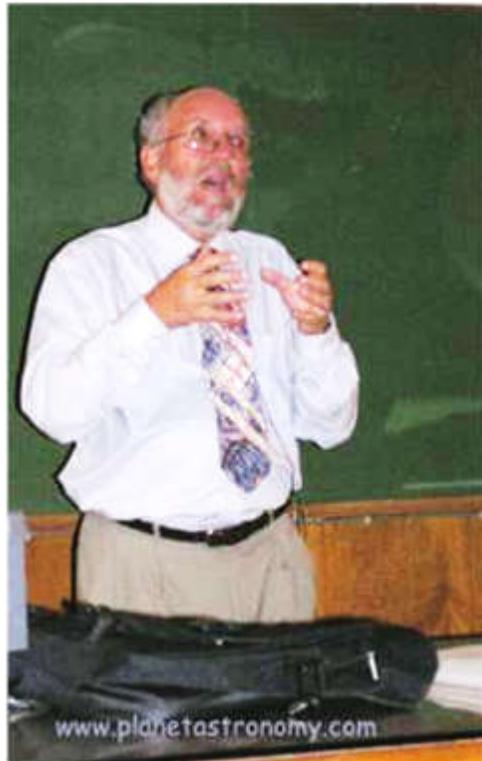




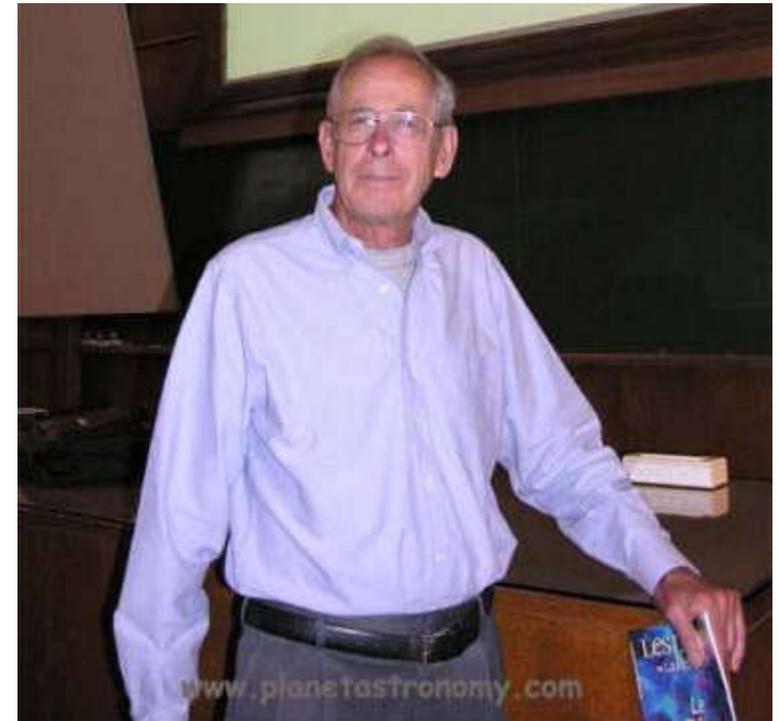
SAF-Commission de COSMOLOGIE

Réunion du 12 Octobre 2019

Enfin! Michel Mayor et Didier Queloz



Jim Peebles
Prix Nobel de physique 2019





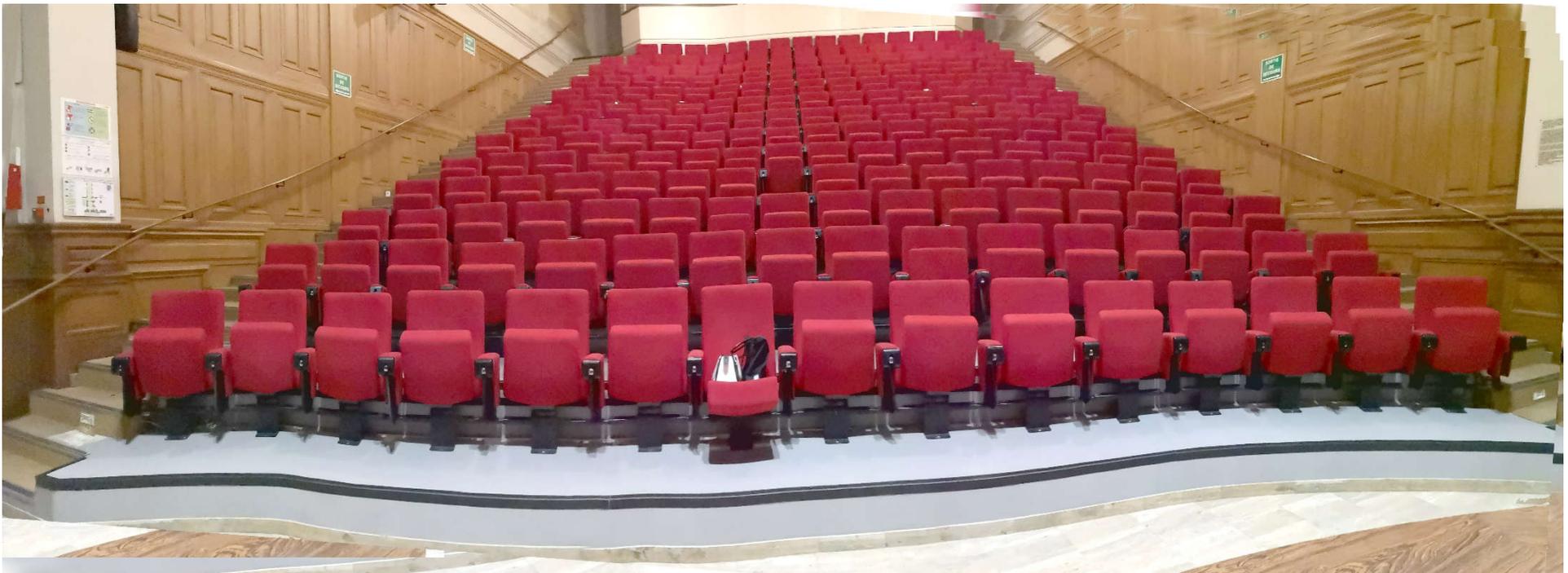
- Prouvé (V) JP
- Robert Faure (Z) RF
- Jean Baptiste Say (Y) JBS
- Paul Painlevé (PP) PP
- Fabry Perot (A) FP
- Abbé Grégoire (C) AG



AMPHI ABBÉ GRÉGOIRE



- ✦ Notre nouvel amphi est au CNAM
- ✦ 292 rue St Martin Paris 3^{ème} Amphi Abbé Grégoire de 220 places
- ✦ En principe le deuxième mercredi du mois à 19H00 confirmé par les plus hautes instances du CNAM
- ✦ Accès pratique Métro Arts et Métiers / Réaumur Sébastopol à côté; accès plain pied à l'amphi



LES CONFS DE LA SAF

<p>Mercredi 13 Nov 19H au CNAM</p>	<p>Jean Louis BOUGERET CNRS, ancien Dr du LESIA dans le cadre des 100 ans de l'UAI</p>	<p>Il y a cent ans : Benjamin Baillaud, le premier Président de l'UAI. <i>Réservation à partir du 10 Oct</i></p>	
<p>Mercredi 11 Dec 19H au CNAM</p>	<p>Philippe COUÉ ingénieur, membre de l'International Academy of Astronautics (IAA)</p>	<p>Les Chinois et la Lune! <i>Réservation à partir du 14 Nov</i></p>	
<p>Mercredi 8 Janv 19H au CNAM</p>	<p>Allan Sacha BRUN, chef du labo. dynamique des étoiles, exoplanètes et de leur environnement CEA Saclay</p>	<p>Le Soleil a rendez-vous avec la Terre : magnétisme solaire, météorologie de l'espace <i>Réservation à partir du 12 Dec</i></p>	
<p>Mercredi 12 Fev 19H au CNAM</p>	<p>Alain LECAVELIER DES ÉTANGS Astrophysicien IAP</p>	<p>Les planètes extrasolaires : la découverte des nouveaux mondes <i>Réservation à partir du 9 Janv</i></p>	
<p>Mercr. 11 Mars 19H au CNAM</p>	<p>Sean RAYMOND Astrophysicien Labo d'Astrophysique de Bordeaux</p>	<p>Les objets interstellaires, qui traversent notre système solaire <i>Réservation à partir du 13 Fev</i></p>	



Mercredi 19H

11 sept 2019

9 Octobre

13 Novembre

11 Décembre

8 Janvier 2020

12 Février

11 Mars

15 Avril (à cause de Pâques)

13 Mai

10 Juin

Toutes
les
dates de
la
nouvelle
saison

<p>"Le futur des explorations spatiales : va t on retourner sur la Lune, pourquoi ? et est-ce une étape vers Mars ? " dans le cadre des conférences du CIS-PTT</p>	<p>Auditorium Ararat, 11 rue Martin Bernard, Paris 13ème</p>	<p>JP Martin Physicien SAF</p>	<p>Lundi 14 Oct 19H30 Entrée libre à partir de 19h</p>
<p>"La Lune, retour vers le Futur" dans le cadre des Mardis du CNES.</p>	<p>Café Le Lutèce 8 boulevard St Michel 75006 Paris Métro : St-Michel</p>	<p>Jacques Arnould CNES</p>	<p>Mardi 15 Oct 19H30 consommation obligatoire</p>
<p>"Histoire du Big Bang" dans le cadre des séminaires de l'histoire de l'Astronomie</p>	<p>Observatoire de Paris 77 av D Rochereau Paris 14</p>	<p>Françoise Combes Obs de Paris</p>	<p>Mercredi 16 Oct 14h00 salle de l'atelier</p>
<p>"Apollo, 50 ans, chroniques de la conquête lunaire" dans le cadre du festival des Sciences</p>	<p>Cinéma le Korrigan à Binic Etables sur mer (St Brieuc Côtes d'Armor)</p>	<p>JP Martin Physicien, SAF</p>	<p>Vendredi 18 Oct 20h30 entrée libre?</p>



