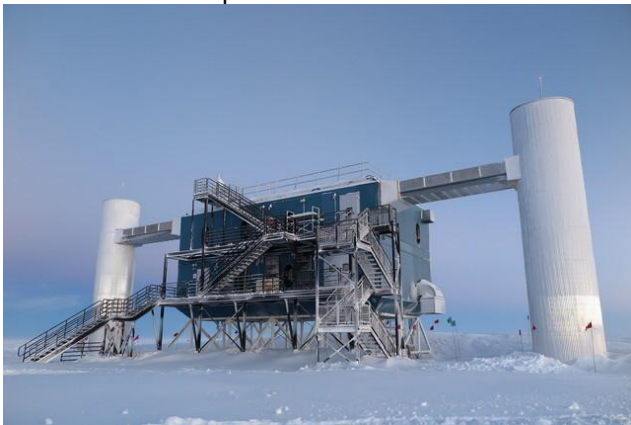


Une nouvelle façon de faire de l'astronomie ? Oui, en traquant les neutrinos encore jamais détectés auparavant

Le télescope à neutrinos existe : c'est le **ICE CUBE** de 1km de côté construit dès 2010 en Antarctique à proximité de la base américaine Amundsen-Scott, située à 250 m du pôle Sud.



Les neutrinos sont des particules furtives, de masse presque nulle, se propageant à des vitesses proches de celle de la lumière dans le vide. Leur charge électrique est nulle ce qui explique pourquoi ils interagissent si rarement avec la matière. Nuit et jour on est traversés par des millions de neutrinos à chaque seconde sans laisser de trace. Le projet ICE CUBE vise à utiliser les neutrinos pour étudier des phénomènes cosmiques lointains, en particulier certains processus parmi les plus violents dont on pense qu'ils produisent les rayons cosmiques, ces particules qui bombardent aussi la Terre en permanence.

Le programme ICE CUBE s'intéresse surtout aux neutrinos de haute énergie, d'autant plus rares et difficiles à observer.

La direction de ces particules pointe, dans le ciel, vers l'événement cosmique qui les produit : c'est une nouvelle façon de faire de l'astronomie.

C'est en 2012 que des signaux encore jamais vus apparurent sur les écrans du laboratoire. Il s'agissait de la détection de deux neutrinos d'une énergie plus de mille fois supérieure à celle des neutrinos les plus énergétiques jamais produits par un accélérateur sur Terre, et près de un milliard de fois celle des neutrinos régulièrement émis par le Soleil. On les a appelés BERT et ERNIE. Depuis, plusieurs dizaines d'autres neutrinos

de ce type furent détectés. Maintenant, ce laboratoire cherche à identifier l'endroit d'où ils proviennent et comment ils ont acquis une telle énergie.

Supernova ? Autres explosions stellaires nommées sursauts gamma – à l'origine aussi de la production de rayons cosmiques ?

Les rayons cosmiques qui bombardent constamment la Terre sont constitués de protons et d'autres particules chargées de très haute énergie. Plus d'un siècle après leur découverte on ignore toujours quels processus les engendrent. Quand ils arrivent sur Terre on ne peut pas déterminer leur lieu d'origine dans l'Univers parce que ces particules ne se déplacent pas en ligne droite. Du fait de leur charge électrique elles sont déviées par les champs magnétiques galactiques et intergalactiques. Leur parcours s'en trouve brouillé et il est impossible de savoir quel chemin ils ont parcouru. Mais, par chance, la théorie suggère qu'ils interagissent aussi avec des photons sur leur lieu de naissance, et produisent alors des neutrinos.

Les neutrinos eux, se déplacent en ligne droite, ignorant la matière et les champs magnétiques sur leur passage. Par conséquent, les neutrinos pointent directement vers leur source et celle des rayons cosmiques.

Le détecteur ICE CUBE consiste en 1 km cube de glace équipé d'un réseau de capteurs optiques qui enregistrent l'émission lumineuse accompagnant l'interaction du neutrino avec la matière. Les neutrinos de haute énergie qui intéressent les physiciens ici, ont d'abord traversé la Terre puis la glace avant de percuter un atome. Ils apparaissent alors comme des explosions de lumière : Bert, Ernie, Big, Bird, ce sont là le nom des premiers neutrinos de haute énergie captés dans le ICE CUBE. Les physiciens traquent aussi des signaux de neutrinos produits par des interactions avec le fond diffus cosmologique. L'énergie d'un tel neutrino serait un millier de fois celle des autres neutrinos cosmiques.

