noyaux atomiques légers qui en donne un plus lourd en libérant de l'énergie : le célèbre $E = mc^2$ d'Einstein !

Cette réaction suppose une température extrêmement élevée. Dans le cœur du Soleil, à 15 millions de degrés, ce sont quatre noyaux d'hydrogène qui fusionnent,

par une suite de réactions, en un noyau d'hélium. Les étoiles plus massives synthétisent des éléments plus lourds jusqu'au fer, le plus stable. Les éléments plus lourds que le fer sont produits lors d'explosions d'étoiles en supernovae.

Mais le combustible d'une étoile n'est pas éternel : dans quelque 4,5 milliards d'années, le Soleil aura épuisé son hydrogène et mourra.

Sur Terre, on projette d'utiliser des réactions de fusion nucléaire pour produire de l'énergie. Mais la température à atteindre est un réel défi technologique.

G



L'expérience franco-italienne Virgo cherche à détecter les ondes gravitationnelles.

Gravitation

À cause de la gravitation, deux objets s'attirent d'autant plus qu'ils sont proches et massifs. Une force qui fait l'union...

■ Nous connaissons tous la gravitation : notre poids vient de l'attraction qu'exerce sur nous la Terre.

La gravitation joue un rôle majeur dans l'Univers.

C'est elle qui rassemble les galaxies en amas, qui comprime les nuages de gaz pour y faire naître des étoiles, qui assemble gaz et poussières en planètes.

Et les mouvements de tous ces astres dépendent aussi de la gravitation...

Une force bien connue, mais surprenante. Ainsi, certaines étoiles sont si denses qu'elles capturent tout ce qui passe à leur proximité... même la lumière. Ces astres invisibles et hypermassifs, les trous noirs, ne sont pas rares. L'un d'eux serait même tapi au cœur de notre propre Galaxie !

D'après la théorie de la relativité d'Einstein, certains phénomènes violents comme l'explosion de supernovae peuvent créer des « ondes gravitationnelles ». On cherche actuellement à détecter sur Terre ces ondes, très différentes des ondes lumineuses.

H



Le télescope spatial Hubble sur fond de Terre.

Hubble

Dans le ciel nocturne, au milieu des étoiles de la Voie lactée, vous distinguez de petites taches laiteuses. Leur histoire récente pourrait se résumer au seul nom de Hubble !

1925 : Grâce au télescope du Mont Wilson, en Californie, l'astronome Edwin Hubble comprend que nombre de ces taches sont en fait des galaxies semblables à la nôtre.

En analysant leur lumière, il découvre la loi qui portera son nom : plus deux galaxies sont éloignées, plus elles s'éloignent rapidement l'une de l'autre.

L'Univers est en expansion et il serait né d'une gigantesque explosion, le Big Bang.

1990 : le télescope spatial Hubble, en orbite autour de la Terre, fournit des photographies d'une variété inégalée. Allant bien au-delà des observations de l'astronome, il contribue à déterminer précisément l'âge de l'Univers : 13,7 milliards d'années...

En observant des supernovae plus ou moins proches, le télescope Hubble a montré que l'expansion de l'Univers est de plus en plus rapide. Les astrophysiciens s'interrogent sur la mystérieuse « énergie noire » responsable de ce phénomène totalement inattendu...

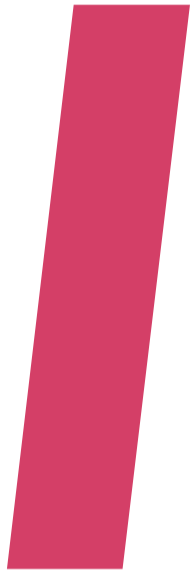


Image infrarouge d'une galaxie spirale par le télescope spatial Spitzer.

Infrarouge

Quelle messagère nous donne des nouvelles des astres voisins mais aussi des contrées les plus reculées de l'Univers ?

La lumière, bien sûr !
Elle transporte avec elle une mine d'informations pour les astronomes : la température de l'étoile qui l'a émise, la vitesse à laquelle elle s'éloigne ou se rapproche de nous, la composition chimique des nuages interstellaires ou des atmosphères planétaires qu'elle a traversés...

Le mot lumière désigne aujourd'hui toute une série d'ondes, les ondes électromagnétiques.

Les rayons gamma et X, très énergétiques, sont associés aux phénomènes violents de l'Univers.

La sonde SOHO, autour du Soleil, a pris des millions de clichés en ultraviolet de notre astre et de sa couronne.

Chaque molécule a une signature – la façon dont elle absorbe la lumière – que l'on observe dans le visible et l'infrarouge.

Quant aux ondes radio, elles ont permis, entre autres, de découvrir la trace du Big Bang.

La lumière visible fut longtemps la seule observée. Les années 1930 virent la naissance de la radioastronomie. Les observations dans les autres domaines vinrent ensuite avec l'envoi de satellites au-delà de l'atmosphère terrestre (qui absorbe une grande partie de la lumière).

J



Coucher de soleil sur Mars.

Jour

Au son d'une valse de Vienne, les couples enlacés évoluent autour de la piste en virevoltant sur eux-mêmes.

Au-dessus de leurs têtes, les astres dansent aussi leur ballet.

Les planètes sont toutes en rotation sur elles-mêmes, mais un « jour » n'a pas la même durée partout :

24 heures pour la Terre, 10 heures pour Jupiter, 8 mois pour Vénus !

Attirées par le Soleil, elles tournent autour de lui sur des orbites presque circulaires, d'autant moins vite qu'elles sont plus éloignées. Mercure effectue une révolution en 3 mois, Neptune en 164 ans.

Rotation et révolution sont parfois intimement liées : quand Mercure boucle deux tours autour du Soleil, elle tourne exactement trois fois sur elle-même. La Lune fait encore mieux : une révolution autour de la Terre pour une rotation sur elle-même, c'est pourquoi elle nous présente toujours la même face.

Les orbites des planètes évoluent au cours du temps, à tel point qu'il est impossible de calculer leur position au-delà de cent millions d'années dans le passé ou l'avenir.

K



La comète Hale-Bopp, l'une des plus brillantes jamais observées.

Kuiper

Qu'est-ce qui tourne autour du Soleil ? Les huit planètes, bien sûr. Mais elles ne sont pas seules !

■ D'innombrables « petits corps » participent au grand ballet du système solaire. Certains, comme Pluton, sont presque aussi gros que des planètes : on les appelle planètes naines.

Plus petits, ce sont des astéroïdes. La majorité se trouvent dans deux régions : la ceinture principale (entre Mars et Jupiter) et la ceinture de Kuiper (au-delà de Neptune), du nom de l'astronome Gerard Kuiper (1905–1973).

Certains astéroïdes, dits « géocroiseurs », traversent l'orbite de la Terre. On surveille attentivement les plus gros pour repérer longtemps à l'avance tout risque de collision.