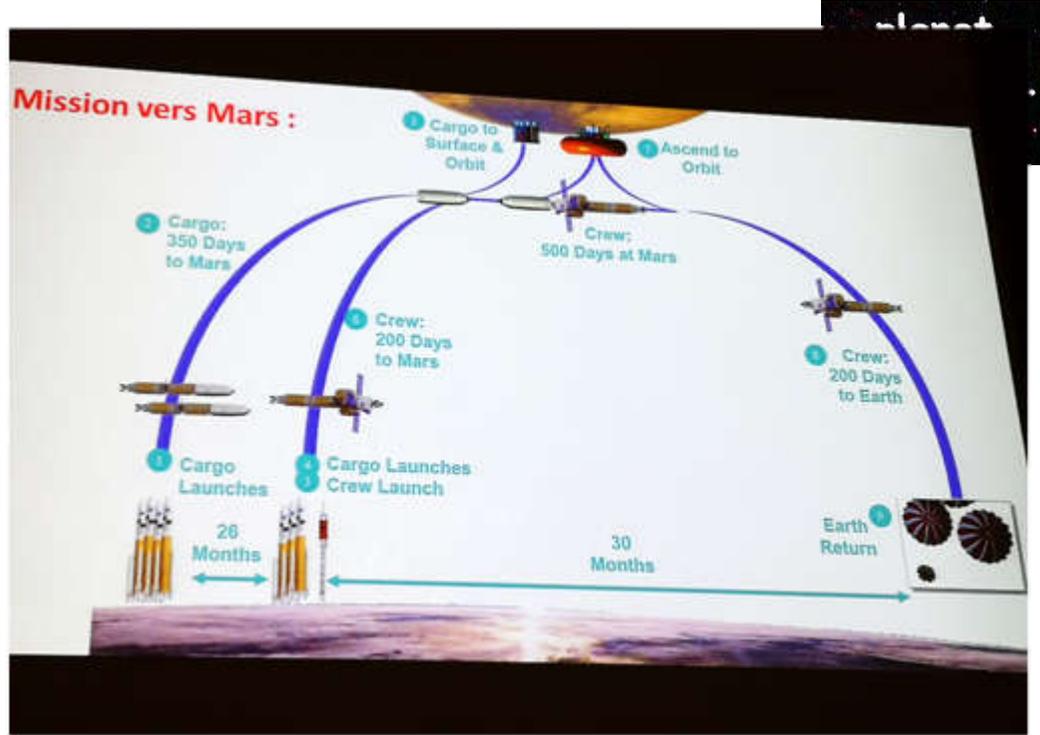
Commission de planétologie de la SAF : "Pluton, un objet surprenant"	SAF 3 rue Beethoven Paris 16	Lora Jovanovic LATMOS	Samedi 26 Oct 15H00 entrée réservée aux membres de la commission et à leurs invités
Astrophysique et éducation autour de l'exoplanète HD 80606b dans le cadre des confs publiques IAP	IAP, 98 bis Boulevard Arago 75014 Paris - M° St Jacques ou Denfert-Rochereau	E. Rollinde ,LDAR et G. Hébrard , IAP	Mardi 5 Nov 19H30 entrée libre mais il faut s'inscrire
"La révision du syst interna. d'unités, pourquoi? comment?" dans le cadre des conférences du Bureau des Longitudes	Ecole Normale Sup 29 rue d'Ulm Paris 5	Richard Davis BIPM	Mercrdis 6 Nov 14H30 rens : 01 43 26 59 02





La dernière conf SAF









L'entropie du trou noir

- Calcul en théorie des cordes
(Strominger & Vafa, 1991)

bit Aire de Planck
 $\sim 10^{-66} \text{ cm}^2$

$$S = \frac{c^3 k_B A}{G \hbar 4}$$

$\rightarrow S = A/4$





- ★ 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



CR SUR :

<http://www.planetastronomy.com/special/2019-special/15jun/Qubic-cosmosaf.htm>

www.planetastronomy.com



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
- * Réservés aux membres de la SAF

les **Mardis de 18H00 à 19H30** au siège rue Beethoven

*voici le programme : Cette année un cours d'INTRODUCTION À LA THÉORIE QUANTIQUE DES CHAMPS.

Mardi 7 janvier- 18H : Les particules élémentaires: Rappel

Mardi 14 janvier- 18H- Introduction théorie de jauge-Groupes de symétrie

Mardi 21 janvier- -18H- L'électrodynamique quantique: Présentation de R. Feynman dans "Lumière et matière".

Mardi 28 janvier- 18H - Le boson de Higgs.

Cette partie est inspirée de la conférence donnée par Gilles Cohen-Tannoudji, donnée à la commission Cosmologie de la SAF, http://www-cosmosaf.iap.fr/Boson_de_Higgs.pdf

Et utilise aussi le livre "Cosmology and particles in astrophysics" de Lars Bergström and Ariel Goobar, et le livre "Le boson manquant de Sean Carroll".

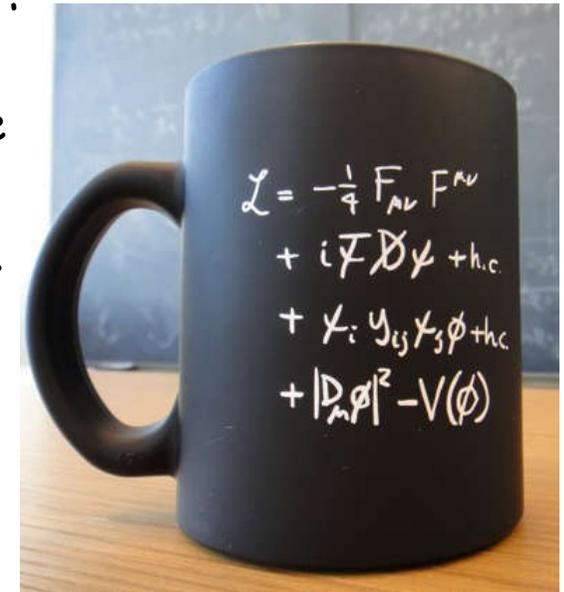




COURS DE MATH POUR LA COSMOLOGIE



- * un mercredi sur deux à 18H00 au siège par S. Mihajlovic :
- * "Le calcul des variations et quelques applications en physique théorique" et s'articule sur 4 chapitres avec de nombreux TD.
- * Chap. I : Outils préliminaires de calcul différentiel.
- * Chap. II : Équations d'Euler Lagrange.
- * Chap III : Formalisme hamiltonien.
- * Chap IV: Application en théorie des champs et en relativité.
- * Premier cours : Mercredi 2 Octobre 18H puis le 16...
- * Réservés aux membres de la SAF



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



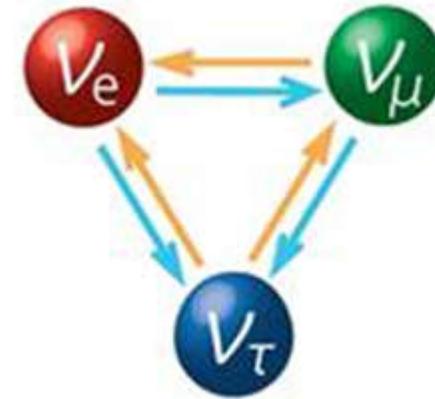
LES ACTUALITÉS



★ Actualité chargée cette fois-ci

DU NOUVEAU POUR LE NEUTRINO!

- ★ La masse du ou des neutrinos, c'est un peu l'Arlésienne de la cosmologie, jusqu'à présent on ne connaissait pas la masse des différents types de neutrinos, on ne connaissait que le rapport de masse entre eux.
- ★ Évidemment pas très satisfaisant pour l'esprit, aussi de nombreuses expériences ont été menées afin de résoudre ce problème.



Il y a trois familles de neutrinos « ordinaires ».

- Le neutrino électronique
- Le neutrino tauique
- Le neutrino muonique

- * Au début on pensait les neutrinos sans masse, en fait ils en ont une, mais très très faible.
- * Ils n'ont pas de charge et ce sont des particules élémentaires comme n et e-.
- * Ce sont des leptons (comme l'électron) de la famille des Fermions (les quarks sont un autre membre de cette famille); on sait qu'il y a essentiellement deux types de particules élémentaires :
 - * · Les Fermions sont des particules liées à la matière, ce sont tout ce que l'on connaît : les atomes et les molécules
 - * · Les Bosons, sont les « messagers » des Forces de la nature (qui sont au nombre de 4) le photon est le plus connu de tous
- * Les Fermions sont partagés en trois familles (pourquoi trois ??? mystère pour le moment) de Quarks et Leptons :
- * Seule la première famille donne naissance à de la matière stable.

