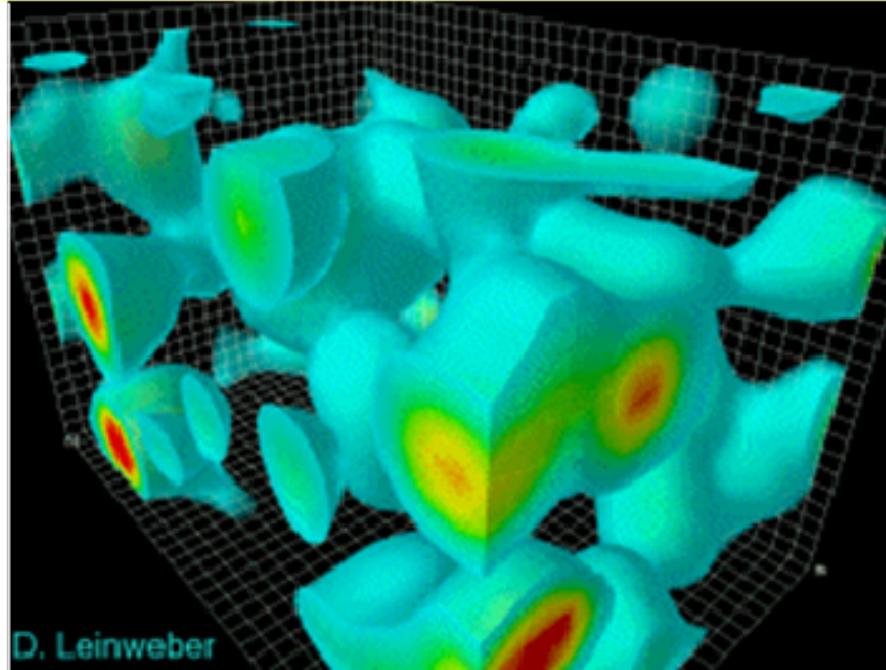
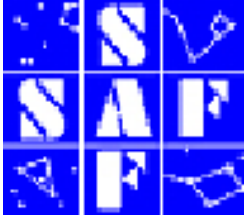


# SAF-Commission de COSMOLOGIE

## Réunion du 19 Mars 2016

📖 Émergence de la matière et de l'énergie sombres à partir du vide quantique du modèle standard de la physique des particules.





# EXCEPTIONNEL

- 📅 Takaaki Kajita, Prix Nobel de Physique 2015, donnera une conférence publique exceptionnelle au Grand Amphithéâtre de la Sorbonne, le 6 avril à 18h30. « **Neutrinos Oscillants** »
- 📅 La conférence sera donnée en anglais avec traduction simultanée en français. Conférence gratuite, mais l'inscription est obligatoire.
- 📅 Réserver le plus tôt possible à :  
[http://indico.in2p3.fr/e/T\\_Kajita\\_conf](http://indico.in2p3.fr/e/T_Kajita_conf)
- 📅 Si vous le souhaitez, entrer SAF dans Institut



# PRIX NOBEL DE PHYSIQUE

- 📖 Jamais trois sans quatre ! C'est en effet le quatrième Prix Nobel (les précédents : 1988, 1995, 2002) qui récompense des recherches autour de cet être insaisissable qu'est le neutrino.
- 📖 Les neutrinos sont les particules les plus abondantes dans l'Univers après les photons et pourtant ils sont presque impossible à détecter : seul un neutrino sur 10.000 milliards interagit avec la matière (et peut ainsi être détecté).



Takaaki Kajita

Super-Kamiokande Collaboration  
University of Tokyo, Kashiwa, Japan



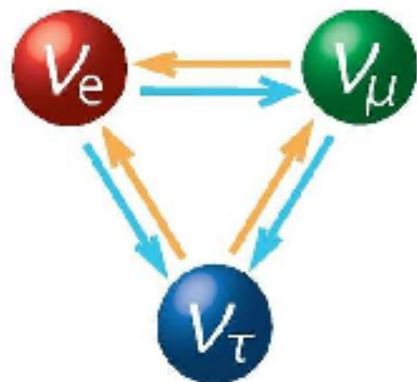
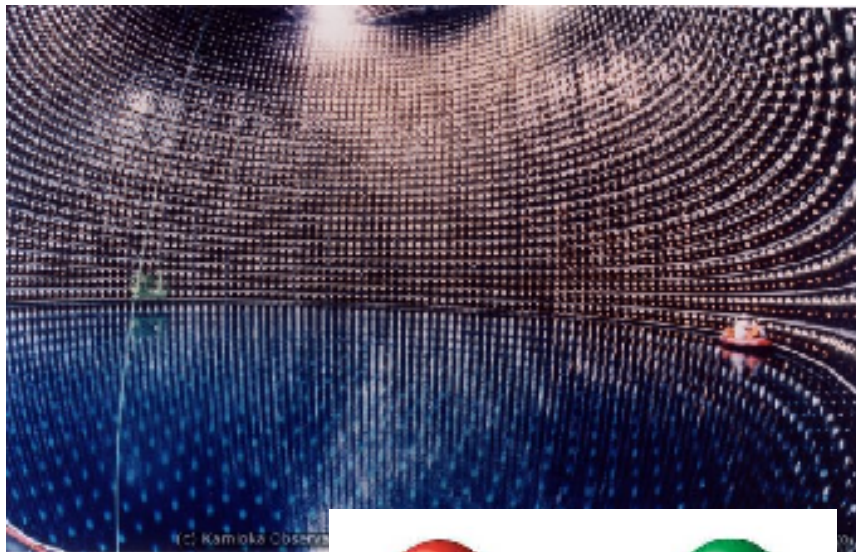
Arthur B. McDonald

Sudbury Neutrino Observatory Collaborators  
Queen's University, Kingston, Canada








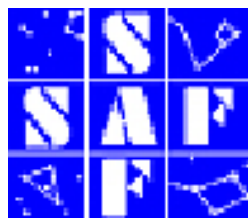
Le Japonais Takaaki Kajita (Université de Tokyo a travaillé notamment à Super Kamiokande) et le Canadien Arthur McDonald (Université Queens Ontario) **ont confirmé** à l'aide de deux expériences indépendantes, que ces particules changent d'état, la fameuse oscillation, et qu'elles ont une masse non nulle. Même si extrêmement faible, de l'ordre du millionième de l'électron, qui n'était déjà pas bien lourd !

Mais on ne connaît pas leur masse individuellement, on ne connaît que des différences de masse entre les différents saveurs.





