

#79

printemps 2011

Culture Scientifique, Technique et Industrielle en région Centre

co valences



L'univers revisité,
de la Terre aux étoiles

RECHERCHE

La vie
extrasolaire

PHILOSOPHIE

Notre place
dans l'univers

ÉDUCATION

Vauc'en
Sciences

Les nouvelles expositions DE CENTRE•SCIENCES

Les interactives

LA BIODIVERSITÉ, C'EST LA VIE LA BIODIVERSITÉ, C'EST NOTRE VIE

Exposition interactive itinérante de 250 m² réalisée par Centre•Sciences dans le cadre de l'Année Internationale de la Biodiversité, à l'initiative de l'UNESCO, l'UNEP, du sCBD et du FEM.

**TOUT PUBLIC, DÈS LE COLLÈGE – EXPO INTERACTIVE
SCIENCES ET INNOVATION – ENVIRONNEMENT –
DÉVELOPPEMENT – CULTURES DU MONDE**

Descriptif technique :

Adaptable dans des espaces modulés entre 150 et 250 m².
Conditionnement pour le transport environ 2 m³ pour 320 kg.

Présentation

Cette exposition grand public nous sensibilise sur l'importance de la biodiversité, de sa préservation face aux menaces présentes. Elle met en lumière le développement scientifique et l'innovation pour la préserver, en développer les utilisations durables. Chacun y explore les multiples facettes de la biodiversité, et combien nous y sommes liés pour notre bien-être.



Organisée autour de 6 thèmes principaux, l'exposition comporte 18 panneaux (format 1,20 x 1,80 mètre) et une vingtaine d'interactifs et vidéos. Les expériences interactives questionnent le visiteur sur les notions clés autour de la biodiversité, et de son importance pour l'homme, dans les aspects économiques, culturels, scientifiques et sur l'innovation : diversité et ressources génétiques, innovation et environnement, ingénierie écologique...

Les expositions panneaux



DE TOUMAÏ À SAPIENS : LA RUÉE VERS L'HOMME

15 panneaux réalisés par la Cité des sciences et de l'industrie, le Muséum national d'histoire naturelle, en partenariat avec l'Institut de paléontologie humaine et des muséums en régions



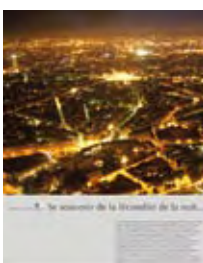
DÉCOUVRIR LE VASTE MONDE DES VIRUS

14 panneaux réalisés par l'Inserm, l'Université François-Rabelais de Tours, le CHRU de Tours et Centre•Sciences



LA CHIMIE, PARLONS-EN

15 panneaux réalisés par les organismes de recherche de la région Centre à l'occasion des 13^e rencontres scientifiques 2009



REFLETS DE CIEL, RÊVES ET RAISONS

17 panneaux réalisés par l'Association Française d'Astronomie



LA BIODIVERSITÉ, C'EST LA VIE, LA BIODIVERSITÉ, C'EST NOTRE VIE

19 posters français-anglais plastifiés réalisés par Centre•Sciences pour l'Unesco et le Ministère des Affaires étrangères et européennes

Covalences / N°79 - printemps 2011
Bulletin de promotion de la CSTI en région Centre

directeur de la publication / **François Gervais**
rédacteur en chef / **Olivier Morand**
coordination de la publication / **Marie-Laure Thurier**
secrétariat de rédaction / **Marie-Laure Thurier, Claire Langlois**
conception graphique / **David Héraud**
impression / **Copie 45, Chécy**

ABONNEMENTS / 1 an, 4 numéros : 15€
Dépôt légal : avril 2011 / CPPAP : 1011 G 87229 / ISSN : 1164-9860



Édité par Centre•Sciences / CCSTI de la région Centre
72 rue du faubourg Bourgogne 45000 Orléans
Tél : 02 38 77 11 06 / Fax : 02 38 77 11 07
Mél : centre.sciences@wanadoo.fr
Site web : www.centre-sciences.org

Avec le soutien de

Ministère de l'enseignement
supérieur et de la recherche (DRRT)



Conseil régional du Centre



Université d'Orléans / IUFM
Académie d'Orléans-Tours

Centre•Sciences,
labellisé en 2008 Science et Culture, Innovation par le ministère
de l'Enseignement supérieur et de la Recherche
membre de la RÉUNION nationale des CCSTI



Regards sur l'univers

Pour exprimer des valeurs très petites ou très grandes, il est d'usage d'utiliser les puissances de dix, ce qui évite d'aligner d'innombrables zéros. C'est ainsi qu'un dix milliardième s'écrit 10^{-10} et que les mille milliards de tonnerre de Brest du capitaine Haddock s'écrivent 10^{12} . Grâce aux progrès technologiques de ces dernières décennies, on arrive maintenant à chiffrer l'infiniment petit et l'infiniment grand. Par exemple, le plus petit intervalle de temps jamais mesuré est 10^{-16} seconde tandis que l'âge de l'univers est de 10^{17} secondes. Quant aux longueurs, la taille approximative d'un proton ou d'un neutron est de 10^{-15} mètre tandis que Proxima du Centaure, l'étoile la plus proche du Soleil dans notre galaxie, se trouve à environ 10^{16} mètres. Et nous, où sommes-nous dans ces échelles qui vont de l'infiniment petit à l'infiniment grand, avec notre mètre étalon et notre cœur qui bat approximativement la seconde ? Il est évident que nous sommes dans une position pratiquement médiane entre ces deux infinis. Et qu'avons-nous été capables de faire dans cette situation médiane, peut-être privilégiée ? Dans Terre des Hommes, Antoine de Saint-Exupéry écrivait « d'une lave en fusion, d'une pâte d'étoiles, d'une cellule vivante germée par miracle nous sommes issus, et, peu à peu, nous nous sommes élevés jusqu'à écrire des cantates et à peser des voies lactées ». C'est imprégnés de cette philosophie des extrêmes que l'Académie d'agriculture, sciences, belles-lettres et arts d'Orléans a préparé le Printemps de l'Académie 2011 consacré à l'univers. L'objectif de cette journée est précisément d'apporter les dernières nouvelles de l'Univers en suivant un double cheminement : d'abord un zoom de l'univers vers la Terre suivi d'un retour vers l'espace depuis la Terre.

Au début de notre ère, Sénèque écrivait « Les plus belles découvertes cesseraient de me plaire si je devais les garder pour moi ». A n'en point douter, c'est ce même souci de partage, chers à Centre•Sciences et au Muséum d'Orléans, qui anime les conférenciers qui ont contribué à ce numéro de Covalences.

2 » Observer l'univers

L'univers revisité

3 » La science de l'univers

Du big bang aux galaxies :
la formation de l'univers

5 » La science de l'univers

La formation des étoiles
et des planètes

6 » Observer l'univers

Le Soleil aujourd'hui

7 » Observation et technologie

L'observation de la Terre

8 » Agenda de la CSTI

12 » Observer l'univers

La vie sur Mars : mythe ou vérité ?

13 » L'exploration de l'univers

Les planètes extrasolaires
La découverte des nouveaux mondes

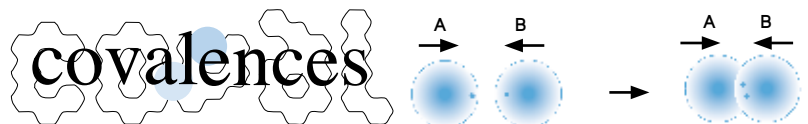
14 » Philosophie de l'espace métaphysique de l'espace

Fascinant univers

15 » Retour sur la Fête de la science en Indre-et-Loire

« Vauc'en Sciences »,
une formule qui fonctionne

16 » Le Printemps de l'Académie



*un titre de journal emprunté à la chimie pour illustrer notre action :
une liaison covalente s'établit entre deux atomes A et B lorsque A et B ont chacun un électron isolé qu'ils mettent en commun. Le doublet d'électrons se trouve alors à égale distance de A et de B et la liaison est stable.*

D'autres atomes se comportent différemment. L'un d'eux est quelquefois tellement avide d'électrons qu'il accapare les deux électrons. On obtient alors une liaison ionique, moins stable.

PHOTO DE COUVERTURE :

Ce cliché infrarouge pris par le spectromètre CRISM de la sonde Mars reconnaissance orbiter (MRO) montre, au milieu d'autres minéraux, la présence de dépôts de carbonates (en vert) à la surface de la Planète rouge dans le cratère Jezero.

Le carbonate, qui ne se forme qu'en présence d'eau neutre ou alcaline, suggère que les conditions de vie sur Mars et notamment la présence d'eau non acide ont pu permettre à la vie de s'y maintenir.

© Nasa

L'univers revisité

Marius Ptak

Professeur émérite des universités,
Orléans,
Académie d'Orléans

Avec sa lunette astronomique (1610), Galilée a été à l'origine du développement d'instruments d'observation du ciel (lunettes et télescopes) de plus en plus performants qui ont considérablement élargi nos connaissances de l'univers. Notre vision de cet univers a été profondément renouvelée à partir des années 65-70 avec l'installation des télescopes géants terrestres, la mise en orbite de satellites-observatoires et l'explosion de la révolution numérique. La détection d'objets lointains ou peu lumineux, l'analyse de la constitution de ces objets et de leur évolution ont considérablement progressé grâce à ces télescopes terrestres et spatiaux (voir encadré).

