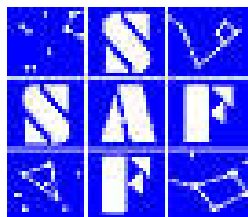


SAF-Commission de COSMOLOGIE

Réunion du 16 Dec 2017

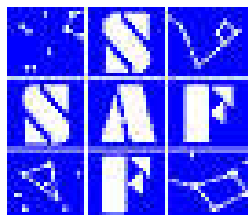






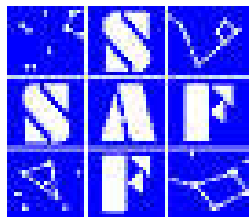
LE CALENDRIER



<p>Les débuts opérationnels de Galileo , dans le cadre des mardis de l'espace du CNES</p>	<p>Café du Pont-Neuf - 14, quai du Louvre, Paris 1er - M° Pont-Neuf</p>	<p>David Comby, CNES</p>	<p>Mardi 19 Dec de 19h30 à 21h30 entrée libre avec consommations</p>
<p>Première détection d'une fusion d'étoiles à neutrons en ondes gravitationnelles et de la lumière associée dans le cadres des confs publiques IAP</p>	<p>IAP, 98 bis Boulevard Arago 75014 Paris - M° St Jacques ou Denfert-Rochereau MAIS Exceptionnellement à l'amphi Farabeuf rue de l'École de Médecine Paris 5</p>	<p>Frédéric Daigne astrophysicien IAP prof à Pet M Curie</p>	<p>Mardi 9 Janvier 19H30 entrée libre mais il faut s'inscrire</p> 
<p>Gender in Physics day organisé par le CNRS et l'APC</p>	<p>Laboratoire APC Amphithéâtre Buffon 15 rue Hélène Brion 75013 Paris</p>	<p>divers conférenciers avec la Participation d'Hélène Langevin - Joliot</p>	<p>Mercredi 10 Janv de 9H à 19H entrée libre mais il faut s'inscrire</p>
<p>"Une vie d'astronaute et de nouvelles missions ! " dans le cadre des conférences mensuelles de la SAF</p>	<p>TelecomParisTech 46 rue Barrault Paris 13 <i>réservation. à partir du 16 Dec.</i></p>	<p>Claudie Haigneré astronaute de l'ESA, ancienne ministre, ancienne Présidente Universciences</p>	<p>Vendr. 12 Janv 2018 19H00 entrée libre (attention contrôle d'identité) inscription obligatoire par Internet ou tel SAF : 01 42 24 13 74</p>
<p>La mission spatiale BepiColombo Percer les mystères de la planète Mercure.</p>	<p>Association au bout des étoiles à Brétigny s/Orge</p> 	<p>Alain Doressoudiram astronome au LESIA</p>	<p>Vendredi 12 Janv 20H30 entrée libre</p>



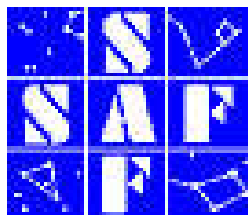
<p>Commission de Planétologie de la SAF : 60 ans d'exploration de Mars, bilan et perspectives</p>	<p>SAF 3 rue Beethoven Paris 16</p> 	<p>Michèle GUIOT, professeur de Maths, étudiante à l'Obs de Paris</p>	<p>Samedi 13 Janv 2018 15H00 entrée réservée aux membres de la commission et à leurs invités</p>
<p>Le principe d'équivalence mesuré en chute libre , dans le cadre des mardis de l'espace du CNES</p>	<p>Café du Pont-Neuf - 14, quai du Louvre, Paris 1er - M° Pont-Neuf</p>	<p>Isabelle Petitbon , CNES</p>	<p>Mardi 16 Janv 2018 de 19h30 à 21h30 entrée libre avec consommations</p>
<p>"Histoire de l'exploration planétaire au cours des cinquante dernières années " dans le cadre du séminaire de l'histoire de l'Astronomie</p>	<p>Observatoire de Paris 77 Avenue Denfert-Rochereau Paris, 14e</p> 	<p>Thérèse Encrenaz, LESIA, Observatoire de Paris.</p>	<p>Mercredi 17 Janv 14H00 salle de l'atelier entrée libre sous réservation</p>









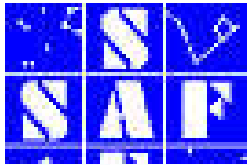
CONFS DE LA SAF IMPORTANT



- 📅 Donc à partir de cette saison : conférence mensuelle de la SAF le deuxième vendredi du mois (quand c'est possible)
- 📅 Dans **l'amphi Thévenin de 300 places** de 19H à 21H aux dates suivantes :
- 📅 **22 Sept 2017 ; 13 Oct ; 10 Nov ; 15 Dec ; 12 Janvier 2018 ; 16 Fev ; 16 Mars ; 13 Avril ; 18 Mai et 15 Juin**
- 📅 j'ai déposé les dates pour la saison suivante 2018/2019
- 📅 **MAIS** ce sera la dernière saison à Telecom, car ils déménagent à Orsay
- 📅 Donc on va repartir en chasse!!
- 📅 Si certains ont des idées.....



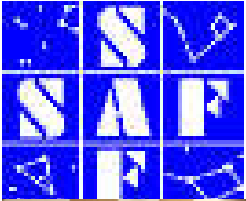
12 Janvier 2018 19H00 à TelecomParisTech	Claudie Haigneré astronaute de l'ESA, ancienne ministre, ancienne Présidente Universciences	Une vie d'astronaute et de nouvelles missions ! Réservation à partir du 16 Dec	
16 Février 19H00 à TelecomParisTech	Jean Pierre Luminet Dr de rech. CNRS, astrophysicien Luth, Laboratoire d'Astrophysique de Marseille	Les formes de l'espace, du trou noir au multivers Réservation à partir du 13 Janv	
16 Mars 19H00 à TelecomParisTec	Alain Doressoundiram Astronome Observatoire de Paris	À la recherche de la planèteIX Une nouvelle planète aux confins de notre Système solaire? <i>réservation à partir du 17 Fév.</i>	
13 Avril 19H00 à TelecomParisTech	Nicolas Prantzos Astrophysicien IAP	Vie intelligente dans l'Univers et le défi des voyages inter- stellaires. <i>Réservation à partir du 17 Mars</i>	
18 Mai 19H00 à TelecomParisTech	Jean-Eudes Arlot Astronome Obs de Paris	Les satellites naturels des planètes. Une variété étonnante ! <i>Réservation à partir du 14 Avril</i>	
15 Juin 19H00 à TelecomParisTech	François Combes astrophysicienne Observatoire de Paris	Le côté sombre de l'Univers : matière et énergie noires. <i>Réservation à partir du 19 Mai</i>	



