

L'ALBIREOSCOPE



Dernières nouvelles

d'ici et d'ailleurs

Michel

SOMMAIRE

I DOSSIER

Dernières nouvelles d'ici et d'ailleurs

28 AL78

« Mon 18000 D ! »

30 C'est arrivé ce jour-là...

les anniversaires
de juin

36 Expérience

les satellites
géostationnaires

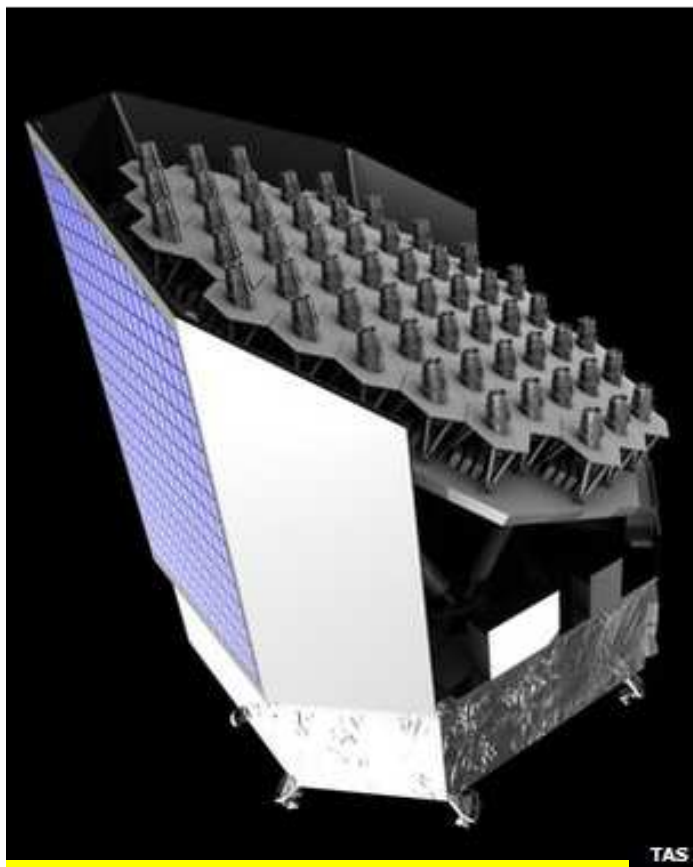
42 Mots croisés

44 Galerie photos

Quelques sujets
divers et variés
de cet Univers
immense où nous
sommes plongés,
pour éveiller votre
curiosité bien sûr.

Plato : le chasseur de planètes. Il est en tête des favoris des prochaines missions européennes. Son concept a été élaboré par un panel d'experts en compétition pour l'Agence Spatiale Européenne. Plato est l'acronyme de PLANetary Transit and Oscillations of stars. Cette mission dite de classe moyenne par l'ESA est, depuis le mois de février, étu-

servant leurs pulsations pour sonder leurs structures et leur propriétés, en faisant ainsi de l'astéroseismologie. Plato emportera un détecteur CCD de 0,9 m², ce qui en fera une caméra embarquée géante (deux fois la taille de celle embarquée sur Gaïa, déjà et aussi fournie par e2v à Chelmsford G.B.).



PLATO devrait être lancé de Guyane par Soyouz et être placé à 1,5 million de km de la Terre, dans son ombre.

diée dans le cadre du programme ESA Cosmic Vision 2015-2025 (une mission ESA de classe M ne doit pas avoir un coût supérieur à 600 M d'euros). Si tout va bien, Plato devrait être lancé en 2024. Plato est constitué d'une suite de 34 télescopes montés sur une plateforme satellitaire. Il va balayer la moitié du ciel et explorer l'environnement de nos proches et brillantes étoiles en recherchant les infimes variations de luminosité induites par le transit de planètes proches de celles-ci ; et il va essayer de trouver des mondes rocheux en orbite dans la zone dite « habitable » de ces étoiles où pourrait se trouver de l'eau à l'état liquide. Mais une part importante de cette quête sera aussi d'étudier finement les étoiles hôtes elles-mêmes en ob-



Les planètes au delà du système solaire sont aujourd'hui appelées exoplanètes. En en dénombre déjà plus d'un millier, détectées selon différentes techniques. Beaucoup de ces mondes lointains ressemblent à nos Jupiter et Neptune, des planètes géantes qui orbitent cependant très près de leurs étoiles ; cela a conduit les scientifiques à revoir le modèle de formation des planètes qui était basé sur la composition de notre système solaire. N'oublions pas qu'une théorie reste vraie tant que l'expérience ne la contredit pas...

Gaïa et ses premières images test : le chasseur d'étoiles européen est sur les rails pour commencer son travail dans les 2 ou 3 mois

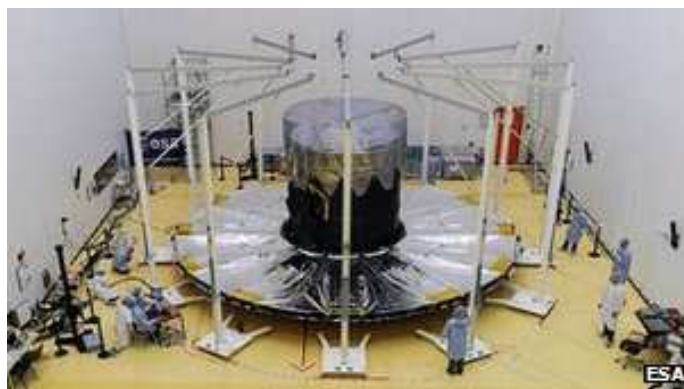


Gaïa : image test de l'amas de jeunes étoiles NGC1818 dans le Grand Nuage de Magellan

ESA/DPAC/AIRBUS DS

prochains. Lancé en décembre 2013, le satellite d'observation est en place à son poste à quelques 1,5 million de km de nous (point de Lagrange). Les ingénieurs sont entrain de mettre en service les 2 télescopes et les 3 instruments pour les tenir prêts à cartographier précisément la position et le mouvement d'un milliard d'étoiles... Pour cela, cette image d'un groupe d'étoiles du Grand Nuage de Magellan

(situé à 160.000 années lumière de nous) fait partie du processus de mise au point. Cette image délivrée par l'ESA semble un peu décevante mais faire de belles images n'est pas l'objectif de cette mission. Pour les ingénieurs comme Gerry Gilmore (Cambridge University), « cette image nous dit que l'électronique fonctionne, que l'ordinateur est en marche, et que la caméra est fonctionnelle... tout va bien. Gaïa n'est pas conçu pour prendre des photos comme celles de Hubble ; ce n'est pas du tout son mode de fonctionnement. Ce qu'il fera éventuellement est d'entourer par un rectangle chaque étoile visible sur l'image et d'envoyer cette information au sol ». Le principal bénéfice attendu de la mission Gaïa est d'affiner l'échelle des distances qui sert à mesurer l'Univers. Avec la technique de la parallaxe, utilisée jusqu'à maintenant pour les mesures de distances dans la Voie Lactée, les optiques performantes de Gaïa pourront pour la première fois mesurer les distances dans le Grand Nuage de Magellan, connues seulement aujourd'hui avec la technique des Céphéïdes (étoiles dont les pulsations seront ainsi mieux calibrées). La



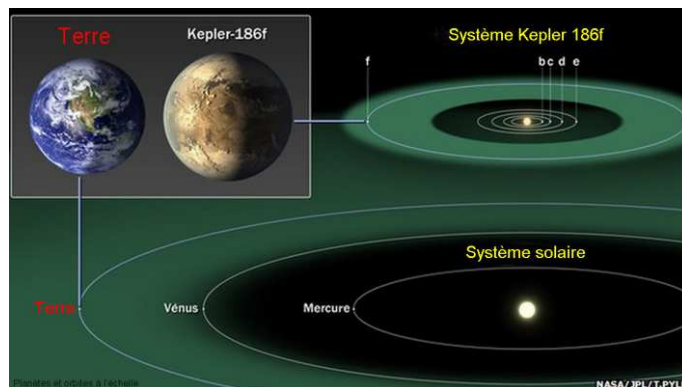
Tests en laboratoire de la plateforme satellite Gaïa

précision de distance la meilleure avec la technique des Céphéïdes est de 1 % (pour l'étoile polaire). Pour rappel (cf. n°69 de l'albireoscope), Gaïa va répéter ses mesures afin d'avoir une précision de 7 micro-arcsecondes pour les étoiles les plus brillantes.

Kepler 186f : une exoplanète qui ressemblerait beaucoup à la Terre, située à environ 500 années lumière de nous. Cette découverte est encore un exploit du télescope spatial Kepler qui, depuis



son lancement en 2009, a recensé plus de mille nouveaux mondes. Kepler 186f est nichée dans la Voie Lactée et fait partie d'un système de cinq planètes qui orbitent autour



d'une étoile naine (plus petite et froide que notre Soleil). Kepler 186f orbite autour de son étoile en 187 jours, pas suffisamment près pour faire évaporer son eau, ni trop loin pour la geler ; les scientifiques appellent cela la « zone habitable ». Bien que l'étoile de ce système soit très différente de notre Soleil, la planète elle-même, en dimension comme en énergie reçue de son étoile, est la dernière planète découverte qui ressemble le plus à la Terre. Malgré cela, ces étoiles naines sont très actives comparativement à notre Soleil et si Kepler 186f possède de l'eau liquide, ingrédient propice à la vie, cette dernière serait bombardée par les radiations et les éjections coronales de son étoile. Une planète de taille similaire à la Terre qui orbiterait autour d'une étoile comme le Soleil, à la même distance, n'est toujours pas trouvée, une découverte qui sera peut-être demain à la portée des technologies toujours plus performantes qui seront mises en œuvre... comme Plato.

Février 2014, les aurores boréales illuminent le ciel de l'Angleterre. Alors que notre



cher Lionel les cherchait en Norvège sous un ciel couvert par les nuages, elles dansaient pour le plus grand bonheur des habitants de Norfolk, Orkney et du sud du Pays de Galles.



Le ciel du Northumberland pollué par les lumineuses aurores boréales : un comble pour cette région au ciel protégé !

Le télescope spatial Hubble peut-il observer



la Terre ? Si le HST pouvait observer la Terre de son orbite située à près de 570 km au dessus de la surface terrestre, il pourrait, en théorie, observer des détails d'environ 30 cm mais cela n'est pas possible.

Pourquoi ? Premièrement : parce que la brillance de la terre endommagerait les instruments très sensibles à bord. Deuxièmement : le HST devrait regarder au travers de la couche atmosphérique qui troublerait les images, ce qui rendrait la résolution des images bien plus mauvaise que ce qui est théoriquement espéré. Et dernièrement : sa vitesse de défilement par rapport au sol (27.000 km/h) rendrait également ses images floues. Les scientifiques ne risquaient pas de voir son temps d'observation monopolisé par les espions...

La Matière Noire : pas encore trouvée...

C'est dans la vieille mine d'or et de nickel d'Homestake qu'est installé le détecteur LUX, sous 1,5 km de roche. Comme en France ou au Japon, les scientifiques (américains) espèrent



êtres les premiers à détecter ces fameux wimps (Weakly Interacting Massive Particules) qui sont sensés constituer 25 % de notre univers

Aujourd'hui, les cavernes souterraines et les tunnels de cette ancienne mine sont converties en laboratoire de physique high tech, car



Détecteur LUX, sous la terre du Dakota du Sud

l'épaisse couche de roche les protège des radiations cosmiques perturbatrices. Pour le prof. Rick Gaitskell (Brown University—Rhode Island) : « nous sommes entrés au 21ème siècle et nous ne savons toujours pas de quoi est fait la plus grande partie



Rick Gaitskell

de l'Univers ». Il travaille sur l'expérience LUX (Large Underground Xenon experiment). La théorie la plus en vogue aujourd'hui est que la matière noire est composée de ces wimps : l'hypothèse de travail étant que lors du Big Bang, qui s'est déroulé il y a 14 milliards d'années, l'Univers était tellement chaud qu'il s'est créé un nombre énorme de particules ; les wimps seraient la relique laissée pour compte du Big bang mais qui, en fait, domine la matière ordinaire dont vous et moi sommes faits. Les scientifiques croient que la matière noire procure la masse manquante aux



Le détecteur est enfermé dans un gros réservoir rempli d'eau ultra pure, exempte d'éléments radioactifs qui pourraient interférer sur les mesures (contenance : 300.000 litres). Le coeur du détecteur est constitué de 370 kg de xénon liquide, qui génère un flash lumineux lors d'une collision de particule.

galaxies, donc la gravité, nécessaire à leur cohésion (la matière telle que nous la connaissons—dite baryonique—n'en constituerait que seulement 5 %, tout le reste étant l'énergie noire, mais des théories comme MOND ou TeVeS proposent d'autres explications relatives à la masse manquante sans faire appel à de la matière noire...). Ils sont, a priori, tellement envahissants ces wimps, qu'ils doivent traverser la terre en permanence mais toutefois sans laisser de trace (pire que les neutrinos, qui ont aussi été détectés dans cette mine reconvertie—cf. n°55 albireosope) à moins que LUX ne détecte une interaction de ces particules avec la matière ordinaire. Mais fin 2013, après 85 jours de recherche et d'examen des 84 millions d'enregistrements d'événements détectés : zéro événement attribuable à la matière noire, soit vraiment rien qui puisse corroborer les résultats du CDMS II de Berkeley qui avaient enthousiasmé un peu trop rapidement les scientifiques. LUX aurait dû trouver 1550 événements utiles (sachant que toutes ces mesures reposent sur des considérations statistiques). LUX a tout de même permis de restreindre le champ des candidats acceptables comme particule de matière noire car la section efficace pour la collision matière ordinaire et matière noire a été réduite par un facteur 3. L'expérience doit se prolonger jusqu'en 2015...

La vie résiste au temps. En effet, un ancien virus est revenu à la vie dans un laboratoire français après avoir été inactif pendant 30.000 ans : il reposait gelé dans une épaisse couche de permafrost sibérien, à 30 m de profondeur. Il est alors devenu à nouveau infectieux, mais ne présenterait pas de danger pour l'homme ou les animaux, préférant les amibes comme menu (les amibes sont des organismes unicellulaires). Le professeur Jean-Michel Claverie (CNRS, université d'Aix-Marseille) a déclaré : « *c'est la première fois que nous voyons un virus qui est encore infectieux après un temps aussi long* ».



Pithovirus sibericum infecte les amibes

Dénommé Pithovirus sibericum, ce virus appartient à une classe de virus géants qui ont été découverts il y a 10 ans, qui peuvent être vus directement sous un microscope ordinaire, celui-ci mesurant 1,5 micro-

mètre de longueur. Bien que le docteur Chantal Abergel (CNRS, co-auteur) assure que ce virus tue les amibes mais n'infecte pas les cellules humaines, les chercheurs pensent que d'autres agents pathogènes peuvent être prisonniers du permafrost sibérien (comme le virus de la variole, censé être éradiqué depuis 30 ans), ce qui pourrait donner de la fièvre à beaucoup de personnes en plus du réchauffement climatique !

Le froid arctique conserve les semences.

En dépit du réchauffement climatique, c'est au niveau du cercle arctique, que la réserve mondiale de semences de Svalbard a été creusée, sur une île norvégienne de l'archipel



du Spitzberg à environ 1.100 km du pôle nord. Inaugurée en 2008, cette chambre forte est la propriété du gouvernement norvégien mais administrée par le Global Crop Diversity Trust (GCDT) et permet de conserver de manière sûre les graines des cultures vivrières de la planète et sa diversité génétique. Plus de 800.000 échantillons sont ainsi déposés, le dernier en date coïncide avec le 6ème anni-



Entrée du site de conservation

versaire du site, et a été fait par le Japon (Barlay Germplasm Center, Okayama University). Espérons que ces semences se conserveront longtemps, pour les siècles à venir comme promis par GCDT, et aussi bien que le virus Pithovirus sibericum...

Chariklo, l'astéroïde avec des anneaux : le



Une vue d'artiste de ce qui pourrait être observé de la surface glacée de l'astéroïde

plus petit objet du système solaire à posséder des anneaux, alors que nous sommes habitués à les voir autour des géantes gazeuses, notamment Saturne. Chariklo est un astéroïde d'environ 250 km qui a révélé de manière distincte ses deux anneaux (7 et 3 km de large, séparés par un espace de 9 km) lors de son passage devant une étoile, et qui sont certainement composés de particules de glace et de poussière rocheuse. Pour Bruno Sicardy de l'Observatoire de Paris, il s'agit probablement du résultat d'une collision avec Chariklo qui a créé ce disque de matière autour de l'astéroïde (la théorie de formation de la Lune conduit à penser que la Terre aurait eu, elle aussi, à un certain moment, des anneaux). Comme les anneaux de Cha-



Vue d'artiste pour l'évaluation des tailles respectives de l'astéroïde et des anneaux

riklo sont près de la surface, les forces de marée empêchent la formation d'un satellite par accréation. Techniquement parlant, Chariklo est un astéroïde centaure, moitié astéroïde, moitié comète. L'observation des anneaux a été réalisée en juin 2013 par plusieurs télescopes en Afrique du sud, et les scientifiques ont attendu son passage devant l'étoile

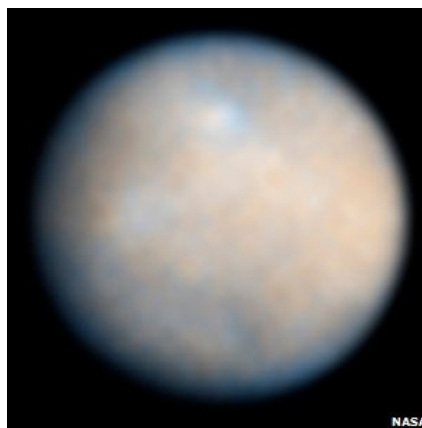
UCAC4 248-108672 afin de faciliter les mesures ; l'occultation a duré seulement 5 secondes. Chariklo se déplace maintenant au delà de l'orbite de Saturne.

CERES dégage de la vapeur d'eau. L'observation d'un des plus gros astéroïdes du système solaire suggère qu'il crache de la vapeur d'eau dans l'espace. On sait que les astéroïdes



Une vue d'artiste de CERES avec un dégagement de vapeur d'eau.

peuvent contenir de l'eau, notamment sous forme de glace (cf. n°66 albiroscope) et CERES était un de ces corps que l'on soupçonnait de contenir une bonne quantité de glace mais c'est la première fois qu'un tel phénomène est observé. Cette découverte a été réalisée grâce au télescope infrarouge européen Herschel ; toutefois, les scientifiques ne sont pas encore certains de l'origine de ces rejets mais pensent que la vapeur provient des régions à la surface sombre de l'astre, où la glace serait chauffée par le soleil et sublimée dans l'espace. On estime la masse éjectée à 6 kg par seconde mais la signature du rejet ne fait aucun doute : c'est de la vapeur d'eau, foi d'Herschel, qui est spécialisé dans la détection des molécules d'eau dans l'espace. La sonde de l'agence spatiale américaine Dawn devrait se mettre en orbite autour de CERES en 2015 et répondre aux questions des chercheurs.



CERES : fait partie depuis 2006 de la famille des planètes naines ; une boule de 950 km de diamètre ici photographiée par le télescope spatial Hubble, qui nous en a fait une des meilleures photos.

15 avril 2014 : première éclipse de Lune.

Domage pour nous, car elle n'était pas visible en Europe, mais les américains et les australiens se sont réjouis du spectacle. Trois au-



1.



