



# SAF-Commission de COSMOLOGIE

## Réunion (à distance) du 23 Mai 2020

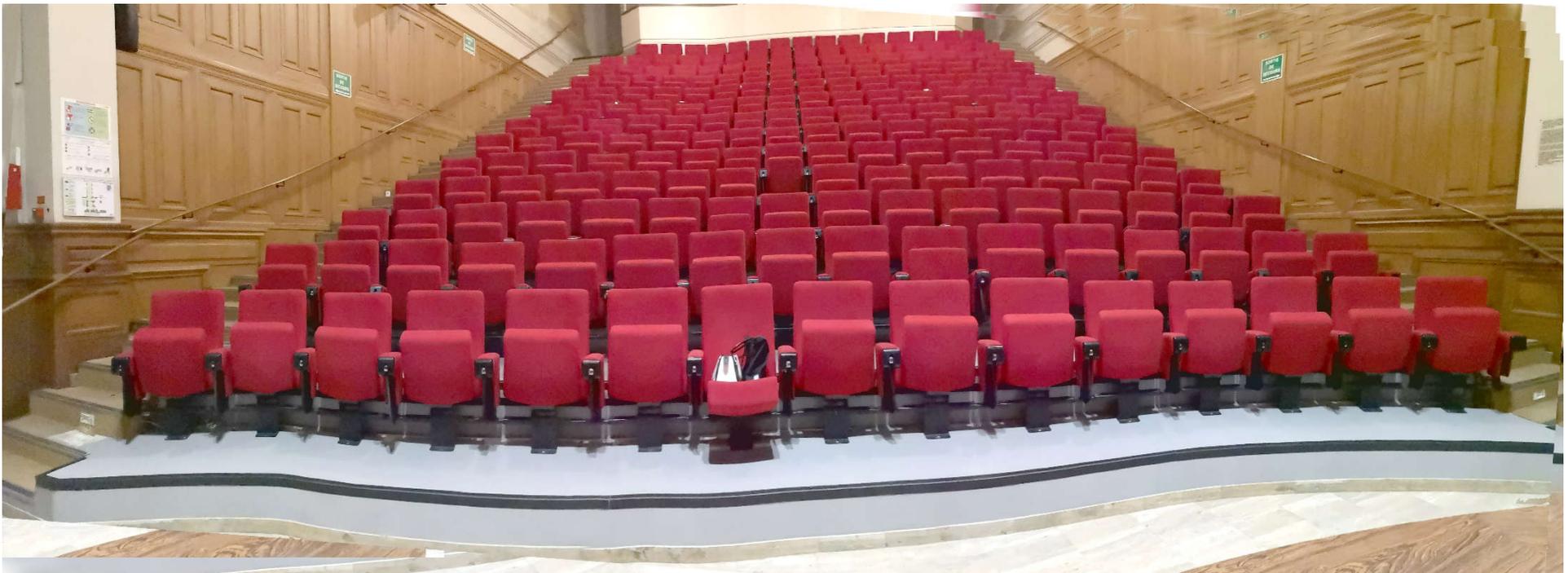
- ★ Nous reprenons les réunions de la commission
- ★ Je rappelle que les deux dernières réunions (Dec 2019 et Mars 2020) ont été annulées l'une à cause des grèves l'autre à cause du virus
- ★ Nous avons décidé de tenir cette commission cette fois-ci en visio à distance afin de reprendre nos activités tout doucement



# AMPHI ABBÉ GRÉGOIRE



- ✦ Quand reverrons nous notre amphi des conférences mensuelles??
- ✦ Peut être en septembre
- ✦ Voir date plus loin





# Le calendrier de la reprise

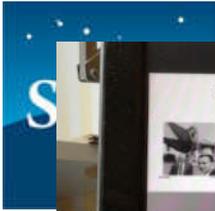


- ★ les Mercredi à 19H au CNAM amphitheâtre Grégoire :
- ★ 9 Septembre ;
- ★ 14 Octobre ;
- ★ 4 Novembre (le 11 nov est férié!) ;
- ★ 9 Décembre ;
- ★ 13 Janvier 2021 ;
- ★ 10 Février ;
- ★ 10 Mars ;
- ★ 14 Avril ;
- ★ 12 Mai et
- ★ 9 Juin.



# EN ATTENDANT

- ★ Nous avons organisé des vidéos conférences
- ★ Un test avec N Biver
- ★ H Dole
- ★ S Collin Zahn
- ★ S Antier
- ★ Et Thierry Lasserre à venir sur les neutrinos  
le 10 juin à 19H



Hervé Do

Jean-Pierre

### Quelques faux pas récents de l'Astronomie

par Suzy Collin-Zahn,  
Directeur de recherche honoraire  
LUTH, Observatoire de Paris-PSL