Décrire et comprendre l'univers en expansion

L'univers, âgé de 13,7 milliards d'années (temps qui s'est écoulé depuis le big bang), est un univers en expansion dans lequel la lumière se propage avec une vitesse finie d'environ 300 000 kilomètres par seconde. Différentes méthodes sont utilisées pour décrire l'univers en termes de distances et de temps suivant la gamme des distances étudiées avec des paramètres qui sont : la parallaxe, la luminosité ou le « redshift » (décalage vers le rouge des raies spectrales). Pour des objets proches, il n'y a

pas de difficulté à définir les distances : dire que la galaxie d'Andromède est à 2,2 millions d'années-lumière (année lumière : distance parcourue par la lumière dans le vide pendant un an soit environ 10^{13} km) signifie qu'elle est distante de notre planète de $2,2 \times 10^{19}$ km. Mais, lorsqu'on observe des objets très lointains, une définition cosmologique plus générale des distances est nécessaire pour tenir compte de l'expansion de l'univers. Pour cela, la chronologie est une donnée essentielle. Ainsi, la galaxie la plus éloignée observée à ce jour date d'environ 600 millions d'années après le big bang. De même, le fond diffus cosmologique est un état de l'univers qui date seulement de 380 000 ans après le big bang.

Encore de nombreuses questions et pistes de recherches

L'univers est très loin d'avoir livré ses derniers secrets en particulier en ce qui concerne l'énergie noire. Également, une course est engagée dans la détection de nouvelles exoplanètes avec l'espoir d'en trouver une où la vie serait possible. De nouvelles découvertes vont enrichir et transformer notre compréhension de l'univers et susciter de nouveaux débats philosophiques sur la place que nous y tenons.

Liens externes : www.nasa.gov/,
hubblesite.org/, www.esa.int/,
www.eso.org/,
www.insu.cnrs.fr/, irfu.cea.fr



Le télescope spatial Hubble (NASA/ESA)

TÉLESCOPES ET SATELLITES OBSERVATOIRES

L'Europe a installé, au Chili, au mont Paranal (alt. 2635 m), l'un des ensembles de télescopes les plus performants actuellement : le VLT (Very Large Telescope) (longueurs d'onde allant du visible au proche infrarouge) qui inclue 4 télescopes de 8,2 m de diamètre, (miroir principal) et 4 télescopes auxiliaires mobiles qui travaillent en mode interférométrique. Dans la gamme des grandes longueurs d'onde (centimétriques à métriques), on utilise des radiotélescopes comme ceux de Nançay en France, d'Effelsberg (Ø 100 m) en Allemagne ou de Arecibo, Porto Rico (Ø 305 m). Dans la gamme des ondes courtes (submillimétriques à millimétriques), on utilise des interféromètres comme celui du plateau de Bure en France (6 antennes), ou celui d'Alma au Chili (64 antennes en cours d'installation). Les satellites-observatoires ont permis d'élargir le domaine d'observation jusqu'aux rayons X et gamma (γ) et d'obtenir des gains importants en résolution et sensibilité. Avec le télescope spatial Hubble, NASA/ESA¹, une moisson considérable de résultats a été faite (visible et proche infrarouge) pendant 20 ans. En 2009, l'ESA a mis en orbite les satellites Herschel (infrarouge lointain) et Planck (mm) qui viennent de fournir une nouvelle carte détaillée du fond diffus cosmologique. Des progrès de la nouvelle astronomie sont à attendre avec les nouveaux instruments d'observation qui vont être mis en place : des télescopes terrestres dotés de miroirs de Ø 30 à 40 m, le télescope spatial JWST (Ø 6,5 m) qui va succéder à Hubble, etc.

1. National Aeronautics and Space Administration et Agence Spatiale Européenne



« The Mystic Mountain » dans la nébuleuse de la Carène (NASA/ESA)

Du big bang aux galaxies : la formation de l'univers

Marc Lachièze-Rey

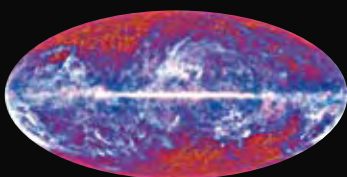
Directeur de recherches au CNRS,
laboratoire Astroparticules et cosmologie
(APC)

La cosmologie est la discipline qui décrit l'univers dans sa globalité. C'est une science se fondant, notamment, sur la théorie physique de la relativité générale formulée par Einstein. L'univers dans sa globalité est décrit comme une entité géométrique - l'*espace-temps* - remplie d'un contenu de matière et d'énergie. Cet espace-temps a une forme géométrique : la découvrir et la caractériser constituent les premières tâches de la cosmologie relativiste. Cette forme est décrite en terme de *courbure* et c'est au début du 20^e siècle que nous avons découvert la première caractéristique de la courbure de l'espace-temps, sous la forme de l'expansion de l'univers. Cette découverte résulte des observations des astronomes américains Vesto Slipher puis Edwin Hubble, qui furent comprises et interprétées dans le cadre de la relativité générale par le physicien belge, Georges Lemaître. Ceci conduisit à l'abandon du premier modèle cosmologique qui avait été proposé par Einstein en 1917, car il décrivait un univers statique, sans évolution.

Décrire et comprendre l'expansion de l'univers

À partir des années 1930, l'expansion¹ de l'univers était devenue le fait cosmologique essentiel. Dans un langage familier, l'expansion cosmique s'énonce en déclarant que l'espace « grandit » au fur et à mesure de l'évolution cosmique. Non content d'en avoir fourni la formulation et l'explication, Lemaître en explore les conséquences. Les lois élémentaires de la physique (dilatation entraîne dilution ; dilution entraîne refroidissement), appliquées dans le contexte relativiste, impliquent un univers en évolution. Plus tard, ces modèles seront qualifiés de big bang (le terme sera proposé la première fois, par dérision, en 1948, par l'astrophysicien britannique Fred Hoyle). Lemaître parle à l'époque d'*Atome Primitif*.

1. L'expansion se manifeste dans les observations par la présence de *décalages vers le rouge* (*redshift*) associés aux galaxies. Du point de vue théorique, elle caractérise une certaine famille de solutions de la relativité générale, interprétées comme des géométries possibles pour l'espace-temps. De telles solutions constituent ce que l'on appelle des modèles cosmologiques ; ceux-ci sont baptisés « modèles de Friedman-Lemaître » (le physicien soviétique Alexandre Friedman avait aussi découvert indépendamment ces solutions).



The Planck one-year all-sky survey

L'idée est simple : plus on remonte dans le passé, plus l'univers devait être dense et chaud. Dans un passé très lointain (il y a environ 13,7 milliards d'années), le contenu de l'univers primordial se présentait comme une « soupe » de particules élémentaires des milliards de fois plus dense et plus chaude que l'univers d'aujourd'hui : ni étoiles, ni planètes, ni atomes, ni molécules n'existaient encore. Faut de théorie physique valide dans de telles conditions, nous ne sommes pas capables de reconstituer l'histoire cosmique des périodes les plus reculées dans le passé, au-delà de ce que l'on appelle l'ère de *Planck*. Contrairement à ce que l'on peut lire çà et là, il ne s'agit ni d'une « grande explosion », ni de l'origine (encore moins de la création) de l'univers.

Les modèles de big bang ne suscitent guère d'enthousiasme à l'époque : que l'univers évolue, cela contredit un « savoir » millénaire ! Pourtant les années 1940 voient un regain d'intérêt. La physique nucléaire est née et les physiciens voient dans l'univers dense et chaud les conditions idéales pour le déroulement de réactions nucléaires : une phase de « nucléosynthèse primordiale » se serait déroulée il y a quelques milliards d'années. Les observations de certains éléments chimiques dits « légers » montrent un accord avec ces calculs : la confiance dans les modèles de Lemaître monte d'un cran.

Valider et affiner les modèles de big bang

Dès cette époque, le physicien américain d'origine russe George Gamov et ses collaborateurs avaient calculé qu'il devait subsister un vestige issu de la phase dense et chaude de l'univers (déjà soupçonné par Lemaître), sous la forme d'un rayonnement électromagnétique fossile, appelé le *fond diffus cosmologique* (FDC)². Il constitue le reste, dilué et refroidi par l'expansion de l'univers, d'un rayonnement engendré il y a 13 milliards d'années. Quelques décennies plus tard, les progrès techniques avaient permis le développement de la radioastronomie et le FDC fut découvert en 1964 par Arno Penzias et Robert Wilson, deux radioastronomes de la Bell.

Depuis sa découverte, d'innombrables observations lui ont été consacrées (dernièrement, par l'observatoire spatial *Planck*, de l'Agence spatiale européenne). Elles ont dévoilé de nombreuses caractéristiques, toutes conformes aux prédictions des modèles de big bang. Malgré de nombreuses tentatives, aucune explication concurrente n'a pu être avancée pour son existence, et encore moins pour ses propriétés. C'est pourquoi le big bang fut alors adopté, dans les années 1960, comme le bon modèle pour décrire notre univers, ce que rien n'a démenti depuis. Le prix Nobel de physique fut attribué aux deux physiciens, consacrant la cosmologie comme *science*

observationnelle. Un deuxième prix Nobel de physique, attribué depuis, a sacré la cosmologie, *science observationnelle de précision*.

