

SAF-Commission de COSMOLOGIE

Réunion du 25 Sept 2021

- ★ Bonjour à tous en cette période difficile.
- ★ Nous reprenons nos réunions rue Beethoven, les conditions ne sont pas encore « normales » mais presque
- ★ Nous espérons que vous avez tous passé cette période difficile du mieux possible
- ★ Nous allons essayer de reprendre notre cycle régulier de réunions

- * Notre collègue Bernard Christophe astronome amateur et membre du Conseil d'administration de la SAF, a été admis comme membre honoraire par l'Union astronomique internationale (UAI), l'organisation mondiale qui regroupe plus de 12 000 astronomes professionnels dans plus de 100 pays.
- * Il a été choisi pour ses contributions exceptionnelles en tant qu'astronome amateur, notamment la construction de son propre télescope de 600 mm avec lequel il a découvert 250 astéroïdes, et la remise à neuf d'un instrument (appelé Miosotys), qui permet la détection du passage d'un objet transneptunien devant une étoile. Sa candidature a été proposée par la Société Française d'Astronomie et d'Astrophysique (SF2A).
- * L'annonce a été faite lors des réunions de l'UAI tenues en ligne du 23 au 26 août 2021. Cette catégorie de membres, introduite lors de la XXXe Assemblée générale de l'UAI, tenue en août 2018 à Vienne, reconnaît officiellement les personnes qui ont contribué de manière significative aux progrès de la recherche et de la culture astronomiques dans leur pays, mais qui ne sont pas astronomes professionnels. L'UAI a admis 20 membres honoraires depuis 2018.



UN NOUVEAU SECRÉTAIRE

- ★ Notre ami Bernard Christophe, ne pouvant pas être très souvent présent à Paris (il découvre des astéroïdes depuis sa province)
- ★ Vous avez élu **Thierry FOULT** comme nouveau secrétaire on le félicite
- ★ Je lui laisse la parole pour se présenter.



- ★ La SAF a repris les conférences mensuelles d'astronomie devant son public au CNAM le 8 septembre 2021
- ★ Un des aspects positifs de cette période Covid, est le fait que nous avons appris à transmettre en même temps (en direct live comme on dit) la conférence sur YouTube pour nos spectateurs de province ou pour ceux qui ne peuvent pas se déplacer à Paris.
- ★ On peut donc suivre en DIRECT la conférence sur le canal YouTube SAF dédié :
- ★ <https://www.youtube.com/channel/UCD6H5ugytjb0FM9CGLUn0Xw/featured>

- * les Mercredi à 19H au CNAM amphitheâtre Grégoire :
- * Suite aux récentes décisions sanitaires, ne pourront entrer après inscription Internet QUE LES PERSONNES MUNIES D'UN PASS SANITAIRE OU D'UN TEST PCR NÉGATIF RÉCENT.
- * 8 Septembre : Thérèse Encrenaz nous a parlé des atmosphères des planètes rocheuses.
- * 13 Octobre : Benjamin Quilain, du Labo Leprince Ringuet de l'École Polytechnique nous parlera de ces bêtes étranges que sont les neutrinos. Il a été lui-même à Super Kamiokande au Japon
- * 10 Novembre : Alan Sacha Brun nous entretiendra du Soleil qui a rendez vous avec la Terre et du magnétisme solaire.
- * Les autres dates : 8 Décembre, 12 Janvier 2022, 9 Février, 9 Mars, 13 Avril, 11 Mai et 8 Juin

- ★ Le 9 Juin 2021 à 19H nous avons le plaisir de recevoir (en visio)
- ★ **Davd ELBAZ du CEA**
- ★ **CEA-Saclay/DSM/DAPNIA/**
- ★ astrophysicien, directeur scientifique du département d'astrophysique du CEA Saclay
- ★ Pour un sujet au titre énigmatique :
- ★ **Le mystère Van den Bergh ou le secret de la fécondité des galaxies**
- ★ CR sur :
<https://www.planetastronomy.com/special/2021-special/09jun/VdB-SAF-Elbaz.htm>



LA PREMIÈRE DE LA NOUVELLE SAISON

- ★ C'est notre amie Thérèse Encrenaz, du LESIA, récipiendaire du Prix G Kuiper 2021 de l'AAS, qui nous a fait l'honneur de redémarrer le nouveau cycle de conférences ce 8 sept 2021.
- ★ Le thème : L'atmosphère des planètes terrestres : Une évolution divergente
- ★ La prochaine : Les neutrinos et les découvertes associées : masse, antimatière etc par Benjamin Quilain du labo Leprince Ringuet le 13 oct



- ★ Les dernières conférences et news
- ★ Elles sont disponibles sur le site de la commission :

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

et sur www.planetastronomy.com

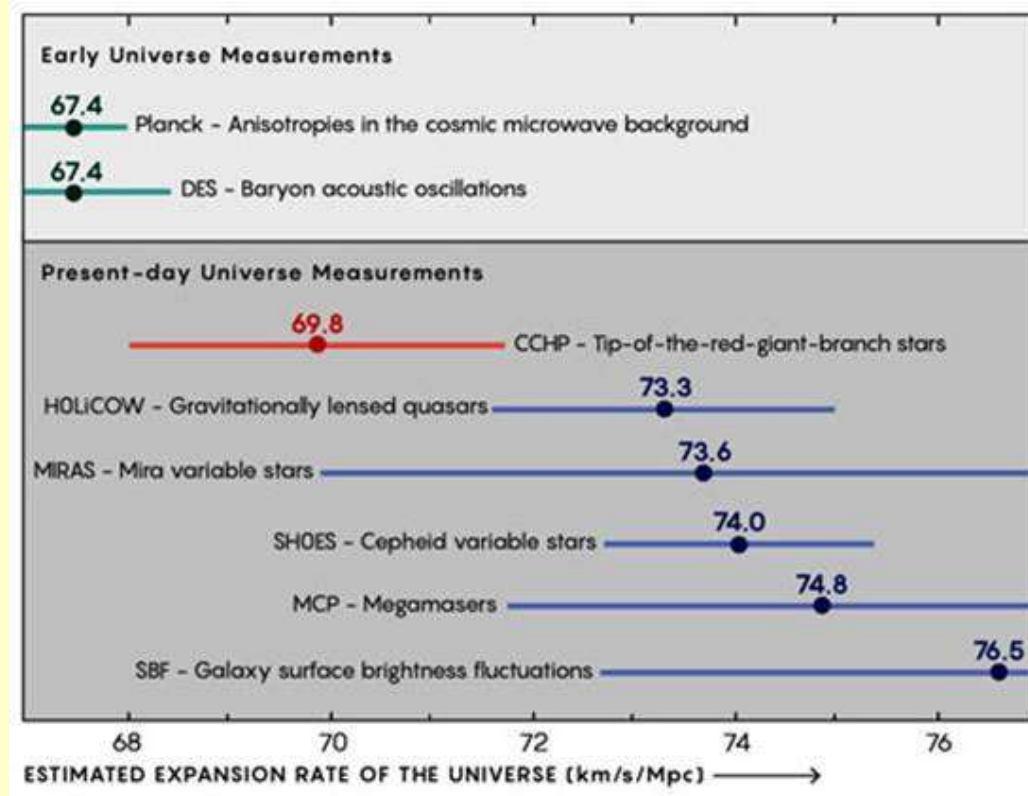
- ★ Les conférences mensuelles sont maintenant filmées en vidéo et disponibles sur Internet.

