



Organisation  
des Nations Unies  
pour l'éducation,  
la science et la culture

Le **Courrier** de  
l'**PUNESCO**

2009 • numéro 7 • ISSN 1993-8616

# LES ÉNIGMES DE L'UNIVERS

The background of the cover is a deep blue space filled with concentric, glowing blue lines that create a sense of depth and movement. In the lower right corner, the curved edge of a planet is visible, showing a gradient from a bright orange-red horizon to a dark, shadowed surface.



Image de Saturne prise par la sonde spatiale Cassini, lancée par la NASA en 1997.

## LES ÉNIGMES DE L'UNIVERS

De la théorie d'Ibn Haitham Alhazen sur les taches sombres de la Lune (11<sup>e</sup> siècle) aux ultimes découvertes d'exoplanètes en avril 2009, ce dossier, publié à l'occasion de l'Année internationale de l'astronomie, retrace quelques-unes des étapes de la longue histoire de l'observation des astres.

**ÉDITORIAL 3**



### DU MONDE CLOS À L'UNIVERS INFINI

Petite sphère au centre d'une plus grande sphère : c'est ainsi que l'on imaginait la Terre et l'Univers dans l'Antiquité grecque. Cette image d'un monde clos a volé en éclats grâce à un gadget vendu sur le marché. Il y a 400 ans, Galilée observait le ciel avec une lunette qu'il avait fabriquée lui-même. Le monde n'allait plus être le même. **4**



### LA TÊTE DANS LA LUNE

La mission Apollo 11 et les observations de Galilée, dont nous célébrons cette année le 40<sup>e</sup> et 400<sup>e</sup> anniversaires respectivement, ont confirmé les découvertes à l'œil nu du savant arabe Alhazen, faites il y a près d'un millénaire. Retour sur le parcours d'un homme qui, en avance sur son temps, déterminera l'avenir de l'astronomie. **7**



### UNE HISTOIRE VIEILLE COMME LE MONDE

Les mouvements du Soleil et les phases de la Lune ont rythmé depuis des millénaires les activités humaines, notamment agricoles et rituelles. À ses débuts, l'astronomie servait avant tout à mesurer le temps. Les calendriers avaient une fonction essentielle dans la vie des gens. Avec les astronomes Zhao Gang, Julieta Fierro et George Saliba, nous revisitons l'astronomie de la Chine antique, des Mayas et du monde islamique médiéval. **10**



### ÉCLAIRAGE

#### L'alphabétisation, garante du « Bonheur national brut »

Quatre projets d'alphabétisation innovants en Afghanistan, au Burkina Faso, en Inde et aux Philippines ont été récompensés de prix internationaux d'alphabétisation de l'UNESCO cette année. **20**



### PERSPECTIVES

#### Comment vivre avec moins : trois points de vue

« Que faire pour protéger les plus pauvres d'une crise provoquée par quelques-uns des plus riches ? » Tour d'horizon qui montre trois différentes perceptions de la crise et de ses effets. **22**



### VERS UNE CARTOGRAPHIE DE L'UNIVERS

Le 14 mai 2009, la fusée Ariane 5 décollait de la base de Kourou (Guyane) avec à son bord le satellite Planck. Cette mission de l'Agence spatiale européenne (ESA) doit conduire à une meilleure compréhension de notre univers. Précisions de Georges F. Smoot, lauréat du prix Nobel de physique en 2006. **12**



### VIE EXTRATERRESTRE : AURONS-NOUS DES SURPRISES ?

La découverte des planètes extrasolaires, annonce-t-elle la prochaine découverte de la vie extraterrestre ? Trois scientifiques de renommée internationale, Lord Martin John Rees (Royaume-Uni), Jonathan P. Gardner (États-Unis) et Françoise Combes (France), réunis au siège de l'UNESCO à l'occasion l'Année internationale de l'astronomie, abordent cette question avec des perspectives différentes. **15**



### ASTRONOMIE : LES TROIS GRANDS AXES DE LA RECHERCHE

Nous n'avons aucune raison de penser que les planètes du système solaire sont représentatives de tous les types de planètes, estime l'astrophysicien Michel Mayor, de l'Observatoire de Genève (Suisse), qui a découvert la première planète extrasolaire, en 1995. **18**

**Il y a 400 ans, Galilée avait pris les taches sombres sur la surface de la Lune pour des mers. Il s'était trompé. Aujourd'hui, nous envoyons des missions sur la Lune pour y chercher de l'eau. Les avancées technologiques sont extraordinaires : ces 20 dernières années, quelque 350 planètes ont été découvertes en dehors du système solaire ; il y a quelques mois, les premières images directes nous sont parvenues au moyen de satellites ; les télescopes au sol et dans l'espace explorent l'Univers 24 heures sur 24 et, pourtant, il demeure en grande partie inconnu.**



Image prise de l'intérieur de la navette spatiale Endeavour, lancée en mars 2008.

C'est pour nous aider à percer ses secrets que l'Organisation des Nations Unies a déclaré 2009 Année internationale de l'astronomie (AIA2009). Soumise par l'Italie, le pays natal de Galilée, cette initiative est menée à bon terme par l'Union astronomique internationale et l'UNESCO.

Avec la devise « À vous de découvrir l'Univers », l'AIA 2009 a pour objectif de stimuler l'intérêt pour l'astronomie auprès du grand public et spécialement des jeunes. Des activités sont en cours un peu partout dans le monde et l'UNESCO a organisé une série d'événements visant à la fois à stimuler la recherche et à vulgariser les connaissances scientifiques.

Des expositions s'adressant aux jeunes et aux moins jeunes ont été organisées, ainsi que des colloques scientifiques et des débats avec le grand public, réunissant au siège de l'UNESCO bon nombre des plus grands spécialistes de l'astronomie aujourd'hui.

Parmi ces derniers, Françoise Balibar, Françoise Combes, Julieta Fierro, Zhao Gang, Jonathan P. Gardner, Michel Mayor, Lord Martin John Rees, George Saliba et Georges F. Smoot contribuent au dossier que *Le Courrier de l'UNESCO* publie en vue de s'associer à la mission de vulgarisation des connaissances astronomiques promue par AIA2009.

Sur le plan de la recherche scientifique, le principal sujet débattu a été celui de la matière et de l'énergie noires. « Quarante-vingt quinze pour cent de l'énergie totale de l'univers n'est pas visible au sens où nous l'entendons habituellement, de sorte que nous la surnomons « matière

noire » et « énergie noire », affirme le prix Nobel de physique américain Georges F. Smoot. Et Françoise Combes, de l'Observatoire de Paris, ajoute : « Les scientifiques ont inventé la notion d'énergie noire pour expliquer le phénomène de l'accélération de l'expansion de l'Univers, découvert il y a 10 ans. Selon la théorie la plus répandue jusqu'alors, l'Univers, qui était en expansion depuis le Big Bang, allait se contracter sur lui-même en un Big Crunch. Aujourd'hui on sait que c'est faux, mais on ne sait pas ce qui provoque l'accélération ».

Sur le plan de la vulgarisation scientifique, le principal souci des experts est celui de la sensibilisation des jeunes et l'enseignement de l'astronomie à l'école. « À mon avis, il faudrait enseigner l'astronomie, dès l'école primaire », déclare Beatriz Barbuy, astronome brésilienne, lauréate du Prix L'ORÉAL-UNESCO

pour les Femmes et la Science, en 2009. Interrogée lors de la préparation de ce dossier par le journaliste brésilien Dênio Maués Vianna, elle explique : « Le monde mystérieux des étoiles, des galaxies, intrigue beaucoup les enfants. L'astronomie est donc un excellent moyen d'enseigner non seulement les phénomènes cosmiques, mais aussi les mathématiques, la physique, l'optique, la chimie et même l'informatique et la biologie ». Elle estime que si l'astronomie nous paraît inaccessible, c'est parce qu'elle n'est pas suffisamment présente dans les cursus scolaires. Le manque de connaissances qui en découle a des effets néfastes : « les scientifiques sont souvent frustrés de constater que l'obscurantisme l'emporte parfois sur les faits établis par la science ».

Jasmina Šopova



Enfants de l'école de Katha, dans le quartier défavorisé de Govinpuri (Delhi Sud, Inde), lors d'un cours sur l'astronomie.

Petite sphère au centre d'une plus grande sphère : c'est ainsi que l'on imaginait la Terre et l'Univers dans l'Antiquité grecque. Cette image d'un monde clos a volé en éclats grâce à un gadget vendu sur le marché. Il y a 400 ans, Galilée observait le ciel avec une lunette qu'il avait fabriquée lui-même. Le monde n'allait plus être le même.

# DU MONDE CLOS À L'UNIVERS INFINI

Cet article a été extrait de la conférence « De Galilée à Einstein », prononcée par Françoise Balibar lors du lancement de l'Année internationale de l'astronomie à l'UNESCO, le 15 janvier dernier.



Portrait de Galilée peint par Justus Sustermans (1636).

En 1639, presque trente ans après la découverte dont nous célébrons cette année le quatre centième anniversaire, Galilée, âgé de 68 ans, perdit l'usage de son oeil droit. Un an plus tard, devenu complètement aveugle, au comble du désespoir, il écrivit à son ami le plus fidèle, Elie Donati : « Hélas, très honoré seigneur, Galilée, votre serviteur et très cher ami, est désormais irrémédiablement aveugle. Votre Honneur imagine dans quel état d'abattement je me trouve lorsque je considère que le ciel, le monde, l'univers dont les dimensions ont été, grâce à mes observations et mes démonstrations, agrandies

d'un facteur cent, un facteur mille, par rapport à ce que connaissaient ou avaient observé les savants des siècles passés, sont dorénavant réduits à l'espace qu'occupe ma personne ».

Mots désespérés d'un homme à qui la cécité, en le réduisant aux seuls yeux de l'esprit, accorde la possibilité de « voir » la position qu'il occupe, à la fois dans l'instant, parmi les choses de ce monde, et à jamais, dans l'histoire des hommes. Comme si la cécité, en le privant de la vue, l'avait rendu capable d'adopter le point de vue de la postérité et de voir en lui l'homme grâce à qui l'humanité est sortie

« du monde clos » pour s'ouvrir à « l'univers infini », pour reprendre les mots d'Alexandre Koyré [philosophe et historien des sciences français d'origine russe, né en 1892, décédé en 1964].

## Un monde clos

C'est dans la philosophie grecque qu'il faut chercher l'origine de l'idée d'un monde clos. À partir du 4<sup>e</sup> siècle avant notre ère, il fut généralement admis parmi les philosophes et savants grecs que la Terre est une petite sphère (forme géométrique présentant le plus haut degré de symétrie) placée au centre d'une autre sphère, de même centre et de beaucoup plus grand rayon, en rotation autour de ce centre, sur la surface de laquelle sont disposés les étoiles. Durant les vingt siècles qui vont du 4<sup>e</sup> siècle avant J.-C. à l'époque de Galilée, divers systèmes cosmologiques ont été superposés à ce schéma d'ensemble, afin de rendre compte des mouvements du Soleil, de la Lune et des planètes (littéralement les « astres errants »), supposés évoluer dans l'espace entre les deux sphères. Il est important de noter que, dans ce modèle, il n'y a rien, ni espace, ni matière, à l'extérieur de la sphère des étoiles. Le monde est donc clos, enfermé tout entier à l'intérieur de la seconde sphère. Aussi grand que soit le diamètre de cette sphère (en comparaison du diamètre de la sphère terrestre), il n'en reste pas moins que l'homme se trouve enfermé, prisonnier en quelque sorte, à l'intérieur de ce monde clos.

## Cosmologie et astronomie

Dans ce schéma de pensée, la cosmologie (considérée comme un ensemble de conceptions relatives à la structure de l'univers) et l'astronomie (définie comme l'observation des ciels tels qu'ils nous apparaissent) sont intimement liées et indissociables. Thomas Kuhn [philosophe et historien des sciences américain né en

© DR



Ptolémée, géographe et astronome grec du 2<sup>e</sup> siècle ap. J.-C.