Depuis, des observations très variées ont été consacrées à la cosmologie. Elles ont d'abord solidement affermi la pertinence des modèles de big bang, en confirmant leurs prédictions par des résultats de natures très variées : on parle aujourd'hui de « modèles de concordance ». Au-delà des premiers résultats, elles ont permis de déterminer, au sein de la famille des modèles de big bang, lesquels étaient les plus pertinents pour décrire notre univers. Ce travail a bénéficié de progrès technologiques considérables (télescope, optique, détecteur, informatique, astronomie spatiale, etc.) qui ont apporté une bien meilleure connaissance de la géométrie de l'espace-temps ; en particulier, une accélération de l'expansion cosmique *a priori* inattendue. Son origine reste aujourd'hui mal comprise. Certains évoquent la *constante cosmologique*, certains une mystérieuse « énergie noire », d'autres encore suggèrent des amendements plus radicaux, etc. Tout cela indique que, malgré ses progrès fulgurants, la cosmologie relativiste n'est pas une science achevée. Mais l'idée de big bang n'est pas remise en question.

Mieux cerner le contenu de l'univers

Parmi les questions débattues, les cosmologues tentent de mieux cerner le contenu de l'univers. On évoque la présence possible de « matière noire », de nature inconnue, qui dépasserait d'un facteur dix - en masse - la matière ordinaire. On cherche à mieux comprendre comment se sont formées les galaxies et les étoiles ; à affiner notre connaissance de la géométrie de l'espace-temps ; à décrypter les instants les plus reculés de l'évolution cosmique (non pas la création de l'univers, mais peut-être une *cosmologie quantique* à laquelle de nombreux chercheurs s'intéressent aujourd'hui). La liste n'est pas close et la cosmologie reste une science de pointe, alliant réflexions philosophiques, développements mathématiques et observations de grande précision.

M. Lachièze-Rey, *Au-delà de l'espace et du temps*, Le Pommier (2004)

M. Lachièze-Rey, *Initiation à la Cosmologie*, Dunod (2004).

J. Arnould, M. Lachièze-Rey, L. Ligot, *Une fenêtre sur le ciel - Dialogues d'un astrophysicien et d'un théologien*, Bayard (2010)

Jean - Pierre Luminet, Alexandre Friedmann et Georges Lemaître, *Essais de cosmologie, l'invention du big bang*, Seuil - Sources 1997.



Hubble Ultra Deep Field / Hubble Space Telescope • Advanced Camera for Surveys

2. Sa nature particulière – dite thermique – permet de le caractériser par une température. Celle-ci, très basse, est aujourd'hui très bien mesurée : 2,7 K (-270,4 °C).

La formation des étoiles et des planètes

Michel Tagger

Directeur du Laboratoire de Physique et Chimie de l'Environnement et de l'Espace (LPC2E), CNRS/Université d'Orléans

Les piliers de la création, dans la nébuleuse de l'Aigle

L'émergence et l'évolution des grandes structures de l'univers, jusqu'à la formation des galaxies, répondent à des lois relativement simples même si, paradoxalement, on ignore tout de la nature de la matière sombre et de l'énergie noire qui y jouent les rôles essentiels. On peut décrire cette évolution sur ordinateur, avec un jeu de paramètres limités, et obtenir un résultat remarquablement compatible avec les observations, fixant ces paramètres avec une excellente précision.

La formation des étoiles et des planètes : une complexité difficile à appréhender

La formation des étoiles et des planètes est exactement à l'opposé. Nous connaissons a priori tous les mécanismes physiques ou chimiques mis en jeu, mais leur grand nombre et leur imbrication sont tels que l'on entre dans le domaine d'une complexité bien plus difficile à appréhender. Les étoiles et les planètes se forment sous l'effet de la gravité, qui fait s'effondrer sur elles-mêmes les concentrations de matière. Mais il faut aussi prendre en compte un certain nombre de mécanismes :

- les réactions nucléaires, qui s'allument au cœur des étoiles et chauffent le milieu ambiant, s'opposant à l'effondrement ;
- inversement, le rayonnement, qui refroidit ce milieu ;

- également la formation de poussières, qui augmente encore ce refroidissement ;
- la chimie, qui mène à la formation de molécules complexes ;
- ou encore le champ magnétique, acteur essentiel de la turbulence ;
- et bien d'autres ingrédients, nécessaires à la soupe primordiale dont notre monde est issu.

Des facteurs essentiels à la formation : matière primordiale et réaction nucléaire

Les étoiles ont une généalogie et une histoire. Notre Soleil a environ 4,5 milliards d'années, environ un tiers de l'âge de l'univers. Les conditions de sa formation et de celle des planètes demandaient que se soient auparavant formées des étoiles faites uniquement de la matière primordiale, hydrogène et hélium. Ce sont les réactions nucléaires dans ces premières étoiles qui ont formé les éléments plus lourds : carbone, oxygène, métaux, et ont pu ensemercer le gaz de la Galaxie.

Lorsque le nuage de gaz interstellaire, dont nous sommes issus, a commencé à s'effondrer sous son propre poids, ces éléments ont joué un rôle déterminant. Tout d'abord en régulant sa température, et ainsi la concentration de masse, par leur rayonnement. Ensuite, en quelques dizaines de milliers d'années, les réactions nucléaires s'allumaient au cœur du jeune Soleil, tandis

qu'une fraction du gaz l'entourait d'un disque mince en rotation, maintenu par la force centrifuge. L'eau et les éléments réfractaires s'y condensaient en boules de glace et en poussières, germes qui en s'agglomérant allaient former les planètes que nous connaissons aujourd'hui.

Ce qui n'était, depuis Laplace¹, qu'un scénario s'est progressivement enrichi et confirmé par l'observation d'étoiles à différents stades de leur formation, puis d'étoiles entourées de disques de gaz et de poussières, et enfin des premières planètes extrasolaires.

La quête de planètes « habitables »

Avec les moyens d'observation modernes, le nombre de ces planètes connues autour d'étoiles proches du Soleil croît très rapidement. D'abord limitée à des planètes massives et très proches de leur étoile, cette quête s'approche rapidement de ce qui ne fait plus guère de doute : l'observation, bientôt, de planètes situées dans la zone « habitable » autour de leur étoile, celle où existent les conditions indispensables à la vie telle que nous la connaissons, à commencer par l'existence d'eau liquide. L'histoire de la Terre nous montre que, une fois ces conditions réunies, la vie n'a pas tardé à apparaître.

1. Pierre Simon Laplace (1749 / 1827) a profondément influencé les sciences de son époque : mathématiques, astronomie, physique et philosophie.

Le Soleil aujourd'hui

Karl-Ludwig Klein,

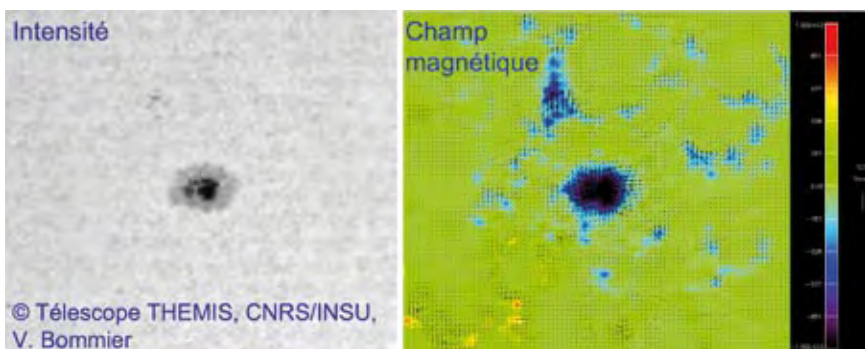
Astronome au Laboratoire d'études spatiales et d'instrumentation en astrophysique (LESIA), Observatoire de Paris

En 2011, nous célébrons le 400^e anniversaire de l'observation approfondie des taches solaires. Certes, des hommes les ont vues avant Galilée et ses contemporains, mais l'analyse scientifique date de cette époque-là. Galilée a été le premier à formuler et à justifier clairement que les taches sont des phénomènes solaires et qu'elles révèlent des processus de changement dans cette étoile. Il a de plus vu que cette découverte contribuait à détruire l'image traditionnelle du monde, qui attribuait aux cieux un caractère inaltérable où aucun changement ne pouvait avoir lieu.

La nature des taches solaires

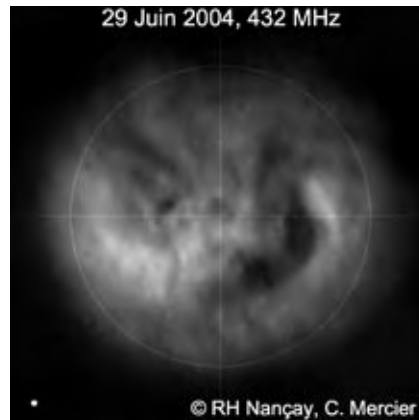
400 ans plus tard, nous savons que les taches solaires tracent le champ magnétique du Soleil (Fig. 1), et qu'elles révèlent un processus fondamental à l'œuvre partout : du gaz ionisé et donc conducteur électrique, appelé « plasma », constitue la majorité de la matière visible de l'univers. Des processus de conversion d'énergie, conduisant dans un tel milieu au chauffage et à l'accélération de particules à de hautes énergies, sont universels, et une bonne partie de l'univers nous est visible uniquement grâce aux gaz et particules de haute énergie.

