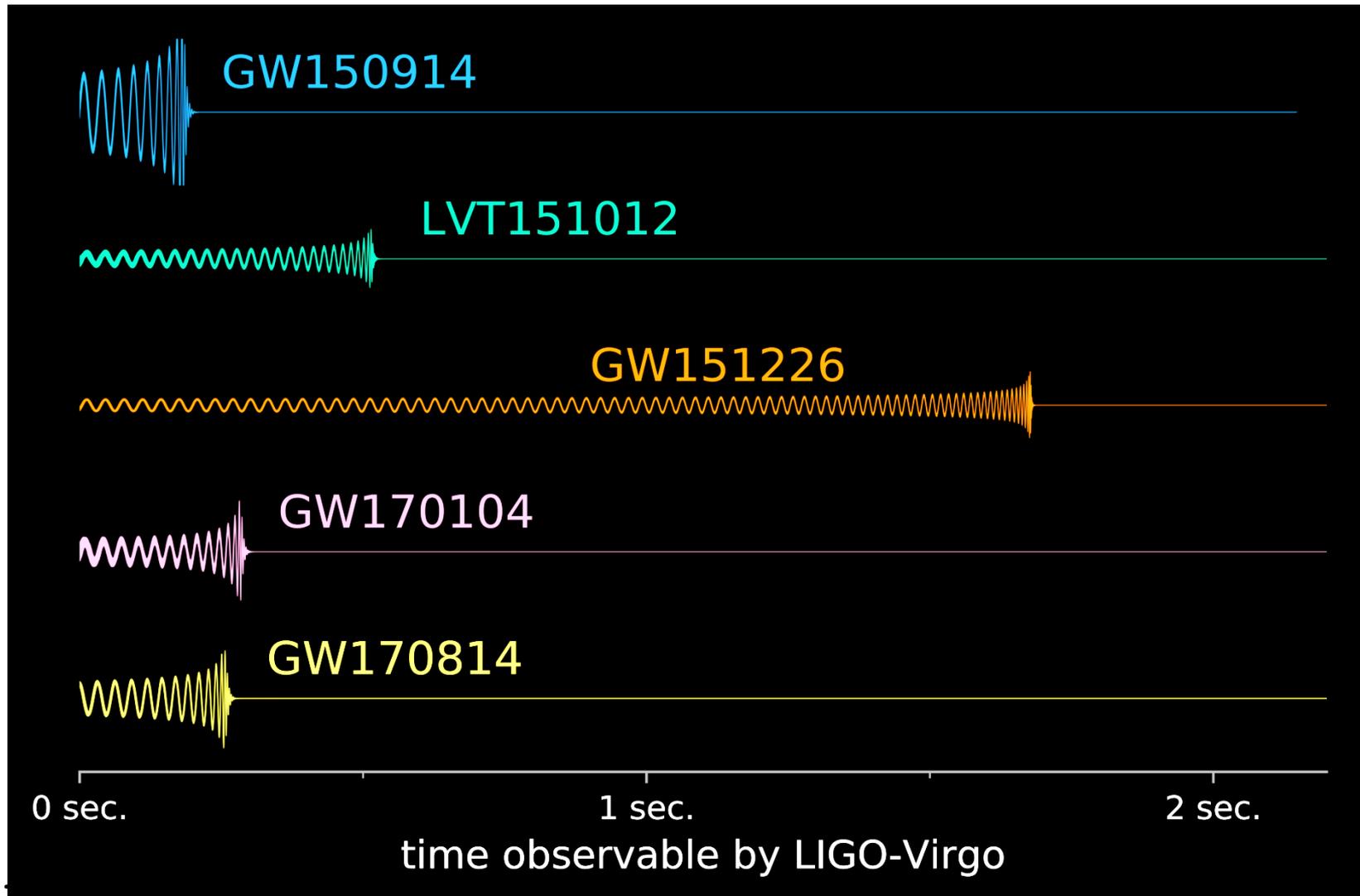


# SAF-Commission de COSMOLOGIE

## Réunion du 30 Sept 2017





# LE CALENDRIER

<p>"<a href="#">L'univers inventé : de la cosmologie à la relativité générale.</a>" dans le cadre "d'un siècle de cosmologie d'Einstein au BB"</p>	<p>BnF Petit auditorium Quai François Mauriac Paris 13e</p> 	<p>Jean Eisenstaedt, directeur de recherche émérite au CNRS, Observ de Paris</p>	<p>Mardi 3 Oct 18H30 entrée libre</p>
<p>MUSE la machine à explorer le temps dans le cadres des <a href="#">conférences publiques IAP</a></p>	<p>IAP, 98 bis Boulevard Arago 75014 Paris - M° St Jacques ou Denfert-Rochereau</p> 	<p>Roland Bacon astrophysicien CRAL</p>	<p>Mardi 3 Oct 19H30 entrée libre mais il faut réserver <a href="#">par Internet</a></p>
<p>Les galaxies du bout de l'Univers cosmique dans le cadre des <a href="#">conférences du CIS-PTT</a></p>	<p>Telecom ParisTech 46 rue Barrault -75013 PARIS, Amphithéâtre B310</p>	<p>Brig. Rocca, prof émérite Paris Sud , astrophysicienne IAP</p>	<p>Lundi 9 Octobre 19H30 Entrée libre à partir de 19h 5€ pour les non adhérents</p>
<p>Ascenseur pour l'espace dans le cadre des conférences de l'Aéroclub de France</p>	<p>Aéroclub de France salon des membres 6 rue Galilée 75116 Paris</p>	<p>Jean-Yves PRADO Expert International pour l'espace, Ex Ingénieur CNES</p>	<p>Lundi 9 Octobre 19H00 entrée libre mais il faut <a href="#">s'inscrire par Internet</a></p>
<p>"<a href="#">La découverte de l'expansion cosmique.</a>" dans le cadre "d'un siècle de cosmologie d'Einstein au BB"</p>	<p>BnF Petit auditorium Quai François Mauriac Paris 13e</p> 	<p>JP Luminet, Dr rech au CNRS, au LAM. et LUTH - Observatoire de Paris</p>	<p>Mardi 10 Oct 18H30 entrée libre</p>
<p>"<a href="#">Le climat a besoin d'espace.</a>" organisée par l'Académie de l'Air et de l'Espace et de Météo Fr</p>	<p>Météo France 42 Avenue Gaspard Coriolis 31100 Toulouse</p>	<p>très nombreux intervenants du CNES, Météo Fr, Latmos, Onera, ESA</p>	<p>10 et 11 Octobre 600€ mais il existe des tarifs réduits étudiants (20€) <a href="#">renseignements</a></p>