LES 130 ANS DE LA SAF



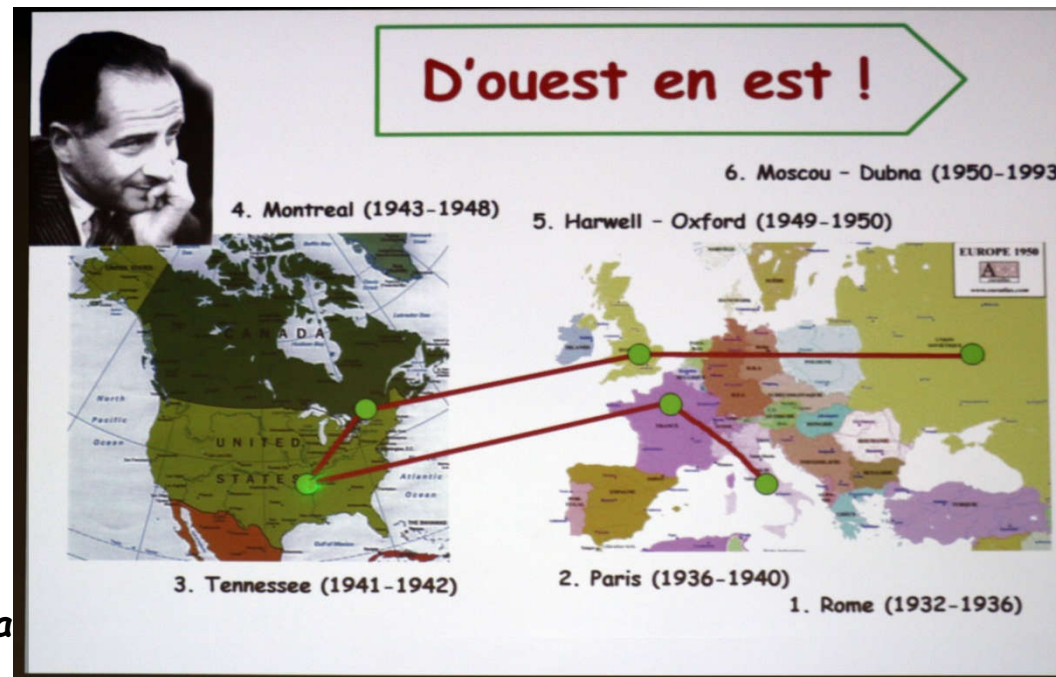




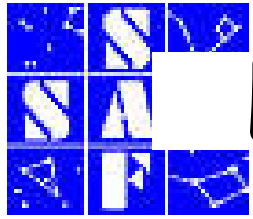
La dernière conf SAF



CONFÉRENCE SAF PARIS 10 NOV 2017
LES NEUTRINOS AVEC D.VIGNAUD APC



www.pla

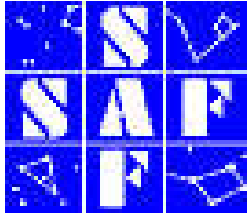


LA PROCHAINE CONF SAF



- 📖 Nous recevons **Claudie HAIGNERÉ**,
astronaute de l'ESA et médecin
- 📖 Elle a été Présidente d'Universcience
et ministre
- 📖 Elle va nous parler de sa vie
d'astronaute , elle a connu la station
MIR et l'ISS, elle a été deux fois dans
l'espace
- 📖 Elle est maintenant en poste à Paris au
siège de l'ESA et va nous parler de ses
nouvelles activités
- 📖 Je commence la réservation
16 décembre à partir de 9H du matin





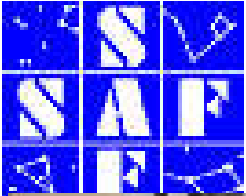
📁 Les dernières conférences et news

📁 Elles sont disponibles sur le site de la commission :

<http://www-cosmosaf.iap.fr/>

et sur www.planetastronomy.com

📁 Les conférences mensuelles sont maintenant filmées en vidéo et disponibles sur Internet.



La dernière réunion



COMMISSION DE COSMOLOGIE DE LA SAF PARIS 30 SEPT 2017 AVEC NATHALIE DERUELLE

Dix ans après
la Relativité Restreinte,
qui a détrôné le temps universel,

la Relativité Générale

$$G_{\mu\nu} = \frac{8\pi G}{c^4} T_{\mu\nu}$$

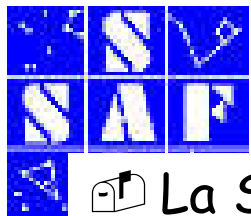
$$ds^2 = g_{xx}(t, x, y, z)dx^2 + \\ g_{yy}(t, x, y, z)dy^2 + \dots$$

détrône le théorème de Pythagore

$$ds^2 = dx^2 + dy^2 + \dots$$

Compte Rendu disponible et texte à :

<http://www.planetastronomy.com/special/2017-special/13mai/CosmoFric-SAF.htm>



LES COURS DE LA SAF



La SAF organise tous les ans :

Des cours de cosmologie donnés par **Jacques Fric** vice Président de la commission de cosmologie

les **Mardis de 18H30 à 19H30** au siège rue Beethoven

voici le programme :

Cours sur l'histoire et la philosophie des sciences à propos de la solution du corps unique à symétrie sphérique en relativité générale. Cas du système solaire et du trou noir.

* **Mardi 9 janvier 2018**: Einstein- Schwarzschild- Eddington: (1915-1920) "Félicité et Abomination"

* **Mardi 16 janvier 2018**: L'accueil en France de la théorie :1920-1922 Académie des sciences -Le Collège de France -Einstein-Painlevé- Langevin: "La foire d'empoigne"

* **Mardi 23 janvier 2018**: Lemaître est arrivé ...(1932-1933) "Et la lumière fût"

* **Mardi 30 janvier 2018**: 1950- 1960 et +: Finkelstein- Sygne-Kruskal- Oppenheimer - Kerr- Hawking- Carter : "La maturité"



Un de nos membres, **Stéphane Mihajlovic** propose d'introduire certaines notions de math liés à ces problématiques : 4 thèmes au choix :

I- Les systèmes de particules matérielles en interaction gravitationnelle:

- 1) Champs et potentiels, cas du champ gravitationnel newtonien
- 2) Les équations de la dynamique (newtonienne)
- 3) Applications diverses: systèmes binaires, effets de marée, viriel, polhodie...