Quand un petit corps glacé à l'orbite très allongée s'approche du Soleil, sa surface s'évapore en formant une queue de gaz et une autre de poussière : c'est une comète !

Certaines comètes proviennent de la ceinture de Kuiper, d'autres ont probablement été éjectées d'un « réservoir » qui se situerait 2000 fois plus loin, aux confins du système solaire : le nuage d'Oort.

L



Le radiotélescope d'Arecibo à Porto Rico.

Lunette

En 1609, Galilée pointe un nouvel instrument vers le ciel...

... une lunette astronomique, constituée de deux lentilles que la lumière traverse. Aujourd'hui, la lunette a cédé le pas au télescope, composé de miroirs qui concentrent la lumière vers l'observateur. Quant aux radiotélescopes, ils captent les ondes radios par des « miroirs » de grillage !

Récolter le plus de lumière possible : voilà l'obsession des astronomes. On a donc

construit des télescopes de plus en plus grands, jusqu'à 10 m de diamètre. Puis on les a combinés entre eux. Ainsi, avec ses quatre télescopes de 8 m de diamètre, le « Very Large Telescope », au Chili, est équivalent à un instrument de 230 m.

Dans l'espace, le successeur du télescope Hubble de 2 m aura un miroir bien plus grand : 6,5 m de diamètre.

Ce n'est pas forcément avec les plus grands instruments que se font les plus grandes découvertes : c'est grâce au « modeste » télescope de 1,93m de l'Observatoire de Haute-Provence que fut découverte la première exoplanète, en 1995.

Centre de Vulgarisation de la Connaissance



M



USGS, D. Roddy

Cratère formé suite à l'impact d'une météorite à Barringer en Arizona (USA).

Météorite

Les nuits d'été, allongé dans l'herbe tiède, les yeux levés vers le ciel, on peut observer les Perséides... et faire un vœu.

Les étoiles filantes sont des corps extra-terrestres qui, en entrant dans l'atmosphère, provoquent une émission de lumière.

Ces météorites sont des débris de comètes ou des fragments d'astéroïdes qui croisent l'orbite terrestre.

Après leur traversée du ciel, on en retrouve parfois des petits morceaux au sol. L'impact des plus grosses a modifié l'histoire de la Terre et de ses habitants, ainsi l'une d'elles

aurait causé la disparition des dinosaures. Mais de tels cataclysmes sont rares !

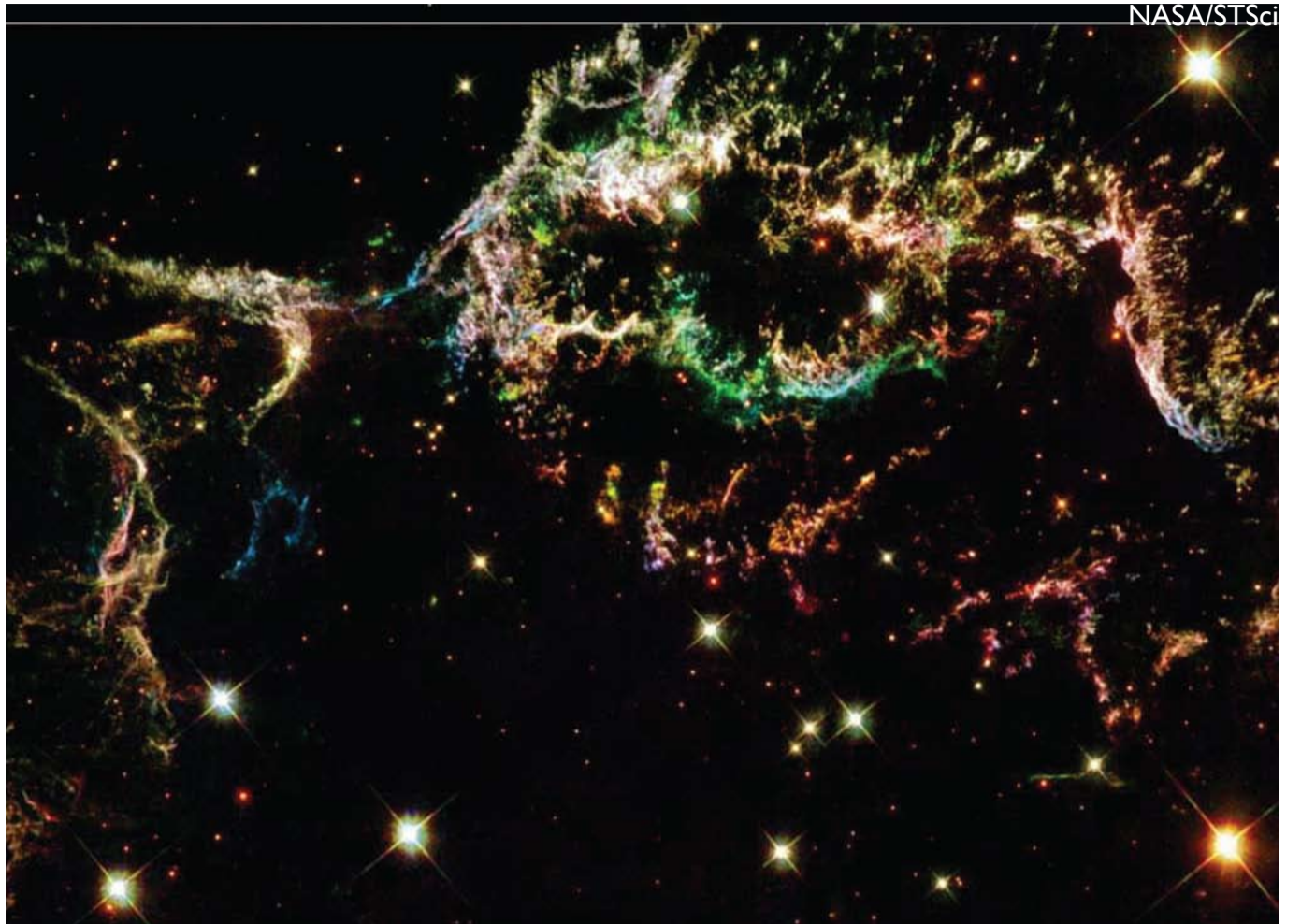
Les scientifiques étudient la composition des météorites pour obtenir des informations sur la formation du système solaire. Plusieurs théories proposent qu'à la fois l'eau des océans et les molécules organiques, briques de la vie, ont été apportées sur Terre par des bombardements de comètes ou de météorites !

30 000 tonnes de matière extra-terrestre touchent le sol chaque année et plus de 99,9% correspondent à des micrométéorites (quelques dixièmes de millimètre). On peut en récupérer dans des endroits préservés comme la glace et la neige des pôles.

Centre de Vulgarisation de la Connaissance



N



Les restes de la supernova Cassiopeia photographiés par le télescope Hubble.

Naine

Blanches, rouges, brunes, noires, les étoiles naines passent souvent inaperçues mais ne sont pas quantité négligeable !