Séminaire d'histoire des sciences,  
SAF, 13 mai 2020



SAF

## BIENVENUE AUX VISIO-CONFÉRENCES

planet astronomy

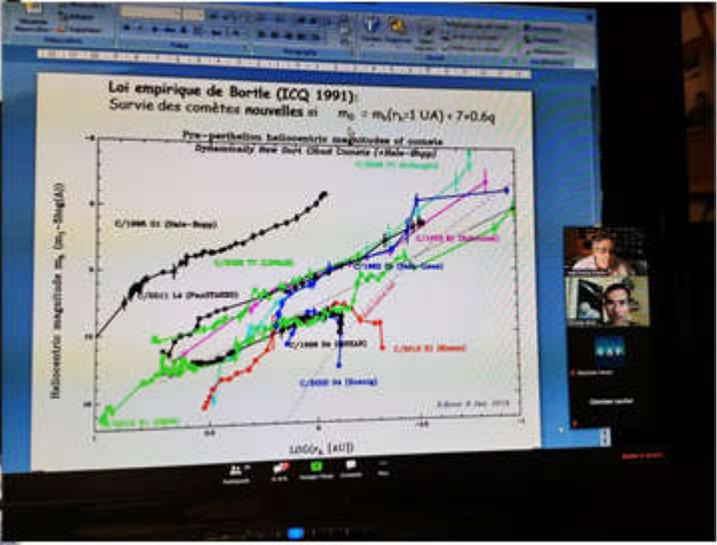
VERS

LA FR

Société Astronomique de France Conférences

Jean-Pierre Martin

Suzy Collin-Zahn





# LES AUTRES CONFÉRENCES



# LE MONDE D'AVANT





# LA DERNIÈRES CONF SAF



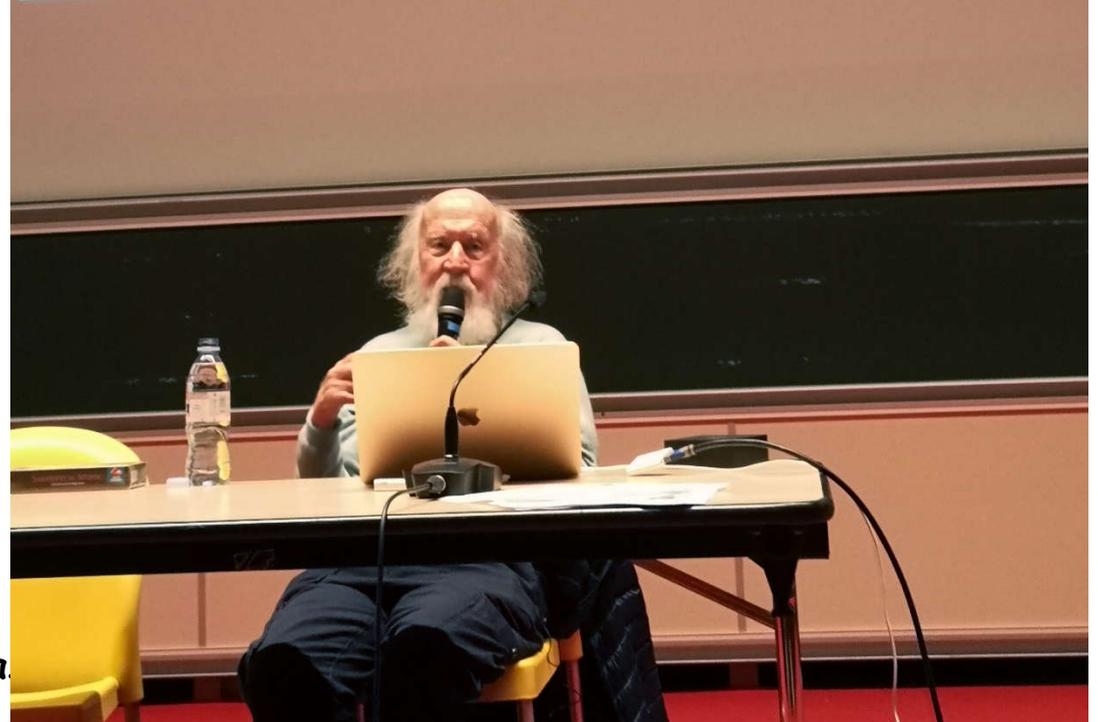
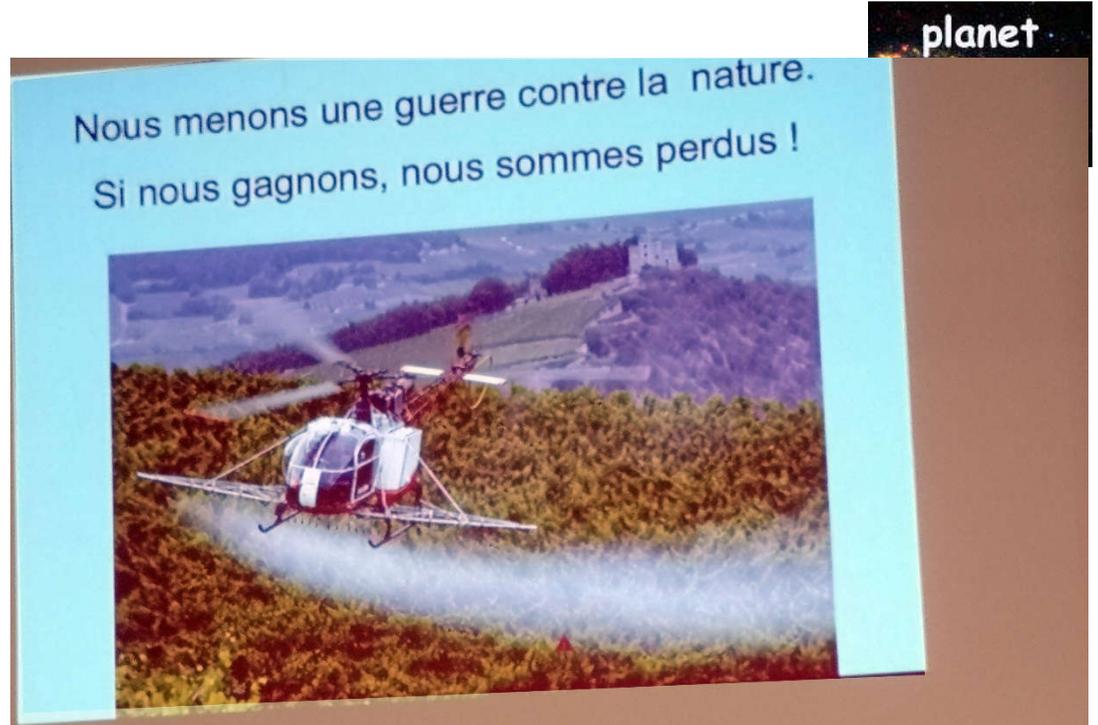
- ★ La Société astronomique de France (SAF) a remis le 2 décembre 2019 son prestigieux prix international d'astronomie, le Prix Jules-Janssen, à Monsieur Hubert Reeves pour l'ensemble de ses travaux scientifiques et pour son œuvre de vulgarisation.





Une standing ovation bien méritée!!





planet

eta





# LA DERNIÈRE CONFÉRENCE MENSUELLE SAF (12 Fev 2020!)







- ★ 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.



# La dernière réunion Cosmo



ARTIN

Cosmologie et Multivers  
CR SUR :  
<http://www.planetastronomy.com/special/2020-special/12oct/CosmoSaf-Multivers.htm>

[www.planetastronomy.com](http://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](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".~~

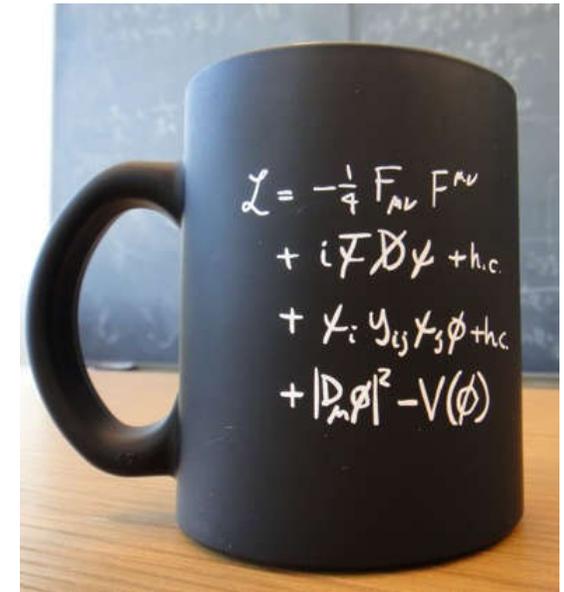




# COURS DE MATH POUR LA COSMOLOGIE



- \* un mercredi sur deux de 18H00 à 20H00 au siège par S. Mihajlovic :
- \* Premier cours mercredi 30 sept 2020;
- \* Octobre: mercredi 07/10
- \* Novembre: les mercredi 18/11 et 25/11
- \* Décembre: les mercredi 02/12 et 16/12
- \* Janvier: les mercredi 06/01 et 20/01
- \* Février: mercredi 03/02
- \* Mars: les mercredi 03/03, 17/03 et 31/03
- \* Avril: mercredi 07/04
- \* Mai: les mercredi 05/05, 19/05 et 26/05
- \* Juin: les mercredi 02/06, 16/06 et 23/06.