<p>"Contreparties lumineuses aux ondes gravitationnelles" dans le cadre des <u>conférences mensuelles de la SAF</u></p>	<p>TelecomParisTech 46 rue Barrault Paris 13</p> <p><i>réservation. à partir du 23 Sept.</i></p>	<p>Frédéric Daigne astrophysicien IAP</p> 	<p>Vendredi 13 Octobre 19H00 entrée libre (attention contrôle d'identité) inscription obligatoire par <u>Internet</u> ou tel SAF : 01 42 24 13 74</p>
<p>Planètes habitables, planètes habitées?, dans le cadre des mardis de l'espace <u>du CNES</u></p>	<p>Café du Pont-Neuf - 14, quai du Louvre, Paris 1er - M° Pont-Neuf</p>	<p>Michel Viso CNES</p>	<p>Mardi 17 Oct de 19h30 à 21h30 entrée libre avec consommations</p>
<p>"Le fond diffus cosmologique et les grandes structures de l'univers." dans le cadre "d'un siècle de cosmologie d'Einstein au BB"</p>	<p>BnF Petit auditorium Quai François Mauriac Paris 13e</p> 	<p>Nabila Aghanim, CNRS/Institut d'Astrophysique Spatial d'Orsay</p>	<p>Mardi 7 Nov 18H30 entrée libre</p>
<p>"L'oscillation des neutrinos, de B Pontecorvo au Nobel 2015" dans le cadre des <u>conférences mensuelles de la SAF</u></p>	<p>TelecomParisTech 46 rue Barrault Paris 13</p>  <p><i>réservation. à partir du 14 Oct.</i></p>	<p>Daniel Viganud (APC) Labo Astroparticules et cosmologie Paris 7</p>	<p>Vendredi 10 Nov 19H00 entrée libre (attention contrôle d'identité) inscription obligatoire par <u>Internet</u> ou tel SAF : 01 42 24 13 74</p>
<p>"Des étoiles aux planètes : origine des éléments chimiques que l'on trouve sur Terre" dans le cadre des <u>conférences du CIS-PTT</u></p>	<p>Telecom ParisTech 46 rue Barrault -75013 PARIS, Amphithéâtre B310</p>	<p>Manuel Moreira, Professeur Univ Paris Diderot, Institut de Physique du Globe de Paris</p>	<p>Lundi 13 Nov 19H30 Entrée libre à partir de 19h 5€ pour les non adhérents</p>
<p>"Donner corps à l'univers." dans le cadre "d'un siècle de cosmologie d'Einstein au BB"</p>	<p>BnF Petit auditorium Quai François Mauriac Paris 13e</p>	<p>Jean-Philippe Uzan, CNRS/Institut d'Astrophysique de Paris.</p>	<p>Mardi 14 Nov 18H30 entrée libre</p>

