

SAF-Commission de COSMOLOGIE

Réunion du 10 Décembre 2022

- ★ Notre ami **Xavier Colas de la Noue**, membre de la SAF et actif participant aux conférences et à la commission de cosmologie, nous a quitté il y a quelques jours suite à une longue maladie. On savait qu'il se battait depuis de nombreuses années, mais la maladie a été la plus tenace et l'a emporté.
- ★ Il a rendu son dernier souffle au milieu de sa famille et de ses proches.
- ★ La SAF et notamment les collègues de la commission de cosmologie présentent leurs tristes condoléances à sa famille.
- ★ Comme le disait il y a quelques jours Christian Larcher, Xavier nous manquera, nous ne le verrons plus poser la première question lors des différentes conférences auxquelles il assistait ; ses questions étaient toujours pertinentes, prouvant non seulement son immense culture scientifique mais aussi qu'il était toujours bien vivant malgré le pronostic pessimiste des médecins qui le soignaient...
- ★ **Salut l'ami et bonjour aux étoiles !**





- ★ Cocorico, la France est très fière, enfin, Alain Aspect (Université Paris Saclay, Institut d'optique), un pionnier dans le domaine de l'intrication quantique a reçu le Prix Nobel de Physique conjointement avec ses collègues Anton Zeilinger (Autriche) et John Clauser (USA)
- ★ Photo : JC Bercu pour planetastronomy.com.
- ★ Cette intrication quantique est liée à ce qu'Albert Einstein appréciait beaucoup : des expériences de pensées, celle-ci notamment où il espérait contrer la mécanique quantique, ce que l'on appellera le paradoxe EPR (Einstein Podolsky Rosen).
- ★ Je ne peux pas tout expliquer dans ces colonnes, mais on consultera les références ci-dessous qui en parlent longuement.

- ✳ Pour ceux qui sont intéressés par le sujet de l'intrication quantique et plus particulièrement par la MQ, j'ai trouvé une excellente série documentaire (BBC of course!) sur le sujet par le professeur Jim Al Khalili (vidéos en anglais)
- ✳ The Mind Bending Story Of Quantum Physics (Part 1/2) | Spark
<https://youtu.be/ISdBAf-ysIO>
(à la 33eme minutes explication intrication entanglement en anglais)
- ✳ Does Our Reality Actually Exist? | Exploring The World Of Quantum Physics (Part 2 of 2) | Spark
<https://youtu.be/q4ONRJ1kTdA>
- ✳ voir aussi Jim Al-Khalili: Quantum Mechanics Could Help Us Understand the Question of Life
- ✳ <https://youtu.be/kk-fHeoJmCY>

La dernière réunion Cosmo : a eu lieu au siège et en vidéo!

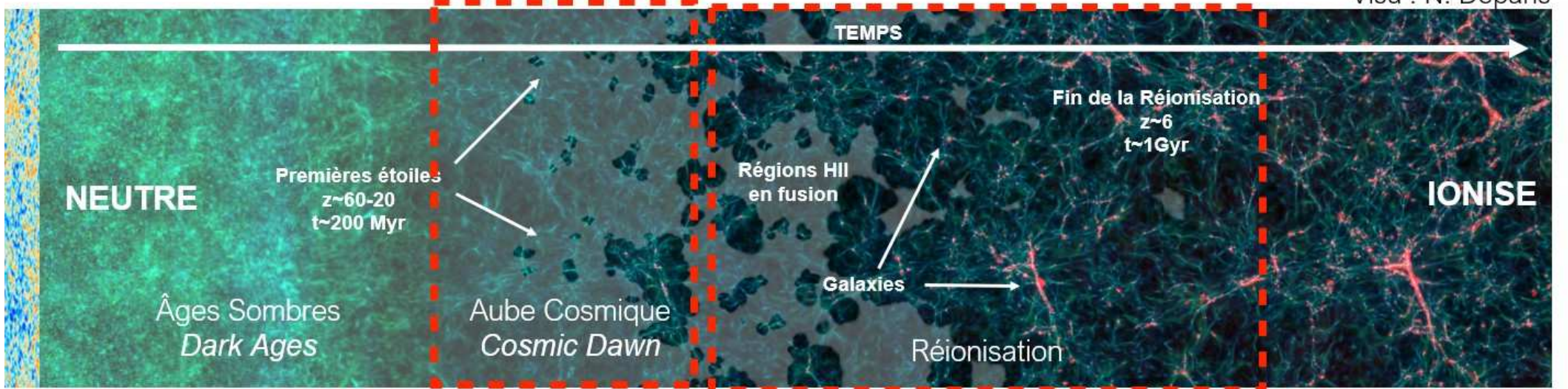


- ★ CONFÉRENCE de Dominique AUBERT
- ★ De l'Observatoire de Strasbourg
- ★ 22 dans la salle 20 sur zoom
- ★ LE 1^{er} Octobre 2022
- ★ « L'AUBE COSMIQUE ET LA RÉIONISATION »
- ★ CR sur :
<https://www.planetastronomy.com/special/2023-special/01oct/cosmo-saf-reionis.html>



Une transition dans l'Univers Jeune ($60 > z > 6$)

Visu : N. Deparis



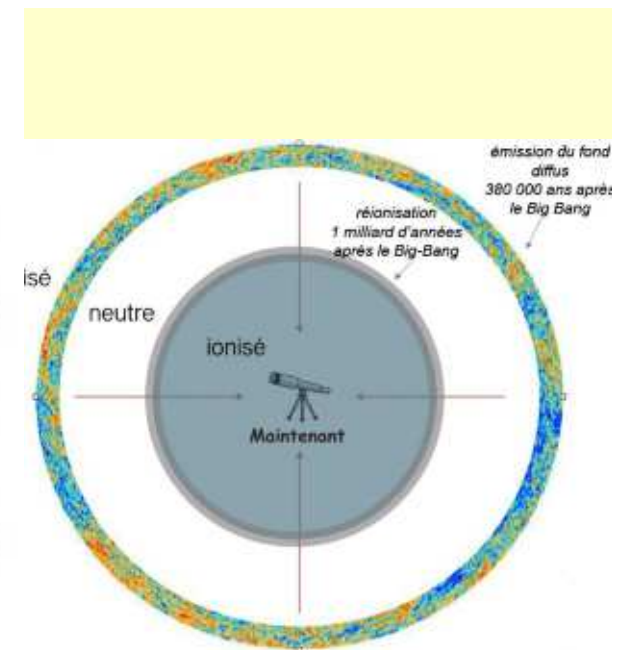
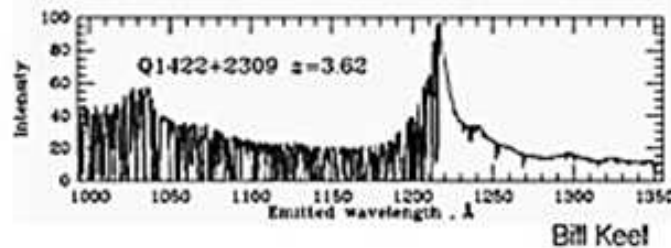
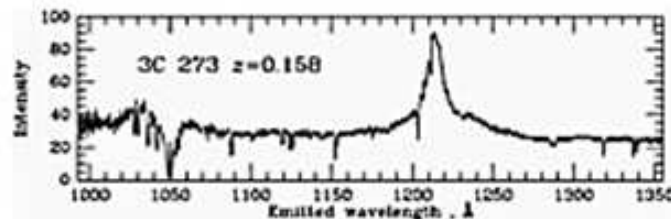
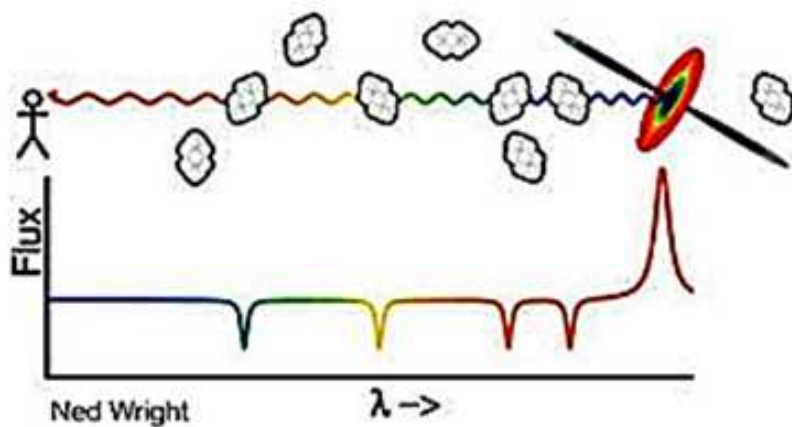
Fond Diffus Cosmologique

