



SAF-Commission de COSMOLOGIE Réunion du 14 Avril 2018



LE CALENDRIER

| | | | |
|---|--|--|---|
| <p>« A la recherche des terres habitables » organisée par Ciel d'Anjou, Terres des sciences et club astro de l'ESEO</p> | <p>Ecole d'Ingénieurs ESEO 10 Boulevard Jean Jeanneteau 49000 Angers</p> | <p>JP Martin Physicien , Pdt de la comm cosmologie de la SAF</p> | <p>Mercredi 18 Avril à 19H entrée libre renseignements</p> |
| <p>« Pluton révélée par la sonde New Horizons » dans le cadres des confs publiques IAP</p> | <p>IAP, 98 bis Boulevard Arago 75014 Paris - M° St Jacques ou Denfert-Rochereau Exceptionnellement Amphi Farabeuf 15 rue de l'école de médecine P5</p> | <p>François Forget Dr adjoint du Laboratoire de Météorologie Dynamique à Paris</p> | <p>Mercredi 2 Mai 19H30 entrée libre mais il faut s'inscrire</p>  |
| <p>Des planètes aux exoplanètes : la pluralité des mondes au XXIe siècle dans le cadre des conférences du CIS-PTT</p> | <p>Telecom ParisTech 46 rue Barrault -75013 PARIS, Amphithéâtre Saphir exceptionnellement</p> | <p>Pierre Drossard LESIA.</p> | <p>Lundi 14 Mai 19H30 Entrée libre à partir de 19h</p> |
| <p>Demain, Ariane 6, et après??, dans le cadre des mardis de l'espace du CNES</p> | <p>Café du Pont-Neuf - 14, quai du Louvre, Paris 1er - M° Pont-Neuf</p> | <p>Jérôme VILA CNES</p> | <p>Mardi 15 Mai de 19h30 à 21h30 entrée libre avec consommations</p> |

| | | | |
|---|--|--|--|
| les exoplanètes dans le cadre <u>des confs du BdL</u> | ENS salle des actes 24 rue Lhomond Paris 5 | Athena Coustenis Obs de Paris | Mercredi 16 Mai 14H30 entrée libre  |
| "Les satellites naturels des planètes. Une variété étonnante !" dans le cadre des <u>conférences mensuelles de la SAF</u> | TelecomParisTech 46 rue Barrault Paris 13 réserv. à partir du 14 Avril 9H00 | Jean-Eudes Arlot Astronome Obs de Paris | Vendr. 18 Mai 19H00 entrée libre (attention contrôle d'identité) inscription obligatoire par <u>Internet</u> ou tel SAF : 01 42 24 13 74 |
| Commission de Planétologie de la SAF : sujet à définir | SAF 3 rue Beethoven Paris 16 SÉANCE ANNULÉE une nouvelle date sera proposée bientôt | ANNULÉ | Samedi 19 Mai 2018 15H00 entrée réservée aux membres de la commission et à leurs invités |
| Le Big Bang, Naissance et évolution de notre Univers ! dans le cadre des conférences d'astronomie VEGA | Théâtre R Manuel Château de Plaisir (78370) | Olivier Laurent astrophysicien | Samedi 19 Mai 20H30 entrée libre |



Journée des astéroïdes



📅 Le samedi **30 juin 2018** est la journée internationale des astéroïdes.

📅 L'Observatoire de Paris et la SAF vont célébrer cet évènement à Telecom de 15H30 à 18h avec un programme regroupant les plus grandes célébrités de ce domaine

📅 Entrée libre mais réservation Internet à partir du 26 Mai

| | | | |
|---|---|---|---|
| 18 Mai 19H00 à TelecomParisTech | Jean-Eudes Arlot Astronome Obs de Paris | Les satellites naturels des planètes. Une variété étonnante ! <i>Réservation à partir du 14 Avril</i> |  |
| 15 Juin 19H00 à TelecomParisTech | Françoise Combes astrophysicienne Observatoire de Paris | Le côté sombre de l'Univers : matière et énergie noires. <i>Réservation à partir du 19 Mai</i> |  |
| PAUSE D'ÉTÉ DÉBUT SAISON 2018-2019 | | | |
| 14 Sept 19H00 à TelecomParisTech | Olivier Witasse Planétologue ESA Agence Spatiale Européenne | La mission JUICE de l'ESA Vers les lunes glacées de Jupiter <i>Réservation à partir du 16 Août</i> |  |
| 12 Oct 19H00 à TelecomParisTech | Athena Coustenis Astronome LESIA Observatoire de Paris | L'exploration du système solaire externe <i>Réservation à partir du 15 Sept</i> |  |
| 9 Nov 19H00 à TelecomParisTech | Sarah Bosman Astrophysicienne (francophone) University College London | La cosmologie après les cinq premières minutes <i>(conférence en français)</i> <i>Réservation à partir du 13 Oct</i> |  |