Standard Model of Elementary Particles

		three generations of matter (fermions)			interactions / force carriers (bosons)	
		I	II	III		
mass		$\approx 2.2 \text{ MeV}/c^2$	$\approx 1.28 \text{ GeV}/c^2$	$\approx 173.1 \text{ GeV}/c^2$	0	$\approx 124.97 \text{ GeV}/c^2$
charge		$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	0	0
spin		$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1	0
		u up	c charm	t top	g gluon	H higgs
		d down	s strange	b bottom	γ photon	
		e electron	μ muon	τ tau	Z Z boson	
		ν_e electron neutrino	ν_μ muon neutrino	ν_τ tau neutrino	W W boson	

QUARKS

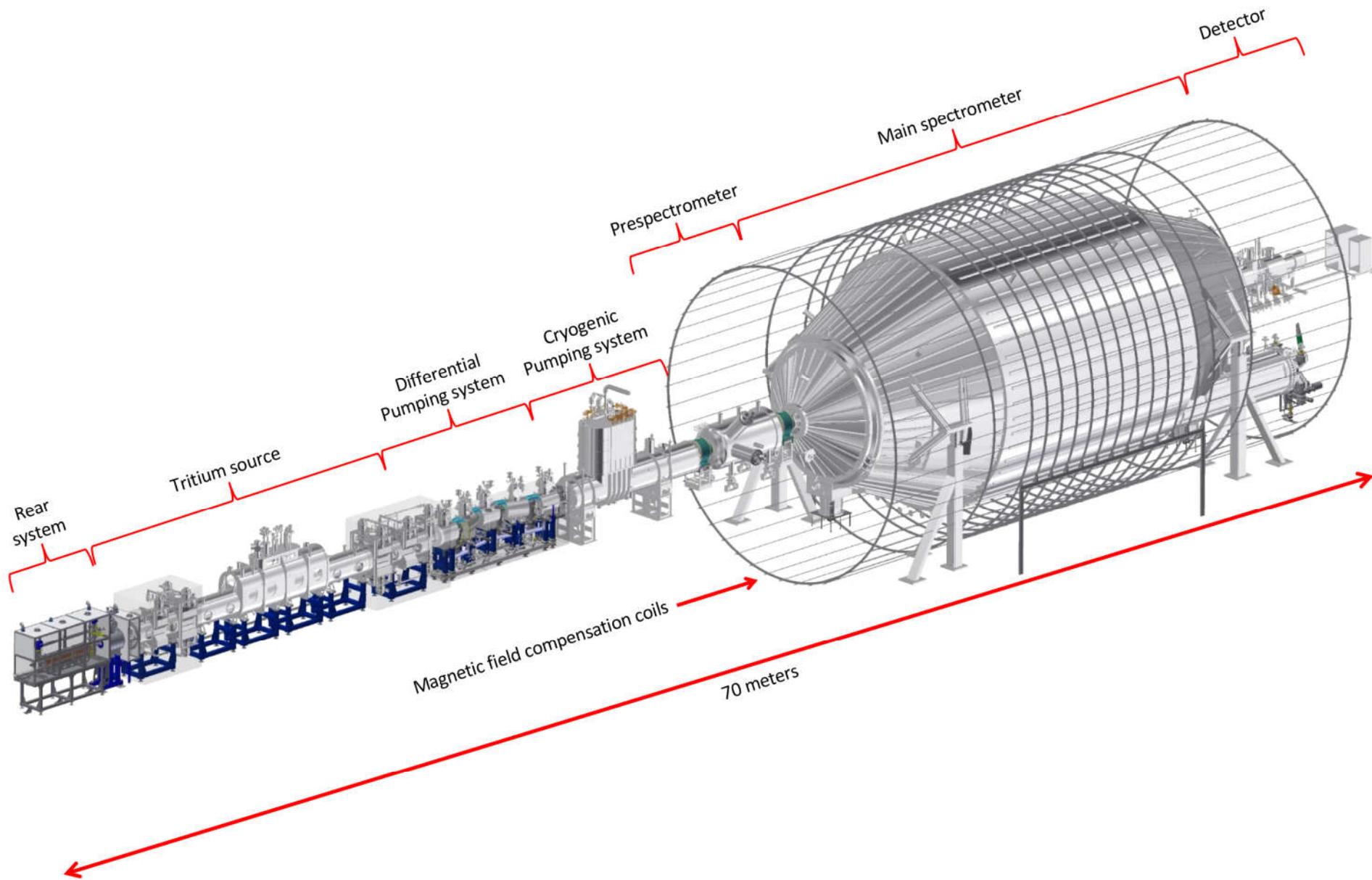
LEPTONS

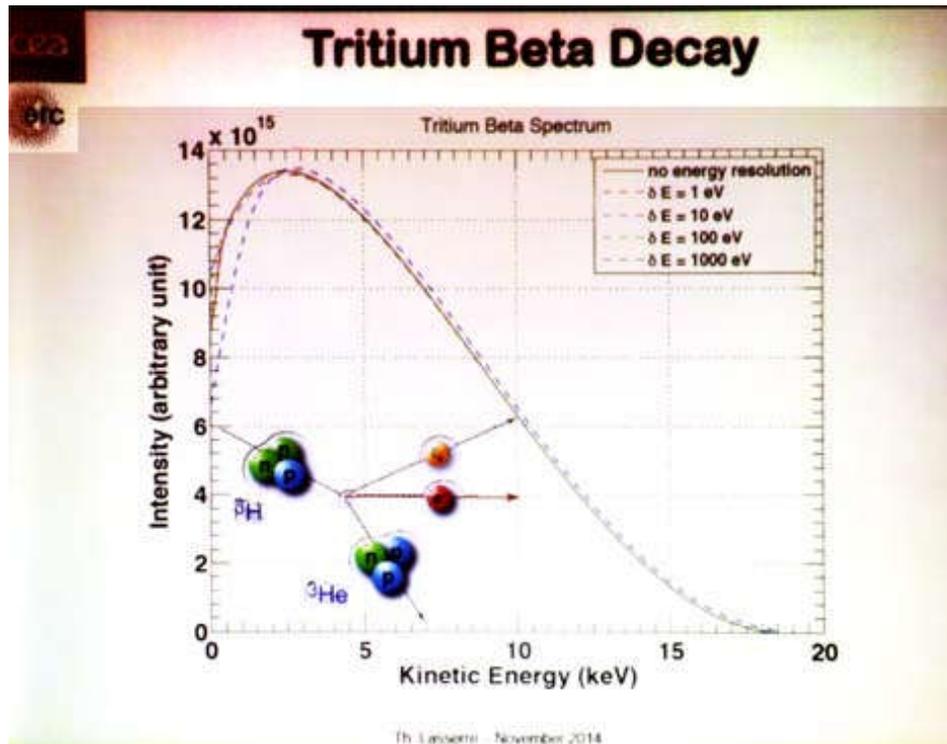
SCALAR BOSONS

GAUGE BOSONS
VECTOR BOSONS

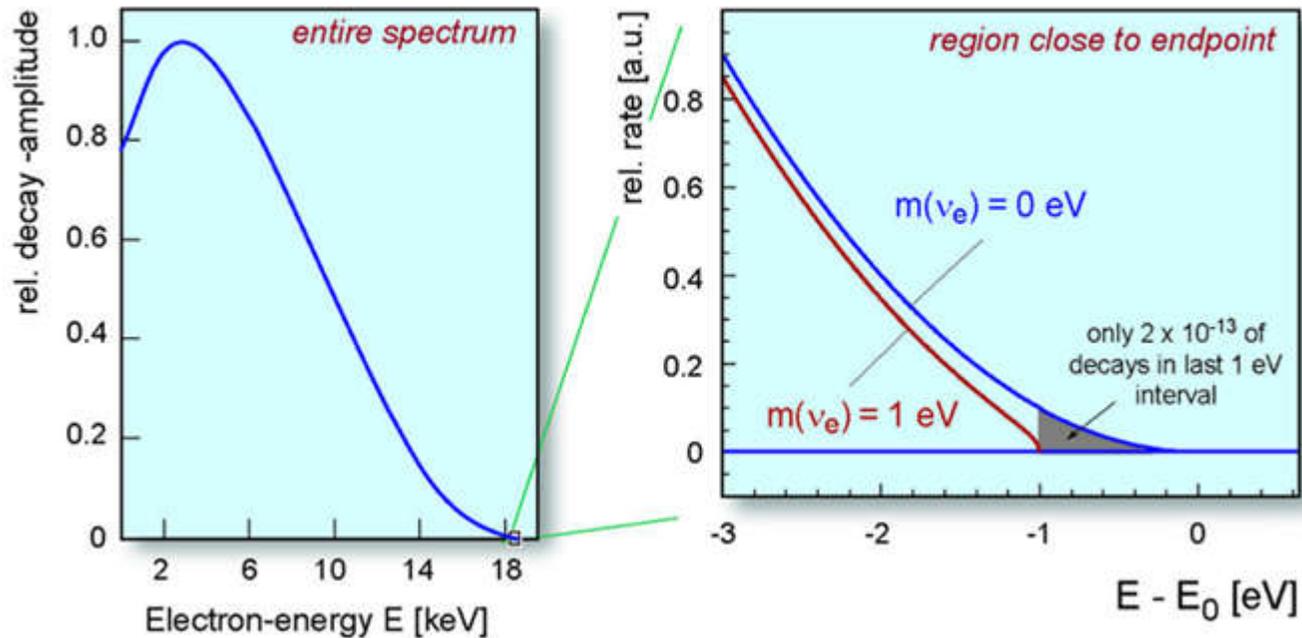
- ★ Le neutrino a été découvert lors de l'étude approfondie de la radioactivité bêta.
- ★ La radioactivité bêta posait un problème, un électron était éjecté du noyau avec une énergie variable ce qui semblait prouver qu'une certaine quantité d'énergie était émise (conservation de l'énergie, une grande loi de la physique) mais non détectée.
- ★ Un noyau (A, Z) se transforme en un noyau $(A, Z+1)$ avec émission d'un électron, mais on ne trouvait pas de trace d'une autre particule.
- ★ C'est Wolfgang Pauli, qui en 1930 émit l'hypothèse qu'une particule neutre devait être émise en même temps que l'électron.
- ★ Cette particule, il l'appelle d'abord...neutron, mais quelques temps plus tard James Chadwick découvre la particule neutre qui compose le noyau, et qu'il va appeler neutron, alors cette nouvelle particule non encore détectée est baptisée par Enrico Fermi neutrino (petit neutre).
- ★ C'est en fait Fermi qui va élaborer plus tard la théorie de la désintégration bêta

- ★ Il faudrait au moins avoir une idée de la masse des neutrinos ; c'est le but de l'expérience KATRIN (Karlsruhe Tritium Neutrino) de nos amis Allemands. Elle est maintenant opérationnelle, comme on va le voir.
- ★ En effet, l'IRFU (CEA) vient de publier un communiqué à cet effet.
- ★ Cette expérience mise en route depuis longtemps, contraint la masse du neutrino à une valeur plus faible que ce que l'on pensait.
- ★ **Attention, ce n'est pas la masse du neutrino électronique, toujours inconnue, mais une limite supérieure de sa masse au repos qui donc est inférieure à 1,1eV (et supérieure à 0,02eV) !**





- ★ Désintégration du Tritium en Hélium 3 (période 12 ans) avec émission d'un électron et d'un antineutrino.
- ★ On va étudier le spectre en énergie des électrons émis.
- ★ La forme de ce spectre dépend en fait de la masse du neutrino émis. Si on répète cette opération un très grand nombre de fois, on pourrait atteindre le niveau (très faible) d'énergie du neutrino envisagée (quelques eV).