$t \sim 200$ Millions d'années

$t \sim 1$ milliard d'années

Aujourd'hui $t \sim 13.8$ milliards d'années

Le gaz diffus : Forêt Lyman-Alpha du milieu intergalactique



CONFÉRENCES SAF :

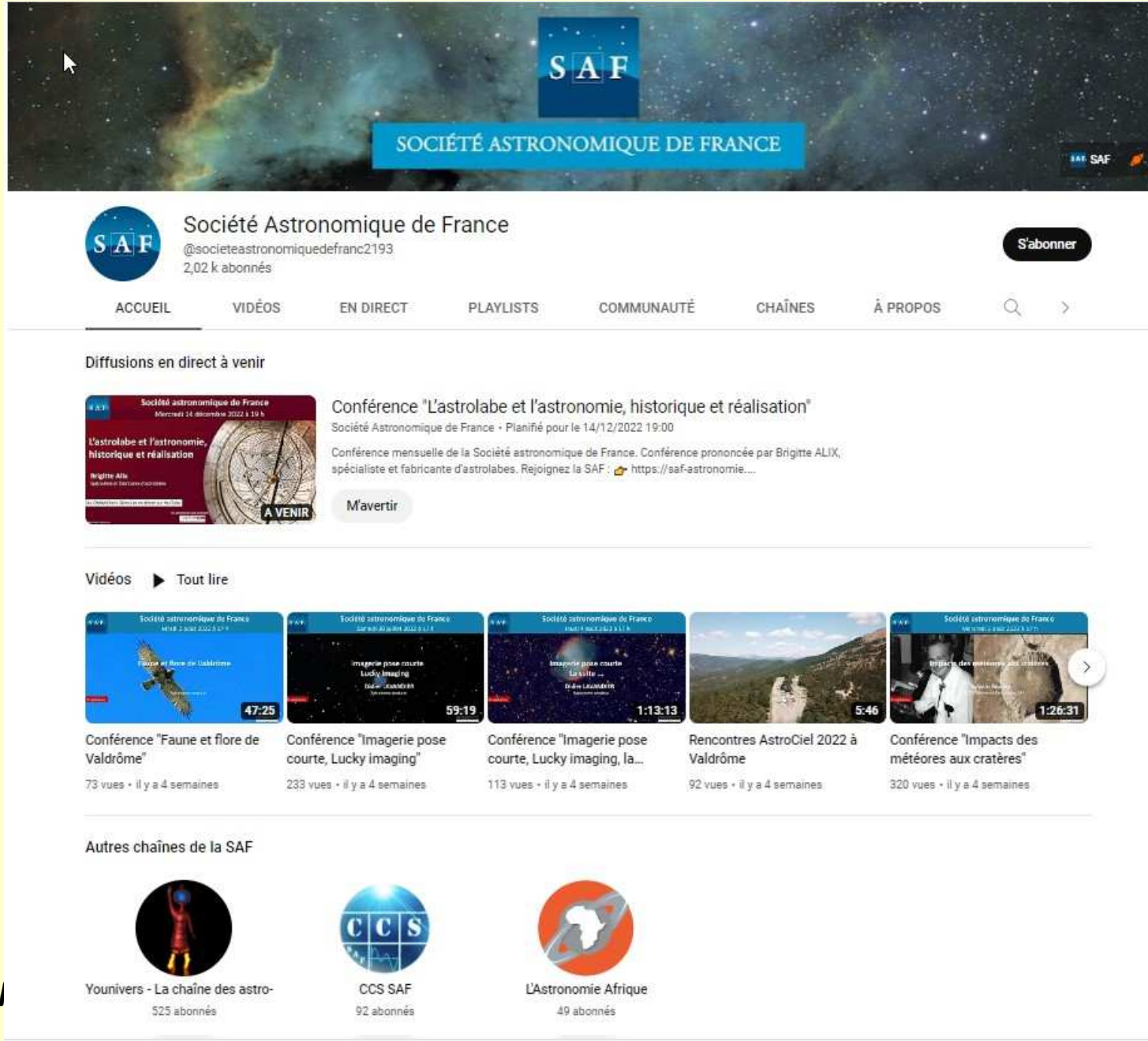
DÉBUT DE SAISON

Mercredi 14 Dec 19H au CNAM	Brigitte Alix spécialiste vieux instruments et astrolabes	L'Astrolabe et l'Astronomie, historique et réalisation <i>Réservation à partir du 10 Nov</i>	
Mercr. 11 Janv 2023 19H au CNAM	Jean Pierre MARTIN Physicien, Président Comm Cosmologie SAF	La nouvelle conquête lunaire : SLS, Artemis, Orion, Starship Gateway.... <i>Réservation à partir du 15 Dec</i>	
Mercredi 8 Février 19H au CNAM	Françoise Combes astrophysicienne Observatoire de Paris	Les galaxies primordiales avec le télescope James Webb <i>Réservation à partir du 12 Janv</i>	
Mercredi 8 Mars 19H au CNAM	Jean-Marc Bonnet-Bidaud astrophysicien CEA (exceptionnellement Amphi JB Say)	Histoire critique du Big Bang <i>Réservation à partir du 8 Fev</i>	
Mercredi 12 Avril 19H au CNAM	Thierry Legault astrophotographe	Astrophotographie et Astronomie (titre provisoire) <i>Réservation à partir du 9 Mars</i>	
Mercredi 10 Mai 19H au CNAM	recherche en cours		
Mercredi 14 Juin 19H au CNAM	Audrey Coutens astrophysicienne IRAP	La chimie de la région des formations d'étoiles <i>Réservation à partir du 11 Mai</i>	

BIENVENUE AUX CONFÉRENCES MENSUELLES DE LA SAF SAISON 2022/2023

- ★ Bonsoir à tous, nous espérons que vous êtes prêts pour la nouvelle saison de conférences.
- ★ On se donne beaucoup de mal pour vous proposer des conférences intéressantes et variées, mais nous sommes ouverts aussi à vos propositions, contactez :
conf.saf@planetastronomy.com

Ces conférences sont ouvertes à tous, vous pouvez suivre en DIRECT la conférence sur la canal YouTube SAF dédié : <https://www.youtube.com/channel/UCD6H5uqytjb0FM9CGLUnOXw/featured>