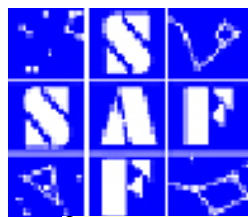
-  Cette confirmation a des conséquences importantes, si ce n'est fondamentales dans le domaine des particules et de son modèle standard. Ce modèle présupposait le neutrino sans masse
-  Certains pensent aussi qu'il pourrait exister une quatrième saveur, correspondant à un neutrino stérile qui expliquerait le début de l'Univers et la prédominance de la matière sur l'antimatière.
-  Une autre question en suspens concerne son antiparticule : le neutrino est-il son antiparticule ou pas ?
-  Va-t-il falloir inventer une nouvelle physique des particules et/ou compléter le modèle standard ?
-  Beaucoup reste à faire, et d'autres Nobel consacreront ces recherches dans le futur, jusqu'à ce qu'on ait résolu les questions en suspens.



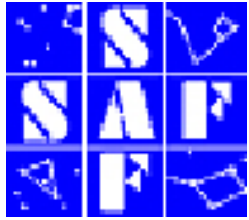
# LE CALENDRIER



Fête de l'Astronomie de Breuillet (regroupe tous les clubs astro de la région)	Salle des fêtes de Marolles en Hurepoix (Essone) près d'Arpajon.	expositions Planétarium ; thèmes : Orbites et éclipses et conférence sur Pluton et fond du syst. sol. par JPM	Dimanche 20 Mars à partir de 10H00 entrée libre ouvert à tous enfants bienvenus <a href="#">renseignements.</a>
Le bilan des missions martiennes dans le cadre de l'UIA 94	Ecole nationale vétérinaire de Maisons Alfort Amphi Honneur 7 av du Gal De Gaulle 94704 Maisons Alfort	Jean Pierre Martin Physicien, SAF	Mercredi 23 Mars 17H30 entrée libre <a href="#">renseignements.</a>
<a href="#">Autour des planètes du système solaire</a> dans le cadre des confs de l'Institut de France	Académie des sciences - Grande salle des séances 23 quai de Conti, 75006 PARIS	organisée par P Encrenaz et F Combes avec AC Lev.Regourd , JP Bibring, J Laskar...	Mardi 29 Mars de 14H30 à 17H00 entrée libre <a href="#">sous inscription</a>
La foudre: phénomène électrostatique par la SA de Bordeaux	Hôtel des Sociétés Savantes Place Bardineau 33000 Bordeaux	<a href="#">Francis Delahaye</a> SA de France SA des Pyrénées Atlantiques	Mercredi 30 Mars 18H15 entrée libre
École Chalonge : Présentation du Prog 2016 et des Dernières Nouvelles de l'Univers	Observatoire de Paris 77 Av Denfert Rochereau Paris 14 Bâtiment Perrault salle du conseil	Norma Sanchez et ses collègues de cosmologie (Ondes Gravit. etc.) <a href="#">Programme détaillé</a>	Jeudi 31 Mars 14H30 entrée libre (contrôle de sécurité)






<p><u>Ondes gravitationnelles et coalescence de trous noirs</u> dans le cadre des confs de l'Institut de France</p>	<p>Académie des sciences - Grande salle des séances 23 quai de Conti, 75006 PARIS</p>	<p>organisée par Th Damour, M Davier, S Balibar avec de nombreux intervenants...</p>	<p>Mardi 5 Avril de 14H00 à 19H00 entrée libre <u>sous inscription</u></p>
<p>Curiosity et Mars. dans le cadres des <u>confs publiques IAP</u></p>	<p>IAP, 98 bis Boulevard Arago 75014 Paris - M<sup>o</sup> St Jacques ou Denfert-Rochereau</p>	<p>Francis Rocard CNES Responsable de l'exploration du Système solaire</p>	<p>Mardi 5 Avril 19H30 entrée libre amphitheatre H Minour il faut réserver <u>par Internet</u></p>
<p>Astrophysique gravitationnelle : An I dans le cadre des séminaires sur <u>l'Hist de l'Astronomie</u></p>	<p>Observatoire de Paris 77, Avenue Denfert-Rochereau 75014, Paris. <u>renseignements</u></p>	<p>Jean-Yves Vinet OCA</p>	<p>Mercredi 6 Avril-14H00 salle de l'Atelier entrées libre. dans le cadre du Séminaire d'histoire de l'astronomie.</p>
<p>Transfert de temps optique : des performances inégalées dans le cadre <u>des confs du BDL</u></p>	<p>Ecole Normale Sup 45 rue d'Ulm Paris 5</p>	<p>Pierre exertier de l'OCA</p>	<p>Mercredi 6 Avril 14H30 salle Dussane entrée libre</p>
<p>"Neutrinos Oscillants". La conférence sera donnée en anglais avec traduction simultanée en français</p>	<p>Grand Amphithéâtre de la Sorbonne Paris 5 Entrée par le 47 rue des Ecoles se munir du carton d'invitation</p>	<p>Takaaki Kajita, Prix Nobel de Physique 2015,</p>	<p>Mercredi 6 Avril 18H30 entrée libre mais <u>inscription obligatoire</u> avant le 29 Mars</p>







# LES CONFS DE LA SAF

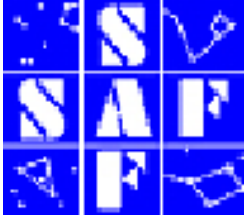


13 Avril 19H00 à AgroParisTech	Jean Michel Faidit Docteur en histoire de l'Astronomie, auteur de nombreux ouvrages	L'histoire du télescope, à l'occasion du centenaire du Hooker du Mt Wilson  <i><u>réservation à partir du 10 Mars</u></i>	
11 Mai 19H00 à AgroParisTech	Alejandro Perez CPT, Centre de Physique Théorique de Marseille	Les trous noirs en gravitation quantique.  <i>réservation à partir du 14 Avril</i>	
8 Juin 19H00 à AgroParisTech	Etienne Pariat Chargé de recherches CNRS LESIA Observatoire de Paris	Où en sommes-nous de la prévision de l'activité solaire et de ses impacts sur la Terre ? La mission Solar Orbiter  <i>réservation à partir du 12 Mai</i>	
PAUSE ESTIVALE Nouvelle saison			