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



# LES ACTUALITÉS

- ★ Hubble, déjà 30 ans!
- ★ DESI : 5000 yeux pour l'énergie noire !
- ★ La forme de l'Univers
- ★ Ne dites plus jamais Big Bang.....
- ★ Neutrinos : Hyperkamiokande et T2K
- ★ Le CEA en ligne



# HUBBLE : 30 ANS DÉJÀ



- ★ Peu de gens le savent, mais c'est **Lyman Spitzer** (dont le nom sera donné plus tard à un télescope IR en hommage), un génial astrophysicien américain, qui le premier eut l'idée dans l'immédiat après-guerre de proposer de mettre un télescope en orbite terrestre pour s'affranchir des problèmes dus à l'atmosphère.
- ★ En effet, la seule information que l'on reçoit des objets que l'on observe, c'est leur lumière, et celle-ci perd une partie de ses informations en traversant notre atmosphère, en fait on ne perçoit que la partie visible du spectre, donc, ce que l'on peut voir du ciel à partir de la Terre n'est qu'une toute petite partie de l'immense palette des longueurs d'onde disponibles.
- ★ Il faut donc **aller dans l'espace** pour profiter de toutes les longueurs d'onde.

**AVANTAGES :**

- Plus de turbulences atmosphériques et indépendant de la météo
- On accède à toutes les longueurs d'onde (gamma, X et UV et les IR absorbés par l'atmosphère)
- On évite la diffusion due à l'atmosphère terrestre, permettant de voir des objets ténus
- Peut travailler 24h par jour

**DÉSAVANTAGES :**

- Ne peut pas être trop grand (place dans la fusée) donc limitation du miroir collecteur (exception JWST le télescope Origami !)
- Cher à lancer et entretenir (sauvetage de Hubble!)
- Environnement spatial dur (vide, froid)
- Ré-entrée dans l'atmosphère dangereuse



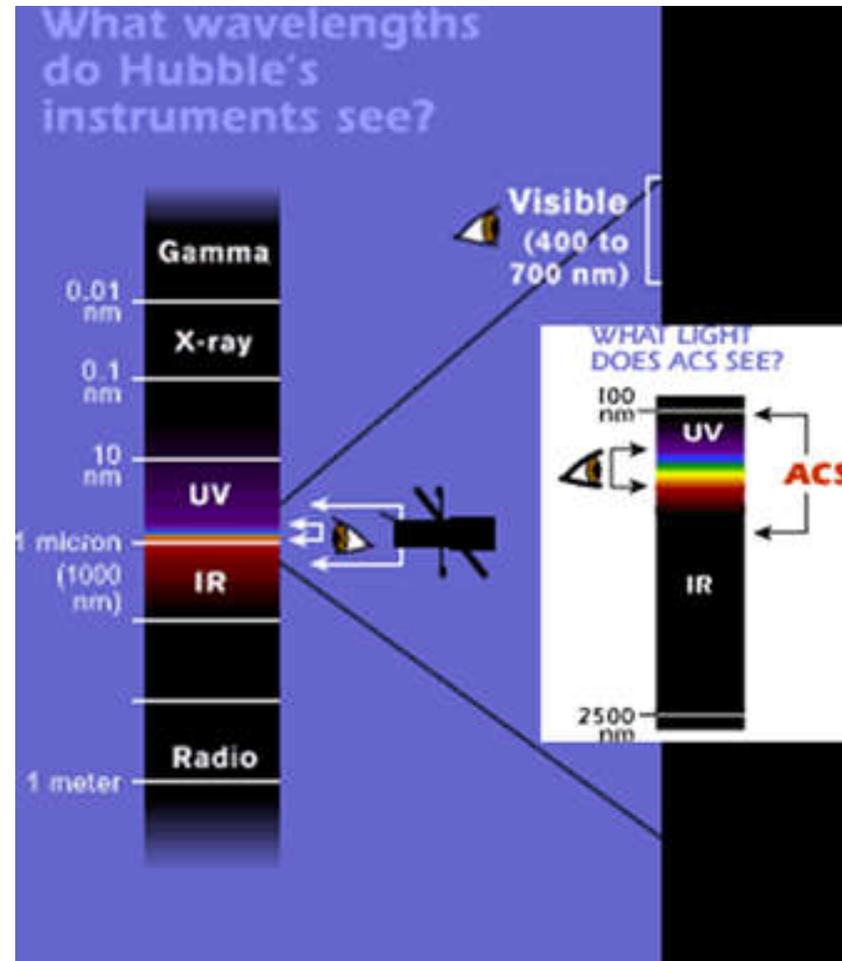
\* Décision est prise de construire un télescope spatial en ...1962 on le nommera Hubble en l'honneur du célèbre astronome, mais les fonds ne furent alloués qu'en 1977 et le lancement fut retardé par l'accident de Challenger en 1986, le départ eut lieu seulement le 24 Avril 1990 avec la navette Discovery (Mission STS-31)



- \* Ce télescope était un vrai défi technologique à l'époque. C'est un gros tube de la taille d'un autobus ; 13m de long, 4,3m de diamètre et pesant 11 tonnes. Il possède un miroir principal de 2,4m et est équipé de divers instruments photographiques et spectrométriques. Il y a près de 400.000 pièces différentes à bord et plusieurs dizaines de km de câbles.
- \* Le cadre est en graphite époxy, un matériau composite qui résiste aux grandes variations de température, car 16 fois par jour le télescope est soumis à une variation de température de 270°C entre jour et nuit. Hubble est revêtu de plaques isothermes chauffantes limitant cette variation à ....1°C!
- \* Il orbite à 600 km au-dessus de nos têtes. (200 km plus haut que l'ISS)
- \* L'atmosphère ne faisant plus filtre, il permet aussi de voir dans le proche Infra-Rouge et dans l'Ultra-Violet. Des panneaux solaires immenses fournissent l'énergie nécessaire. Un revêtement spécial le protège de la chaleur et du froid.
- \* Après sa première réparation, Hubble est parfait et il pénètre jusqu'à des galaxies qui se sont formées seulement 1 milliard d'années après le Big Bang !
- \* (Ne pas oublier : voir loin c'est voir dans le passé, un télescope est une machine à remonter le temps !!!).

# LES IMAGES DE HUBBLE

- \* Les images originales sont toujours en N et B (CCD)
- \* On fait passer la lumière par des filtres couleurs pour donner une info supplémentaire
- \* Les couleurs comme outils d'explication
- \* Hubble voit un peu plus que le « visible »