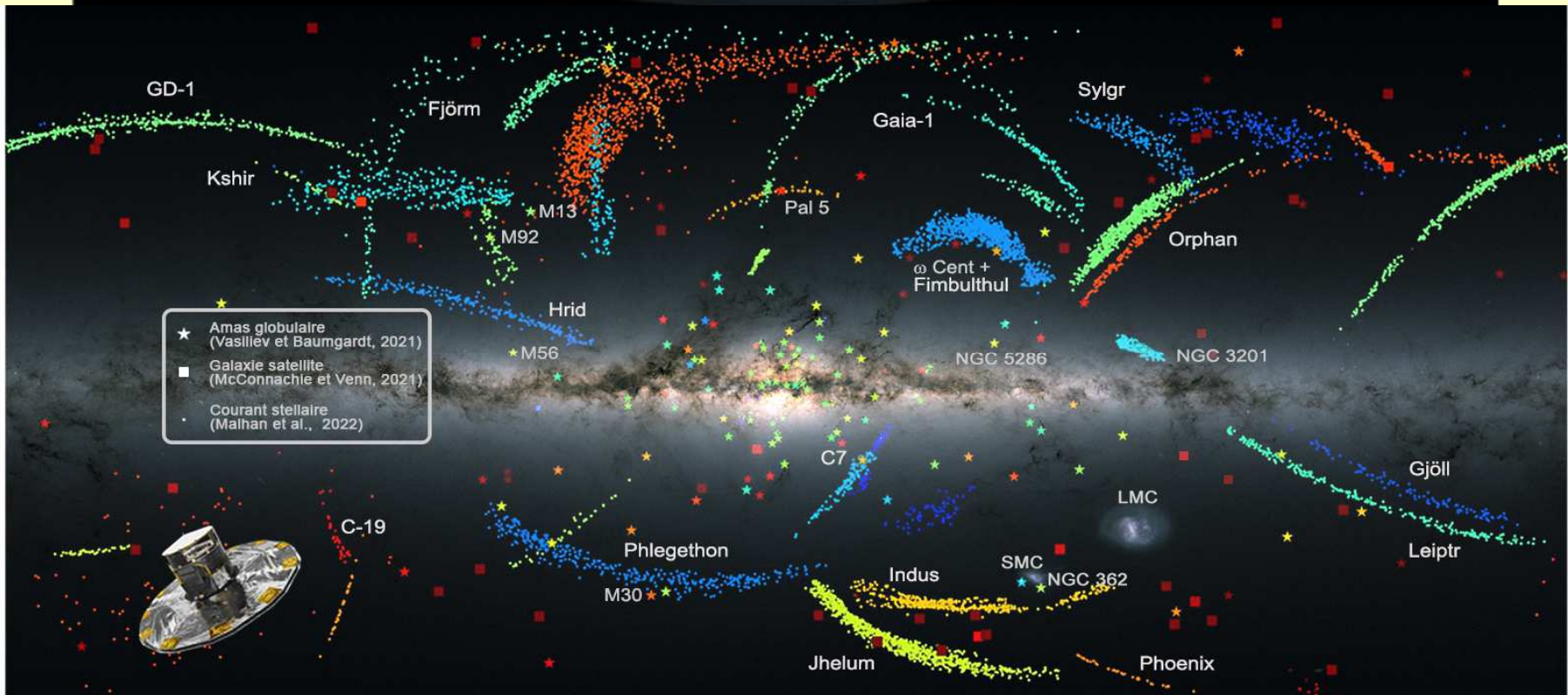
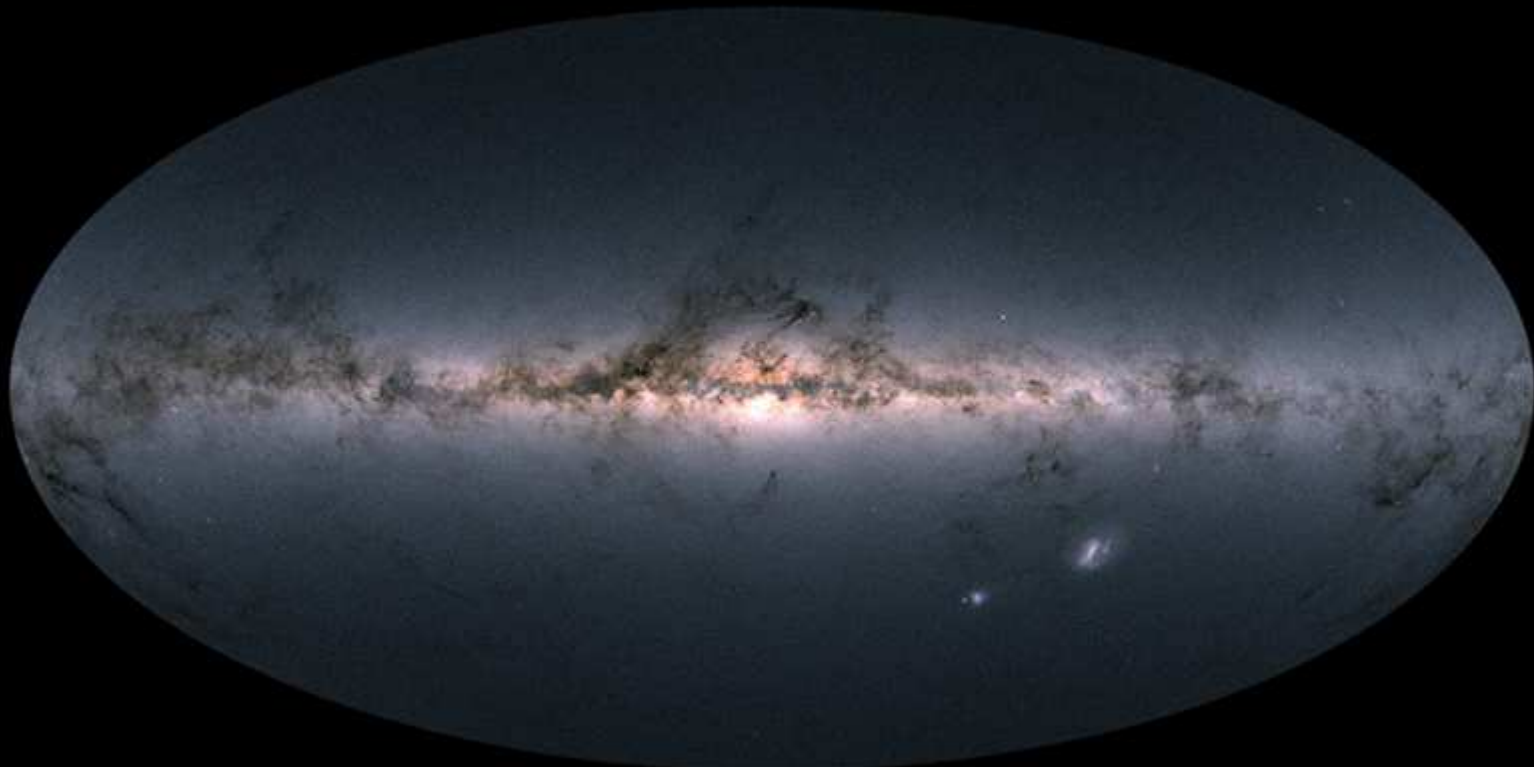
La dernière conférence SAF



CONFÉRENCE SAF 9 NOV 2022
GAIA ET LA GALAXIE AVEC P. DI MATTEO

COMPTE RENDU À :

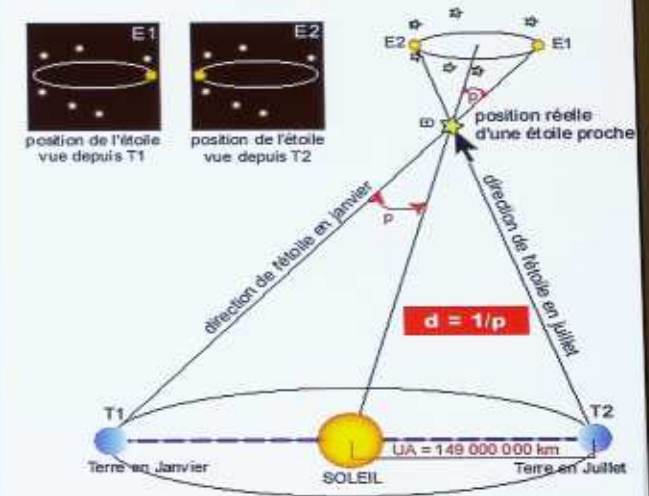
<https://www.planetastronomy.com/special/2023-special/09nov/Gaia-SAF-PdM.html>



COMMENT RECONSTRUIRE LA POSITION ET LE MOUVEMENT D'UNE ÉTOILE DANS NOTRE GALAXIE ?