La dernière réunion Cosmo : a eu lieu à distance

Antoine Mérand, astronome à l'ESO à Munich nous a parlé des problèmes de la détermination de la constante de Hubble et de sa mesure

CR sur :

<https://www.planetastronomy.com/special/2021-special/22mai/Cste-Hub-SAF-Merand.htm>





Cours 2021-2022

Les planètes extrasolaires

Danielle Briot

Jeudi à 19 h

Prochain cours : 18 novembre

Photométrie Thierry Midavaine

Jeudi à 18 h 30

Prochain cours : 21
octobre

Cosmologie

Jacques Fric

Mardi à 18 h

Premier cours : 23
novembre

Mécanique céleste

Stéphane

Mihajlovic

Mercredi à 18 h

Prochain cours : 29
septembre

**Au siège de la SAF - retransmission en direct - cours
enregistrés**

Inscription sur www.saf-astronomie.fr/cours

- ★ 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 :

- **23 novembre 2021** - Histoire et philosophie des sciences - Painlevé, une contribution à la relativité générale trop innovante pour être comprise à l'époque : tout public
- 30 novembre 2021 - Rappel sur la relativité générale - l'équation d'Einstein- convergence avec la mécanique newtonienne.
- 7 décembre 2021 - Cosmologie- le principe copernicien - établissement de la métrique de Robertson- Walker (espace à symétrie maximale) , établissement de l'équation de Friedmann, l'apport de Lemaître.
- 14 décembre 2021. Les conséquences de cette équation, quelques exemples, expansion de l'univers, inflation, redshift, dilatation temporelle- l'apport des SN1A, principe utilisé pour déterminer le modèle cosmologique actuel.



- ★ La SAF organise tous les ans : des cours d'Astronomie donnés par **Danielle Briot** astronome à l'Observatoire de Paris
- ★ Réservés aux membres de la SAF
Inscription via le formulaire de contact sur le site de la SAF.

thème : **les planètes extrasolaires**

DES JEUDIS À 19H AU SIÈGE (sinon en visio) :

- 1) 9 septembre 2021 : A la recherche d'autres mondes
- 2) 23 septembre : Que sont les étoiles, les planètes et les naines brunes ?
- 3) **18 novembre** : On recherche des planètes désespérément : différentes méthodes
- 4) 9 décembre : On recherche des planètes désespérément : encore d'autres méthodes
- 5) 13 janvier 2022 : Ce que nous ont appris les Jupiters chauds
- 6) 27 janvier : Ce que nous ont appris les transits
- 7) 10 février : Planètes excentriques et planètes en résonance
- 8) 10 mars : Etoiles multiples et planètes multiples
- 9) 24 mars : Planètes et pulsars
- 10) 7 avril : Un futur prometteur

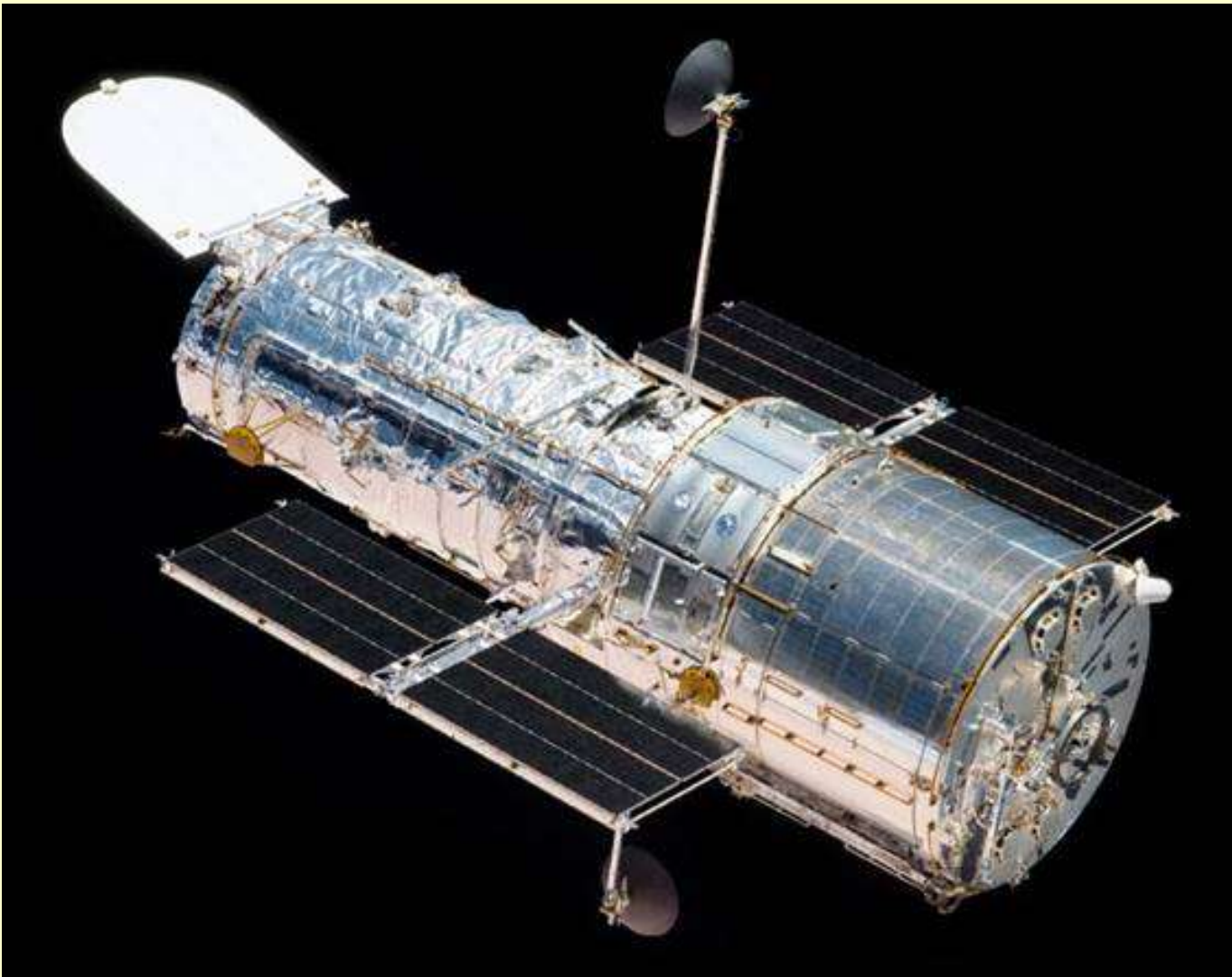
Plus d'infos au 01 42 24 13 74



ACTUALITÉS

- * Quelques évènements importants ont marqué la période depuis notre dernière réunion, en voici quelques uns.
- * Mais avant une remarque et un « ouf » de soulagement

OUF IL EST SAUVÉ!