Les étoiles naissent, vivent et meurent. Ainsi le Soleil, dans cinq milliards d'années, deviendra une géante rouge : s'étendant au-delà de l'orbite de Mars, il engloutira la Terre au passage. Puis, tout en projetant ses couches externes vers l'espace, il rapetissera jusqu'à devenir une naine blanche, presque aussi petite que la Terre, mais extrêmement chaude et dense : un centimètre cube pèsera une tonne ! Une naine blanche coule généralement

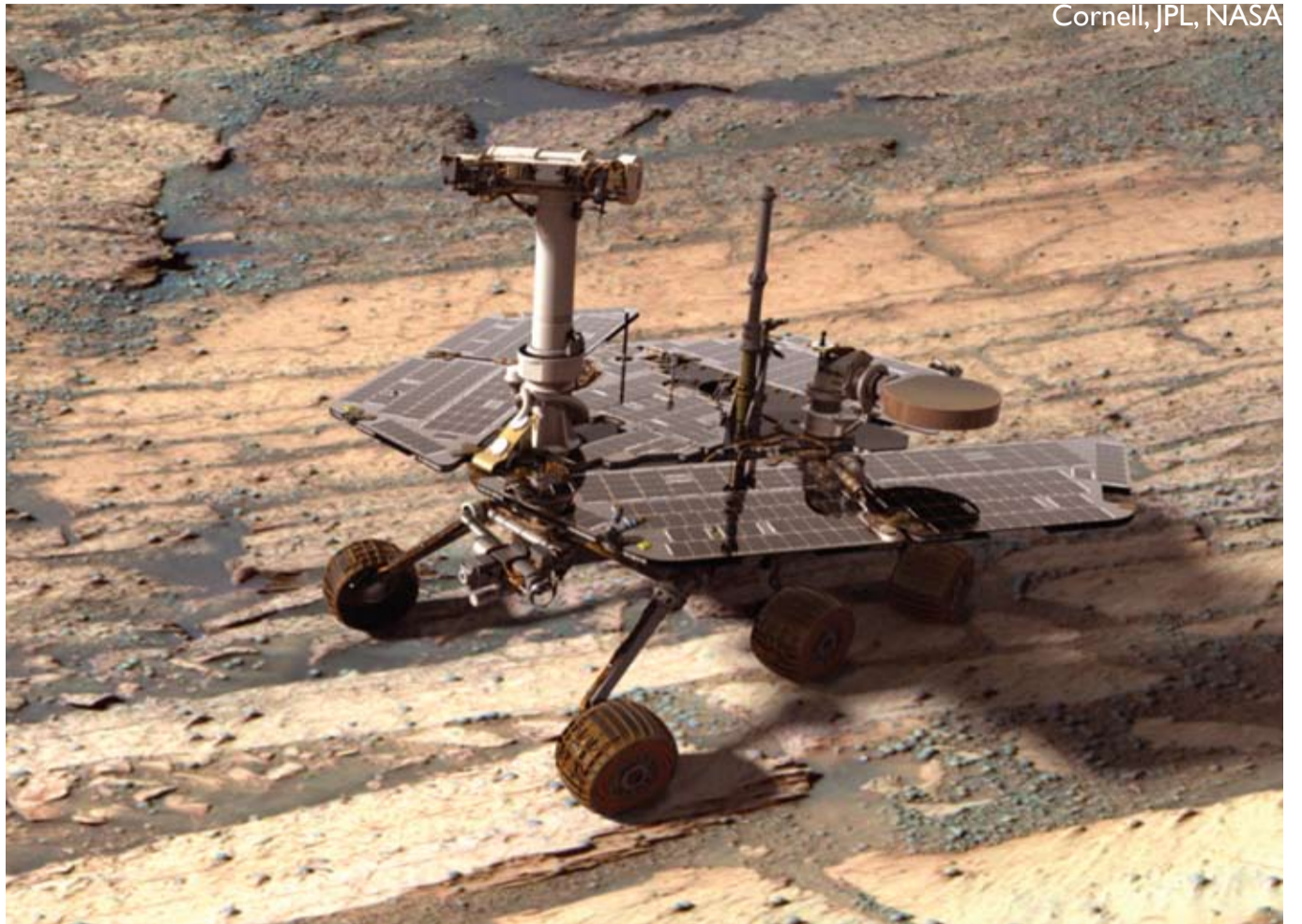
une vieillesse paisible jusqu'à finir en naine noire, cadavre stellaire qui ne brille plus.

Toutes les étoiles ne finissent pas en naines blanches. Les plus massives explosent en supernovae dans un flash lumineux qui dure quelques jours.

Celle-ci peut à son tour engendrer une étoile à neutrons, ou, si sa masse est suffisante, s'effondrer en un trou noir.

Les naines rouges sont des étoiles plus petites et moins chaudes que le Soleil (qualifié de naine jaune). Quant aux naines brunes, ce sont des étoiles ratées, de température trop faible pour que les réactions de fusion nucléaire s'amorcent en leur sein.

O



SPiRiT, véhicule robot de la NASA utilisé pour l'exploration de Mars.

Odyssée

« **La distance rend toute chose infiniment plus précieuse.** »

Arthur C. Clarke, 2001 : l'odyssée de l'espace

21 juillet 1969, Neil Armstrong débarque sur la Lune, « banlieue » de la Terre !

Dès les années 1970, des sondes sont placées en orbite autour d'autres planètes. Puis en 1975, premières photographies prises depuis la surface d'une planète, Vénus.

1976, premier atterrissage réussi sur Mars.

1977, début de l'épopée des sondes Voyager. Elles sont aujourd'hui à 100 unités astronomiques, 100 fois la distance Terre-Soleil ! À leur actif, des images

remarquables des planètes géantes et de leurs satellites.

1998, le premier module de la station spatiale internationale est mis en orbite. Elle fait toujours le tour de la Terre 15 fois par jour...

En 2005, la sonde Huygens pénètre dans l'atmosphère de Titan, un des satellites de Saturne.

Aujourd'hui, des robots se promènent sur Mars, loin de leur Terre natale...

Le prochain grand pas pour l'humanité sera-t-il sur le sol martien ? Six mois au moins l'aller simple... Les grandes agences spatiales envisagent des missions habitées à l'horizon 2030.

P



T.A.Rector (NOAO/AURA/NSF) and Hubble Heritage Team (STScI/AURA/NASA)

La nébuleuse de la tête de cheval.

Poussière

**Les immenses espaces entre les étoiles ne sont pas vides...
mais remplis de gaz et de poussières !**

Les étoiles « baignent » dans un milieu de gaz extrêmement dilué, essentiellement de l'hydrogène : atomique, ionisé ou moléculaire (H_2) selon la température et la densité.

L'hydrogène moléculaire forme des nuages géants, de plusieurs dizaines d'années-lumière. On y trouve toutes sortes de molécules organiques, en particulier certaines essentielles à la vie.