1. Intensité (à gauche) et champ magnétique (à droite) mesurés dans la photosphère du Soleil. La tache solaire correspond à une région de fort champ magnétique, dont la direction est indiquée par les flèches. Comparaison entre l'image de la photosphère et le magnétogramme.



Des processus solaires engendrant des perturbations sur Terre

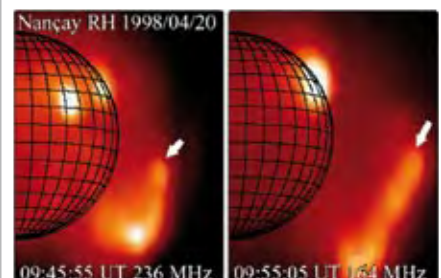
La couronne solaire, avec sa forme irrégulière, est un exemple proche d'un plasma structuré par le champ magnétique. Sous les effets des mouvements du gaz dans le corps du Soleil, ce champ est soumis à des transformations continues qui créent des événements explosifs : les éruptions et éjections de masse. Les particules accélérées, les rayonnements X émis et les structures magnétiques éjectées peuvent atteindre la Terre et interagir avec son champ magnétique et sa haute atmosphère. Ces processus engendrent des perturbations affectant la communication, la géolocalisation et dans certains cas le transport d'énergie électrique au sol. Ils peuvent conduire à la formation inhabituelle d'aurores boréales à nos latitudes.



2. La couronne solaire calme observée en ondes radioélectriques ($\nu=432$ MHz, $\lambda=69$ cm).

Des observations sans précédent : le rôle majeur de la station de radioastronomie de Nançay

Une flottille de satellites nous permet des observations sans précédent par imagerie, spectroscopie et mesures des plasmas et particules énergétiques. Les deux sondes STEREO nous ont affranchis de la vue depuis un seul point de l'espace, près de la Terre. Ces données seraient incomplètes sans les observations en lumière visible et ondes radioélectriques depuis le sol de la Terre. La station de radioastronomie de Nançay y joue un rôle majeur grâce à deux instruments uniques au monde par leurs performances, le Radiohéliographe et le Réseau Décamétrique. La carte de la couronne en ondes radio (Fig. 2) donne un aperçu des structures à grande échelle, montrant notamment un trou coronal (en bas à droite), source du vent solaire rapide. Les sursauts radio sont des traceurs d'électrons, qui s'échappent du Soleil, et de perturbations comme des ondes de choc (la structure allongée en bas à droite des deux panneaux de la Fig. 3). Ces observations sont un élément important des recherches actuelles sur l'activité solaire et son couplage avec le milieu interplanétaire, avec des applications en météorologie de l'espace.



3. Deux instantanés de la couronne en ondes radio ($\nu=164$ MHz, $\lambda=1,83$ m) montrant entre autres l'émission d'une onde de choc (flèches). D'après Maia et Al., *Astrophys J*, 2000, 528, L49).

L'observation de la Terre



ESA/ILL/CARRILL/Pierre, 2006

Vue d'artiste du satellite Goce. C'est la première mission de référence de l'ESA dans le programme Earth Explorer.

Pascale Ultré-Guéard

Responsable du Programme d'observation de la Terre
Centre national d'études spatiales (CNES)

Grâce à leur capacité à couvrir la Terre en quelques heures ou à observer certains points du globe de façon permanente, les satellites sont un outil extraordinaire pour ausculter la planète. Ils mesurent un grand nombre de caractéristiques physiques et chimiques. Ils permettent les prévisions météorologiques, le suivi de la qualité de l'air, les prévisions de l'état de la mer. Ils surveillent les activités humaines, l'occupation des sols, la déforestation, l'état des ressources naturelles. Ils aident à la gestion des catastrophes naturelles, au suivi des pollutions¹. La combinaison des observations satellitaires avec les observations *in situ* (sols, ballons, avions, bouées, etc.), et les modèles physiques, permet de faire face à trois préoccupations majeures actuelles que sont le climat, l'environnement et la sécurité.

Faire face à 3 préoccupations majeures : le climat, l'environnement et la sécurité

Concernant le climat, l'Interféromètre atmosphérique de sondage infrarouge (IASI) mesure les radiations infrarouges émises par la Terre. Il a été conçu pour

des sondages météorologiques d'une très grande précision et permet d'améliorer les prévisions à moyen terme. Il est aussi conçu pour analyser la chimie de l'atmosphère dans le but d'estimer et de suivre les gaz traces tels que l'ozone, le méthane ou le monoxyde de carbone, à l'échelle mondiale. IASI a ainsi permis de mettre en évidence des émissions d'ammoniac importantes au dessus de l'Inde.

Jason 2-OSTM, lancé le 20 juin 2008, mesure le niveau des océans avec une précision absolue de 3 à 4 cm ainsi que la hauteur des vagues et la vitesse des vents. Le satellite Smos, lancé le 2 novembre 2009, permet de mieux caractériser l'humidité des sols et la salinité des océans, deux paramètres essentiels à la compréhension du cycle de l'eau et des grands courants océaniques.

L'année 2010 a vu le lancement de la mission Cryosat, mission ESA² pour la mesure des glaces. En 2011, il est prévu de lancer Megha-Tropiques, mission en coopération avec l'Inde pour l'étude de la mousson dans les régions tropicales. Toutes ces missions sont d'un intérêt majeur pour les communautés étudiant le changement global.

Le programme européen Surveillance globale pour l'environnement et la sécurité (GMES), est lancé pour répondre aux besoins en matière d'environnement et de sécurité. Il est chargé d'apporter aux décideurs politiques et au grand public des données dans les domaines de l'océanographie, de la qualité de l'air, de l'occupation des sols, de la gestion des risques et de la sécurité.

Pour relever les défis des générations présentes et futures

Les questions de l'impact de l'homme sur son environnement, du changement climatique, de la gestion des catastrophes majeures, sont autant de défis à relever pour les générations présentes et futures : les satellites sont des éléments essentiels dans cette quête de connaissance et de gestion durable de l'environnement. Le CNES, avec ses partenaires en Europe et dans le monde, y contribue par ses missions réalisées en coopération multilatérale, par sa participation dans les programmes majeurs en Europe et par ses actions de coordination internationale.

Pour aller plus loin :

- emp.cborg.net/img/pdf/1_a_husson_panoramayotydroity_espaces.pdf (2010)

- M. Diamant et P. Ultré-Guéard, La Terre vue des satellites, *Pour la science*, octobre (2007)

1. C'était le cas, par exemple, du satellite Déméter, dont le LPC2E (Laboratoire de Physique et Chimie de l'Environnement et de l'Espace), à Orléans, a assuré le pilotage scientifique pendant toute la durée de vie du satellite, soit de 2004 à fin 2010. Déméter a permis l'analyse des signaux électromagnétiques associés aux séismes.

2. Agence Spatiale Européenne

L'agenda

Printemps 2011

de CSTI en région Centre

Retrouvez l'actualité de la CSTI
sur www.centre-sciences.org

Les expositions de Centre•Sciences

Cher

Grossouvre

Il suffit de passer le pont

Exposition interactive

Hall de Grossouvre, jusqu'au 31 décembre

Nançay

De l'arbre à la forêt

Exposition interactive

Pôle des étoiles, jusqu'au 31 décembre

Eure et Loir

Auneau

La biodiversité, notre nature pour demain

Centre culturel, espace Dagron, du 4 avril au 16 mai

Dreux

Quand les sciences parlent arabe

Exposition interactive

Médiathèque Odysée jusqu'au 2 avril

Indre

Issoudun

Planétarium

Médiathèque Albert Camus jusqu'au 28 mai

Indre et Loire

Tours

Les 5 sens - le sommeil

Bibliothèque municipale jusqu'au 16 avril

Loir-et-Cher

Blois

Les insectes bâtisseurs

Exposition interactive

Muséum, jusqu'au 18 septembre

Loiret

Gien

L'envol

Exposition interactive

Mairie de Gien, jusqu'au 17 avril

Orléans

L'arbre à la forêt

Graines de chimie, plantes de l'extrême

Mairie, du 16 au 29 mai

La nappe de Beauce

Parc floral, jusqu'au 29 avril

L'eau, la météo

Parc floral, du 29 avril au 10 juin

Un siècle sans crues

Parc floral, du 10 juin au 22 juillet

Castors d'Europe : les grands copains de la nature

Exposition

Didier Lagréze passe ses nuits avec les castors près d'Amay Le Château.

Muséum, jusqu'au 30 avril

Les animaux en ville

Exposition

La faune urbaine ne se limite pas qu'aux pigeons et aux rats.

Muséum, jusqu'à fin novembre

Planète chauve-souris

Exposition

Muséum, du 6 juin 2011 à septembre 2012

La Guerche-sur-l'Aubois

Des Maths... en somme !

Exposition de la FMRJC Centre

Salle Communale, à côté de la mairie,

les 30 et 31 mai, 16h-19h, entrée libre

Saint-Amand Montrond

Des Maths... en somme !

Exposition de la FMRJC Centre

Salle de Bal, place de la République,

les 8 et 11 avril, 16h-19h. Le samedi 9 avril,

10h-12h & 14h-19h, entrée libre

Vierzon

Demain, quel habitat ?