Pour cela, nous avons besoin de connaître :

1. sa position angulaire sur la sphère céleste,
2. sa parallaxe, c-a-d l'angle qui mesure le déplacement de la position apparente de l'étoile dû au changement de position de l'observateur

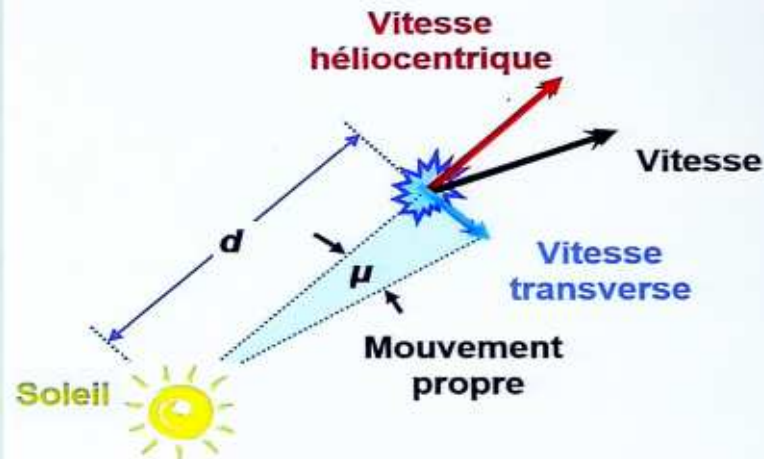


© Société d'Astronomie de Rennes

COMMENT RECONSTRUIRE LA POSITION ET LE MOUVEMENT D'UNE ÉTOILE DANS NOTRE GALAXIE ?

Pour cela, nous avons besoin de connaître :

1. sa position angulaire sur la sphère céleste,
2. sa parallaxe, c-a-d l'angle qui mesure le déplacement de la position apparente de l'étoile dû au changement de position de l'observateur
3. ses mouvements propres, c-a-d les mouvements apparents de l'étoile sur la sphère céleste
4. sa vitesse héliocentrique, c-a-d la vitesse de l'étoile mesurée dans la direction de la ligne de visée



● Conférence de la SAF

L'ASTROLABE ET L'ASTRONOMIE, HISTORIQUE ET RÉALISATION

Mercredi 14 décembre à 19h
Amphithéâtre Abbé-Grégoire



Brigitte Alix,
spécialiste et fabricante
d'astrolabes

- ★ Nous recevrons le 14 Décembre
- ★ **Brigitte ALIX**
- ★ Spécialiste vieux instruments et astrolabes
- ★ L'ASTROLABE ET L'ASTRONOMIE HISTORIQUE ET RÉALISATION
- ★ Réservation à partir du 10 nov 9h00
- ★ Il reste encore quelques places.
- ★ Pour s'inscrire clic sur la conf : <https://www.planetastronomy.com/special/SAF/conf-mens.htm>



- * 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

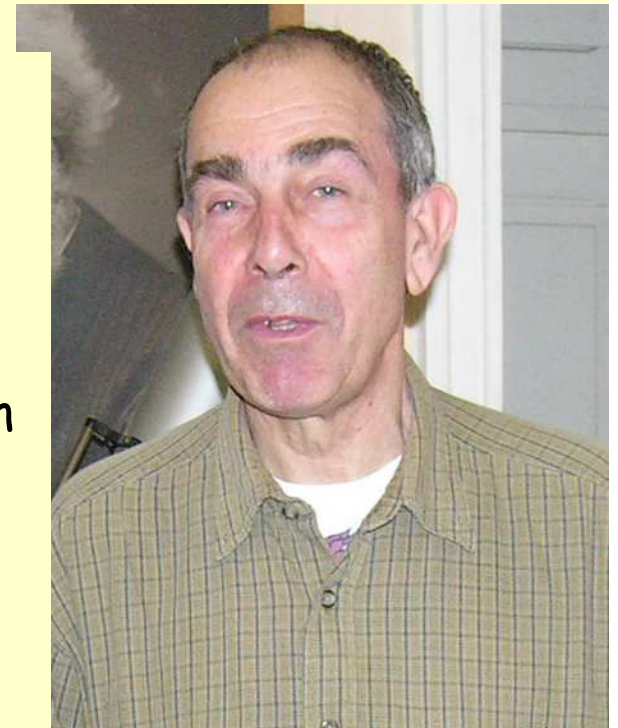
les **Mardis de 18H00 à 19H30** au siège rue Beethoven

Mardi 10 Janvier 2023 à 18H, cours 1 « Ne m'appellez plus jamais Big Bang ! ». La déclaration fracassante de James Peebles, suite à son Nobel en 2019, est commentée- pour éclairer ce qu'il veut dire par là.

Mardi 17 Janvier à 18H, cours 2 Le principe de Mach et son impact sur les théories relativistes.

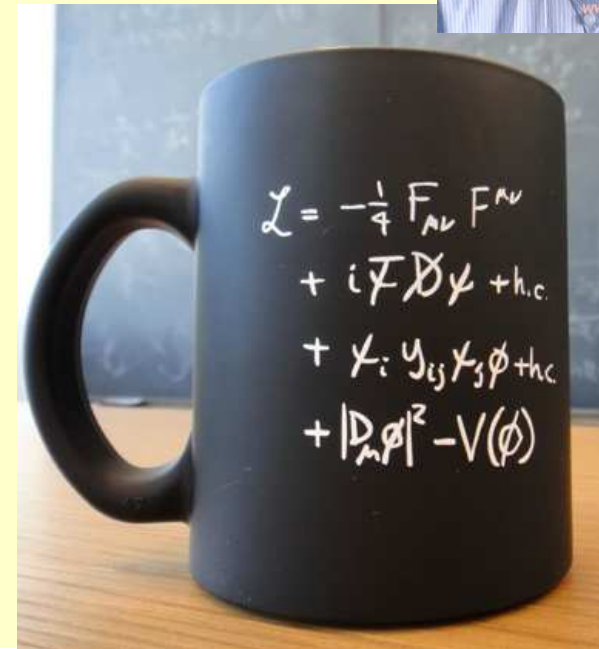
Mardi 24 Janvier à 18H, cours 3 La force de Planck. Curieusement ce paramètre peu connu est omniprésent en relativité et en cosmologie. Nous verrons comment une simple analyse dimensionnelle permet de déterminer certains paramètres de l'univers.

Mardi 31 Janvier à 18H, cours 4 Le mystère de notre existence dans l'univers. Voyage de la mécanique quantique à la cosmologie.



COURS DE MATH POUR LA COSMOLOGIE

- * Par Stephan Mihajlovic
- * Septembre mercredi 21-09 premier cours
- * Octobre les mercredi 05-10 et 19-10
- * Novembre les mercredi 16-11 et 30-11
- * Décembre mercredi 07-12
- * Janvier les mercredi 04-01 et 18-01
- * Février les mercredi 01-02 et 15-02
- * Mars les mercredi 15-03 et 29-03
- * Avril les mercredi 05-04 et 19-04
- * Mai les mercredi 17-05 et 31-05
- * Juin les mercredi 07-06 et 21-06



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

- ★ 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 : **L'astronomie sans le savoir !**

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

- 1) 22 septembre 2022 : Le trio Soleil-Terre-Lune et leurs mouvmt
- 2) 6 Octobre : Les longueurs des jours et des nuits, saisons..
- 3) 20 Octobre : La Lune, ses phases, la Lune de vos vacances,...
- 4) 17 Novembre : Le ciel des étoiles, le zodiaque, précession...
- 5) 8 Décembre : L'étoile de Noël.
- 6) 12 Janvier 2023 : les calendriers, le comput ecclésiastique.
- 7) 26 Janvier : Évènements astronomiques, éclipses, transits
- 8) 9 Mars : Cadrans solaires, méridiennes, équation du temps
- 9) 23 Mars : Phénomènes atmosphériques, arc en ciel, halo etc..
- 10) 6 Avril : Les marées.

Plus d'infos au 01 42 24 13 74



- ★ 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.

- 19 October: Dr Alan J. KOGUT, NASA, GSFC-Greenbelt: The Curious Case of the Radio Sky, the Open Problem of the Origin of the Synchrotron Monopole and its Polarization.

<https://chalonge-devega.fr/Alan-Kogut-2022-A3.jpeg>

- 2 November: Prof Dr Takaaki KAJITA, Nobel Laureate in Physics, Cosmic Ray Research Institute, Tokyo U., Japan: Neutrino Oscillations, exceptionally at 11:30 AM CET.

<https://chalonge-devega.fr/Takaaki-Kajita-2022-A3.jpeg>

- 23 November Prof Dr Craig J. HOGAN, Chicago U. and Fermilab: Cosmic Anisotropy on Large Angular Scales.