1922, décédé en 1996] voit dans cette intrication de l'astronomie et de la cosmologie l'origine de « l'irraisonnable efficacité » de la science occidentale. Selon lui, la nécessité ainsi imposée à la cosmologie de devoir produire à la fois une conception du monde et une explication des phénomènes observés a canalisé le désir qu'a naturellement l'homme de se sentir partie de l'univers, dans une direction bien particulière, celle de la recherche d'explications scientifiques – renforçant ainsi le pouvoir de la cosmologie. Avec comme conséquence que « l'astronomie a la possibilité, dans certains cas, de détruire – et ce, pour des raisons propres à sa spécialité – une conception du monde ayant rendu le monde compréhensible aux individus d'une certaine civilisation, aux

non spécialistes comme aux spécialistes ». C'est précisément ce qui s'est produit en 1609 : les observations astronomiques de Galilée ont détruit la conception générale du monde, commune aux lettrés et à l'homme de la rue.

Les systèmes coperniciens et ptoléméens, qui se sont affrontés au 17<sup>e</sup> siècle, sont l'un et l'autre à la fois cosmologiques et astronomiques. Le titre même d'un des grands ouvrages de Galilée, *Dialogue sur les deux grands systèmes du monde*, l'indique clairement : il s'agit bien de discuter les mérites de deux systèmes, ptoléméen et copernicien, placés au même niveau, deux formes alternatives à l'intérieur d'un même cadre intellectuel général, où toute modification apportée à l'explication astronomique (telle celle proposée par Copernic en 1543 dans le « *De Revolutionibus Orbium Coelestium* ») implique nécessairement une modification corrélative dans la conception cosmologique de la structure du monde.

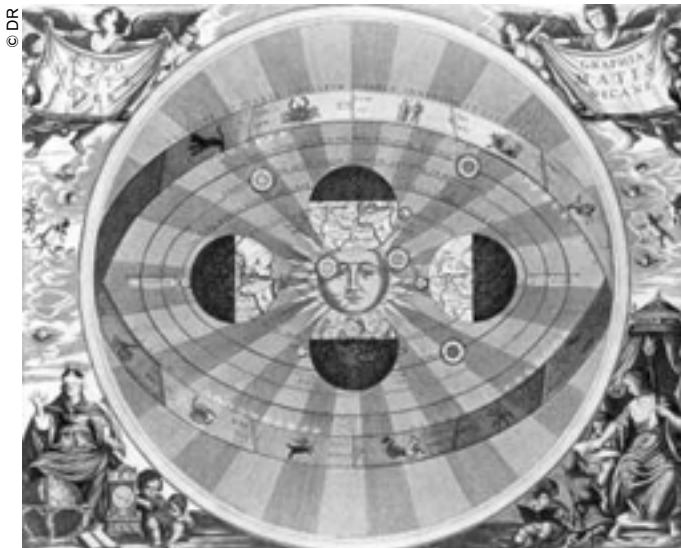
### **La Terre n'est plus au centre de l'Univers**

On ne peut s'étonner, dans ces conditions, de ce que le débat suscité par l'explication héliocentrique proposée par Copernic [1473-1543] ne soit pas resté un débat entre savants (entre astronomes) et soit apparu comme menaçant l'ordre établi, lequel reposait sur une con-

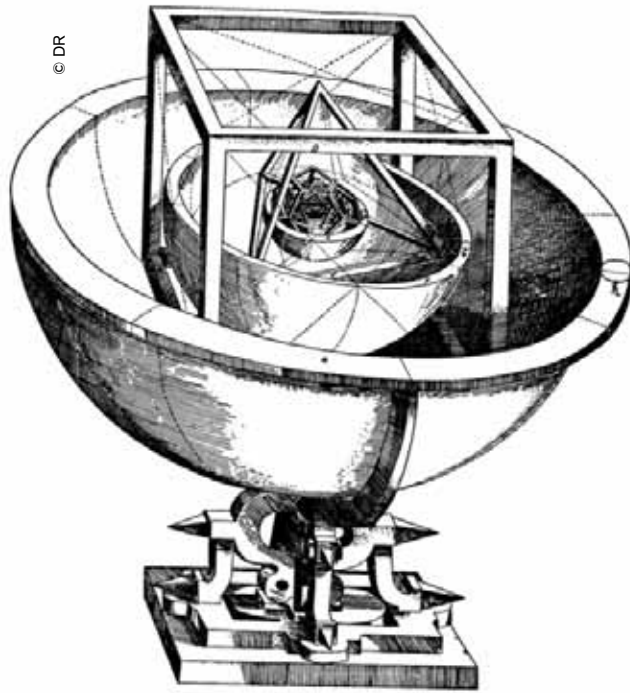
ception géocentrique du monde. Rien d'étonnant non plus à ce que [les résultats de] l'observation par Galilée [...] de taches brillantes évoluant à l'interface des zones sombre et brillante de la Lune telle qu'elle est vue depuis la Terre [...] soient apparus comme beaucoup plus menaçants pour l'ordre établi que cet autre grand événement scientifique de l'année 1609 qu'est la parution de l' *Astronomia Nova* de Kepler [1571-1630]. D'autant plus que les observations de Galilée avaient été réalisées à l'aide d'un instrument fabriqué à partir d'un gadget vendu sur le marché, un instrument d'une simplicité telle que chacun pouvait s'imaginer capable de le reproduire pour son propre compte. En revanche, qui pouvait lire l' *Astronomia Nova* hormis les spécialistes ? Qui pouvait s'intéresser aux orbites planes elliptiques des planètes ?

Les résultats obtenus par Kepler ne pouvaient être interprétés comme une modification dans notre conception du monde que par les astronomes, alors que la découverte de l'existence de montagnes sur la Lune avait pour effet que désormais plus personne ne pourrait regarder la Lune en y voyant un miroir poli, une surface lisse radicalement différente de la surface terrestre comme le voulait la conception des deux sphères, l'une imparfaite et rugueuse (la Terre), l'autre parfaite et cristalline (la sphère céleste).

Une fois observées par Galilée, les « lunes » de Jupiter (que personne n'avait vues jusqu'alors), même si Galilée pendant un certain temps fut le seul à les avoir observées – à l'exception de Kepler qui, en astronome professionnel, avait eu l'idée d'adapter à sa propre vue la lunette que lui avait envoyée Galilée –, n'apparaissaient-elles pas comme la preuve que tout ne tournait pas autour de la Terre ? En suite de quoi, l'espace ne pouvait plus être restreint à sa portion à l'intérieur de la sphère céleste. Pire même : la Terre ne pouvait plus être placée au centre de l'Univers (constata-



Le système de Copernic.



Le modèle d'Univers de Kepler, fondé sur cinq polyèdres réguliers.

tion que Sigmund Freud devait par la suite considérer comme la première «blessure narcissique» infligée à l'homme, les deux autres étant la théorie de l'évolution de Darwin et sa propre découverte de l'inconscient).

### L'Univers infini

C'est ainsi donc que la conception du «monde clos» perdit sa cohérence : elle n'était plus conforme à l'expérience. À quelle conception du monde correspond alors cet «univers infini» dont parle Koyré ? Que le monde clos ait éclaté et se soit ouvert n'implique pas forcément que l'univers ait une taille infinie. Ce qui est en question ici, c'est la réalité physique de l'infini. On sait que Kepler s'opposait à

l'idée d'un univers infini car, disait-il, un tel univers comporterait nécessairement des régions vides de matière – pur non-sens à son avis, puisqu'il n'existe pas d'espace sans matière. La position de Galilée sur la question de l'infini est plus subtile. Il se refuse à identifier le mouvement inertiel (celui qui est comme nul) avec le mouvement de translation à vitesse uniforme, au motif que le mobile pourrait alors être transporté à l'infini, ce qu'il juge irréaliste. Mais le même Galilée, en détruisant l'idée que le cosmos est ordonné selon une hiérarchie (les cieux, parfaits et éternels, face à la Terre corruptible et instable), introduit l'idée d'un Univers dont la structure spatiale est homogène, un monde uniforme dénué de toute hiérarchie, sans la moindre

référence à un quelconque monde de valeurs. Il introduit un monde dont tous les points doivent être considérés de la même façon – autrement dit, un espace géométrique euclidien, incluant l'infini dans sa définition même, un monde sur lequel il est possible de fonder la mathématisation du monde physique, c'est-à-dire la physique moderne.

Il est vrai que nous ne célébrerions pas les découvertes astronomiques de Galilée avec tant de faste si elles n'avaient eu pour conséquence la possibilité de fonder la «science moderne». En remplaçant la structure hiérarchisée de l'espace par l'uniformité qui caractérise certains espaces géométriques, Galilée ouvre la possibilité à la géométrie – et de façon plus générale aux mathématiques, dont l'application avait été restreinte depuis l'Antiquité à la compréhension du mouvement des objets célestes (et donc parfaits) – de participer à l'explication des phénomènes terrestres, désormais considérés comme pas moins parfaits que leurs homonymes célestes.

Trois siècles plus tard, en 1919, Einstein, héritier de Galilée – non pas tant de Galilée astronome que de Galilée inventeur de l'idée de mathématisation de la nature –, après avoir élaboré, au prix d'intenses efforts et de nombreuses périodes de découragement, ce qui est appelé la théorie de la relativité générale et qui porte son nom, s'aperçut en y réfléchissant bien que cette théorie physico-mathématique, conçue tout d'abord comme une théorie de la gravitation, était en réalité une théorie de l'Univers – et donc, une cosmologie. L'intrication de l'astronomie et de la cosmologie, à laquelle la science moderne doit en grande partie sa naissance, débouchait finalement sur une absorption de la cosmologie par la science : la cosmologie était devenue une branche de la physique.

**Françoise Balibar,**  
professeur émérite de physique  
à l'Université Paris-Diderot



La constellation du Serpent, située à quelque 8 484 années lumière de la Terre. Photo prise par le télescope spatial infrarouge Spitzer.

La mission Apollo 11 et les observations de Galilée, dont nous célébrons cette année le 40e et 400e anniversaires respectivement, ont confirmé les découvertes à l'œil nu du savant arabe Alhazen, faites il y a près d'un millénaire. Retour sur le parcours d'un homme qui, en avance sur son temps, déterminera l'avenir de l'astronomie.

# LA TÊTE DANS LA LUNE



© UNESCO/R. Lesage  
Les astronautes d'Apollo 11, N. Armstrong, E. Aldrin and M. Collins, sont venus à l'UNESCO le 8 octobre 1969.

Des millions de personnes ont retenu leur souffle le 20 juillet 1969, quand le module lunaire américain s'est posé sur la Mer de la Tranquillité, sans provoquer la moindre écla-boussure. Ne vous fiez pas à son nom : cette mer-là ne contient pas une seule goutte d'eau. Il s'agit en réalité d'une surface recouverte de roches volcaniques qui s'écoulaient sous forme de lave il y a trois à quatre milliards d'années. Elle doit son nom insolite à une théorie autrefois répandue qui tentait d'expliquer l'aspect de la Lune vue depuis la Terre. Souvenons-nous du peintre et savant italien Léonard de Vinci qui écrivait dans son *Codex Leicester* [environ 1508-1510] : « La partie lumineuse de la Lune est de l'eau que font bouger les vents ».

Aujourd'hui, alors que nous célébrons le 400<sup>e</sup> anniversaire des premières observations de l'Univers à la lunette astronomique effectuées par l'astronome italien Galilée, il

serait intéressant de rappeler les découvertes à l'œil nu d'un savant originaire de Bassorah, Ibn Haitham, dit Alhazen, qui a vécu au Caire il y a environ 1000 ans. C'est à Alhazen, considéré également comme le père de l'optique moderne, qu'on doit l'explication de la nature des taches sombres qui émaillent la face de la Lune.