- * La mesure de KATRIN utilise un principe fondamental connu depuis fort longtemps : dans le processus de désintégration beta, l'électron et le neutrino se partagent statistiquement l'énergie disponible (18,6 keV pour le tritium).
- * Dans des cas extrêmement rares, l'électron obtient effectivement toute l'énergie de désintégration tandis que le neutrino n'acquiert que quantité minimale correspondant à sa masse au repos.
- * La forme du bout du spectre en énergie des électrons émis lors de chacune des désintégrations beta est sensible à la masse du neutrino.
- * La forme du spectre des électrons autour de 18.6 keV dépend donc de la masse du neutrino.

- * La difficulté expérimentale vient de la statistique car seule une désintégration du tritium sur un milliard est intéressante pour mesurer la masse du neutrino. Afin d'accumuler un nombre d'événements et donc une statistique conséquente, l'expérience KATRIN utilise la source de Tritium la plus intense à disposition de la communauté scientifique.
- * « La désintégration beta du tritium ainsi que la réponse de l'ensemble de l'instrument doivent être modélisés avec une précision inférieure au pourcent » explique Thierry Lasserre physicien au département de physique des particules de l'Irfu.
- * « Avec KATRIN la mesure directe de la masse des neutrinos est entrée dans le domaine de la physique de haute précision ».
- * Au printemps 2019, l'équipe de 150 personnes a réalisé sa première campagne de mesure.
- * À cette fin, un gaz de tritium moléculaire a circulé pendant quatre semaines engendrant 25 milliards d'électrons par seconde dans la source. Pour cette analyse les équipes de KATRIN ont recherché l'empreinte d'un neutrino massif à partir d'un spectre regroupant plus de 2 millions d'électrons, triés sur le volet grâce au gigantesque spectromètre électrostatique adjacent à la source.



★ Ces premiers résultats réduisent l'échelle de masse absolue des neutrinos à une valeur inférieure à 1.1 électron-volt (eV).



Bravo à Thierry Lasserre



tastro

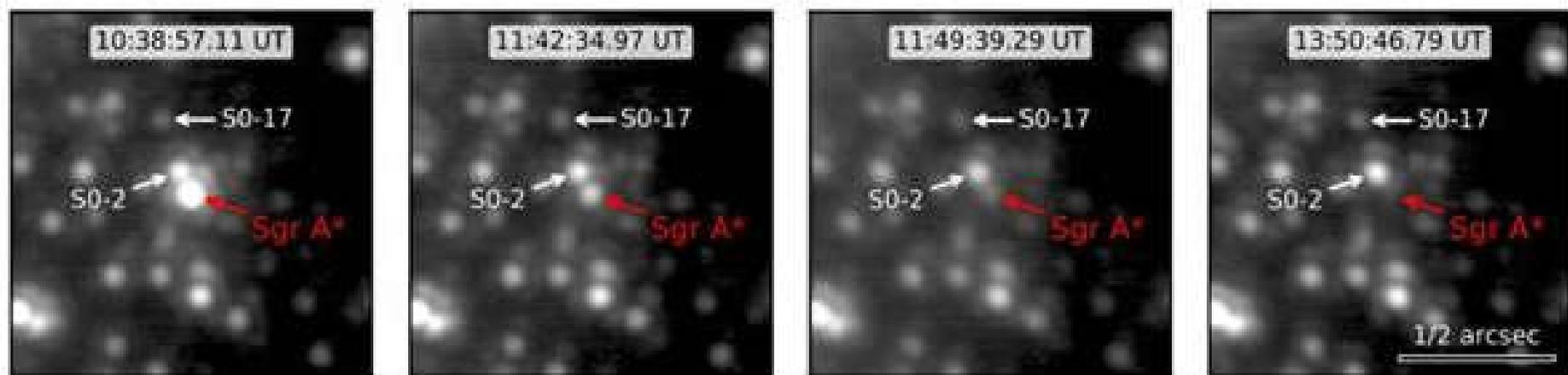


SURSAUT DE Sag A* !

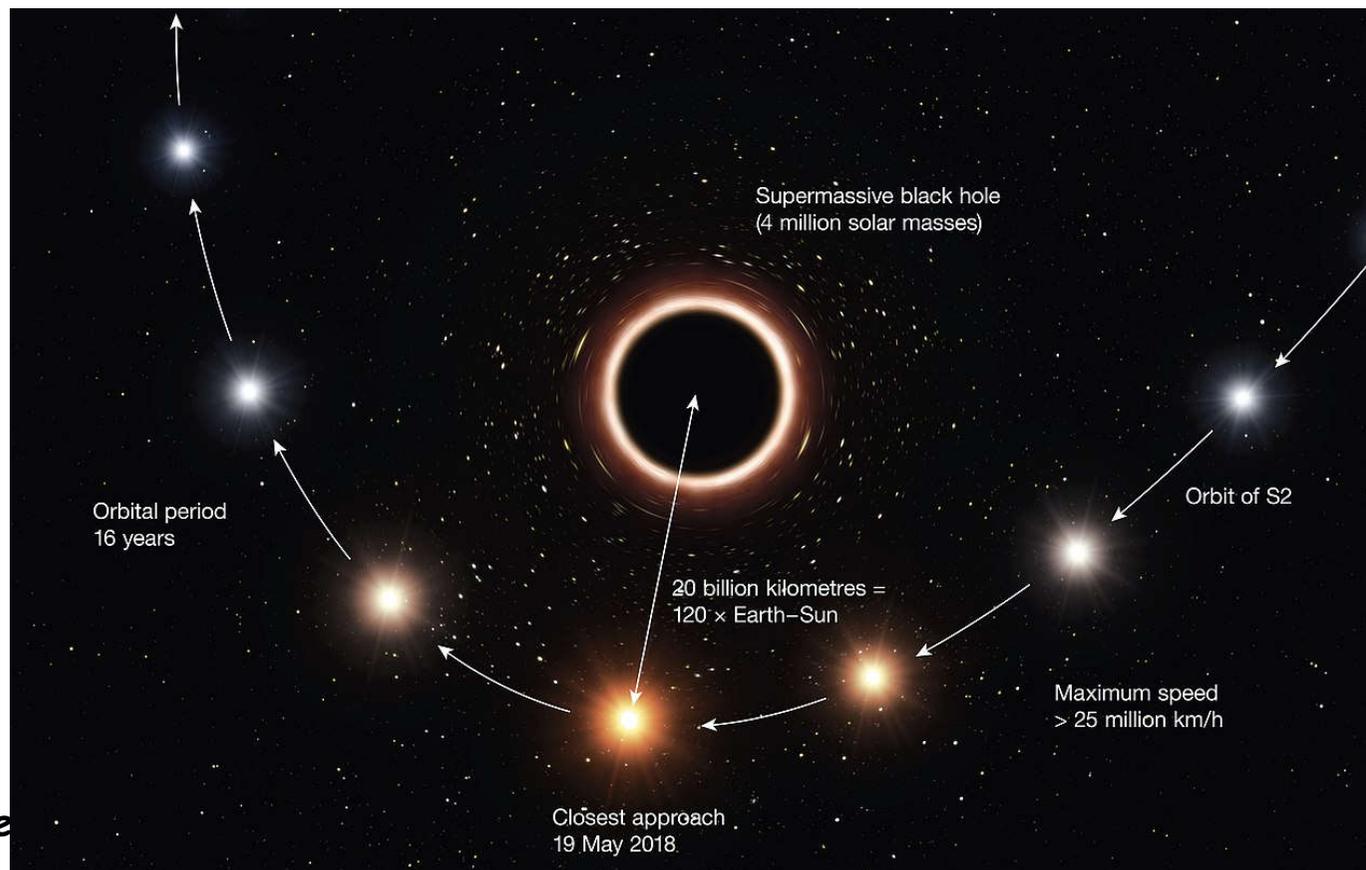


- * On sait que notre Galaxie (comme la plupart des galaxies elliptiques) possède un trou noir central super massif, le nôtre s'appelle SagA* (Sagittaire A étoile) et fait quelques 4 millions de masses solaires. C'est un TNSM très calme en fait.
- * Il a été mis en évidence il y a plusieurs années après étude sur une longue période (plus de 10 ans) des étoiles du centre galactique, elles semblaient tourner autour de quelque chose que l'on ne voyait pas, c'était notre trou noir.
- * Notre trou noir, calme, généralement, a soudain eu un **sursaut de brillance (un facteur 75 !) de quelques heures**, le 13 Mai 2019, et on ne sait pas trop pourquoi.
- * Cette observation a été faite à l'Observatoire Keck d'Hawaï.
- * Cette surbrillance n'est visible que dans le proche IR, SagA* est suivi depuis plus de 20 ans par tous les observatoires et c'est la première fois qu'une telle augmentation de brillance est détectée.