<https://chalonge-devega.fr/Craig-J-Hogan-2022-A3.jpeg>

- 7 December: Prof Dr Adam G. RIESS, Nobel Laureate in Physics, Chalonge Medal and Hector de Vega Medal, HO Award, Johns Hopkins U. and STScI: Closing Lecture of the Year

<https://chalonge-devega.fr/Adam-Riess-2022-A3.jpeg>

Open Free registration to receive the Zoom connection information:

https://chalonge-devega.fr/registration_zoom.html

"L'émergence cosmique : l'ordre à partir du chaos" dans le cadre des conférences du CIS-PTT	ENSAM 155 bd e l'Hôpital Paris 13	Christophe Pichon astrophysicien IAP	Lundi 12 Décembre 19h30 entrée libre sans inscription
"L'Astrolabe et l'Astronomie, historique et réalisation" dans le cadre des confs Mensuelles de la SAF	CNAM 292 rue St Martin Paris 3ème Amphi Grégoire visible en libre sur le Canal YouTube SAF <i>réserv. à partir 10 Nov 9h00</i>	Brigitte Alix spécialiste vieux instruments	Mercredi 14 Déc. 19h00 entrée libre inscription obligatoire par Internet (adresse mail nécessaire) ou tel SAF : 01 42 24 13 74
"Comprendre l'Univers. premiers résultats du JWST" dans le cadre des confs de l'Institut	Institut de France Quai Conti 75006 Paris	Cat. Cesarsky David Elbaz Emilie Habart P.O. Lagage François Forget	Jeudi 15 dec 12h30 couple de l'Institut ouvert à tous mais il faut s'inscrire.
"Les lanceurs spatiaux du futur" dans le cadre des Mardis de l'espace du CNES	Le Lutèce, 8 bd St Germain Paris 6		Mardi 20 Décembre à 19h30 consommation obligatoire.
"Le verre entre le volcan et notre quotidien" dans le cadre des conférences du CIS-PTT	ENSAM 155 bd e l'Hôpital Paris 13	Danielle Neuville CNRS/IPGP	Lundi 9 Janvier 19h30 entrée libre sans inscription
"The challenge of global earth : Longitude..." dans le cadre du séminaire de l'histoire de l'Astronomie	Observatoire de Paris 77 Av Denfert Rochereau Paris 14	Henrique Leitao Univ Lisbonne	Mardi 10 Janvier 14h00 salle de l'Atelier????

"What was nomical in the astro navigation....." dans le cadre du séminaire de l'histoire de l'Astronomie	Observatoire de Paris 77 Av Denfert Rochereau Paris 14	Juan Acevedo Univ Lisbonne	Mardi 10 Janvier 15h00 salle de l'Atelier????
"La nouvelle conquête lunaire" dans le cadre des confs Mensuelles de la SAF	CNAM 292 rue St Martin Paris 3ème Amphi Grégoire visible en libre sur le Canal YouTube SAF <i>réserv. à partir 15 Dec 9h00</i>	Jean Pierre Martin Physicien Président Commission Cosmologie SAF	Mercredi 11 Janvier. 19h00 entrée libre inscription obligatoire par Internet (adresse mail nécessaire) ou tel SAF : 01 42 24 13 74
"La lumière dans l'Univers" dans le cadre des conférences publiques de VEGA	Théâtre R Manuel Chateau de Plaisir 78370 Plaisir	Olivier Laurent astrophysicien membre de Vega	Samedi 14 Janvier 20H30 entrée libre
"A humanist defence of terrestrial motion...." dans le cadre du séminaire de l'histoire de l'Astronomie	Observatoire de Paris 77 Av Denfert Rochereau Paris 14	Pietro Daniel Omodeo Univ. Venezia	Mardi 24 Janvier 14h00 salle de l'Atelier????
"SWOT et la biodiversité" dans le cadre des Mardis de l'espace du CNES	Le Lutèce, 8 bd St Germain Paris 6		Mardi 24 Janvier à 19h30 consommation obligatoire.

ACTUALITÉS

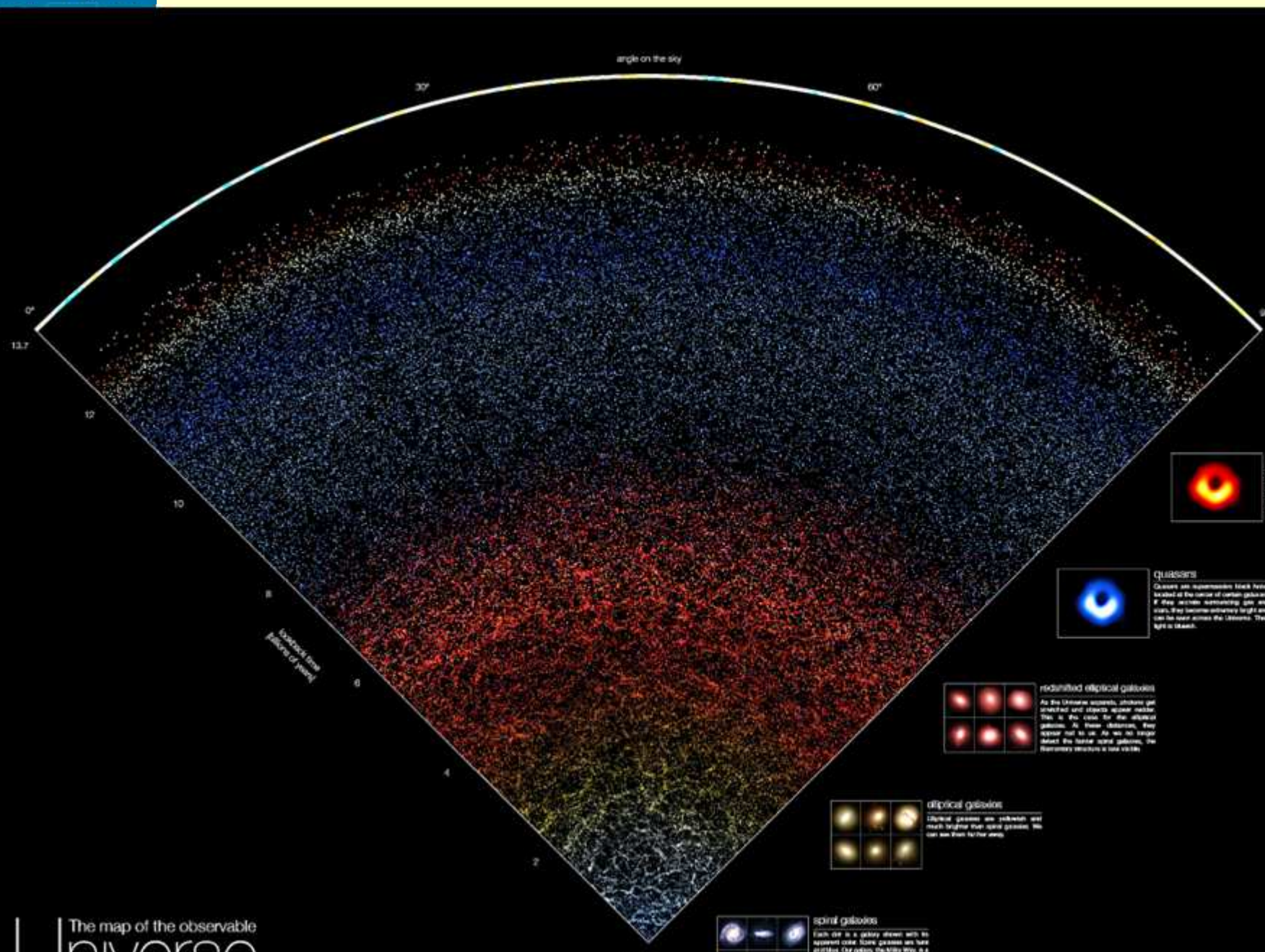
- ★ Quelques évènements importants ont marqué la période depuis notre dernière réunion, en voici quelques uns.

UNE NOUVELLE CARTE DE L'UNIVERS

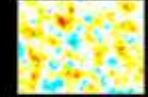
- ★ Pendant 15 ans les données du télescope SDSS (Sloan Digital Sky Survey) situé à Apache Point (New Mexico USA), ont été compilées et ont permis de mettre au point une carte, véritable « tranche » d'Univers.
- ★ C'est **Brice Ménard**, astronome et professeur à la Johns Hopkins University (Maryland) qui a élaboré cette carte avec ses collègues et qui nous permet de comprendre comment est constitué notre Univers jusqu'à la limite du bruit de fond cosmologique (CMB)
- ★ Cette tranche d'approx 10° comporte près de 200.000 galaxies.
- ★ Photo : crédit SDSS.