# HUBBLE EST LE MEILLEUR AMBASSADEUR DE L'ASTRONOMIE AUPRÈS DU PUBLIC



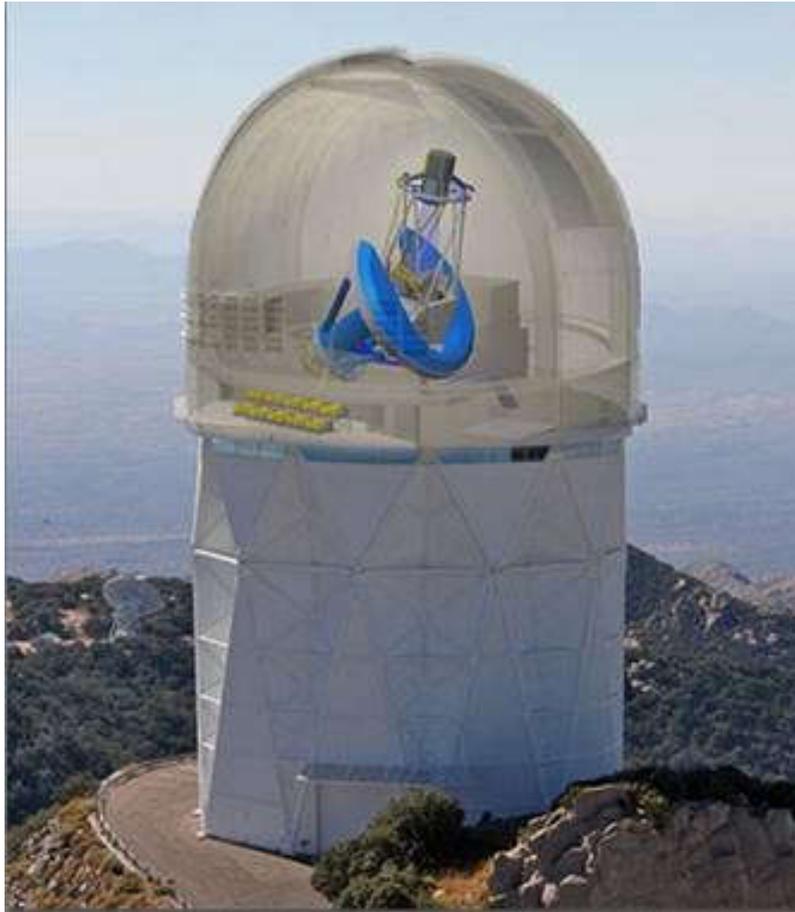
- \* Hubble a pris près de quelques millions de photos et étudié plus de 50.000 objets célestes, il a effectué plus de 200.000 révolutions, ses observations ont procuré des dizaines de Terabytes ( $10^{12}$ ) de données.
- \* Hubble a changé complètement notre vision de l'espace et c'est en cela qu'il est unique et qu'il rentrera dans les livres d'histoire





# DESI : 5000 YEUX POUR L'ÉNERGIE NOIRE !

- \* « Première lumière » pour l'instrument spectroscopique pour l'énergie noire, Desi (**Dark Energy Spectroscopic Instrument**) : son installation étant presque terminée, le nouvel instrument commence ses derniers essais avant d'entamer début 2020 et pour cinq ans une gigantesque cartographie du ciel.
- \* Cet instrument international, pour lequel le CEA, le CNRS, Aix-Marseille Université et la société Winlight System scrutera le ciel pour chercher à comprendre les effets de l'énergie noire.
- \* La collaboration internationale Desi est pilotée par le Lawrence Berkeley National Laboratory (Berkeley Lab) du Department of Energy américain. Elle rassemble, près de 500 chercheurs de 75 institutions dans 13 pays.
- \* La conception des spectrographes est le fruit d'une collaboration entre le Berkeley Lab, le CEA, le CNRS, ainsi que l'entreprise française Winlight System, spécialisée dans l'optique de précision.

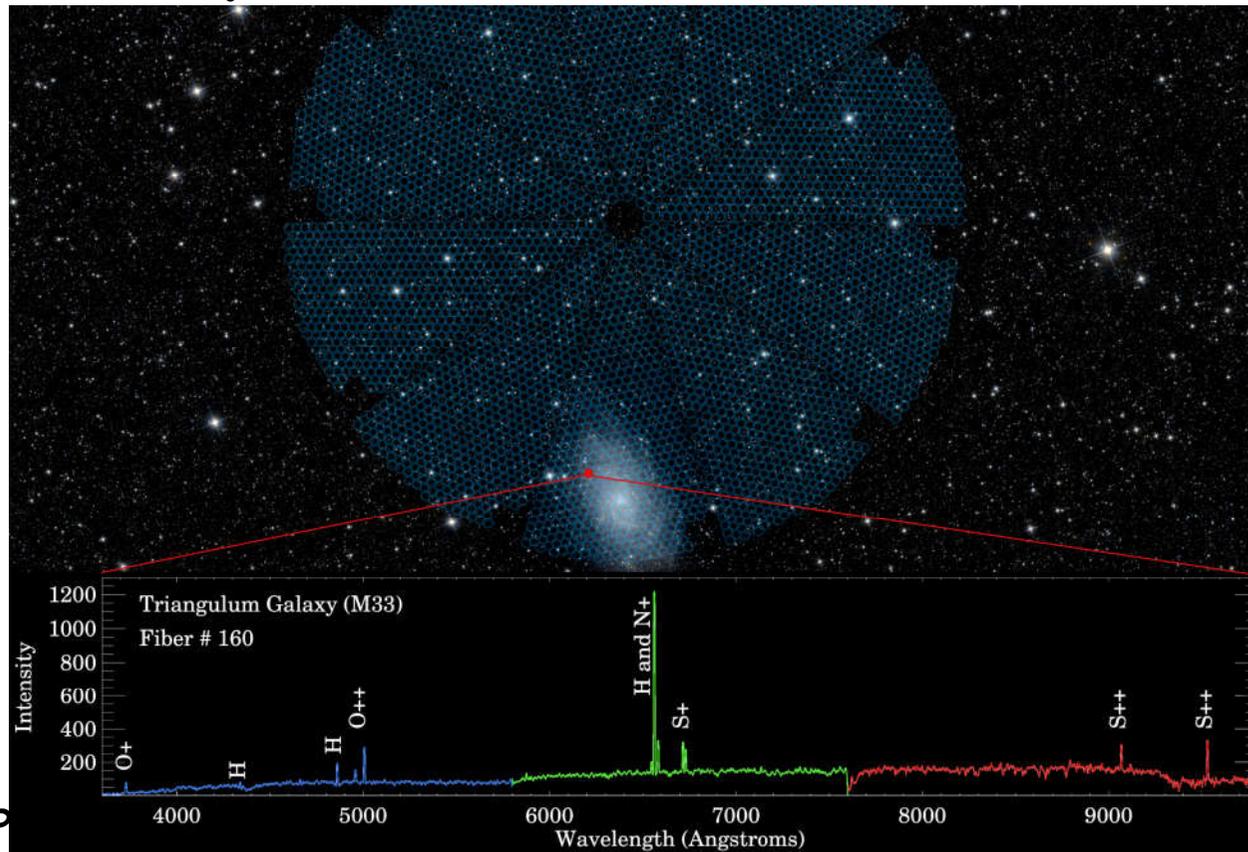


- ★ L'Instrument Desi, installé sur le télescope Mayall (Kitt Peak, Arizona), a activé, pour la première fois, son réseau de 5 000 'yeux' à fibres optiques sur le ciel nocturne pour capturer sa 'première lumière'.
- ★ Ce jalon marque le début de la campagne de caractérisation finale de l'instrument avant le démarrage des observations scientifiques, prévue pour cinq ans, à partir de début 2020.
- ★ Vue d'artiste montrant l'instrument Desi monté sur le télescope de 4 mètres Mayall à l'observatoire national Kitt Peak en Arizona.