## **Les taches sombres sortent de leur mystère**

Pendant des millénaires ce phénomène, source de spéculations depuis l'Antiquité, a alimenté de nombreuses théories, les unes plus extravagantes que les autres. Dans son ouvrage *Les traces sur la face de la Lune*, Alhazen en étudie au moins une demi-douzaine en démontrant qu'aucune ne propose une hypothèse qui puisse être confirmée par l'observation. Il y met chaque théorie candidate à l'épreuve en prenant pour base

des observations fondamentales, notamment le fait que les taches en question offrent toujours la même apparence en termes de position, taille, forme et obscurité.

Alhazen rejette par exemple la théorie soutenant que les taches sombres sont formées par l'image des océans et des montagnes de la Terre se reflétant sur la surface lisse de la Lune. En se fondant sur la loi de la réflexion, le savant montre que le changement d'angle de la Lune par rapport à un observateur terrestre implique que ces images devraient changer avec le temps, ce qui n'est évidemment pas le cas.

Il écarte deux autres théories en s'appuyant sur des arguments similaires. La première postule que les taches sombres sont des ombres projetées par des éléments du relief lunaire tels que des montagnes ou des cratères. Cette fois-ci, Alhazen affirme qu'en raison des changements d'orientation de la Lune par rapport au Soleil, l'emplacement des ombres devrait également changer avec le temps, ce qui là encore ne correspond pas à ce que nous observons. La seconde théorie affirme que les taches sombres sont causées par des vapeurs situées en permanence entre la Terre et la Lune. Alhazen récuse cette hypothèse aussi : en admettant qu'elle soit exacte, l'observateur terrestre discernerait les vapeurs en divers endroits de la Lune – voire hors de la Lune ! – selon le lieu où il se trouve.

Les éclipses solaires, qui servent en quelque sorte de laboratoires aux physiciens et astronomes, permettent à Alhazen d'écarter une autre théorie excentrique selon laquelle les taches sombres représenteraient des régions transparentes de l'astre lunaire. En admettant cette hypothèse, pour



Vous êtes-vous déjà posé la question : d'où viennent les tâches sombres sur la surface de la Lune ?

quoi la lumière du soleil ne traverse-t-elle pas ces régions lors d'une éclipse solaire, demande Alhazen.

Il affirme que la lumière de la Lune ne peut être expliquée qu'à l'aide du phénomène de réflexion diffuse, c'est à dire la réflexion sur une surface irrégulière. Il ajoute que la Lune ne reflète la lumière d'aucune autre façon. Et il conclut que les taches sombres sont dues au fait que les surfaces en question sont recouvertes d'une matière qui, en raison de propriétés optiques différentes du reste de la surface lunaire, reflète tout simplement moins de lumière.

## Rendez-vous sur la Lune

Indépendamment de ces observations à l'œil nu et de simples déductions logiques, Alhazen inaugure dans son principal ouvrage *Traité d'optique*, qui fut probablement publié vers 1020, l'étude des propriétés visuelles et grossissantes des lentilles. Cette nouvelle compréhension des lentilles, fondée sur la géométrie et l'expérimentation, inspira l'art des lunetiers néerlandais qui, en plaçant une lentille en face d'une autre, inventèrent la lunette astronomique, permettant à Galilée de révolutionner l'astronomie.

C'est en décembre 1609 que celui-ci se mit en quête de l'inconnu

en pointant vers la Lune sa lunette qui grossissait 20 fois. Il réussit ainsi à discerner des montagnes, des cratères et ce qu'il prit pour des mers. Grâce aux échantillons lunaires recueillis lors des missions Apollo [1966-1972], et, dans une moindre mesure, par les robots russes du programme Luna [1958-1976], nous savons aujourd'hui que les « mers lunaires » sont recouvertes de roches sombres

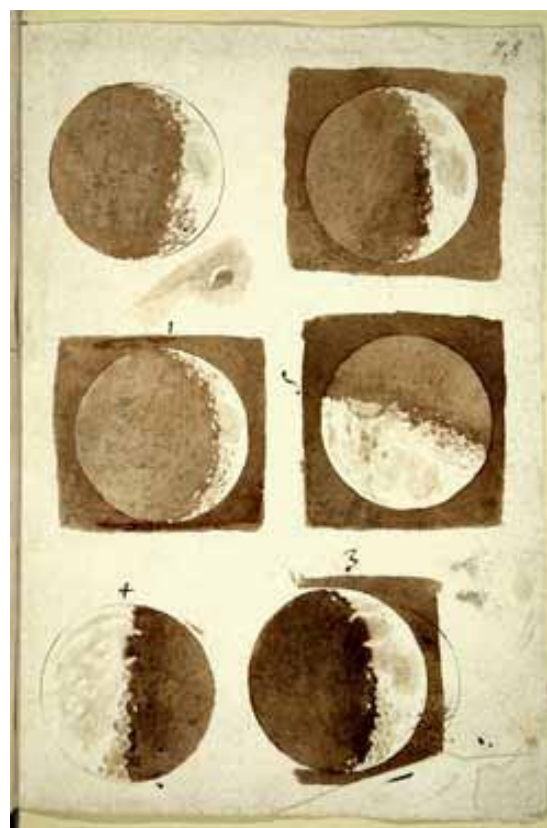
basaltiques, ce qui corrobore les conclusions d'Alhazen quant à la composition de notre plus proche voisin.

Les noms des deux astronomes ont été immortalisés sur la surface de la Lune : un cratère lunaire baptisé Galilaei rend hommage aux découvertes de l'Italien et un autre, Alhazen, honore celles de l'Arabe.

Des projets internationaux aux tels que l'Année mondiale de l'astronomie (AMA2009) inspireront-ils la prochaine grande avancée en astronomie ? Bientôt, le ciel entier sera balayé en continu et dans plusieurs bandes de fréquence par des télescopes spatiaux ou terrestres qui produiront des téraoctets de données en série. Dans les 40 années à venir, sans parler des 400 prochaines années, on pourrait bien assister à une nouvelle révolution majeure dans l'astronomie.

### Hatim Salih

est un chercheur soudanais en calcul quantique, membre de la York Astronomical Society (Royaume-Uni).



En observant la Lune, Galilée discerna des montagnes, des cratères et ce qu'il prit pour des mers.



# À LA RECHERCHE DE L'EAU SUR LA LUNE

© NASA

**Avec le lancement, en juin dernier, des sondes lunaires LRO (Lunar Reconnaissance Orbiter) et LCROSS (Lunar Crater Observation and Sensing Satellite), la National Aeronautics and Space Administration (NASA) inaugure une série de missions sans équipage destinées à préparer un nouveau vol habité vers la Lune.**

**En 1998, la sonde Lunar Prospector de la NASA a détecté un excès d'hydrogène aux pôles de la Lune, dans des cratères aux températures glaciales qui ne reçoivent jamais la lumière du soleil, une découverte qui laisse penser qu'il pourrait exister de la glace d'eau dans ces régions.**

« Il n'y a qu'un moyen de vérifier s'il s'agit bien de glace d'eau : c'est de mettre le doigt dessus », résume Alan Binder, scientifique à la NASA. C'est pour cette raison que la sonde LCROSS ne restera pas en orbite très longtemps. Après avoir partagé un bout de chemin avec son compagnon de voyage LRO, l'engin spatial LCROSS orbite actuellement autour de la Terre et de la Lune et devrait entrer en collision avec le pôle sud lunaire le 9 octobre 2009. Mais pourquoi si tard ?

Premièrement, ce délai permettra à la sonde LRO de procéder à la télédétection du pôle sud de la Lune, région où des comètes et astéroïdes pourraient avoir déposé de l'eau il y a plusieurs millions d'années. Les données obtenues par LRO aideront alors la NASA à décider quel cratère percuter. Deuxièmement, ces quelques mois laisseront le temps à Centaur, l'impacteur de LCROSS, de se débarrasser de toute trace de carburant (à base d'hydrogène et d'oxygène) qui risquerait de fausser les résultats de la mission. Enfin, les observatoires d'Hawaï [États-Unis], qui sont équipés de dispositifs sophistiqués de détection de l'eau, auront le temps de se préparer à cet événement. « Nous voulons rassembler le plus possible de paires d'yeux et d'instruments », explique Tony Colaprete, responsable du projet LCROSS.

Toute personne équipée d'un télescope d'au moins 25 à 30 centimètres de diamètre devrait pouvoir observer l'impact à Hawaï et jusque dans la

région du Mississippi. Si tout se passe comme prévu, Centaur percutera le pôle sud de la Lune avec une énergie équivalente à celle fournie par 100 millions d'ampoules de 60 watts en une seconde. L'impacteur projettera des débris lunaires qui n'ont pas vu la lumière du soleil depuis des milliards d'années à plus de 2 000 mètres d'altitude, suffisamment haut pour dépasser les bords du cratère. LCROSS traversera alors le nuage de particules éclairé par la lumière du soleil à la recherche des caractéristiques spectroscopiques de l'eau, avant d'aller s'écraser sur le sol lunaire quatre minutes plus tard.

La découverte de traces de glace dissimulée aux pôles de la Lune aurait une valeur inestimable pour toute mission habitée dans l'espace. En effet, il est extrêmement coûteux de transporter de l'eau depuis la Terre. De plus, la présence d'eau sur la Lune faciliterait les missions spatiales : la gravité lunaire étant six fois inférieure à celle de la Terre, on pourrait parcourir la même distance avec des fusées plus petites lancées depuis la Lune. La mission LCROSS pourrait ainsi avoir des répercussions d'une portée considérable, au sens propre comme au sens figuré. Si les prochains hommes sur la Lune pouvaient extraire de l'eau pour leur consommation et pour la fabrication du combustible nécessaire aux fusées, il n'est pas impossible que le « pas de géant » qui nous sépare de Mars se transforme en « un petit pas », dans un avenir plus proche qu'on ne l'imagine.

H. S.

Lancement de LCROSS and LRO, le 18 juin 2009.

# UNE HISTOIRE VIEILLE COMME LE MONDE

Les mouvements du Soleil et les phases de la Lune ont rythmé depuis des millénaires les activités humaines, notamment agricoles et rituelles. À ses débuts, l'astronomie servait avant tout à mesurer le temps. Les calendriers avaient une fonction essentielle dans la vie des gens. Avec les astronomes Zhao Gang, Julieta Fierro et George Saliba, nous revisitons l'astronomie de la Chine antique, des Mayas et du monde islamique médiéval.

© British Museum



*Propos recueillis  
lors du lancement de l'Année  
internationale de l'Astronomie  
à l'UNESCO (janvier 2009),  
par Weiny Cauhape,  
Lucía Iglesias Kuntz  
et Katerina Markelova.*

Tablette cunéiforme contenant  
d'anciennes observations  
de la planète Vénus  
(7<sup>e</sup> siècle avant notre ère).

Les deux caractères chinois pour le mot Univers désignent l'union du temps et de l'espace », explique Zhao Gang, directeur adjoint de l'Observatoire de la Chine. « Il est effectivement difficile à l'homme de concevoir l'infinitude de l'espace-temps et, d'ailleurs, celle-ci n'a pas encore été scientifiquement prouvée », précise-t-il.

« Nos ancêtres croyaient à l'idée d'harmonie entre l'homme et le ciel », poursuit-il, avant de rappeler qu'ils ne commençaient aucune activité importante sans consulter les étoiles. « En effet, l'agriculture et l'élevage étaient, dans l'Antiquité, les deux piliers de la société chinoise. C'est pourquoi les calendriers agricoles constituaient l'une des préoccupations essentielles des astronomes, aux côtés de la fabrication des instruments et de l'observation des phénomènes astronomiques ».

« De nos jours encore, notre calen-

drier lunaire est fondé sur la méthode scientifique appliquée par Luo Xiahong (140 - 87 av. J.-C.), auteur du Tai Chu, le premier calendrier chinois écrit », souligne Zhao Gang. Luo Xiahong est également connu pour avoir calculé avec précision la périodicité des éclipses du Soleil et de la Lune sur une durée de 135 mois et pour avoir perfectionné l'astrolabe sphérique, instrument principal utilisé pour mesurer le mouvement apparent des étoiles dans l'Antiquité chinoise.