- * Oui, on a eu chaud, les amis !
- * Notre brave télescope spatial Hubble (31 ans d'âge !) est tombé subitement en panne au début de cet été, le 13 Juin 2021 exactement
- * Merveilleuse photo de Hubble datant de 2009 lors de la dernière mission de maintenance. Crédit NASA

- ★ On rappelle que depuis l'abandon des vols navette, nous ne sommes plus en mesure d'effectuer des réparations physiques sur le télescope lui-même situé à 600 km d'altitude.
- ★ Hubble devient maintenant si « vieux » que dans certains cas on doit faire appel aux anciens, à ceux qui ont conçu le télescope et qui connaissent des détails inconnus du personnel récent !
- ★ La NASA (le GSFC : Goddard Space Flight Center dans le Maryland) a flotté pendant plus d'un mois, en publiant tout d'abord des nouvelles alarmantes, et enfin il semblerait qu'elle ait détecté le niveau de cette panne majeure. La panne proviendrait du **calculateur de bord**, celui qui contrôle les instruments. Le problème proviendrait de la partie PCU (Power Control Unit, le contrôle de l'alimentation). Un reset du PCU n'a pas suffi à régler le problème, aussi a-t-il été décidé de passer sur l'élément de **backup de ce système**.
- ★ Ceci a été effectué le 16 Juillet 2021...avec succès !
- ★ Bravo à nos amis de Greenbelt (siège du GSFC) qui trouvent toujours une solution.

UN ANNEAU D'OR

- * Notre télescope spatial ne nous lassera donc jamais, il vient d'imager un anneau d'Einstein extraordinaire.
- * On se rappelle que cet anneau est un effet d'optique, produit par ce que l'on nomme l'effet de lentille gravitationnelle (gravitational lensing en anglais)
- * Cet effet est dû à la présence d'un objet très massif (la lentille), interposé sur la ligne de visée d'un objet plus lointain. Cette « lentille » joue office de...lentille, bien entendu et grossit l'image de l'objet lointain que l'on n'aurait jamais pu voir sans cela.



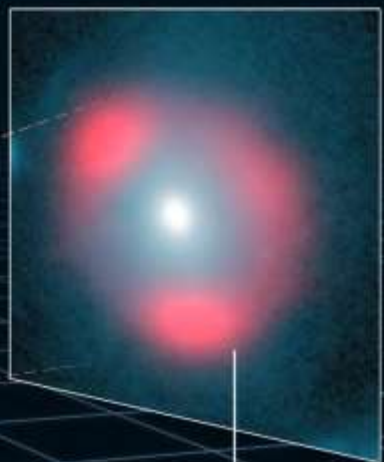
4 points lumineux à la périphérie de l'anneau et deux points brillants au centre. Ces six points lumineux correspondent en fait à trois objets.

- Une paire de galaxies (la lentille !) au centre.
- Un quasar lointain donnant ces 4 points sur la périphérie et un point le plus central (difficile à voir).

SCHÉMA LENTILLE GRAVITAATIONNELLE

GALAXIE LENTILLE

GALAXIE OBJET



foreground galaxy

background galaxy

lensed image seen of background galaxy

IMAGE VUE PAR HST DE LA GALAXIE OBJET

PROCHE

Looking further into the past

LOINTAIN

Crédit : ALMA (ESO/NRAO/NAOJ), L. Calçada (ESO), Y. Hezaveh et al. Modif par JPM

UN GÉANT VIENT DE MOURIR

- ★ Oui un géant de la physique, Steven Weinberg Prix Nobel de physique vient de mourir à 88 ans
- ★ Qui ne connaît pas l'ouvrage mythique « **Les trois premières minutes de l'Univers** » ?
- ★ C'est le prix Nobel Steven Weinberg (il avait 34 ans à l'époque) qui l'a écrit avec son talent de vulgarisateur.
- ★ Steven, un des plus grands physiciens théoriciens, est mort ce 23 Juillet 2021 à 88 ans après une vie bien remplie. Il faisait partie des rares personnes à réussir à unifier les forces nucléaires faibles et électromagnétique menant à la force électrofaible. Cela a mené à la preuve d'existence des bosons Z et W et du boson de Higgs.

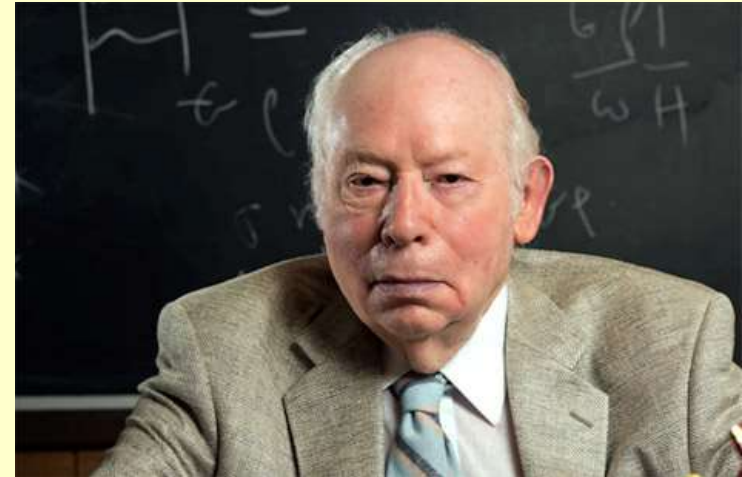
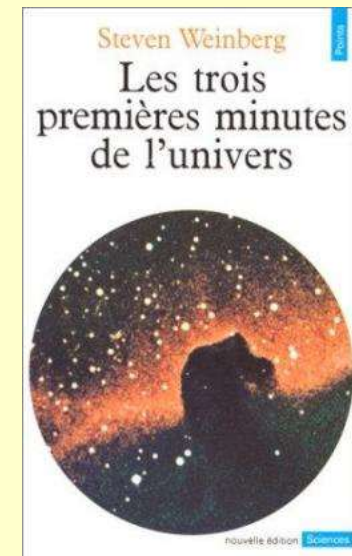