PAUSE ESTIVALE Nouvelle saison			
14 Septembre 19H00 à AgroParisTech	André BRAHIC (à confirmer) CEA équipe imagerie Cassini	Bilan de la mission Cassini	
12 Octobre 19H00 à AgroParisTech	Edgar Saulié (à confirmer) CEA Direction des sciences de la Matière Orme les Merisiers Docteur es sciences	Johannes KEPLER l'astronome qui a découvert les lois du mouvement des planètes	
9 Novembre 19H00 à AgroParisTech	Eric Mercier Prof à l'Univ de Nantes (Laboratoire de Planétologie) Membre de la Commission des Cadrons Solaires de la SAF	La gnomonique arabo-islamique	
14 Décembre 19H00 à AgroParisTech			
11 Janv 2017 19H00 à AgroParisTech	Etienne Klein Philosophe et Physicien CEA Directeur du LAR5IM	en cours de détermination	



Ne pas oublier :

 la prochaine AG de la SAF :

**Vendredi 20 Mai 2016 fin d'après midi au siège**

 la prochaine journée des commissions de la  
SAF :

**Samedi 21 Mai 2016 École des Mines**



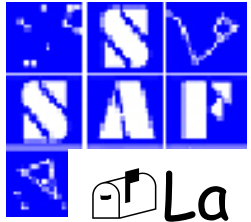
📁 Les dernières conférences et news

📁 Elles sont disponibles sur le site de la commission :

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

et sur [www.planetastronomy.com](http://www.planetastronomy.com)

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



# LES COURS DE LA SAF



La SAF organise tous les ans :

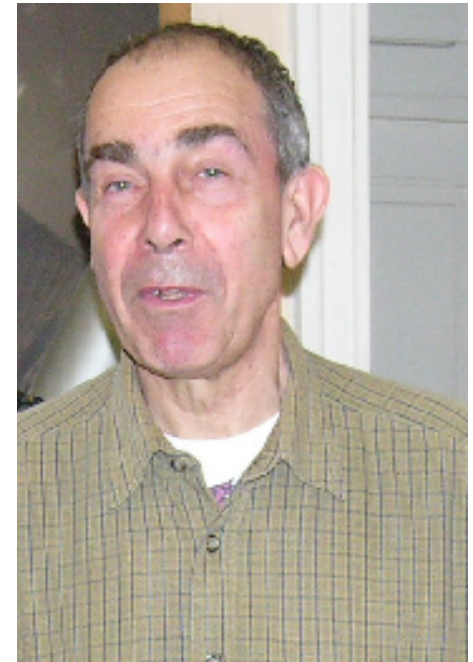
Des cours de cosmologie donnés par **Jacques Fric** vice Président de la commission de cosmologie

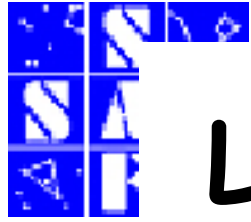
les Mardis à 18H30 à 19H30 au siège rue Beethoven  
voici le programme : les cours vont reprendre nouveau programme 2015/2016

Le 12 janvier: **L'univers et l'homme** (première partie): A partir du modèle standard on évoquera une réflexion et une vision en "contrechamp" de la présentation "l'homme et l'univers" qui présente un caractère trop anthropocentrique.

Le 19 janvier: **L'univers et l'homme** (deuxième partie): A partir du modèle standard on évoquera une réflexion et une vision en "contrechamp" de la présentation "l'homme et l'univers" qui présente un caractère trop anthropocentrique. . Dans cette partie on évoquera, entre-autres, une description covariante du modèle cosmologique.

Le 26 janvier: "**L'univers voue-t-il l'humanité à une fin certaine?**" Au delà des risques que l'humanité s'inflige elle-même, dans son évolution l'univers la met en péril. Existe-t-il des parades et sont-elles réalistes?

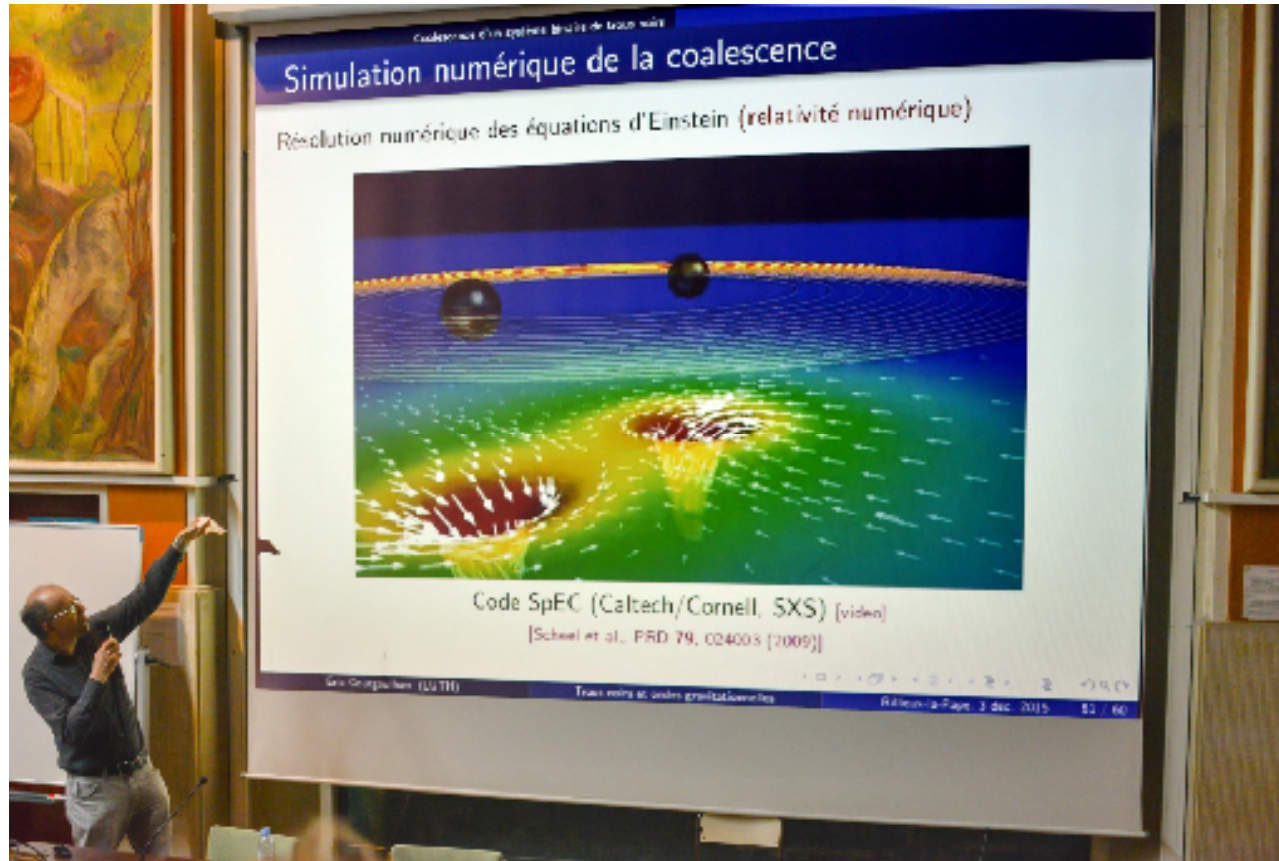
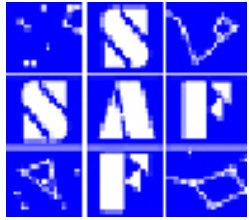