Un autre calendrier célèbre est celui de Guo Shoujing (1231-1316). Cet astronome de la dynastie des Yuan a calculé que la révolution de la Terre autour du Soleil se faisait en exactement 365,2425 jours. Son « Calendrier de précision du temps » précède de 300 ans le calendrier Grégorien, fondé sur le même calcul, dont l'usage est universellement accepté aujourd'hui.

Pour ce qui concerne les ob-

servations des phénomènes astronomiques, on estime que dès le 24<sup>e</sup> siècle av. J.-C., un fonctionnaire de la cour de l'empereur Yao était spécialement chargé d'observer le ciel et de donner l'heure. Mais ce sont les ruines de la dynastie des Yin (du 14<sup>e</sup> au 11<sup>e</sup> siècle av. J.-C.) qui nous offrent les informations écrites les plus anciennes sur le Soleil, la Lune, les planètes, les comètes, les étoiles et les pluies de météores. Ces informations proviennent d'inscriptions sur des carapaces de tortues et des os.

Quant au plus ancien livre d'astronomie connu à ce jour, il vient de l'époque des Royaumes combattants. Il s'agit de l'œuvre intitulée « Classiques astrologiques de Gan Shi » (du 5<sup>e</sup> au 4<sup>e</sup> siècle av. J.-C.) qui ne recense pas moins de 800 étoiles, dont 121 avec une position connue.

Une pièce particulièrement intéressante de l'astronomie chinoise est la « Carte de Dunhuang », qui contient plus de 1 300 étoiles (voir photo). Composé au 7<sup>e</sup> siècle sur un rouleau de papier chinois d'une longueur d'environ quatre mètres, ce document est considéré comme l'atlas céleste le plus ancien au monde.

## **Réunir Ciel et Terre**

« La civilisation maya s'étendait sur une vaste zone incluant le sud-est du Mexique et une partie de l'Amérique centrale. L'année était organisée en fonction des saisons de pluie et de sécheresse et le calendrier avait une importance fondamentale pour la vie sociale, la construction d'édifices et l'agriculture », explique Julieta Fierro Gossman, lauréate Prix UNESCO-Kalinga de vulgari-

sation de la science (1995).

Oratrice de talent, cette astronome mexicaine ne se déplace plus sans sa valise à roulettes, remplie de masques, baguettes, cartes, cornets de papier, qu'elle déballe lors de ses exposés, dont elle marque la fin en distribuant des papillons de papier ! Elle parcourt télévisions, radios, écoles et universités, tant dans son pays qu'à l'étranger, pour montrer que l'astronomie peut être à la portée de tous, pourvu qu'ils prennent la peine de lever les yeux vers le ciel.

« Les principaux édifices mayas furent construits en vue de mesurer temps », dit-elle, avant de s'attarder sur le phénomène de Chichen Itzá (site du patrimoine mondial de l'UNESCO). L'orientation et les détails architecturaux de la grande pyramide de Chichen Itzá sont conçus de manière à ce qu'au moment des équinoxes, le soleil dessine une ombre sur les saillies de la pyramide, évoquant le corps ondulé d'un serpent. Cette ombre se projette depuis le sommet de l'édifice jusqu'à l'une des grosses têtes de serpents, qui décorent le bas de l'escalier principal et incarne ainsi Kukulcán, dieu de la résurrection et de la réincarnation, connu également sous le nom de « serpent à plume ». « Pour obtenir cet effet, les Mayas construisaient des modèles réduits » leur permettant de calculer exactement l'emplacement et les techniques de construction.

« De nombreux codex sur écorces et stèles gravées avec des instruments en pierre, qui ont survécu à la conquête espagnole, témoignent du degré très avancé de l'astronomie maya qui étonne encore les scientifiques d'aujourd'hui. Pourtant, les astronomes mayas n'avaient pas élaboré des instruments de mesure aussi complexes que les astrolabes. Ils croisaient deux bâtons pour déterminer les trajectoires du Soleil, de la Lune, de Vénus et de Mars, ainsi que pour calculer le moment des éclipses. Mais ils construisaient également des édifices leur permettant d'observer le ciel »,

raconte Julieta Fierro. L'orientation du temple de Bonampak montre, par exemple, qu'ils observaient la Voie lactée, appelée « Wakah Chan », représentée dans les superbes fresques du temple. Elle incarnait une divinité sous forme de serpent qui, selon leur croyance, reliait le Ciel et la Terre.

« Les Mayas utilisaient parallèlement deux calendriers », explique Julieta Fierro, « le calendrier astronomique [ou solaire, de 365 jours], semblable à celui que l'on rencontre dans d'autres cultures, et un autre basé sur une année de 260 jours [à caractère religieux], qui correspond au temps nécessaire à la gestation d'un enfant. Tous les 52 ans solaires les deux calendriers coïncidaient. A cette occasion on organisait de grandes cérémonies, on éteignait les feux dans toutes les maisons, pour allumer de nouveaux feux et célébrer ainsi le renouveau ».

### **Le chaînon manquant**

Contrairement à une idée répandue, l'astronomie islamique n'est pas l'élève docile de l'astronomie grecque. Selon George Saliba, professeur de science arabe et islamique à l'Université Columbia à New York (États-Unis), si la science des corps célestes s'était assoupie en Europe, pour une longue période allant de l'Antiquité à la Renaissance, elle prit un élan exceptionnel au Moyen Âge dans les terres d'Islam. C'est particulièrement vrai pour le califat de Bagdad, sous le règne d'al-Mamun, qui réunit autour de lui les sages de l'empire et encouragea les traductions en arabe d'anciens textes grecs, indiens et persans.

Comme le suggère George Saliba, il ne suffisait pas aux traducteurs d'être de bons linguistes. Ils devaient être dotés d'un solide bagage scientifique. À tel point que d'aucuns corrigèrent les maîtres et que le grand Ptolémée fut plus d'une fois réfuté.

Ainsi, par exemple, lorsqu'en 829 al-Hajjaj traduisit son célèbre Almageste, le « très grand livre » de

mathématiques et d'astronomie, il en profita pour recalculer au passage la durée du mois lunaire et introduire dans sa traduction le résultat correct de l'opération. Ptolémée aurait publié une valeur incorrecte, obtenue déjà par les Babyloniens, sans l'avoir vérifiée.

De son côté, Ibn al-Shatir, améliorera en 1375 le modèle très complexe « Terre-Lune-Soleil » de Ptolémée. Le modèle du savant arabe est quasi-identique à celui que Copernic proposa en 1543, à cette différence près qu'il situait encore la Terre, et non le Soleil, au centre de l'Univers. George Saliba va même jusqu'à se demander si Copernic ne s'était pas inspiré directement des œuvres d'Ibn al-Shatir. D'autant que dans leurs schémas respectifs représentant les trois corps célestes, les deux astronomes utilisent les mêmes



Un astrolabe en laiton (Ispahan, Iran, 1712).

symboles aux mêmes endroits, en caractères arabes pour l'un et en caractères latins pour l'autre. Le système d'Ibn al-Shatir, serait-il le chaînon manquant entre le système ptoléméen et le système héliocentrique de Copernic ?

Une chose est certaine : grâce à leurs instruments, les astronomes islamiques perfectionnèrent les observations du ciel et grâce à leurs calculs méticuleux, ils développèrent l'astronomie mathématique. Force est de constater, avec George Saliba, qu'ils « réévaluèrent presque tous les paramètres de base de l'astronomie grecque ».

# VERS UNE CARTOGRAPHIE DE L'UNIVERS

Le 14 mai 2009, la fusée Ariane 5 décollait de la base de Kourou (Guyane) avec à son bord le satellite Planck. Cette mission de l'Agence spatiale européenne (ESA) doit conduire à une meilleure compréhension de notre univers.  
Précisions de Georges F. Smoot, lauréat du Prix Nobel de physique en 2006.

© Badische Landesbibliothek



Le Prix Nobel George Fitzgerald Smoot, à l'UNESCO, juillet 2009.

*George Fitzgerald Smoot a obtenu le Prix Nobel avec John C. Mather, pour avoir mesuré pour la première fois des fluctuations du fond diffus cosmologique, un quart de siècle donc après la découverte de ce rayonnement fossile par les deux physiciens américains Arno A. Penzias et Robert W. Wilson. Il avait commencé par étudier les mathématiques, puis la physique au Massachusetts Institute of Technology. C'est à la fin de sa thèse en physique des particules qu'il s'était tourné vers la cosmologie.*

*Il était alors entré au Lawrence Berkeley National Laboratory, au début des années 1970, où il avait engagé une collaboration avec Luis Walter Alvarez, prix Nobel de physique en 1968.*

*Venu à l'UNESCO participer au colloque international L'Univers invisible (29 juin – 3 juillet), il a accordé une interview à Dominique Chouchan, journaliste scientifique française.*

***Vous êtes l'un des principaux artisans du succès de COBE, le premier satellite à avoir observé le rayonnement cosmologique en 1989. Quel regard portez-vous, vingt ans plus tard, sur la mission Planck ?***

Je me souviens très bien, nos premières découvertes étaient à peine publiées que nous commençons déjà à envisager les étapes suivantes. À l'époque, j'ai rencontré deux astrophysiciens italiens Nazzareno Mandolesi et Marco

Bersanelli venus passer un mois aux États-Unis. Nous avons commencé à élaborer les principes d'un satellite, qui allait ensuite prendre le nom de COBRAS [Cosmic Background Radiation Anisotropy Satellite]. Parallèlement, des astrophysiciens français, de l'université d'Orsay pour une grande part, ont travaillé sur un autre projet, SAMBA [Satellite for Measurement of Background Anisotropies].

C'est ainsi qu'a progressivement émergé l'idée de la mission d'étude

du rayonnement cosmologique COBRAS-SAMBA, rebaptisée plus tard mission Planck. Dès lors que les fluctuations du rayonnement fossile [le rayonnement électromagnétique présent dans l'Univers lorsque matière et rayonnement se sont séparés] avaient pu être observées, elles allaient nous servir d'outil pour découvrir la géométrie de l'Univers et vérifier la validité des lois de la physique sur tout l'espace-temps. Cela supposait d'en faire une cartographie beaucoup plus précise.

**Cette cartographie précise est donc l'un des objectifs de la mission Planck ?**

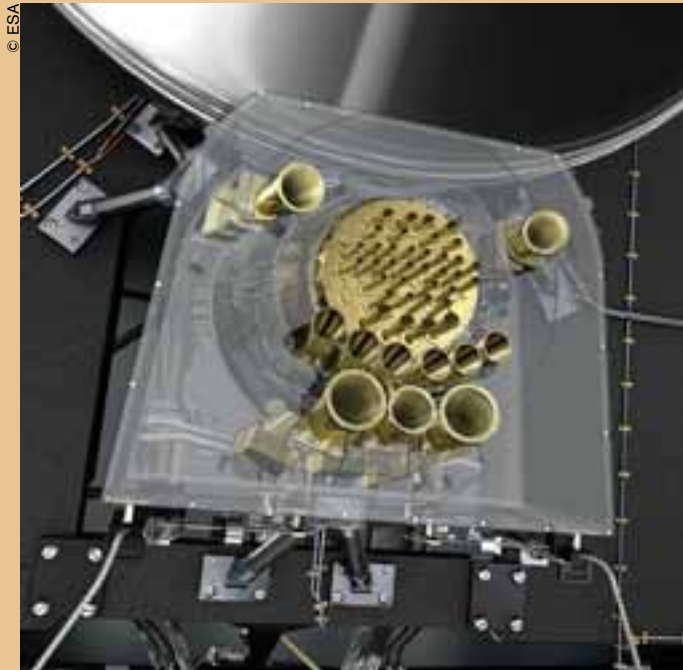
Son objectif est en effet de déterminer avec le maximum de précision, à partir du rayonnement fossile, les conditions qui prévalaient dans les tout premiers instants de la création de l'Univers. Il a fallu pour ce faire concevoir des instruments de très haute technologie, en particulier des détecteurs et un système de refroidissement, et développer une procédure, très complexe, d'envoi des données de l'espace.