2.

Photo 1 : Californie, où les gens attendent le bus pour se rendre à l'observatoire voisin.

Photo 2 : photo de famille à Melbourne en Australie devant la Lune partiellement éclipsée.

tres éclipses doivent se produire en 2014 : une éclipse annulaire solaire le 29 avril, une éclipse totale de Lune le 8 octobre et une éclipse partielle solaire le 23 octobre.

Trou noir : quelle définition lui donner ?

Les adeptes du Web vont sans doute aller faire un tour sur Wikipédia, pour assouvir leur soif de connaissance. Effectivement, sur le wiki français, nous trouvons une réponse :

Et côté anglais, qu'est-ce qu'on en pense ?



Wiki français : « *En astrophysique, un **trou noir** est un objet céleste dont le champ gravitationnel est si intense qu'il empêche toute forme de matière ou de rayonnement de s'en échapper...* ». Eh bien, pas de cocorico, car le wiki français est de toute évidence resté quasiment à la définition initiale d'une étoile noire, formulée par Mitchell et Laplace au 18^{ème} siècle : un concept tout à fait Newtonien alors que depuis ce temps, Einstein, et sa théorie de la relativité, est passé par là.

Wiki anglais : « *Un **trou noir** est défini comme une région de l'espace temps d'où la gravité empêche toute chose, y compris la lumière de s'échapper...* ». Ma foi, c'est une définition qui est, on peut le dire, correcte. Ce sont les anglais qui ont gagné ! C'est bien le tissu spatio-temporel des quatre dimensions de la relativité restreinte qui est courbé par la matière-énergie ($E=mc^2$). Voici la définition correcte :

Le trou noir est une région de l'espace-temps, à la courbure telle que rien ne peut s'en échapper, pas même la lumière.

(les copies d'écran ont été réalisées lors de la rédaction de cet article, le 24 avril 2014—tout n'est pas parfait sur le web).

Comment illustrer ce qu'est un trou noir ?

Le piège du fourmilion est un bon exemple : un pauvre insecte qui s'aventure trop près du bord dégringole irrémédiablement dans le fond du piège et n'en ressort jamais.



Piège de fourmilion :

Faisant partie de la famille des myrmelontidae, c'est la larve qui réalise ce piège ; l'insecte adulte ressemble à une libellule. On le trouve dans les pays chauds et secs.

image Scott Robinson



Windows XP est mort à 13 ans. Le 8 avril dernier, Microsoft a officiellement arrêté le support de son vénérable OS Windows XP. Cela signifie

que les cyber-criminels attendent bien volontiers au tournant. Cependant, le nombre d'experts en création de logiciels capables de faire des tests de recherche de bugs est limité, même pour les grosses compagnies informatiques. On fait alors de plus en plus appel à des indépendants spécialistes de sécurité informatique, ou aux utilisateurs de bonne volonté en proposant des récompenses (tee-shirt, logiciel gratuit, PC portable, ou encore argent) : dès qu'on introduit ce genre d'incitation cela entraîne inévitablement un certain engouement des personnes à ce « jeu ». La communauté web *BUGCROWD* est un bon exemple ; son fondateur est Casey Ellis ; elle regroupe 6.000 membres, recense les programmes à prime et les récompenses associées, et aide à standardiser la manière dont les bug sont rapportés. Deux types d'approche pour cette recherche de bug : il y a les techniciens qui abordent la chose de manière très pro en analysant le code et ceux qui raisonnent plutôt en « voyou » en attaquant. Mais,



qu'il n'y aura plus de mises à jours de sécurité ni de corrections de bugs. Si vous surfez sur le Web avec un PC sous Windows XP, vous risquez des infections virales ou des attaques de cyber-voleurs... Les statistiques suggèrent que 20 à 25% des utilisateurs de PC sont restés fidèles à cet OS malgré le déploiement de trois nouvelles



Beaucoup de distributeurs bancaires tournent encore avec des PC sous XP.

moutures importantes de Windows : Vista, Windows 7 et Windows 8. Certains gouvernements ont signé des accords avec la firme Microsoft pour un support étendu car de nombreux serveurs sont encore sous XP (ex : Grande-Bretagne : un contrat de 5,5 millions de livres). Si vous tenez à votre XP, tentez de contacter Bill Gates, il vous fera peut-être une faveur. Mais vous pouvez aussi passer au logiciel libre et reprendre le contrôle de votre PC...

Faire de l'argent en cherchant des bugs ou des failles de sécurité dans les logiciels. Le premier bug de l'histoire informatique date de 1947 : une mite coincée dans un relais du Harvard Mark II. Les ordinateurs ont bien changé depuis cette époque, mais le bug peut toujours faire dérailler la machine, un point critique



Premier rapport de plantage



En octobre 2013, M. Forshaw a reçu 100.000 \$ de Microsoft pour avoir décelé une faille de sécurité réseau de Windows 8.1

contrairement à ce que beaucoup pensent, les *hackers* ne sont pas les méchants mais essentiellement des personnes qui veulent comprendre comment ça marche et avoir des logiciels bien conçus et qui ne menacent pas son utilisateur du point de la sécurité et de sa vie privée.

Est-ce qu'on a tout prévu ? C'est le leitmotiv des ingénieurs en sécurité dans tous les domaines. Pourtant, à Gibraltar, l'industrie des jeux d'argent en réseau a eu chaud... En effet, l'enclave britannique en territoire espagnol attire les touristes mais aussi les industriels en tout genre soucieux de payer le moins de taxes possible, une

belle offre de ce territoire. Mais en ce mois d'avril 2014, une explosion suivie d'un bel incendie s'est déclaré dans la Centrale électrique Waterport à cause d'un problème mécanique dans un générateur. Conséquence : plus de courant pour



Incendie à Gibraltar

une bonne partie de la population et surtout pour quelques industries qui en dépendent fortement, celle des jeux d'argent avec des parieurs sur le Web. De plus, cet incident en plein week-end pascal, tombait mal pour les parieurs sportifs et les sociétés de jeux en réseau comme Ladbrokes, Betfred et William Hill. Le porte-parole de W. Hill, Graham Sharpe, raconte : « *c'est juste un de ces événement anormaux que personne ne pouvait prévoir* » mais deux heures et demi coupé du monde, cela fait mal au tiroir caisse. Le ministre en chef de Gibraltar, Fabio Picardo, a remercié les équipes d'urgence qui ont rétabli une situation normale avec les meilleurs délais mais a dit : « *c'est une coupure de courant trop longue. De nouveaux plans devront être tiré comme leçon d'un tel incident afin qu'il ne se reproduise plus* ». Heureusement, il n'y a pas eu de mort à déplorer.

Y a t-il une place sur Terre sans internet ?



Il est aisé d'oublier quelle vie c'était avant la déferlante internet. Pour beaucoup, pas un jour sans regarder ses emails, naviguer sur le Web ou consulter Google. Un milliard et demi de personnes aujourd'hui sont suffisamment jeunes pour ne pas avoir connu autre chose. Est-ce que le réseau des réseaux qui sous-tend toute cette activité est en mesure d'atteindre tout le monde sur Terre ? Des causes variées peuvent encore



La Corée du Nord est bien moins éclairée la nuit que ses voisins,

entraver l'accès à internet là où vivent des personnes : la censure, par exemple, comme en Corée du nord qui ne génère que peu de trafic, ou la guerre telle la guerre civile syrienne qui d'un jour à l'autre coupe les communications de manière autoritaire mais il est bien établi que les pays pauvres n'ont pas les moyens d'accéder aux technologies pour se connecter (31 % des personnes dans les pays en voie de développement comparé au 77 % des pays développés). Cela étant, hormis ces questions politiques ou sociales, internet serait-il disponible si vous aviez le bon appareil pour vous connecter ? Y a t-il un endroit sur Terre où le labyrinthe du réseau câblé et du sans-fil n'a pas accès ? Répondre à cette question commence par une explication sur les moyens mis en œuvre pour déployer le réseau internet. Les dispositifs majeurs d'accès pour la connexion sont le réseau câblé, les réseaux mobiles et le satellite. Mais la fibre optique en constitue le noyau central et sillonne les océans et les terres. Les premiers câbles de communication télégraphiques ont été posés dans les années 1850 et aujourd'hui, ils relient tous les continents sauf l'antarctique, en incluant la plus part

des îles, mais pas toutes. La connexion mobile est relayée par les tours relais du téléphone et même au Sahara, la communication est possible, entrecoupée et souvent lente, mais possible. Beaucoup de pays sous-développés ont recours à ce type de communication et au Congo par exemple, les gens ont un téléphone mais sont bien souvent à la recherche d'une prise électrique pour le recharger. Pour les personnes qui habitent loin des relais du téléphone cellulaire, le satellite est le seul moyen disponible et l'offre



Les îles Cook ne sont pas câblées mais le satellite est utilisable

satellitaire s'améliore de jour en jour. O3b Networks a récemment lancé 4 satellites qui orbitent 4 fois plus près de la Terre que les satellites géostationnaires et améliorent la vitesse de connexion et le débit. Les îles Cook sont ses premiers clients dans le Pacifique. Google, quant à lui, a récemment dévoilé son projet Loon qui



Google Loon

comporte un ensemble de gros ballons qui voleraient à 21.000 mètres d'altitude pour desservir les zones rurales ou désertiques. Une phase pilote avec 30 ballons a déjà été réalisée en Nouvelle-Zélande. D'autres opérateurs pensent aux drones pour satisfaire ces besoins, y compris les militaires du Pentagone qui envisagent de transformer d'anciens drones mili-



taire comme hot-spot wi-fi pour les troupes isolées. Facebook a également envisagé l'usage de drones « grand public » pour développer l'accès internet ; il faut bien comprendre que plus il y a de connectés chez Facebook ou Google, plus ça rapporte d'argent publicitaire. Les tunnels, les trains, le métro des grandes villes, tout cela commence aussi à être équipé en moyens de connexions pour les accros du Web, et les avions commerciaux ne sont pas en reste (Fin octobre 2013, la FAA-Federal Aviation Administration – a donné son feu vert pour l'usage des appareils électroniques à bord des avions). Il subsiste cependant quelques places où câbles, sans-fil et satellite ne peuvent arriver, comme les grottes, et le monde sous-marin (si on fait exception du câble qui est déposé au fond de l'océan mais n'est gère accessible). En fait, le meilleur moyen d'être hors-ligne est de se l'imposer. Il n'est donc pas impossible que demain des zones « *pas d'internet ici* » voient le jour, créées par quelques écolos anti-web...

Un diamant sans valeur mais un trésor pour les géologues. Il a été trouvé au Brésil et renfermait un

minuscule cristal de roche, la ringwoodite, qui est à l'olivine ce qu'est le diamant pour le graphite.

C'est un cristal qui ne peut se former que dans les grandes profondeurs de la Terre, vers 500 à 600 km et présente la particularité de piéger l'eau. Le diamant brésilien est sans



Diamant brésilien

doute remonté à la surface enrobé dans la kimberlite, une roche éruptive qui abrite souvent des diamants. Il y a 40 ans, un géologue australien, Ted Ringwood, avait émis la théorie selon laquelle existait une couche de transition dans le manteau terrestre qui devait être riche d'une forme cristalline spéciale de l'olivine, ainsi qu'en eau. Par la suite, les chercheurs ont réussi en laboratoire, avec force pression et température, à récréer ce cristal qu'ils ont baptisé ringwoodite en l'honneur du géologue. Mais c'est la



Ringwoodite synthétisée

première fois qu'on trouve ce cristal remonté à la surface (mais il a déjà été trouvé dans des météorites). Sa particularité ici est qu'il contient entre 1 et 2 % d'eau, ce qui est énorme pour un cristal qui a été soumis à de très grandes pressions sous la terre, et la théorie estime que la zone du manteau concernée pourrait contenir 60 % de ce cristal soit une masse d'eau piégée (eau sous forme d'hydroxyle OH - si on chauffe le cristal, on obtient de l'olivine et de l'eau) équivalente à celle des océans ! Les diamants naturels nous donnent donc des informations sur les profondeurs de la Terre qui sont loin d'être connues (le plus grand forage ne dépasse pas 12 km). Tout cela peut remettre en question l'histoire de l'eau sur Terre si les planètes rocheuses en contiennent tant à l'intérieur...

Le plus vieux fragment de croûte terrestre.

C'est un cristal de zircon qui a été découvert dans les grès de la région de Jack Hill dans l'ouest de l'Australie. Les scientifiques ont daté le cristal en étudiant ses atomes d'uranium et de plomb : 4,4 milliards d'années (l'uranium radioactif se désintègre progressivement en plomb). En conséquence, il semble bien que la Terre ait formé une croûte solide plus rapidement qu'on ne pensait après sa formation, il y a 4,6 milliards d'années, suivant de près sa collision avec un corps

de la taille de Mars qui aurait engendré la Lune, juste quelques dizaines de millions d'années après ça. Auparavant, la Terre devait être une boule bouillonnante de magma. La terre serait donc devenue habitable un peu plus vite qu'on ne pensait : il y a 4,3 milliards d'années, avec de l'eau possible en surface sur une croûte déjà refroidie. Il faut noter que quelques endroits de la surface terrestre sont âgés d'un peu plus de 3,5 milliards d'années (au Canada par exemple) mais la plus grande partie de la surface de la Terre est d'époque récente (moins de quelques centaines de millions d'années).

Le Grand Canyon qui serpente dans l'Arizona est plus jeune qu'on ne le pensait : des nouvelles recherches semblent indiquer que sa plus grande partie serait âgée seulement de 5 à 6 millions d'années (au lieu des 70 millions précédents). L'importance géographique du site, avec ses 450 km de long et 1.800 mètres de profondeur, a toujours été un facteur de complexité pour sa datation mais les dernières études utili-



sent une technique appelée thermochronologie, et cela sur 4 des 5 segments du Grand Canyon. Deux des trois segments centraux, Hurricane et Eastern Grand Canyon, sont d'anciens paléocanyons, le pre-



mier âgé entre 50 et 70 millions d'années, et le dernier a été « incisé » il y a 15 à 25 millions d'années.

Mais les deux segments terminaux, Marble



Canyon, et Westernmost Grand Canyon, ont été creusés dans les derniers cinq à six millions d'années par le fleuve Colorado qui a relié l'ensemble.

Les zircons sont des cristaux anciens incorporés souvent dans des roches plus récentes.

ZOHNAVALEXY

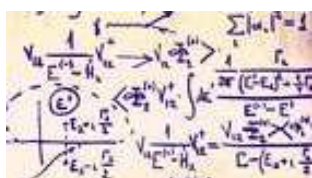
LAURA CROSSEY / UNM

LAURA CROSSEY / UNM

Saurons-nous un jour détecter d'autres univers ?



De notre Univers, nous pensons que tout ce qu'il a jamais été est, et sera toujours.



Le mathématicien propose, l'expérience trouve.

Mais, selon certains chercheurs, ce n'est pas simplement beaucoup d'univers, mais un nombre infini d'entre eux qui existeraient. Cette notion d'univers multiples, parfois surnommé le multivers, pour faire court, n'est pas une idée folle, concoctée par des physiciens qui s'ennuient. Alors que la science est indéniablement spéculative, ils font émerger des théories assez bien fondées. Et les découvertes récentes ont fait quelques manchettes de journaux en supportant l'idée. Il y a beaucoup de choses que les physiciens ne savent pas encore, mais l'existence du multivers, c'est possible, et certains pourraient dire probable.

« Je pense que vous pouvez trouver des preuves, de la fumée..., pour des choses en dehors de notre Univers », explique Anthony Aguirre, un physicien de l'Université de Californie, Santa Cruz. Après tout, ne pas être capable de voir ou de détenir un atome directement n'a pas empêché les physiciens de confirmer leur existence.

Pourtant, s'il y avait vraiment d'autres domaines en dehors de nous-mêmes, comment le saurions-nous ? Pourrions-nous jamais être en mesure de détecter un autre univers ?

« Je pense que vous pouvez trouver des preuves, de la fumée..., pour des choses en dehors de notre Univers », explique Anthony Aguirre, un physicien de l'Université de Californie, Santa Cruz. Après tout, ne pas être capable de voir ou de détenir un atome directement n'a pas empêché les physiciens de confirmer leur existence.

Peut-être que le type le plus plausible du multivers est un produit naturel, conséquence d'une théorie appelée inflation. L'Univers a augmenté rapidement après le Big Bang, et il continue de le faire aujourd'hui. Mais selon l'inflation, l'Univers a augmenté exponentiellement vite dans les premiers instants de son existence, un instantané de l'expansion plus rapide que la lumière.

Le physicien Alan Guth a proposé cette idée radicale en 1980 pour expliquer plusieurs caractéristiques de l'Univers : par exemple, pourquoi a-t-il la même apparence dans toutes les directions ? Depuis lors, des physiciens comme André Linde ont développé la théorie, qui a été soutenue par des observations du rayonnement fossile cosmique (Cosmic Microwave Background) - la lueur des restes du Big Bang qui remplit

tout le ciel. Il y a quelques semaines, les physiciens de l'expérience Bicep2 ont fait les manchettes en détectant une signature forte de l'inflation - des ondulations dans le tissu de l'espace-



Le télescope Bicep2 dans l'Antarctique, qui aurait détecté la première preuve d'ondes gravitationnelles générées y a 13,8 milliards d'années quand l'Univers a commencé à se développer.

temps du cosmos appelés ondes gravitationnelles. Le modèle dans le ciel qu'ils ont vu était précisément ce que les théoriciens de l'inflation prédisent.

Qu'est-ce que cela a à voir avec le multivers ? Personne ne sait exactement comment l'inflation a eu lieu, mais les idées les plus simples, les plus raisonnables, suggèrent que les fluctuations quantiques aléatoires de l'Univers ont obligé l'inflation à s'arrêter dans certaines régions, mais pas dans d'autres. L'inflation serait donc éternelle.

Dans les endroits où l'inflation a cessé, des univers au « format poche » se formeraient, où les atomes, les étoiles, les planètes pourraient s'assembler. Notre Univers serait juste une de ces myriades « d'univers de poche ».

Bien que l'inflation soit largement acceptée, l'inflation éternelle reste plus spéculative. « Je suis personnellement sceptique quant à cette histoire », dit le physicien Sean Carroll de l'Institut de Technologie de Californie. Pourtant, dit-il, c'est plausible.

Selon certaines théories, chaque univers de poche pourrait prendre la forme d'une bulle ; la production d'un multivers serait comme une mousse infinie, dans lequel chaque bulle est un univers avec ses propres versions des lois de la physique. Et parce que les possibilités sont littéralement infinies, certains univers seraient en réalité des alternatives dans lequel vous seriez une star de cinéma ou bien les dauphins règneraient sur la Terre.



Ces univers bulles sont tous connectés, mais entre eux, l'inflation éternelle est toujours là qui étire l'espace-temps plus rapidement que la vitesse de la lumière. Donc, sauf si vous pouvez aller plus vite que la lumière, mais Einstein a dit que c'était impossible, vous ne pouvez pas sauter d'une bulle à l'autre. Toutefois, même si vous pouviez, un tel voyage serait rude. « Vous devriez également survivre à l'inflation entre ces bulles qui voudrait gonfler chaque atome de votre corps », explique Aguirre, « Ce n'est pas très pratique. Peut-être que le moyen le plus sûr et le meilleur pour voir un autre univers de bulles est qu'un autre arrive à nous tomber dessus... qui pourrait laisser

une empreinte dans le fond diffus cosmologique ». Quelle est la probabilité d'un tel scénario et à quoi ressemblerait cette ecchymose cosmique ? « Cela dépend de la nature véritable de l'inflation, ce qui est juste quelque chose que personne ne comprend pas encore pleinement », dit-il.