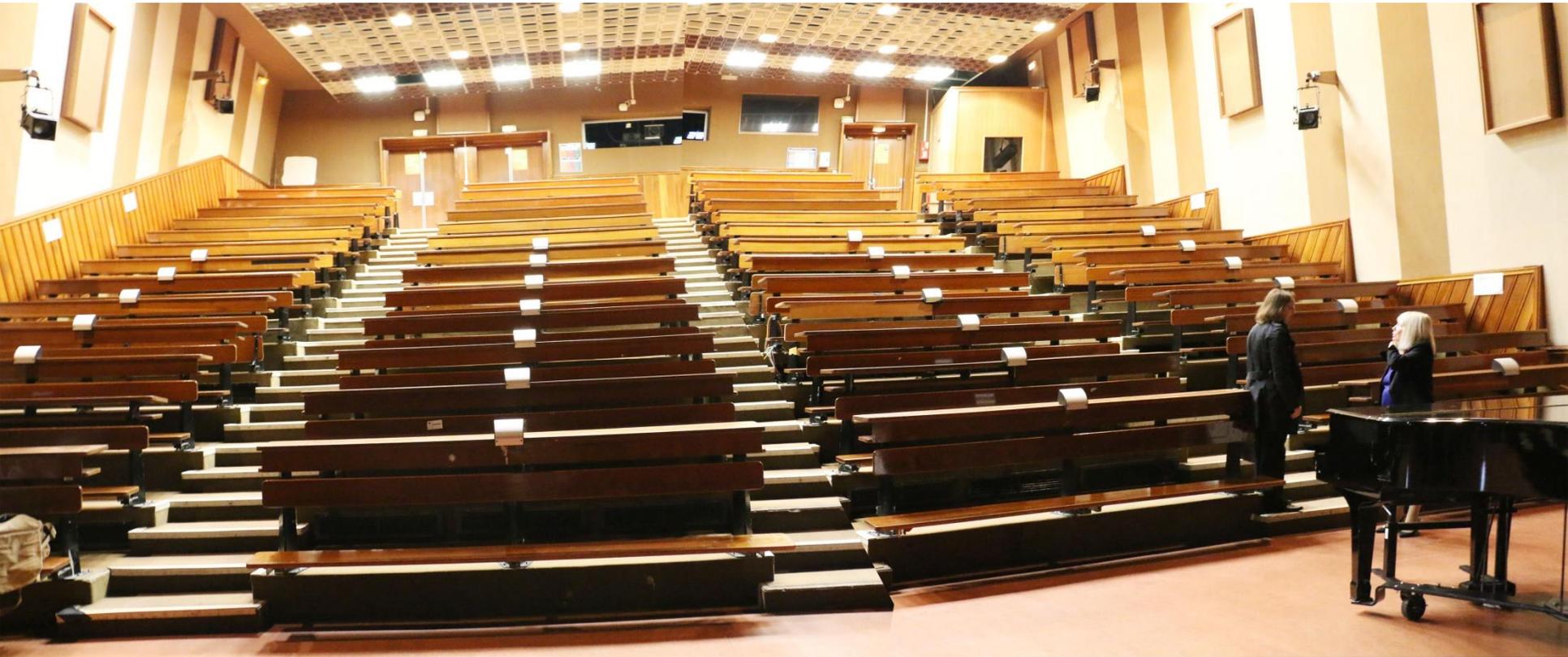


# CONFS DE LA SAF IMPORTANT

- 📁 Les conditions à l'Agro devenant trop difficiles pour la SAF, nous avons été obligé de chercher une nouvelle salle
- 📁 Après de nombreux échecs, et grâce à Danielle, nous avons trouvé à nous héberger chez **TelecomParisTech**  
**46 rue Barrault Paris 13**
- 📁 Mais pour avoir le grand amphi (300 places) il y a une contrainte : il n'est libre que les Vendredis
- 📁 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**



# Notre nouvel amphi





22 Sept 19H00 à <u>TelecomParisTech</u>	<b>David Elbaz</b> Astrophysicien CEA	<b>Inauguration du nouvel amphi</b> et présentation du programme de l'année. Présentation de D Elbaz sur l'Univers invisible et séances de dédicaces réservation à partir du 15 Août	
13 Oct 19H00 à <u>TelecomParisTech</u>	<b>Frédéric Daigne</b> astrophysicien IAP	<b>Contreparties lumineuses aux ondes gravitationnelles</b>  réservation à partir du 23 Sept	
10 Nov 19H00 à <u>TelecomParisTech</u>	<b>Daniel Vignaud</b> laboratoire d'AstroParticule et Cosmologie de l'Université Paris 7	<b>L'oscillation des neutrinos de B Pontecorvo au prix Nobel de 2015</b>  réservation à partir du 14 Oct	
15 Dec 19H00 à <u>TelecomParisTech</u>	Florence Durret astronome à l'IAP et à l'UPMC. Son travail porte sur les observations d'amas de galaxies dans diff. longueur d'onde	<b>Les galaxies dans les amas</b>  réservation à partir du 11 Nov	
12 Janvier 2018 19H00 à <u>TelecomParisTech</u>	<b>Claudie Haigneré</b> astronaute de l'ESA, ancienne ministre, ancienne Présidente Universciences	<b>Une vie d'astronaute !</b>  Réservation à partir du 16 Dec	
16 Février 19H00 à <u>TelecomParisTech</u>	<b>Jean Pierre Luminet</b> Dr de rech. CNRS, astrophysicien Luth, Laboratoire d'Astrophysique de Marseille	<b>Les formes de l'espace, du trou noir au multivers</b>  Réservation à partir du 13 Janv	
16 Mars 19H00 à <u>TelecomParisTec</u>	Alain Doressoudiram	<b>À la recherche de la planète IX</b> L'éternelle question d'une planète à découvrir dans le fin fonds de notre système. réservation à partir du 17 Fév.	

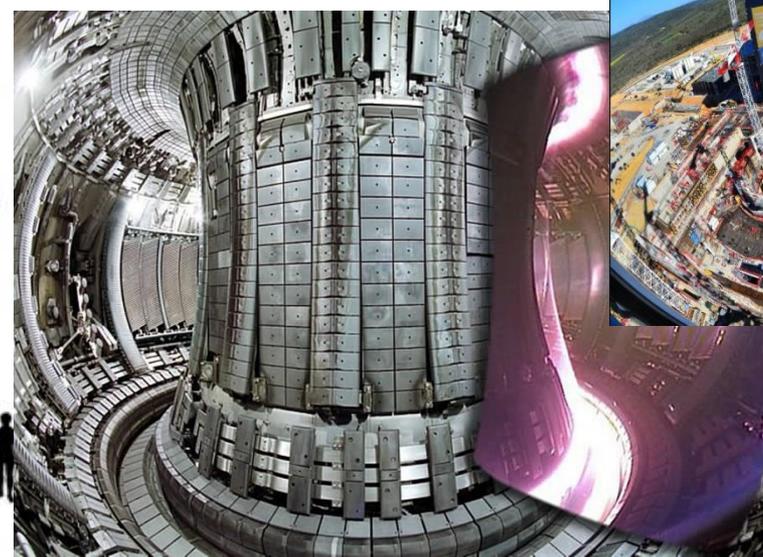
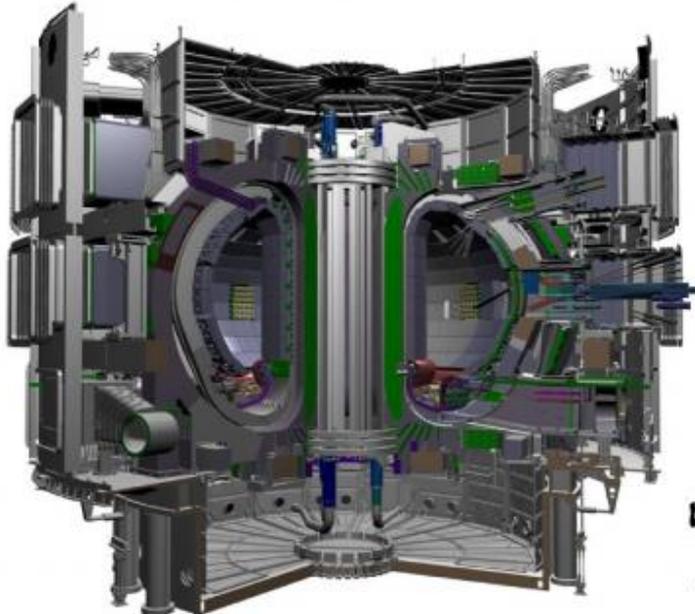