Pour expliquer l'intérêt de mesurer avec autant de précision le rayonnement et ses fluctuations, je prendrai une image. Si vous entendez le tintement de deux cloches qui sont faites dans le même matériau, vous pouvez savoir laquelle est la plus grande car le son qu'elle émettra aura une plus grande longueur d'onde et sera plus grave. Si vous perceutez simultanément deux cloches constituées de matériaux différents, par exemple l'une en fer et l'autre en laiton, vous pouvez déduire en quoi elles sont faites d'après leurs harmoniques. Il en est de même pour le sujet qui nous préoccupe : la vitesse du son est affectée par ce qui constituait l'Univers dans ses premiers instants et grâce à des mesures précises, on peut comprendre de quoi l'Univers est fait.

**Quand les astrophysiciens recevront-ils les premières données de Planck ?**

Certaines commencent déjà à nous parvenir. Mais cela prendra quatorze mois avant que l'on puisse avoir de quoi cartographier l'intégralité du ciel. De là à publier, il faudra encore attendre le déroulement de la phase d'analyse des données puis de relecture et correction des articles : Planck n'implique pas moins de 400 scientifiques et ils ont beaucoup de commentaires à faire. Je crois que cela prendra deux ou trois ans.

## LA MISSION PLANCK EN BREF



À bord du satellite Planck.

**L'univers a-t-il connu un instant originel, un Big Bang selon la terminologie en usage ? La question reste source de controverse. Mais pour les adeptes de cette théorie, à ce jour majoritaires dans le milieu de l'astronomie, l'observation du rayonnement fossile (le rayonnement électromagnétique présent dans l'univers lorsque matière et rayonnement se sont séparés), et en particulier la mesure de ses fluctuations, devrait permettre de remonter jusqu'à environ 380 000 ans après le fameux Big Bang.**

Ce rayonnement de basse énergie (micro-ondes), également appelé fond diffus cosmologique, serait un vestige de la période antérieure, plus chaude. Ses fluctuations, c'est-à-dire ses hétérogénéités selon les directions d'observation (anisotropies) donneraient une clé pour comprendre la formation de la matière visible (étoiles, galaxies...).

La mission Planck, de l'Agence spatiale européenne, succède à la mission du satellite COBE (Cosmic Background Observer), lancé par la NASA en 1989, elle-même suivie par celle du satellite WMAP (*Wilkinson Microwave Anisotropy Probe*) lancé en 2001, lui aussi par la NASA. Les

deux instruments embarqués à bord de Planck sont conçus pour détecter les fluctuations du rayonnement fossile avec une sensibilité 50 fois supérieure à celle des instruments de WMAP, qui ont déjà amélioré la sensibilité de détection d'un facteur 30 par rapport à ceux de COBE. Ils couvrent des gammes de fréquences complémentaires : l'un est réalisé sous la responsabilité de Jean-Loup Puget, directeur de l'Institut d'astrophysique spatiale (Orsay, France), l'autre sous celle de Nazzareno Mandelosi, de l'Istituto di Tecnologia e Studio delle Radiazioni Extraterrestri (Bologne, Italie).

D. C.

**Les résultats de la mission Planck devraient-ils être de nature à confirmer l'hypothèse du Big Bang ?**

En science, nous ne prouvons jamais rien définitivement. Nous apportons juste des arguments en faveur de telle ou telle autre théorie. En ce sens, il en va de l'astrophysique et de la cosmologie comme de la théorie de l'évolution : cette dernière semble de plus en plus pertinente au regard des connaissances accumulées en sciences de la vie depuis qu'elle a été énoncée. Aujourd'hui, on peut faire des cartes de l'ADN, par exemple.

Dans le domaine de l'astronomie, il y a 20 ans, nous ne disposions pas de beaucoup de preuves. Aujourd'hui, nous en avons de plus en plus : les prédictions sont en train de se confirmer une par une. Le nombre considérable de confirmations signifie que la théorie du Big Bang est à présent bien cernée.

**À force de vagabonder dans de telles échelles de temps et d'espace, l'astrophysicien se sent-il aussi un peu poète, ou philosophe, ou les trois à la fois ?**

Parfois je dois être plus qu'un artiste et un philosophe pour répondre aux questions sur ce qui est possible et ce qui ne l'est pas. Est-il possible de voyager dans le temps, par exemple ? Au vu de nos connaissances sur la structure de l'espace-temps, ce n'est pas possible. Est-ce une question philosophique ou scientifique ? Eh bien, les deux à la fois. Un peu comme les cuisiniers qui, à mon sens, cumulent des qualités de chimistes et d'artistes, les bons scientifiques sont à la fois scientifiques, artistes et philosophes.

Rappelons-nous que dans l'Antiquité grecque, on parlait de « philosophie naturelle » pour désigner la science. Aujourd'hui, grâce au formidable succès de la science, la philosophie est plutôt le domaine de ce que l'on ne sait pas et la science le domaine de ce que l'on sait. Quand vous voyez les merveilles de

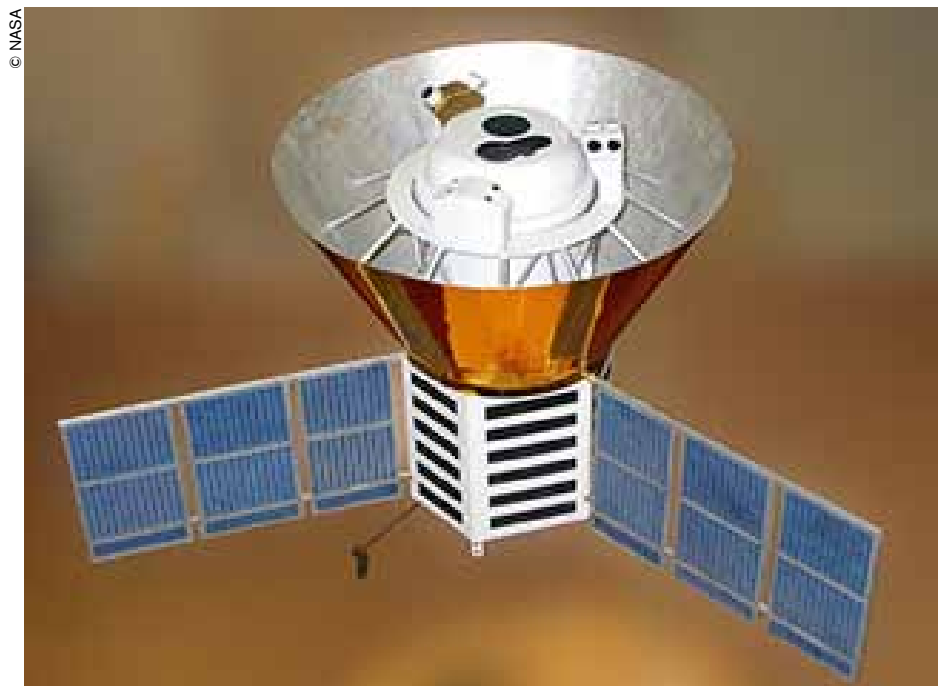


Dessin des constellations de l'hémisphère sud, par Joannes Janssonius (1661).

la nature, c'est difficile de ne pas y voir l'œuvre de Dieu. Mais quand vous faites un pas en arrière et que vous voyez l'évolution, le merveilleux devient naturel. Cela n'enlève rien à la beauté : la beauté d'un arc-en-ciel n'est pas diminuée parce que l'on sait comment il se forme, pas plus qu'une forêt serait moins belle

parce que l'on connaîtrait les lois d'évolution des espèces animales et végétales.

À ceux qui me disent : « N'êtes-vous pas en train de réduire l'Homme à un bouchon flottant dans l'Univers ? Lui ôter son âme ? Le déshumaniser ? », je réponds : « Comprendre comment une machine fonctionne peut être si beau ! ».



COBE est le premier satellite à avoir observé le rayonnement cosmologique en 1989.

# VIE EXTRATERRESTRE AURONS-NOUS DES SURPRISES ?



© UNESCO/Michel Ravassard

Lord Martin John Rees à l'UNESCO, lors du lancement de l'Année internationale de l'astronomie (janvier 2009).

*La recherche d'autres formes de vie est l'un des aspects les plus fascinants du travail de Lord Martin John Rees, Baron de Ludlow, qui s'intéresse notamment à la formation des structures cosmiques, comme la création des étoiles et des galaxies peu après le Big Bang. Cet éminent cosmologue et astrophysicien britannique, astronome royal, président de la Royal Society et doyen du Trinity College de l'université de Cambridge estime que d'ici à la fin du siècle, nous avons de fortes chances de répondre à la question « existe-t-il d'autres formes de vie dans l'univers ? » qui lui a été posée par Cathy Nolan (UNESCO).*

Il y en a peut-être, qui sait. Seulement on ne peut pas le dire avec certitude tant qu'on ne sait pas comment la vie a commencé sur Terre. On ne peut même pas en mesurer la probabilité. Car même si la vie simple est répandue, on ne sait pas si elle évolue systéma-

tiquement vers la vie complexe, si bien qu'il pourrait exister une autre planète où vivent uniquement des micro-organismes, ou des fourmis, et rien d'autre.

Pour moi, il est stupide d'avoir des convictions sur un sujet sur lequel on ne sait absolument rien. Peut-

être sommes-nous la seule forme de vie de la galaxie. Peut-être y en a-t-il beaucoup d'autres. Mais c'est une question importante et il y a de fortes chances qu'on y réponde d'ici à la fin de ce siècle.

Néanmoins, il ne faudrait pas que nous soyons trop nombreux à travailler sur cette question, parce qu'elle est peut-être sans issue. Quand on est un scientifique, il vaut mieux s'attacher à un domaine dans lequel on est sûr de progresser. Cela dit, nous allons découvrir beaucoup d'autres planètes autour des étoiles, même si nous ne savons pas si elles contiennent de la vie. C'est tout à fait important. Nous allons progresser dans

la compréhension des galaxies, nous en trouverons même de plus éloignées et nous affinerons nos calculs. Nous comprendrons mieux ce qui s'est passé (lorsque la vie s'est installée sur Terre), et ça, c'est l'essentiel. Et, qui sait, nous aurons peut-être droit à une surprise ! »

Le diamètre de la lunette de Galilée faisait quelques centimètres. Ceux de certains télescopes d'aujourd'hui peuvent aller jusqu'à 10 mètres. Quelles découvertes nous réservent-ils ? Une nouvelle étape de la recherche aérospatiale nous attend peut-être en 2013, avec le lancement du té-

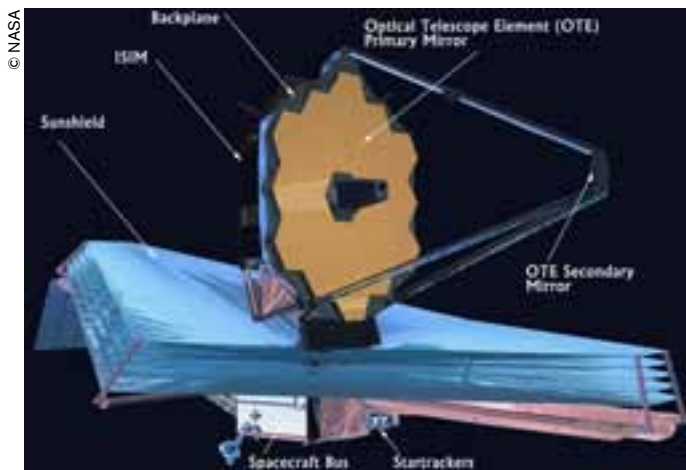
lescope spatial James Webb, comme la Terre est beaucoup plus difficile à détecter. Mais les télescopes futurs seront capables de repérer des planètes de plus petite taille et nous donner des informations sur elles.