Pour Carroll, se cogner dans un autre univers de bulles ne semble



Univers Bulles connectés, mais les traverser serait à peu près impossible

pas réaliste : « il est peu probable pour être vrai, car il semble bien qu'il ne soit jamais arrivé, ou il aurait été évident de manière sanglante et nous l'aurions remarqué il y a longtemps ».

Une autre possibilité est un coup de pouce d'un univers voisin qui obligerait les galaxies près de la frontière à se déplacer dans une direction distincte par rapport au reste de l'Univers. Certains astronomes ont affirmé qu'ils ont observé ce flux dit sombre, mais la plupart des scientifiques restent sceptiques. « Mon sentiment est qu'il est assez peu probable », dit Aguirre. « Si un autre univers pouvait induire un flux sombre, il aurait laissé une notable et révélatrice marque sur le CMB, que les astronomes simplement n'ont pas vu. Autre que cette supposition, il n'y a pas beaucoup d'idées bien développées sur la façon de détecter d'autres univers dans le multivers inflationniste ».

Un autre type de multivers découle de ce que l'on appelle les « mondes nombreux », interprétation de la physique quantique. Selon cette théorie, chaque résultat possible dans l'Univers existe simultanément dans d'autres univers. Par exemple, vous pouvez consulter un document et trouver que votre lampe de bureau est allumée, mais en même temps, il y a une réalité séparée parallèle où vous trouvez que la lampe est éteinte.



Selon la théorie des "mondes nombreux", il existe de multiples versions de vous qui naissent à chaque instant, et qui vivent dans une myriade d'univers côte-à-côte...

Comme le multivers inflationniste, les multivers de type « mondes nombreux » implique des réalités alternatives. Une grande différence cependant est que les univers parallèles de la théorie « mondes nombreux » ne sont en aucun lieu physique,

mais plutôt cohabitent avec les nôtres dans une partie distincte, et abstraite, de la réalité.

Les scientifiques peuvent tout simplement ne jamais trouver des signes directs de tout type de multivers, dit Carroll. Pour certains opposants, cela signifie que ces théories ne sont pas scientifiques. Mais ce n'est pas la question, dit-il. « Notre travail en tant que physiciens est de croire ce que nos équations nous disent. En d'autres termes, en poursuivant les mathématiques, les théoriciens peuvent nous aider à découvrir, indirectement, des signes du multivers. Et, finalement, assez de ces preuves indirectes assemblées laisseraient penser que le multivers est massivement probable ».

Compte tenu des implications stupéfiantes que cela entraîne, un nombre infini d'exemplaires de vous et de la Terre pourrait bien être une chose très difficile à accepter, du moins dans notre Univers...

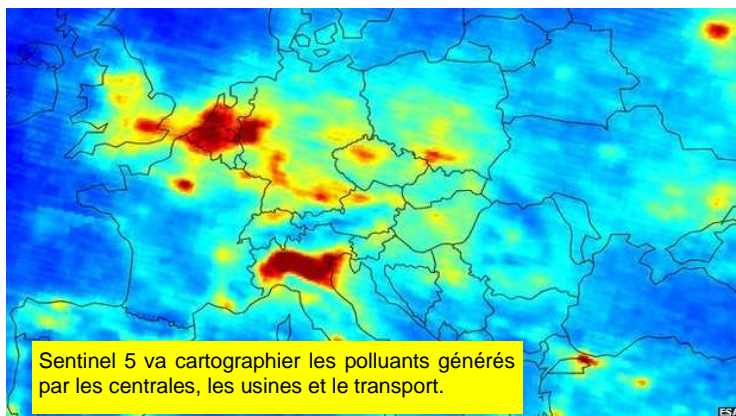
Le langage des signes pour décrire le système solaire.



Un projet du gouvernement écossais : la création de 90 nouveaux signes à l'attention des malentendants pour leur faciliter l'accès à l'astronomie. Jusqu'à maintenant, en langage des signes britanniques, il n'y avait rien de spécifique pour décrire les planètes et les étoiles. « Les gens sourds ne pouvaient apprécier l'astronomie » raconte le docteur Audrey Cameron, porte-parole du Scottish Sensory Center, « auparavant, ils n'avaient pas accès à l'information, aux lectures et aux présentations lors des visites de l'Observatoire Royal d'Edinburgh. Mais les responsables de l'Observatoire veulent que les sourds puissent profiter des expositions, aussi, nous avons travaillé de concert avec eux pour créer ces nouveaux signes ».



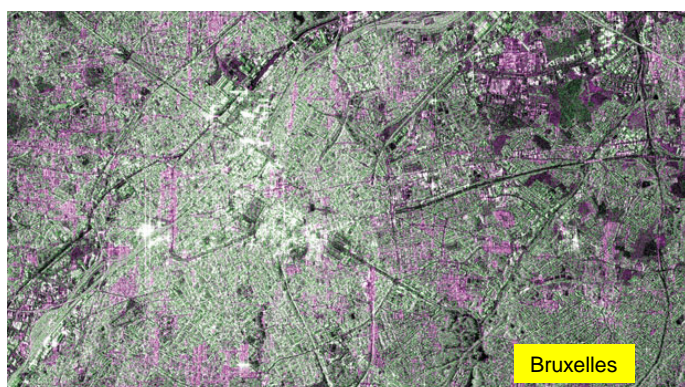
L'Union Européenne a lancé son premier satellite Sentinel en avril. Copernicus sera une constellation de plusieurs satellites *Sentinel* destinés à faire une surveillance continue de la pla-



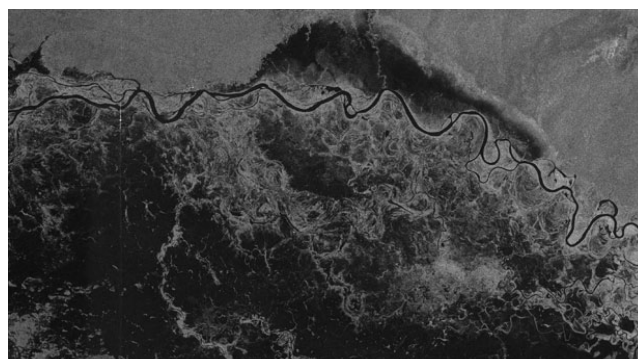
nète. Sentinel 1a, lancé le 3 avril de la Guyane par une fusée Soyouz, a déjà livré ses premières



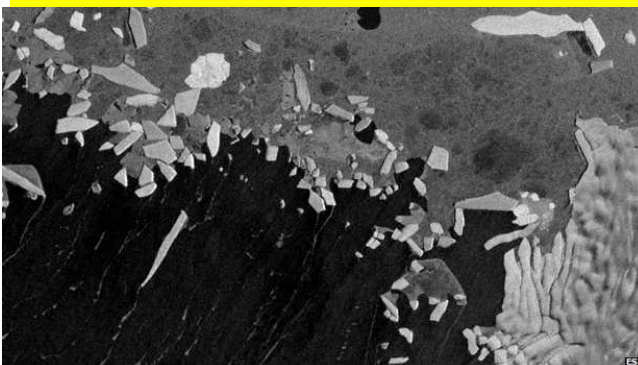
photographies détaillées de la planète comme celles de la ville de Bruxelles, des inondations en Namibie, du glacier Pine Island en Antarctique. Mais ces images sont des échantillons destinés à mieux calibrer les instruments qui seront pleine-



ment opérationnels d'ici trois mois.



Images radar : l'eau en surface apparaît ici en noir.
Inondation en Namibie



Icebergs qui dérivent en provenance du glacier de Pine Island en Antarctique, qui draine 20% de la glace qui s'échappe de l'ouest du continent blanc.

Des pêcheurs brésiliens ont récupéré un gros débris de lanceur de satellite dans l'Amazonie. Ce gros morceau de métal ré-

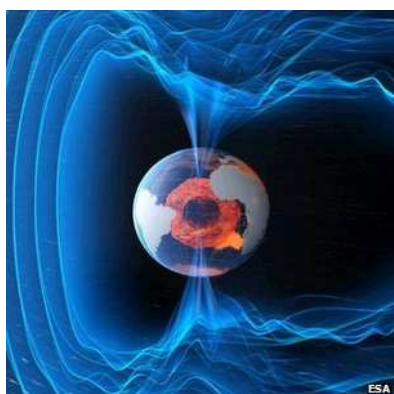


cupéré dans l'eau d'une rivière, pas loin de Salinópolis, provient d'un lanceur de satellite de la base de Kourou en Guyane française, en l'occurrence celui du plus gros satellite de communication : Alphasat (cf. n° 69 albireoscope). Retombé dans l'océan atlantique, les courants ont probablement ramené l'objet vers les terres. Une dizaine de personnes a été nécessaire pour remon-



ter ce débris sur la berge de la rivière. Manuel Alves dos Santos, le pêcheur qui a trouvé l'objet, a dit que c'était la première fois qu'il voyait quelque chose comme ça, et que les autorités ne l'avaient pas cru lorsqu'il en a parlé...

Le champ magnétique de la Terre étudié par Swarm, un trio de satellites de l'agence Spatiale européenne qui vient d'être lancé du cosmodrome de Plesetsk en Russie, par une fusée Rockot. Ces satellites ont été déployés sur une orbite polaire à 490 km d'altitude pour aider les scientifiques à mieux appréhender et comprendre le champ magnétique généré par la Terre : sa force a diminué de 15 % depuis deux siècles, et le mouvement du pôle nord magnétique s'accélère. Les chercheurs envisagent un renversement des polarités du champ magnétique : le phénomène ne s'est pas produit depuis plus de 780.000 ans mais c'est un processus qui n'est pas régulier d'après les recherches géologiques effectuées

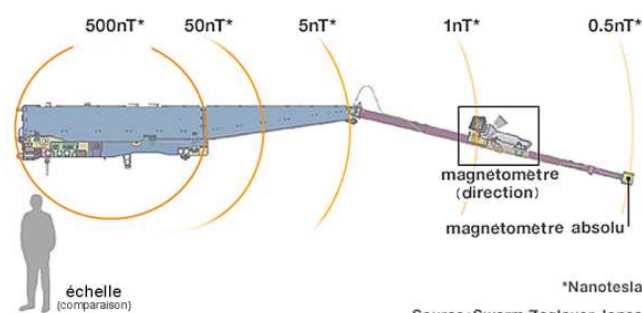


(cf. n°59 albireoscope). La majeure partie du champ magnétique terrestre est générée par la convection du fer fondu entourant le noyau solide de la Terre mais il y a d'autres composantes qui contribuent à celui-ci comme les roches de la croûte terrestre et le mouvement de l'eau salée des courants marins. Swarm va aussi étudier l'environnement électrique de la haute atmosphère et la manière dont cela interagit avec le vent solaire, un courant permanent de particules chargées en provenances du Soleil. Construit par Astrium, ce trio de satellites sera supervisé pen-

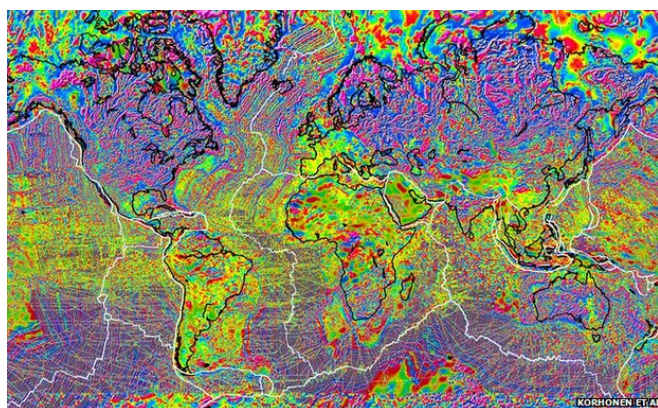


Les satellites du trio Swarm dans l'espace

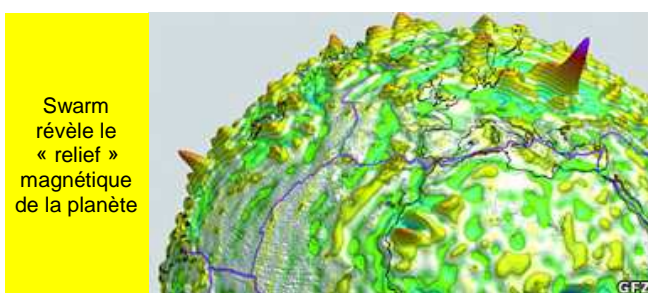
dant ses quatre années de service par le centre ESA de Darmstadt en Allemagne.



Les ingénieurs se sont assurés de minimiser les effets magnétiques générés par le satellite lui-même, en plaçant les instruments de mesure éloignés sur un long bras.



Comprendre le magnétisme des roches peut révéler des informations précieuses sur les ressources minérales de la planète.



Swarm révèle le « relief » magnétique de la planète

Un concours pour définir un repas « spatial ».

Tim Peake, astronaute britannique, a demandé aux écoliers de lui créer un repas destiné à être mangé dans l'espace. Difficile en effet de faire plaisir aux papilles de tous les astronautes qui arrivent d'horizons divers ; chacun a ses habitudes alimentaires et pour quelques astronautes, la nourriture à bord de l'ISS est loin d'être succulente : ça nourrit mais c'est détrempé, sans goût, et sans texture. Le but est donc d'obtenir quelque chose qui rappelle ce que l'on mange ici



Team Peake dubitatif en choisissant sa nourriture en laboratoire

bas, car la plus grosse partie de la nourriture envoyée à bord de l'ISS est déshydratée, et mise sous vide afin de gagner de la place et du poids. L'équipage ajoute alors de l'eau et mange souvent directement le produit à même l'emballage, ou l'absorbe avec une paille. De plus, les astronautes perdent souvent le sens du goût en perdant celui de l'odorat : l'absence de gravité fait monter le sang à la tête, fait grossir le visage et bloque les narines. La nourriture épicée est



Hum... Qu'il semble bon ce jus de fruit !

La nourriture épicée est



Le repas :

un moment convivial à bord de l'ISS.

donc populaire sur l'ISS, et les équipages russes raffolent de sauces bien relevées. La compétition culinaire a été organisée par Jeremy Curtis de l'Agence Spatiale Britannique qui souhaite que Tim soit heureux et qu'il puisse transmettre à l'équipage que la nourriture a été élaborée en Grande-Bretagne et que tout le monde dise après le repas : « nous aimons la cuisine anglaise... et c'est très bon ». A noter que pour obtenir ce résultat, il vaut mieux choisir un équipage qui ne comporte pas un astronaute français...

La NASA a montré le prototype du nouveau scaphandre spatial spécifiquement étudié pour un voyage vers Mars.



Le scaphandre Z-2 n'est qu'un prototype mais il servira à concevoir celui que porteront les premiers hommes qui vont débarquer sur la Planète Rouge. Cet ensemble comporte des zones lumineuses qui pourront être assorti à l'homme qui le porte. Ce « design » a été approuvé par 63 % des 233.431 personnes du grand public qui ont participé aux choix du nouvel équipement spatial. Le Z-2 a été fabriqué avec des imprimantes 3D, et un laser 3D assure que les dimensions correspondent parfaitement au corps de l'astronaute.



Piscine de la NASA pour l'entraînement des astronautes aux sorties dans l'espace

Space X ravitaille l'ISS et en profite pour tester le retour au sol de manière douce de son lanceur. Le 18 avril, la compagnie a envoyé deux tonnes de ravitaillement et d'équipements divers, dont les jambes du robot Robonaut, déjà dans la



Le dispositif d'atterrissage en douceur (optionnel) placé le long du premier étage de la fusée Falcon-9. Sans cet équipement, l'étage est largué à 80 km d'altitude après 3 minutes de vol et il est détruit en retombant au sol.



SpaceX avait déjà testé ce dispositif de retour en douceur au Texas.

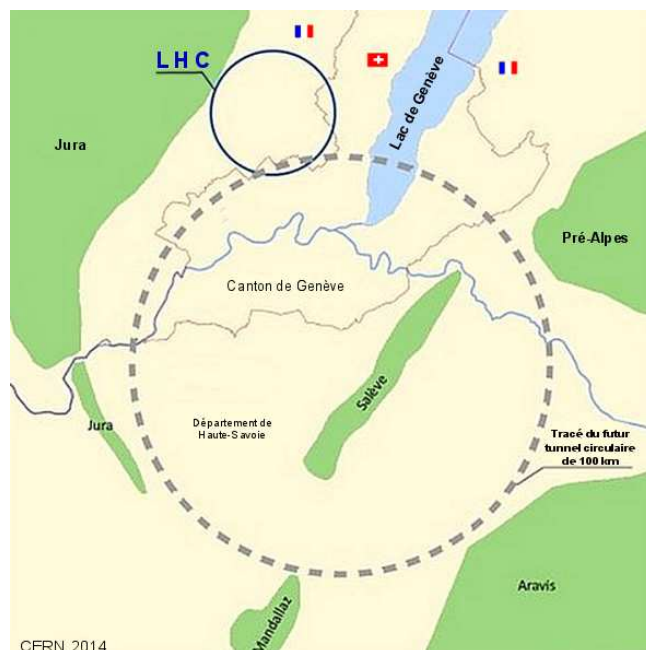
station, avec son module Dragon emporté par une fusée Falcon-9. Pour cet essai et pour des raisons de sécurité, le retour a été effectué dans la mer. La société assure que lors du touché, la vitesse était nulle et l'étage bien vertical ; toutefois, la mer agitée n'a pas permis au bateau de récupérer l'élément de la fusée à temps, et il a coulé. Pour SpaceX, la récupération de cet étage va permettre de réduire les coûts du lancement. Le premier étage de la fusée qui

assure le décollage représente environ 70 % du coût du vol (60 millions \$). Reste à SpaceX, qui espère réaliser un retour sur terre ferme avant la fin de l'année, d'affiner sa technologie ; les discussions avec l'US Air Force, qui gère Cap Canaveral, sont en cours pour identifier une zone d'atterrissage sur la côte de Floride.



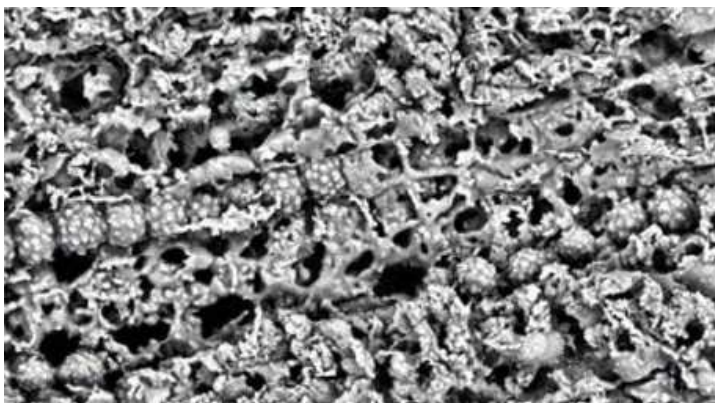
Robonaut

Le CERN envisage de construire plus gros que le Large Hadron Collider. La décision relève d'une réunion d'un haut comité scientifique qui s'est déroulé courant avril à Genève, près du centre scientifique européen du CERN. La proposition consiste à réaliser un tunnel de 100 km de longueur qui va entourer la cité suisse, reliant les Alpes à l'est, le Jura à l'ouest, et passant sous le lac de Genève. Pour Rolf



Heuer, directeur général du CERN, il est temps de réfléchir à l'après LHC, bien que cette machine soit encore « jeune ». Effectivement, le LHC ne tourne à plein rendement que depuis trois ans, mais les discussions sur sa construction remontent à 1983 et les premières données fournies à 2009 (la Chine et le Japon sont aussi candidats pour accueillir le nouveau « monstre » de la recherche fondamentale). Autant la dimension et la localisation du nouveau tunnel font débats, autant il en est de même concernant les particules à « casser » ; les protons ont la faveur de quelques experts, car de plus grandes énergies peuvent être obtenues, ce qui permet d'explorer des conditions extrêmes, proches de celles du Big Bang. Pour Paul Collier, responsable des lignes de faisceau, l'objectif est d'atteindre des énergies 8 fois plus importantes qu'avec le LHC actuel (27 km de longueur, à la courbure trop forte pour les protons qui sont accélérés).