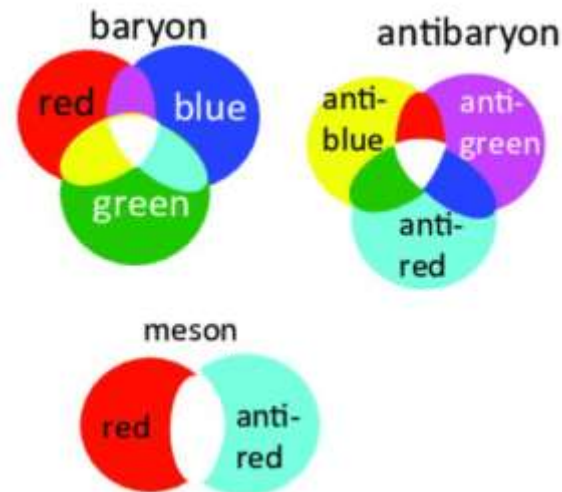
Image CERN



- ★ Tout le monde connaît le grand collisionneur du CERN, le LHC, il est le sommet de la physique des particules le plus moderne.
- ★ Mais il y a une sorte de particule qu'il n'a jamais pu détecter, **les neutrinos**.
- ★ En effet, ces particules pour ainsi dire sans masse et sans charge, interagissent très peu (euphémisme) avec la matière. Chaque cm² de notre corps est traversé chaque seconde par des milliards de neutrinos et nous ne nous en apercevons pas.
- ★ Dans le LHC c'est pareil, les neutrinos y sont produits en abondance, mais pas de détection.
- ★ C'est pour remédier à ce problème, qu'un groupe de physicien a eu l'idée d'un nouveau détecteur.
- ★ Il serait à base d'émulsion, style film photographique (détecteur) et de plaques de Tungstène (cible).
- ★ Des essais préalables ont eu lieu en 2018 avant l'arrêt du LHC pour maintenance, afin de faire valider le concept.
- ★ Ce fut une réussite, **ils ont réussi à détecter six neutrinos !!!** Oui, cela peut vous sembler très peu, mais c'est une réussite exceptionnelle.
- ★ Suite à cela, il a été décidé de poursuivre et d'installer définitivement l'expérience.

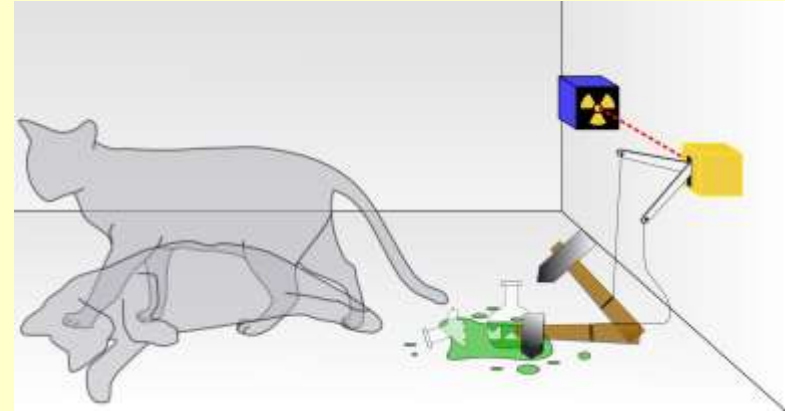
CE MÉSON OSCILLE ENTRE MATIÈRE ET ANTIMATIÈRE

- ★ On ne parle pas souvent de la collaboration LHCb (b pour le quark beauty ou bottom), elle ne fait pas partie des « grandes » expériences comme ATLAS ou CMS, mais elle fait des découvertes fondamentales aussi.
- ★ La preuve, elle vient d'annoncer en ce mois de Juin 2021, qu'elle vient de mesurer une différence (infime tout de même) entre la masse d'un certain type de méson (le méson charme) et de son anti particule. Cette différence va vous paraître ridicule : 10^{-38} g, mais elle est mesurée avec un intervalle de confiance de 5 sigmas (à 99,99994 % de confiance) ce qui la rend indubitable.



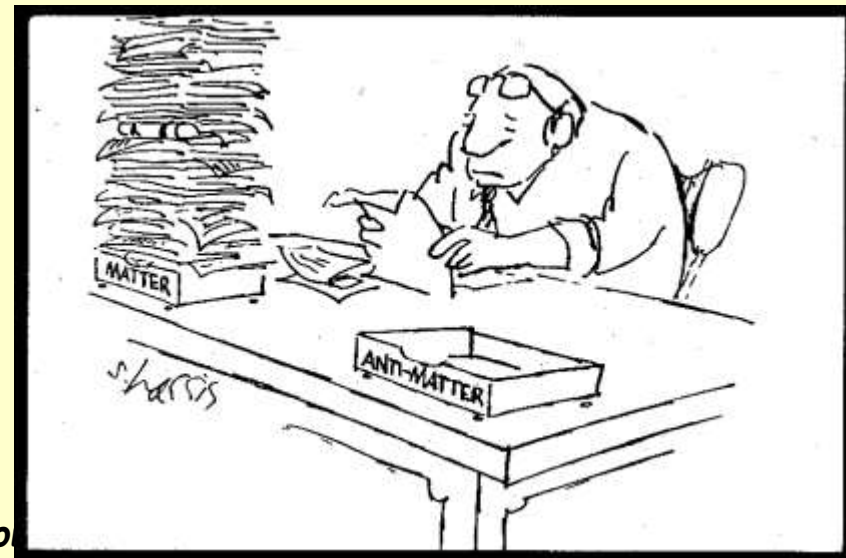
Crédit
Creative
Commons

- * Certaines particules sont leur propre antiparticule, comme le photon, mais d'autres sont bizarrement un **mélange quantique d'états de superposition** (comme le chat de Schrödinger) cela introduit des oscillations entre matière et antimatière. C'est le cas de ce méson charme.
- * Les mésons sont des particules composées d'un nombre pair de quarks et d'antiquarks. Ils ont un spin entier, ce sont des bosons.
- * Les quarks (particules élémentaires) existent sous six identités différentes selon la terminologie anglo-saxonne :
- * Up, down ; charm, strange ; top ou truth, bottom ou beauty.
- * Les mésons charme (et son anti) sont produits au LHC durant les collisions p-p. Ils ont une vie extrêmement courte.
- * En ce qui concerne le méson charme, les auteurs précisent que particule et antiparticule n'ont pas la même masse !!!



- * Les résultats de ces mesures, même si elles semblent ridicules, sont pourtant fondamentales dans l'esprit de la physique actuelle, le modèle standard.
- * En effet si celui-ci est mis en cause, c'est tout l'édifice qui pourrait s'effondrer.
- * En tout cas, cela pourrait peut-être fournir une explication à la question qui obsède les cosmologistes : au début du Big Bang, il y avait autant de matière que d'antimatière. Alors, où est passée l'antimatière ?
- * Cette découverte, si elle est confirmée vraiment, pourrait expliquer que le passage de méson charme au méson anti-charme, ne serait pas équivalent (pas 50-50) et qu'une légère dissymétrie (on passerait plus fréquemment de antimatière à matière que de matière à antimatière) pourrait expliquer la disparition de l'antimatière.