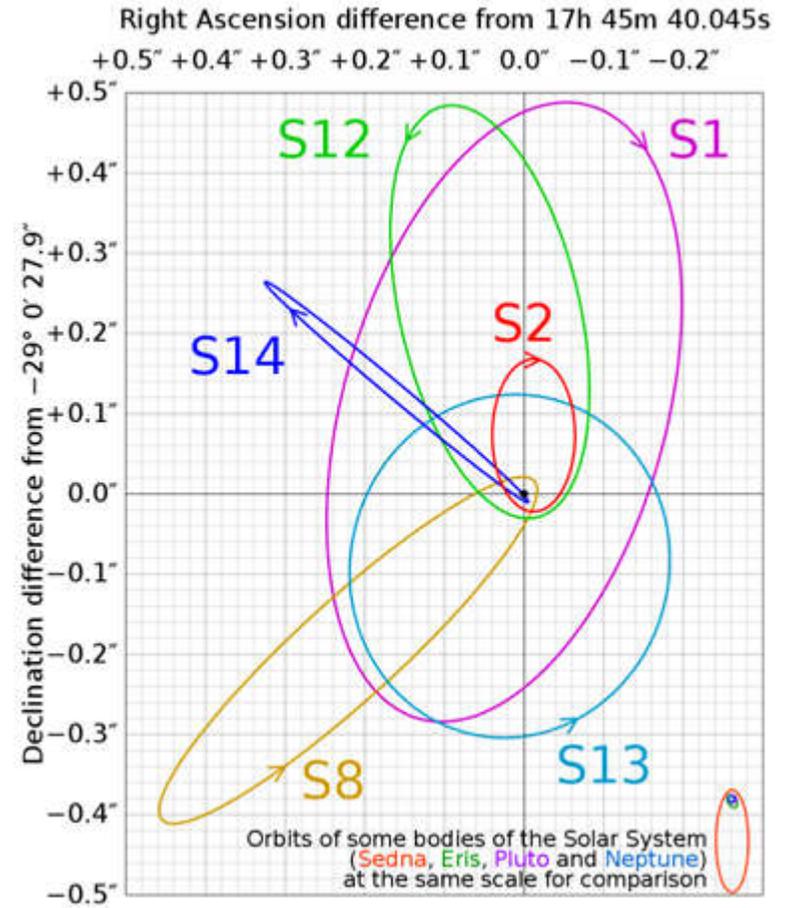
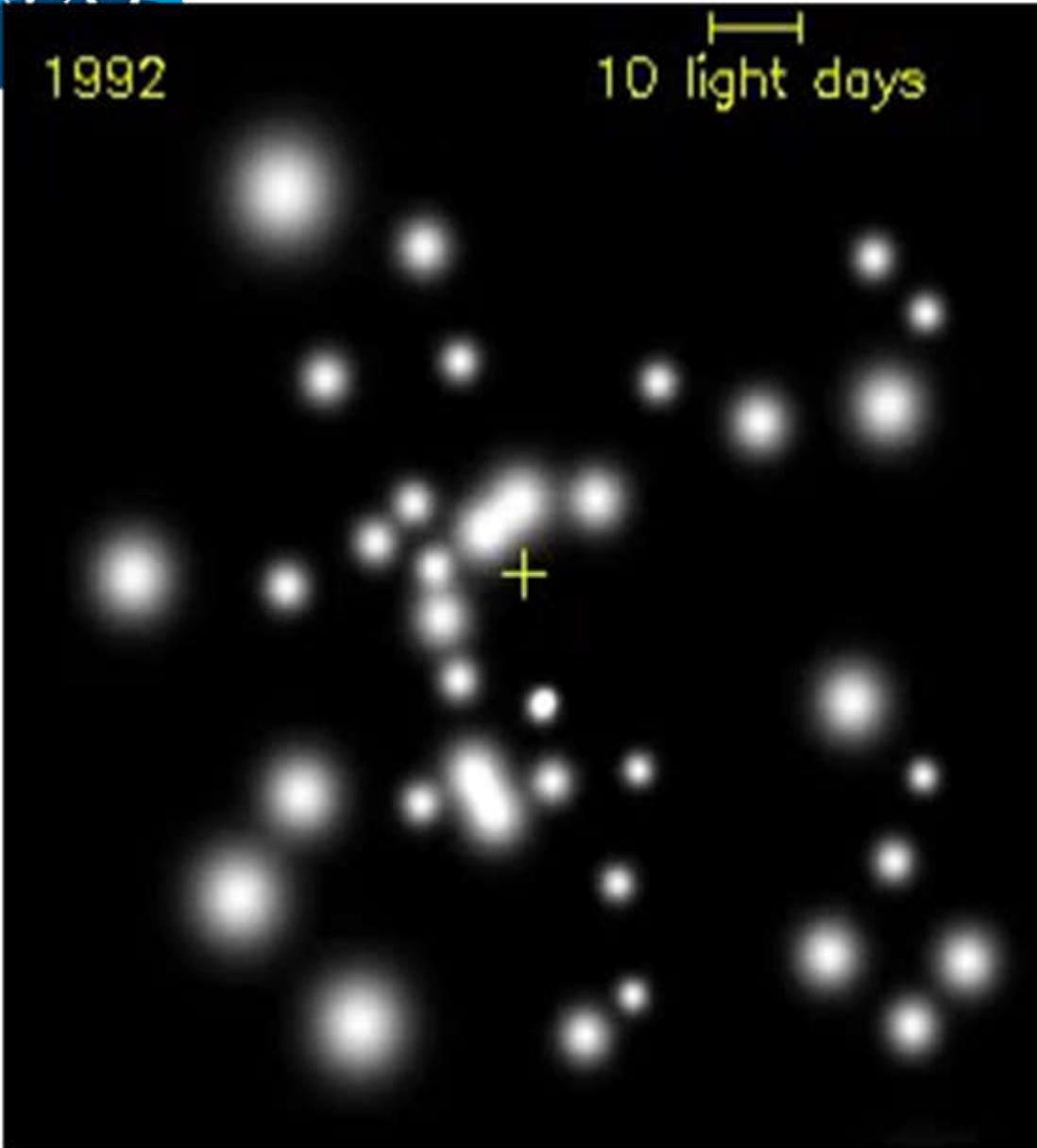
★ On voit parfaitement cette augmentation de luminosité sur cette séquence d'images. La durée totale est de deux heures et demie.

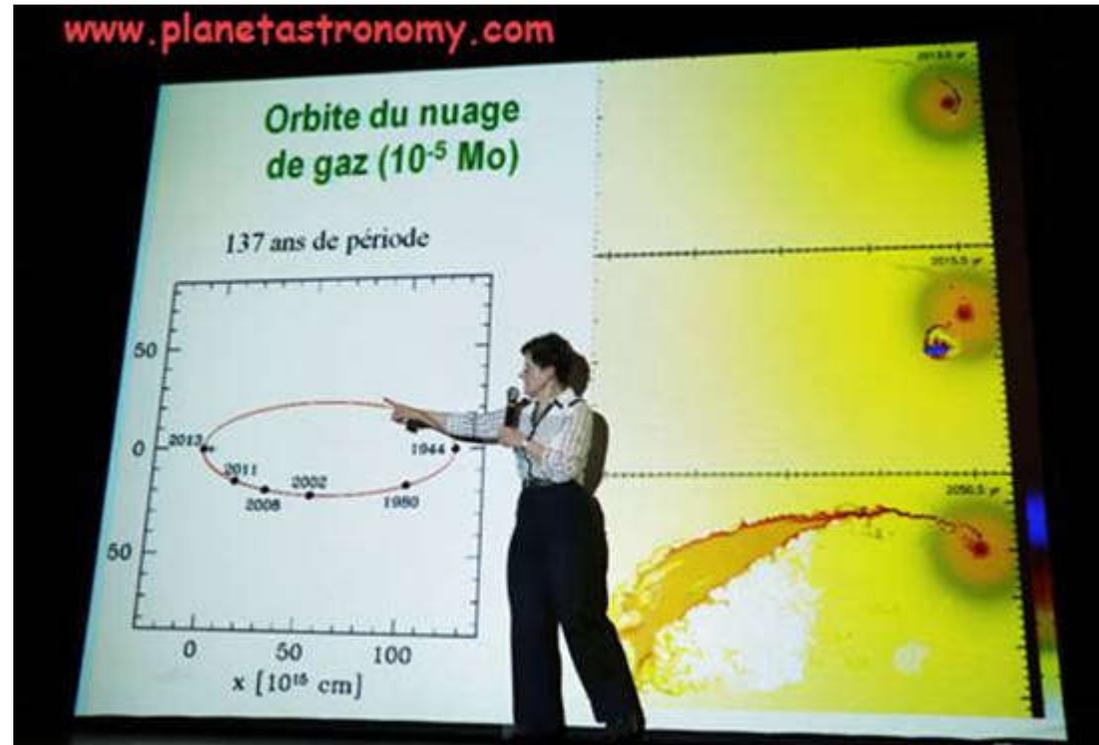


- * Qu'est ce qui a bien pu provoquer cet emballement ?
- * On pense tout d'abord à l'étoile la plus proche du TN, dénommée S2 (ou SO-2 suivant les notations)
- * Elle passe en effet très près de SagA* comme on le voit sur cette figure.
- * Au plus proche elle est à 120 UA du TN, ce qui est rudement proche !
- * Peut être que son approche au minimum a pu perturber l'environnement du TN qui a avalé de la matière proche.