Des anciennes plantes conservées dans la roche. Des matériaux d'anciennes plantes ont été conservés dans le verre formé par le choc d'astéroïdes qui ont heurté la Terre. Il s'agit a priori de fragments d'herbe mais, et c'est incroyable, la chaleur importante a permis cette conservation. Cette découverte pourrait donner une nouvelle voie à la recherche de la vie passée sur Mars.



L'image du microscope montre les structures préservées à l'échelle de la cellule.

L'échantillon examiné provient de la pampa argentine et devrait dater d'une dizaine de millions d'années (périodes du Miocène, et Holocène) et ressemble à la végétation actuelle de la région. En fait, la chaleur extrême a volatilisé la plante mais en conservant sa forme en « verre » ; des expériences menées en laboratoire ont montré que c'est au dessus de 1500 °C que la structure de la plante peut être conservée, sinon elle disparaît, carbonisée. L'eau contenue dans la plante pourrait jouer un rôle protecteur dans le processus de conservation de la structure.

Saturne et la naissance d'une nouvelle lune.

Les scientifiques nous disent avoir découvert ce qui pourrait être la naissance d'une nouvelle Lune dans les anneaux de Saturne. « *Etre le témoin de la naissance d'une petite lune est excitant, et c'est un évènement inattendu* » raconte Linda Spiker du JPL (Jet Propulsion Laboratory de la NASA). Peggy, c'est le nom provisoire de cette

nouvelle lune de Saturne, mesure à peu près 1 km de diamètre et elle est certainement constituée de glace d'eau, tout comme les anneaux le sont, à 90 %. Il y a donc les conditions idéales pour l'accrétion des particules de glace : la théorie la plus probable est que les anneaux sont la nurserie des nouvelles lunes avant qu'elles ne migrent vers des orbites plus distantes de la planète géante. Peggy est pour l'instant dans une position indéterminée : soit elle se désagrège suite à collision avec des morceaux plus petits, soit elle s'échappe vers la liberté et s'en va rejoindre ses aînées. L'espoir est que la sonde Cassini, vers 2016, puisse observer plus en détail, avec sa caméra à champ étroit, la partie extérieure de l'anneau A de Saturne et ainsi suivre la destinée de Peggy. La sonde Cassini, lancée en octobre 1997, est arrivée près de Saturne en 2004. Elle emportait la sonde Huygens de l'Agence Spatiale Européenne qui s'est posée sur Titan, le plus gros satellite de Saturne, le 14 janvier 2005. La bonne santé de la sonde Cassini a permis aux scientifiques de lancer sa deuxième extension de mission qui est nommée *Solstice Mission*, et qui va se terminer en mai 2017, date du solstice d'été sur la planète géante ; la vaillante sonde spatiale aura ainsi étudié un cycle saisonnier complet de la planète, et transmis une énorme quantité d'informations et d'images de Saturne, de ses anneaux et de ses satellites (la première extension de mission était celle de l'équinoxe, en 2010). Fin 2016, la sonde Cassini va grimper très haut au dessus du pôle nord de Saturne en volant juste en dehors de l'anneau F et effectuer 22 boucles en passant entre la planète géante et son anneau le plus proche :

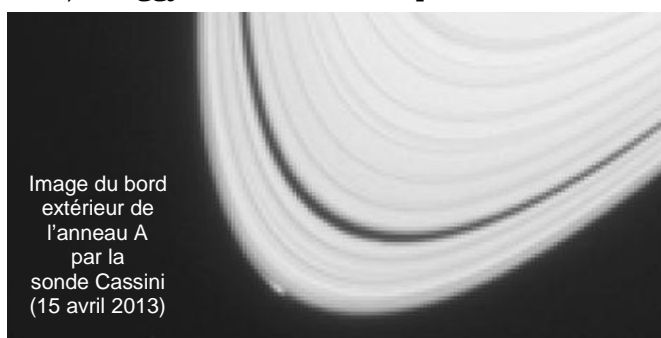
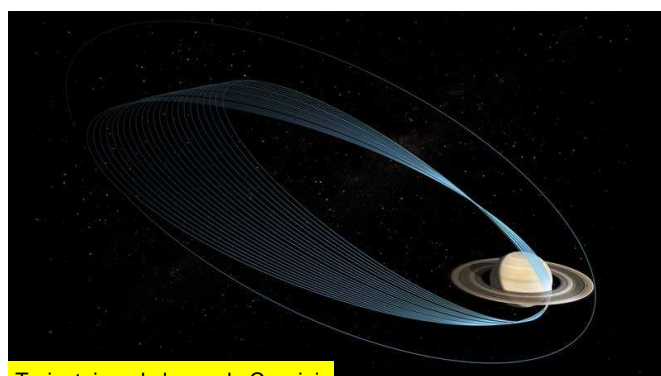


Image du bord extérieur de l'anneau A par la sonde Cassini (15 avril 2013)



Trajectoires de la sonde Cassini à partir de 2016.

Les neutrinos sont ils allés plus vite que la lumière ? C'était en septembre 2011, une annonce fracassante : une équipe de chercheurs du CERN (Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire) annonçait avoir détecté des neutrinos se déplaçant à une vitesse légèrement supérieure à celle de la lumière (0,0025 % au dessus). **Le principe de vitesse limite est une conséquence de l'invariance de la vitesse de la lumière dans les référentiels inertiels. Faux ? La science nous raconte des balivernes ?** Un physicien de l'université du Surrey a suggéré qu'une simple erreur de mesure est probablement la source de tout cette histoire : « ... si l'expérience du CERN est prouvée valide et que les neutrinos ont dépassé la vitesse de la lumière, je mange mon slip en direct à la télé ! ». Il n'y croit vraiment pas... L'expérience, qui a besoin de grande pré-



OPERA est une expérience internationale de physique des particules, destinée à observer et étudier le phénomène d'oscillation de neutrinos. Le phénomène d'oscillation des neutrinos est leur capacité, prévue par la mécanique quantique, de se transformer d'une « espèce » dans une autre parmi trois possibles : électronique, muonique et tauïque. Ainsi un neutrino électronique produit par le Soleil, pourrait lors du trajet Terre-Soleil, devenir un neutrino muonique. Cette transformation présente un caractère à la fois réversible et périodique, d'où le nom d'oscillation. Les appareils situés dans le laboratoire du Gran Sasso ont pour but de détecter des neutrinos tauïques issus de l'oscillation des neutrinos muoniques pendant leur parcours du CERN au Gran Sasso.

cision, de l'ordre de la nanoseconde, consiste à produire des faisceaux de neutrinos, à l'aide des accélérateurs du CERN à Genève, et à les détecter 730 kilomètres plus loin, dans le laboratoire souterrain du Gran Sasso, en Italie. Ce trajet à travers la roche épaisse est parcouru allègrement par les neutrinos « passe muraille » avec, a priori, 60 nanosecondes d'avance sur les 2,4 millisecondes que la lumière mettrait à couvrir la même distance. Et si les chiffres sont exacts, la lumière franchit la ligne au Gran Sasso avec 20

mètres de retard sur les neutrinos observés. La mesure consiste donc à diviser la distance parcourue entre le CERN et le laboratoire du Gran Sasso par l'intervalle de temps entre la création des neutrinos au CERN et leur détection au Gran Sasso. Mais la réalité est plus subtile car les neutrinos sont des particules de très faible masse qui interagissent très peu avec la matière et sont donc très difficiles à détecter. Les chercheurs du CERN ont bombardé des atomes de graphite avec un faisceau de protons d'énergie suffisante afin de produire par désintégration un faisceau de neutrinos. Ce n'est qu'une infime fraction de ces neutrinos produits au CERN qui peut être détectée au Gran Sasso après avoir traversé les 730 km de roche (les autres particules produites sont bloquées par cette barrière de roche). La mesure a consisté à comparer la distribution dans le temps du faisceau de départ (celui des protons) avec celle du faisceau de neutrinos détectés à l'arrivée. On ne sait pas exactement quand les neutrinos sont créés après l'émission du faisceau de protons (probablement dans le premier kilomètre) mais ceux qui sont effectivement détectés au Gran Sasso sont issus de protons du faisceau de départ. Les deux distributions de part et d'autre doivent avoir une forme très similaire (c'est d'ailleurs constaté). Le temps de vol moyen des neutrinos est obtenu en mesurant le décalage temporel entre les deux distributions. Il n'est pas possible d'estimer pour chaque neutrino individuel son temps de parcours car un neutrino particulier créé au CERN ne peut pas être détecté au San Grasso ! Il faut créer un grand nombre de neutrinos à Genève pour en récupérer une petite partie en Italie, d'où les 15 000 détections au cours des trois années d'expérience. Les principales sources d'erreurs possibles sont les suivantes :

- erreur sur les temps mesurés pour le faisceau de départ ;
 - erreur sur les temps mesurés pour le faisceau d'arrivée.
 - erreur sur l'estimation de la distance parcourue ;
- Comment parvenir à mesurer avec grande précision ces trois paramètres ? Là est le paradoxe ; en effet, c'est le GPS qui a été

utilisé pour déterminer les distances à 20 cm près (possible car il s'agit ici de points fixes) et pour la mesure du *temps de vol* (mot inapproprié en fait), ce sont des horloges atomiques qui ont été utilisées. Et comment synchroniser ces horloges ? Par le GPS bien sûr. [Ainsi, pour réaliser cette expérience et parvenir \(peut-être\) à la conclusion que le principe de vitesse limite est faux, il a fallu à nos chercheurs \(pour déterminer finement la distance et le temps de vol des neutrinos\) utiliser à pleine puissance la relativité restreinte et générale \(via le GPS\) dont les prédictions découlent précisément de ce principe de vitesse limite !](#)

Einstein n' a pas encore dit son dernier mot...

11 Sept. 2013 : impact sur la Lune. Ce sont des astronomes espagnols qui ont détecté l'impact d'une météorite, évaluée à une masse d'une demi tonne, sur notre satellite naturel.



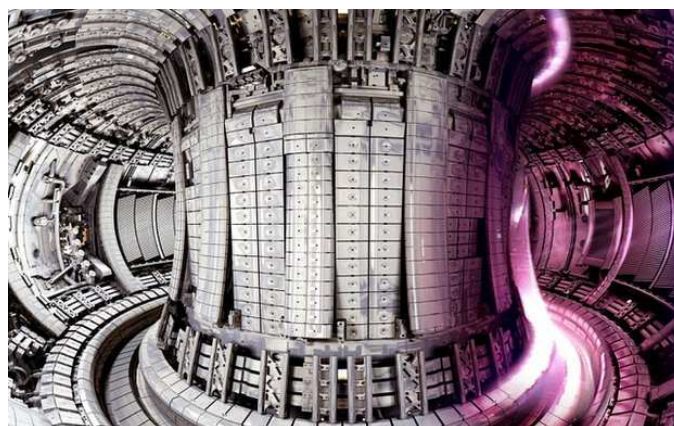
« C'est le plus grand et le plus brillant impact jamais observé sur la Lune » raconte le professeur Jose Madiove (université de Huelva). Ce choc a été détecté par le système Midas (Moon Impacts Detection and Analysis System) des télescopes espagnols situés au sud de l'Espagne. En général, les impacts sont brefs (moins d'une seconde) mais ici, l'impact a été vu pendant huit secondes, et il est la conséquence d'une rencontre avec un bolide de 400 kg qui fonçait à 61.000 km/h dans l'espace, soit une énergie équivalente à 15 tonnes de TNT.

Un nouveau cratère sur Mars. Situé dans l'hémisphère nord de la planète, il mesure environ 30 mètres de diamètre avec des débris qui s'étalent sur un rayon de 15 km. C'est la sonde Mars Reconnaissance Orbiter, avec sa caméra haute résolution *HiRise*, qui l'a photographié ; elle survole régulièrement la planète et c'est un changement apparu



entre juillet 2010 et mai 2012, détecté par la caméra spéciale *Orbiter's Context Camera*, qui a amené les chercheurs à étudier ce cratère. Les études montrent que les impacts sur la surface martienne génèrent 200 trous, d'environ 4 mètres, par an.

Oxfordshire - JET experiment (Joint European Torus). Ouvert en 1984 à Culham (Oxfordshire), il est destiné à comprendre et maîtriser la fusion nucléaire. C'est le prototype de ITER, en cours de construction dans le sud de la France, pour démontrer la faisabilité de la fusion nucléaire domestiquée.



JET utilise (comme ITER) le principe de fusion à confinement magnétique avec du deutérium et du tritium comme combustible. La température peut y atteindre les 200 millions de degrés, soit plus que 10 fois celle du

Soleil (15 millions de degrés au centre) ; il a battu le record du monde du gain énergétique en 1997 : injection de 24 MW pour en récupérer 16, ce qui donne un facteur 0,7 qui est encore insuffisant bien sûr, car il doit dépasser la valeur 1, sachant que dans le but de produire de l'énergie, ce facteur devrait voisiner 10 ou 20... Aux USA, le National Ignition Facility a récemment réalisé la fusion mais en suivant une autre approche technologique : utilisation de l'énergie d'un laser pour initier la fusion d'une « bille d'hydrogène » ; le gain énergétique a été supérieur à 1. ITER et le JET sont archi-

Pourquoi les indiens veulent t-ils aller sur Mars ?

« Je veux rencontrer des extra-terrestres, je pense fortement que nous ne sommes pas seuls dans l'univers. Si possible, j'aimerais vivre sur la Terre et sur Mars de temps en temps », nous dit Amulyz Nidhi Rastogi, un jeune étudiant ingénieur de la



A. N. Rastogi

banlieue de Gurgaon, près de la capitale indienne, Delhi ; âgé de 21 ans, il est l'un des 1.058 demandeurs présélectionnés

parmi les 2 millions de personnes qui désirent aller sur Mars, en 2024, avec l'organisation néerlandaise

Mars One. L'Inde a le plus grand nombre de présélectionnés (62) pour cette mission vers Mars qui est censée établir une première colonie humaine sur la planète rouge avec 24 « heureux élus ». La sélection rigoureuse de ceux-ci reste à faire (et après, en 2015 devrait commencer une période de sept années d'entraînement). Les sélectionnés indiens sont des étudiants, des cols blanc, des entrepreneurs etc.. de tous les horizons. Arindam Saha, 24 ans, qui s'occupe d'énergie renouvelable, a même décidé de ne pas se marier : « je doute qu'une femme puisse vouloir d'un homme qui compte partir sur Mars et s'y établir... » ; Ashish Mahta, 45 ans, courtier en va-



Mars One : le futur habitat des martiens humains.

La fusion nucléaire : est un processus qui donne l'énergie aux étoiles et leur permet de briller dans le ciel. Un litre d'eau contient assez de deutérium qui, fusionné avec du tritium, peut produire l'équivalent énergétique de 500 litres de pétrole. Une centrale nucléaire à fusion de 1500MW consommerait 600 g de tritium et 400 g de deutérium par jour. La première utilisation à grande échelle de la fusion nucléaire est celle de l'armée américaine qui a fait exploser la bombe à hydrogène *Ivy Mike* le 1er novembre 1952 et c'est hélas cette image destructrice du nucléaire qui est restée dans l'esprit du grand public.

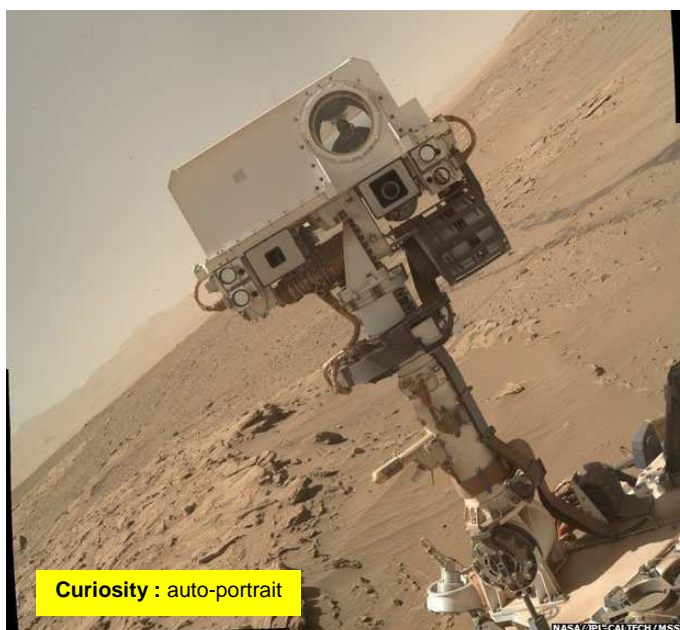
tecurés autour d'un tokamak (mot d'origine russe), une chambre magnétique toroïdale. Le champ magnétique d'ITER est conçu pour confiner un plasma de 100 millions de degrés. Le National Ignition Facility américain est partenaire également d'ITER, tout comme la Corée du Sud qui a investi 941 millions de \$ dans son projet démonstrateur K-DEMO.

Curiosity continue ses explorations du sol martien.

Le robot a débuté un nouveau « forage » du sol de la planète en ce mois d'avril après une pause de presque une année dans cette activité (le premier forage avait été fait pas loin du site d'atterrissage). Ici, c'est au point « The Kimberley » que les scientifiques ont décidé de réaliser le forage, d'abord un petit trou pour tester la qualité de la « poudre », puis un autre trou plus profond pour l'échantillon à faire ingurgiter au laboratoire interne du robot. Ces analyses chimiques devraient permettre de déterminer l'environnement du *Gale Crater* il y a quelques millions d'années.