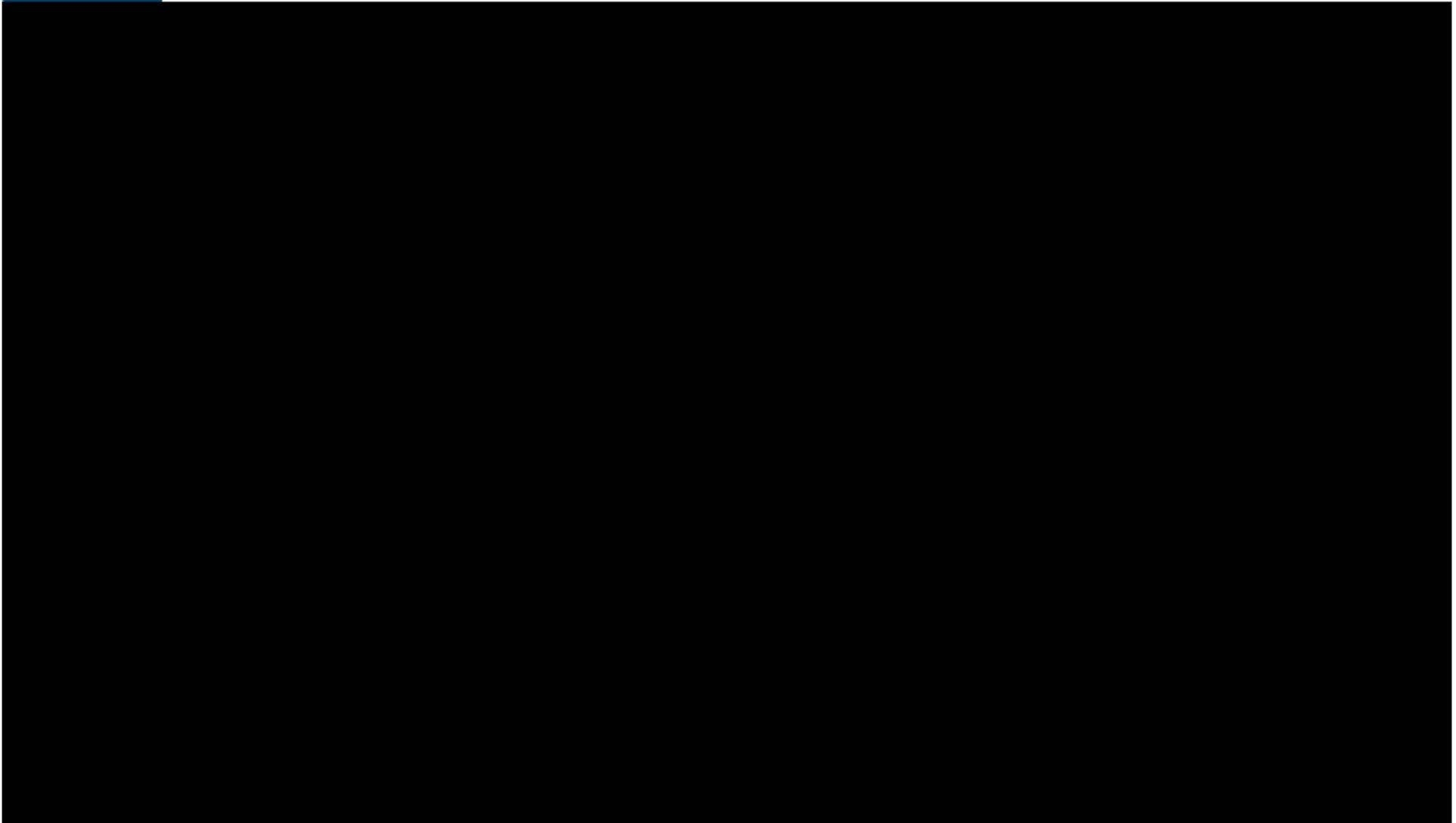
Équipé de 5000 petits robots disposant chacun d'une fibre optique, Desi est en mesure de pointer automatiquement vers une liste précise de galaxies et de quasars préalablement sélectionnés pour en détecter la lumière et ainsi mesurer leur distance à la Terre. © LBL



- \* La lumière recueillie dans une petite région de la galaxie du Triangle (en bas) par une seule fibre optique est décomposée en un spectre (en bas) qui révèle les empreintes des éléments chimiques présents dans la galaxie et permet de mesurer la distance de la Terre à la galaxie. Le spectre représenté ici a été recueilli par Desi le 22 octobre 2019.
- \* L'instrument enregistrera le spectre dans l'ultra-violet, le visible et l'infrarouge de 5000 objets à la fois. Il est conçu pour pointer automatiquement vers une liste précise de galaxies et de quasars préalablement sélectionnés. Il en détectera la lumière et la décomposera en multiples longueurs d'ondes dans le but de mesurer la distance de ces objets à la Terre.



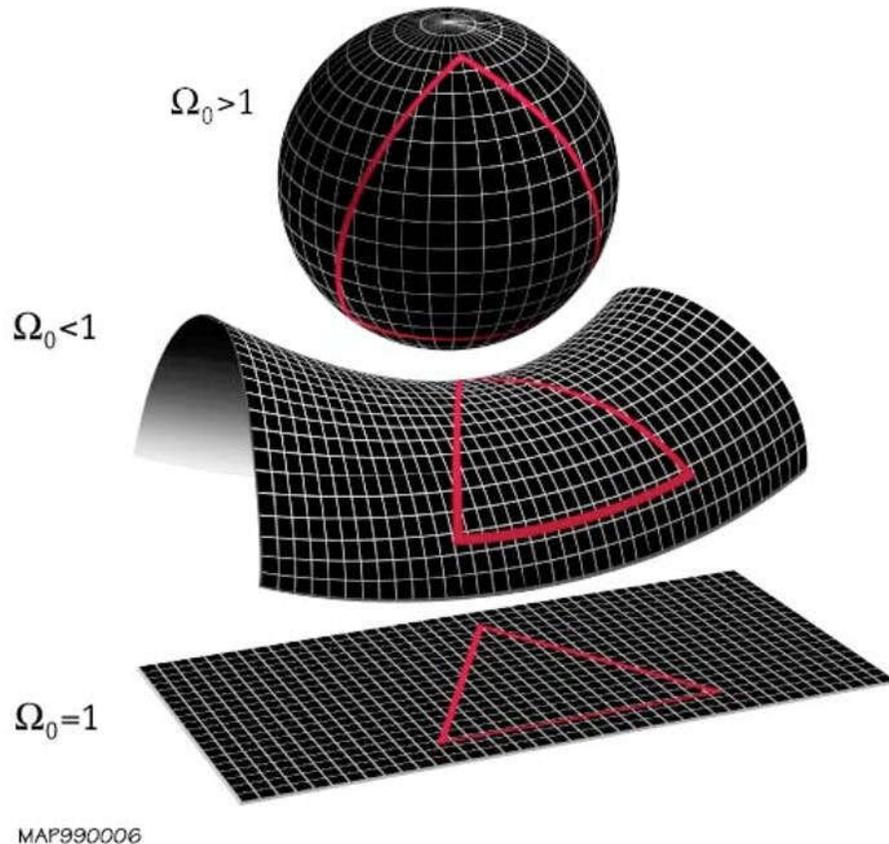
- ★ Près de 38 millions d'objets célestes analysés
- ★ Desi est conçu pour mesurer le spectre de 5 000 objets célestes toutes les 20 minutes, soit cinq fois plus d'objets et deux fois plus vite que les meilleurs instruments existants.
- ★ En cinq ans, Desi devrait ainsi cartographier la position et la distance de 35 millions de galaxies et de 2,4 millions de quasars sur un tiers du ciel. Avec Desi, les chercheurs disposeront des cartes en trois dimensions les plus détaillées de l'Univers.
- ★ Lever enfin le mystère de la fameuse énergie noire ?
- ★ Desi permettra aux chercheurs d'interroger l'évolution de l'Univers. Les mesures de distance des objets observés seront confrontées aux prédictions du Modèle standard de la cosmologie. Celui-ci suppose l'existence d'une composante inconnue et jamais directement observée que les chercheurs appellent 'énergie noire'. Cette énergie serait responsable de l'accélération, depuis cinq milliards d'années, de l'expansion de l'Univers.