Le télescope spatial James Webb, successeur de Hubble, marquera une prochaine grande étape. [Son réflecteur primaire est d'un diamètre de 6,5 m. Il est presque trois fois plus grand que celui de Hubble. Il sera placé en orbite à 1,5 million de kilomètres de la Terre]. Après son lancement en 2013, il sera en mesure d'étudier les atmosphères des planètes rocheuses.

pour présenter des étendues d'eau liquide à sa surface. Ce serait là un bon détecteur de vie présente sous forme de bactéries, de plantes, voire de petits animaux. Nous ne savons pas si le télescope Webb en aura la capacité, mais nous tenterons l'expérience. »

En 1995 deux astronomes suisses, Michel Mayor et Didier Queloz, font une des plus grandes découvertes du siècle. Ils détectent un objet céleste qui orbite autour d'une étoile, autre que le Soleil. Il s'agit de 51 Peg b – la première planète extrasolaire. La vie extraterrestre semble d'un seul coup plus facile à trouver. « Pas si vite ! », alerte Françoise Combes, astronome à l'Observatoire de Paris et membre de l'Académie des sciences (France). « Des systèmes solaires, il peut y en avoir des milliers dans le voisinage du Soleil, ce n'est pas pour autant qu'on les verra ». Elle explique à Katerina Markelova (Courrier de l'UNESCO) quels sont les principaux enjeux de la recherche actuelle sur les exoplanètes.

« Si nous nous situions ailleurs dans la galaxie, sur un objet céleste distant, nous n'aurions jamais pu détecter la Terre avec les moyens d'observation dont nous disposons actuellement. En effet, nos instruments ne sont pas suffisamment sensibles pour voir de petites planètes telluriques [petites planètes rocheuses du système solaire]



Le futur télescope spatial James Webb.

lescope spatial James Webb, selon le responsable adjoint du projet à la NASA, Jonathan P. Gardner.

« Ces 10 ou 20 dernières années ont vu un nombre considérable de découvertes qui ont révolutionné nos connaissances sur l'Univers, grâce aux nouveaux grands télescopes terrestres ou spatiaux. Les prochaines missions, comme le télescope spatial James Webb, rendent les 10 ou 20 années à venir tout aussi prometteuses.

Récemment encore, deux planètes ont été détectées par imagerie directe [qui permet de voir littéralement une planète au sein d'un autre système planétaire que le nôtre]. C'est passionnant. La plupart des planètes découvertes à ce jour sont de grandes planètes comme Jupiter. Une petite planète rocheuse

Les astronomes souhaitent surtout trouver des « biomarqueurs », tels que l'ozone et le méthane dans l'atmosphère d'une planète semblable à la Terre, assez chaude

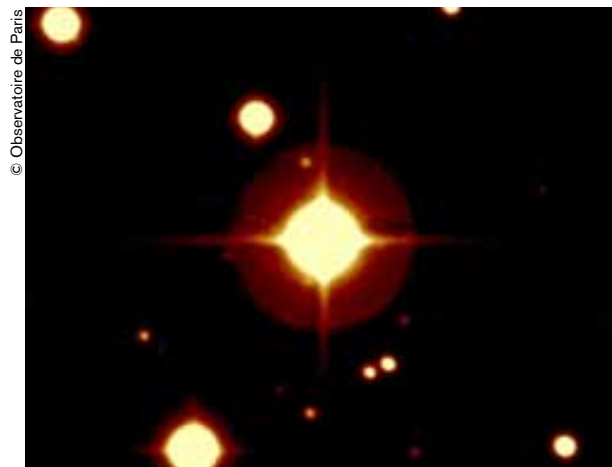


Image prise par le télescope du CFH (Canada-France-Hawaii) de l'étoile autour de laquelle orbite CoRoT-Exo-7b.



telles que la nôtre. Sur les quelque 350 exoplanètes, ou planètes extrasolaires, découvertes à ce jour, la plupart sont des « Jupiters chauds », de grosses planètes gazeuses qui tournent très près de leurs étoiles. Leur période de révolution est donc très courte. Des planètes plus éloignées peuvent mettre une centaine d'années pour parcourir toute la trajectoire autour de leurs étoiles. Pour les observer il faudrait plusieurs vies d'homme.

Une série de méthodes nous permet de détecter des exoplanètes. La méthode du transit : la planète qui passe devant son étoile produit sur cette dernière une petite obscurité. Le nombre de systèmes planétaires repérés de cette manière-là s'élève aujourd'hui à 59. Sept planètes ont été découvertes grâce au phénomène de la lentille gravitationnelle selon lequel les rayons lumineux d'une étoile sont déviés sous l'effet du champ gravitationnel d'un objet céleste massif qui se trouve dans la même ligne de visée que l'étoile. Mais la plupart des exoplanètes ont été découvertes par l'effet Doppler qui permet de mesurer la perturbation de la vitesse de l'étoile sous l'effet du passage de sa planète à proximité.

En 2006 le Centre National d'Études Spatiales (France) a lancé le satellite Corot (Convection, rotation et transit planétaires) qui a pour mission de rechercher des exoplanètes similaires à la Terre. Cette année, en février, Corot a découvert ce qui était à ce moment-là la plus petite exoplanète jamais observée : Corot-Exo-7b. Son diamètre fait à peine 1,8 fois celui de la Terre. Sa période de révolution est de 20 heures seulement et il y règne une température entre 1 000 et 1 500°C. Sa densité est encore mal déterminée, mais il s'agit sans doute d'un objet rocheux comme la Terre.

En ce moment l'Agence spatiale européenne (ESA) étudie la possibilité de lancer le satellite Darwin, qui servira surtout les objectifs des exobiologistes car il devra détecter des traces de l'eau et de l'oxygène dans l'atmosphère des exoplanètes. »

© Auger Observatory



Bâtiment administratif de l'Observatoire.

## OBSERVATOIRE PIERRE AUGER

**Le 14 novembre dernier l'observatoire Pierre Auger a été inauguré à Malargüe, en Argentine. Il explore les mystères des rayons cosmiques d'ultra-haute énergie qui bombardent la Terre de particules chargées d'une énergie 10 millions de fois supérieure à celle de l'accélérateur de particules le plus puissant du monde. Lancé il y a plus de 10 ans sous les auspices de l'UNESCO, l'observatoire est un réseau de 1 600 sondes réparties en Argentine sur 3 000 km<sup>2</sup>.**

L'observatoire Pierre Auger est un « détecteur hybride » qui fait appel à deux méthodes distinctes. L'une détecte les rayons cosmiques à haute énergie grâce à leur interaction avec de l'eau placée dans des cuves en surface. L'autre recherche la formation de gerbes atmosphériques en observant la lumière ultraviolette émise dans la haute atmosphère de la Terre.

C'est au siège de l'UNESCO, à Paris en 1995, que la collaboration internationale pour le projet devint une réalité lorsque toutes les parties acceptèrent l'offre faite par l'Argentine d'héberger l'observatoire austral. Le 13 octobre 1998, le comité financier du projet Pierre Auger se réunit au siège de l'UNESCO afin de mettre au point un accord sur l'organisation, la gestion et le financement du projet. Carlos Menem, alors président de l'Argentine annonça à la réunion que la construction pourrait commencer dès le début de l'année suivante. L'accord fut signé en mars 1999, deux mois avant le début de la construction du détecteur en Argentine.

Le projet porte le nom de Pierre Auger, Directeur de la science à l'UNESCO de 1948 à 1958, mort en 1993. Son meilleur titre de gloire est peut-être d'avoir orchestré le rôle de l'UNESCO dans la fondation, près de Genève, de l'Organisation européenne de la recherche nucléaire (CERN), qui vient de lancer, le 21 octobre dernier,

le grand collisionneur d'Hadrons [ndlr. gigantesque accélérateur de particules, avec lequel les physiciens vont étudier les plus petites particules connues].

Pierre Auger était spécialisé en physique expérimentale dans le domaine atomique (effet photoélectrique), nucléaire (neutrons lents) et rayonnement cosmique (gerbes atmosphériques). Après ses années de service à l'UNESCO il fut Directeur du service de physique cosmique au Centre national de la recherche scientifique (1959-1962) en France et Directeur général du Conseil européen de recherches spatiales (1962-1967). La Collaboration Pierre Auger réunit quelque 350 scientifiques d'Allemagne, Argentine, Australie, Bolivie, Brésil, Espagne, États-Unis, France, Italie, Mexique, Pays-Bas, Pologne, Portugal, Royaume-Uni, Slovaquie, République tchèque et Vietnam. James W. Cronin, de l'Université de Chicago (États-Unis), Prix Nobel de physique, a été le concepteur de l'observatoire, avec Alan Watson, de l'Université de Leeds (Royaume-Uni).

Le projet entre maintenant dans sa deuxième phase, qui prévoit la création d'un site dans l'hémisphère nord, au Colorado (États-Unis), ainsi que des perfectionnements du site austral.

Planète Science,

Vol. 7, No. 2 Avril-juin 2009

# ASTRONOMIE

## LES TROIS GRANDS AXES DE LA RECHERCHE



51 Peg b, la première exo-planète détectée par Michel Mayor et Didier Queloz en 1995.

*Propos recueillis par Marie-Christine Pinault-Desmoulins (UNESCO).*

**Les grandes découvertes scientifiques sont souvent le fruit du hasard. Est-ce que c'est le cas pour la première exoplanète que vous avez découverte, avec Didier Queloz, voici bientôt 15 ans ?**

Non, il ne s'agit pas d'un coup de chance, si c'est ça que vous voulez dire. C'est l'aboutissement d'un long processus de recherche et de perfectionnement d'instruments permettant de mesurer avec précision la vitesse des étoiles. Le spectrographe qui nous a permis de détecter la première exoplanète à l'Observatoire de Provence (France), s'appelait ELODIE. Il a été développé précisément en vue de chercher des planètes en dehors du système solaire.

Là où la chance a joué en notre faveur c'est qu'on a découvert des

planètes qui tournent autour de leur orbite très rapidement. La période orbitale de 51 Peg b est de seulement 4,2 jours. Pour vous donner une idée : la période orbitale de Jupiter est de 4332,71 jours, soit environ 10 ans.

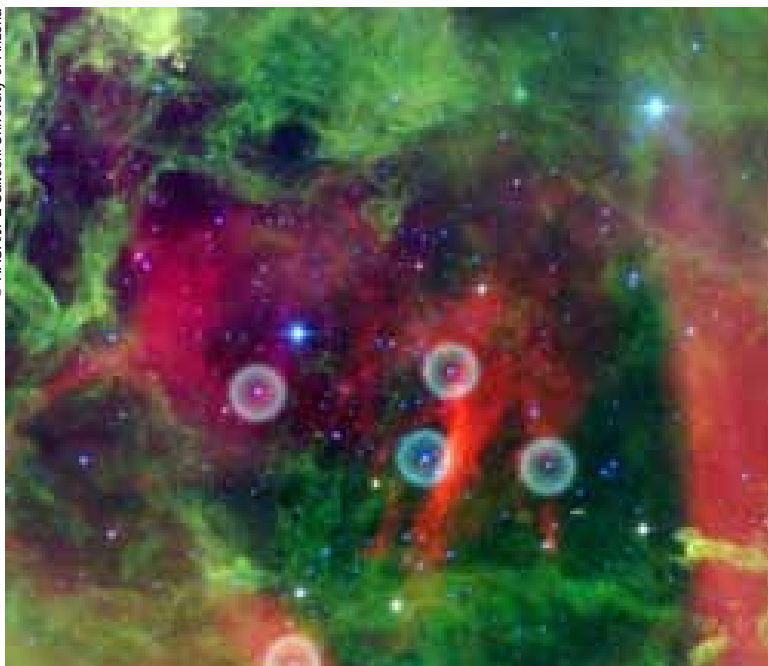
Il n'y a pas de doute que les objets dont la période orbitale est plus courte sont plus faciles à découvrir et à observer. En quelques nuits, vous pouvez accumuler des observations très utiles qui, dans d'autres cas, vous prendraient 10 ans, 20 ans.