Egalement de minuscules grains de poussière – composés de carbone,

d'oxygène, de silicium et de fer – recouverts de glaces d'eau ou d'ammoniac.

Les atomes qui parsèment le milieu interstellaire proviennent d'étoiles en fin de vie et ont pu se condenser en édifices plus gros, loin de l'étoile, là où la température est basse.

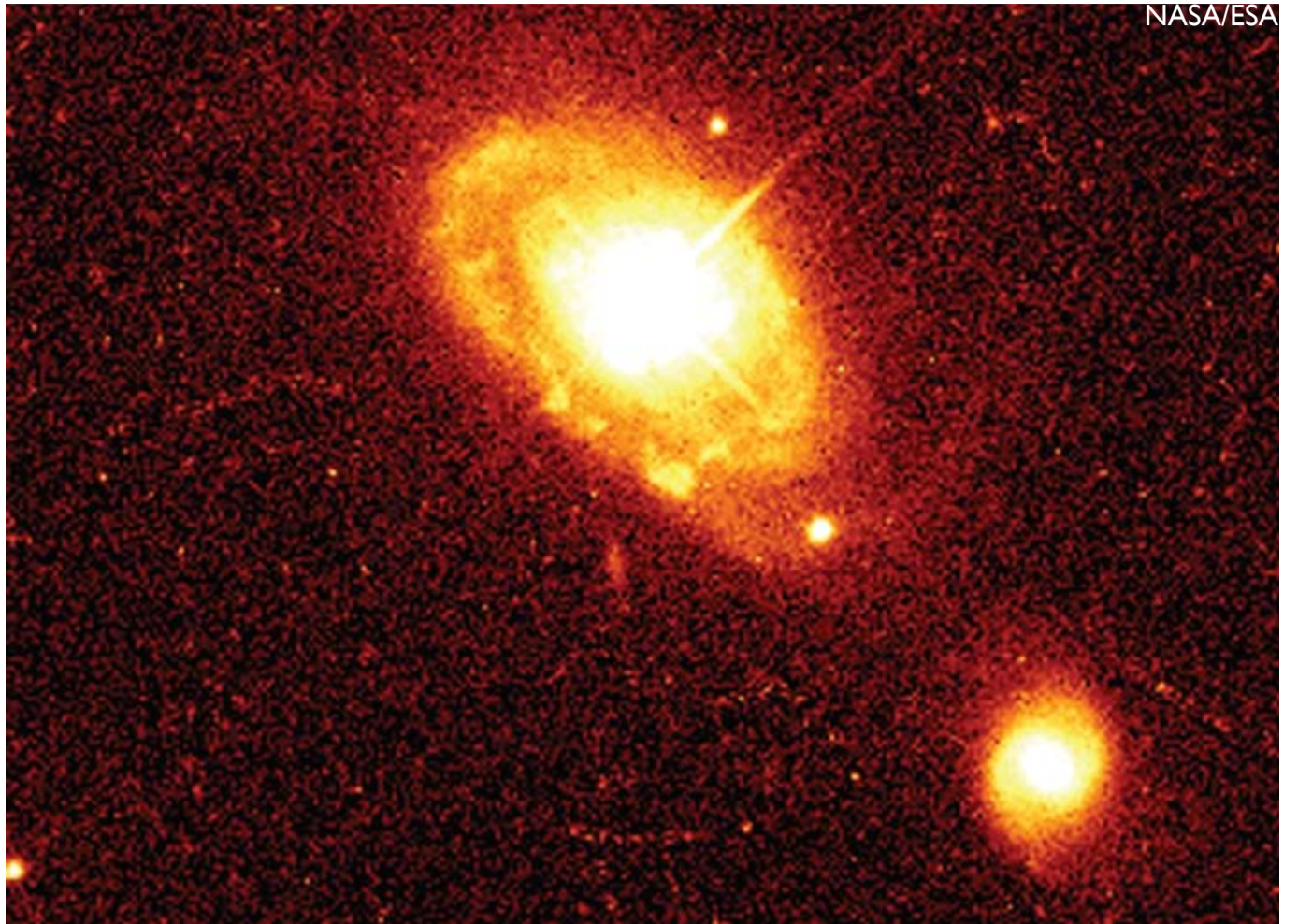
Il arrive parfois que ces nuages interstellaires se contractent et c'est ainsi, dans ce berceau de gaz, que naissent de nouvelles étoiles...

La majorité de la matière connue dans l'Univers se trouve sous forme de noyaux atomiques : on estime leur nombre à 10^{80} , dont 95% d'hydrogène. Seule une faible proportion de la matière est constituée d'atomes (noyaux et électrons associés).

Centre de Vulgarisation de la Connaissance



Q



Un quasar situé au cœur d'une galaxie spirale

Quasar

Quasars : « Radiosources astronomiques quasi stellaires », ainsi nommés parce qu'ils ressemblent étrangement à des étoiles.

Mais des étoiles qui seraient d'une luminosité invraisemblable : l'équivalent de mille milliards de Soleil, concentrés dans un espace guère plus grand que notre système solaire. Une hypothèse inacceptable, pour les astronomes qui les ont découverts en 1963. Depuis, on a levé le mystère : les quasars sont des galaxies qui hébergent en leur centre un trou noir particulièrement énergétique.

Malgré leur extrême luminosité, on en observe peu, probablement en raison de leur éloignement : leur lumière est absorbée par les poussières avant de nous parvenir.

Les quasars sont un livre ouvert sur l'Univers lointain. Ainsi, à 13 milliards d'années-lumière, le plus éloigné nous révèle l'Univers dans son jeune âge, « juste » après le Big Bang.

D'autres galaxies ont une luminosité aussi gigantesque que celle des quasars, par exemple les radiogalaxies, qui émettent un rayonnement aussi intense en lumière visible qu'en ondes radios.

R



Un mirage gravitationnel : la galaxie proche a transformé l'image d'un astre lointain en arcs concentriques.

Relativité

**Qui mène le ballet des astres dans le ciel ? La gravitation !
Newton l'a mise en équations le premier, mais Einstein a fait mieux
avec la théorie de la relativité...**

■ Posez une boule de bowling au centre d'un trampoline. La boule s'enfonce dans la toile en la déformant.

Faites alors rouler une balle de ping-pong depuis le bord du trampoline : elle ira tout droit... avant de s'approcher de la boule, sentir la déformation de la toile et courber sa trajectoire.