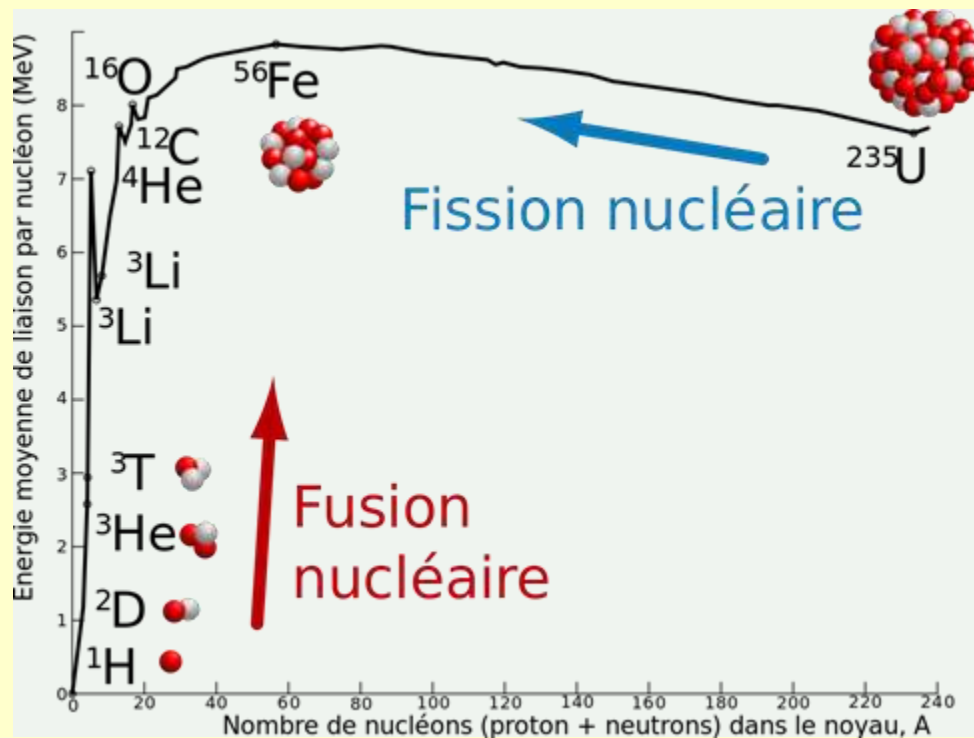
Avec l'aimable autorisation de Sydney Harris



FUSION THERMONUCLÉAIRE : LA CHINE FAIT UN GRAND PAS EN AVANT

- ★ La course à une énergie nucléaire propre, pas chère et inépuisable est un défi qui intéresse toutes les nations.
- ★ C'est ce qui a donné naissance au projet international **ITER** (International Thermonuclear Experimental Reactor) concernant 35 nations, dont la Chine bien sûr.
- ★ Avant de décrire ce qui s'est passé en Chine, rappelons-nous ce qu'est la fusion sur Terre.
- ★ L'énergie nucléaire peut être libérée de deux façons différentes :
- ★ · En cassant les noyaux lourds, c'est **la Fission** (Réacteurs nucléaires, bombe A).
- ★ · En agglutinant ensemble des noyaux légers, c'est **la Fusion**. (Bombe H, pas encore de réacteurs opérationnels), la fusion est l'énergie des étoiles.
- ★ Cette énergie délivrée est énorme, elle correspond à la célèbre formule d'Einstein

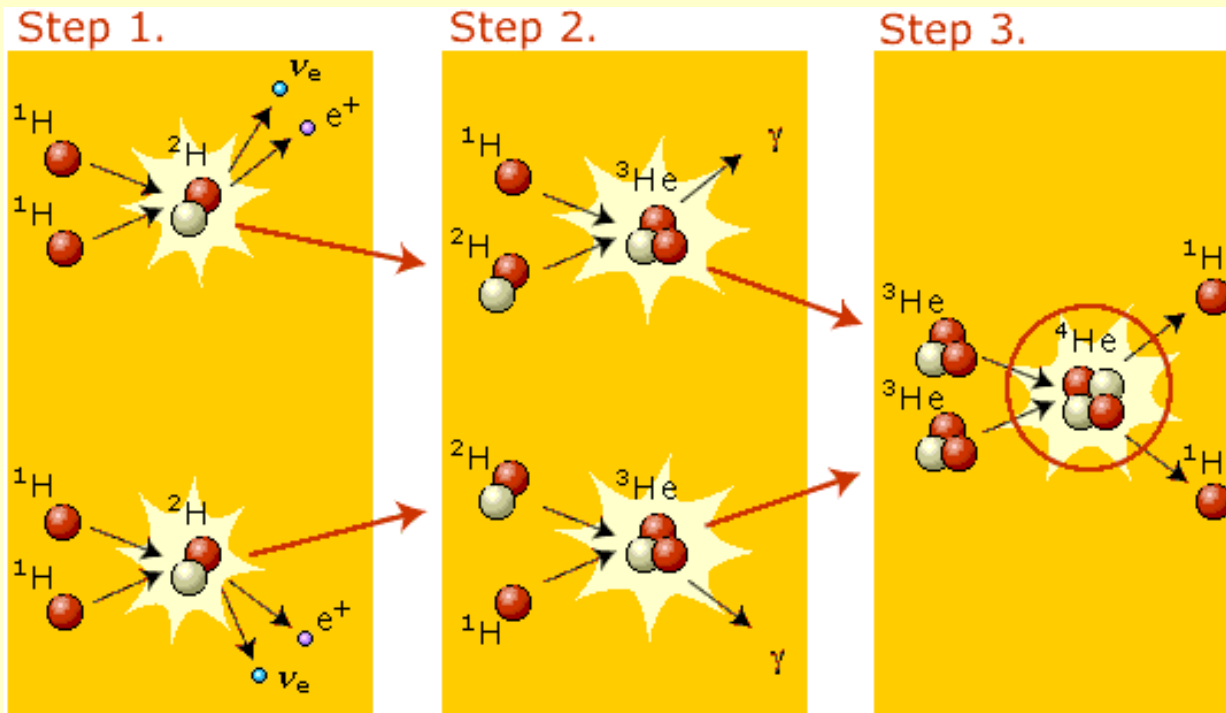
$$E=mc^2$$



Crédit : CC BY-SA

- ★ Étrangement, casser des noyaux ou fusionner des noyaux, apportent de l'énergie, les deux réactions sont **exothermiques** comme on le voit sur le graphique ci-contre.
- ★ Mais les énergies dont nous parlons sont immensément...petites, de nouvelles unités doivent être définies en conséquence. C'est l'électron volt : énergie acquise par un électron sous une tension de 1 volt, d'accord, cela ne vous dit pas grand-chose certainement.
- ★ En unités plus courantes, le Joule (J), (vous connaissez 1 Joule = 0,24 cal, pas les calories de la diététique celles-là par abus de langage on les appellent calories mais ce sont en fait des Kilo calories)

- ★ Le soleil, immense réacteur nucléaire, produit son énorme énergie au cours d'une réaction de fusion nucléaire qui se déroule en trois étapes.
- ★ Elles impliquent toutes l'Hydrogène (en fait son noyau uniquement : le proton) et ses isotopes (isotope = même corps chimique mais avec plus ou moins de neutrons, donc stable ou instable suivant les cas).