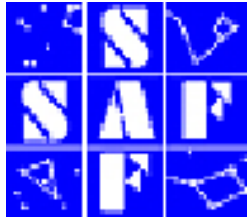


# LES DERNIÈRES CONF SAF

📁 Trous noirs et Ondes Gravitationnelles par Eric Gourgoulhon



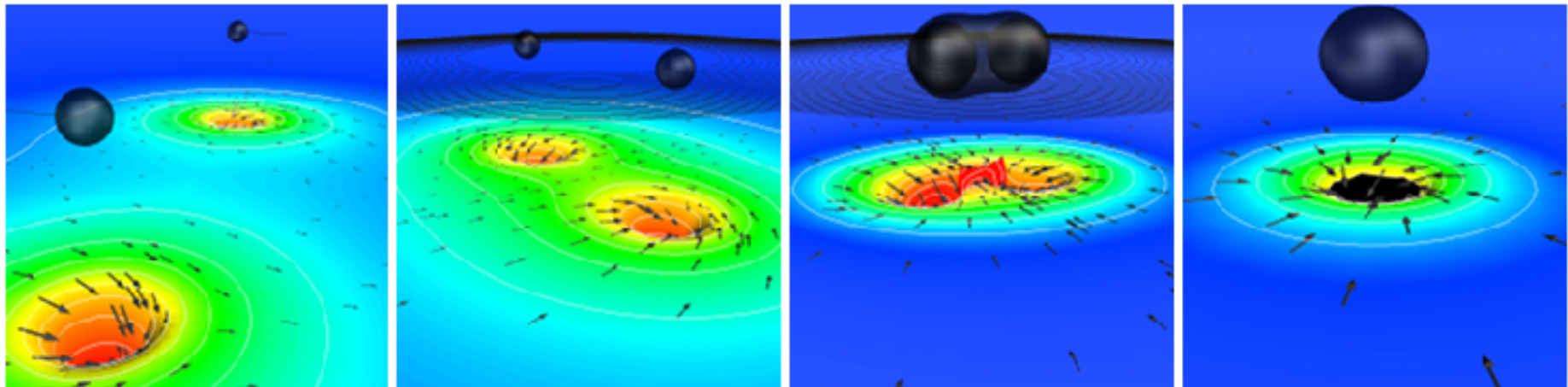


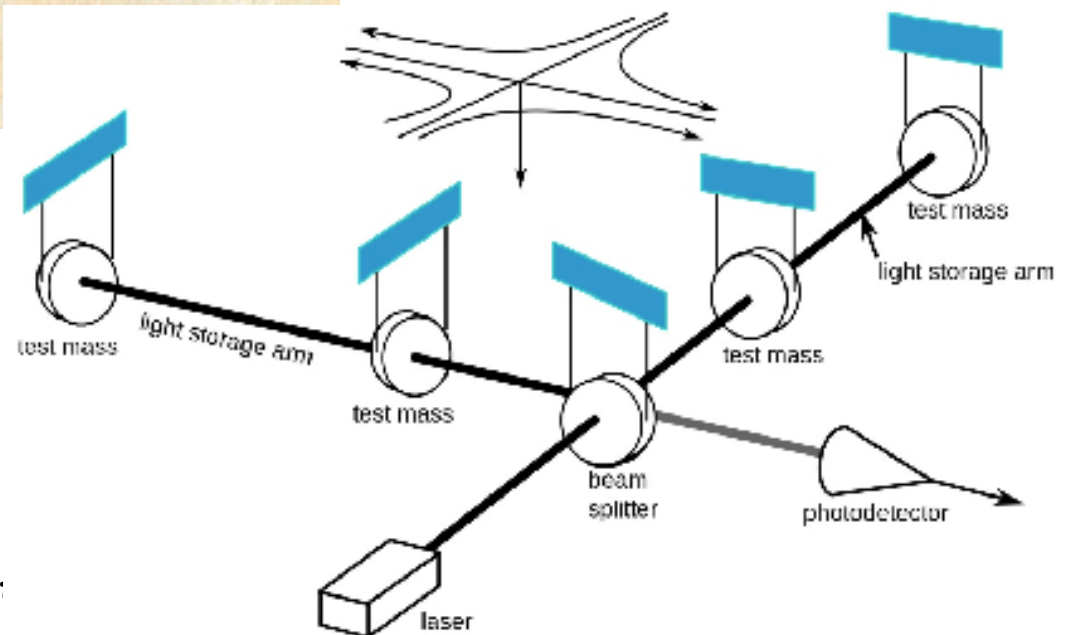
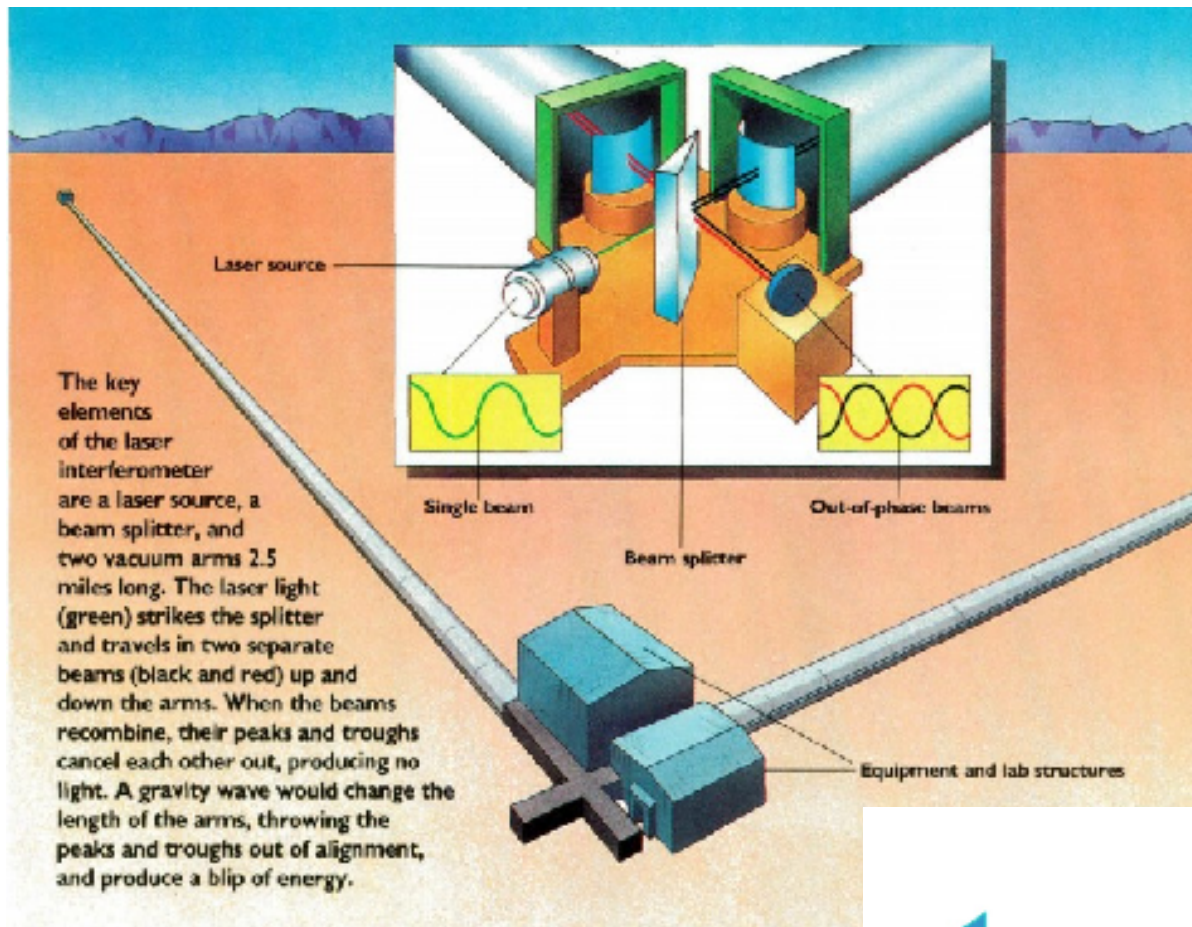