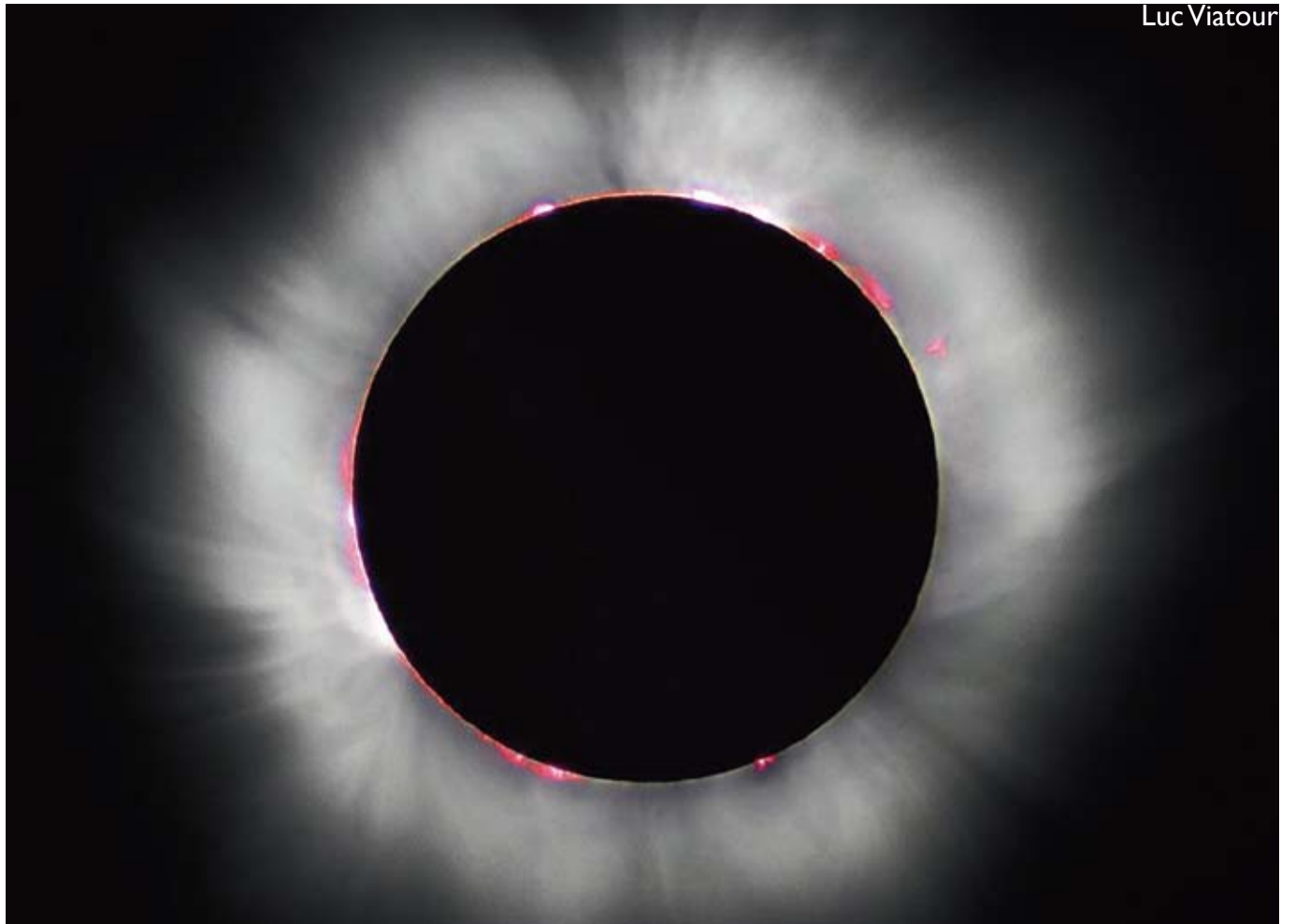
D'une manière similaire, un objet massif, par exemple la Terre, modifie la structure

de l'espace et du temps qui l'entoure. Cela perturbe la trajectoire des objets alentour, comme la Lune : voilà la gravitation selon Einstein !

Une théorie bien abstraite, mais qui explique les détails de la trajectoire de Mercure autour du Soleil et de la ronde des satellites artificiels au-dessus de nos têtes...

Même la lumière ne se déplace pas en ligne droite quand elle passe au voisinage d'un objet massif. On a d'ailleurs observé des « mirages gravitationnels » : des galaxies proches peuvent déformer l'image d'astres très lointains.

S



Eclipse solaire du 11 août 1999. On distingue clairement la couronne (en blanc) et la chromosphère (en rose).

Soleil

Vu de près, à quoi ressemble notre Soleil ?

Imaginez...

■ ...une gigantesque boule de gaz, qui « brûle » chaque seconde 600 millions de tonnes d'hydrogène. À sa surface, des taches atteignant plusieurs fois le diamètre de la Terre. De violentes éruptions qui éjectent à 200 000 km/h des particules chargées, à l'origine sur Terre des aurores boréales et de perturbations dans nos appareils électroniques. Un champ magnétique qui change de sens tous les onze ans.

Des vibrations sismiques qui le secouent dans son ensemble.

Le Soleil est si dense que la lumière produite en son cœur met un million d'années à s'en extirper.

Quant à la couleur jaune de notre étoile, elle est le reflet de la température à sa surface : presque 6 000°C ; les étoiles bleues sont chaudes (10 000°C et plus) ; les rouges sont « froides » (à peine 3 000°C).

Les éclipses de Soleil ? La Lune est 400 fois plus petite que lui, mais aussi 400 fois plus proche : lorsqu'elle passe exactement entre le Soleil et nous, elle le cache complètement.

T



La Terre, vue depuis la Lune.

Terre

Comment la Terre s'est-elle formée ? Retour il y a 4,5 milliards d'années, à la naissance du système solaire.

Un immense nuage d'hydrogène et d'hélium, avec des traces d'eau, d'oxydes et d'autres éléments, s'aplatit sous l'effet de son propre poids en un disque en rotation.

Au centre, la température atteint progressivement 10 millions de degrés, la fusion nucléaire s'amorce : le Soleil est né.

Autour de notre étoile, des petits grains de matière commencent à s'agréger pour former des objets de plus en plus gros... jusqu'aux planètes.

Près du brûlant Soleil, seuls les minéraux peuvent s'agréger. De petites planètes à la surface rocheuse, les planètes telluriques, se forment : Mercure, Vénus, la Terre et Mars.

Plus loin, de gigantesques noyaux de glace se condensent, capturant l'hélium et l'hydrogène environnants pour engendrer les géantes gazeuses : Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune.

Notre seul satellite naturel, la Lune, se serait formé suite à l'impact d'un objet géant avec la Terre. Exceptées Mercure et Vénus, les autres planètes possèdent aussi des satellites, Jupiter et Saturne en ont plus de soixante chacune.

U



Gerhard Hartl (C) Deutsches Museum, Munich

La lunette avec laquelle Galle a réalisé la première observation de Neptune.

Uranus

**Le plus vieux métier du monde fut peut-être... astronome !
Prédire les éclipses ou les mouvements des astres semble avoir
toujours préoccupé nos ancêtres.**

Pendant des millénaires, l'astronomie reste rattachée à l'astrologie et à la religion. À partir du XVII^e siècle, les instruments et la théorie progressent ensemble pour en faire peu à peu une véritable science.