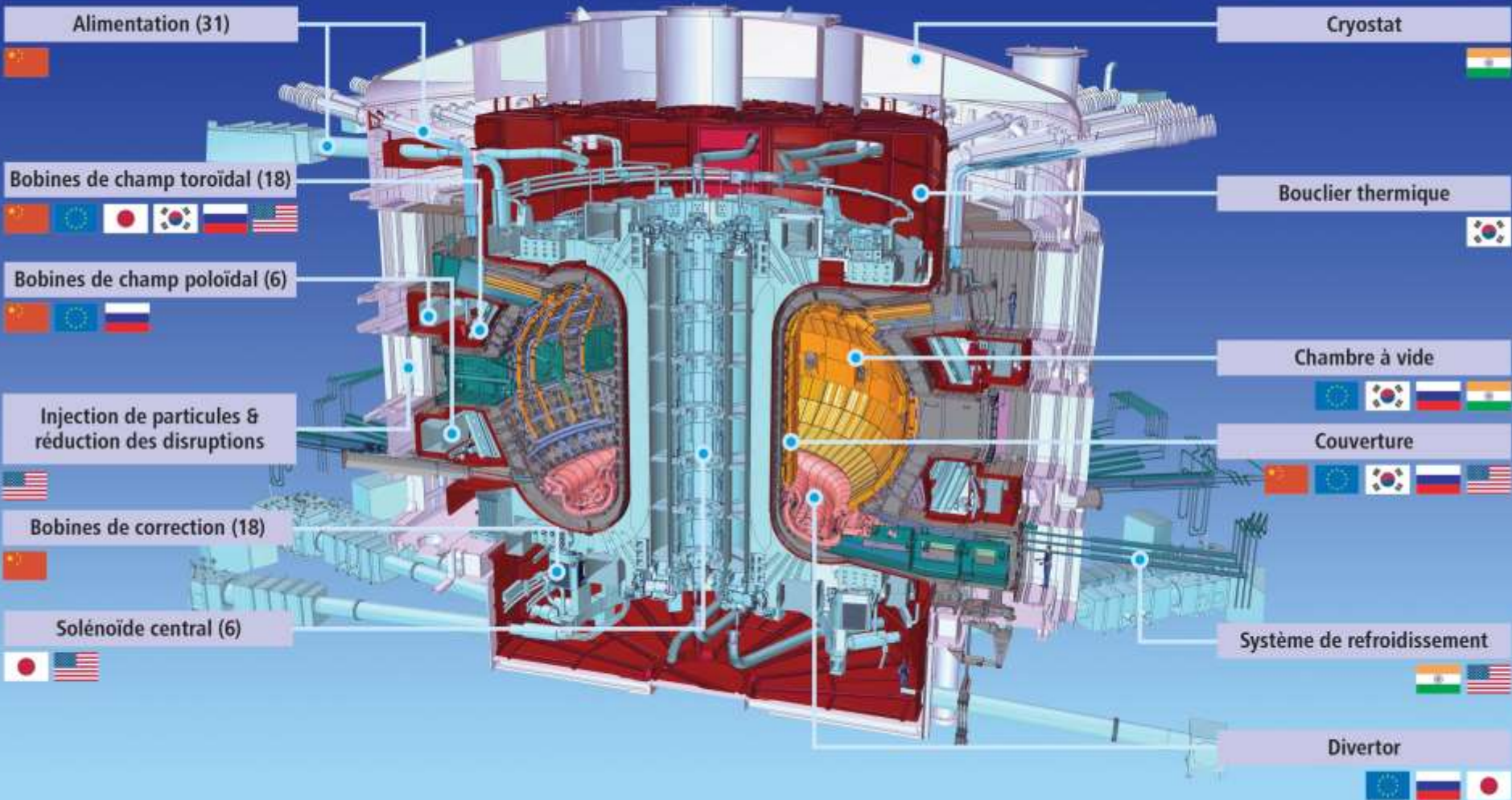
H et H donnent D
D et H donnent He3
He3 et He3
donnent He4 stable

Ces trois étapes se
résument en fait
plus simplement à
celle-ci :

4xH donnent He4
et de l'énergie

ET SUR TERRE ?

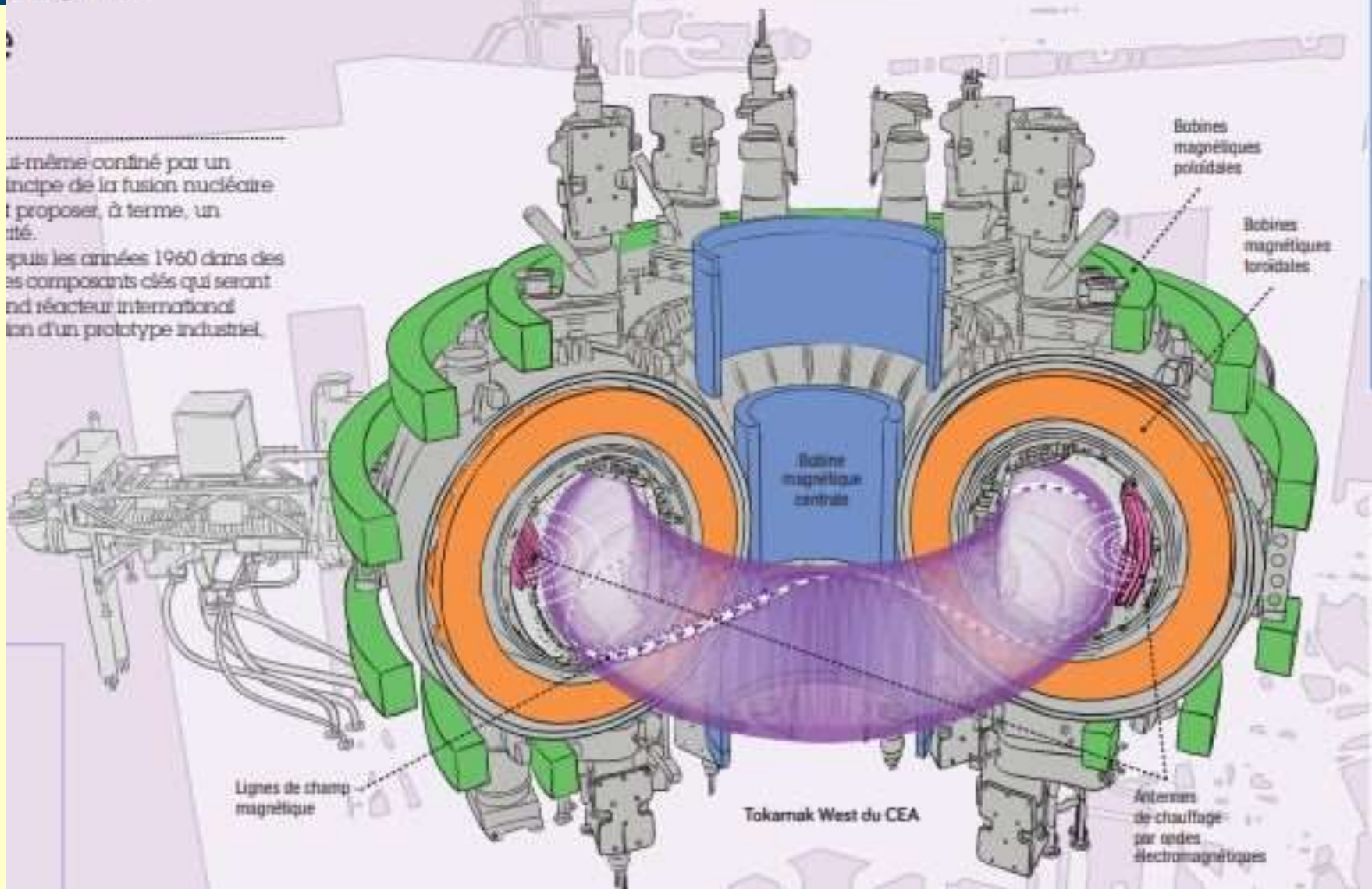
- ★ Pour faire choquer des particules : **accélérateur**
- ★ Mais il faut les chauffer d'abord : **plasma**
- ★ Il faut maintenant trouver du Deutérium et du Tritium, pour le Deutérium c'est facile, il y en a plein dans l'eau de mer. Pour le Tritium élément extrêmement rare Il faut donc le fabriquer artificiellement à partir du Lithium dans un réacteur nucléaire
- ★ Pratiquement comment faire le plasma :
- ★ Dans un **TOKAMAK**
- ★ Le but du Tokamak est de confiner (piéger) un plasma chaud (très chaud même) dans un champ magnétique le plus longtemps possible.