II- Éléments de relativité restreinte (RR) et prélude à la relativité générale

- 1) Transformation de Lorentz et géométrie de Minkowski
- 2) La dynamique énergétique de la RR
- 3) Applications et introduction aux théories métriques de la gravitation

III- Comprendre le formalisme mathématique de la RG

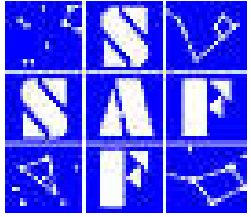
- 1) Algèbre linéaire: les tenseurs objets algébriques
- 2) Les tenseurs du point de vue du calcul différentiel
- 3) Applications en RR et RG

IV- Aperçu de la mécanique de Lagrange et de Hamilton


- 1) Les équations de Lagrange et les principes variationnels
- 2) Le formalisme hamiltonien
- 3) Applications en astrodynamique ou/et en mécanique quantique

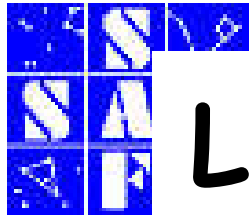
Remarque: les thèmes I et II ne nécessitent pas plus de prérequis que le niveau de terminale scientifique démarrer et traiter les exercices proposés.
Les thèmes

III et IV sont un peu plus poussés. Ils peuvent néanmoins être conservés puisque je peux toujours reprendre les bases au fur et à mesure mais en contrepartie, le contenu du thème s'en trouvera limité.



ACTUALITÉS COSMOLOGIQUES

 Quelques évènements importants ont marqué la période depuis notre dernière réunion, en voici quelques uns.



La seconde atomique a 50 ans

- 📖 Je n'ai pas pu assister à cet évènement du 13 Oct 2017 à l'Observatoire merci notamment à JC Bercu qui a fourni les photos des slides.
- 📖 Il y a 50 ans, en octobre 1967, la Treizième Conférence Générale des Poids et Mesures décida de redéfinir l'unité de temps du Système International d'unités (SI), la seconde, dans les termes suivants :
- 📖 « La seconde est la durée de 9 192 631 770 périodes de la radiation correspondant à la transition entre les deux niveaux hyperfins de l'état fondamental de l'atome de césium 133 »
- 📖 Lors de sa session de 1997, le Comité international a confirmé que cette définition se réfère à un atome de césium au repos, à une température de 0 K.



Noël Dimarçq Syrte



Nicole Capitaine Syrte



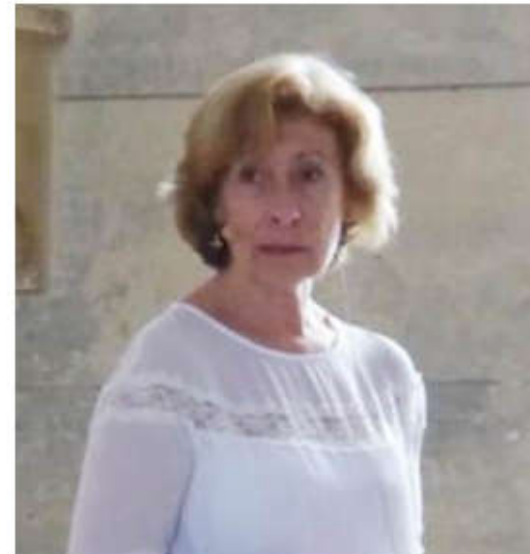
Sébastien Bize LNE-Syrte



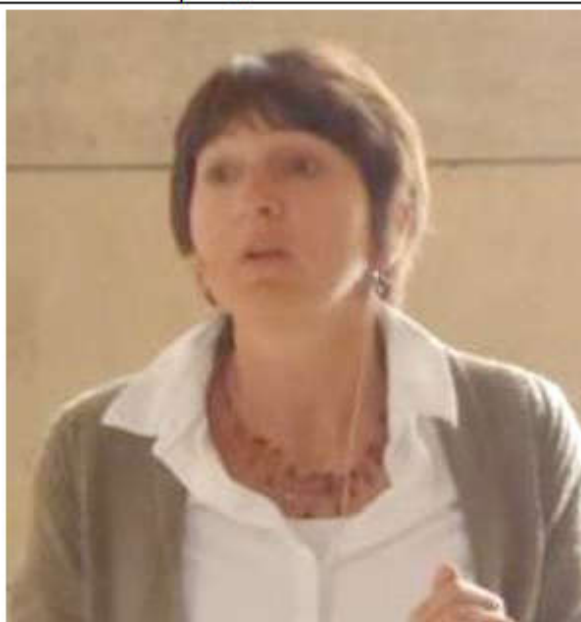
Terry Quinn Dr du BIPM



Christian Bizouard Syrte



Elisa Felicitas Arias BIPM



Pascale Defraigne Obs Royal Belgique



Anne Amy-Klein LPL (Labo Lasers)



Philip Tuckey Syrte PSL



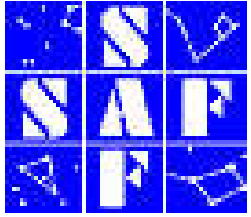
Christophe Salomon L. Kastler Brossel



Gérard Petit BIPM



Il parait que c'est Arago !



ÉCOLE CHALONGE

📖 Nous sommes particulièrement heureux de la reprise de ces réunions par Mme Norma Sanchez, cela nous manquait