Le monde céleste révélé par la lunette de Galilée est étonnamment complexe ; soixante-dix ans plus tard, la gravitation de Newton lui apporte une cohérence nouvelle.

Grâce à la qualité de son télescope, Herschel découvre en 1781 une planète inconnue : Uranus.

Pourtant quelque chose ne tourne pas rond, l'orbite d'Uranus semble perturbée.

En 1846, au prix de calculs ardues, Le Verrier identifie la coupable : une planète alors inconnue, Neptune, que l'on observe peu après à l'endroit précis qu'il avait déterminé.

Un triomphe pour la théorie de la gravitation !

Le Verrier a tenté d'expliquer les perturbations de l'orbite de Mercure comme il l'avait fait pour Uranus, mais sans succès. Pour y parvenir, il faudra attendre 1915 et la relativité générale d'Einstein.

V



La Voie lactée au-dessus de l'horizon. Le point brillant au centre de l'image est la planète Jupiter.

Voie lactée

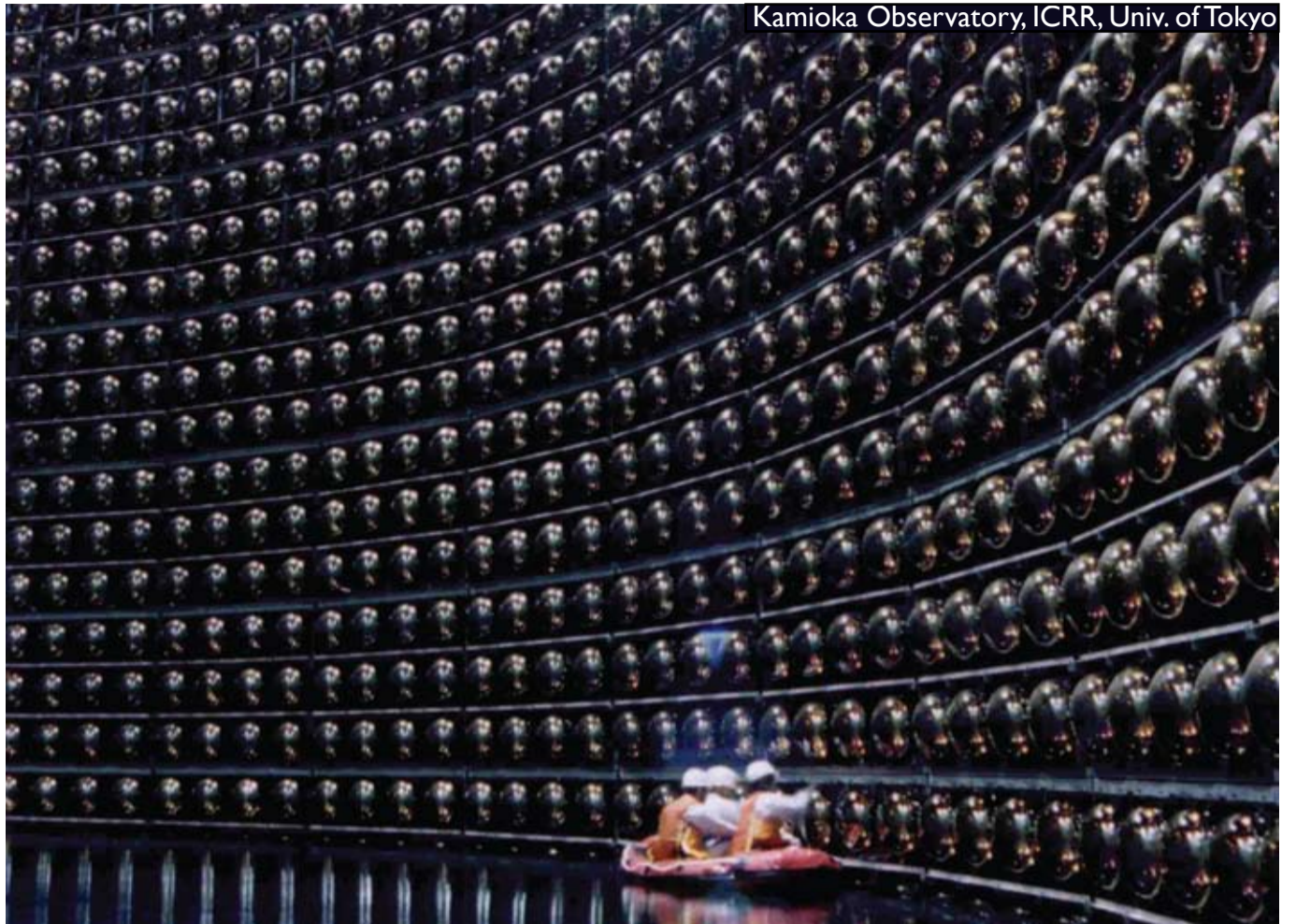
“Maman, quelqu'un a renversé son bol de lait sur le ciel ! ”

■ Vue de la Terre, voilà à quoi ressemble notre galaxie : la Voie lactée. Ses 400 à 800 milliards d'étoiles sont concentrées en un grand disque assez plat, renflé au milieu et doté de plusieurs bras. Excentré sur l'un de ses bras, le système solaire tourne autour du centre à 250 km/s et en fait le tour en 220 millions d'années. Au centre, un trou noir supermassif : 3,7 millions de masses solaires !

Les milliards de galaxies que compte l'Univers sont de formes variées : spirales, spirales barrées comme la nôtre, elliptiques, lenticulaires ou encore irrégulières. Elles voyagent parfois de concert, comme les nuages de Magellan qui escortent la Voie Lactée, et peuvent même entrer en collision...

Les étoiles se regroupent en galaxies, les galaxies en groupes ou en amas, les amas en superamas. Les superamas se répartissent à la façon d'une mousse de savon, laissant entre eux de gigantesques « bulles de vide ».

W



Le détecteur de neutrinos SuperKamiokande, au Japon.

Boson W

De l'espace nous viennent beaucoup de particules, comme les neutrinos, ces rejetons des bosons W, produits au cœur des étoiles... Souriez, un neutrino vous a traversé !

■ Etranges neutrinos. De masse presque nulle, ces passe-murailles traversent de grandes quantités de matière sans effort.

Les neutrinos naissent lorsque se désintègrent des bosons W et Z, particules liées à la force nucléaire faible qui interviennent dans la désintégration de certains noyaux radioactifs.

Des neutrinos sont produits en quantité quand une étoile explose en supernova.