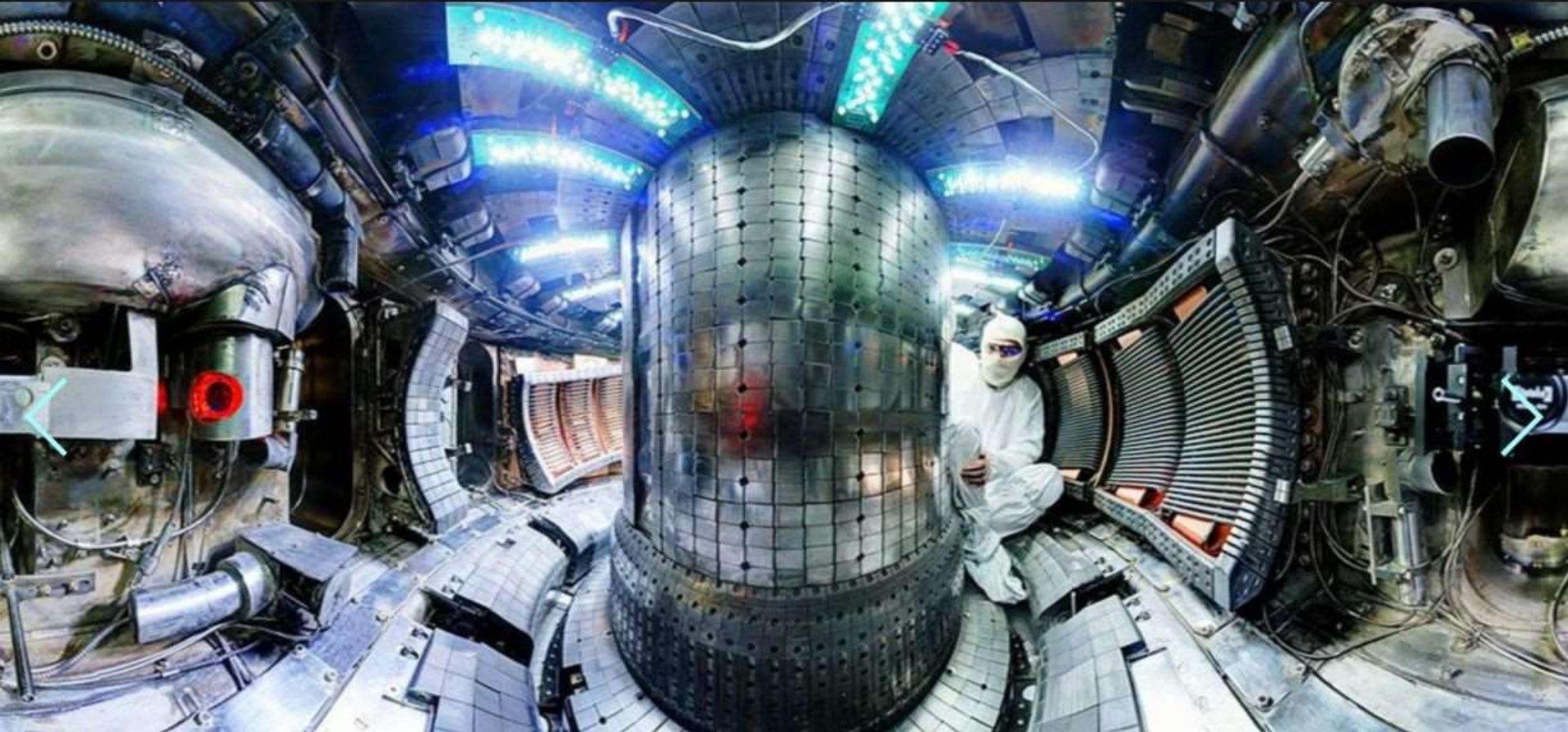


Tokamak d'ITER

ment

...même confiné par un
...ncipe de la fusion nucléaire
...t proposer, à terme, un
...ité.
...puis les années 1960 dans des
...es composants clés qui seront
...nd réacteur international
...ion d'un prototype industriel.





Tokamak du MIT

★ MAIS :

- ★ Seulement le Soleil et les étoiles sont extrêmement massives et la fusion est aidée par... **la gravité** !
- ★ Sur Terre, une telle aide n'est pas pensable, il faut la remplacer par une **température extrêmement plus importante** pour compenser, de plus elle doit rester constante pendant une longue durée.
- ★ Température : approx 100 millions de degrés!!

- * La Chine a battu, le 28 Mai 2021, le dernier record en maintenant dans leur Tokamak EAST (Experimental Advanced Superconducting Tokamak ou HT-7U) de l'Institut des Sciences de Hefei (province de Anhui, 400 km à l'Ouest de Shanghai), en maintenant un plasma à 120 millions de degrés Celsius pendant 101 secondes et 160 millions de °C pendant 20 secondes.
- * Les précédents records étaient soit chinois, soit coréens. On rappelle que le centre du Soleil n'est qu'à 15 millions de °C !
- * Photo : Chinese Academy of Science.



- ★ Et c'est un vrai défi que de maintenir une telle température sur une longue durée, mais c'est la clé de la fusion sur Terre. C'est ce que devrait essayer de résoudre ITER.
- ★ Si nous y arrivons, un Tokamak devrait produire plus d'énergie que ce qu'il consomme !
- ★ Mais on n'en est pas encore là !!!
- ★ Plus de 300 ingénieurs et techniciens se sont employés à faire fonctionner cette expérience : le Tokamak en forme de tore, les aimants énormes et les circuits de refroidissement et toute l'électronique associée.
- ★ C'est vraiment un exploit que nos amis Chinois ont accompli, encore un de plus !