# QU'A-T-ON DÉTECTÉ ?

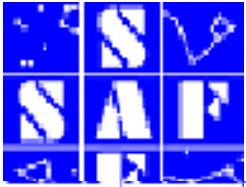


- 📖 Deux trous noirs (29 et 36 masses solaires) sont entrés en collision et ont émis à cette occasion des OG dans l'espace, qui ont été détectés par LIGO.
- 📖 Le résultat un monstre de  $29+36 = 62$  masses solaires, mais quoi !, mon addition est fausse, mais oui c'est bien sûr, la différence de masse est passée dans l'énergie des ondes gravitationnelles.









# Simulation de ce qui s'est passé

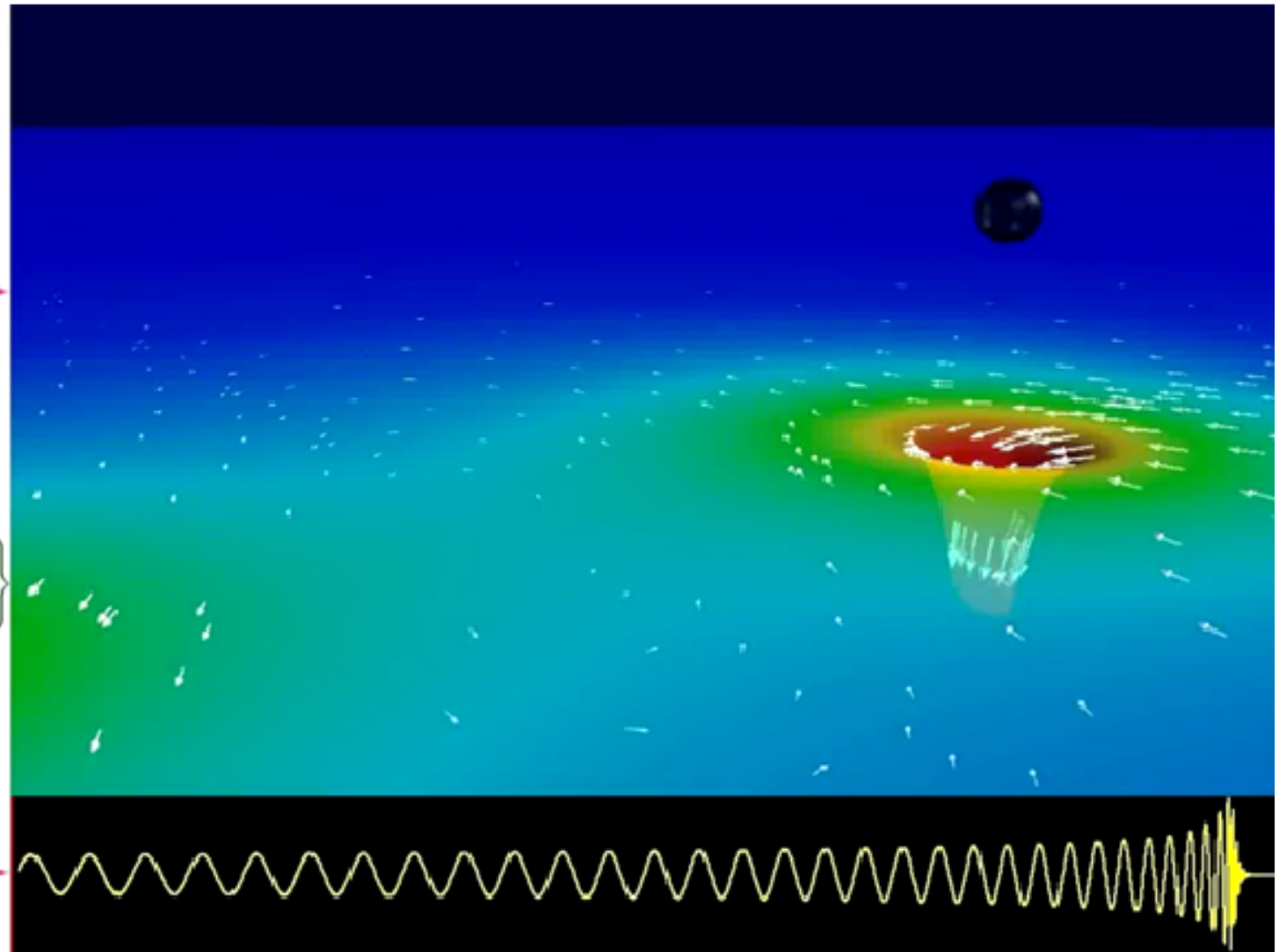


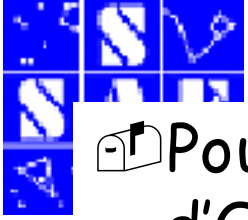
Binary Black Hole Evolution:  
Caltech/Cornell Computer Simulation