- ★ Notre époque actuelle est située au bas de la carte (la pointe), la limite de la partie supérieure est le CMB que l'on reconnaît avec sa fine tranche. Bien entendu, la représentation complète est une sphère.
- ★ Vous remarquerez que sur cette carte, chaque point est une galaxie ou un quasar.
- ★ En évoluant vers le haut, on remarque la structure filamentaire de la toile cosmique (cosmic web), cette structure devient plus difficile à voir au fur et à mesure que l'on remonte vers les milliards d'al.
- ★ Entre 4 et 8 milliards d'années-lumière (al) les galaxies sont représentées en rouge à cause du redshift dû à l'expansion de l'Univers.
- ★ De 8 milliards d'al et au-delà, elles sont marquées en bleu, car cela concerne principalement des quasars qui émettent une lumière bleue.



the edge of the observable universe



This is an actual photograph of the first flash of light emitted over after the big bang, 13.7 billion years ago. The light has been stretched by the expansion of the Universe and arrives at us as radio waves. The granulated pattern is called the Cosmic Microwave Background.



redshifted quasars
As these quasars, the expansion of the Universe stretches the light of the quasar, having been from blue to red, so when we observe the expansion of galaxies towards the bottom of the map.



quasars
Quasars are supermassive black holes located at the center of certain galaxies. If they include surrounding gas and stars, they become extremely bright and can be seen across the Universe. Their light is bluish.



redshifted elliptical galaxies
As the Universe expands, galaxies get stretched and elliptical shape evolve. This is the case for the elliptical galaxies. At these distances, they appear red to us. As we go further along the lookback time, the Hubble's distance is less visible.



elliptical galaxies
Elliptical galaxies are yellowish and much brighter than spiral galaxies. We can see them by the map.

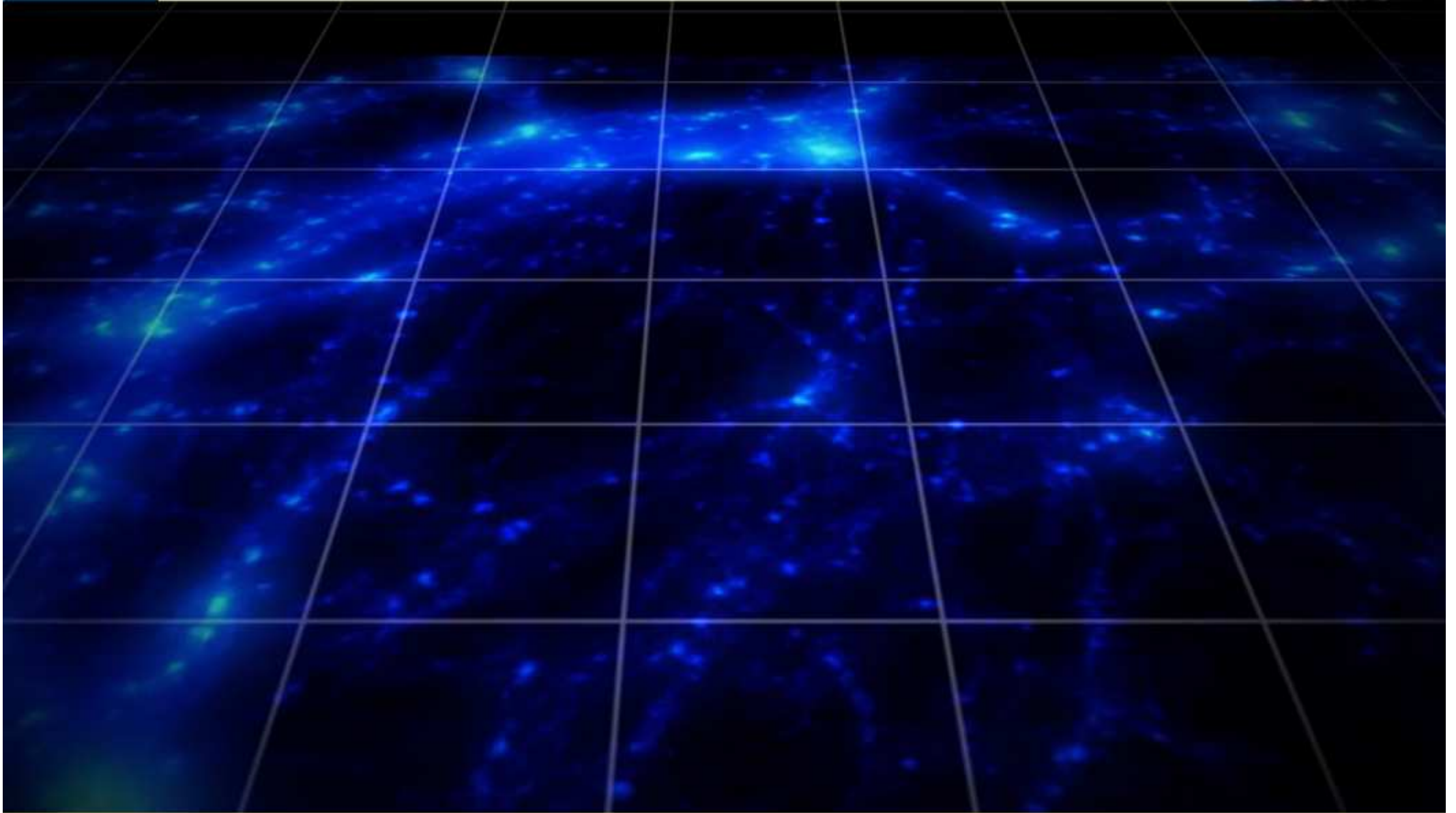


spiral galaxies
Each DM is a galaxy shown with its apparent color. Some quasars are rare at distant DM galaxies. The Milky Way is a blue spiral that would look like one of those if we could observe it from the outside.