10 light days

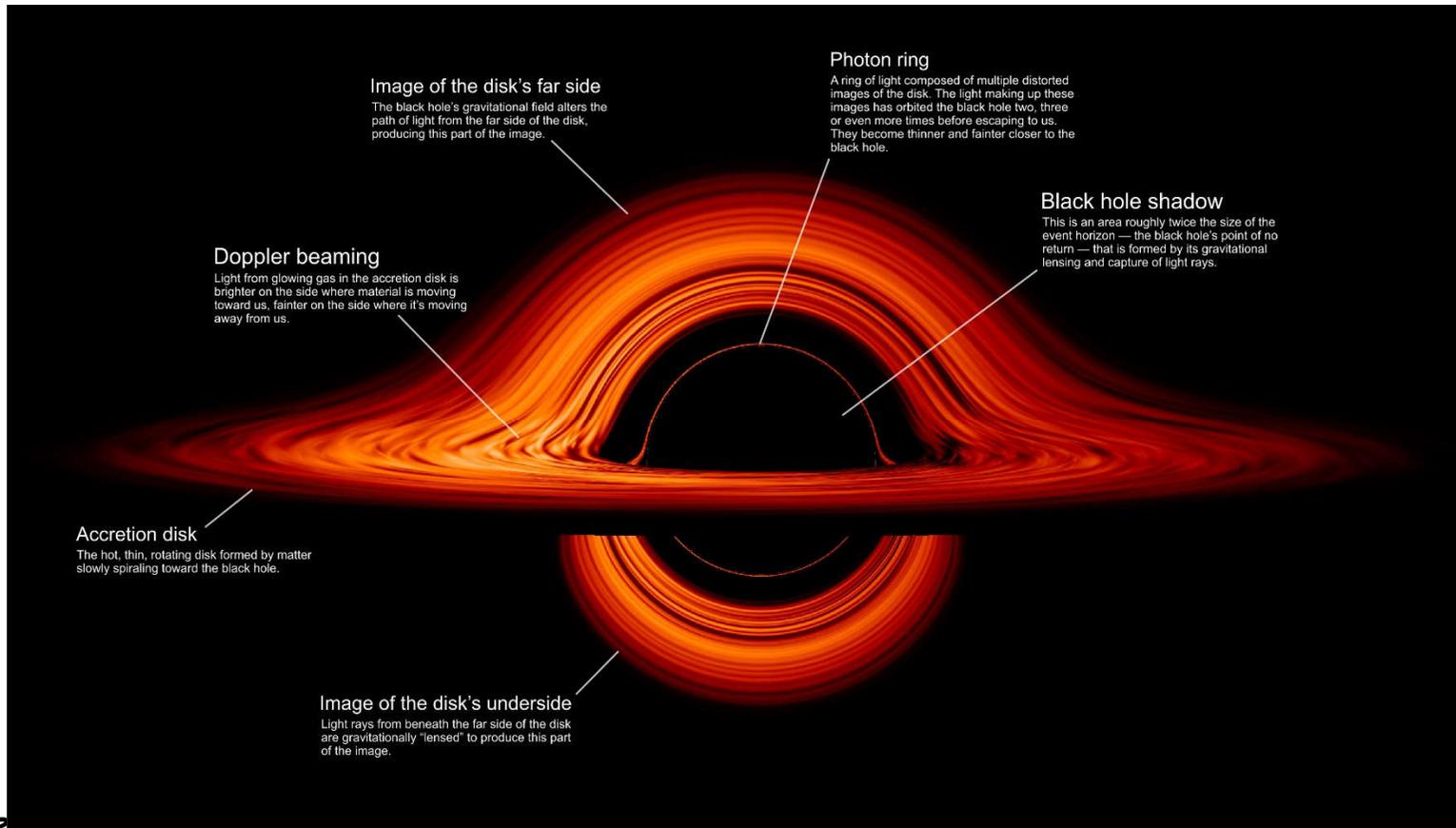




- ★ Ou alors, un nuage de poussières (appelé G2) a été avalé par ce monstre.
- ★ François Combes l'avait aussi évoqué lors d'une conférence donnée à Vega en 2015 (voir photo)

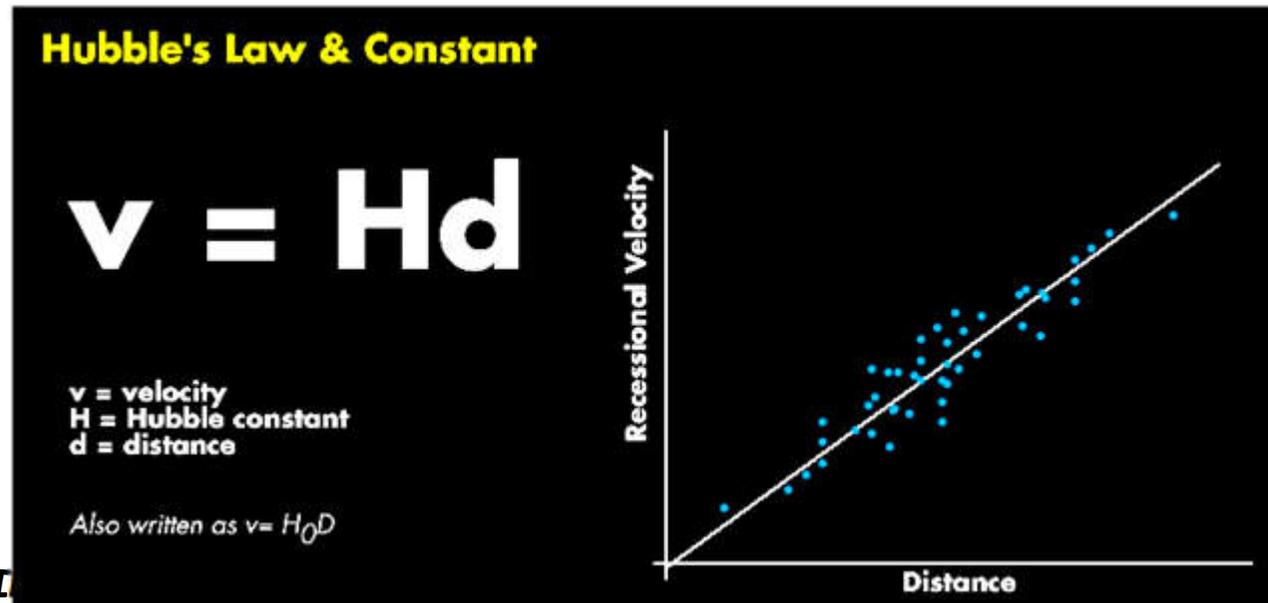
LA NASA ET LES TN

- * Ces derniers temps, la NASA fait beaucoup d'efforts pour rendre les Trous Noirs accessibles au grand public, avec notamment la diffusion d'une animation réaliste d'un survol autour d'un TN.
- * On y voit le survol sous tous les angles avec le disque d'accrétion.



LA CONSTANTE DE HUBBLE / LEMAITRE

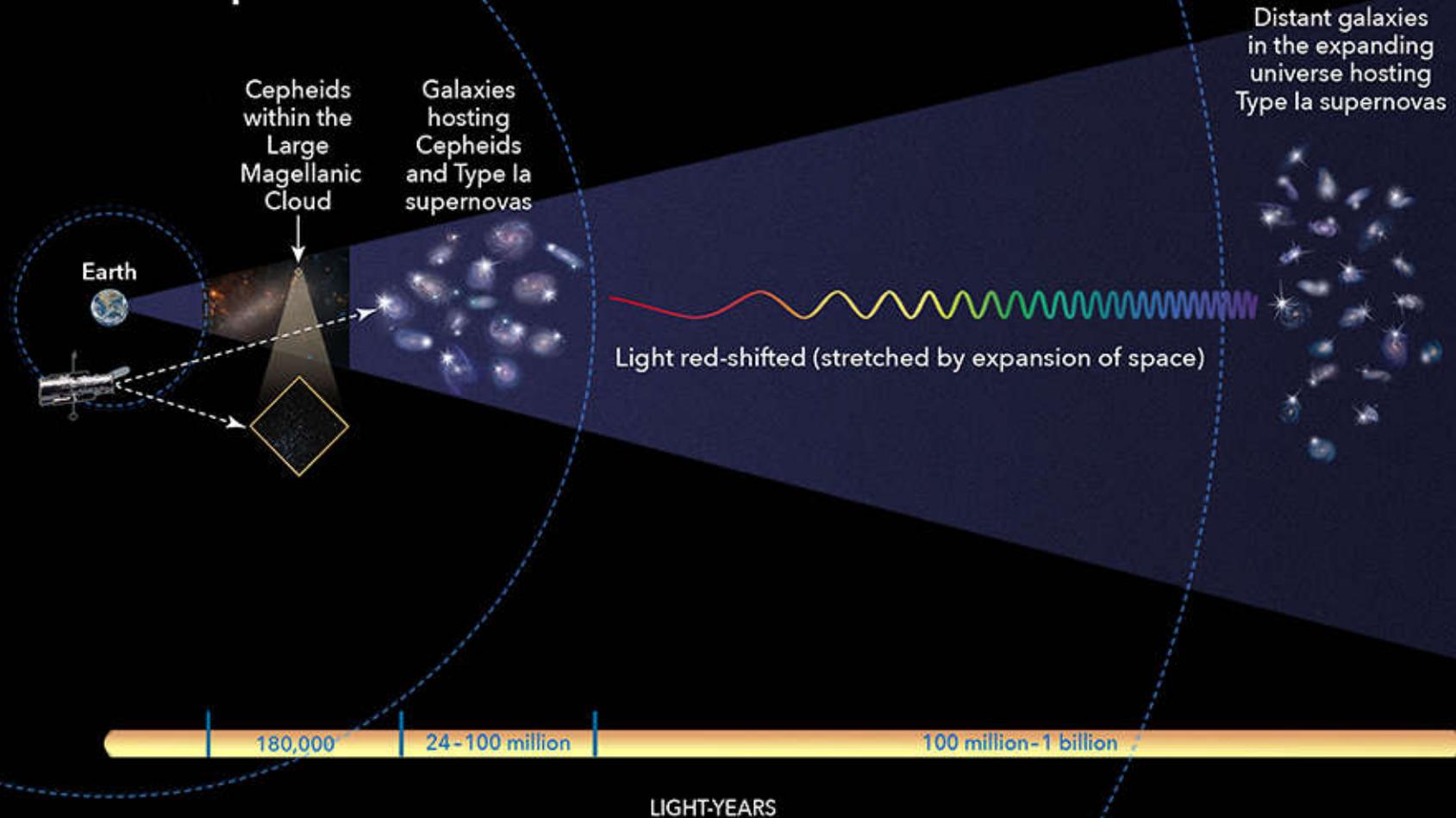
- * Il y a quelques semaines (15-17 Juillet 2019) une réunion importante de cosmologistes s'est tenue en Californie à Santa Barbara, elle était dirigée notamment par le Prix Nobel Adam Riess. Son titre très prometteur : Tensions between the Early and the Late Universe.
- * Son thème : **le taux d'expansion de l'Univers.**
- * On se rappelle qu'à la fin du siècle dernier, deux équipes de cosmologistes ont voulu déterminer le destin de l'Univers et savoir s'il continuerait son expansion à jamais ou si normalement à cause de l'effet de la gravité il se refermerait sur lui-même.
- * Surprise ! Les deux équipes se sont aperçus qu'en fait l'expansion de l'Univers s'accélérait. Ce qui a valu le Prix Nobel de Physique 2011 aux découvreurs : Saul Perlmutter, Brian Schmidt et Adam Riess.
- * Cette accélération serait due à une force inconnue que l'on a appelé faute de mieux, énergie noire (dark energy).