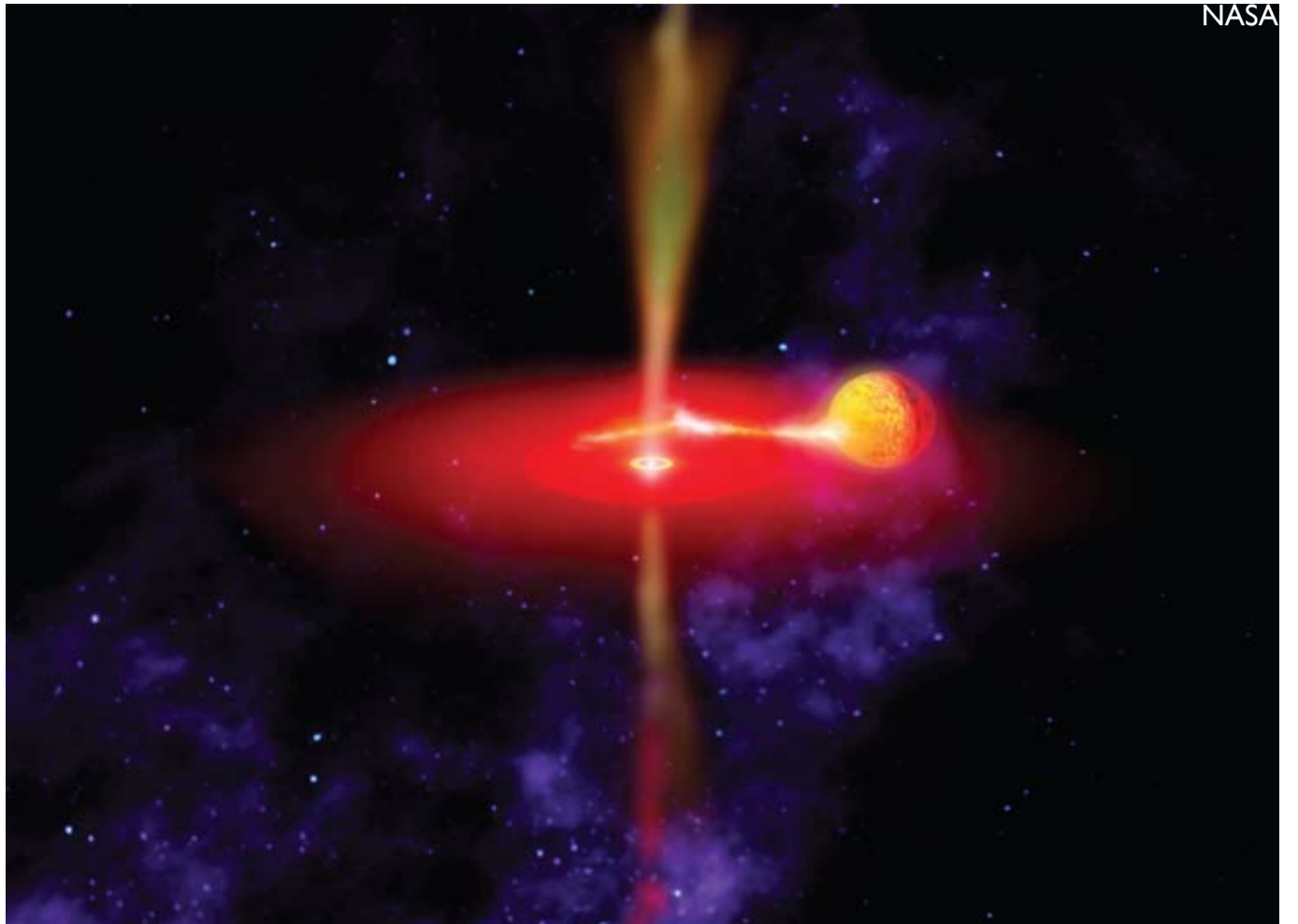
D'autres surgissent quand des noyaux atomiques issus de l'espace, les rayons cosmiques, pénètrent dans l'atmosphère en un feu d'artifice de particules.

D'autres encore proviennent des réactions de fusion nucléaire au cœur du Soleil.

Certains détecteurs, placés sous terre, dans la mer, ou dans la glace de l'Antarctique, peuvent capturer ces neutrinos qui fournissent des informations uniques sur notre Univers proche et lointain.

Les neutrinos constituent une petite fraction de la « matière noire » de l'Univers. Invisible à nos télescopes, encore mystérieuse, elle se manifeste uniquement par son influence gravitationnelle. Elle contribuerait bien plus que la matière « ordinaire » à la masse de l'Univers.

X



Le gaz d'une étoile, aspiré par un trou noir proche, émet des rayons X.

Rayons X

**Le calme du ciel est trompeur. Ça s'agite beaucoup là-haut !
Mais pour le découvrir, la lumière « ordinaire » ne suffit pas.
Chaussez des lunettes différentes pour voir la vie en rayons X ou gamma !**

■ Un astre doit avoir de bonnes raisons pour émettre en abondance des rayons X, très énergétiques.

Lorsqu'un trou noir aspire un nuage de gaz ou une étoile, la matière s'enroule autour de lui et tourne très vite en émettant des rayons X.

C'est le cas des noyaux actifs de galaxies qui abritent en leur cœur de tels trous noirs...

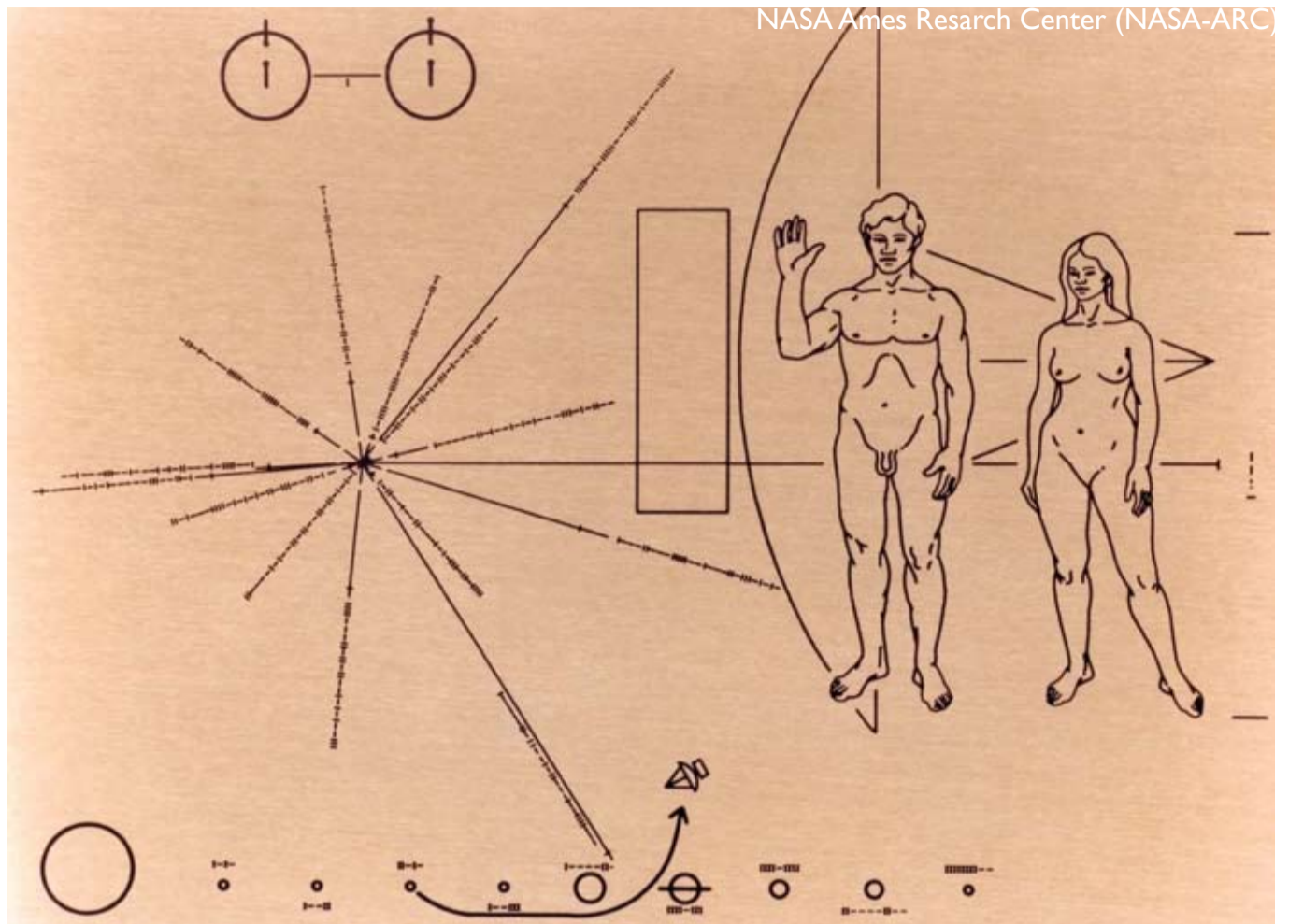
Le ciel vu en rayons gamma, d'énergie encore supérieure, reste mystérieux.