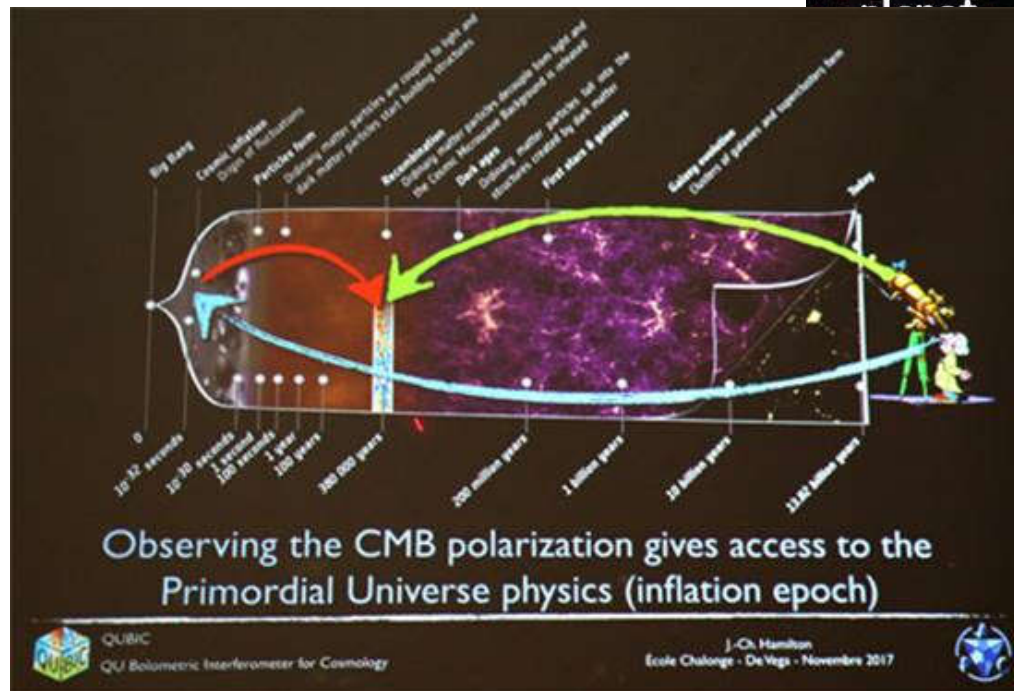


www.planetastronomy.com

© Jean-Pierre MARTIN www.planetastronomy.com

📖 Exploration de l'univers primordial avec l'expérience QUBIC par JC Hamilton de l'APC.

📖 À l'époque du CMB, se produit donc les dernières diffusions des photons (effet Thomson) sur des électrons, les électrons vibrent dans la direction du champ électrique suivant deux polarisations distinctes (les modes E, puissant et modes B tourbillonnaires).



CMB Polarization (~10%)

- Generated by Thomson scattering
 - ★ electrons in quadrupolar motion falling into Dark Matter potential wells before decoupling
- Stokes Parameters (linear pol.)

$$I = \langle |E_x|^2 \rangle + \langle |E_y|^2 \rangle$$

$$Q = \langle |E_x|^2 \rangle - \langle |E_y|^2 \rangle$$

$$U = 2 \langle \text{Re}[E_x E_y^*] \rangle$$
- Scalar E and B fields

$$a_{E,\ell m} = \frac{a_{2,\ell m} + a_{-2,\ell m}}{2} \quad (\text{even})$$

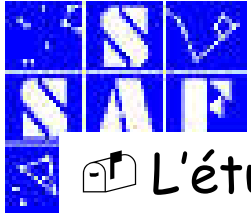
$$a_{B,\ell m} = i \frac{a_{2,\ell m} - a_{-2,\ell m}}{2} \quad (\text{odd})$$

Diagram illustrating Thomson Scattering and Linear Polarization. The diagram shows a quadrupole anisotropy in the electric field and the resulting linear polarization of the scattered light.

Diagram illustrating E-modes and B-modes. E-modes are associated with the C_{ℓ}^{TT} and C_{ℓ}^{TE} power spectra, while B-modes are associated with the C_{ℓ}^{EE} and C_{ℓ}^{BB} power spectra.

QUBIC: QU Bolometric Interferometer for Cosmology
J.-Ch. Hamilton, Ecole Chateaux - De Vigny - Novembre 2017

istro




- ☞ L'étude des polarisations introduit ce que l'on appelle les paramètres de Stokes Q et U qui la définissent.
- ☞ La mesure de ces modes B primordiaux est très difficile, à cause des sensibilités mises en jeu.
- ☞ C'est un vrai défi auquel s'attaquent les astrophysiciens pour pénétrer ainsi au cœur de ces premiers instants.
- ☞ C'est le but premier du projet QUBIC, acronyme de **QU Bolometric Interferometer for Cosmology**, qui doit déterminer les anisotropies du CMB par méthodes interférométriques utilisant des bolomètres.
- ☞ Les détecteurs sont des **bolomètres** analogues à des capteurs de température, ils nécessitent un refroidissement puissant, car c'est aux alentours de 0,1K qu'ils sont le plus sensibles. (Planck utilise des bolomètres)
- ☞ QUBIC est une collaboration internationale de 6 pays et de 22 laboratoires.



La France est partie prenante dans ce projet au travers notamment de l'APC, de l'IAS et de l'IRAP

En 2018 on devrait procéder à l'installation sur le site et aux premières expériences en 2019.




Instrument fully designed

- Outer cryostat: Roma
- 1K Box / detectors: APC
- Fridges: Manchester
- Optics: Roma / Maynooth

1.547m high
1.42m diameter
About 800kg

Integration has started

J.-O. Hamilton
École Chablais - De Vège - Novembre 2017



**QUBIC Site:
near San Antonio de los Cobres
(Salta, Argentina)**





• 5000m a.s.l.
• Logistics + mount : Argentina
• NEW: Access road built up to LLAMA (800m remaining)

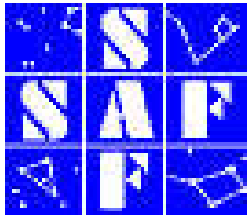
QUBIC
QU Bolometric Interferometer for Cosmology

Hamilton
De Vège - Novembre 2017



- 📖 Le côté obscur de l'univers par Hervé Dole de l'IAS.
- 📖 Hervé Dole est un spécialiste notamment du bruit de fond cosmologique.
- 📖 Il vient de publier « Le côté obscur de l'Univers » qui explique les mystères de la physique moderne, tout ce qui est « noir » matière, énergie etc..
- 📖 Comment les galaxies se sont-elles formées ? Où se cache la matière noire ? Quelle est la nature de l'énergie sombre ? Les mystères de l'univers ne cessent de questionner l'humanité.
- 📖 L'astrophysique lève le voile sur beaucoup d'entre eux, mais de nombreuses questions demeurent. Grâce au satellite européen Planck, nous avons une première image de l'univers 370 000 ans seulement après sa naissance, livrant de précieuses informations sur l'origine des grandes structures extragalactiques. En 2021, le satellite européen Euclid prendra sa suite, à la poursuite de la matière noire et de l'énergie sombre, moteur de l'expansion de l'univers

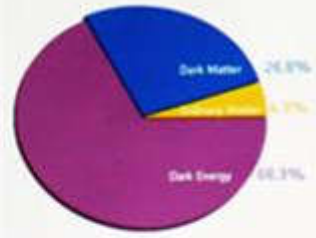




paramètres cosmologiques les plus précis

Table 9. Parameter 68 % confidence levels for the base Λ CDM cosmology computed from the *Planck* CMB power spectra, in combination with the CMB lensing likelihood ("lensing").