Top: 3D view of Black Holes  
and Orbital Trajectory


Middle: Spacetime curvature:  
Depth: Curvature of space  
Colors: Rate of flow of time  
Arrows: Velocity of flow of space


Bottom: Waveform  
(red line shows current time)




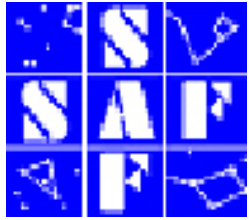



 Pourquoi est-ce si important de confirmer l'existence d'OG ?

 1) Cela confirmerait la prédiction d'Einstein, la seule qui ne l'avait pas encore été. C'est lui qui imagine cette propagation au travers du tissu même de l'espace-temps

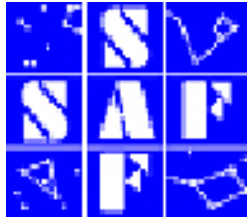
 2) Les OG devraient nous ouvrir une fenêtre d'une nouvelle astronomie de l'Univers, car l'Univers est pour ainsi dire transparent pour elles. On pourrait même imaginer voir la formation des trous noirs et comprendre l'infiniment grand

 3) Cela prouverait aussi que l'on n'a pas dépensé (LIGO et VIRGO) quelques milliards de dollars pour rien! Nombreux étaient les organismes officiels qui voulaient fermer ces lieux de recherche trop chers !



 Les comptes rendus de toutes ces conférences sont disponibles en ligne avec les présentations des conférenciers sur :

 <http://www.planetastronomy.com/special/conferences/CR%20conferences-reports.htm#SAF>

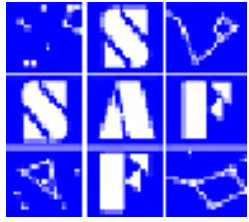


# HUBERT REEVES



- 📁 Notre ami Hubert Reeves attirant toujours beaucoup de monde, la conférence a lieu aujourd'hui
- 📁 dans un amphi plus grand (amphi Farabeuf aux Cordeliers)
- 📁 Son sujet d'aujourd'hui :
- 📁 L'avenir de la vie sur Terre





# NOTRE DERNIÈRE RÉUNION



SAF 16 JANVIER 2016  
COMMISSION DE COSMOLOGIE  
AVEC GILLES ESPOSITO-FARESE

■ Gravitation relativiste

● Einstein 1907 : *principe de relativité généralisé* aux observateurs accélérés et à la gravitation

Impossible de déterminer par nos expériences locales s'il s'agit d'accélération ou de gravitation

principe d'équivalence

■ Conséquence immédiate

● Retard gravitationnel des horloges (= dilatation du temps) ⇒ rougissement

Effet Doppler (cf. vitesse des photons)

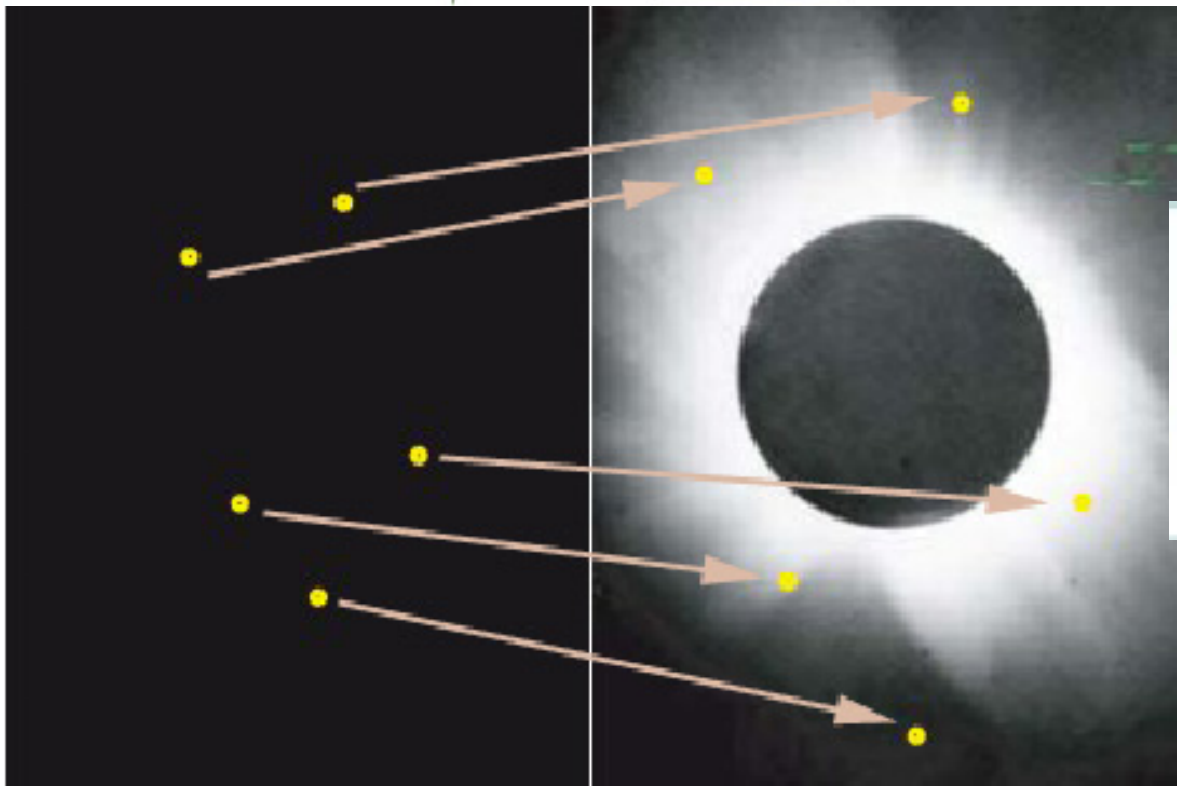
→ Quelle que soit leur composition, les horloges les plus basses sont plus lentes

→ impossible de synchroniser même des horloges statiques !