# LES DERNIÈRES CONF SAF



Vidéo en ligne

CONFÉRENCE MENSUELLE SAF 14 JUIN 2017 PARIS  
TEAM MARS ANÉ, SUD TTEP ET LA FUSION NUCLÉAIRE

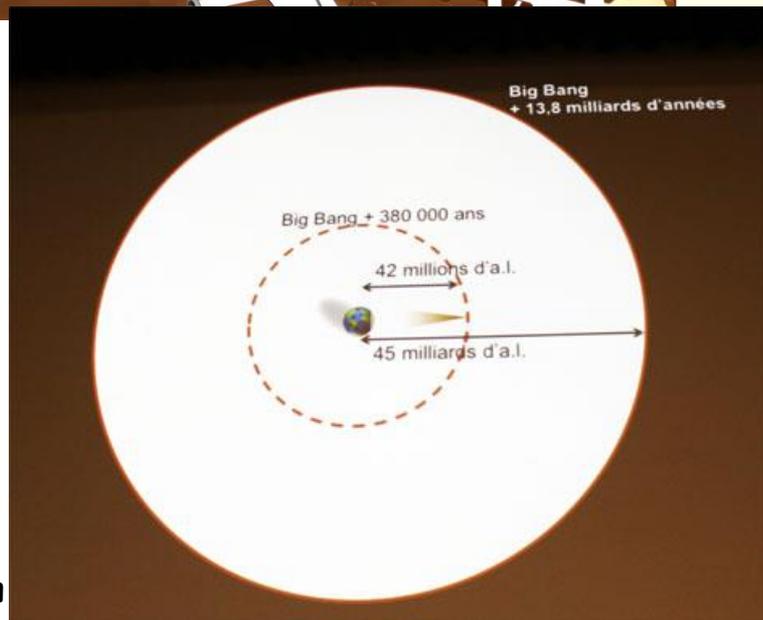




# Première conf à Telecom



David Elbaz





# LA FIN DE CASSINI







# CASSINI : LA FIN

- 📁 Ça y est, c'est fini
- 📁 La mission Cassini est arrivée à son terme et vous l'avez vécue en direct à la Cité des sciences
- 📁 André Brahic était dans tous les esprits



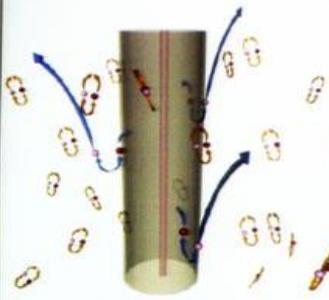


# La dernière réunion

SAF COMMISSION DE COSMOLOGIE  
PARIS 13 MAI 2017 JACQUES FRIC



**Rayonnement de Hawking**  
Zel'dovich 1971, Hawking 1974, 1975



Étude des fluctuations du vide au voisinage d'un trou noir (théorie quantique des champs en espace courbe<sup>2)</sup> : création de paires de particules virtuelles près de l'horizon

⇒ le trou noir rayonne comme un corps noir à une température proportionnelle à la gravité de surface :  $T = \frac{\hbar}{2\pi k} \kappa$

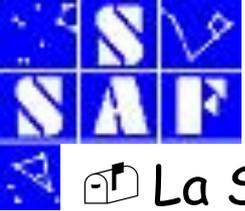
t.n. de Schwarzschild :  $\kappa = c^3/4GM \Rightarrow$

$$T = \frac{\hbar c^3}{8\pi GkM} = 6.1 \cdot 10^{-8} \left(\frac{M_{\odot}}{M}\right) \text{ K}$$

[http://library.thinkquest.org/]

2. le champ gravitationnel n'est pas quantifié : il est classique.

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 :

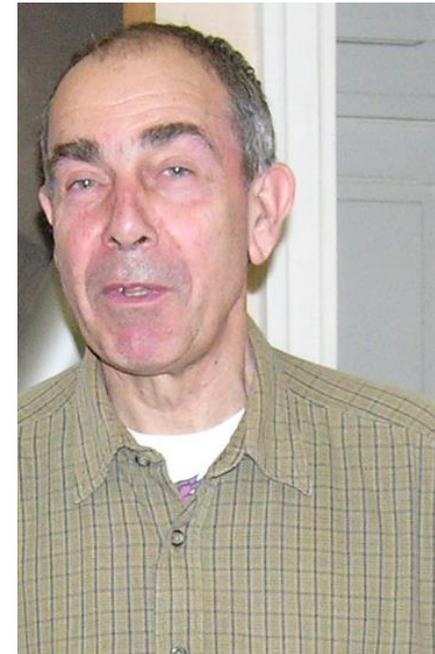
Cours sur l'histoire et la philosophie des sciences à propos de la solution du corps unique à symétrie sphérique en relativité générale. Cas du système solaire et du trou noir.

\* **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.