Parameter	<i>Planck</i> TT+lowP+lensing
$\Omega_b h^2$	0.02226 ± 0.00023
$\Omega_c h^2$	0.1186 ± 0.0020
$100\theta_{MC}$	1.04103 ± 0.00046
τ	0.066 ± 0.016
$\ln(10^{10} A_s)$	3.062 ± 0.029
n_s	0.9677 ± 0.0060
} 6 cosmological parameters	
H_0	67.8 ± 0.9
Ω_m	0.308 ± 0.012
$\Omega_m h^2$	0.1415 ± 0.0019
$\Omega_m h^3$	0.09591 ± 0.00045
σ_8	0.815 ± 0.009
$\sigma_8 \Omega_m^{0.5}$	0.4521 ± 0.0088
Age/Gyr	$13,799 \pm 0.038$
τ_{drag}	147.60 ± 0.43
k_{eq}	0.01027 ± 0.00014



6 cosmological parameters

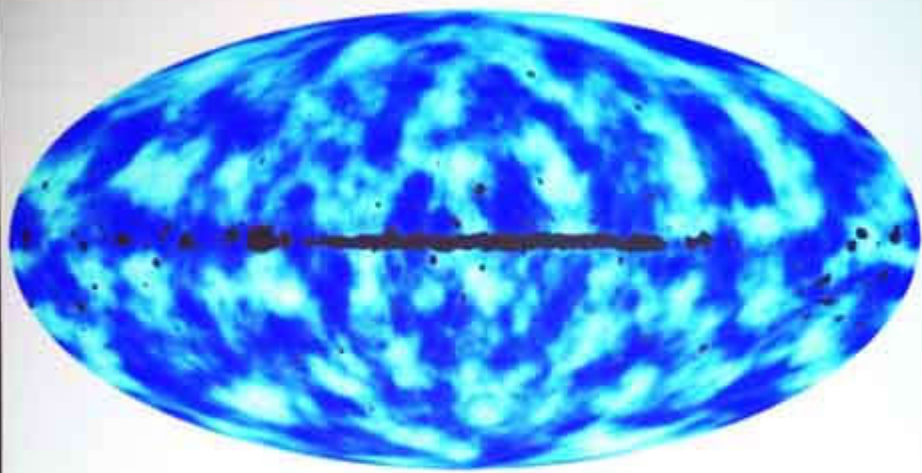
0.3% incertitude !

En fait, toutes les mesures Planck confirment la même histoire de l'Univers, elles confirment le meilleur modèle ; celui qui comporte 6 paramètres ; c'est le LCDN (Lambda Cold Dark Matter) ou modèle de concordance.

Planck 2015 - Hervé Dole, IAS - Le côté obscur de l'univers

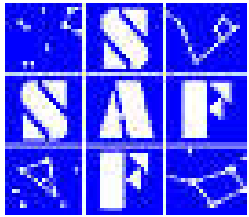
Planck Collab, 2015, 1

Planck all-sky map of the dark matter



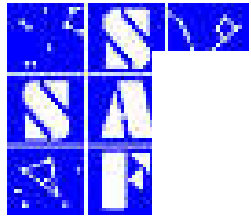
= Carte de la masse projetée sur la ligne de visée

- Remarquons la précision sur l'âge de l'Univers :
 - 13,799 +/- 0,038 Milliards d'années (Ga ou Gyr en anglais)
 - Ce modèle actuel comporte l'inflation, un espace plat, de la matière noire, de l'énergie noire...





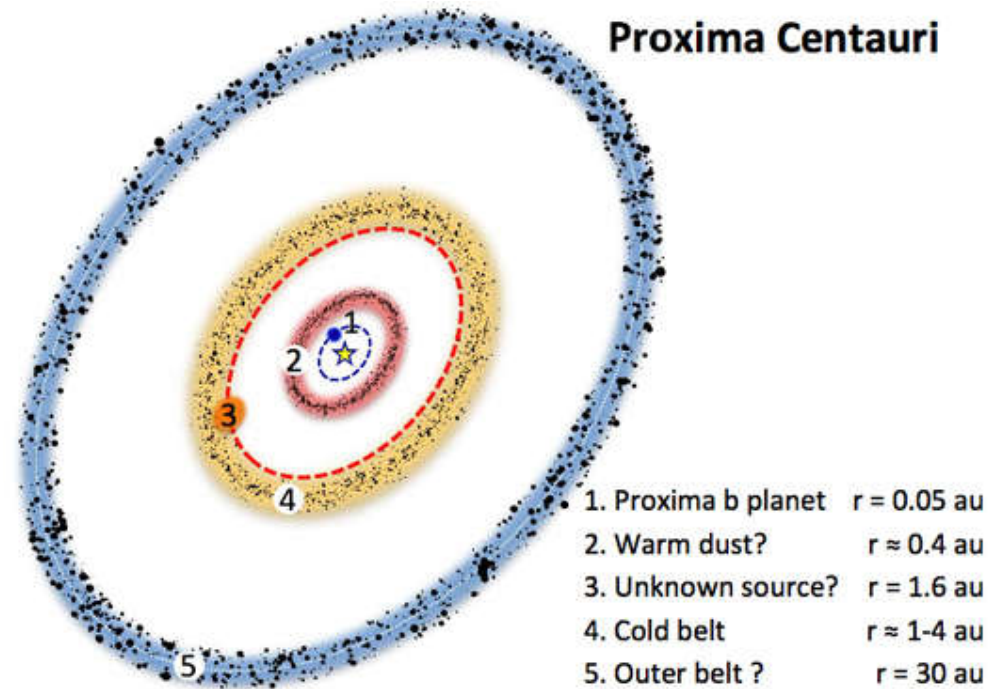
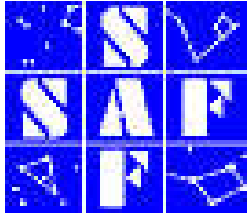
📁 Ça se termine toujours bien avec Norma!!



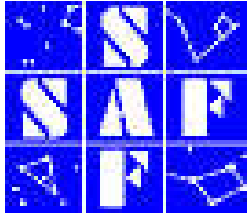


Ces ceintures de poussières autour de Proxima

-  L'observatoire radio astronomique ALMA au Chili a détecté la présence d'anneaux de poussières autour de l'étoile la plus proche de nous (4 années-lumière), Proxima Centauri.
-  Cette étoile est une naine rouge, on rappelle que l'on a mis au jour en 2016 une planète de type terrestre, Proxima b, autour de celle-ci.