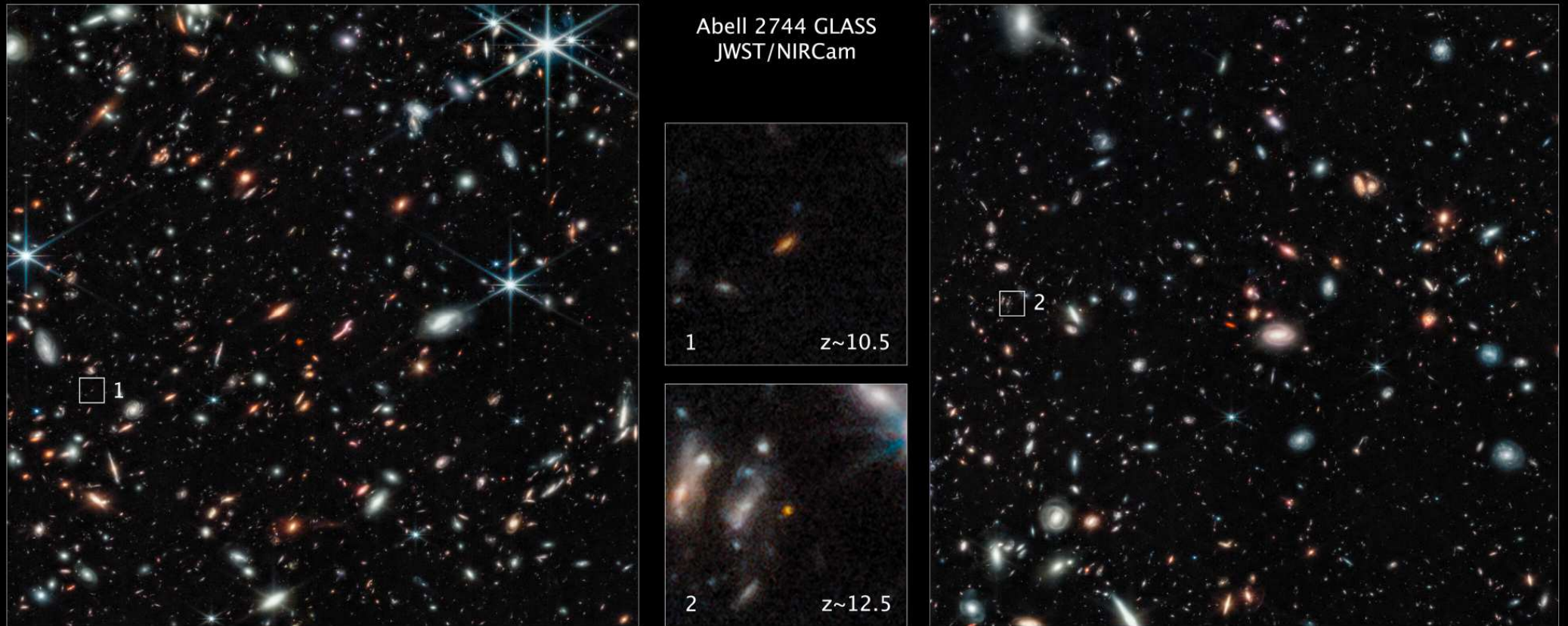
JOHNS HOPKINS
UNIVERSITY

- ★ Je vous ai trouvé une petite vidéo sur l'histoire de l'Univers
- ★ C'est simple et clair sans être simpliste
- ★ <https://youtu.be/OVDzfqxUm54>



JWST : UNE GALAXIE 350 MA APRÈS LE BB

- ★ Le Webb n'arrête pas de faire des découvertes étonnantes. Il vient de mettre au jour une galaxie, (en fait deux) qui se serait formée seulement 350 millions d'années après le Big Bang. C'est plus tôt que ce que la plupart des astronomes pensaient.
- ★ Ces deux galaxies sont en fait très brillantes, on pense qu'elles contiennent des étoiles avec peu d'éléments lourds, appelées de la **Population III**, la plus ancienne, celles qui n'avaient que H et He pour exister.



Abell 2744 GLASS vue par la NIRCam avec détails sur deux galaxies lointaines.

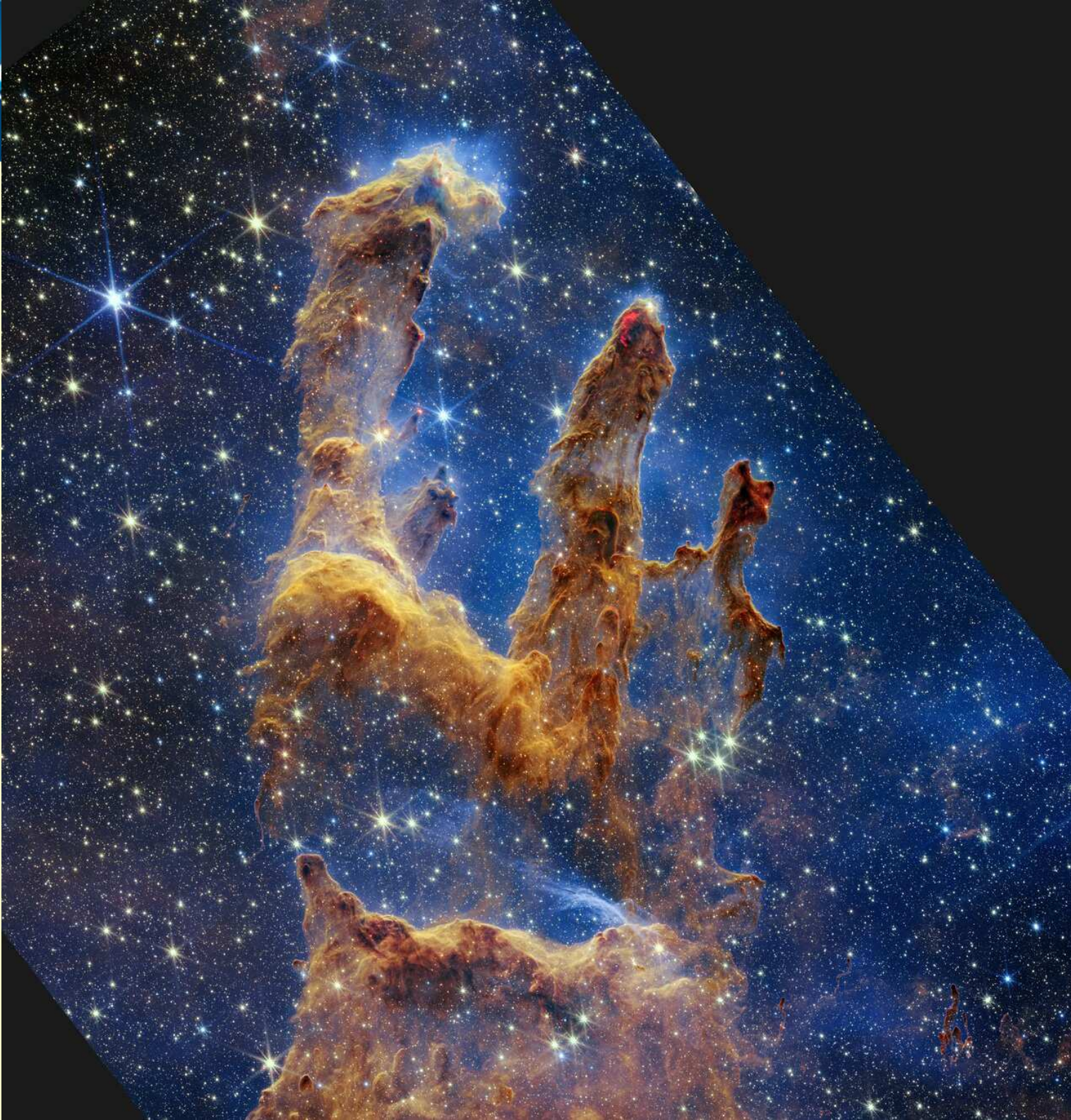
Crédit NASA, ESA, CSA, T. Treu (UCLA)

LES PILIERS REVISITÉS PAR LE JWST

- ★ On connaît tous la célèbre photo de Hubble prise dans la région de l'Aigle (à 6500 al) et appelée **les piliers de la création**. Ils avaient été représentés en 2015 et améliorés.
- ★ Mais maintenant c'est le JWST avec toute sa puissance infra rouge qui s'est tourné vers cette région du ciel, et alors, quelle merveille ! Ces piliers remplis de gaz deviennent transparents pour la longueur d'onde IR, et nous avons droit à cette superbe image que nous avons mis en parallèle avec l'image prise par Hubble vingt ans