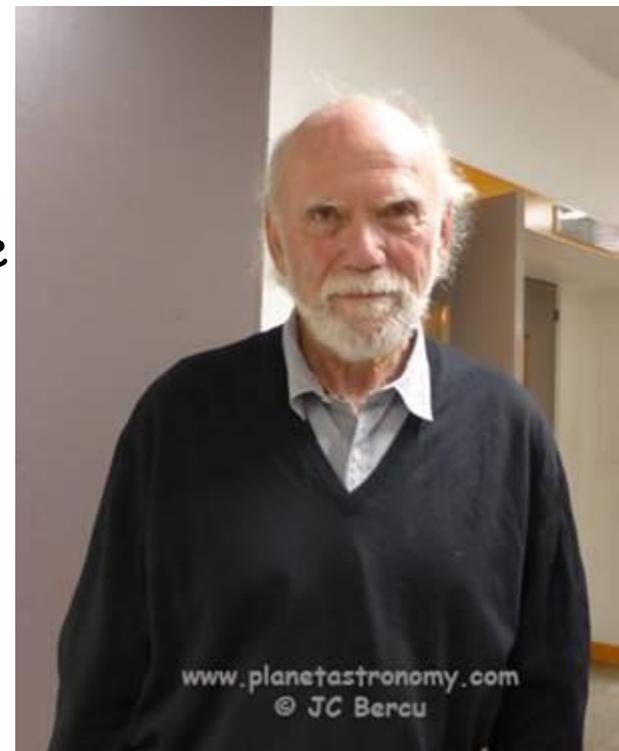
# ACTUALITÉS COSMOLOGIQUES

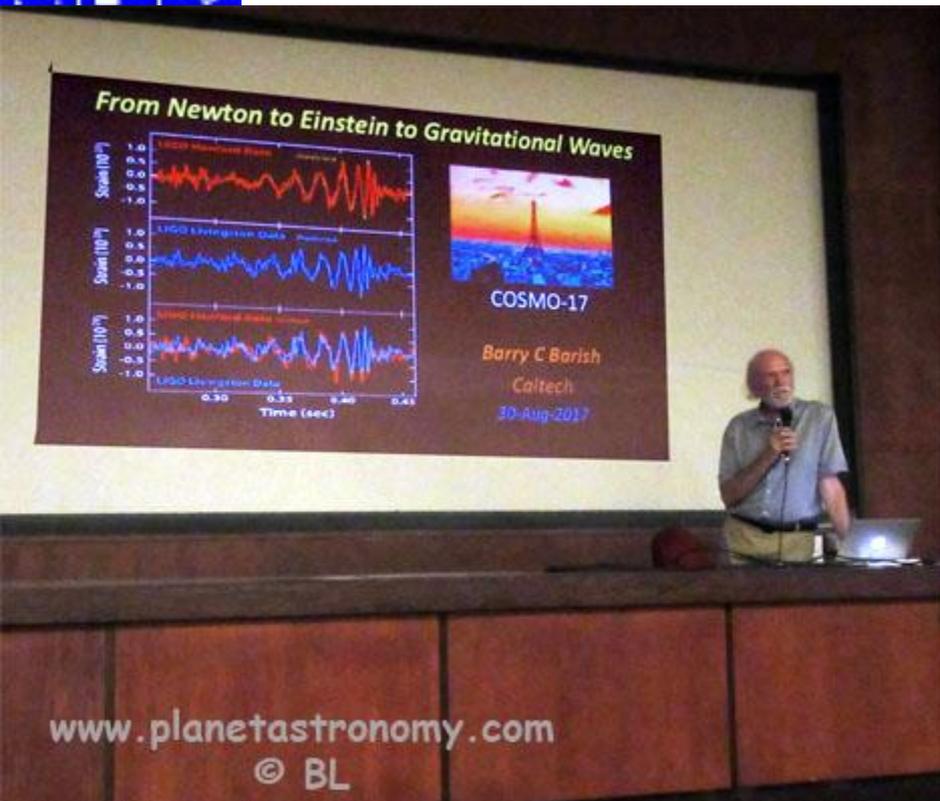
 Quelques évènements importants ont marqué la période depuis notre dernière réunion, en voici quelques uns.



# Ondes Gravitationnelles : du nouveau???

- 📖 CONFÉRENCE Publique de **Barry BARISH** sur
- 📖 « Einstein, Black Holes and Gravitational Waves »
- 📖 Barry Barish est professeur Linde de Physique (émérite) au Caltech, il a passé son doctorat (PhD en anglais) à la célèbre université californienne de Berkeley.
- 📖 Il est le PI (chercheur principal) de l'interféromètre LIGO et son directeur jusqu'en 2006.
- 📖 Il a créé aussi la Collaboration Scientifique LIGO, qui compte aujourd'hui plus de 1000 collaborateurs dans le monde entier et il a été un des grands inspirateurs du rapprochement LIGO avec l'antenne Européenne d'Ondes Gravitationnelles Virgo.





Le but principal de cette conférence grand public est d'expliquer la découverte des Ondes Gravitationnelles prédites par Einstein en 1915 et seulement mises au jour pour la première fois en 2015, un siècle après les écrits d'Einstein.

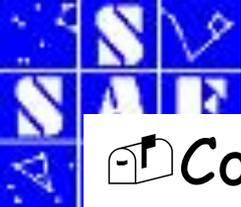
Mais ce que tout le monde attendait c'est cette annonce sans plus de détails



## ***Official Statement (25-Aug-17)***

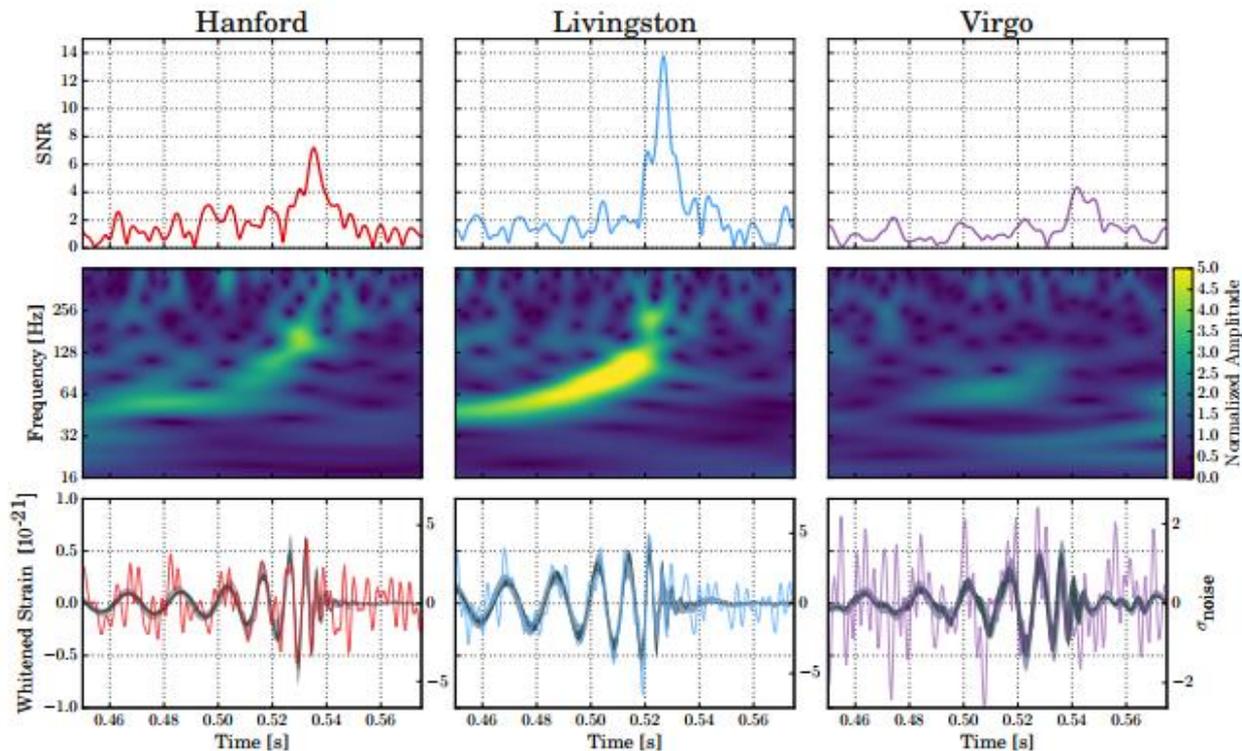
**A very exciting LIGO-Virgo Observing run is drawing to a close August 25**