Remarque: d'autres expériences sont menées dans la Méditerranée également pour capter des neutrinos notamment au large des côtes varoises à 2500 mètres de fond : expérience Antares.

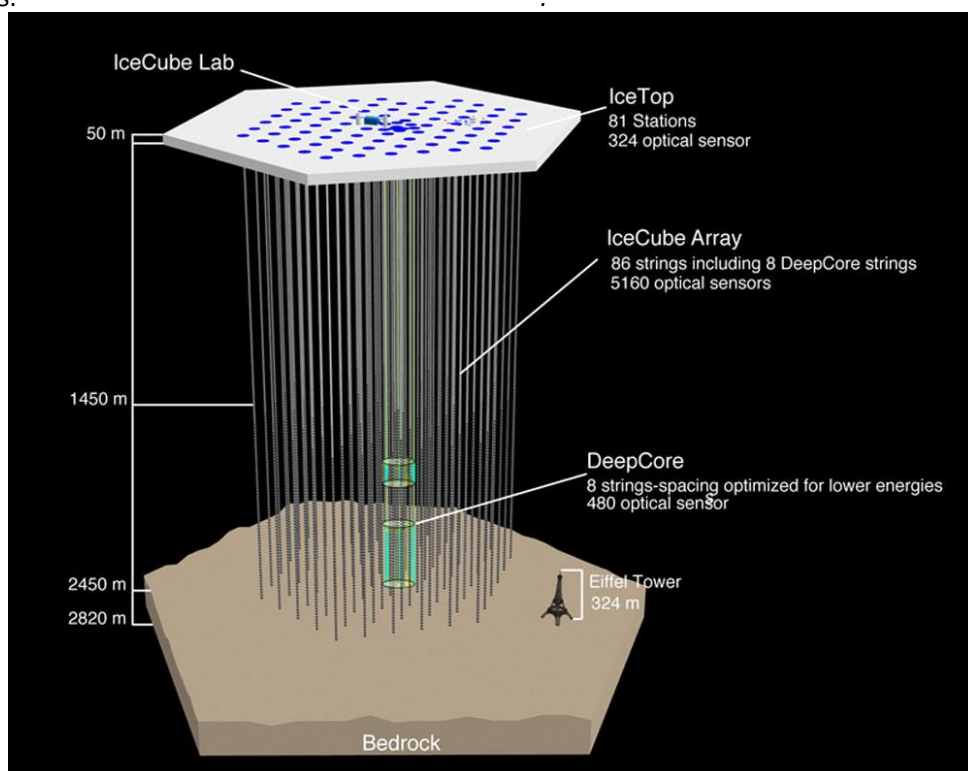
D'où, dans l'Univers, ces neutrinos proviennent-ils?

C'est la grande question à laquelle tentent de répondre les physiciens travaillant dans le ICE CUBE et pour Antarès, entre autres. Il semble qu'un nombre important de neutrinos proviennent du centre de la Voie lactée, dont BERT qui reste l'un des neutrinos les plus énergétiques jamais observés et qui provient à moins de 1 degré du centre galactique. Le centre galactique regorge de vestiges de supernova et contient en outre un trou noir supermassif, autant de sources possibles de ces neutrinos. En comparant ces directions à la position d'objets connus, tels que des galaxies abritant un noyau massif ou des sites de sursauts gamma, il sera possible de déterminer certaines des sources de rayons cosmiques.

ICE CUBE commence seulement à gratter la surface des découvertes possibles. L'expérience est construite pour durer vingt ans, peut-être plus. Une équipe propose déjà de construire un détecteur étendu utilisant environ 10 km de cubes de glace, soit une dizaine de fois le volume d'ICE CUBE. Grâce à cette taille augmentée il serait possible de collecter suffisamment de neutrinos cosmiques pour déterminer d'où ils émanent, eux et leurs cousins les rayons cosmiques.