– Pound & Rebka 1960, tour de Harvard : effet mesuré avec une précision de 10% (cf. un retard de 0,1 s au bout d'un million d'années !)

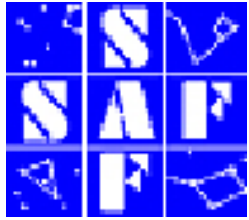
– Vesel & Levine 1976, horloge à muon dans une fusée : retard gravitationnel mesuré à 0,02% près

– Mission Pharo/Ace 2016 : précision de ~0,0005%




$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2} g_{\mu\nu} R = \frac{8\pi G}{c^4} T_{\mu\nu}$$

équations d'Einstein



# ACTUALITÉS COSMOLOGIQUES

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



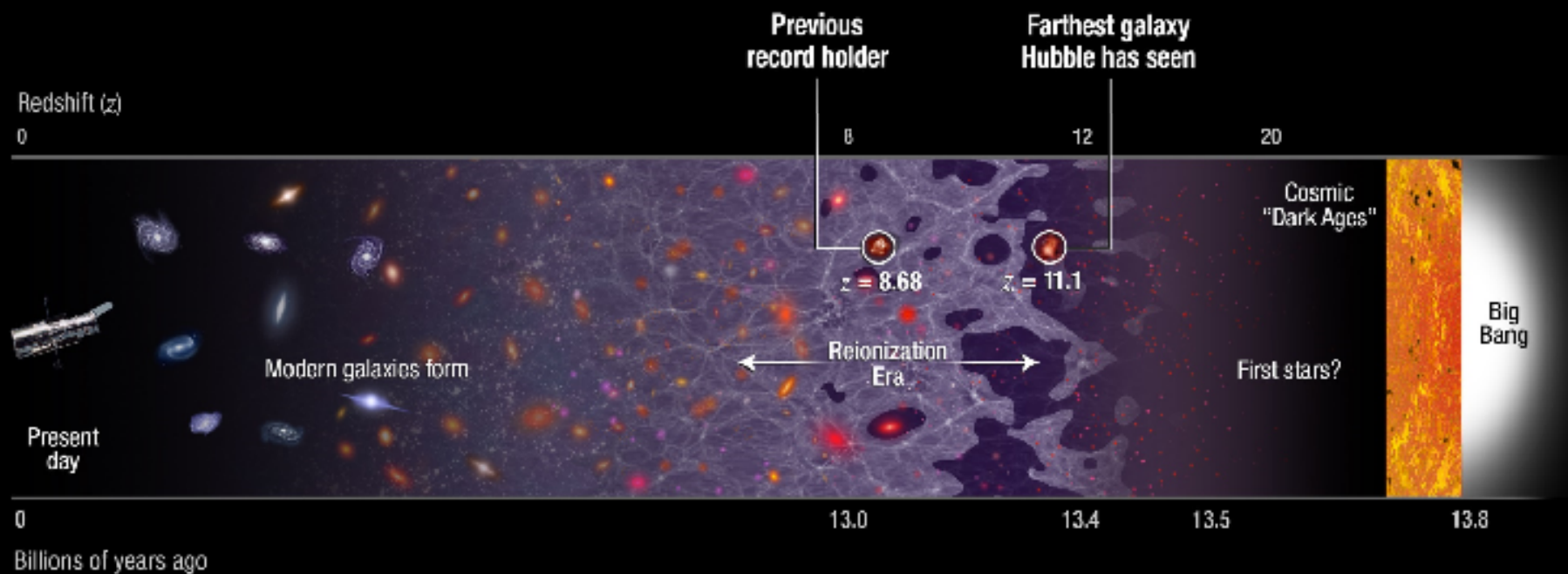
# HUBBLE : NOUVEAU RECORD

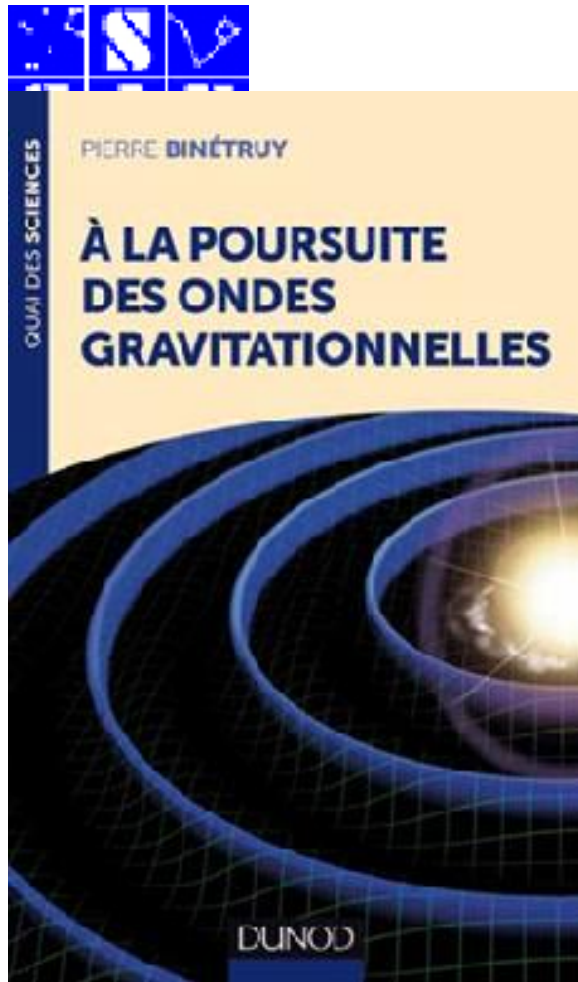
- 📖 Récemment une équipe internationale d'astronomes a poussé le télescope spatial Hubble à ses extrêmes limites et ont ainsi pu détecter la galaxie la plus lointaine jamais vue dans notre Univers.
- 📖 Cette galaxie, GN-z11, située dans la direction de la Grande Ourse, provient de la prime enfance de l'Univers.
- 📖 On voit cette galaxie à une époque où l'Univers n'avait que 3% de son âge actuel
- 📖 Cette galaxie possède un  $z$  de 11,1, elle est donc située à une distance dans le passé de **13 milliards d'années lumière (Gal)**, on se rapproche de plus en plus du Big Bang.