NASA/JPL-CALTECH/MSSS



Curiosity : auto-portrait

NASA/JPL-CALTECH/MSSS

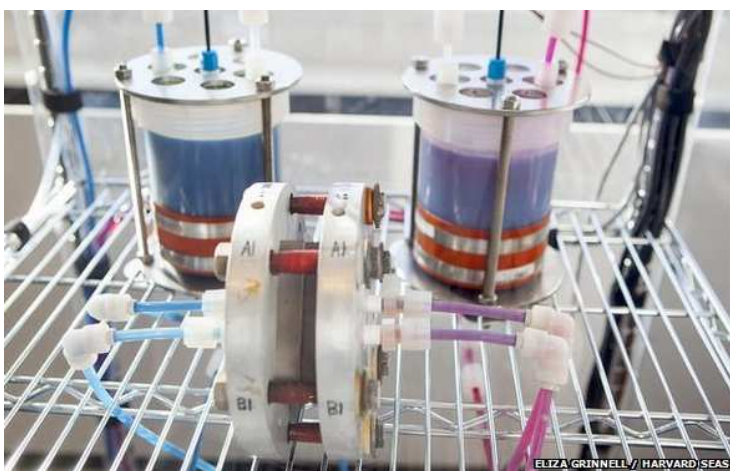
leurs mobilières à Mombaïa, a planifié son avenir pour faire ce voyage : « *je suis marié depuis 20 ans, j'ai un fils de 19 ans et une fille de 20, et j'ai économisé 60 millions de roupies (970.000 \$). Je pense avoir assez fait pour ma famille... Quand je partirai (vers Mars), ils auront fini leurs études et seront mariés. J'espère voir mes petits enfants en partant* ». Bien que les sélectionnés soient entraînés pour ce voyage vers Mars, il n'est pas évident qu'ils pourront survivre sur une planète qu'on sait, aujourd'hui, très hostile à la vie : peu d'atmosphère, températures extrêmes, eau gelée dans le sous-sol, radiations cosmiques dangereuses... Cela dit, Bas Lansdorp, co-fondateur du projet pense qu'il pourra faire atterrir des hommes sur Mars dans les 10 années qui viennent, et il compte sur les dons et les droits de télévision pour obtenir les 6 milliards de livres nécessaires : « *Les jeux olympiques de Londres, c'est 4 milliards de £ avec les droits TV et la publicité... pourquoi pas un effort similaire pour Mars One ?* ». Pour la majorité des indiens sélectionnés : « *je veux devenir un exemple, c'est une opportunité dans ma vie, et je ne veux pas rater ça* ».



Arindam Saha

Avancées technologiques pour les batteries.

Les chercheurs américains ont fait un grand pas en avant dans leur quête du réservoir d'énergie électrique de grande capacité qui est le graal tant recherché pour donner de l'avenir aux énergies non fossiles : le vent et le solaire. Les batteries



performantes actuelles sont basées sur une chimie du métal. Le vanadium est le métal le plus utilisé pour les batteries performantes, ou encore

le platine, mais ce sont des métaux rares et précieux. Les chercheurs obtiennent des résultats aussi bons mais sans l'utilisation de ces métaux nobles et chers, avec des composés chimiques répandus : les quinones. Ce sont des molécules organiques solubles à base de carbone et d'hydrogène, certains dérivés étant utilisés par les animaux et les plantes (le scarabée *bombardier* en synthétise quand il pulvérise ses ennemis ; la vitamine K1 est une phylloquinone ; l'industrie utilise déjà les quinones pour fabriquer le peroxyde d'hydrogène ; la rhubarbe en contient). « *Ce sont des molécules pas chères, présentes dans le pétrole brut ou les végétaux verts* » nous dit Michael Aziz (Harvard school of Engineering an Applied Sciences - Cambridge, Massachusetts). Le principal obstacle au déploiement de ces types d'énergies est la disponibilité par rapport à la demande : le vent a ses caprices et le soleil ne brille pas toujours ; il faudrait donc pouvoir emmagasiner une grande quantité d'électricité afin de répondre à toute demande des usagers. Ces nouvelles batteries n'utilisent pas les modifications chimiques de grosses électrodes métalliques pour stocker l'énergie électrique mais l'hydrogène de réservoirs externes en faisant circuler un fluide dans la cellule de conversion, et ce processus fonctionne dans les deux sens : électricité fournie, ou stockage d'électricité. La quantité d'électricité stockée ne dépend que de la dimension du réservoir et de la quantité initiale de liquide. Reste maintenant à industrialiser ce dispositif expérimental...

Le vent souffle t-il moins en Espagne ?

Depuis Don Quichotte, le vent a soufflé fort dans les campagnes espagnoles et aujourd'hui, le héros de Cervantès irait plus volon-



tiers titiller les nombreuses éoliennes que les moulins. Cela parce que l'Espagne est un endroit privilégié, par le vent et par le Soleil ; elle est devenue ainsi une super-puissance du solaire et de

Pour la première fois de l'histoire de l'Espagne, le vent a contribué dans la même proportion (21 %) pour l'électricité que le nucléaire en 2013, selon Red Electrica de Espana (REE), distributeur national d'électricité. Ce record semble confondre les sceptiques qui considèrent que ces énergies sont trop intermittentes et chères pour être de réelles alternatives au charbon, au gaz et au nucléaire. La *success story* espagnole englobe le vent, et le solaire sous forme photovoltaïque et thermique. L'éolien seul génère 54.000 GWh d'électricité pour 10 millions de foyers et arrive second, après l'Allemagne, en capacité installée.

l'éolien. Mais, alors que cette position dominante viens d'être établie, le gouvernement a décidé de changer les règles et de couper l'herbe sous le pied de quelques industries florissantes. Pour Sonia Franco (Asociacion Empresarial Eolica) : « L'Espagne a bénéficié d'une régulation favorable de l'énergie éolienne depuis les années 90... ce qui a donné confiance aux investisseurs. 30 milliards d'euros ont été consacrés à ce secteur depuis la mise en place de la première éolienne érigée en 1984 ». Contrairement à d'autre pays où



les éoliennes ne sont pas bien accueillies, les villageois espagnols ont ouvert grand les bras à ces nouveaux moulins à vent, d'autant que les subventions gouvernementales pour ces installations nouvelles ne se sont pas répercutées par une hausse du prix de l'électricité ce qui a entraîné pour l'Espagne un *déficit tarifaire* équivalent à 30 milliards d'euros... Mais la « crise espagnole » est passée par là et le plan de sauvetage de 41 milliards d'euros de l'Union Européenne a conduit le gouvernement à arrêter brutalement tout support de ce secteur d'énergie et, de plus, en imposant une taxe de 7 % sur les revenus des énergies, fossiles y compris. Un effet rétroactif a aussi entraîné une réduction d'1,2 milliard d'euros de subventions pour l'industrie éolienne en 2014. L'Espagne est victime de son succès, et les emplois de l'énergie éolienne sont passé de 41.000 à 23.000 : 1.100 MW installés en 2012 et seulement 175 en 2013. Mais cela a aussi une répercussion sur les investissements de ce secteur en

Pays	MW
Allemagne	33.730
Espagne	22.959
Gr.-Bretagne	10.531
Italie	8.551
France	8.254
Danemark	4.772
Suède	4.470
Portugal	4.724
Pologne	3.390
Pays-Bas	2.693

Europe. L'Allemagne a cependant augmenté ses capacités de production (+ 3238 MW en 2013), et la Grande-Bretagne avait lancé un grand projet Off-Shore qui a été quelque peu limité par les Conservateurs.

**EOLIEN (2013)
Capacités installées**

Ah, si l'homme pouvait dominer la puissance énergétique dispensée par la nature.

La foudre...



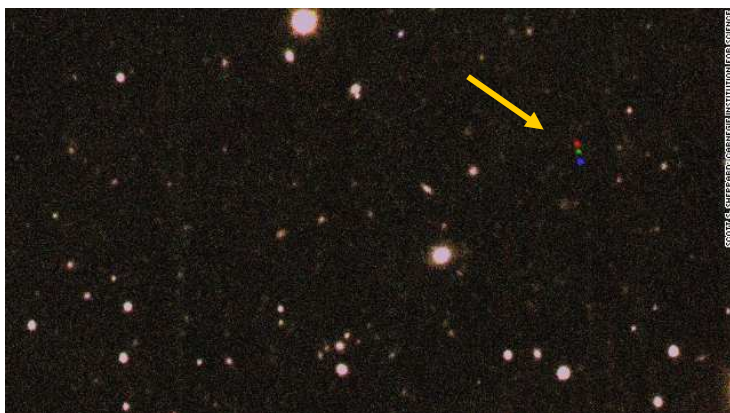
La foudre en fourche : photo prise à Archer City au Texas où les tornades sont également souvent au rendez-vous.

Les tornades...

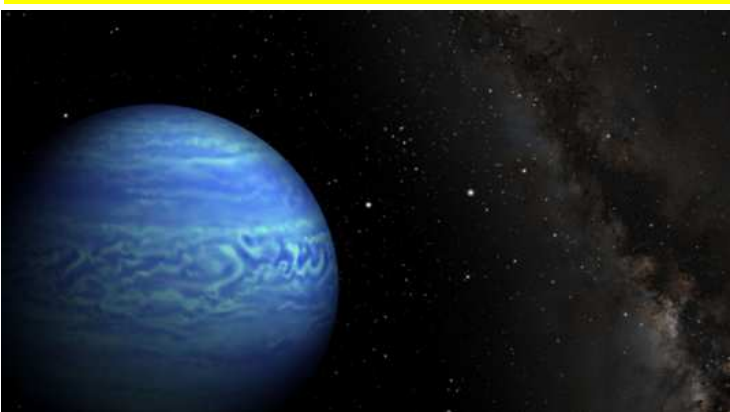


Préparation à la bagarre : un chasseur de tornade photographie la formation imminente d'une super cellule de tornade à Vinson en Oklahoma.

Et quelques nouvelles diverses...

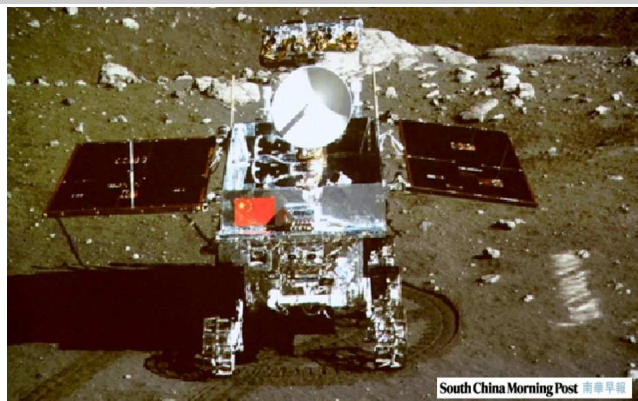
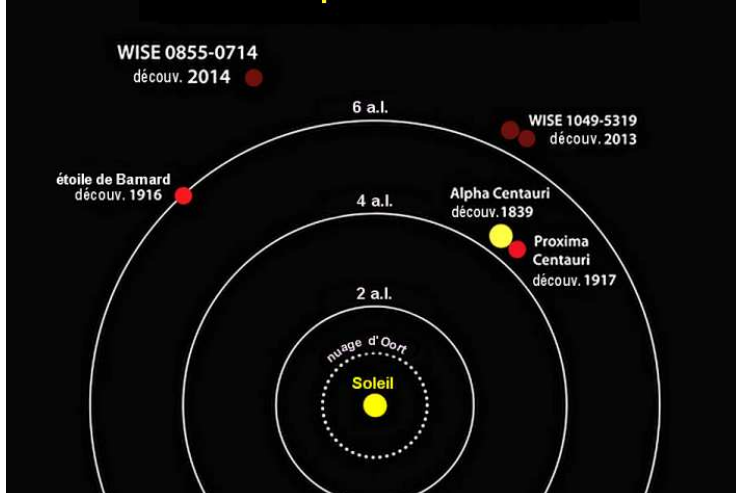


2012 VP113 : les astronomes de l'observatoire Gemini à Hawaï ont découvert une planète naine qui orbite plus loin que tous les objets que nous connaissons du Système Solaire, à 83 unités astronomiques. Les points colorés de l'image composite ci-dessus illustrent son déplacement avec un intervalle de 2 heures.



WISE J085510.83-071442.5 : une naine brune (vue d'artiste) aussi froide que le pôle nord a été découverte dans l'environnement proche de notre Système Solaire par le NASA's Wide Field Infrared Survey Explorer (WISE) et le télescope Spitzer : sa distance du Soleil est seulement de 7,2 années lumière. C'est la naine brune découverte la plus froide, avec une température allant de -48°C à -13°C et d'une masse entre 3 et 10 fois celle de Jupiter, qui pourrait laisser penser qu'il s'agit d'une planète éjectée de son système solaire, mais on sait aussi que les naines brunes sont des objets nombreux dans l'univers.

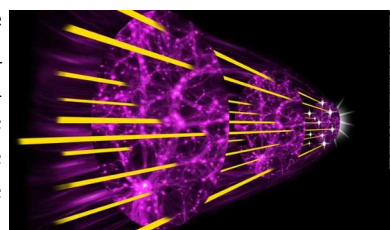
Les voisins proches du SOLEIL



Pas de chance pour les chinois, car **Lapin de Jade** a bien des difficultés à récupérer de sa mise en hibernation de 6 semaines courant Janvier, après avoir parcouru seulement 20 m sur la surface lunaire. Le professeur Wang Jianyu de la Chinese Society of Space Research a indiqué qu'un problème majeur d'alimentation électrique du mécanisme principal d'entraînement bloque le robot. La température lunaire aurait été bien inférieure à l'estimation des chercheurs, une cause probable du « gel » des circuits. Les équipements scientifiques sont toutefois en ordre de marche (caméra 3D, radar...), et la transmission de données vers les contrôleurs de la mission sur Terre fonctionne, mais l'agence spatiale chinoise a admis la possibilité d'un échec de la mission. Le but principal du programme lunaire chinois est d'envoyer un gros engin vers la Lune et de rapporter des échantillons sur la terre en 2017.

L'expansion de l'Univers.

Cela n'apparaît pas ici bas, sur Terre mais l'espace se dilate ; depuis le Big Bang, il y a 13,8 milliards d'années, l'univers devient de plus en plus grand. « Si vous pouviez partir vers un futur loin-



Ceci est une illustration de l'expansion de l'univers (de droite à gauche). L'expansion s'est développée rapidement lors du Big Bang, puis son taux a chuté jusqu'à un âge de 7 milliards d'années. Depuis, l'énergie noire étend l'univers et l'expansion s'accélère ; les scientifiques utilisent les quasars pour mesurer le phénomène.

tain, toutes les choses de l'univers que vous voyez aujourd'hui ne seraient plus visibles car trop lointaines pour être accessibles à notre vue et nos instruments » raconte David Schlegel du Lawrence Berkeley National Laboratory. Les scientifiques ont mesuré avec grande précision l'expansion de l'univers il y a 10,8 milliards d'années en examinant des objets très lointains dont la lumière nous est parvenue. Font Ribera et ses collègues ont utilisé le BOSS (Baryon Oscillation Spectroscopic Survey) qui fait partie du Sloan Digital Sky Survey pour regarder les quasars. Les Quasars sont des noyaux galactiques très brillants, alimentés

par des trous noirs super massifs et qui émettent une très grande énergie. L'hydrogène dans l'espace absorbe partiellement la lumière des quasars lointains et le gaz présente alors une image d'anneau issue d'un phénomène appelé *oscillations acoustiques baryoniques* ; c'est un marqueur sur la manière dont la matière est distribuée. Les principes de physique permettent de déterminer comment ces images doivent apparaître et permettent une comparaison avec les cartes issues des données de BOSS. Deux groupes scientifiques ont examiné ces données en provenance de 100.000 quasars, avec Franck Ribera (Amérique) et Timothée Delubac du Centre de Saclay (France). Ce qui conduit à cette expansion est la mystérieuse énergie noire et qui composerait 71 % de l'univers.

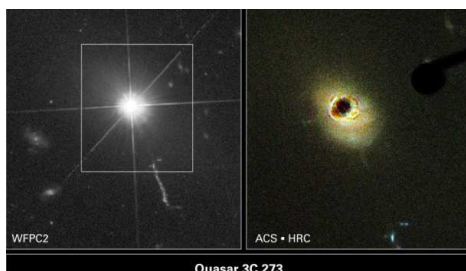
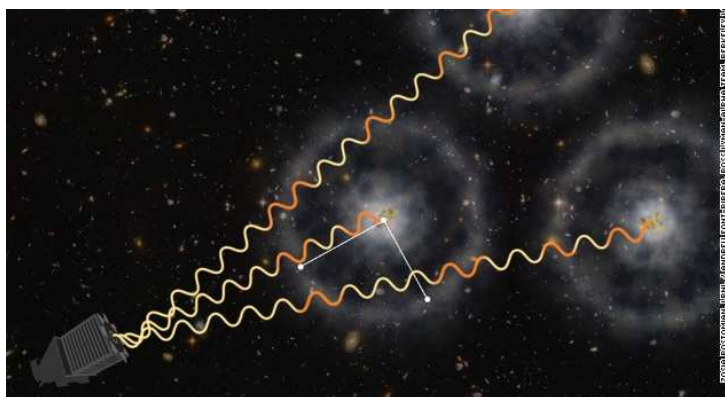


Image de quasar prise par le télescope Hubble en monochrome et en infrarouge.

Les principes de physique permettent de déterminer comment ces images doivent apparaître et permettent une comparaison avec les cartes issues des données de BOSS. Deux groupes scientifiques ont examiné ces données en provenance de 100.000 quasars, avec Franck Ribera (Amérique) et Timothée Delubac du Centre de Saclay (France). Ce qui conduit à cette expansion est la mystérieuse énergie noire et qui composerait 71 % de l'univers.



L'expérience BOSS mesure l'univers distant avec la lumière des quasars qui laisse son empreinte dans l'hydrogène du milieu cosmique.

vers. L'expansion aurait débutée juste après le Big Bang (une fraction infime du début de la première seconde...), et à une vitesse supérieure à celle de la lumière. Mais à cause de la gravité, l'expansion a progressivement décéléré, une phase de ralentissement mesurée il y a 10,8 milliards d'années grâce aux quasars. A cette époque, l'expansion mesurée est de 68 km par seconde et par million d'années lumière mais il y a 7 milliards d'années, l'expansion a commencé à augmenter et les scientifiques attribuent la chose à la fameuse énergie noire. Aujourd'hui, le taux d'expansion augmente et il est à nouveau similaire à celui mesuré il y a 10,8 milliards

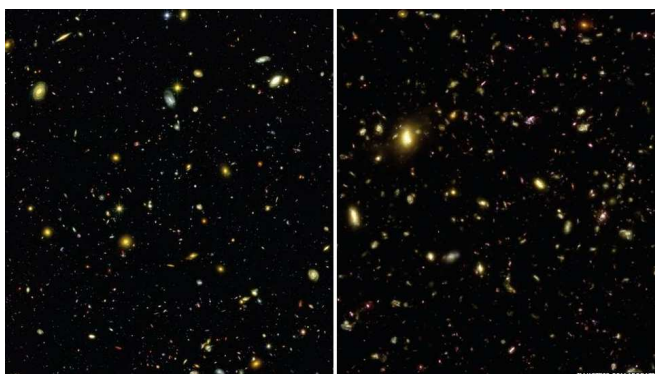
d'années. L'expansion de l'univers n'a cependant pas trop d'effet sur l'espace entre les planètes de notre Système solaire car la



Télescope Sloan de 2,5 m de l'observatoire Apache Point au Nouveau Mexique accueillant l'expérience BOSS.

gravité est la force dominante qui tient tout ça. Mais un jour, toutes les galaxies vues couramment par les télescopes disparaîtront de notre horizon. Qu'on se rassure, ce n'est pas pour demain, et les astronomes amateurs pourront encore longtemps faire des poses photographiques pour immortaliser ces magnifiques objets du ciel nocturne. Toutefois, la galaxie d'Andromède devrait fusionner avec la Voie Lactée dans 6 milliards d'années mais cet événement cosmique ne sera plus visible des autres galaxies du fait de la dilatation de l'espace temps ; ce sera la seule galaxie dans notre voisinage mais nous ne serons plus là pour en discuter...