La dernière conf SAF

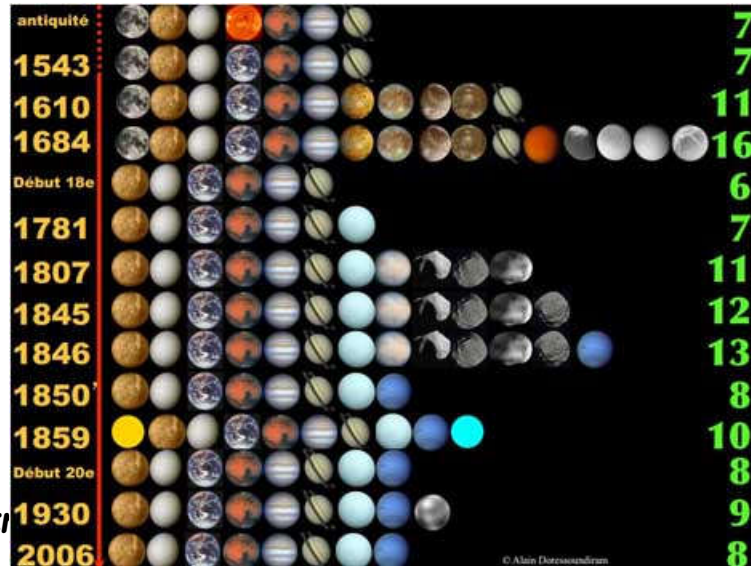


CONFÉRENCE MENSUELLE DE LA SAF PARIS
AVEC A. DORESSOUDIRAM LE 16 MARS 2018



www.planetastronomy.com

www.planetastir







LA PROCHAINE CONF SAF



- 📖 Nous recevrons le 18 Mai :
- 📖 Jean Eudes ARLOT
Astronome Observatoire de Paris/IMCCE
- 📖 Son thème : **Les satellites naturels des planètes. Une variété étonnante !.**
- 📖 Le système solaire renferme des astres divers, planètes, satellites, astéroïdes, comètes, météorites,... Parmi ceux-ci, les satellites des planètes présentent des variétés étonnantes où l'on trouve des volcans actifs, des océans, des geysers,... Mieux, l'observation de ces corps nous renseigne sur les planètes elles-mêmes et sur l'histoire du système solaire.
- 📖 Amphi Thévenin
- 📖 Réservations à partir du 14 Avril 9H00





- 📁 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



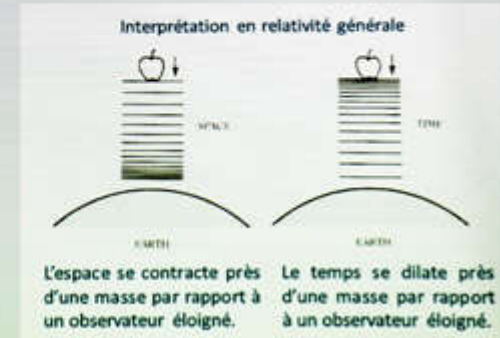
LES EFFETS DE LA GRAVITATION SUR LE TEMPS

Compte Rendu disponible et texte à :

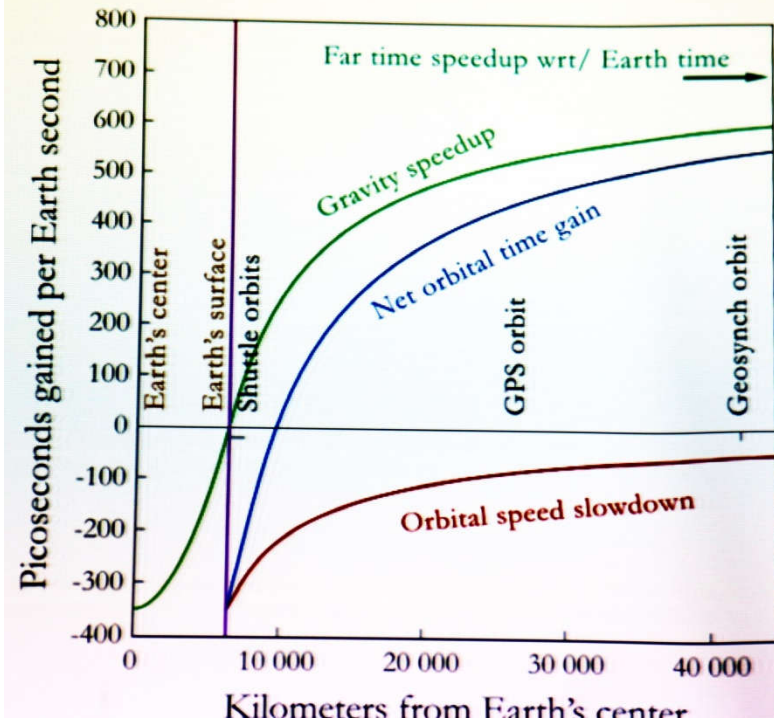
<http://www.planetastronomy.com/special/2018-special/17fev/OLaurent-SAF.htm>