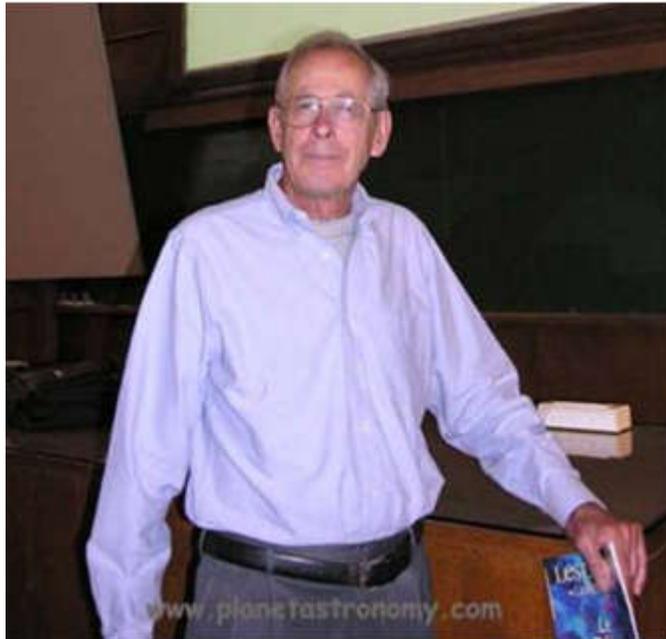
# FORME DE L'UNIVERS

- ★ Des scientifiques de l'Université de la Sapienza (signifie science ou sagesse en français) près de Rome, menés par Alessandro Melchiorri, ont montré d'après les observations, que **notre Univers serait sphérique** et non pas plat comme on le pensait.
- ★ En effet, d'après eux, il y a beaucoup plus d'effets de lentille gravitationnelle que ce qui est attendu.
- ★ Étude parue dans [Newscientist](https://www.newscientist.com/article/2222159-cosmological-crisis-we-dont-know-if-the-universe-is-round-or-flat/) (gratuit)  
<https://www.newscientist.com/article/2222159-cosmological-crisis-we-dont-know-if-the-universe-is-round-or-flat/>
- ★ Tous les autres relevés de Planck, semblent indiquer au contraire que l'Univers serait plat.
- ★ Évidemment la difficulté du problème, vient qu'il faut déterminer la forme de l'Univers alors que l'on est justement dedans !



- ★ Les trois formes possibles de l'Univers (de haut en bas) :
- **Courbure spatiale positive** (sphère par ex, somme des angles d'un triangle  $>180^\circ$ ) des parallèles pourraient se rencontrer
- **Courbure négative** (selle de cheval par exemple somme des angles d'un triangle  $<180^\circ$ ) des parallèles pourraient diverger l'une de l'autre et
- **Espace plat** (euclidien, somme des angles d'un triangle =  $180^\circ$ ) des parallèles ne peuvent pas se rencontrer.

- \* Ces dernières études semblent indiquer avec une forte probabilité que notre Univers serait fermé, et donc sphérique.
- \* Cela serait dû à une quantité plus importante de matière noire et d'énergie noire, qui courberait l'espace plus que prévu.
- \* Rendant ainsi la densité (masse/énergie) de l'Univers supérieure à l'énergie critique, que l'on pensait valoir 1 (plat).
- \* Prudence quand même.
- \* Si ces annonces se révèlent exactes, cela va avoir des conséquences sur les théories cosmologiques actuelles, de nouvelles devront être élaborées pour tenir compte de ce fait.
- \* De nouvelles études devront être menées, notamment à partir du nouveau télescope chilien, **Simons Observatory**, situé à 5200 m d'altitude, en cours de construction. Il est spécialisé sur les signaux en provenance du fin fond de l'Univers et sera capable d'étudier les effets de lentille gravitationnelle lointains.



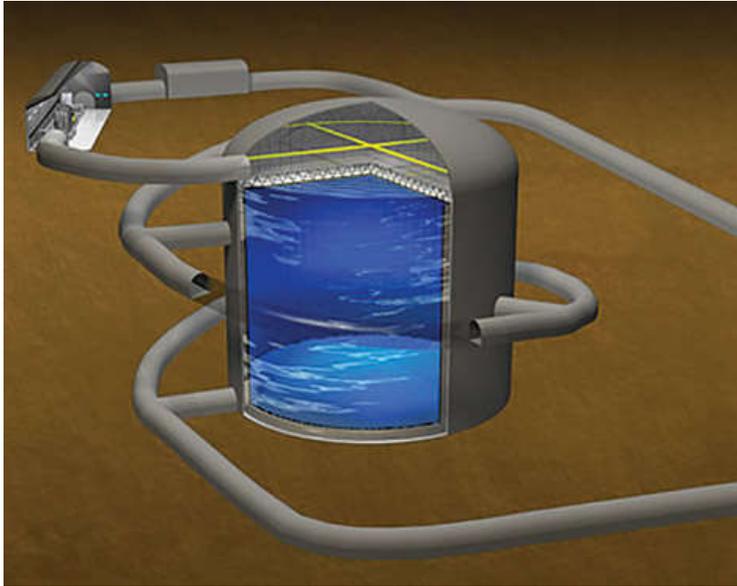
- ★ Jim Peebles, Prix Nobel de physique 2019, est un des pères de ce que l'on a appelé la théorie du Big Bang, et le terme Big Bang le gêne.
- ★ Il clame à tous vents qu'il ne faut pas dire Big Bang (moi personnellement quand je parle de cet évènement je dis toujours, attention, **ce n'était pas Big (l'Univers était microscopique) et il n'y avait pas de Bang (pas d'air donc pas de support pour le son) !**). En effet ce terme semble indiquer qu'il existe un endroit où cela se soit produit, or on ne le sait pas.
- ★ Ce n'est pas le début de l'Univers, car on a très peu d'information sur ce point original, nos connaissances ne démarrent vraiment que quelques instants après cet évènement.
- ★ Même s'il utilise le terme BB, cela ne le satisfait pas.
- ★ Bref ne dite plus jamais Big Bang, mais comme moi vous n'y arriverez pas !