L'évolution de l'univers recréée au laboratoire. Une équipe internationale de chercheurs a conçu la plus complète simulation visuelle de la formation de l'univers. Le

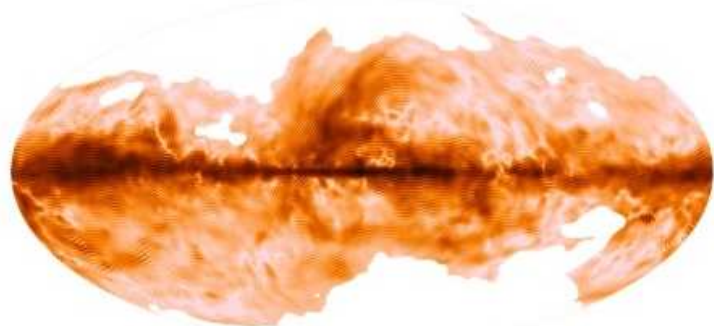


A gauche, l'univers réel vu par le télescope Hubble.

A droite, ce qui émerge de la simulation.

programme informatique englobe les principales théories cosmologiques et l'énorme puissance de calcul informatique a fait le reste : avec un ordinateur personnel actuel, il faudrait 2.000 ans pour faire tourner la simulation qui fait la part belle à la matière noire aux premiers moments de l'univers, a priori indispensable pour montrer l'émergence de la matière visible. L'Agence Spatiale Européenne prépare le lancement (prévu en 2020) de l'engin spatial *Euclide* pour mesurer l'expansion de l'univers et pour le professeur Joanna Dunkley (Oxford University), de telles simulations aideront la recherche dans ce domaine : « *pour utiliser les données d'Euclide, nous aurons besoin de simuler ce que nous espérons voir de l'énergie noire, et comparer avec le réel observé* ».

Planck dévoile l'empreinte magnétique de notre galaxie. La connaissance du champ magnétique de notre galaxie est fondamentale car celui-ci est soupçonné de gouverner ou d'influer sur



Dans l'espace, la lumière émise par les étoiles, le gaz ou la poussière peut être polarisée de plusieurs façons. La mesure de cette polarisation permet aux astronomes d'étudier les processus physiques qui sont à son origine, en particulier les propriétés des champs magnétiques dans le milieu interstellaire de notre Galaxie : les régions les plus sombres correspondent à une émission polarisée plus forte et les stries indiquent la direction du champ magnétique projeté sur le plan du ciel. (ESA/collaboration Planck)

de nombreux phénomènes, tels que la trajectoire des particules chargées électriquement (les rayons cosmiques) et la formation des étoiles.

Qu'est-ce que Bicep2 ? C'est le nom d'une expérience basée au pôle Sud qui s'est donné comme unique objectif scientifique, la mesure de traces des ondes gravitationnelles (modes B). L'amplitude attendue de ce signal est très faible : 1.000 fois plus faible que le signal en température dans les scénarios les plus optimistes. De nombreuses expériences au sol ou en ballon poursuivent le même objectif que BICEP mais

seul Planck observe tout le ciel dans neuf bandes de fréquences. Les résultats en polarisation de Planck seront précieux à plusieurs niveaux :

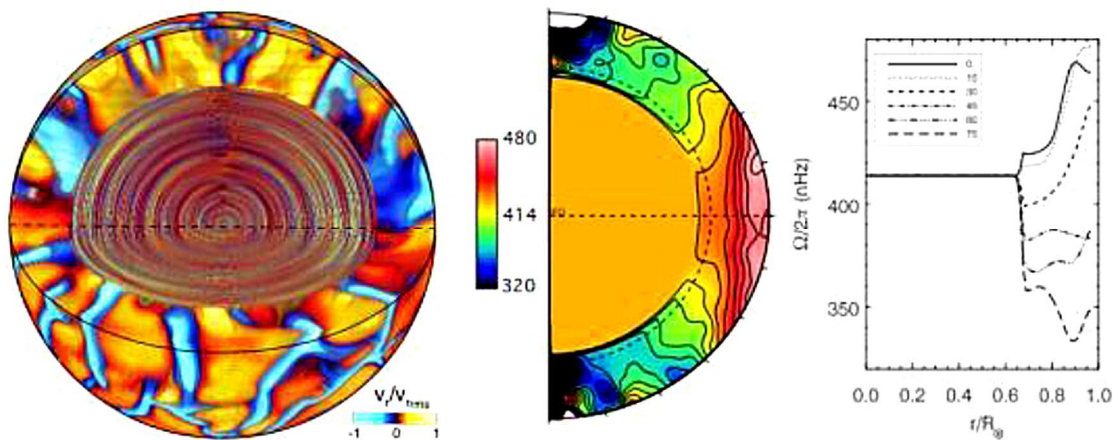
- la collaboration Planck fournira en automne prochain ses spectres en polarisation E et B qui pourront être comparés à ceux de BICEP2. Résultats complémentaires car Planck utilise une fraction du ciel bien plus large, mais avec moins de sensibilité,
- l'analyse de BICEP2 utilise largement les résultats de Planck en température et en polarisation de la poussière. Les mesures en température seront encore meilleures que celles livrées en 2013 car elles seront basées sur la mission complète avec une analyse améliorée. La mesure de BICEP2 elle-même pourra donc être affinée,
- l'interprétation de cette mesure en termes de paramètres cosmologiques, et donc de contraintes sur l'inflation, se base sur les résultats de Planck en température, de WMAP en polarisation et de quelques expériences avec une très haute résolution angulaire. La capacité de Planck en termes de polarisation est bien supérieure à celle de WMAP et donc l'exploitation des mesures de BICEP2, conjointe avec celles des futures mesures de Planck, conduira à des résultats bien plus précis que les résultats actuels.

C'est une nouvelle fenêtre sur l'univers primordial qui vient de s'ouvrir et Planck a un rôle irremplaçable à jouer.



Laboratoire à moins d'1 km du Pôle Sud qui abrite le télescope Bicep2, et le South Pole Telescope (à droite sur la photo).

Modélisation 3D du Soleil. Une équipe du laboratoire Astrophysique Instrumentation & Modélisation (CEA/CNRS/Université Paris Diderot) a réussi à modéliser les effets d'ondes de gravité dans une simulation du Soleil extrêmement complète, de son cœur nucléaire jusqu'à sa surface convective, et ce en 3 dimensions (simulations haute performance, qui ont nécessité 5 millions d'heures de calcul sur le calculateur Ada de GENCI, installé à l'Idris -CNRS-, et 15 millions sur le supercalculateur Curie mis à disposition par GENCI auprès des chercheurs européens dans le cadre de l'infrastructure de recherche PRACE -Partnership for Advanced Computing in Europe-). Ces simulations constituent une première et un véritable tour de force tant le nombre de phénomènes et l'étendue spatiale pris en compte sont grands : turbulence, convection, effets thermiques, ra-



diatifs et visqueux, rotation différentielle... Pour la première fois, ces travaux offrent une simulation 3D extrêmement riche et complète de la dynamique d'une étoile dans ses trois dimensions (97 % du volume de l'étoile).

À gauche : vue 3D d'une simulation du Soleil, dans laquelle on a retiré un quart de sphère pour voir l'intérieur de l'étoile. Quand les flots convectifs descendants (bleus) arrivent à l'interface avec la zone radiative (localisée à 70% du rayon de l'étoile), ils excitent des ondes de gravité qui se propagent dans la zone radiative en « spiralant » vers le centre.

À droite : coupe du plan méridien montrant la vitesse de rotation dans les zones internes de l'étoile. Dans la zone convective, le taux de rotation dépend de la latitude. Le profil obtenu dans la simulation est très proche de celui déduit des mesures héliosismiques. La zone radiative, elle, tourne comme un solide, à un taux de rotation constant. © CEA/SAP

Images de la Terre...



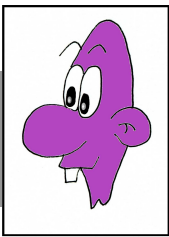
Petite toilette matinale en Inde :

Un indien se lave dans les effluents industriels d'une usine qui font mousser la rivière Yamuna (New Delhi).

Mange ma poussière :

moto bien chargée à Hami en Chine dans la province du Xinjiang Uygur.

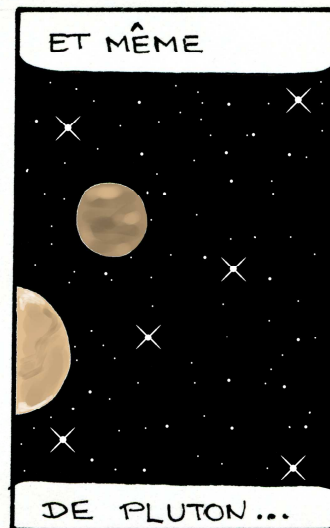
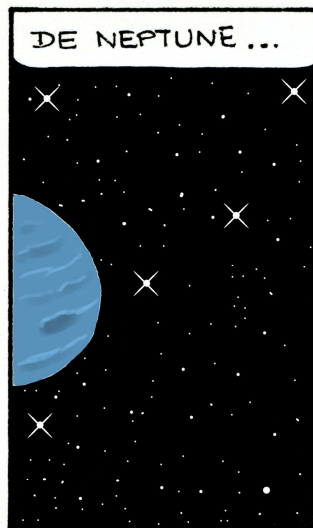
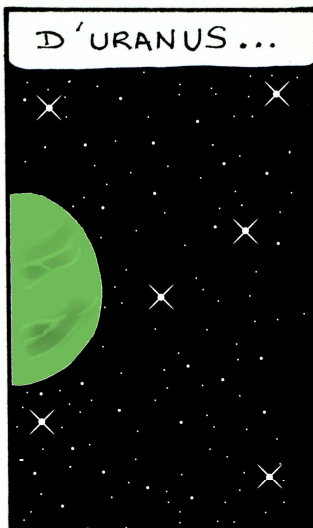




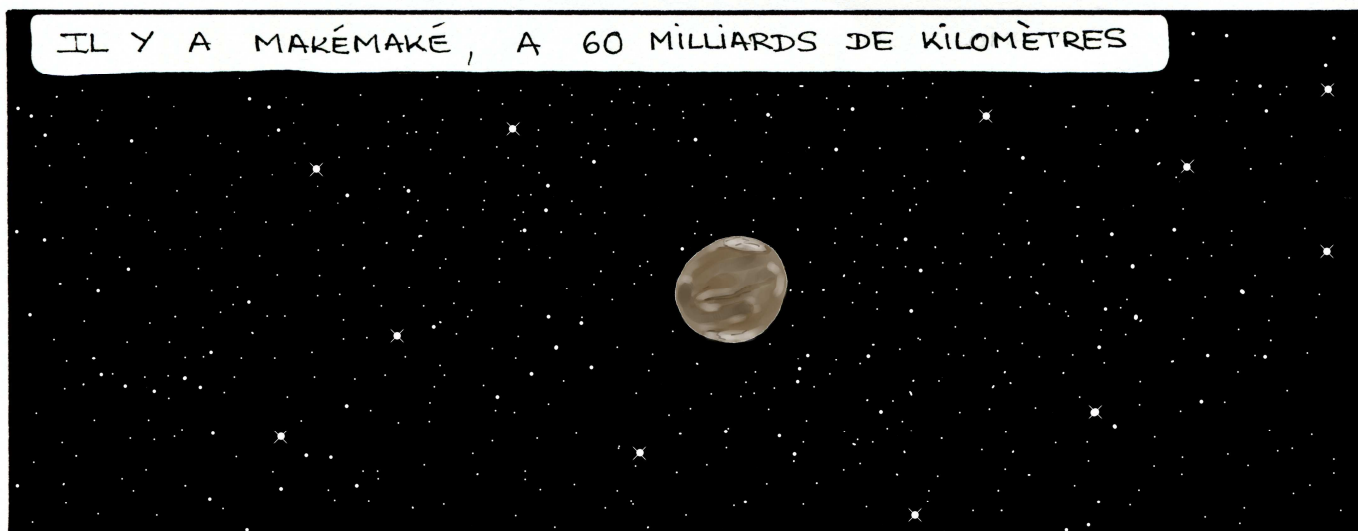
AI 78

« Mon 18000 D ! »

DAU90

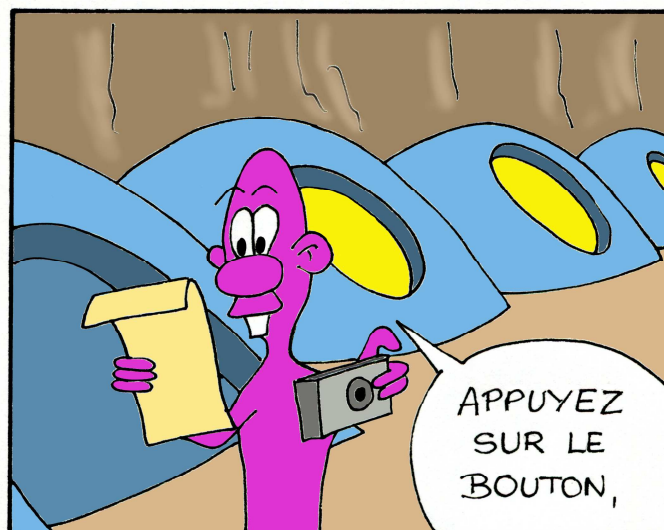
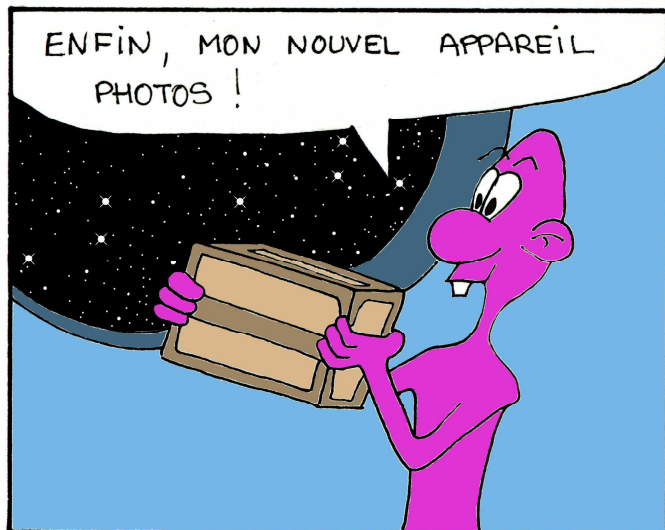


IL Y A MAKÉMAKÉ, A 60 MILLIARDS DE KILOMÈTRES



C'EST PETIT, C'EST GELÉ.





C'est arrivé ce jour-là...

Juin 2004, il y a 10 ans

Le 8 juin 2004 la planète Vénus passe devant le disque du Soleil, c'est ce qu'on appelle un transit. Ce phénomène rare ne s'était pas produit depuis le 6 décembre 1882. Jusqu'au 19^e siècle, l'observation des transits de Vénus était la seule méthode qui permettait de mesurer la distance Terre-Soleil : l'unité astronomique.

Avec les 4 derniers transits de 1761, 1769, 1874 et 1882, l'astronome américain Simon Newcomb parvient à une valeur de 149,9 millions de km avec une incertitude de 600 000 km. Les techniques modernes utilisant les sondes spatiales permettent de mesurer l'unité astronomique avec une précision de 30m.



Transit de Vénus, vu par la satellite SDO en 2012

Juin 1974, il y a 40 ans



La lunette de l'observatoire de Hem

Robert Jonckhère est né à Roubaix le 15 juillet 1888 est un riche industriel de l'industrie du textile. Dès l'âge de 12 ans, il manifeste un grand intérêt pour l'astronomie et pour sa majorité, il reçoit en cadeau d'anniversaire la construction d'un observatoire sur le toit de la maison familiale. Dès 1905, il devient membre de la Société Astronomique de France. En 1907, il recherche un emplacement pour un nouvel observatoire : il le trouve sur une colline aujourd'hui située dans la ville de Hem. Robert Jonckhère succède à son père dans son entreprise au début des années 1920. L'observatoire est équipé d'une lunette de 326 mm de diamètre et 6m de

focale. Elle est équipée d'un chercheur de 90mm et d'un micromètre à fils pour l'étude des étoiles doubles. Dès le début de la guerre, en 1914, l'observatoire est occupé par les Allemands, Jonckhère et sa famille partent en Angleterre, il est accueilli à l'observatoire royal de Greenwich où il continue l'étude des étoiles doubles. Pour la publication d'une compilation de ses connaissances sur les étoiles doubles, il reçoit le prix Lalande de l'Académie des Sciences. A la fin de la guerre, à son retour en France, l'entreprise familiale est ruinée et la lunette de l'observatoire est abî-

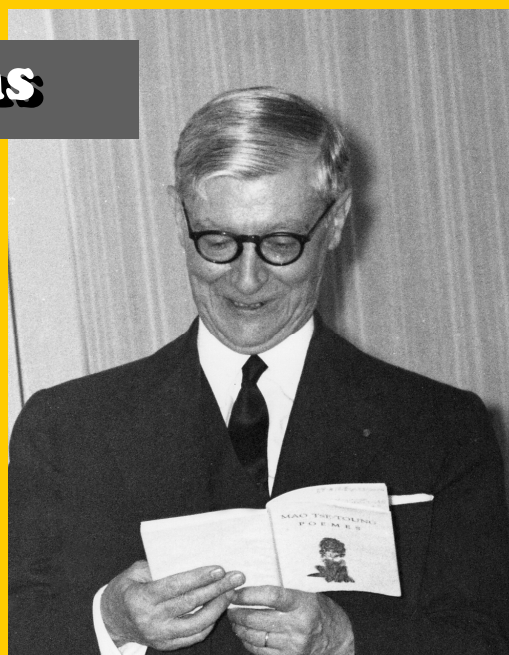
mée, elle est rachetée et transférée dans l'actuel observatoire de Lille. En 1942, il réussit le concours d'entrée au CNRS et est nommé Maître de recherche et astronome professionnel à l'observatoire de Marseille. Il continue ses recherches sur les étoiles doubles avec le télescope de 80cm de Léon Foucault. Il reçoit le prix Becquerel de l'Académie des sciences en 1943. Il prend sa retraite en 1962 et reçoit en 1967 le prix de l'Académie des Sciences pour l'ensemble de ses travaux. Il aura découvert plus de 3350 étoiles au cours de sa carrière. Il s'éteint à Marseille le 27 juin 1974.



L'observatoire de Hem

Juin 1954, il y a 60 ans

André Couder est né à Alençon le 27 novembre 1897. C'est un ingénieur opticien employé tout d'abord à l'observatoire de Strasbourg. A l'initiative d'André Danjon, il rejoint le laboratoire optique de l'observatoire de Paris dont il devient directeur en 1925. Jusqu'à sa retraite en 1968, on lui doit la plupart des parties optiques des instruments français, notamment les télescopes de 80 et 193 cm de l'observatoire de Haute Provence. Il a développé des techniques de polissage des surfaces paraboliques. La « loi de Couder » est la loi fondamentale



André Couder (1897 - 1979)

des supports des miroirs primaires. Le 14 juin 1954 il est élu membre de la section astronomie de l'Académie des Sciences. Il nous quitte à Paris le 16 janvier 1979.