Le redshift gravitationnel – Einstein 1907

Le décalage vers le rouge gravitationnel, dit décalage d'Einstein, est un effet prédit par les équations d'Albert Einstein de la relativité générale. D'après cette théorie, une fréquence produite dans un champ de gravitation est vue décalée vers le rouge (c'est-à-dire diminuée) quand elle est observée depuis un lieu où la gravitation est moindre.



Time Dilation Effects on Earth





LES COURS DE LA SAF



📖 La SAF organise tous les ans :

📖 Des cours de cosmologie donnés par **Jacques Fric** vice Président de la commission de cosmologie

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

voici le programme :

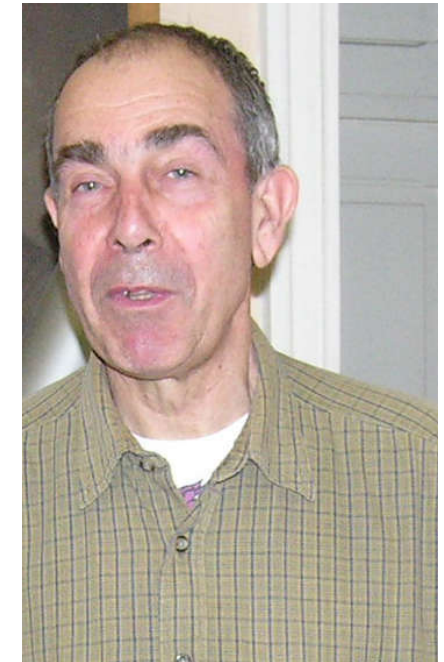
Cours sur l'histoire et la philosophie des sciences à propos de la solution du corps unique à symétrie sphérique en relativité générale. Cas du système solaire et du trou noir.

* **Mardi 9 janvier 2018**: Einstein- Schwarzschild- Eddington: (1915-1920) "Félicité et Abomination"

* **Mardi 16 janvier 2018**: L'accueil en France de la théorie :1920-1922 Académie des sciences -Le Collège de France -Einstein-Painlevé- Langevin: "La foire d'empoigne"

* **Mardi 23 janvier 2018**: Lemaître est arrivé ...(1932-1933) "Et la lumière fût"

* **Mardi 30 janvier 2018**: 1950- 1960 et +: Finkelstein- Sygne-Kruskal- Oppenheimer - Kerr- Hawking- Carter : "La maturité"



Un de nos membres, **Stéphane Mihajlovic** propose d'introduire certaines notions de math liés à ces problématiques : 4 thèmes au choix :

I- Les systèmes de particules matérielles en interaction gravitationnelle:

- 1) Champs et potentiels, cas du champ gravitationnel newtonien
- 2) Les équations de la dynamique (newtonienne)
- 3) Applications diverses: systèmes binaires, effets de marée, viriel, polhodie...

II- Éléments de relativité restreinte (RR) et prélude à la relativité générale

- 1) Transformation de Lorentz et géométrie de Minkowski
- 2) La dynamique énergétique de la RR
- 3) Applications et introduction aux théories métriques de la gravitation

III- Comprendre le formalisme mathématique de la RG

- 1) Algèbre linéaire: les tenseurs objets algébriques
- 2) Les tenseurs du point de vue du calcul différentiel
- 3) Applications en RR et RG

IV- Aperçu de la mécanique de Lagrange et de Hamilton


- 1) Les équations de Lagrange et les principes variationnels
- 2) Le formalisme hamiltonien
- 3) Applications en astrodynamique ou/et en mécanique quantique

Remarque: les thèmes I et II ne nécessitent pas plus de prérequis que le niveau de terminale scientifique démarrer et traiter les exercices proposés.
Les thèmes

III et IV sont un peu plus poussés. Ils peuvent néanmoins être conservés puisque je peux toujours reprendre les bases au fur et à mesure mais en contrepartie, le contenu du thème s'en trouvera limité.