Francine Grandjean

*Références : Pour la Science, no 460, février 2016
www.icecube.wisc.edu*



Hommage à André Brahic (1942 – 2016)

Astronome et professeur à l'université Paris 7, découvreur des anneaux de Neptune en 1984

Entre les premiers hommes sur Terre et l'arrivée sur la Lune, il s'est écoulé moins de trois millions d'années, c'est-à-dire un temps très court face à l'âge de l'Univers de 13,7 milliards d'années. Loin de la folie de nos ancêtres qui croyaient que la Terre et l'Homme étaient au centre de l'Univers, nous ne pouvons qu'être éblouis par l'intelligence des hommes qui ont compris tant de choses en si peu de temps.

Même si l'obscurantisme et l'irrationnel sont encore présents dans le monde contemporain, même si les hommes se sont souvent rendus coupables de massacres et d'intolérance, même si les



fondamentalistes de tous bords et les marchands d'illusions s'agitent ici ou là, les bonnes nouvelles scientifiques s'accumulent et nous devons être très optimistes sur la suite de notre histoire en n'oubliant jamais que seules l'éducation, la recherche et la culture nous permettront de progresser.

Diffuser les sciences auprès du public est essentiel dans la lutte contre l'obscurantisme.

Il est bon de ne pas laisser faire, disait André Brahic.

Jean Oberhaensli

Anticythère: la machine mystérieuse

Rien que l'évocation de son nom énigmatique nous fait rêver. Par «anti», il faut comprendre «en face», car l'île d'Anticythère se trouve en face de Cythère, localisée à un point stratégique, entre la Crète et le Péloponnèse, sur une route maritime multiséculaire.



La découverte

Le mécanisme fut découvert en 1900. Une tempête de printemps surprit l'équipage du capitaine Kontos, des pêcheurs d'éponges qui s'en retournaient vers leur île de Symi. Cette tempête les obligea à se réfugier près de l'île Anticythère. Une fois le calme revenu, ils plongèrent sur place. Ce ne fut pas des éponges qu'ils trouvèrent, mais un fabuleux trésor. Ils avaient découvert une épave sur laquelle ils distinguèrent des formes humaines : des statues. Ils prévinrent le gouvernement grec, qui dépêcha trois navires et des plongeurs d'éponges afin de renflouer l'épave qui gisait à plus de 40 mètres de fond. Durant dix mois que dura l'expédition, un trésor incroyable fut mis à jour, des statues, des bijoux et bien d'autres choses encore, désigné aujourd'hui par le nom de «trésor d'Anticythère».

Dans l'enthousiasme de la découverte, personne ne prêta attention à trois fragments de bronze corrodés, couverts de concrétion, entreposés au musée archéologique avec les pièces d'une statue magnifique. Lors de la reconstitution de la statue, une étude plus poussée des fragments dévoila des engrenages et des cadrans inscrits en grec ancien. Cet artefact délabré devint «le mécanisme d'Anticythère», qui provoqua émoi et stupéfaction. En effet avant cette découverte, l'Antiquité n'avait jamais fourni des engrenages, aiguilles et cadrans de cette finesse. De plus, depuis cette découverte, rien de semblable n'a été trouvé : ce mécanisme demeure unique.

Le mécanisme

Ce mécanisme bien mystérieux constitué de 82 fragments date de 120 ans avant J.-C. Il s'agit du plus ancien instrument scientifique. Un véritable ordinateur analogique destiné à l'astronomie et dont le niveau de miniaturisation est comparable à celui des horloges du 18ème siècle ! En effet, ce volume réduit, 33 cm de haut, 17 cm de large et 9 cm d'épaisseur, abritait non moins de 30 roues dentées. Les portes de la boîte arborent encore un texte gravé de 3000 caractères, un véritable manuel permettant d'utiliser le mécanisme. Il était composé de trois cadrans, celui garnissant la face avant, permettait de déterminer la position du Soleil dans le zodiaque, ainsi que la correspondance de la date du jour avec le calendrier égyptien. Une sphère minière mi-blanche indiquait les phases de la Lune et, selon toutes probabilités, il existait aussi une indication planétaire, hélas aujourd'hui disparue. La face arrière présente en haut la position du jour dans le cycle métonique* (cycle de 19 ans solaires, égaux à 235 mois synodiques** lunaires). Et en bas, un autre cadran en spirale donnant la position dans le cycle du Saros*** (valant 223 mois synodiques ou 18 ans, 11 jours et 8 heures, ce cycle est lié à la récurrence des éclipses dans des conditions semblables).