- ★ D'après A Riess : **l'Univers est en expansion trop rapide** ! Plus rapide que ce que prévoit la théorie. Si l'univers primordial et l'Univers plus récent ne s'accordent pas, il y a un problème !
- ★ La théorie actuelle Λ CDM (à base de matière noire froide et de constante cosmologique) qui décrit notre Univers serait-elle fausse ou incomplète ?
- ★ Pourtant elle semble bien avoir expliqué le bruit de fond cosmologique CMB et le taux d'expansion de l'Univers (constante de Hubble ou H_0).

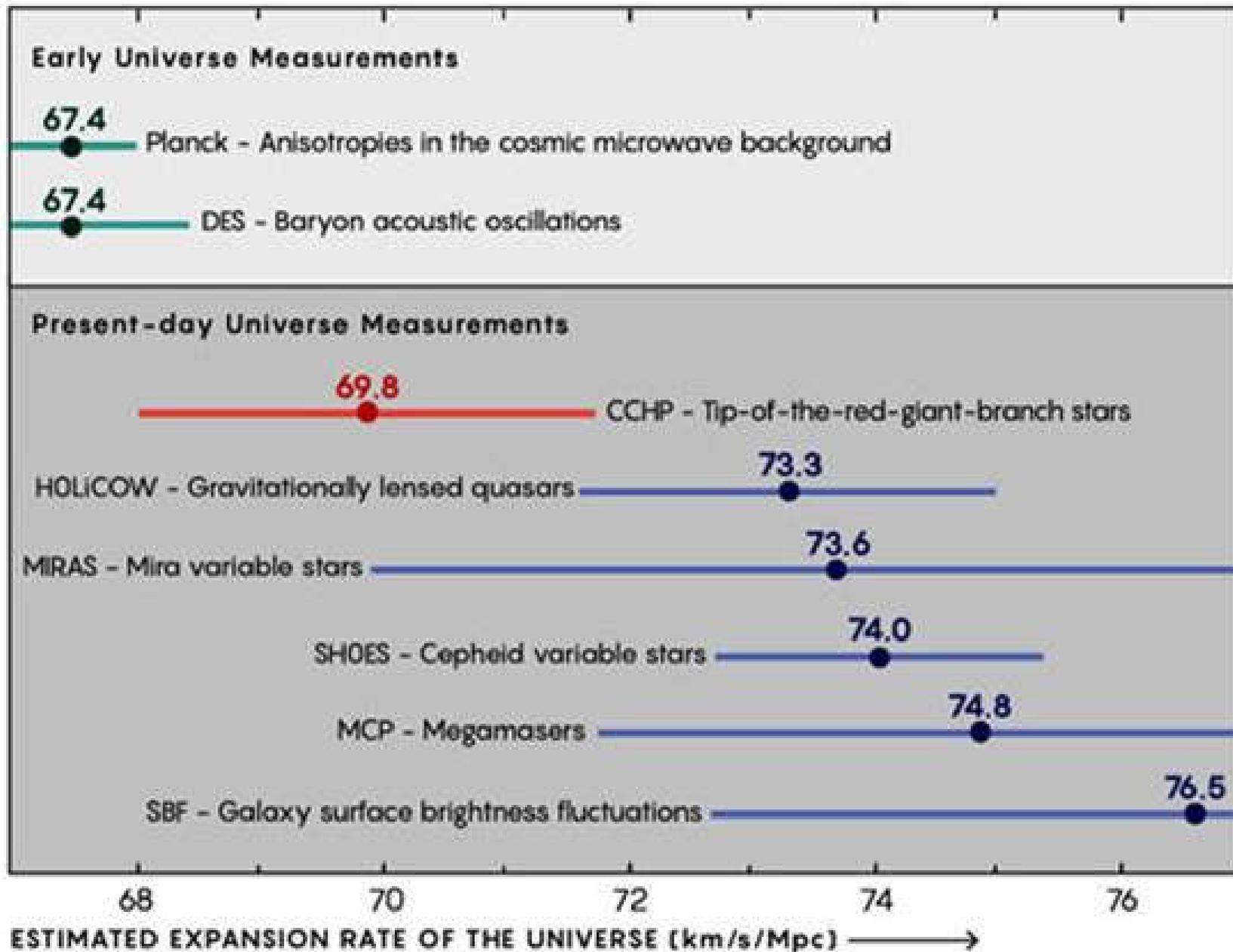


Three Steps to the Hubble Constant



- ★ La constante de Hubble a été déterminée avec grand précision par les mesures du satellite Planck, sa valeur serait de **67,4 km/s/Mpc** avec une précision de 1%.
- ★ Des mesures basées sur une autre méthode (celle des oscillations acoustiques de baryons ou BAO) a donné exactement le même résultat.
- ★ Les mesures sur les six dernières années par A. Riess et son équipe viennent de rompre cette belle unanimité.
- ★ Ils trouvent : **74 km/s/Mpc**, nettement plus haut que les prédictions de Planck, et en dehors des marges d'erreur.
- ★ Il y a donc un problème ou même une crise comme certains l'annoncèrent, car cette différence (9%) entre ces deux valeurs semble solide.

- ★ Ce n'est pas tout, lors de ce congrès, une cosmologiste spécialiste de H, Wendy Freeman, a trouvé une valeur différente et justement entre les deux! Embêtant!
- ★ **69,8 km/s/Mpc**
- ★ Avec une autre méthode toute aussi valable
- ★ Alors là, on ne comprend plus!
- ★ La vérité serait-elle effectivement au milieu du chemin ? C'est-à-dire vers 70 km/s/Mpc.
- ★ Wait and see! Il faudra attendre les nouveaux télescopes pour résoudre le problème!





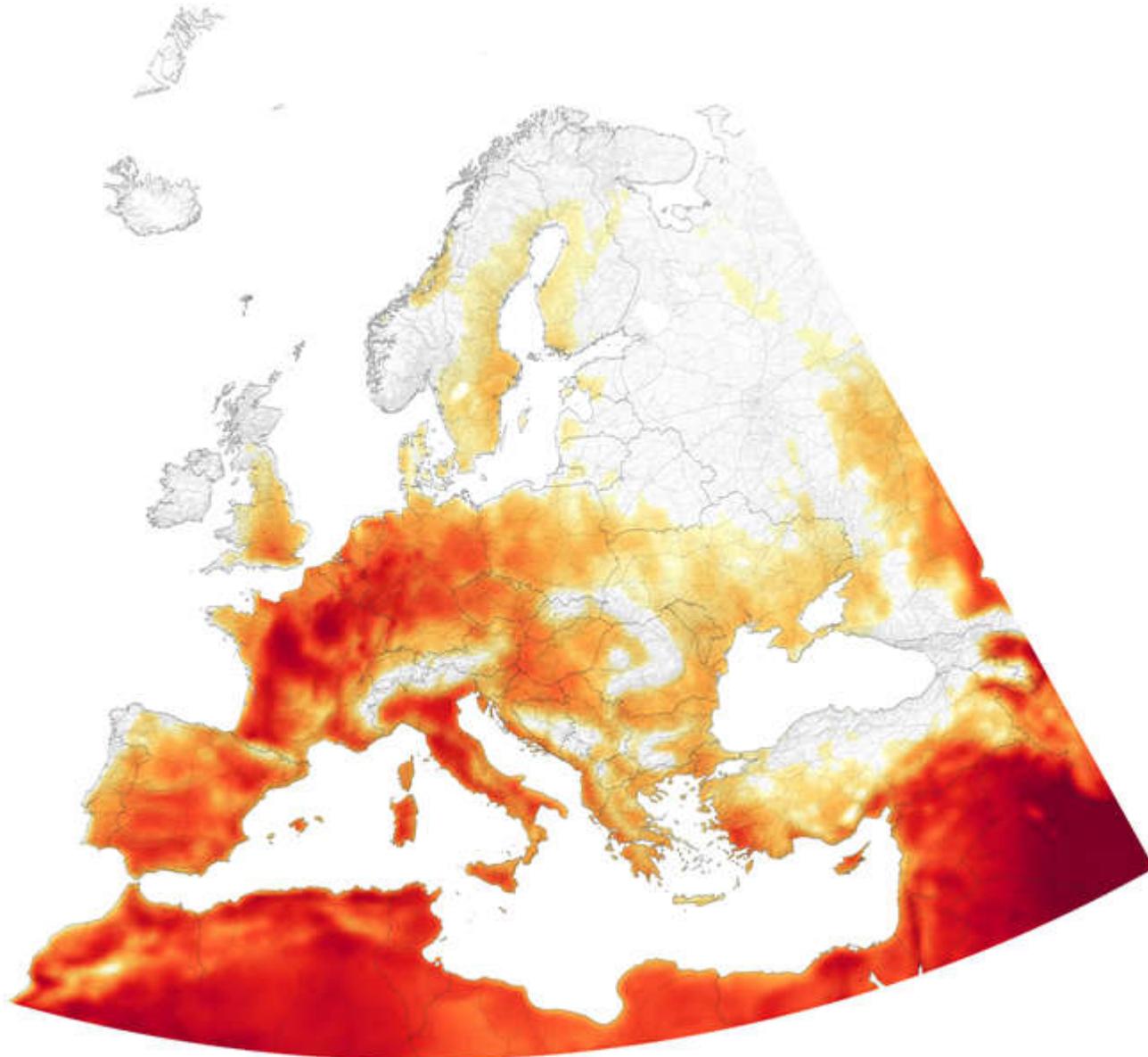
ENCORE UN COUP DUR POUR LA COSMOLOGIE !

anet
onomy.
com

- * En effet, des scientifiques de l'Université J. Hopkins, prétendent que **la matière noire serait née un peu avant le Big Bang** !
- * On sait que la matière noire (que l'on devrait plutôt appeler invisible) est un **composant nécessaire dans la composition de l'Univers** (approx 25%) car elle sert à **structurer les galaxies** et amas de galaxies. Et elle n'a jamais été vraiment mise en évidence.
- * Cette nouvelle étude, serait aussi une **petite** révolution.
- * En effet, cela affecterait la répartition des galaxies dans l'Univers, mais cela peut aussi donner des possibilités de nouvelles **méthodes** de détection comme l'indique l'auteur.
- * De toutes façons, cette période proche de l'instant zéro est un peu confuse, certains cosmologistes pensent même que l'inflation se serait produite avant le Big Bang. Dans ces conditions, la matière noire pourrait être un sous-produit de cette inflation.
- * On n'en sait pas beaucoup plus, on attend avec impatience Euclid qui devrait s'intéresser à cette fameuse matière noire.