14^e Rencontres scientifiques

de la région Centre

Centre de congrès, le 10 mai, 9h-18h,

gratuit, tout public

Inscription : www.regioncentre.fr

Dans toute la région

Rencontres jeunes chercheurs



• à l'IUT mesures physiques de Bourges, vendredi 8 avril

• à l'IUT de Blois, samedi 9 avril

• à l'UFR sciences d'Orléans, samedi 14 mai

• à l'ASUC de Chartres, vendredi 20 mai

• à l'UFR Pharmacie de Tours,

vendredi 20 mai

Cher

Bourges

La fouille d'archéologie préventive Avaricum à Bourges : émergence et développement d'un quartier artisanal au Moyen Age

Conférence de Jacques Troadec, Mélanie Fondrillon et Emmanuel Marot du service archéologie préventive de Bourges plus Muséum, mardi 12 avril à 20h00



Eure-et-Loir

Chartres

L'approche anthropologique de la crémation dans la nécropole romaine : l'exemple de Pompéi

Conférence d'Henri Duday, directeur de recherche de classe exceptionnelle au CNRS, Directeur d'études à l'Ecole pratique des hautes études (directeur du Laboratoire de paléanthropologie de l'EPHE, 3^{ème} section), Faculté des sciences, mardi 5 avril à 20h30

Quand le vivant nourrit les mathématiques et vice-versa

Conférence de Benoit Perthame, professeur à l'université Pierre et Marie Curie de Tours Faculté des sciences, mardi 10 mai à 20h30

Autour du travail : recherches en paroles et en actes

Conférence de Frédérique Barnier, sociologue de travail à l'IUT de Bourges Faculté des sciences, mardi 7 juin à 20h30

La fin de la faim. Comment nourrir les hommes ?

Exposition
COMPA, jusqu'au 15 août



Indre

Argenton-sur-Creuse Chapeau Monsieur !

Exposition
Musée de la Chemiserie, jusqu'au 11 décembre

Exploratrices. 12 itinéraires au cœur du textile

Exposition
Musée de la Chemiserie, du 14 mai au 2 octobre

Saint-Marcel

Journées de l'archéologie

Arte, Ministère de la Culture et de la Communication, INRAP
Musée d'Argentomagus, 21 et 22 mai (sous réserve)

A la découverte du patrimoine départemental

Journées portes ouvertes du Conseil général de l'Indre
Musée d'Argentomagus, 28 et 29 mai (sous réserve)

Rendez-vous aux jardins

Ministère de la Culture et de la Communication
Sur le thème « Le jardin nourricier »
Musée d'Argentomagus, 4 et 5 juin (sous réserve)

Indre-et-Loire

Tours

La dermatologie, l'université F. Rabelais, le pôle Cosmetic valley

Conférence de Loïc Vaillant, président de l'université François Rabelais, professeur des universités
EPU, Amphi du département MS, site Dassault, jeudi 14 avril à 18h30

Exposition Edouard André

Jardin Botanique, du 6 mai au 9 octobre, 14h-17h tous les jours, entrée libre

Dimanches verts

Visites pour adultes et animations pour enfants (animations sur réservation).
Le latin de mon jardin, le 3 avril
Jardin botanique de Tours, rendez-vous à 10h devant les serres du jardin, durée 1h30 environ

L'Alliance compagnonique tourangelle

Conférence de Laurent Bastard
Musée du Compagnonnage, salle capitulaire des Celliers Saint-Julien, mardi 12 avril à 20h30, entrée à 3,40 €

Auguste Proud, un fabricant lyonnais de cannes compagnonniques

Conférence de Jean Philippon, Serge Etienne et René Teulet
Musée du Compagnonnage, salle capitulaire des Celliers Saint-Julien, vendredi 6 mai à 20h30, entrée à 3,40 €

Ours

Exposition

Muséum d'histoire naturelle, jusqu'au 15 mai

Monts

Salon des jeunes inventeurs

Espace Cocteau, les 28 et 29 mai



Loir-et-Cher

Ballan-Miré

De La Terre à l'Univers

Exposition interactive, avec planétarium gonflable muni d'un vidéo-projecteur, de la FRMJC
Salle de l'Hôtel de Ville, du 02 au 10 mai

Blois

L'hôtel-Dieu de Blois (11^e-18^e siècles) à la lumière des fouilles archéologiques.

Conférence de Pascal Joyeux, Institut national de recherches archéologiques préventives (Inrap)
Auditorium de la bibliothèque Abbé Grégoire, mardi 5 avril à 20h30

Boursay

Trognes et chemins creux

Sortie en partenariat avec l'AFFO (Association faune et flore de l'Orme)
Maison Botanique, dimanche 3 avril, rendez-vous à 14h30 place de l'église de Pervençères (Orme) ou à 13h à la Maison botanique pour co-voiturer.
Tarif : gratuit pour les adhérents et les enfants, sinon 3€ par personne

La forêt, le bois, la charte de l'arbre

Conférence du Pôle Environnement Hygiène,
Espaces verts et Loiret Nature Environnement
Muséum, jeudi 19 mai à 20h

Introduction à l'histoire du vitrail au 16^e siècle

Conférence de Michel Herold, proposée
par la DRAC Centre dans le cadre des Jeudis
du Patrimoine
Muséum, jeudi 26 mai à 18h

De la Matière à la Vie : Chimie ? Chimie !

Conférence de Jean-Marie Lehn,
Collège de France, prix Nobel de chimie
Muséum, lundi 30 mai à 18h30

Patay

De l'eau dans le Temps

exposition interactive de la FRMJC
Salle des fêtes, 12 avril, 16h30-19h30; 13 avril,
10h-12h & 14h-19h ; 14 et 15 avril, 16h30-19h30 ;
16 avril, 10h-12h & 14h-17h

Paucourt

Vacances de printemps

- Animation «forêt d'Asie», le mercredi 27 avril
- Atelier fabrication, les mercredis,
jeudis, vendredis à 15h
Maison de la forêt, du 9 avril au 6 mai

Semaine du bois

Artistes dans la forêt, sculpteurs, peintre,
plasticien, exposition, parcours en forêt
d'artistes du bois
Maison de la forêt, 7 au 15 mai

Saint-Jean-de-Braye

Scène de crime : sciences au service des enquêtes criminelles

Exposition
Section adulte à la Médiathèque,
du 1^{er} au 23 avril

Brèves

Les XXVII^e olympiades de la chimie ont
pour thématique cette année « Chimie et
Eau »,
le concours académique s'est déroulé
le 16 février dernier et a vu la victoire
de Melle Kathleen Canourgues élève de
terminale STL au lycée Jacques Monod de
Saint Jean de Braye. Melle Canourgues
rencontrera les vainqueurs des différen-
tes académies les 6 et 7 avril prochains
à Paris pour le concours national des
Olympiades. Elle sera récompensée ainsi
que 22 de ses camarades, lauréats du
concours régional, lors d'une cérémonie
organisée le 11 mai prochain au rectorat
de l'académie.

RÉCRÉASCIENCES

Miroir, dit-moi qui est la plus belle !

Il est 7 h et il est plus que temps de se lever
pour aller travailler. La salle de bain est
froide mais on est si bien sous la douche
bouillante. Le seul hic ce matin c'est cette
réunion importante qui oblige à être
impeccable. Comment faire avec ce miroir qui
est tellement embué qu'on n'y voit plus rien ?
La douche et l'augmentation importante de
la température de la pièce ont provoqué la
formation de condensation sur toutes les
surfaces froides : vitres, miroir, etc. Mais les
surfaces qui n'« aiment » pas l'eau, dites
hydrophobes, vont rester insensibles à votre
douche. Pour faire en sorte de se voir dans
le miroir, il va falloir empêcher la buée
de se former.



Samuel Roux

Faites le vous-même.

Sur un miroir à main, choisissez une
moitié sur laquelle vous frottez du savon.
Essayez-la ensuite avec un chiffon propre.
Placez alors ce miroir au-dessus d'une
casserole d'eau en ébullition juste
quelques secondes.
Attention à ne pas vous brûler.
Comparez les deux moitiés !
Comme dans la salle de bain, la vapeur
d'eau se condense sur le miroir plus froid.
Mais dans le cas de la surface traitée avec
du savon, une fine couche hydrophobe
va empêcher les gouttelettes de s'étaler.
En effet, le savon est constitué d'une

longue molécule composée d'une tête
hydrophile (qui aime l'eau) et d'une
queue hydrophobe.

En appliquant le savon sur la surface
du miroir, les têtes hydrophiles vont
s'orienter par affinité avec la surface du
verre, qui est composé entre autres de
structures également très hydrophiles
(oxydes de silicium, SiO₂).
Les queues vont alors être orientées
vers l'extérieur et former une
surface hydrophobe.
Plus d'excuse pour ne plus être
la plus belle.