Télescope de 120 cm de l'observatoire de Haute-Provence



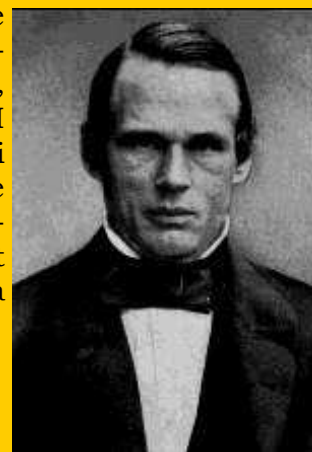
Juin 1874, il y a 140 ans



Salle de l'observatoire de Stockholm

Anders Jonas Ångström est né le 13 août 1814. Cet astronome et physicien suédois, il fait partie des fondateurs de

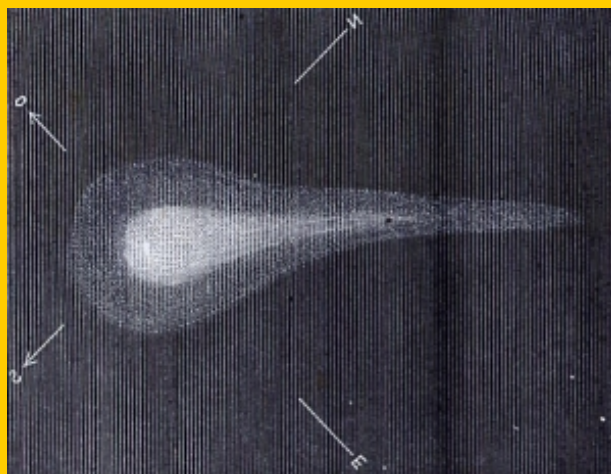
la spectroscopie. Après des études à l'université d'Uppsala, il obtient en 1839 un diplôme d'enseignant en physique. Il va ensuite à l'observatoire de Stockholm dont il devient directeur quelques années plus tard. Il s'intéresse au champ magnétique terrestre pour lequel il note des variations en différents points de la Suède. Anders Jonas Ångström est l'un des pionniers dans l'étude des spectres. C'est d'ailleurs l'initiale de son nom dont on se sert comme unité de longueur d'onde : l'Ångström (Å). En 1862, il découvre la présence d'hydrogène dans l'atmosphère du Soleil, la célèbre bande H alpha à 6563 Å qui nous permet de faire de magnifiques photos du Soleil. Il meurt le 21 juin 1874 à Uppsala.



Anders Jonas Ångström (1792 - 1871)

Juin 1844, il y a 170 ans

William Robert Brooks est né le 11 juin 1844 à Maidstone en Angleterre. Cet Américain s'est passionné pour l'astronomie en regardant des navigateurs utiliser un sextant pour faire le point pendant un voyage en Australie. Il a découvert sa première comète en 1881 avec un télescope qu'il a lui-même construit. En 1886 il découvre 3 nouvelles comètes. Il se fait remarquer par William Smith, un riche homme d'affaires qui construit un observatoire et une demeure pour la famille Brooks au collège Hobart. Ses observations et ses recherches à l'observatoire Smith lui permettent de découvrir 16 nouvelles comètes dont les comètes périodiques 12P/Pons-Brooks et 16P/Brooks. Il a reçu, entre autres distinctions, la médaille de l'observatoire de Lick et le prix Lalande décerné par l'Académie des Sciences.



Comète 12P/Pons-Brooks découverte en 1812 par Jean-Louis Pons et redécouverte par hasard en 1883 par William Brooks

Juin 1714, il y a 300 ans



M14 photographié par l'observatoire allemand de Capella (Crête) avec un télescope de 600 mm

Le 1^{er} juin 1714, Charles Messier découvre l'amas globulaire M14. Situé dans la constellation d'Ophiuchus, c'est un amas à la forme elliptique à 30 000 al de la Terre. La concentration en étoiles au centre de l'amas est relativement faible. Les étoiles les plus brillantes ont la magnitude 14 et n'étant pas situé à proximité d'autres étoiles brillantes, il est difficile à repérer. Un autre amas globulaire, M10 est situé 10° plus au Nord, quant à l'étoile la plus proche visible à l'œil nu, elle se trouve à 21° de M14, ce qui est énorme (42 fois la pleine lune). Du fait de sa distance, on le perçoit plutôt comme une galaxie que comme un amas avec des étoiles individuelles.



INSTRUMENT : *Lunt 60 double stack*
CAMERA : *PLB Mx2, mosaïque de 4 images*
LOGICIELS : *Autostakkert, Registax, Photoshop, PixInsight*

LIEU : *Bonville*
DATE : *12 avril*



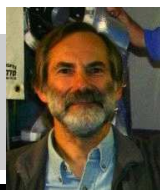
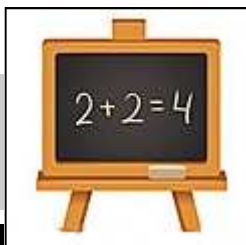
INSTRUMENT : *Lunt 60 double stack + Barlow x2*

CAMERA : *PLB Mx2*

LOGICIELS : *Autostakkert, Registax, PixInsight*

LIEU : *Bonville*

DATE : *12 avril*



Les satellites géostationnaires

et la rotation de la Terre...

Nouvelle petite expérience amusante qui nous montre qu'on peut faire de la science à notre niveau d'amateur. Elle porte sur les satellites géostationnaires. L'expérience est intéressante sur plusieurs points : tout d'abord le repérage et la détection des satellites mais surtout la possibilité de s'en servir pour mesurer rien de moins que la période de rotation de la Terre sur elle-même.

Position des satellites

Lorsqu'un satellite est mis sur orbite, il tourne sur une orbite dont le centre est confondu avec le centre de la Terre (pour les orbites circulaires. Dans le cas des orbites elliptiques, le centre de la Terre est l'un des foyers de l'ellipse). Chaque orbite est régie par les lois de Kepler, en particulier, le temps pour

faire une révolution complète autour de la Terre dépend de la distance à laquelle se trouve le satellite, 1h 30 pour les navettes spatiales (quand elles étaient opérationnelles) ou la Station Spatiale Internationale, ISS, à 400 km d'altitude, à 29 jours pour la Lune à 400 000 km. Entre ces 2 orbites il en existe une que les satellites parcourent exactement dans le même temps que la Terre met pour tourner sur elle-même, c'est l'orbite géostationnaire (fixe par rapport à un point de la surface de la Terre), c'est là qu'on envoie les satellites de télécommunications, certains satellites militaires ou des satellites météorologiques. Ces satellites se trouvent à 42200 km du centre de la Terre soit 35800 km d'altitude.

(voir encadré 1)

Encadré 1

Calcul de l'orbite géostationnaire : c'est l'orbite pour laquelle la période de révolution du satellite est égale à la période de rotation de la planète. La période de révolution du satellite ne dépend que de sa distance à la planète et de la masse de la planète autour de laquelle il est en orbite. Pour trouver le rayon de l'orbite du satellite il faut connaître les paramètres suivants : la masse de la planète autour de laquelle il est en orbite et sa période de révolution, égale à la période de rotation de la planète.

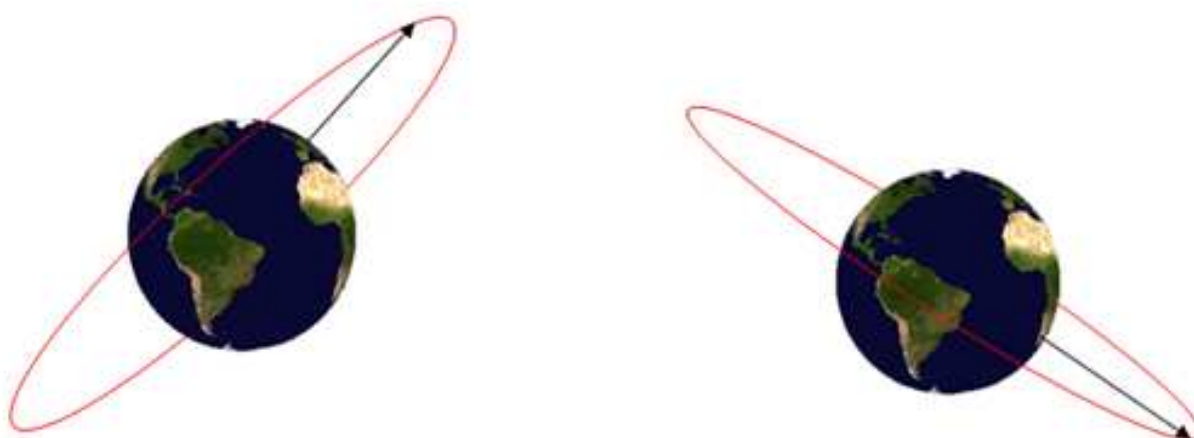
La formule utilisée est la suivante : $R = \sqrt[3]{\frac{GMT^2}{4\pi^2}}$ avec G, la constante de gravitation universelle

Nom	T = révolution	M (kg)	R = rayon	Altitude
Terre	24 h	$5,97 \cdot 10^{24}$	42 200 km	35 800 km
Mars	24 h	$639 \cdot 10^{21}$	20 000 km	16 660 km
Jupiter	10 h	$1,9 \cdot 10^{27}$	160 800 km	91 000 km
Soleil	29 jours	$2 \cdot 10^{30}$	27,7 millions km	27 millions km

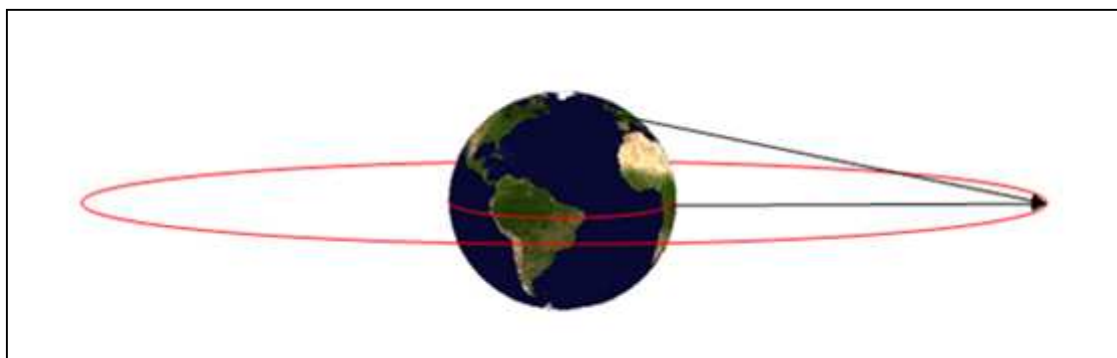
Ces calculs qui s'appliquent à tout objet en orbite autour d'un autre et donc notamment aux planètes autour du soleil, montrent que Mercure est à peu près 2 fois trop éloignée du soleil pour être « héliostationnaire ».

A cette distance, ils font un tour autour de la Terre dans le même temps que la Terre fait un tour sur elle-même. Même à cette distance, il existe une multitude d'orbites possibles, car l'autre paramètre qui différencie les orbites entre elles, c'est leur inclinaison par

rapport au plan équatorial. Pour qu'un satellite soit vraiment fixe dans le ciel, il doit être au-dessus de l'équateur, latitude 0° , il est alors fixe dans le ciel et sur l'équateur céleste pour les habitants d'un pays situé sous l'équateur.



En décollant de Paris (sans correction de trajectoire) le satellite passera au zénith dans le ciel parisien au 49e parallèle Nord. 12 heures plus tard, la Terre aura tourné d'un demi-tour, le satellite aussi, mais il sera au point le plus bas de son orbite au-dessus du 49e parallèle Sud.



Pour être un point fixe dans le ciel, le satellite doit se trouver au-dessus de l'équateur.

Par contre pour les Parisiens, habitants de l'hémisphère Nord, donc au-dessus de l'équateur, il faudra viser un peu en dessous pour voir ces fameux satellites, c'est la parallaxe. (**voir encadré 2**)

Détection des satellites

Puisque les satellites géostationnaires sont à peu près répartis régulièrement tout autour de la planète, on peut, en plus de l'aspect scientifique de l'expérience y ajouter l'aspect esthétique en choisissant de viser un objet particulier de la voûte céleste plutôt que de viser un champ stellaire dénué de tout intérêt. J'ai décidé de viser la galaxie NGC3115 aussi appelée la galaxie du Fuseau située $7^{\circ} 47'$ au sud de l'équateur céleste dans la constellation du Sextant. Les satellites géos-

tationnaires ont une magnitude comprise entre 8 et 12. Avec une pose de 30s, on peut donc facilement les voir et, avec l'entraînement de la monture, en suivant la galaxie, on voit même de belles traînées laissées par les satellites pendant la pose (la voûte céleste tourne autour de la Terre d'est en ouest, mais comme on compense cette rotation avec l'entraînement de la monture le ciel reste fixe, les satellites qui eux restent fixes par rapport à la Terre semblent donc se déplacer parmi les étoiles).

Période de rotation de la Terre

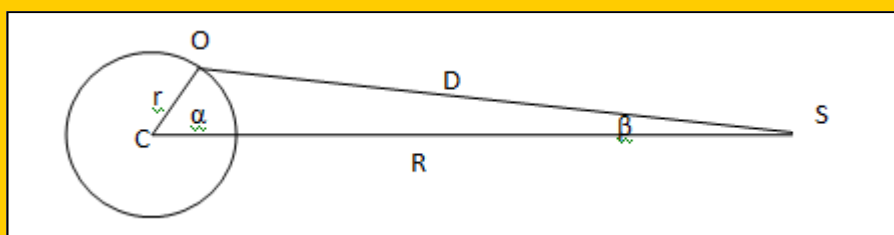
Les satellites se déplacent d'une image à la suivante, en fait c'est la Terre qui tourne. En mesurant la longueur des traînées laissées

Encadré 2

Si nous habitons sur l'équateur terrestre, on trouverait les satellites géostationnaires simplement en visant l'équateur céleste, mais nous sommes à 49° de latitude dans l'hémisphère Nord, donc au-dessus de l'équateur, pour trouver les satellites dans le ciel, il faut viser un peu en dessous, mais où ?

Pour savoir où viser, on doit faire les calculs suivants :

Dans le triangle COS (Centre de la Terre, Observateur, Satellite), on connaît R (le rayon de l'orbite du satellite), r (le rayon de la Terre) il faut tout d'abord déterminer D , la distance du satellite à l'observateur



c'est la formule de Pythagore généralisée qui nous donne le résultat :

$$D^2 = r^2 + R^2 - 2rR \cos \alpha$$

Dans le cas où α est un angle droit $\cos \alpha = 0$ (donc on a un triangle rectangle en C, on reconnaît la célèbre formule de Pythagore de la classe de 3^e).

Avec $r = 6371\text{km}$, $R = 42200\text{km}$ et $\alpha = 49^\circ$ (latitude de Paris) on trouve $D = 38320\text{ km}$.

Dans ce même triangle, la formule des sinus nous permet ensuite de calculer l'angle β , c'est l'angle qui nous intéresse pour savoir où viser sous l'équateur céleste.

$$\frac{r}{\sin \beta} = \frac{D}{\sin \alpha} \quad \text{d'où} \quad \beta = \arcsin\left(\frac{r}{D} \sin \alpha\right)$$

Il faudra donc viser **7,2°** sous l'équateur céleste dans le ciel, la galaxie est à 7,8°, il faut donc observer légèrement au-dessus.

sées par les satellites sur les images on peut déterminer la période de rotation de la Terre sur elle-même.

1^{ère} méthode, avec une seule image

La première idée qui vient à l'esprit serait de se servir de ces petites traînées et d'ex-



Galaxie du fuseau à 33,7 millions d'al dans la constellation du Sextant. Sur cette pose de 30s, on voit 6 traînées laissées par des satellites qui eux n'ont pas suivi le mouvement du ciel. Celui du haut, dont la traînée est plus courte est au-delà de l'orbite géostationnaire.

trapoler ces petits intervalles de temps pour en déduire la durée de la rotation de la Terre. Sur les images la longueur des traînées vaut 205 pixels. Sur l'image, les 205 pixels représentent un angle apparent de 7,4'. Il faut 2919 traînées de 7,4' pour couvrir les 360° de la rotation complète, et puisque chaque traînée est effectuée en 30s, les 2919 traînées pour un tour complet seront parcourues en 24h 19m 30s.

Dans ce genre ce calcul, la moindre erreur de mesure entraîne des erreurs importantes : dans notre cas 1 seul pixel vaut 2,1" d'arc soit une erreur relative de 2,5% si on estime l'erreur de mesure de la longueur de la traînée à 5 pixels. L'erreur répercutée sur la rotation complète représente une incertitude près de 1h 15, elle s'échelonne de 23h 43m 3s à 24h 56m.

Méthode très simple mais très peu précise (juste pour avoir une idée) qui nous permettrait par exemple de conclure qu'on n'est pas sur Jupiter, mais on pourrait être sur la planète Mars...

2^e méthode, 2 passages successifs au méridien

Plutôt que d'extrapoler la durée de rotation de la Terre à partir de petits intervalles de temps, on peut directement mesurer le temps que mettent les satellites géostationnaires pour repasser au même endroit du ciel. En relevant l'heure de leur passage au même endroit on pourra déterminer directement la période de rotation de la Terre avec une incertitude beaucoup plus petite.