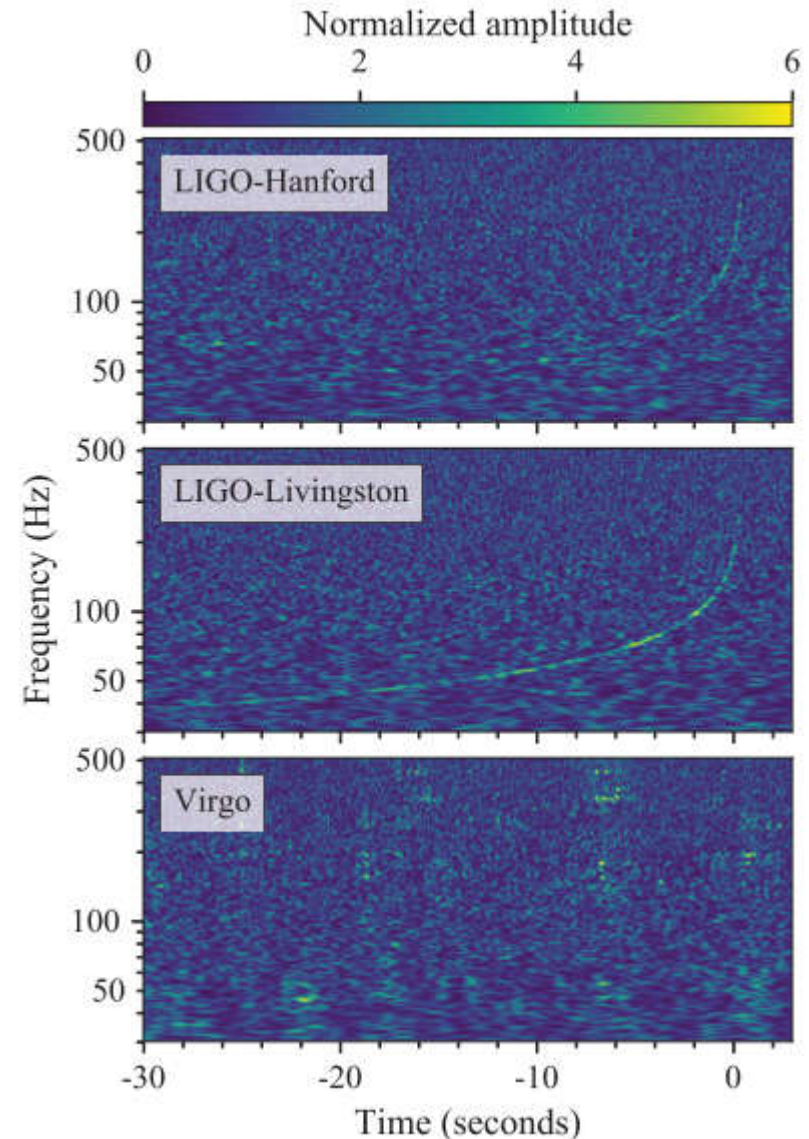
- 📖 On a détecté en fait le rayonnement de cette poussière froide (marquée par 4) et aussi d'une ceinture située beaucoup plus loin (5) de température plus faible
- 📖 Ces ceintures sont comme pour notre propre système solaire, les restes de la formation de ces systèmes, c'est de la matière non agglomérée en planète, constituée généralement de glace, de poussières et de roches. La température mesurée sur la ceinture froide est approx de -230°C , similaire à celle de notre ceinture de Kuiper.
- 📖 En cadeau, Alma a découvert une autre ceinture beaucoup plus éloignée et beaucoup plus froide, dont on sait peu de choses. En fait le système planétaire autour de Proxima est certainement plus complexe que cela, on attend de nouvelles observations.

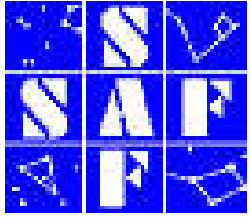


FUSION DE 2 ÉTOILES À NEUTRONS



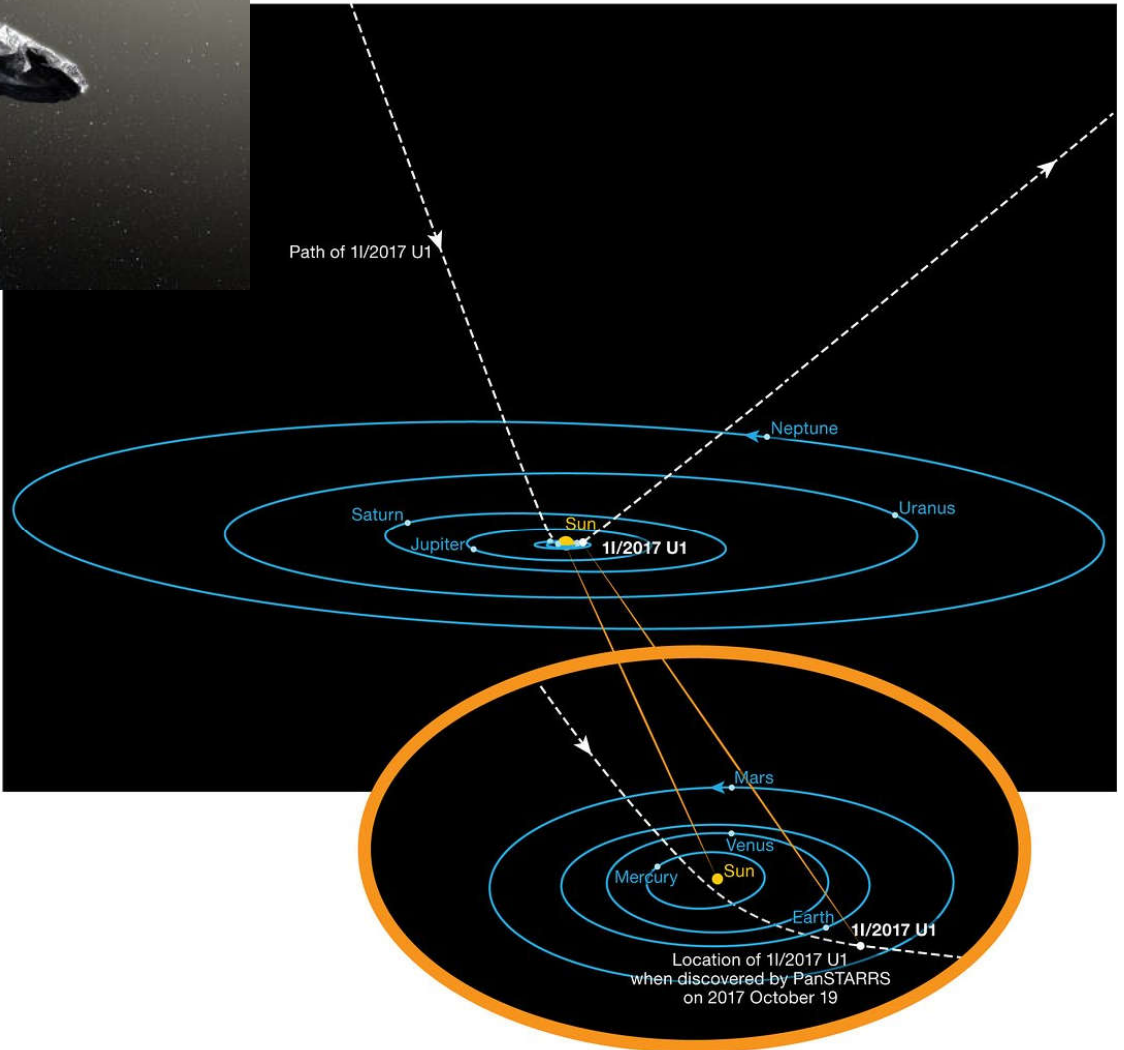
- 📖 On s'en doutait depuis plusieurs jours, des rumeurs bruissaient de tous les côtés (en fait on était au courant depuis quelques jours mais on n'avait pas le droit de divulguer l'info qui était sous embargo jusqu'au 16 Octobre à 16H00 !) et c'est enfin confirmé ce lundi 16 Octobre 2017 :
- 📖 la collaboration scientifique LIGO-VIRGO vient d'annoncer la première détection d'ondes gravitationnelles produites par une fusion d'étoiles à neutron avec contrepartie électromagnétique le 17 août 2017, 3 jours seulement après la précédente fusion de trous noirs publiée il y a quelques semaines.
- 📖 On peut s'attendre à avoir des observations régulièrement.
- 📖 première évidence de lien entre la fusion d'étoiles à neutron et les gamma ray burst (GRB) à courtes périodes. On appelle cette fusion une **Kilonova** (moins lumineux qu'une supernova) et elle serait responsable en partie de la production des éléments lourds (masse > Fer) de l'Univers.
- 📖 F Daigne avait évoqué cette potentielle découverte lors de sa conf SAF