COORDONNÉES DES ORGANISMES CITÉS

ACACIA

02 38 58 66 96

ARBORETUM DES BARRES

02 38 95 02 70

BLOIS SOLOGNE ASTRONOMIE

02 54 46 83 39

COLLÉGIALE ST PIERRE LE PUELLIER

02 38 54 61 05

FRMJC CENTRE

02 38 53 64 47

JARDIN BOTANIQUE TOURS

02 47 21 62 82

LE COMPA

02 37 84 15 00

MAISON BOTANIQUE DE BOURSAY

02 54 80 92 01

MAISON DE LA FORÊT PAUCOURT

02 38 98 17 59

MÉDIATHÈQUE ALBERT CAMUS

02 54 21 61 43

MUSÉE D'ARGENTOMAGUS

02 54 24 47 31

MUSÉE DE LA CHEMISERIE

02 54 24 34 69

MUSÉE DE LA MARINE DE LOIRE

02 38 46 84 46

MUSÉE DU COMPAGNONNAGE

02 47 21 62 20

MUSÉE DU VERRE ET DE SES MÉTIERS

02 38 92 79 06

MUSÉUM DE BLOIS

02 54 90 21 00

MUSÉUM DE BOURGES

02 48 65 37 34

MUSÉUM D'ORLÉANS

02 38 54 61 05

MUSÉUM DE TOURS

02 47 64 13 31

UNIVERSITÉ FRANCOIS-RABELAIS

02 47 36 66 43

La vie sur Mars : mythe ou vérité ?

Frances Westall

Directrice de recherches au CNRS
Centre de biophysique moléculaire-
CNRS-OSUC (Observatoire des Sciences
de l'Univers en région Centre), Orléans



Vue d'artiste d'une mer hypothétique sur Mars dans sa jeunesse

L'histoire de la vie sur Mars est longue. À l'échelle du temps des hommes, c'est au début du 20^e siècle que l'Américain Percival Lowell traça des canaux rectilignes sur la surface de la planète rouge, faisant immédiatement penser à des constructions sophistiquées pratiquées par des martiens technologiquement avancés. On imagina dès lors une véritable culture martienne qui alimenta une littérature fantastique. Or, il s'avère que M. Lowell fit une mauvaise traduction de l'italien « canali » de Giovanni Schiaparelli, qui, observant la planète depuis la Terre, avait décrit des chenaux, qui, par la suite, se sont révélés être des artefacts d'observation.

En passant du mythe à la réalité, les premières missions Mariner qui survolèrent Mars révélèrent une planète déserte, dépourvue d'eau. De plus, dans les années 70, les atterrisseurs n'ont trouvé aucune trace de vie. Alors, pourquoi s'obstine-t-on à chercher la vie sur Mars ?

Mars était habitable dans sa jeunesse

La dernière décade a vu nos connaissances de Mars s'enrichir énormément, grâce aux données des missions orbitales et des analyses *in situ* fournies par les robots. Nous savons maintenant que Mars était habitable dans sa jeunesse et ressemblait beaucoup à la Terre primitive. Comme le début de la vie terrestre a laissé des traces fossiles, il est raisonnable de penser que la vie martienne en a fait autant, à condition, bien sûr, qu'elle y soit apparue. Mais quels sont les critères d'habitabilité ? Pour que la vie apparaisse, il faut que soient réunis des molécules carbonées, les éléments essentiels (H, N, O, P, S

et les métaux de transition), de l'eau liquide et une source d'énergie, et tout cela dans un milieu stable (mais pas trop) sur une échelle de temps assez longue, de plusieurs centaines de milliers à quelques millions d'années.

À l'instar de la Terre primitive, Mars possédait tous ces ingrédients et son atmosphère ne contenait pas d'oxygène, une absence essentielle pour l'origine de la vie. Notons toutefois que les planètes Terre et Mars (et aussi Vénus) connaissaient des conditions environnementales extrêmes dans leurs jeunesse. On pense dès lors que la vie sur Terre a pu apparaître au voisinage de sites privilégiés tels que les sources hydrothermales, présentes également sur Mars.

Une évolution géologique très différente de celle de la Terre

Cependant, si la vie est apparue sur Mars, elle a disparu de sa surface. Que s'est-il donc passé pour que la planète rouge devienne inhospitalière à ce point ? La planète a connu une évolution géologique très différente de celle de la Terre. Étant plus petite que la Terre, elle s'est refroidie plus vite, perdant son atmosphère et son eau. Une partie de cette dernière se trouve gelée et enfouie dans le sous-sol, l'autre partie étant perdue pour toujours, éjectée dans l'espace. En plus des conditions désertiques, la surface de Mars est balayée par des radiations ionisantes létales et renferme des oxydants qui détruisent la matière organique. Donc, aujourd'hui, point d'habitabilité à la surface. L'arrivée précoce de conditions inhospitalières sur Mars a arrêté l'évolution d'une vie martienne (si elle est apparue) à un stade très primitif,

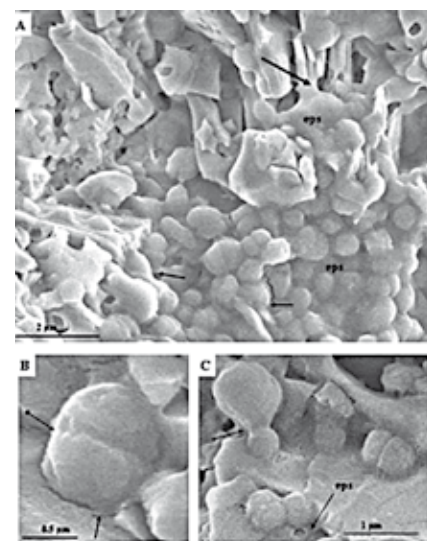
semblable à des microorganismes mangeurs de roches et de matière organique (cadavres). Une vie plus sophistiquée, comme les organismes capables d'utiliser la lumière (source d'énergie renouvelable), n'a probablement pas eu le temps de se développer.

Une vie souterraine prête à resurgir ?

Et s'il y avait encore de la vie sur Mars dans son sous-sol ? La croûte terrestre est parsemée de fractures permettant à la vie de pénétrer dans les profondeurs. Transportées par les fluides, des cellules se sont peut-être réfugiées dans la croûte martienne, loin des conditions néfastes régnant à sa surface. Préservées et congelées dans la cryosphère, elles attendent peut-être qu'un impact ou une activité volcanique les dégèlent.

Les prochaines missions martiennes ont pour objectif d'identifier des sites où la vie aurait pu se développer et de chercher des traces de vie fossile, mais également des traces de vie présente (sait-on jamais!). Pour la vie fossile, il faut la rechercher dans les terres très anciennes, vieilles d'environ 4 milliards d'années qui recouvrent d'ailleurs une grande partie de la surface de la planète... l'histoire de la vie sur Mars est très ancienne !

Pour aller plus loin : <http://www.nirgal.net/>



Images de microscopie électronique à balayage.

Traces fossiles de microorganismes lithotrophes dans des sédiments anciens terrestres. La vie martienne aurait pu ressembler à ces organismes.

Les planètes extrasolaires

La découverte des nouveaux mondes

Alain Lecavelier des Étangs

Astrophysicien au CNRS
Institut d'astrophysique de Paris, CNRS-UPMC (Université Pierre et Marie Curie)

Le Soleil est une étoile ordinaire parmi les quelques centaines de milliards d'étoiles qui peuplent la Galaxie. Mais alors, que se passe-t-il pour les autres étoiles ? Ont-elles des planètes en orbite ? Ces questions se posent depuis des siècles. Et, même si les astronomes sont depuis longtemps convaincus que le Soleil ne doit pas être une exception, il n'y en avait aucune preuve jusqu'au milieu des années 90. Tout a changé il y a une quinzaine d'années avec les premières découvertes de planètes extrasolaires ou « exoplanètes », qui tournent autour d'étoiles différentes du Soleil. La question multiséculaire a trouvé sa réponse : oui, il existe des systèmes planétaires en grand nombre dans l'univers.

Les planètes extrasolaires : une diversité inattendue

Aujourd'hui, plus de 500 exoplanètes ont été découvertes et nous pouvons d'ores et déjà faire un premier bilan. S'il ne fallait retenir qu'un mot, ce serait la *diversité* : la présence de planètes était attendue, mais leur diversité fut une réelle surprise. On trouve des planètes géantes gazeuses extrêmement proches de leur étoile et qui orbitent en quelques jours. On trouve également des planètes sur des orbites très excentriques qui frôlent leur étoile avant de s'éloigner pendant plusieurs mois. Certaines planètes n'ont aucun équivalent dans le système solaire, comme les planètes dont la masse se situe entre deux et dix fois la masse de la Terre. Parmi les planètes les moins massives, la planète CoRoT-7b, découverte par le satellite franco-européen CoRoT, est une planète rocheuse. Mais elle n'est pas propice au développement de la vie, car elle est trop proche de son étoile : à 1/60 de la distance Terre-Soleil, elle parcourt son orbite en 20 heures ! Or, pour que la vie se développe, on pense qu'il faut un habitat avec de l'eau liquide, c'est-à-dire une planète solide à bonne distance de son étoile.

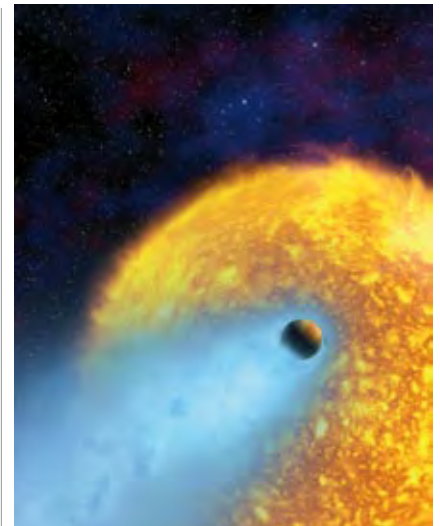
Ces dernières années, une nouvelle étape de l'exploration de ces nouveaux mondes a été franchie avec la détection de l'atmosphère de quelques exoplanètes. Pour les deux exoplanètes HD209458b et HD189733b, on a détecté une perte de gaz de l'atmosphère chauffée par l'étoile très proche. L'analyse approfondie des atomes (carbone, oxygène, sodium et potassium) et des molécules, dans l'atmosphère, révèle les conditions de température et de pression qui règnent dans ces gigantesques boules de gaz.