25 August 2017 -- The Virgo and LIGO Scientific Collaborations have been observing since November 30, 2016 in the second Advanced Detector Observing Run 'O2', searching for gravitational-wave signals, first with the two LIGO detectors, then with both LIGO and Virgo instruments operating together since August 1, 2017. Some promising gravitational-wave candidates have been identified in data from both LIGO and Virgo during our preliminary analysis, and we have shared what we currently know with astronomical observing partners. We are working hard to assure that the candidates are valid gravitational-wave events, and it will require time to establish the level of confidence needed to bring any results to the scientific community and the greater public. We will let you know as soon we have information ready to share.

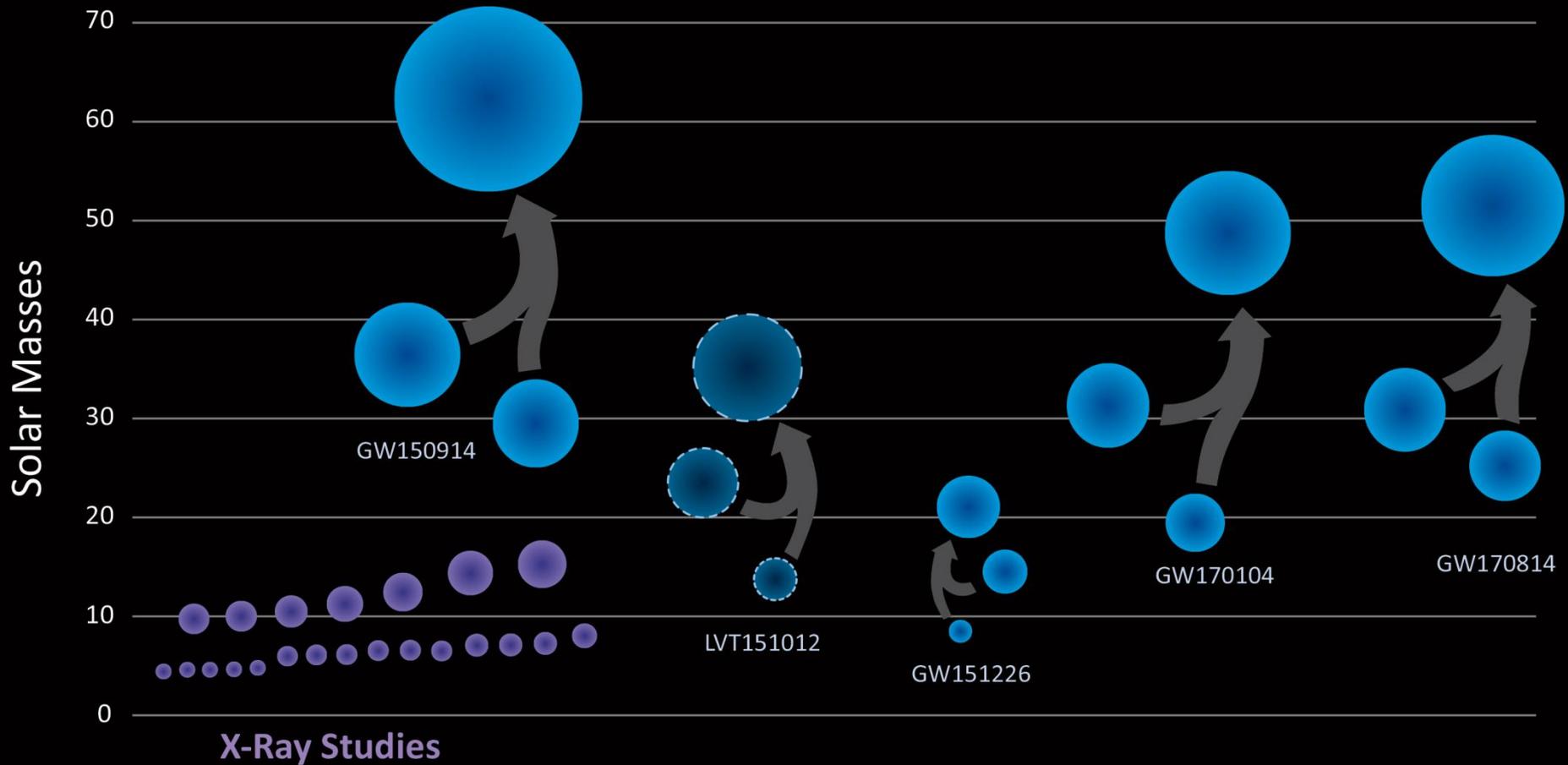
- 
- 📖 Comme on commençait à s'en douter et comme on l'avait évoqué durant la conférence de Bary Barish du 30 Août 2017, la première détection d'ondes gravitationnelles avec les **2 interféromètres** LIGO aux USA et l'interféromètre européen Virgo vient d'être annoncée officiellement ces jours ci.
  - 📖 Il s'agit de la quatrième détection confirmée d'une fusion de trous noirs binaires et de la première détection réalisée à l'aide d'un réseau de trois interféromètres
  - 📖 Pour la première fois, les scientifiques peuvent tester la nature de la polarisation des ondes gravitationnelles à partir de la réponse de l'antenne du réseau LIGO-Virgo, permettant ainsi d'avoir accès à une nouvelle classe de tests en relativité générale.
  - 📖 Nathalie Deruelle nous en dira certainement plus!