L'usage de cette boîte est encore fortement débattu : astrologie, détermination des dates des fêtes religieuses, prédiction de la date des Jeux Olympiques, mini-planétarium? Nul ne le sait avec certitude. Toutefois, Cicéron mentionne 2 instruments similaires, donc ces réalisations n'étaient pas totalement exceptionnelles, elles regroupaient dans une simple boîte tous les savoirs de l'époque sur l'astronomie et l'ingénierie. Mais comment ce savoir a pu se perdre durant plus d'un millénaire après l'Antiquité.

** Le cycle de Méton ou cycle métonique, période de 235 lunaisons imaginée au Ve siècle avant J.-C par l'astronome athénien Méton pour mettre en accord l'année solaire et l'année lunaire*

*** Un mois lunaire synodique, couramment appelé lunaison, est l'intervalle entre deux nouvelles lunes consécutives. Le mois synodique vaut environ 29,530 588 85 jours.*

**** Le saros est, en astronomie, une période de 223 mois synodiques (18 ans 11 jours ou 18 ans 10 jours s'il y a 5 années bissextiles dans l'intervalle) qui peut être utilisée pour prédire les éclipses de Soleil et de Lune. Un saros après une éclipse, le Soleil, la Terre et la Lune retrouvent approximativement la même géométrie relative et une éclipse presque identique se produit.*

Michel Zambelli & Geneviève Stucky Muret

Références : L'astronomie des anciens de Yaël Nazé et L'Astronomie revue de septembre 2016

ASTRO JUNIOR

Comment est organisé le Système solaire ?

Le Système solaire est de plus en plus connu grâce aux nombreuses observations réalisées par les astronomes, ainsi qu'aux sondes envoyées depuis près de 50 ans. En son centre se trouve notre étoile, le Soleil, avec dans sa banlieue proche 4 planètes telluriques ou solides, dans l'ordre Mercure, Vénus, la Terre et Mars. Au-delà de Mars se trouve une zone de transition appelée ceinture d'astéroïdes. Un peu plus loin encore, on rencontre les planètes géantes et gazeuses, Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune. Elles sont chacune accompagnées de nombreux satellites et d'anneaux. Au-delà de ces planètes se trouve la ceinture de Kuiper qui rassemble des centaines de petits corps glacés. Enfin, un nuage de poussières et de glace, appelé nuage d'Oort, engloberait tous les objets connus du Système solaire. Le nuage d'Oort est notamment le refuge des comètes !

Les solstices ?

Les solstices sont les moments où la différence de durée entre jour et nuit est la plus importante. Lors du solstice d'été, vers le 21 juin, le Soleil se lève au nord-est, atteint dans le ciel son point le plus haut de l'année et se couche au nord-ouest. Et lors du solstice d'hiver, autour du 21 décembre, le Soleil se lève au sud-est, atteint dans le ciel son point le plus bas de l'année et se couche au sud-ouest. Ces dates évoluent cependant d'année en année en raison de la différence entre la durée d'une année civile (365 ou 366 j) et celle que met réellement la Terre pour tourner autour du Soleil (365,25 j). En fait, ce n'est pas un mouvement du Soleil qui produit ce phénomène, mais bien la révolution de la Terre autour du Soleil. En effet l'axe de notre planète est incliné de 23,5° par rapport au plan écliptique, c'est à dire le plan sur lequel la Terre se déplace en tournant autour du Soleil.

Quelle est l'étoile la plus proche de la Terre ?

C'est le Soleil: «Eh oui, bien sûr»! Le Soleil est une étoile tout à fait banale par sa taille. Mais comparé à la Terre cette étoile est tout de même gigantesque, car on pourrait aligner devant son diamètre presque 110 planètes comme la nôtre et son volume pourrait contenir...un million de Terre !