La recherche de planètes habitables

Dès maintenant, on envisage les prochaines étapes qui seront la recherche de planètes habitables et le sondage de leur atmosphère pour y rechercher des signatures de la vie. Pour ne citer que les projets pour la prochaine décennie, la mission PLATO, de l'Agence spatiale européenne (ESA), permettra de trouver de petites planètes rocheuses à bonne distance de leurs étoiles pour être habitables, et le télescope JWST qui remplacera le télescope Hubble sera un télescope très puissant pour voir les atmosphères qui abritent une activité chimique intense qui laisserait supposer la présence de vie. Il n'est peut-être pas très loin le moment où l'on saura de manière certaine que notre petite planète bleue n'est pas seule dans l'univers.

Un coucher de Soleil vu d'Osiris Simulation d'un coucher de soleil vu d'Osiris.

Imaginez que vous êtes dans un ballon flottant dans l'atmosphère de la planète extrasolaire HD209458b, alias Osiris. L'étoile est très proche et apparaît 20 fois plus grosse que le Soleil vu de la Terre. La lumière diffusée par le sodium de la haute atmosphère donne au ciel une couleur pourpre. Le ballon se déplace emporté par des vents rapides. L'étoile se rapproche de l'horizon, devient moins éblouissante et vire au cyan. Quand ce soleil gigantesque se couche à l'horizon, il est devenu vert, flottant dans un ciel pourpre au dessus, cyan au dessous. Puis tout devient vert, un vert de plus en plus sombre laissant place à la nuit.



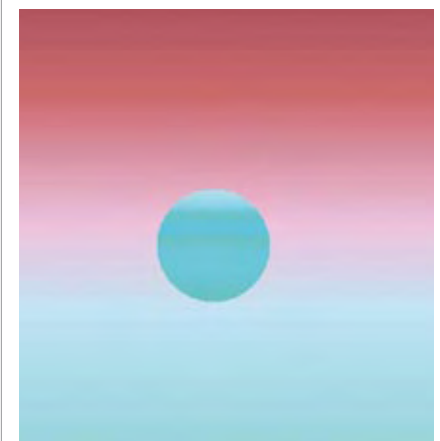
ESA, Alfred Vidal-Madjar (IAP, CNRS) et NASA

Une planète s'évapore Vue d'artiste de l'évaporation de la planète extrasolaire HD209458b, alias Osiris.

Cette planète est chauffée par son étoile qui est très proche et elle perd 10 000 tonnes d'hydrogène par seconde. Toutefois, cette perte de masse n'altère pas cette planète géante gazeuse qui perdra ainsi seulement quelques pour cent de sa masse tout au long de sa vie

Pour en savoir plus :

Le ciel et les étoiles, sans complexe par
Alain Lecavelier des Étangs & Emilie Martin
(Editions Hugo & C^{ie}).



Alain Lecavelier des Étangs (IAP, CNRS-UPMC)

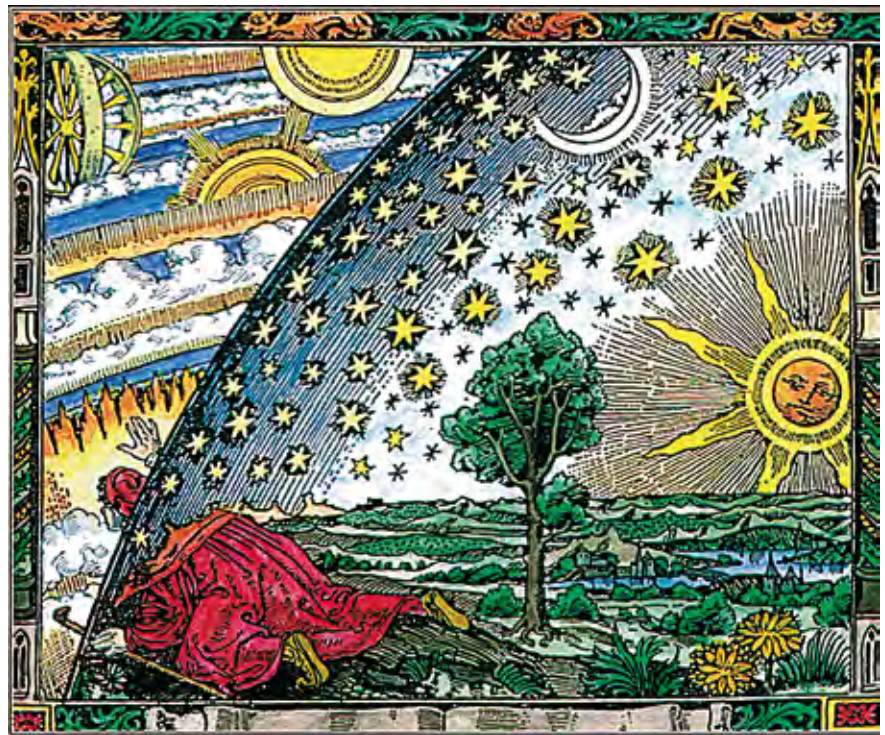
Fascinant univers

#Jacques Arnould, CNES.

Chargé de mission pour les questions éthiques au Centre national d'études spatiales

« Un néant à l'égard de l'infini, un tout à l'égard du néant, un milieu entre rien et tout » : je ne vois guère de résultats des recherches scientifiques actuelles qui mettent en défaut ce fragment 72 des *Pensées* de Pascal. Bien au contraire, les travaux menés grâce au Grand collisionneur de hadrons¹ du CERN (LHC, Large Hadron Collider) ou au télescope spatial Hubble, à ses homologues terrestres et à leurs successeurs, lui apportent plutôt une actualité et une confirmation chaque jour plus évidentes. Pour autant, nous ne sommes pas devenus les héritiers de Pascal, mais plutôt ceux de Descartes et de sa célèbre invitation à « nous rendre comme maîtres et possesseurs de la nature » (*Discours de la méthode*). À la contemplation silencieuse et tremblante que « ces deux abîmes de l'infini et du néant » imposaient à Pascal, nous avons préféré relever le défi de leur exploration et de leur conquête.

Ainsi n'hésitons-nous pas à placer autour de la Terre des satellites de télécommunication, d'observation et de localisation, à envoyer vers l'espace plus lointain des sondes d'exploration qui pourraient être les précurseurs d'une exploitation d'astéroïdes et de planètes avoisinantes. L'espace, autant qu'un lieu, est un mouvement, une entreprise de l'humanité : l'espace est ce que nous y faisons, ce que nous en faisons. Il est devenu une réalité technique dont « la limite ne se veut plus tracée que par les limites de nos connaissances » (Jean-Jacques Salomon), tant scientifiques que techniques ; ce faisant, il est aussi motif d'enjeux sociaux, politiques et éthiques. Et le néant (ou, pour le moins, de ce qui est longtemps apparu comme tel à nos sens humains) a subi le même sort que l'infini : après avoir suscité crainte et admiration, il est devenu lui aussi une réalité technique, le lieu et l'objet de projets scientifiques et d'innovations technologiques ; j'entends ainsi évoquer le monde des nanotechnologies.



AD91-47/437

Avons-nous pour autant cessé de trembler ? Déclaré illimité plutôt qu'infini, l'univers n'en est-il pas toujours aussi effrayant ? Que dissimule le mur de Planck placé en direction de l'énigmatique *big bang* ? Où nous entraîne cette explosion originaire ? « Ne sommes-nous pas précipités dans une chute continue ? » s'interroge Nietzsche, dans le *Gai Savoir*. « Ne sentons-nous pas le souffle du vide ? Ne fait-il pas plus froid ? Ne fait-il pas nuit sans cesse et de plus en plus nuit ? Ne faut-il pas allumer les lanternes dès le matin ? » Terrible apparaît aujourd'hui la solitude d'une humanité que les sciences modernes ont dépouillée de bien des illusions métaphysiques et religieuses : sans Dieu, sans Autre, elle semble perdue et livrée à elle-même, au sein d'un univers devenu indifférent.

Ainsi en suis-je persuadé : jamais l'univers n'a été aussi fascinant pour les humains, j'entends attirant et effrayant tout à la fois. Jamais, par conséquent, il n'a autant mobilisé les sentiments humains les plus profonds, les désirs et les attentes, les peurs et les craintes qui constituent la singularité même des membres de notre espèce. Jamais, enfin, n'est apparu aussi approprié le propos humaniste : « Concentrer le monde aux dimensions de l'homme ; dilater l'homme aux dimensions du monde. »

Quelques ouvrages :

J. Arnould. *La Seconde Chance d'Icare. Pour une éthique de l'Espace*, Cerf, 2001.

J. Arnould. *La marche à l'étoile. Pourquoi sommes-nous fascinés par l'espace ?*, Albin Michel, 2006.

J. Arnould. *Qu'allons-nous faire dans ces étoiles ? De l'éthique dans la conquête spatiale*, Bayard, 2009.

J. Arnould. *La Terre d'un clic. Du bon usage des satellites*, Paris, Odile Jacob, 2010.

J. Arnould. *Une fenêtre sur le ciel. Dialogues d'un astrophysicien et d'un théologien* (avec Marc Lachièze-Rey), Bayard, 2010.