# NEUTRINOS : LE PROJET HYPER-KAMIOKANDE EST EN ROUTE !



- ★ Le Japon, vient d'autoriser la construction du plus grand détecteur à neutrinos du monde, l'Hyper-Kamiokande.
- ★ Il devrait être le digne successeur de la lignée des détecteurs Kamiokande.
- ★ 3 générations de détecteurs Kamiokande :
  - ★ · Kamiokande (1983-1996) 3000 tonnes d'eau
  - ★ · Super-Kamiokande (1996-maintenant) 50.000 tonnes d'eau
  - ★ · Hyper-Kamiokande (à partir de 2026) 250.000 tonnes d'eau !!!
- ★ C'est un projet à 600 millions de \$ dont les  $\frac{3}{4}$  devraient être supportés par le Japon, le reste par une douzaine d'autres pays.
- ★ Il devrait être construit proche des installations précédentes (à 8 km de la mine de Kamioka) mais pas trop pour que la construction ne les perturbe pas.
- ★ La construction devrait démarrer en Avril 2020, pour des débuts d'expérimentation en 2026.

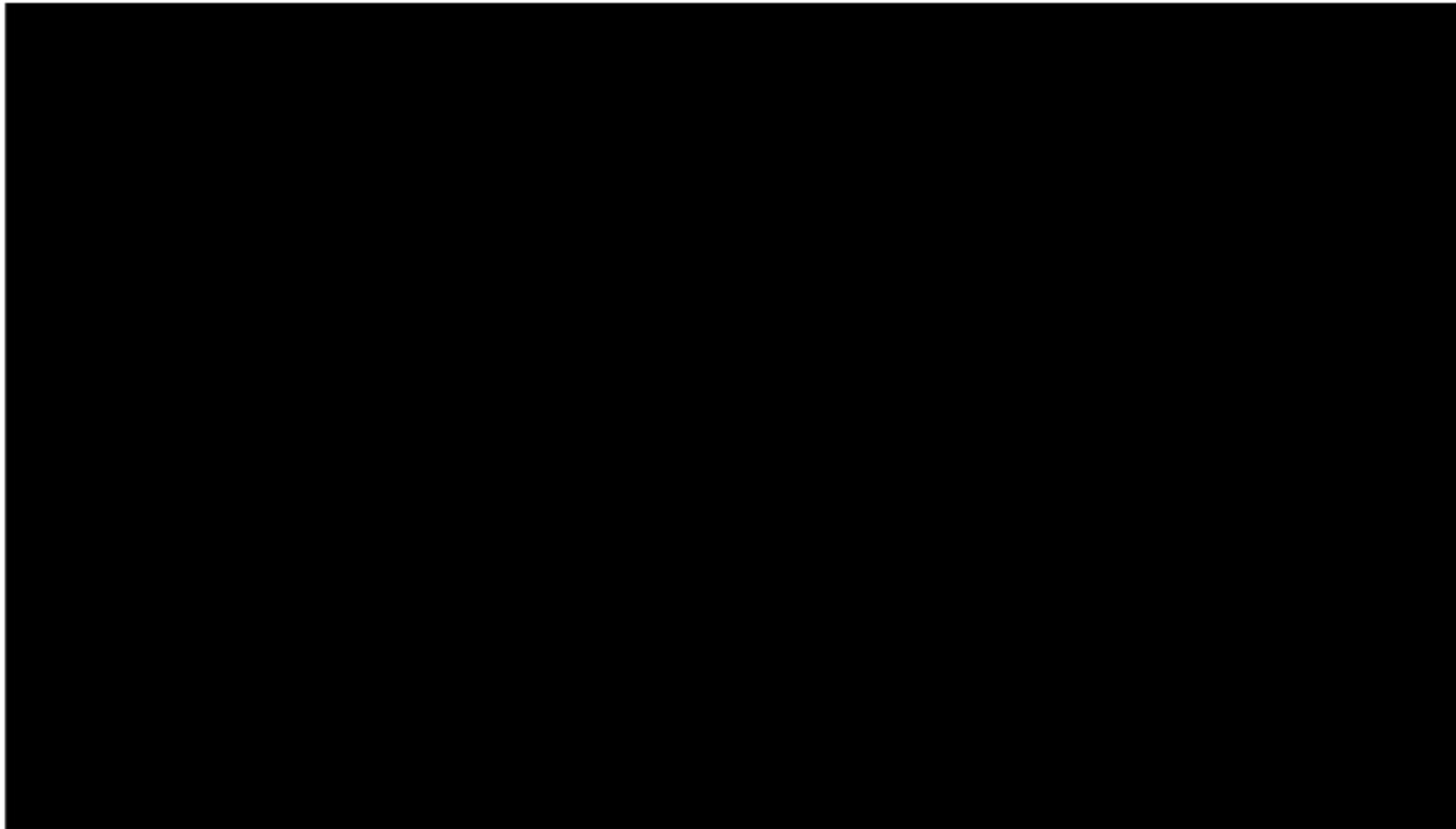


- ★ Ce sera comme la plupart des détecteurs à neutrinos, une grande cuve de 68 m de diamètre et de 71 m de profondeur, on pourrait y faire tenir Notre Dame de Paris !
- ★ Au fond d'une mine de 650 m de profondeur.
- ★ Cette cuve contiendra 260.000 tonnes d'eau ultra pure, et cet énorme volume devrait permettre la détection d'un beaucoup plus grand nombre de neutrinos que ses prédécesseurs.
- ★ Illustration : crédit Hyper-k collaboration

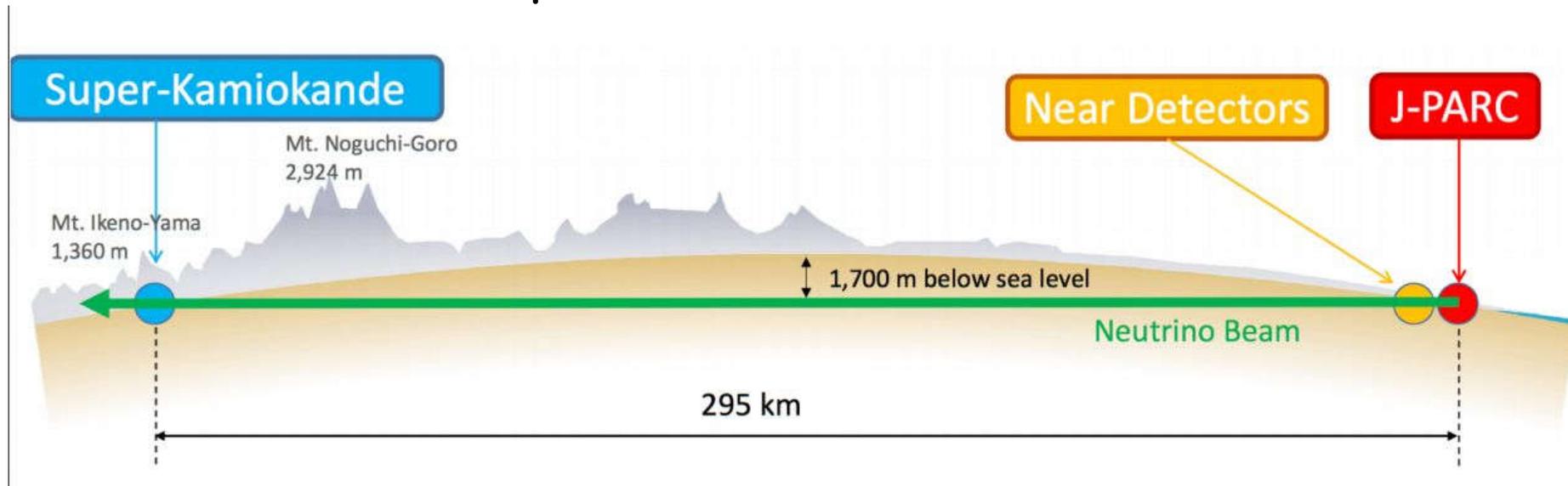
- ★ On espère ainsi mettre au jour :
  - ★ · Les neutrinos solaires,
  - ★ · Les neutrinos en provenance des super novae
  - ★ · L'oscillation des neutrinos et l'angle  $\theta_{2,3}$
  - ★ · Des violations de symétrie CP
  - ★ · Les différences neutrinos/antineutrinos
  - ★ · Et surtout : la possible désintégration spontanée du proton, le plus grand défi de cette expérience, car elle n'a jamais été observée.
- ★ Principe de détection classique :
- ★ Les (ou plutôt le !) neutrinos pourront très rarement entrer en collision avec un atome de l'eau du réservoir