Certains points y brillent intensément, mais ne correspondent à aucune étoile, aucune galaxie connue.

Parfois, des flashes illuminent ce ciel gamma... mais personne n'est encore certain de leur origine, sûrement très violente !

Heureusement, l'atmosphère terrestre nous protège de ces rayons X et gamma si agressifs. Pour les observer, il faut donc concevoir des télescopes de grande sensibilité, lancer des ballons dans la haute atmosphère ou envoyer des satellites dans l'espace...

Y



Photographie de la plaque attachée à la sonde Pioneer 10 à destination d'éventuelles civilisations extra-terrestres.

Yéti

Serait-il plus incroyable de mettre la main sur l'abominable homme des neiges... ou de découvrir l'existence d'extra-terrestres ?

■ Une forme de vie rudimentaire sur Mars ?
Pourquoi pas !

On a trouvé sur Terre une éclosion de vie dans des endroits si inattendus – déserts, eaux profondes... – qu'il est probable qu'elle ait pu se développer ailleurs.

Un grand nombre d'enquêteurs, des exobiologistes, sont sur sa trace.
Les astronomes scrutent les environs de milliers d'étoiles pour y trouver des planètes hospitalières.

Les biochimistes cherchent quelles molécules élémentaires dispersées dans l'atmosphère sont une preuve qu'une planète abrite la vie.

Tous ces scientifiques s'appliquent à reconstituer le scénario de l'apparition de la vie sur notre planète bleue.
De l'eau, de la lumière, des molécules carbonées... si tout ça existe ailleurs, alors le film y a peut-être été joué aussi !

Chaque jour, chez des bénévoles du monde entier, les ordinateurs du programme SETI@home tentent d'identifier un éventuel signe d'une forme d'intelligence extra-terrestre...

Centre de Vulgarisation de la Connaissance



Z



Wikipedia user chris73

Horloge astronomique de la cathédrale Saint-Jean à Lyon.

Zodiaque

Chaque mois, le Soleil se lève dans un lit différent : au début du printemps, dans la constellation des Poissons ; un mois plus tard, dans celle du Bélier... et le périple se poursuit ainsi tout au long de l'année.

Une constellation regroupe des étoiles qui dessinent une forme bien reconnaissable sur la voûte céleste, bien que ces étoiles n'aient en réalité aucun lien entre elles. Les constellations servent de points de repère aux astronomes pour cartographier le ciel.

Le Soleil, la Lune et les planètes se déplacent dans une bande étroite de la voûte céleste, le zodiaque, qui traverse

treize constellations : les douze « signes du zodiaque » et le Serpenteire.

C'est vers le V^e siècle avant J.-C. que les Anciens ont baptisé les constellations traditionnelles. Mais certaines sont devenues méconnaissables au cours des siècles, car les étoiles, indépendantes, bougent à des vitesses et dans des directions différentes.

Les astrologues utilisent des "signes" nommés autrefois d'après les constellations du zodiaque, mais sans lien réel avec elles. Ainsi aujourd'hui, quand naît une personne dite du signe du Taureau, le Soleil est dans la constellation du Bélier !

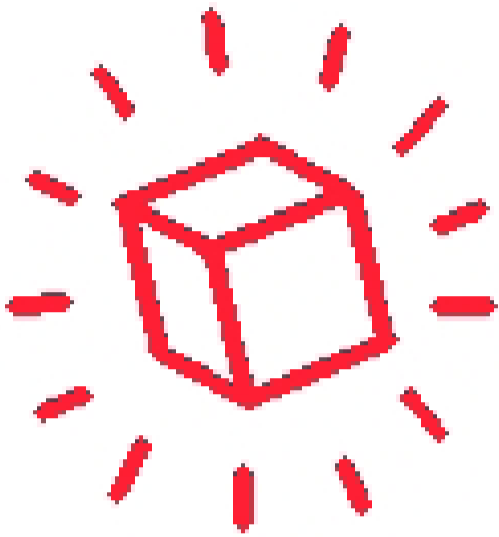


Image de Monocerotis, la nébuleuse du crabe par le télescope spatial Hubble.

L'astronomie de A à Z

Une exposition scientifique conçue et réalisée par le
Centre de Vulgarisation de la Connaissance (CVC),
service de la Faculté des Sciences de l'Université Paris-Sud 11.

Auteurs :

Nathalie Audard,
École des Métiers du Bâtiment
Sébastien Descotes-Genon,
CNRS et CVC
Nicolas Graner,
CVC
Séverine Martrenchard,
CNRS et CVC
Guillaume Susbielle,
CVC

« L'Astronomie de A à Z »

a reçu le label
Année Mondiale de l'Astronomie 2009
(AMA09)
et le soutien du dispositif
« **Sciences à l'École** »
du Ministère de l'éducation nationale.

Elle s'inscrit dans le cadre du projet
Astronomie Paris-Sud.

Cette exposition peut être mise à la disposition des établissements scolaires, centres culturels, bibliothèques ou autres lieux publics à vocation pédagogique sur simple demande auprès du CVC.

<http://www.cvc.u-psud.fr/>