- Les données favorisent fortement une pure polarisation tensorielle confirmant ainsi la relativité générale d'Einstein par rapport à des polarisations vectorielles ou scalaires.
- C'est la coalescence de deux trous noirs qui est à l'origine de ces Ondes Gravitationnelles, ils se rapprochent l'un de l'autre et leur vitesse devient de plus en plus rapide. Puis ils s'effondrent l'un sur l'autre en fusionnant. Une partie de la somme des masses est transformée en énergie, les Ondes Gravitationnelles qui sont émises alors.
- Livingston l'a repéré en premier, 8ms plus tard c'était au tour de Hanford et 6ms plus tard à Pise.

Les deux trous noirs, qui avaient des masses égales à **25 et 31 fois celle du Soleil**, ont fusionné en un trou noir de 53 masses solaires, l'équivalent de **3 masses solaires ayant été converties en énergie** sous forme d'ondes gravitationnelles

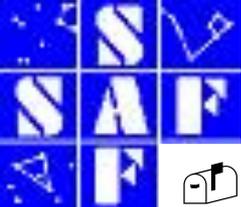


# Black Holes of Known Mass



# UN DEUXIÈME TROU NOIR POUR NOTRE GALAXIE

- 📖 Des astronomes japonais de l'Université Keio semblent bien avoir découvert un deuxième trou noir vers le centre de notre Galaxie.
- 📖 À cette occasion ils auraient mis au jour une nouvelle catégorie de Trous Noirs : des **trous noirs de taille intermédiaire**.
- 📖 On sait en effet qu'il existe deux sortes de trous noirs :
  - 📖 • Les trous noirs stellaires correspondant à la mort d'énormes étoiles de masses quelques dizaines de Soleil
  - 📖 • Les trous noirs supermassifs (TNSM) situés au centre de la plupart des galaxies, on parle de phénomènes de masses de plusieurs centaines de milliers à plusieurs millions sinon milliards de masses solaires.
- 📖 On ne savait pas comment on pouvait passer d'une catégorie à une autre, cette découverte pourrait peut être apporter une solution.

- 
- Le nouveau trou noir détecté, se trouve dans un nuage moléculaire (baptisé CO-0.40-0.22\*) très proche du centre galactique (qui abrite le TNSM de 4 millions de masses solaires Sagittarius A\*) à en gros 200 al de celui-ci.
  - Ce nuage mesurerait un millier d'UA en diamètre, et sa particularité est que les gaz contenus se déplacent à des vitesses très grandes et différentes suivant les éléments.
  - C'est grâce à la puissance du radiotélescope ALMA que cette découverte a pu être confirmée.
  - Les Japonais ont estimé la masse de ce trou noir intermédiaire à approx. 100.000 masses solaires c'est-à-dire 40 fois moins que le TN central. Cette masse est trop grande pour qu'un tel objet puisse provenir de l'effondrement d'une étoile, on pense que ce pourrait être le TN central d'une galaxie naine absorbée par la Voie Lactée.

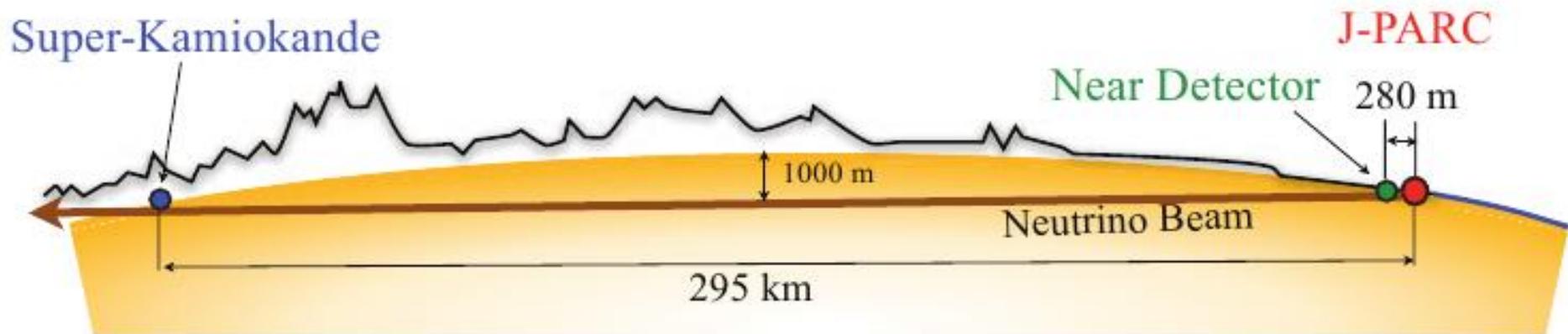


# L'ANTIMATIÈRE

- 📖 Aurait-on enfin une piste concernant le fait que l'antimatière ait disparu ?
- 📖 En effet, à l'origine, il y aurait eu autant de matière que d'antimatière et dans un monde parfaitement symétrique, toutes ces particules auraient dû s'annihiler exactement.
- 📖 C'est la symétrie que l'on appelle CP (**Charge-Parité**) qui correspond à ce phénomène.
- 📖 Donc, en principe, nous n'existerions pas et l'Univers serait plongé dans un énorme bain de photons.
- 📖 Or nous sommes là, c'est que quelque chose s'est « mal » passé (pas pour nous bien sûr !).
- 📖 C'est un des plus grands mystères de la physique actuelle.
- 📖 Il y a eu à un moment ce que l'on appelle une violation de symétrie CP.
- 📖 C'est cette violation qui a permis à notre monde d'exister.

- 📖 Les physiciens ont mis au point un modèle appelé *Modèle Standard de la Physique des Particules* qui représente ce que l'on sait aujourd'hui et qui ne tient pas compte de cette violation CP.
- 📖 Depuis de nombreuses décennies, les physiciens essaient de comprendre d'où peut venir une telle dissymétrie.
- 📖 Depuis quelques années on est sur la piste de cette étrange particule qu'est le neutrino.
- 📖 À cet effet les scientifiques Japonais ont monté une expérience, l'expérience T2K (pour Tokai To Kamioka); où des neutrinos (muoniques) et anti neutrinos (muoniques) sont produits dans l'accélérateur J-PARC (Japan Proton Accelerator Research Complex) situé à Tokai au Nord de Tokyo sur le Pacifique, et sont envoyés 295km plus loin au grand détecteur Super Kamiokande.
- 📖 Pendant le trajet, les neutrinos changent de « saveur », ils deviennent électroniques.