Constitué de gaz incandescents (de l'hydrogène qui se transforme en hélium) notre Soleil possède en son cœur une température de 15 millions de degrés. En surface, en revanche la température est moindre et ne s'élève qu'à 6'000 degrés. L'étoile suivante la plus proche est Proxima, la principale et la plus brillante de la constellation du Centaure à 4,22 années-lumière (unité de longueur équivalant à la distance parcourue en un an par la lumière). De plus, quand on sait que la distance Terre-Soleil est d'environ 150 millions de km, c'est 267'000 fois plus loin.

Qu'est-ce qu'une l'éclipse de Lune?

Une éclipse de Lune a lieu lorsque le Soleil, la Terre et la Pleine Lune sont parfaitement alignés. La Lune pénètre alors dans le cône d'ombre de la Terre créé par la lumière du Soleil. Notre satellite entre d'abord dans la pénombre de la Terre et sa luminosité diminue. Située autour de l'ombre de la Terre, la pénombre est une zone où subsiste un peu d'éclairement solaire en raison de la taille angulaire importante du Soleil. Nous avons donc trois types d'éclipse de Lune, elle est dite totale quand la Lune disparaît entièrement dans l'ombre de la Terre, partielle quand la Lune pénètre dans l'ombre de la Terre sans y être totalement immergée et partielle par la pénombre quand la Lune entre dans la pénombre de la Terre, sans entrer dans l'ombre.

Qu'appelle-t-on la Voie Lactée ?

En ce moment, lorsque le ciel nocturne est clair, on peut voir une grande trainée blanchâtre traverser le ciel du nord au sud : c'est la Voie Lactée, qui n'est autre que notre galaxie vue par la tranche. Imaginez en effet que vous vous trouvez réduit à une taille microscopique et que vous vous baladez dans l'épaisseur d'une assiette: vous ne verrez évidemment pas la forme circulaire de celle-ci, mais seulement une forme allongée. Ce n'est qu'au 17^e siècle que Galilée a observé pour la première fois à l'aide de sa lunette astronomique des milliers d'étoiles dans cette zone du ciel. Plus d'un siècle après, les astronomes comprirent que cette bande était un gigantesque disque formé d'étoiles et dont faisait aussi partie notre Soleil. Notre galaxie ne forme évidemment pas l'Univers à elle seule. Il existe en fait des milliards de galaxies, distantes les unes des autres de plusieurs millions d'années-lumière.

Quelle est l'origine de la Lune?

L'origine de la Lune a été longuement débattue. Il est rare qu'une planète de la taille de la Terre ait un satellite aussi gros que la Lune. La communauté scientifique a admis l'hypothèse selon laquelle cette dernière serait issue d'un impact géant. Peu de temps après la création du Système solaire, un corps de la taille de la planète Mars serait entré en collision avec la Terre, alors en formation. Une masse impressionnante de matériaux silicatés aurait alors été éjectée, et un disque constitué de millions de petits corps se serait mis en orbite. Ces petits corps se seraient petit à petit agglomérés pour former notre satellite naturel, la Lune. Cette hypothèse a récemment été soutenue par des modèles numériques et se confirme si l'on compare les éléments chimiques présents dans la Terre et la Lune.

Quelques chiffres : diamètre moyen de la Terre 12'742 km et de la Lune 3'476 km, distance moyenne Terre-Lune 384'400 km!

Michel Zambelli

Sources: L'astronomie en 300 questions/réponses de S. Bouley; «3 minutes pour comprendre les 50 plus grandes découvertes en astronomie» de F. Fressin et dictionnaire de l'astronomie éd. Larousse.

Soirées « portes ouvertes sur le ciel ! »



Soirée publique d'observation et d'animation à l'Observatoire de Marcelin à Morges, chaque premier mardi du mois, à 19h30 en hiver et à 20h30 en été.

Visites privées



Les personnes intéressées à organiser la visite privée pour un groupe peuvent nous contacter par e-mail info@astrac.ch ou par téléphone 079 658 98 59

Bienvenue aux personnes handicapées



L'ASTRAC dispose d'un Handiscope, télescope permettant l'observation en position assise.

Pour un meilleur accueil, les personnes à mobilité réduite sont priées d'annoncer leur visite.