# Hubble spectroscopically confirms farthest galaxy to date

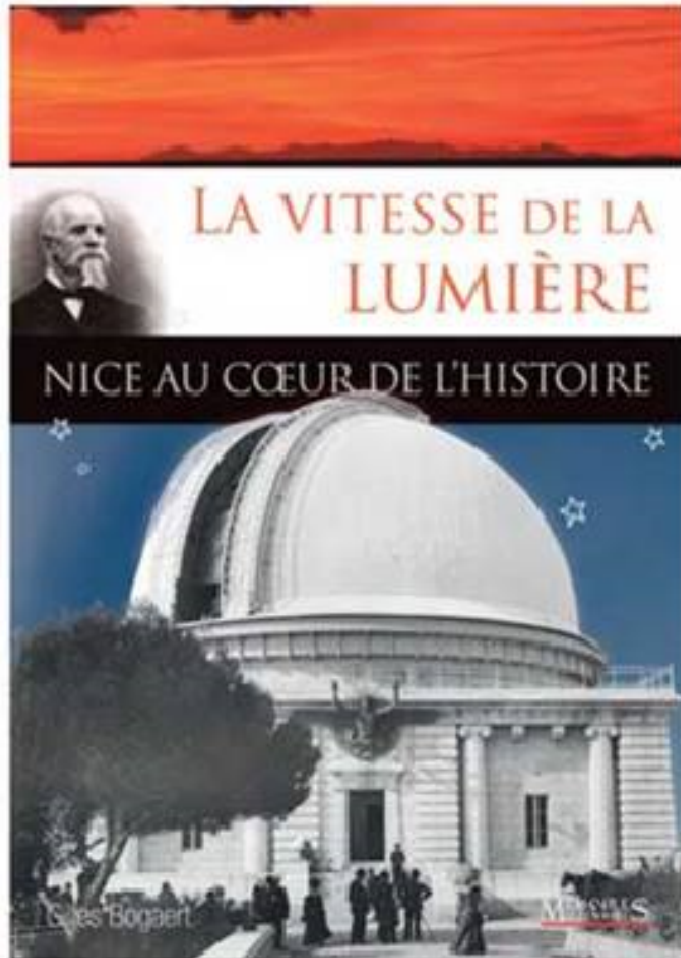
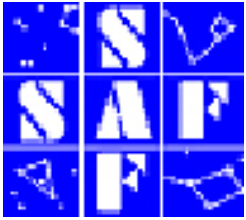




- ❏ Pierre Binétruy est un spécialiste bien connu, il est Directeur de recherche, au laboratoire Astroparticule et Cosmologie (APC), université Paris Diderot. Il collabore à la mission LISA.
- ❏ L'Univers est mu par la gravité, non par la lumière.
- ❏ C'est donc la radiation associée, appelée onde gravitationnelle, qui est de première importance pour comprendre le fonctionnement de l'Univers.
- ❏ Tout récemment, les scientifiques ont réussi à mettre au point les premiers instruments qui leur permettront de détecter cette radiation. Ce livre, rédigé par un acteur important de cette science de pointe, décrit les techniques et les concepts à l'œuvre et raconte la course que mènent les laboratoires du monde entier pour comprendre cet Univers gravitationnel qui s'ouvre à nous.

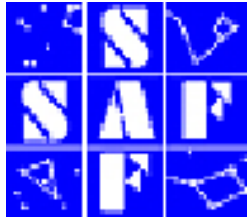


- 📖 De Jean Audouze *Les secrets du cosmos*
- 📖 De Copernic à Philae, la grande aventure de l'Univers
- 📖 Pensait-on vraiment dans l'Antiquité que la Terre était plate et immobile ? Connaît-on l'âge de l'Univers ? Qu'ont encore à nous apprendre les comètes et les trous noirs ? Sans parler des lointaines exoplanètes qui révéleront peut-être un jour des mondes semblables au nôtre...
- 📖 À la croisée de la science et de l'histoire, Jean Audouze et Johan Kieken mettent les mystères du cosmos à la portée de tous. Ils composent un récit passionnant, marqué par d'incroyables découvertes et des esprits visionnaires comme Copernic, Newton, Einstein ou Gamow. Jusqu'à leurs successeurs qui, grâce aux sondes spatiales de dernière génération, aux très grands instruments au sol et aux progrès de la physique des particules, écrivent depuis cinquante ans un nouveau chapitre de l'exploration de l'Univers.
- 📖 La plus exaltante des aventures humaines, racontée par deux témoins, et acteurs, de ces bouleversements.



📖 Notre ami Jean Claude Thorel, de Nice, nous conseille ce mois-ci, ce livre dédié à l'étude de la vitesse de la lumière et où Nice et son Observatoire ont joué un très grand rôle.

📖 La vitesse de la lumière : Nice au cœur de l'Histoire écrit par Gilles Bogaert et publié aux éditions Mémoires Millénaires



📅 PROCHAINES RÉUNIONS COSMOLOGIE :

📅 Samedi 28 Mai 2016 à 15H00 au siège avec

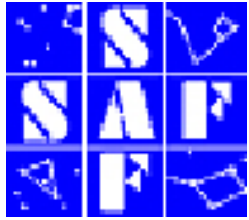
📅 Luc BLANCHET

📅 Directeur de Recherche CNRS , IAP , GRECO

📅 Qui va nous parler d'ondes gravitationnelles

📅 Les suivantes : à la rentrée

📅 Merci de proposer des thèmes

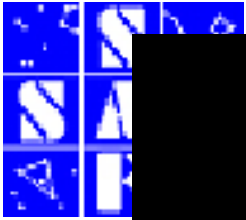


# Nous recevons aujourd'hui



- 📖 **Gilles Cohen Tannoudji** du LARSIM (Labo de Recherche sur les Sciences de la Matière) CEA
- 📖 Émergence de la matière et de l'énergie sombres à partir du vide quantique du modèle standard de la physique des particules.
- 📖 Le nouveau modèle cosmologique standard, "LambdaCDM" est marqué par la découverte de deux composantes (matière et énergie sombres) représentant 95% du contenu total de l'univers, qui ne trouvent pas d'explications dans le cadre du modèle standard de la physique des particules.
- 📖 Je montrerai que la cosmologie LambdaCDM peut être interprétée, du fait des deux phases d'inflation qu'elle comporte (l'inflation primordiale et l'inflation tardive liée à la constante cosmologique) comme une cosmologie n'impliquant pas de coût énergétique, c'est-à-dire d'émergence à partir d'un état d'énergie nulle, le "vide".
- 📖 En théorie quantique des champs, au fondement du modèle standard de la physique des particules le "vide" est l'état fondamental, à zéro particule, du système des champs quantiques en interaction, un milieu complexe, siège de fluctuations quantiques, d'où peuvent émerger aussi bien la partie visible de l'univers que ses composantes sombres.





# MERCI DE VOTRE ATTENTION