- ★ Une belle vidéo de la collaboration Hyper-K expliquant le projet :
- ★ <https://youtu.be/JFOE3D2z7LM>



- ★ Étude de l'oscillation des neutrinos entre Tokai et Kamioka au Japon



- ★ Cette étude vient de mettre au jour une différence de comportement entre le neutrino et l'antineutrino.
- ★ Nous en saurons plus certainement le 10 Juin avec Th Lasserre lors de sa conférence visio

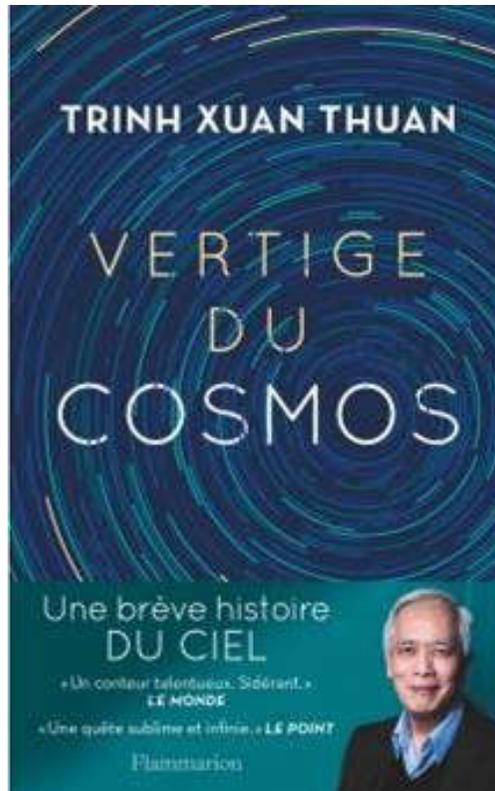


# LE CEA MET EN LIGNE



- \* Tous les mois une vidéo relativement simple sur la physique, la Relativité Générale et la MQ :
- \* <http://www.cea.fr/presse/Pages/actualites-communiques/institutionnel/equations-clefs-physique.aspx>
- \* Episode 1 :  $E=mc^2$  /diffusion le 30 janvier 2020
- \* Episode 2 : la loi de la chute des corps / diffusion le 27 février
- \* Episode 3 : équation fondamentale de la dynamique / diffusion le 27 mars
- \* Episode 4 : les équations de la gravitation / diffusion le 30 avril
- \* Episode 5 : l'équation de Boltzmann / diffusion le 28 mai
- \* Episode 6 : les équations de Maxwell / diffusion le 25 juin
- \* Episode 7 : les équations de Navier-Stokes / diffusion le 27 août
- \* Episode 8 : l'équation de Schrödinger / diffusion le 24 septembre
- \* Episode 9 : l'incertitude de Heisenberg / diffusion le 29 octobre
- \* Episode 10 : l'équation de Dirac / diffusion le 27 novembre
- \* Episode 11 : le modèle standard / diffusion le 17 décembre

# À LIRE



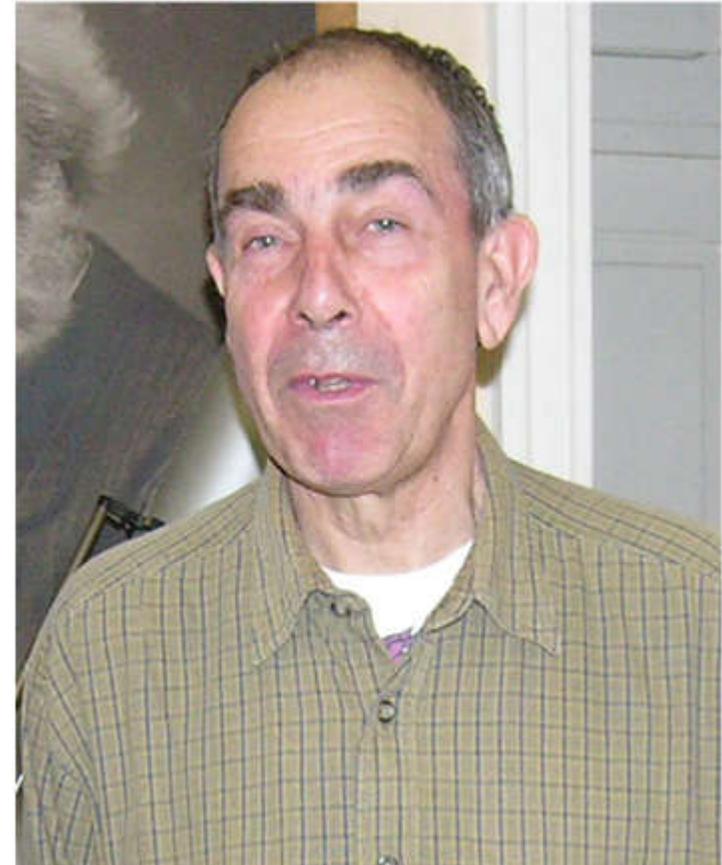
- ★ Qui ne connaît pas Trinh Xuan Thuan (TXT), né à Hanoi et qui a fait ses études au Lycée français de Saigon.
- ★ Il poursuit ses études en astrophysiques au CalTech et à Princeton.
- ★ Professeur à l'Université de Virginie et membre de l'IAP.
- ★ Il a écrit de nombreux ouvrages scientifiques et de vulgarisation.
- ★ Sa philosophie bouddhiste transparait souvent dans ses ouvrages.
- ★ Voici un de ses derniers ouvrages.



- ★ PROCHAINE RÉUNION COSMOLOGIE :
- ★ Samedi 26 Septembre 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
- ★ Pour info :
- ★ PROCHAINE RÉUNION PLANÉTOLOGIE :
- ★ Samedi 6 Juin 15H à distance
- ★ Sujet : le JWST

# AUJOURD'HUI

- ★ C'est Jacques Fric, le Vice Président de notre commission qui présente le sujet qui avait déjà été deux fois reporté.
- ★  $E=mc^2$  ou l'énergie des étoiles





# L'observatoire de Jaipur Inde



# MERCI DE VOTRE ATTENTION

Cosmic Spheres of Time