L'ASTRAC organise plusieurs fois l'an des soirées Handiscope réservées aux personnes à mobilité réduite. Renseignements auprès de l'ASTRAC : info@astrac.ch



Devenir membre de l'ASTRAC

- Tous les vendredis soirs, notre observatoire est à la disposition des membres. Vous pourrez profiter de l'aide et des conseils de membres plus expérimentés, que ce soit pour apprendre l'utilisation de télescopes ou pour vos instruments personnels.
- En plus de l'entretien de notre matériel, vos cotisations soutiennent les activités que l'ASTRAC organise régulièrement pour le public, les étudiants et même les plus jeunes.
- Cotisation : CHF 60 par année pour les adultes et CHF 30 par année pour les juniors. Inscription auprès de info@astrac.ch ou 079 658 98 59

Quelques mots sur l'ASTRAC

Chaque année, l'observatoire de Marcelin reçoit des centaines de visiteurs.

Notre site Internet www.astrac.ch vous informe sur nos activités.

L'ASTRAC est membre de l'Union Romande des Sociétés d'Astronomie www.astrosurf.com/ursa/

Le comité de l'ASTRAC se compose de :

- Sabine André, présidente
- Jean Oberhaensli, secrétaire
- Jean-Marie Alder, caissier
- Francine Grandjean
- Jean-Marc Lugrin
- Kevin Adamina

Retrouvez-nous également sur



NEOPRINT

A NE PAS MANQUER

Ve 28 juillet Nuits des étoiles
Observation du Soleil dès 16h00.
Observation de la voûte céleste et animations dès 20h30.

Été 2017 Féerie d'une nuit
Signal de Bougy, dès 15h
Stand de l'ASTRAC.
www.feeriedunenuit.ch

Sa 9 septembre
(repoussé au 23 septembre si mauvais temps)

Ve 3 novembre
A 20h15

« A la recherche de la Voie lactée »
Balade nocturne conviviale

« Le JWST l'instrument scientifique le plus cher de l'histoire pour voir les premiers instants de l'Univers »
Conférence par
Dr. Pierre Bratschi

Le ciel à Morges et ailleurs en 2017

- **5 avril**, la comète 41P/ Tuttle-Giacobini-Kresak, passe 0,15 UA de la Terre.
- **7 avril**, Jupiter est à l'opposition dans la Vierge, Jupiter se lève quand le Soleil se couche.
- **20 avril** après le coucher du Soleil, Mars à l'ouest est proche de l'amas des Pléiades.
- **6 mai**, maximum des Éta Aquarides
- **22 mai**, conjonction Lune-Vénus sur l'horizon est à l'aube.
- **15 juin**, Saturne à l'opposition dans la constellation d'Ophiuchus.
- **21 juin**, Solstice d'été. C'est la nuit la plus courte dans notre hémisphère.
- **1er juillet**, rapprochement Lune-Jupiter dans le ciel du soir.
- **20 juillet**, beau trio Lune-Vénus-Aldébaran dans le ciel du matin.
- **28 juillet** au crépuscule, la Lune et Jupiter sont proches.
- **12 août**, maximum des Perséides avec 80 étoiles filantes par heure.
- **21 août**, éclipse totale du Soleil aux Etats-Unis.
- **30 août** en début de soirée, le Premier Quartier de Lune passe au-dessus de Saturne.
- **18 septembre** à l'aube, un fin croissant de Lune se trouve juste sous Régulus, Vénus est proche.
- **22 septembre**, équinoxe d'automne dans notre hémisphère.
- **27 septembre** vers 21 h, la Lune et Saturne se couchent ensemble.
- **17 octobre** le matin, réunion entre le croissant de Lune, Mars et Vénus.
- **21 octobre**, maximum des Orionides.
- **29 octobre**, passage à l'heure d'hiver.
- **13 novembre** à l'aube, conjonction entre Vénus et Jupiter.
- **17 novembre**, maximum des Léonides.
- **29 novembre** au matin Mars voisine Spica dans la Vierge.
- **8 décembre**, Régulus émerge du bord sombre de la Lune vers 23 h.
- **14 décembre** le matin, Spica, Mars, la Lune et Jupiter sont presque alignées.
- **21 décembre**, solstice d'hiver dans l'hémisphère boréal.

Partiellement selon calendrier 2017 Ciel et Espace et avec l'application Redshift. MZ 11.02.2017