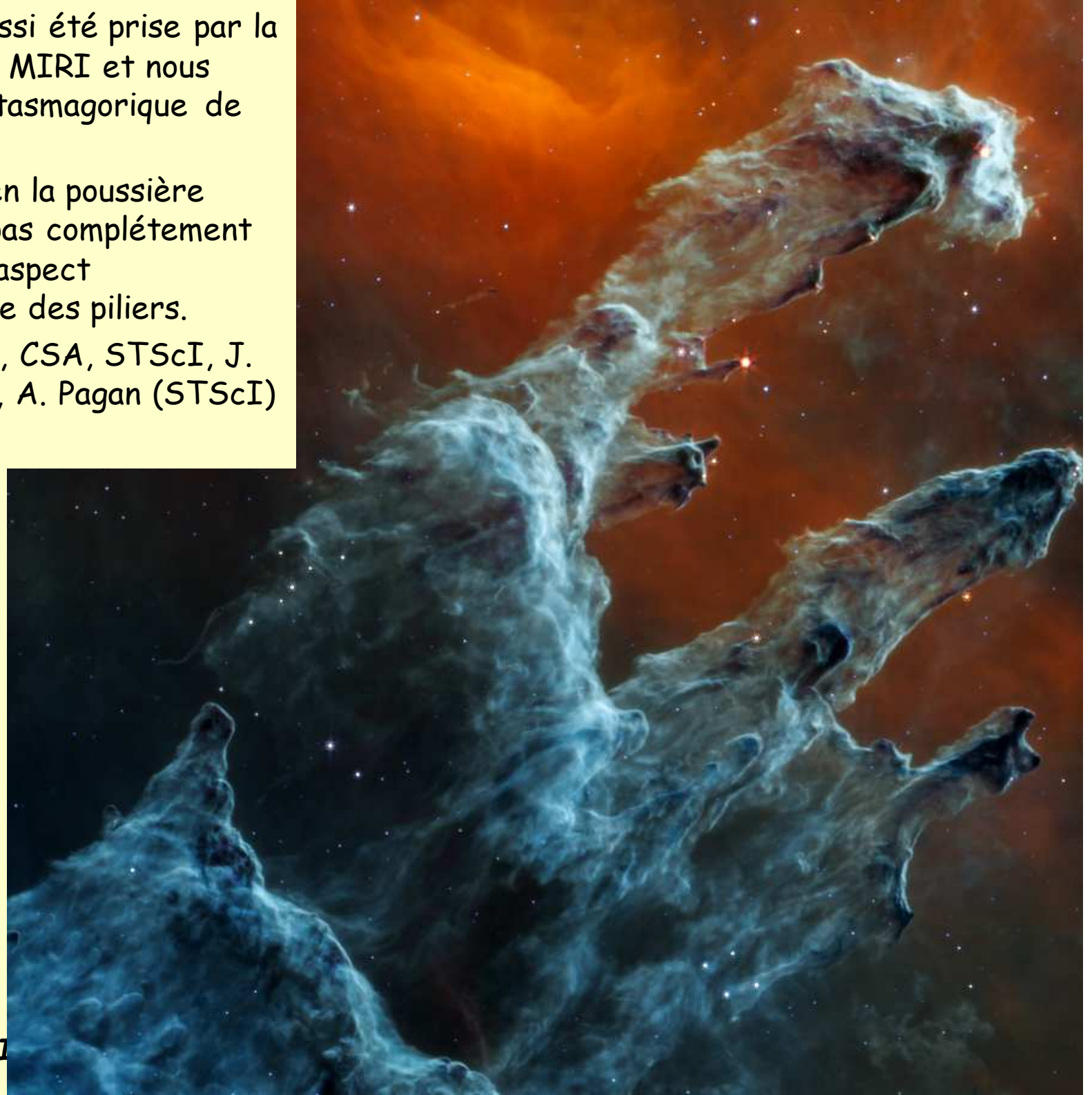


Comparaison Hubble (à gauche) et JWST (à droite)
Crédit NASA, ESA, CSA, STScI, J. DePasquale, A. Koekemoer, A. Pagan
(STScI), ESA/ Hubble Heritage Team



Cette photo
JWST a été
prise à la
NIRCam. L'IR
proche permet
de passer au
travers des
nuages de
poussières et
donne une tout
autre
impression de
ce coin du ciel.

- * La même région a aussi été prise par la caméra en IR moyen MIRI et nous donne un aspect fantasmagorique de l'ensemble
- * En effet en IR moyen la poussière interstellaire n'est pas complètement transparente, d'où l'aspect extrêmement sombre des piliers.
- * Crédit : NASA, ESA, CSA, STScI, J. DePasquale (STScI), A. Pagan (STScI)



LUCY VOIT LA TERRE

- ★ La mission LUCY de la NASA qui doit aller visiter des astéroïdes troyens de Jupiter vient de passer près de notre planète pour recevoir une petits aide gravitationnelle.
- ★ À cette occasion, elle a surpris la Terre et sa compagne la Lune sur la même photo.
- ★ Cela donne une idée de la proportion de distance et de taille entre ces deux corps.



UN PEU D'HISTOIRE POUR TERMINER

- ★ Louis XV était aussi attiré par les sciences, le clou de cette section, c'est la fameuse pendule astronomique de Passemant.
- ★ Nous l'avons visitée en 2010 en point d'orgue de l'expo sur les sciences à Versailles.
- ★ En janvier 1754, l'extraordinaire pendule astronomique prend place dans le cabinet des pendules.
- ★ Inventée par l'ingénieur Claude-Siméon Passemant, elle est réalisée par l'horloger Louis Dauthiau pour le mécanisme, et par les sculpteurs et bronziers Jacques et Philippe II Caffiéri pour la boîte.
- ★ Elle indique la date, l'heure réelle, l'heure moyenne, les phases de la lune et le mouvement des planètes d'après Copernic.
- ★ Indique la position des astres jusqu'en 9999.
- ★ Mesurant plus de 2 mètres de haut, c'est une exceptionnelle œuvre rocaïlle couronnée d'une sphère mouvante.

- * Elle est présentée à Louis XV à Choisy par le duc de Chaulnes le 7 septembre 1750. Le Roi l'acquiert cette même année.
- * Elle est placée dans le cabinet des Pendules qui témoigne de l'intérêt que Louis XV porte aux arts mécaniques à travers l'horlogerie.
- * En effet, il est dénommé ainsi en raison des cadrans de pendules encastrés dans le lambris du mur est de la pièce.
- * Cette pendule servit à fixer pour la première fois une heure officielle dans tout le royaume.
- * La pendule commence à montrer des signes de faiblesse. En restauration Mécénat Rolex
- * passée aux actualités France 2



Photo JPM

- ★ Benjamin CRINQUAND
- ★ Astrophysicien post-doc à Princeton
- ★ Il intervient depuis Princeton (USA) sur le sujet suivant
- ★ Trous noirs: de la théorie à l'observation
- ★ Dans tout le bestiaire des objets astrophysiques, le trou noir est celui qui frappe le plus l'imagination, tant ses propriétés supposées sont éloignées de notre expérience physique quotidienne.
- ★ Pourtant, malgré leur propriété fondamentale (aucune lumière ne peut s'échapper de leur horizon), leur existence fait aujourd'hui peu de débat. Pourquoi la communauté scientifique a-t-elle accepté d'attribuer une réalité à ce concept initialement purement théorique ?



- ★ Prochaine réunion :
- ★ Le samedi 11 Mars 2023
15H au siège
- ★ Ce sera un sujet sur :
- ★ **l'intrication
quantique**
- ★ Olivier Laurent
astrophysicien nous
présente ce sujet:
intrication, inégalités de
Bell, photons intriqués etc..



Jean-Marc Bonnet-Bidaud
Thomas Lepeltier

Big bang

Histoire critique d'une idée

INÉDIT
essais
folio



- ★ Jean Marc Bonnet Bidaud, astrophysicien au CEA nous propose avec son collègue Th. Lepeltier une **histoire critique du big bang**, histoire critique d'une idée comme est sous-titré l'ouvrage.
- ★ La cosmologie est aujourd'hui à la croisée des chemins. Le modèle du big bang, qui est censé décrire l'histoire de notre univers, s'est imposé à la communauté scientifique au milieu des années 1960. Depuis lors, il semble un horizon indépassable. Pourtant, ces dernières années, il a été confronté à des difficultés croissantes. Quelle est la source de l'expansion ? Comment expliquer la phase d'inflation ? Où est passée l'antimatière ? Pourquoi doit-on supposer l'existence de matière noire et d'énergie noire de nature inconnue ? Sans réponse à ces questions, le modèle du big bang reste fragile.
- ★ Cet ouvrage est très intéressant et fait le point sur cette notion de Big Bang et les anomalies qui peuvent lui être associées.



- ✳ Pour la Science n°542 - décembre 2022
- ✳ Des trous de vers au cœur des trous noirs ?
- ✳ Une solution au paradoxe de l'information ?
- ✳ Les trous noirs posent un problème redoutable : les équations de la physique quantique impliquent que ces monstres cosmiques détruisent de l'information... alors que le même cadre théorique pose que l'information ne peut pas disparaître.
- ✳ Une île au cœur des trous noirs :
- ✳ Objets de tous les extrêmes et de tous les paradoxes, les trous noirs semblent détruire l'information qu'ils contiennent, contrevenant ainsi aux lois de la physique quantique. Pour résoudre cette énigme, il faut repenser la structure même de l'espace-temps et connecter l'intérieur des trous noirs par des trous de ver spatiotemporels.

L'observatoire de Jaipur Inde





MERCI DE VOTRE ATTENTION

Cosmic Spheres of Time