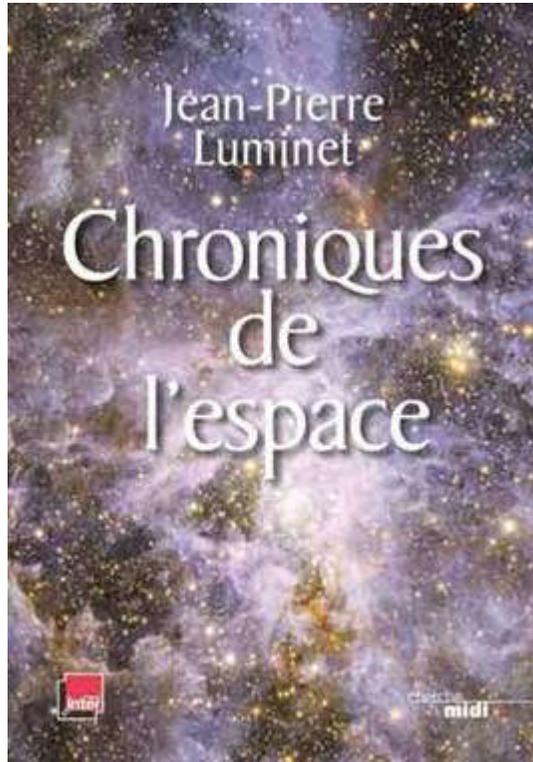


La canicule de Juillet 2019





À LIRE



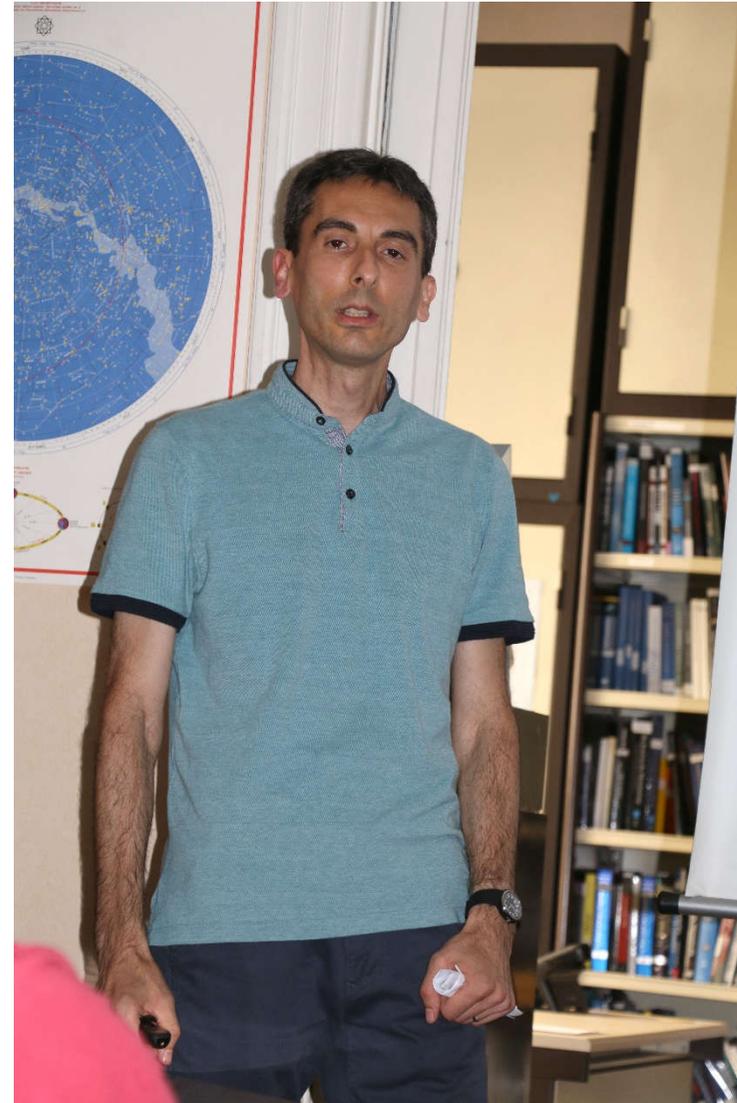


PROGRAMME DU 12 Oct 2019



- * Notre conférencier
Denis GIALIS
- * Astrophysicien
- * Il nous parle de cosmologie
et des Multivers

- * Bonne conférence!

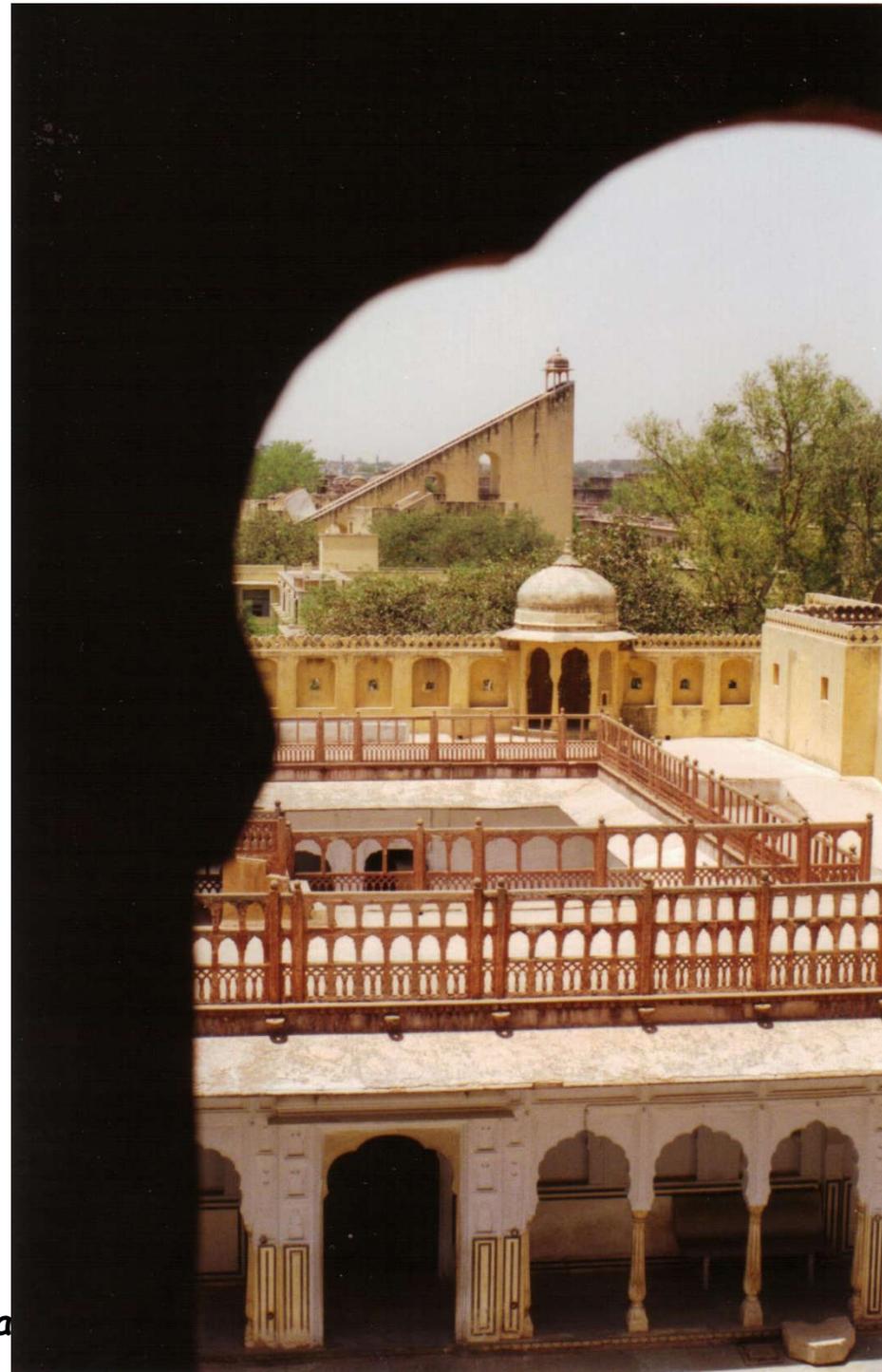




- ★ PROCHAINES RÉUNIONS COSMOLOGIE :
- ★ Samedi 21 Décembre 15 H : J Fric
- ★ $E=mc^2$ l'énergie du Soleil
- ★ On parlera peut être de Noël aussi...
- ★ Merci de proposer des thèmes et conférenciers



L'observatoire de Jaipur Inde



MERCI DE VOTRE ATTENTION

Cosmic Spheres of Time