À LIRE



- * Née au début du XXème siècle, la physique quantique décrit un monde bizarre, celui de l'infiniment petit, et ses effets à notre échelle sont encore mal compris.
- * Erwin Schrödinger en est une figure emblématique. Il a participé à presque toutes les étapes clé et son équation décrivant l'évolution dans le temps d'une particule, critiquée par Einstein qui pensait que Dieu ne joue pas aux dés, est devenue l'un des piliers de la mécanique quantique.
- * Prologue : un physicien iconoclaste.
- * La lumière et son double visage.
- * Sauts quantiques et fin des certitudes.
- * Tout n'est qu'onde de probabilités
- * La mesure quantique : vous venez de modifier ce livre.
- * Schrödinger et son chat : le cœur de la physique quantique.
- * Spin, perte d'identité et matière lumière.
- * Épilogue : Vertiges et promesses de la vie quantique.
- * 15,90 € biens employés !

À LIRE



- * **MAGIQUE COSMOS**
- * **Des quarks aux quasars, les secrets de l'univers**
- * Le Big Bang prouve-t-il l'existence de Dieu ? Dans quoi l'Univers se développe-t-il ? La Terre est-elle la seule planète abritant la vie ? Pourquoi le plus grand astronome de l'histoire a-t-il tué son élan de compagnie ? Saviez-vous qu'il neige du métal sur Vénus, qu'il y a des lacs souterrains sur Mars et des rivières de pétrole sur Titan ?
- * L'espace est l'objet le plus grand, le plus ancien, le plus chaud, le plus froid et le plus étrange qu'un humain puisse étudier. Dans Magique Cosmos, Tim James nous emmène faire un tour de l'univers connu (et inconnu), tout en débattant les dernières théories sur ce qui s'y passe réellement. Il nous fait découvrir la science de l'espace dans ce qu'elle a de plus étrange.
- * En nous guidant à travers la relativité d'Einstein, la mécanique quantique et la théorie des cordes, Magique Cosmos explore les recoins les plus déroutants de l'univers et s'attaque aux plus grands mystères auxquels nous sommes confrontés : de la vie extraterrestre au zodiaque ; des trous blancs aux trous de ver ; des quasars aux quarks.
- * Par Tim JAMES professeur de Physique Chimie (GB)
- * 19,90€



Cyril Tasse au MeerKAT

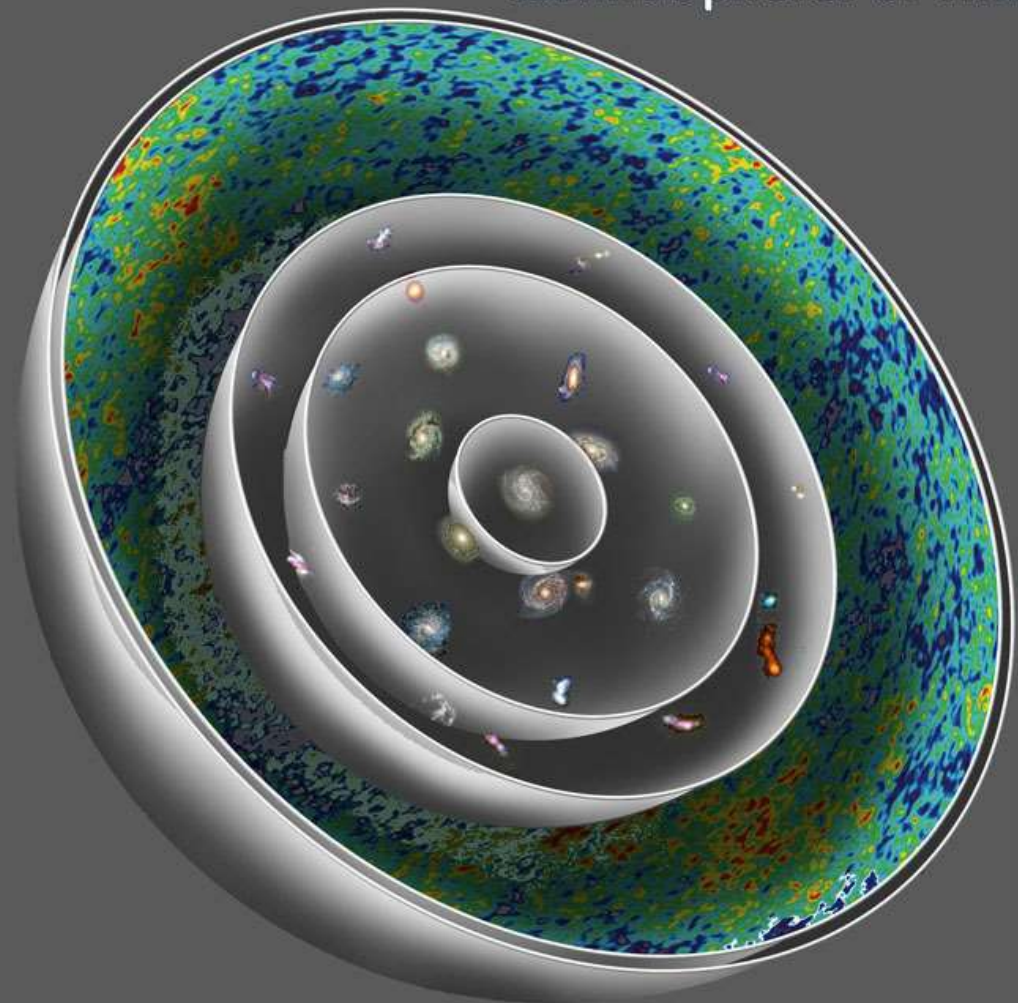
- * Cyril TASSE de l'Observatoire de Paris
- * Spécialiste de la Radioastronomie
- * « L'Univers profond dévoilé aux basses fréquences par les éclaireurs de SKA »
- * Résumé: SKA est un projet de très grand radiotélescope et quelques-uns de ses prototypes (LOFAR, MeerKAT, NenuFAR) sont déjà opérationnels. Leurs champs de vue et leurs sensibilités permettent de poser un regard neuf sur notre Univers. Je présenterais ces projets, ainsi que les résultats scientifiques les plus importants concernant la physique des trous noirs supermassifs, la dynamique de la structure à grande échelle, ou encore les interactions magnétiques entre certaines étoiles et leurs exoplanètes.

- ★ PROCHAINE RÉUNION COSMOLOGIE :
- ★ Samedi 11 Décembre 15 H : à définir
- ★ Merci de proposer des thèmes et conférenciers
- ★ Réunion au siège si les conditions l'autorisent
- ★ Nous essaierons de faire une transmission par Internet pour ceux qui nous suivent de province



MERCI DE VOTRE ATTENTION

Cosmic Spheres of Time



© 2006 Abrams and Primack, Inc.