**Quelles sont les recherches actuelles les plus importantes ?**

À court terme, je dirais que la recherche suit trois axes principaux : la planétologie comparée, la détection de planètes plus légères et l'imagerie planétaire.

Dans le premier cas, il s'agit de combiner les données obtenues par des satellites et des instruments au sol pour déterminer la densité moyenne des planètes. Ces études visent à connaître la physique des planètes. Cette dernière est très importante dans la mesure où nous n'avons aucune raison de penser que les planètes du système solaire sont représentatives de tous les types de planètes. Sur le plan théorique nous pouvons prédire qu'il existe, par exemple, des « planètes océans » qui sont faites de glace fondue. Ce serait le cas de Neptune, s'il se rapprochait du Soleil : sa surface serait recouverte d'un énorme océan. Ce sont des océans qui n'ont rien à voir avec les océans que nous connaissons sur Terre, car ils n'ont pas de fonds rocheux.

© NASA/JPL-Caltech/University of Arizona



L'imagerie planétaire est une priorité de la recherche actuelle. Ici, la nébuleuse Rosette, située à 4500 années-lumière de la Terre, prise par le télescope spatial infrarouge Spitzer.

Pour ce qui concerne la recherche de planètes plus légères, il faut savoir que jusqu'à récemment nous étions capables de détecter des planètes extrasolaires qui font au moins quatre fois la masse de la Terre. C'est déjà presque 100 fois plus léger de Jupiter ! Dans notre jargon, nous les appelons des

Super-Terres. Mais grâce aux nouveaux instruments, nous venons de découvrir une exoplanète tellurique à peine deux fois plus massive que la Terre. [ndlr. L'Observatoire de Genève a annoncé la découverte de Gliese 581 e le 21 avril dernier.]

Ces découvertes se font par des méthodes indirectes. Parallèlement,

l'imagerie planétaire, qui permet de voir directement les exoplanètes, est en plein essor. À la fin de l'année dernière, nous avons eu de beaux succès, en obtenant des images de quelques grosses planètes très jeunes. Mais, attention, ça ne veut pas dire que nous allons désormais être submergés d'images, car la grande majorité des exoplanètes ne se laissent pas voir facilement : soit elles sont déjà froides, soit elles sont trop près de leur étoile.

L'Observatoire de Genève est en train de développer, en collaboration avec ses partenaires, un instrument d'imagerie directe des exoplanètes, nommé SPHERE, qui devrait nous permettre de voir ces toutes petites planètes. Il devrait être opérationnel en 2011. Plus de 200 personnes y travaillent depuis plus de cinq ans.

**Qu'en est-il de la collaboration internationale, dans le domaine de l'astrophysique ?**

Actuellement dans le domaine de la recherche sur les planètes, la collaboration la plus courante est celle qui s'établit de personne à personne. Il n'y a pas vraiment de collaboration internationale. Il faut dire que dans certains domaines, cette dernière n'est pas nécessaire, voire pas souhaitable : la compétition, c'est bien. Par contre, la recherche de la vie dans l'Univers nécessite une collaboration internationale. Ce domaine implique des moyens considérables et il est probable que les structures actuelles ne soient pas adéquates pour promouvoir d'une manière efficace ce type de mission.

Ce genre de missions ambitieuses ont été mises en veilleuse essentiellement pour des raisons budgétaires, tant du côté de l'ESA [Agence Européenne de l'Espace] que du côté de la NASA [Administration Nationale de l'Aéronautique et de l'Espace des États-Unis]. Certains chercheurs rêvent d'une sorte d'institut qui coordonnerait à l'échelle mondiale ce genre d'études, mais pour le moment c'est un vœu pieux.

© Michel Ravassard/UNESCO



Michel Mayor, découvreur de la première planète extrasolaire, a participé au lancement de l'Année internationale de l'astronomie (UNESCO, janvier 2009).

## L'alphabétisation, garante du « Bonheur national brut »

© Jaume Plensa / Courtoisie Galerie Lejong



« Le voleur de mots I » (2008). Œuvre de Jaume Plensa (Barcelone, Espagne), l'un des sculpteurs les plus importants de la scène internationale.

Quatre projets d'alphabétisation innovants en Afghanistan, au Burkina Faso, en Inde et aux Philippines ont été récompensés de prix internationaux d'alphabétisation de l'UNESCO cette année. Un programme du Bhoutan a reçu une mention honorable.

Les prix internationaux d'alphabétisation UNESCO sont décernés chaque année depuis 1967 en reconnaissance de l'excellence et de l'innovation dans le domaine de l'alphabétisation et de l'éducation non formelle à travers le monde. Les Prix d'alphabétisation UNESCO du Roi Sejong ont été créés en 1989 grâce à la générosité du Gouvernement de la République de Corée et les Prix Confucius UNESCO d'alphabétisation ont été créés en 2005 grâce à la générosité du Gouvernement de la République populaire de Chine.

À ce jour, ces prix ont récompensé plus de 450 programmes d'alphabétisation mis en place par des gouvernements ou des ONG à travers le monde. En accord avec le calendrier thématique de la Décennie des Nations Unies pour l'alphabétisation, le thème des prix cette année était « Alphabétisation et autonomisation ».

Le **Pashai Language Development Project** est une initiative basée sur l'action de la communauté locale et contribue à lutter contre les conflits et la forte résistance à l'éducation des femmes. Par ailleurs, elle pallie au manque d'un système d'écriture du dialecte parlé. Environ 1 000 personnes par an participent à ce programme lauréat du Prix Confucius UNESCO d'alphabétisation. Le projet a été lancé en 1999 par l'association britannique **SERVE Afghanistan** en réponse à la demande des membres de la communauté pour un programme

d'alphabétisation des adultes. En 2006, avec le soutien des autorités régionales, le projet a été étendu et comprend désormais des cours d'alphabétisation en langue pashai pour les filles. Dispensant des cours dans des domaines aussi variés que l'alphabétisation, les moyens de subsistance, la santé publique et l'éducation à la nutrition, il s'adresse à la minorité Pashai, dont certains membres étaient complètement exclus des systèmes d'éducation formels ou non formels. Les participants apprennent à utiliser des documents écrits dans leur langue locale et en pachto, langue officielle du pays au côté du Dari.

**Tin Tua** est une ONG de l'est du Burkina Faso qui se consacre à l'éducation de l'une des communautés dont le taux d'alphabétisation est parmi les plus bas du monde. En gulimancema, une des langues locales, tin tua signifie « développons-nous, nous-mêmes » et ce principe a été mis en œuvre avec succès depuis

1986 dans 750 villages et hameaux du pays. Aujourd'hui, les programmes de Tin Tua touchent quelques 40 000 personnes chaque année et ils ont été récompensés par l'un des Prix d'alphabétisation UNESCO du Roi Sejong. La participation des communautés est l'un des mots d'ordre du programme. À partir des besoins identifiés par les villageois eux-mêmes, Tin Tua a développé un programme en cinq langues locales couvrant la lecture, l'écriture et le calcul de base ainsi que des connaissances pratiques sur la santé, l'hygiène, les droits de l'homme, les questions de genre, l'agriculture et l'élevage. Cette approche innovante a favorisé des changements radicaux dans la vie quotidienne des villageois. Le programme a permis à des fermiers de mieux gérer la production de nourriture au niveau du village, de prendre des mesures pour stocker les céréales afin d'éviter la spéculation en période de famine. Des professionnels de santé ont été formés,

notamment dans le domaine de la santé maternelle. Selon le personnel de Tin Tua, les filles qui suivent le programme sont moins enclines à accepter un mariage forcé ou précoce. L'ONG partage aujourd'hui son expérience avec le Bénin, le Togo et le Niger, des pays aux faibles taux d'alphabétisation, dans lesquels les méthodes et la vision de Tin Tua devraient faire la différence.

On pouvait croire que le projet **Khabar Lahariya**, lancé au nord de l'Inde, était voué à l'échec : un journal, rédigé en dialecte de l'Uttar Pradesh, produit et vendu par des femmes pauvres, de « castes inférieures » et de milieux ruraux, sachant à peine lire



Khabar Lahariya est un journal indien, écrit et vendu par des femmes pauvres.

et écrire. Cependant, sept ans plus tard, ce journal bimensuel, dont le nom signifie « Vagues d'informations » est une entreprise florissante et respectée, dépassant les 25 000 lecteurs. Il a obtenu une reconnaissance internationale, grâce à l'attribution de l'autre Prix d'alphabétisation UNESCO du Roi Sejong. Le journal a été lancé par Nirantar, une association fondée en octobre 1993 dans le but de promouvoir l'alphabétisation et l'éducation en vue d'une autonomisation des femmes. En 2002, l'organisation a commencé à sélectionner des femmes issues de milieux marginalisés pour travailler comme journalistes. Deux ans plus tard, Nirantar et Khabar Lahariya ont lancé des cours de journalisme pour les femmes nouvellement et partiellement alphabétisées. Le résultat de ce travail est un col-

lectif de médias indépendant et rural composé de femmes unique dans le pays et un journal fait par le village et pour le village, dans lequel les villageois s'expriment sur des sujets qui les concernent. Cet exemple d'éducation transformatrice est un modèle pour les femmes luttant contre les castes, le sexisme et le manque d'éducation. Dans son livre *Waves in the Hinterland, the journey of a newspaper (Vagues dans l'arrière-pays ou l'itinéraire d'un journal)*, la journaliste indépendante et militante des droits des femmes Farah Naqvi résume ainsi l'histoire de ces femmes : « Elles ont non seulement redéfini la notion très masculine de citoyenneté, mais bouleversé la notion même de femme en Inde ».

**Le Conseil Municipal de Coordination de l'Alphabétisation**, dans la municipalité d'Agoo de La Union aux Philippines a développé un système d'éducation holistique qui vise à inclure tous les membres de la communauté. A travers un programme varié – connaissances de base du lire, écrire et compter mais également compétences bureautiques, techniques agricoles et artisanat indigène – tous les membres de la population locale ont la possibilité de s'alphabétiser et d'améliorer leurs compétences. C'est grâce à cette vision et à cette éthique que la municipalité d'Agoo s'est vue allouer le Prix Confucius UNESCO d'alphabétisation 2009. Les 49 villages du secteur, tous ancestraux, marginalisés et en manque d'infrastructures sont desservis par des enseignants itinérants et des bibliothèques mobiles, qui s'assurent ainsi qu'aucun ne soit écarté. La diversité du programme reflète celle de ses sources de financement puisque sont engagés le gouvernement, des ONG, le secteur privé et des donateurs internationaux.

### **Le Non-Formal and Continuing Education Programme**

(Programme d'Éducation Continue et non Formelle) du Ministère de l'Éducation du Bhoutan est né en

1992. Depuis, il a touché plus de 135 000 personnes, dont 70 % de femmes, et conduit à l'établissement de 700 centres d'éducation non formelle. Les idées de communauté, de flexibilité et de participation sont au cœur du projet qui inclut des cours portant sur la lecture, l'écriture et le calcul ainsi que sur les connaissances liées à la santé, l'hygiène, l'agriculture, la sylviculture, le planning familial et l'environnement. Cette année, le lauréat de la Mention honorable du Prix Confucius UNESCO d'alphabétisation fait de l'éducation une partie intégrante du « Bonheur national brut », un principe de base adopté par le pays visant à améliorer la qualité de vie de tous les citoyens.