En superposant les 2 images on se rend compte que la fin des traînées des satellites sur l'image 1 correspond au début des traînées sur l'image 2, ce qui veut dire qu'elles auraient coïncidé si l'image 2 avait été prise 30s plus tôt, c'est-à-dire à 21h 15m 16,19s. On peut maintenant déterminer la période de rotation de la Terre simplement en calculant la différence entre ces 2 horaires, à savoir 23h 56m 13,8s. L'erreur par rapport à la valeur réelle (23h 56m 4,1s) est de 9,7s. Cette incertitude aurait probablement pu être encore plus faible, l'ordi-

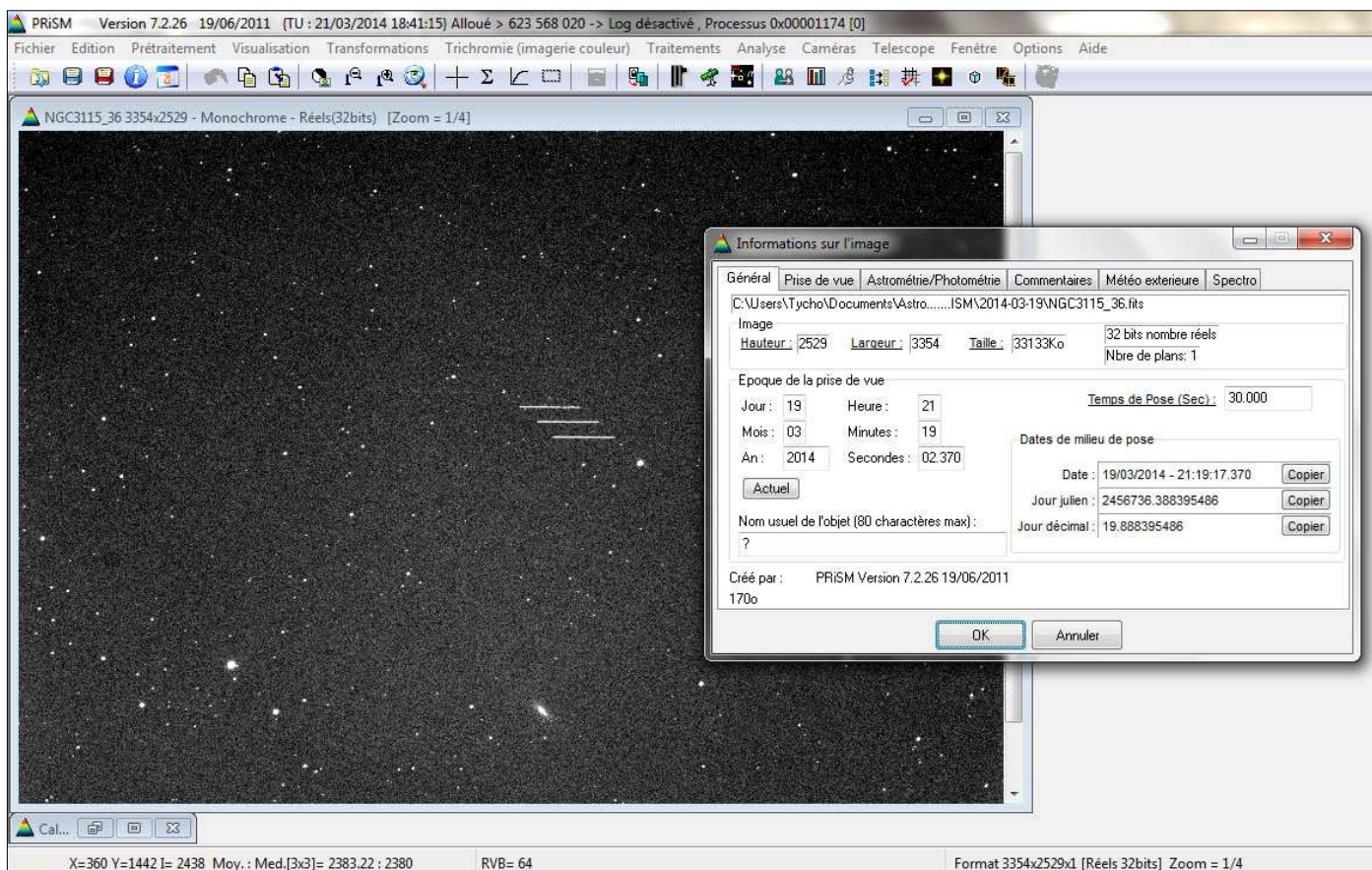


Image 1 : heure de passage, 21h 19m 2,370s

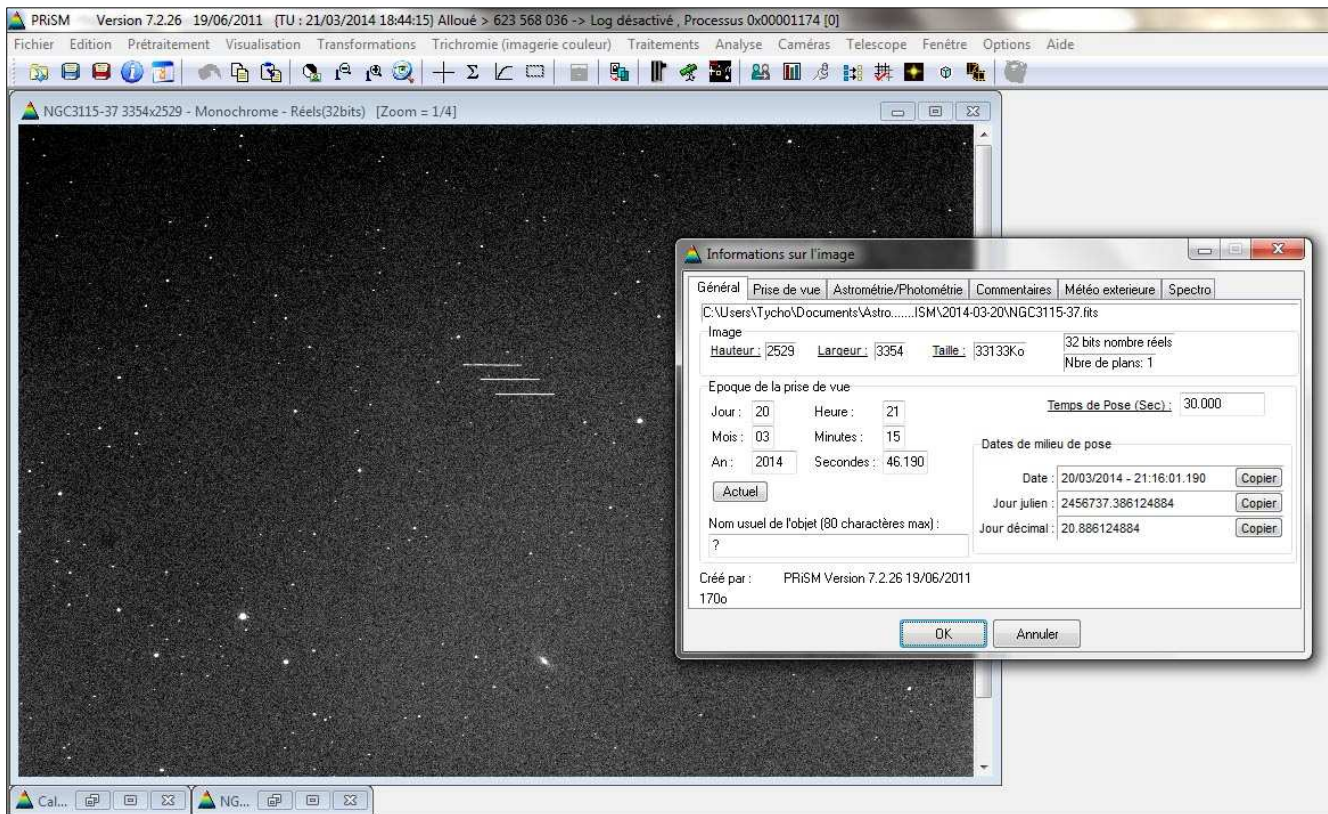


Image 2 : heure de passage, 21h 15m 46,19s

augmente d'autant la précision sur la mesure.

nateur ayant été remis à l'heure entre les 2 images. D'autre part, en renouvelant l'expérience sur plusieurs jours d'intervalle on



Solution du n°70 d'avril



Conté de Californie	S	Adjectif démonstratif	Amusé	R	Tasses	B	Excessif	U	Donner un apprêt	E	Réaction interne au Soleil Bonnes gardiennes	T	UTC +1	C	
Abordons lère page	A	C	C ₁	E	D	O	N	S	Mélée Chers	C	O	H	U	E	
	U	N	E	Enviaient Attachai	J	A	L	O ₂	U	S	A	I	E	N	T
Fabriqué par le Soleil	B	Règles Libère d'une dette	L	O	I	S	Manquer Cochonne	R	A	T	E	R	Différent	Contestée	
	H	E	L	I	U ₉	M	Gri-gri Déchaussées	T	A	L	I	S	M	A	N
Réfutai Mézigue	N	I	A	I	Appeler Groupe d'êtres vivants	C	R	I	E	R	Ok Lames	O	U	I	
	B	I	B	I	Promenade Attirent les électrons	C	O	U	R	S	Grefte Détienne	E	N	T	E
Equerre Liée aux taches solaires	T	E	Associé Effectuées	A	L	L	I	E	Vérifié Élément d'atome	A	P ₃	U	R	E	
	C	O	R	O	N	A	L	E	Fille du frère Absorbe	N	I	E ₄	C	E	Brûles
Se fait taper dessus	A	P	O	D	E	Plante stimulante Etendu	B	E	T	E	L	Défaut de respiration	C ₈		
	T	E	T	E	D	E	C	L	O	U	Récipient Numéro d'Uranus	S	E	A	U
Structure de confinement de plasma Fruits	T	O	R ₅	E	Abris	T	O	I	T	S	Rouge et sucré Trois fois	A	P	I	
	B	A	I	E	S	Maintins Note	E	N	T	R	E	T	I	N	S
Vieille colère Divinités	I	R	E	Désert de pierres	R	E	G	Sort de table	O	P	E	R	E	E	
	D	E	E	S	S	E	S	Débuts de repas	E	N	T	R	E	E	S

C₁ O₂ P₃ E₄ R₅ N₆ I₇ C₈ U₉ S₁₀ Un projet de l'ESA

COPERNICUS est le nouveau nom du programme "Global Monitoring for Environnement & Security". Le projet COPERNICUS va faire voler une constellation de satellites appelés "sentinel" afin d'obtenir en continu un bulletin de santé de la planète Terre. Ceci aidera l'Union Européenne à renforcer sa politique environnementale. Le premier des satellites sera lancé en orbite courant avril de cette année. Construit par Thales Alenia Space (Cannes), il passera par Turin pour partir ensuite vers la Guyane, au centre de tir de Kourou.

La série des satellites "Sentinel 1, 2, 3, 4, 5 et 6" fournira des images radars météo nuit et jour, des images en haute résolution de la terre et des océans, et des données sur la composition atmosphérique pour des services rendus dans six principales catégories : administration des territoires, environnement marin, atmosphère, réponse aux catastrophes naturelles, sécurité et changement climatique.

Jeux

	Râperai Refrroidi à l'eau légère		Divagua Diaphragme		Bonne carte Id Est		Femme autoritaire		Sidérés Aime le canard		Oui Néon	6
			1				Image de PC Vulgaire					
	Vitesse de navire Capable						Réelles Mat					
Calquer		Mélodie			Animaux australiens						Années	Reine de l'Egypte
Boussole		Calcul			Mascaret							
					Presque français Crypter				4		3,1416 Cabaret	
Souffert				Bateau						Repose 2x10		
Cérémonial				Convier								
				Interdit aux - 18ans Choisissons						Crié Cajolai		
Interjection				Arrangement Sert à digérer					Font luire			
Métal jaune									Ecrin			
		Espionnée Toucha le fond						Bruits forts Élegant				S'occupe de nucléaire
Créateur latin	Composé chimique Corpuscule de matière							Céréale indienne Fluide hypothétique			Pour lier	3
	2							Réduite en morceaux Pas encore blanchi				
Le rouge devient rare Objectifs à focale variable					points						7eme lettre grecque Descends	
					Lieu-dit du lieu Tellure							
Changea sa voix Abrite la fission				Support								
									Sourie			
												

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

Découvrez le lieu où se trouve un réacteur atomique expérimental en région parisienne (et son nom dans la grille) et qui produit notamment des radio-éléments pour la médecine.

Solution dans le n°72 d'octobre

Michel

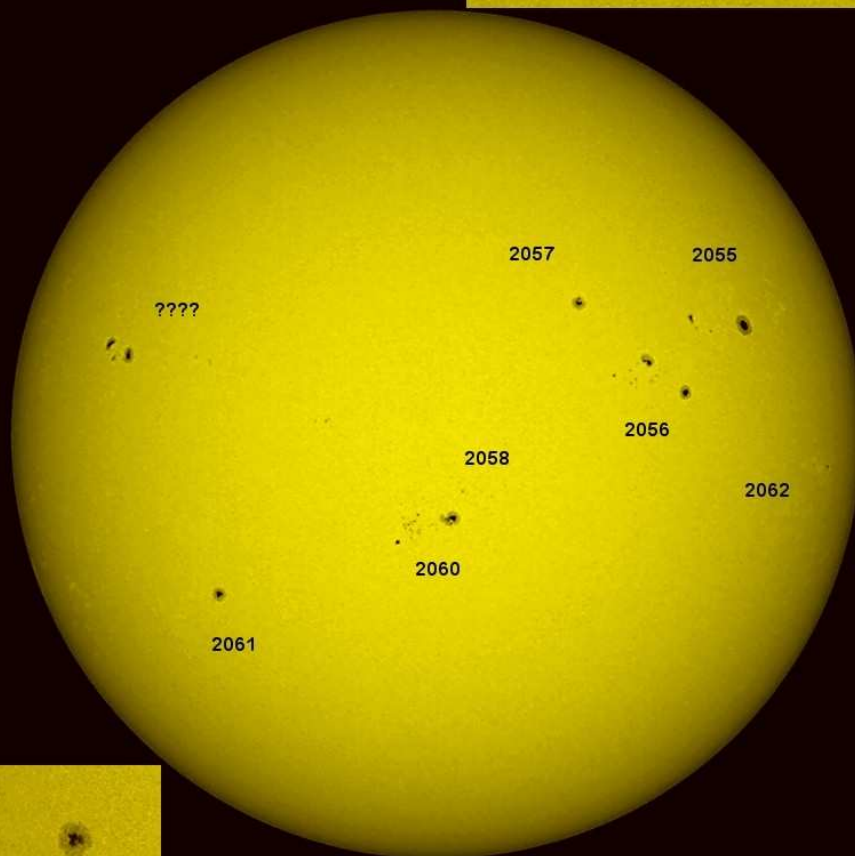
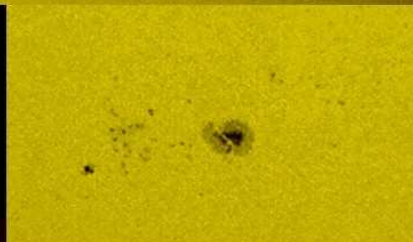
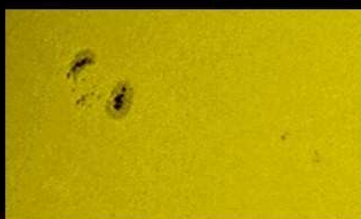
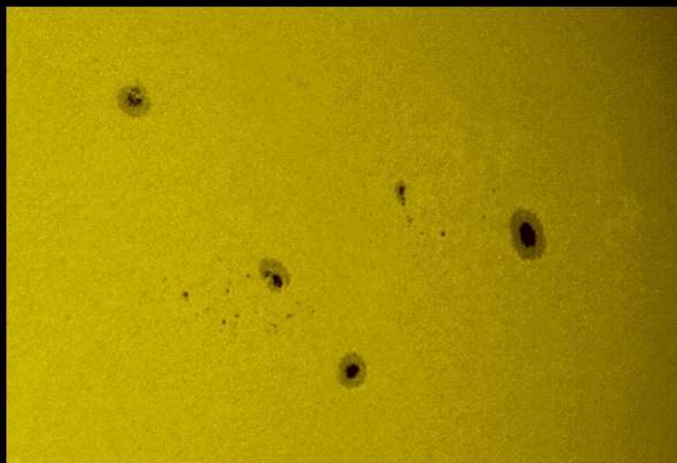
Galerie

Soleil en "lumière blanche" le 14 mai 2014 vers 14h00 TU

Lunette ZS70ED avec filtre Astrosolar D5, monture EQ1 de table, mise en station sommaire
Caméra ORION 4SIII avec filtres IR-UV-cut + N°56 au foyer ou sur barlow x2,4
Poses de 30 sec à "30 im/sec". Traitement RS6, 100 meilleures trames. Finition Irfanview + GIMP
Ciel couvert à 50%, pas de vent, turbulence assez forte

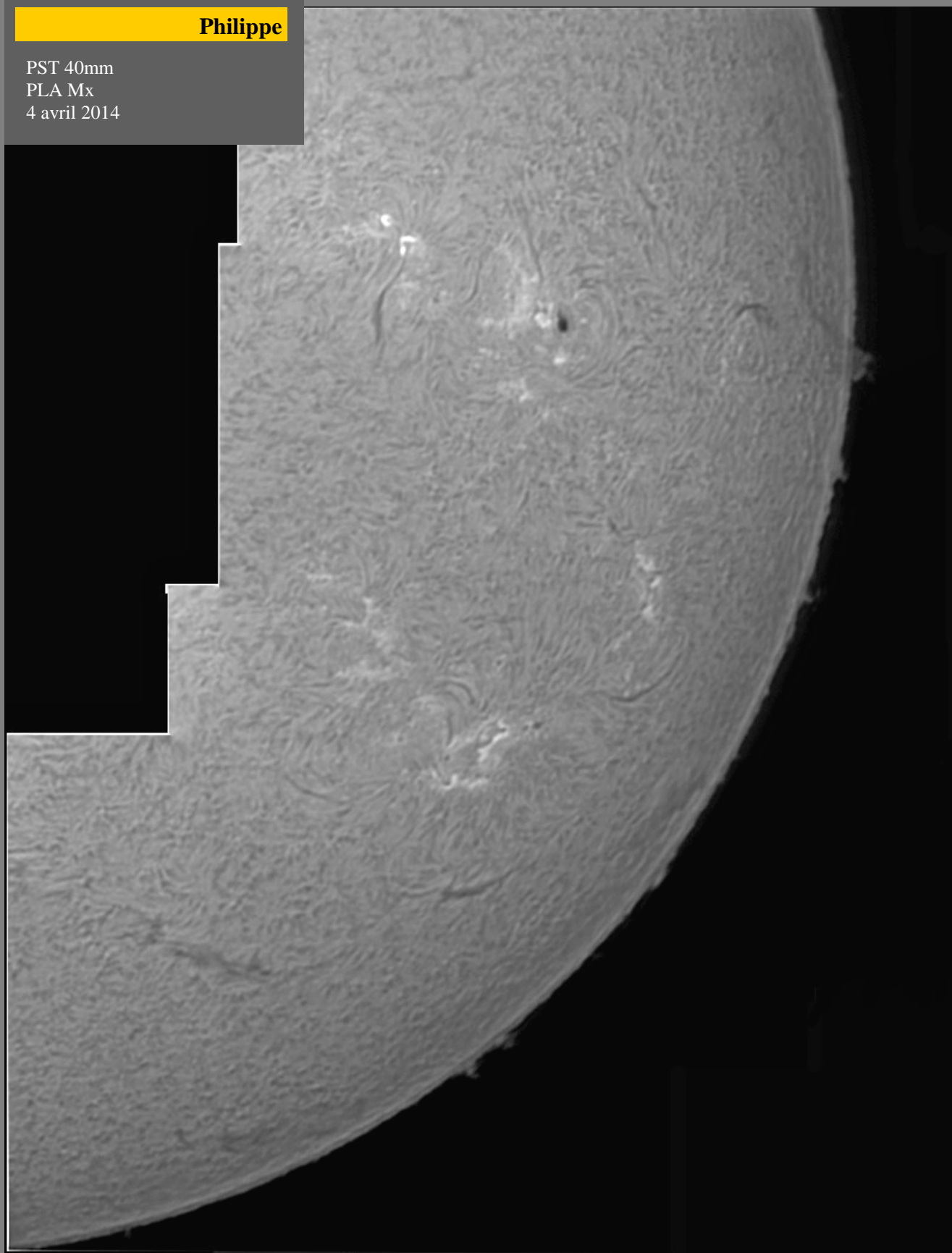
Willy

Lunette ZS 70 ED
14 mai 2014



Philippe

PST 40mm
PLA Mx
4 avril 2014





Fabien

Newton 200 mm

17 mai 2014



15 avril



3 mai

Lionel

C14 + PLB Mx2



3 mai



15 mai



Willy

C8
Caméra Orion 4SIII
23 avril 2014

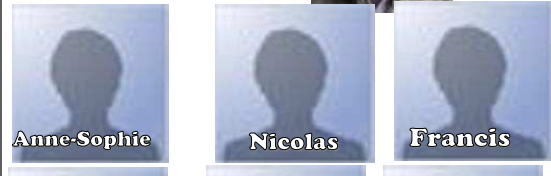


Philippe

ETX 90
PLA Mx



Albireo78
saison 2013-2014



Sortie du n°72 : octobre 2014



www.albireo78.com

Albireo⁷⁸

Siège social
18 rue du 11 novembre
78690 Les Essarts le Roi
Mail : albireo78@dbmail.com

Président
Lionel Bourhis
34 rue du four à chaux
28700 Bleury

Ont participé au n°71
Michel Gantier
Gilles Coulon
Lionel Bourhis

Imprimé à Chartres
Chartres Repro
5 rue du Maréchal Leclerc