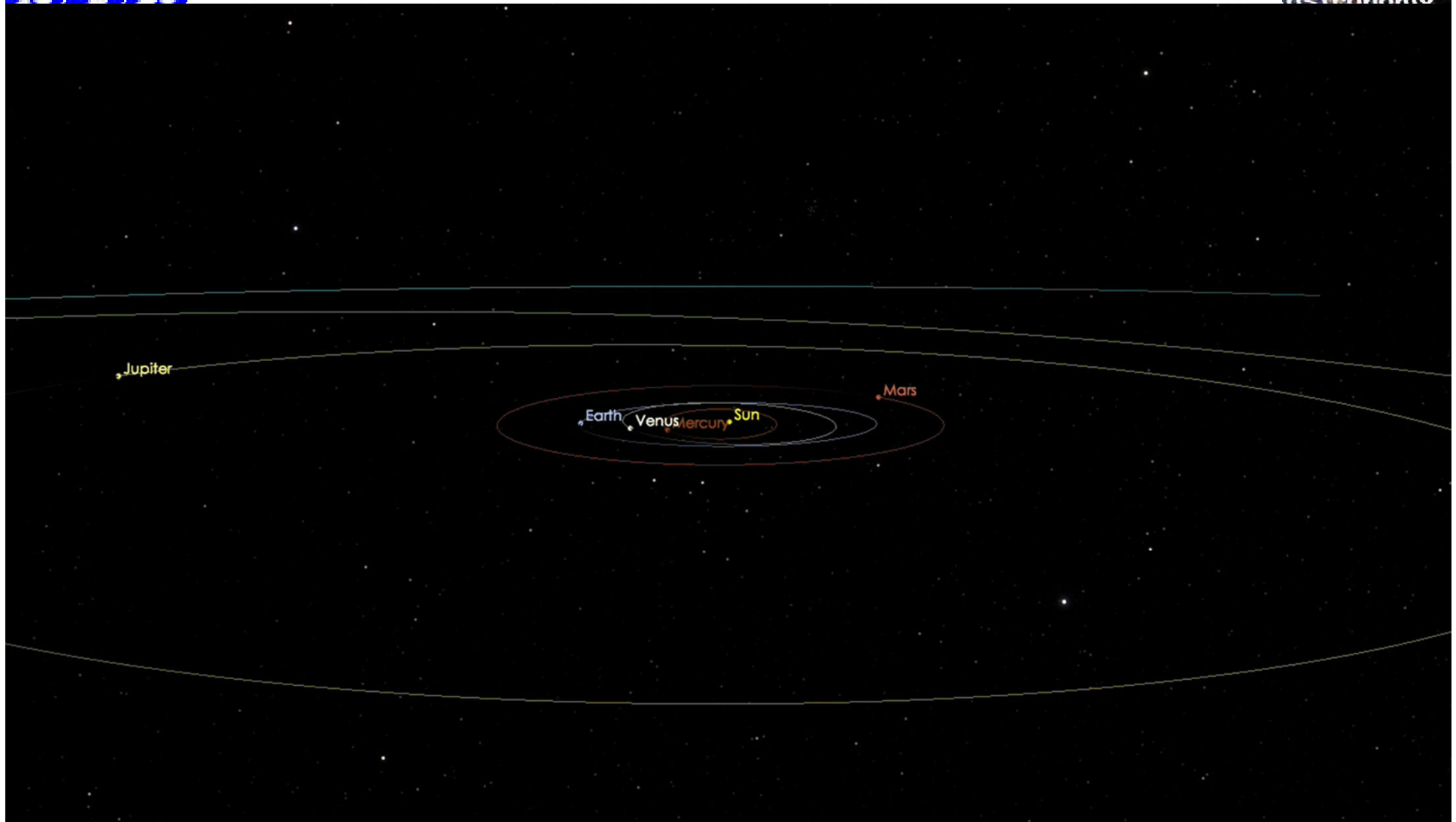




Un visiteur extra solaire

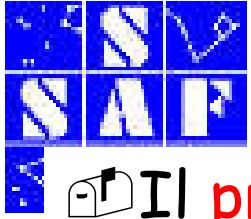
- 📖 Je pense que nos amis des X-Files apprécieraient bien cette nouvelle : le 18 octobre 2017, le télescope de surveillance automatique Pan-STARRS 1 à Hawaï a détecté un objet bizarre dans le ciel.
- 📖 Son orbite était hyperbolique très inclinée (120°) et sa vitesse énorme ($>25\text{km/s}$, soit bien supérieure à la vitesse de libération du Système Solaire qui est de 11km/s).
- 📖 On a d'abord cru à une comète mais après étude approfondie avec le VLT, c'est très probablement un astéroïde, il a d'ailleurs été baptisé ainsi : A / 2017 U1 par le MPC (Minor Planet Center).