- 📖 Lors de cette expérience on s'intéresse justement à l'oscillation entre neutrinos et anti neutrinos.
- 📖 Il semble bien qu'à partir des premières années de données, il y ait une différence de comportement, donc une asymétrie entre ces deux types de particules. Les neutrinos oscilleraient plus vite que les antineutrinos avec un indice de confiance de 90% pour le moment.
- 📖 C'est cette valeur de 90% qui doit être améliorée dans les prochaines années afin d'atteindre 99,7% (correspondant à 3 sigmas) qui officialiserait effectivement cette violation de symétrie.
- 📖 Il y aurait donc bien une physique au-delà du modèle standard !





# LE CÔTÉ OBSCUR DE L'UNIVERS



- 📖 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

- 📖 Prologue: Le spatial en tête.
- 📖 Plaidoyer pour la science astrophysique.
- 📖 Brève histoire de la cosmologie.
- 📖 Succès et questions du modèle standard.
- 📖 La grande aventure de Planck.
- 📖 Un fond de galaxies extra rouge..
- 📖 Une matière trop discrète.
- 📖 L'accélérateur d'Univers.
- 📖 Mission Euclid : démasquer les agents sombres.
- 📖 Des rides sur l'espace-temps.
- 📖 Épilogue: y voir clair dans le noir de l'univers !



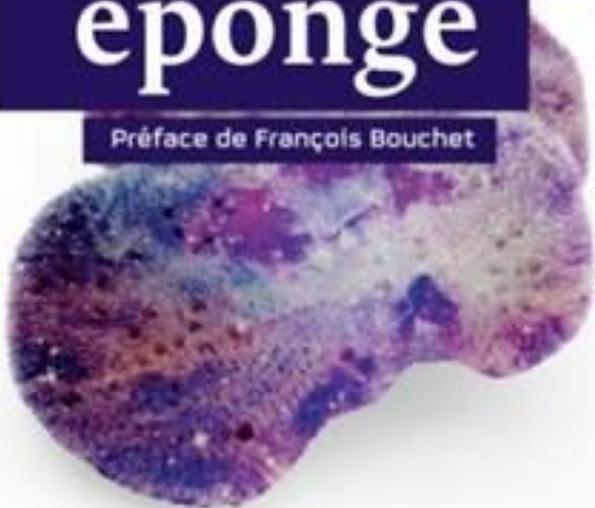
# L'UNIVERS EST UNE ÉPONGE !

Quai des Sciences

J. Richard Gott

## L'univers est une éponge

Préface de François Bouchet



DUNOD

- 📖 L'univers est une éponge dans la Collection : Quai des Sciences, Dunod
- 📖 Par. Richard Gott, professeur d'astrophysique à l'université de Princeton.
- 📖 Auteur de nombreux articles et d'un ouvrage consacré au voyage dans le temps, il est l'un des co-inventeurs du modèle « Cosmic web » décrivant l'architecture de l'univers à grande échelle.
- 📖 Il faut signaler que la traduction est de Marc Lachièze Rey. Intro de F Bouchet.
- 📖 L'univers à grande échelle ressemble-t-il à un ragoût de boulettes de viande, à un célèbre fromage suisse ou à une éponge ?
- 📖 Ce livre rend aussi hommage aux efforts titanesques de toute une génération de physiciens théoriciens et d'observateurs qui ont transformé en profondeur notre compréhension du cosmos.



## 📅 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



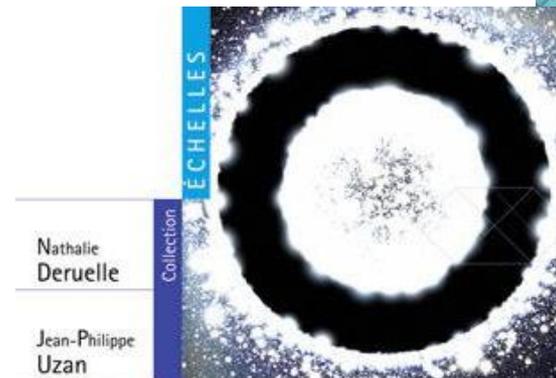
# Nous recevons aujourd'hui

 **Nathalie DERUELLE**

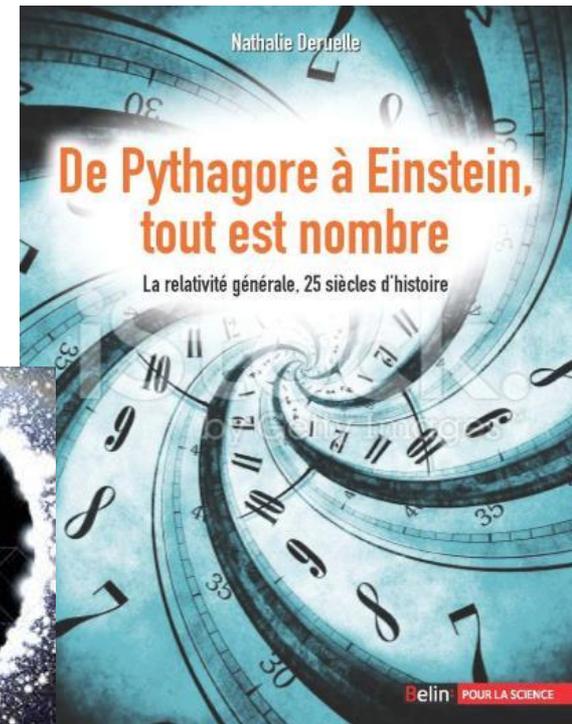
du laboratoire  
AstroParticule et  
Cosmologie de l'  
Université Paris 7

 Elle nous parle de :

 **Des avancées  
concernant les Ondes  
Gravitationnelles**



Théories  
de la Relativité





# L'observatoire de Jaipur Inde



# MERCI DE VOTRE ATTENTION

Cosmic Spheres of Time