Un lien : www.cnes.fr



« Vauc'en Sciences », une formule qui fonctionne

Emmanuel THIBAULT

professeur de physique-Chimie
Lycée Vaucanson,
coordonnateur de Vauc'en Sciences

Pour la 4^e année consécutive, du 10 au 17 décembre 2010, le lycée Vaucanson de Tours a participé à la Fête de la Science en proposant une formule qui lui est propre : les élèves du lycée ont présenté à un public, composé essentiellement de collégiens et d'élèves de primaires¹, des stands aux thèmes divers dont ils ont été les guides et les animateurs ! Cette année, 350 élèves ont visité « Vauc'en Sciences » !

14 stands et ateliers interactifs

14 stands interactifs ont été proposés, permettant de mettre en valeur des spécificités du lycée comme la robotique et l'électrotechnique ou l'engagement de l'établissement dans Agenda 21.

Nouveauté de cette édition, deux collèges ont animé un stand : les élèves du collège Henri Bergson ont proposé un travail sur les indicateurs colorés et ceux du collège La Bruyère sur les mathématiques et la superstition. Commentaire d'un professeur du collège Bergson : « les élèves ont tous été enchantés par les expériences de tous, variées et bien expliquées. Ceux qui ont fait les expériences seraient prêts à recommencer... demain ! »

L'implication des lycéens et l'appui de l'équipe enseignante

Chaque année, l'implication des élèves procure toujours autant de plaisir. Certains se révèlent à travers cette manifestation, car ils sont acteurs et non plus récepteurs. Ils passent de l'expérimentation à l'explication avec le réel souci de se faire comprendre. Cette année, les élèves de seconde se sont fortement investis, bénéficiant de programmes et outils divers : accompagnement personnalisé de plusieurs semaines, enseignement exploratoire « méthodes et pratiques scientifiques », matériel du BTS optique du lycée.

Ils ont pu restituer le fruit de ces enseignements : manipulations de physique et de chimie (autour de la pression et des couleurs) ; différences entre lampes à incandescence et



Lycée Vaucanson

lampes basse consommation ; fonctionnement d'un densimètre pour déterminer la concentration massique en sucre d'un jus de raisin.

Stéphane Blardat, proviseur, conclut : « Cette fête s'appuie sur les enseignements reçus dans toutes les matières scientifiques. Il s'agit bien du contenu des cours que les élèves présentent avec cœur. Ils sont, bien sûr, soutenus par notre équipe d'enseignants et de préparateurs, qui effectuent un gros travail pour cette manifestation ! »

Les partenaires et parrainages

Grâce au partenariat avec Centre•Sciences et au projet éducatif « Apprentis et lycéens citoyens », de la Région Centre, « Vauc'en Sciences » a pu organiser des actions qui sont venues étoffer la programmation : la venue d'un planétarium de la FRMJC

(Fédération régionale des maisons des jeunes et de la culture) et l'organisation de conférences scientifiques.

Maurice Chapelier, ancien conseiller scientifique du Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA) a assuré celle autour de la radioactivité. Pierre Encrenaz, académicien des Sciences et astrophysicien français, parrain de la manifestation, venu parler des résultats du satellite Hershell, a fait ce commentaire : « Encore merci de votre confiance, en m'invitant et en nous soignant comme vous l'avez fait. Cette soirée et les exposés des jeunes sont un moment de bonheur ».

1. Comme les autres années, dès le début de l'année scolaire, l'équipe éducative du lycée Vaucanson a proposé aux élèves des écoles primaires et des collèges de participer à un concours. Les primaires pouvaient participer, cette année, à un concours d'affiche sur la biodiversité, et les collégiens à un concours de planeurs.

L'Académie d'Orléans et le partage des savoirs scientifiques



L'Académie d'Orléans (agriculture, sciences, belles-lettres et arts) est l'héritière de sociétés savantes créées au XVIII^e siècle et notamment de la Société royale d'agriculture de la généralité d'Orléans, fondée en 1761. Supprimée en 1793 par la loi Le Chapelier, elle fut refondée en 1809 sous le nom de Société d'agriculture, sciences, belles-lettres et arts, nom qu'elle portera pendant près de deux siècles avant de prendre celui d'Académie d'Orléans, le 11 juin 1996.

Les 60 membres titulaires et les membres correspondants représentent de larges domaines de connaissances allant des sciences agricoles, physiques, naturelles, médicales,

économiques et humaines aux belles-lettres et arts, plus spécialement en rapport avec Orléans et le département du Loiret. Ils s'attachent à diffuser le fruit de leurs travaux et à partager les connaissances avec le public en organisant des séances et des colloques publics.

« Le Printemps de l'Académie » consacre chaque année une journée entière à un thème favorisant des croisements de connaissances par rapport à une question d'actualité scientifique ou sociétale. L'édition 2011 déborde largement le cadre régional puisqu'il s'agit de l'exploration de l'univers, du big bang à l'homme.

Le siège de l'Académie, une maison rue du docteur Antoine Petit à Orléans où le médecin installa une consultation médicale gratuite au XVIII^e siècle, étant trop exigu pour recevoir le grand public, l'Académie apprécie particulièrement l'accueil que lui réserve le Muséum d'Orléans. Elle apprécie également la qualité du partenariat avec Centre•Sciences qui lui ouvre les colonnes de la revue Covalences et participe à l'organisation du colloque du Printemps de l'Académie.

PROGRAMME :

09h00 : Introduction

par Joseph Picard, président de l'Académie, Serge Grouard, maire d'Orléans, (sous réserve) et André Brack, Académie d'Orléans

09h15 : L'univers revisité

par Marius Ptak, Professeur émérite des universités, Orléans, Académie d'Orléans

10h00 : Du big bang aux galaxies : la formation de l'univers

par Marc Lachièze-Rey, Directeur de recherches au CNRS, laboratoire astroparticules et cosmologie (APC)

11h15 : La formation des étoiles et des planètes

par Michel Tagger, Directeur du Laboratoire de Physique et Chimie de l'Environnement et de l'Espace (LPC2E), CNRS/Université d'Orléans

12h00 : Le Soleil aujourd'hui

par Karl-Ludwig Klein, Astronome au Laboratoire d'études spatiales et d'instrumentation en astrophysique (LESIA), Observatoire de Paris

14h00 : L'observation de la Terre

par Pascale Ultré-Guérard, responsable du programme d'observation de la Terre, Centre national d'études spatiales (CNES)

14h45 : La vie sur Mars : mythe ou vérité ?

par Frances Westall, Directrice de recherches au CNRS, Centre de biophysique moléculaire-CNRS-OSUC (Observatoire des Sciences de l'Univers en région Centre), Orléans

16h00 : Les planètes extrasolaires.

La découverte des nouveaux mondes

par Alain Lecavelier des Étangs, astrophysicien au CNRS, Institut d'astrophysique de Paris, CNRS-UPMC (Université Pierre et Marie Curie)

16h45 : Fascinant univers

par Jacques Arnould, chargé de mission pour les questions éthiques au Centre national d'études spatiales

20^E ÉDITION DE LA FÊTE DE LA SCIENCE DU 12 AU 16 OCTOBRE 2011



Vous avez un projet ?

Contactez la coordination régionale :
Centre•Sciences, CCSTI de la région Centre
72, Faubourg de Bourgogne
45000 Orléans

Tél : 02 38 77 11 06
Fax 02 38 77 11 07
Mél : centre.sciences@wanadoo.fr
www.centre-sciences.org

J'adhère à Centre•Sciences

comme personne physique (15€)

Nom, prénom _____

comme personne morale (80€)

Etablissement _____

Représenté par _____

Adresse _____

Tél _____ Fax _____

Mél _____

Je joins un chèque de _____ à l'ordre de Centre•Sciences

ou un bon de commande.

Je souhaite recevoir une facture

Bulletin d'adhésion

Bulletin d'abonnement à

covalences

Je joins un
chèque de 15€
à l'ordre de
Centre•Sciences.

Je m'abonne à la revue Covalences, pour un an, 4 numéros

Nom _____ Prénom _____

Adresse _____

Tél _____ Mél _____

Bulletin à adresser à Centre•Sciences, 72, Faubourg Bourgogne, 45000 Orléans Tél : 02 38 77 11 06 / Fax : 02 38 77 11 07. Mél : centre.sciences@wanadoo.fr

Les informations recueillies sont nécessaires pour votre adhésion. Elles font l'objet d'un traitement informatique et sont destinées au secrétariat de l'association.

En application des articles 39 et suivants de la loi du 6 janvier 1978 modifiée, vous bénéficiez d'un droit d'accès et de rectification aux informations qui vous concernent.

14^e
Rencontres
scientifiques
de la
région
Centre



Demain
quel habitat?

**Tout
public**

Centre de congrès de VIERZON

mardi 10 mai 2011

de 9h00 à 18h00

Journée gratuite sur inscription au : www.regioncentre.fr
contact : RS2011@regioncentre.fr