- 📖 C'est le **premier objet interstellaire** détecté au monde !
- 📖 C'est évidemment une découverte extraordinaire qui nous fait entrevoir une fenêtre sur la formation de systèmes planétaires autres que le nôtre.
- 📖 On a un peu plus de détails maintenant.
- 📖 D'abord il a un nom, bizarre d'accord, mais un vrai nom : **Oumuamua** (éclaireur en hawaïen), son nom officiel a été amélioré : 1I/2017 U1 (le I pour interstellaire).
- 📖 Ensuite on a déterminé sa forme : allongée et inhabituelle pour un astéroïde, un gros cigare de 400m de long, et sa couleur : plutôt rouge foncé.
- 📖 Sa couleur semble indiquer qu'il serait plutôt rocheux ou métallique.
- 📖 Apparemment inerte, sans poussière.
- 📖 Sa rotation autour de son axe, basée sur les variations de luminosité, a été évaluée à 7,3 heures.

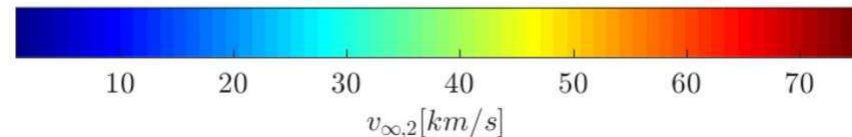
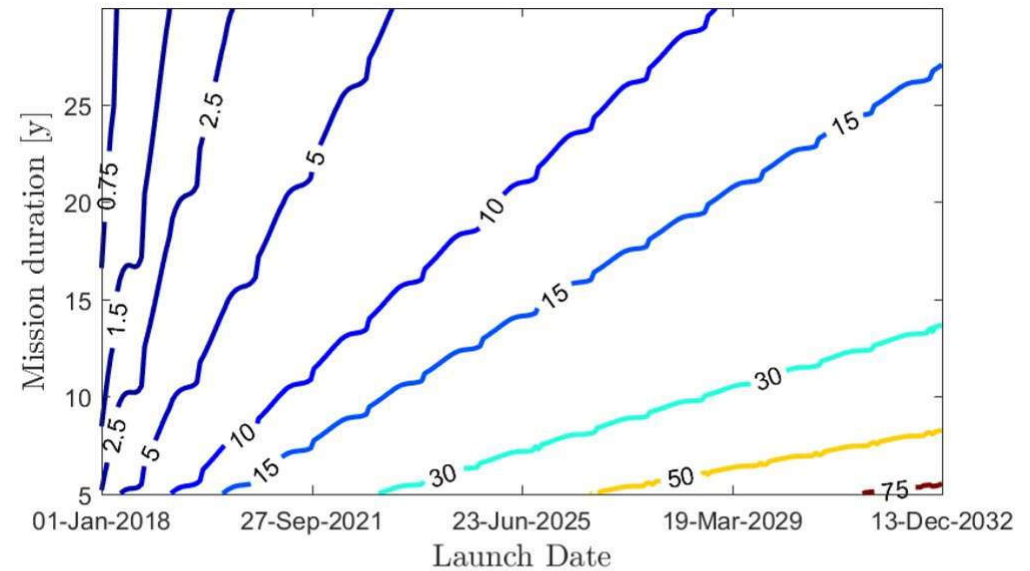


- 📖 Il **provient de Vega** dans la Lyre, et les calculs des scientifiques montrent qu'il voyage depuis plus de 300.000 ans depuis Vega, étoile qui d'ailleurs n'était pas à la même place que maintenant dans le ciel à l'époque.
- 📖 On pense même qu'il aurait avant cela, erré pendant des millions d'années dans notre galaxie !
- 📖 La rapidité d'observation était nécessaire, car l'étrange objet s'éloignait de plus en plus.
- 📖 Il va passer l'orbite de Jupiter en Mai 2018 et celle de Saturne en janvier 2019.



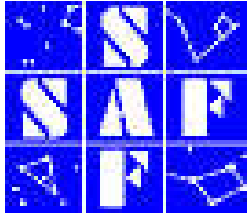
Cet objet externe au système solaire a donné l'idée à certains d'essayer de l'intercepter pour en apprendre plus sur son origine et sa composition. Mission impossible, diriez-vous ?

Peut-être pas, en effet des scientifiques pensent pouvoir, malgré l'énorme vitesse, élaborer une mission. **La mission Lyra.**



À LIRE



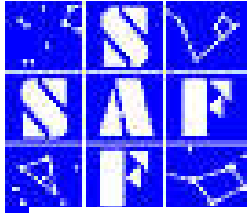


LE CÔTÉ OBSCUR DE L'UNIVERS




© Jean-Pierre MARTIN wv

- 📖 d'Hervé DOLE (IAS) que nous connaissons bien (va venir à la journée des commissions)
- 📖 Comment les galaxies se sont-elles formées ? Où se cache la matière noire ? Quelle est la nature de l'énergie sombre ? Les mystères de l'univers ne cessent de questionner l'humanité. L'astrophysique lève le voile sur beaucoup d'entre eux, mais de nombreuses questions demeurent. Grâce au satellite européen Planck, nous avons une première image de l'univers 370 000 ans seulement après sa naissance, livrant de précieuses informations sur l'origine des grandes structures extragalactiques. En 2021, le satellite européen Euclid prendra sa suite, à la poursuite de la matière noire et de l'énergie sombre, moteur de l'expansion de l'univers

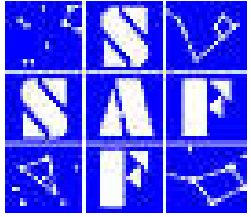


PROCHAINES RÉUNIONS COSMOLOGIE :

 **samedi 16 dec** ; avec **Marco Cirelli** du Laboratoire de Physique Théorique et Hautes Énergies (LPTHE) Jussieu - CNRS sur : l'état de l'art des recherches de Matière Noire, en détection directe, indirecte et aux collisionneurs.


 **samedi 17 Février 2018**


 Merci de proposer des thèmes et conférenciers



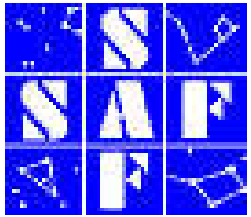
Nous recevons aujourd'hui



 **Marco Cirelli** du
Laboratoire de Physique
Théorique et Hautes
Énergies (LPTHE) Jussieu -
CNRS

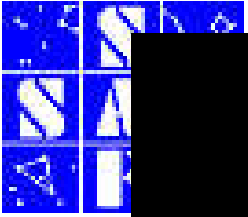
 Il nous parle de l'état de
l'art des recherches de
Matière Noire, en
détection directe,
indirecte et aux
collisionneurs.





L'observatoire de Jaipur Inde





MERCI DE VOTRE ATTENTION

Cosmic Spheres of Time