L'exemple des lauréats des années précédentes met l'accent sur l'impact positif qu'ont les Prix d'Alphabétisation de l'UNESCO. Depuis qu'on lui a décerné le Prix Confucius UNESCO en 2008, l'organisation Adult and Non-Formal Education Association in Ethiopia (ANFEAE) a gagné en légitimité et sa voix est maintenant prise en compte par le Ministère éthiopien de l'Éducation. Elle occupe le rôle de conseiller gouvernemental pour les questions d'éducation des adultes et aide à la mise en place des politiques dans ce domaine. De la même façon, le projet Kwanibela de l'ONG Operation Upgrade en Afrique du Sud, également lauréat d'un Prix Confucius UNESCO en 2008, s'est renforcé depuis la remise du prix. Sa nouvelle légitimité aux yeux du gouvernement a augmenté la confiance des donateurs et des propositions sont en cours d'examen. En outre, l'organisation est consultée de plus en plus fréquemment par le ministère de l'Éducation et elle a également assisté le gouvernement namibien dans la révision de leurs politiques d'alphabétisation.

**David Jackman,**  
*Courrier de l'UNESCO*

## COMMENT VIVRE AVEC MOINS : TROIS POINTS DE VUE

« Que faire pour protéger les plus pauvres d'une crise provoquée par quelques-uns des plus riches ? » Telle était la principale question soulevée par le Forum du futur, que l'UNESCO a organisée en mars dernier. Les débats ont inspiré à une des modératrices, Alison Smale, ce tour d'horizon qui montre trois différentes perceptions de la crise et de ses effets.



Ouverture du Forum du Futur à l'UNESCO (2 mars 2009).

Le message est arrivé il y a peu de temps dans un bruit sourd de papier glacé : un numéro de plus de 300 pages de Madame Figaro, l'ode à la femme et à la beauté du quotidien français, consacré aux premiers défilés de prêt-à-porter parisiens depuis l'arrivée de la crise dans l'industrie du luxe.

Comme tous les magazines du genre, Madame Figaro avait récemment vu fondre le volume de ses publicités, et donc de ses pages, à cause de la crise. Mais avec la semaine de la mode - et la détermination des maisons de haute couture à ne pas laisser les défilés au vestiaire - la publication hebdomadaire s'est retrouvée de nouveau bien étoffée. Il aurait néanmoins été difficile pour les « fashionistas » [fanatiques de la mode] de passer à côté du message principal : les temps sont durs, ou tout du moins beaucoup plus durs qu'auparavant, comme en témoignent les dix astuces détaillées destinées aux « recessionistas » [fashionistas « reformatés » pour affronter la crise], qui souhaitent rester branchées et chics malgré les coupes budgétaires (ce qui apparemment demande surtout d'écumer le net à la recherche de sites offrant des

tenues haute couture pas chères, juste un peu utilisées).

Pour mettre les lectrices dans l'ambiance, le créateur français Jean-Charles de Castelbajac donne le coup d'envoi des suggestions de la rédaction avec des considérations sur ce qu'il appelle la démocratisation de la beauté ou « low cost luxury » [luxe bon marché].

« Nous nous orientons irrémédiablement vers ce nouvel eldorado », a-t-il proclamé. « Aujourd'hui, la mode, le luxe et la création doivent se réinventer. Une jeune génération de créateurs prend cette transformation en charge », a-t-il insisté. « Plus rien ne sera comme avant, et c'est tant mieux. Notre renaissance sera à la mesure de notre intellect », a-t-il ajouté, car « nous portons en nous un trésor d'une valeur inestimable : l'imagination. »

L'inventivité déployée par les Français pour satisfaire les plaisirs des sens, que ce soit avec la cuisine, le vin, des tenues raffinées ou une architecture élégante, a survécu et même prospéré au fil des siècles. Castelbajac, lui-même vétéran de l'innovation, peut assurément compter dessus une fois de plus sans prendre de grands risques.

### ***L'impact de la crise sur le monde en développement***

Quelques jours plus tôt, même ville mais lieu différent, un autre cri du cœur tout aussi universel et justifié résonne : cette fois, ce sont les spécialistes de l'aide internationale, des représentants du monde du travail et d'autres encore qui s'indignent de l'impact de plus en plus rapide et douloureux de la crise mondiale sur le monde en développement.

L'UNESCO organisait une conférence d'une journée sur ce thème. Les conclusions d'un panel que j'ai moi-même modéré avaient de quoi refroidir. Kevin Watkins, directeur du Rapport de suivi mondial sur l'Éducation pour tous à l'UNESCO, a résumé la situation : « Que faire pour protéger les plus pauvres d'une crise provoquée par quelques-uns des plus riches ? »

Dans sa présentation, Kevin Watkins a forgé un nouvel acronyme à ajouter au jargon des institutions internationales : ITYBL (In the Year Before Lehman). « L'année avant Lehman, c'est-à-dire en 2007, l'aide aux pays pauvres était déjà en baisse », a-t-il noté. « Et maintenant que les investissements étrangers dans le

monde en développement sont réduits à une peau de chagrin, que le commerce est en recul, que le prix des denrées alimentaires chute et que les transferts de fonds des immigrés vers leur pays d'origine sont en net déclin, comment les États à faible et moyen revenu pourraient-ils éviter une chute drastique du niveau de vie de leurs habitants, qui est déjà bien faible, voire s'apparente à de la survie ? », s'est-il interrogé.

Kevin Watkins a estimé que les 70 pays les plus pauvres du monde avaient besoin d'environ 400 milliards de dollars par an, soit près d'1 % du produit intérieur brut total des 30 pays (pour la plupart riches) de l'Organisation de coopération et de développement économiques, dont le siège est à Paris. Dans la lingua franca de son monde, ce chiffre correspond au montant nécessaire pour maintenir l'espoir de réaliser les huit objectifs du Millénaire pour le développement (OMD), ce à quoi se sont engagés 189 pays en 2000. Il semble désormais que plusieurs de ces objectifs ne pourront être remplis d'ici la date butoir de 2015.

Si quelqu'un doutait que les promesses non tenues de ce genre laissent bien plus qu'un goût amer, il lui suffisait d'écouter le discours enflammé d'un autre intervenant : Aminata Traore, militante d'Afrique occidentale et ancienne ministre malienne de la Culture et du Tourisme. Sa diatribe outragée envers tous les maux infligés à l'Afrique par le monde extérieur, et plus particulièrement les puissances coloniales, a été vivement applaudie. Et cette allocution a eu lieu avant que le sommet du G-20 réuni à Londres, avec sa promesse d'agir davantage pour les plus démunis, ne mette une nouvelle fois le monde développé dans une situation qui risque, en cas d'échec, de le discréditer aux yeux des pauvres. D'autant plus que le Secrétaire général de l'ONU a enfoncé le clou le week-end suivant en prenant un engagement fort en faveur des pauvres lors d'une réunion de toutes les organisations des Nations Unies, de la Banque mondiale et du Fonds monétaire international.

Lors de la conférence de l'UNESCO, le directeur costaricain du secteur de l'emploi à l'Organisation internationale du travail, José Manuel Salazar, n'a pas non plus mâché ses mots concernant les répercussions de la crise sur l'Afrique. « Il ne fait aucun doute qu'elle va anéantir les modestes gains obtenus », a-t-il déclaré. « Les effets dureront plus longtemps que la crise elle-même ».

Son impact sur les pays en développement n'a pas souvent fait les gros titres de la presse occidentale, comparé à la grande attention portée à l'escroc Bernard Madoff, aux



La crise aggrave particulièrement la situation des plus démunis. Ici, un homme de Jaipur (Inde).

banquiers d'affaires de haut vol de Wall Street, Londres et Hong Kong ou au désaccord transatlantique sur la première mesure à adopter pour sortir la tête de l'eau : dépenser ou régler.

Aspect intéressant de ce bavardage : la chute des marchés mondiaux suite à une déclaration faite en février par Moody's Investor Service, affirmant que l'endettement de l'Europe de l'Est, et plus particulièrement de ses banques fragiles, allait affaiblir leurs propriétaires, principalement des grandes banques d'Europe de l'Ouest.

### **On parle déjà de l'Europe après la crise**

La crise a mis à jour de nombreuses failles et faiblesses dans la structure politique européenne, construite si minutieusement depuis la Seconde

Guerre mondiale. Mais ceux qui en ont profité le plus récemment (les anciens pays communistes qui ont retrouvé la liberté en 1990) n'affichent pas tous une même morosité et ne se mettent pas à genoux devant l'Union européenne, le Fonds monétaire international ou d'autres institutions pour obtenir de l'aide.

Ce qui nous amène à une troisième vision du monde en crise : Varsovie. Une visite de 24 heures en mars, au moment où la Pologne, la République tchèque et la Hongrie célébraient le 10<sup>e</sup> anniversaire de leur entrée dans le club le plus exclusif d'Occident - l'OTAN -, m'a fait découvrir un pays fermement déterminé à transmettre le message suivant : non merci, nous ne sommes pas en crise.

Du président polonais au simple citoyen, on reconnaît évidemment l'existence de la crise, mais ce n'est pas la morosité qui donne le ton des conversations, contrairement à ce qui se passe actuellement à New York ou à Londres.

Ainsi, Pavel Swieboda, ancien diplomate et actuel responsable d'un think tank, le Centre pour la stratégie européenne, a révélé d'un ton enjoué lors d'un petit-déjeuner qu'il se rendait à la première d'une série de discussions intitulée « L'Europe après la crise ».

Certes, l'anniversaire de l'entrée dans l'OTAN et la satisfaction de l'élite politique d'être membre de l'Organisation depuis dix ans et de l'Union européenne depuis près de cinq ans a peut-être donné une tonalité particulière à l'humeur ambiante. Il n'empêche qu'il était sans conteste rafraîchissant d'entendre, dans un amphithéâtre de l'Université de Varsovie plein à craquer, que des personnes qui avaient fait de la politique clandestinement pendant vingt ans ne mettaient pas en avant les joies ou les malheurs apportés par l'argent, mais les nombreux moyens de garder très jalousement leur meilleur garant, la démocratie.

**Alison Smale,**

Directrice de publication,  
*International Herald Tribune*



United Nations  
Educational, Scientific and  
Cultural Organization

Organisation  
des Nations Unies  
pour l'éducation,  
la science et la culture

Organización  
de las Naciones Unidas  
para la Educación,  
la Ciencia y la Cultura

Организация  
Объединенных Наций по  
вопросам образования,  
науки и культуры

منظمة الأمم المتحدة  
للتربية والعلم والثقافة

联合国教育、  
科学及文化组织

Le Courrier de l'UNESCO est publié  
par l'Organisation des Nations Unies  
pour l'éducation, la science et la culture.  
7, place de Fontenoy  
75352 Paris 07 SP, France

**Renseignements et droits de reproduction**  
f.ryan@unesco.org

**Directeur de la publication**  
Saturnino Muñoz Gómez

**Rédactrice en chef**  
Jasmina Šopova - j.sopova@unesco.org

**Assistance éditoriale**  
Katerina Markelova - k.markelova@unesco.org

#### **Rédacteurs**

**Anglais**  
Cathy Nolan - c.nolan@unesco.org

**Arabe**  
Bassam Mansour - b.mansour@unesco.org  
assisté par Zaina Dufour - z.dufour@unesco.org

**Chinois**  
Weiny Cauhape - w.cauhape@unesco.org

**Espagnol**  
Francisco Vicente-Sandoval - l.iglesias@unesco.org

**Portugais**  
Ana Lúcia Guimarães et Nelson Souza Aguiar  
a.guimaraes@unesco.org

**Russe**  
Victoria Kalinin - v.kalinin@unesco.org

**Photos et mise en page web**  
Fiona Ryan - f.ryan@unesco.org

**Maquette et mise en PDF**  
Gilbert Franchi

**Plateforme web**  
Stephen Roberts, Fabienne Kouadio,  
Chakir Piro s.roberts@unesco.org

Les articles et photos sans copyright peuvent être  
reproduits à condition d'être accompagnés du nom de  
l'auteur et de la mention "Reproduit du Courrier  
de l'UNESCO", en précisant la date.

Les articles expriment l'opinion de leurs auteurs  
et pas nécessairement celle de l'UNESCO.

Les frontières sur les cartes n'impliquent pas la recon-  
naissance officielle par l'UNESCO ou les Nations Unies,  
de même que les dénominations de pays  
ou de territoires mentionnés.