ACTUALITÉS COSMOLOGIQUES

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

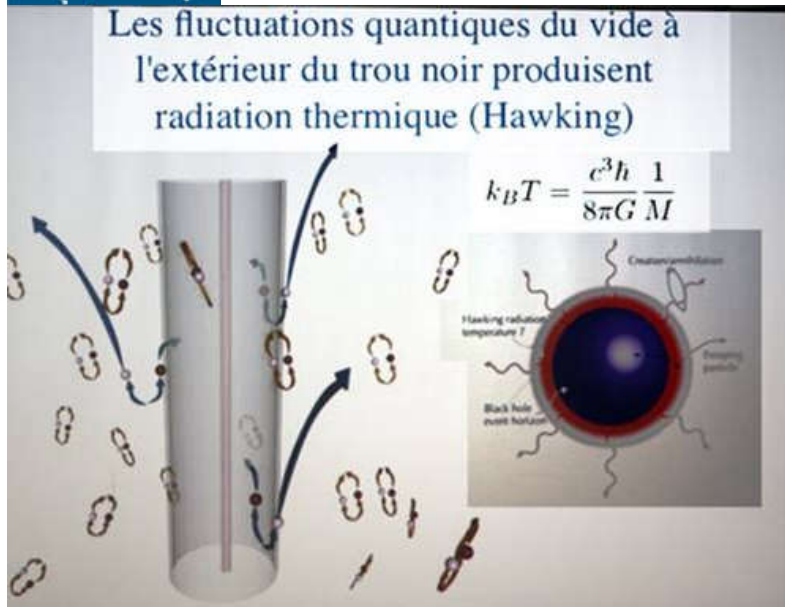
HOMMAGE À SH



- 📖 Stephen Hawking est mort le 14 Mars 2018 (le jour de Pi, car en notation US le 14 Mars s'écrit $3/14$ et le jour de la naissance d'Albert Einstein) à Cambridge à l'âge de **76 ans**.
- 📖 SH né en 1942 à Oxford, poursuit ses études à Cambridge où il obtient la chaire de mathématiques, qui fut celle de Newton.
- 📖 On lui découvre très tôt, à 21 ans, une maladie dégénérative, la maladie de Charcot (appelée aussi sclérose latérale amyotrophique) et on lui donne trois ans à vivre.
- 📖 Miracle, il va vivre 50 ans de plus, un corps prisonnier mais un cerveau libre.
- 📖 Il va devenir une icône de la science moderne et apprécié par le public
- 📖 Il met la cosmologie et ses problématiques à la portée du public avec différents ouvrages. Il n'aura jamais le Prix Nobel !
- 📖 Mais sa passion, ce sont les Trous Noirs.
- 📖 Un trou noir est une région de l'espace-temps d'où les photons ne peuvent sortir.
- 📖 La frontière (immatérielle) entre le TN et le reste de l'Univers est appelée Horizon des événements (event horizon en anglais).
- 📖 Un trou noir est un objet extrêmement simple et « lisse », ce que John Wheeler, fervent amateur d'expressions savoureuses, traduisit par : un TN n'a pas de cheveux ! (black holes have no hair !).



- ☞ Mais les trous noirs, absorbant tout ce qui passe à leur portée, posent un problème : où passe l'information lorsqu'une particule tombe dans un TN ? Et notamment **que se passe-t-il avec son entropie ?** Le TN ne peut pas diminuer d'entropie, ce serait contre le second principe de la thermodynamique (l'entropie ne peut qu'augmenter !!). Alors ?
- ☞ C'est là que notre ami Stephen intervient.
- ☞ En 1972, il montre d'abord que la surface délimitée par l'horizon du TN ne peut pas décroître et que cette surface est une mesure de l'entropie du TN (avec l'aide de J Bekenstein).
- ☞ Mais alors si le TN possède une entropie qui augmente (donc en accord avec le second principe) cela signifie qu'il possède une température et par conséquent **qu'il rayonne de l'énergie.**
- ☞ Mais rien de ne peut sortir d'un trou noir ! Où est l'erreur ?
- ☞ Stephen Hawking nous indique en 1975 que les TN ne sont pas complètement noirs, ils émettent un rayonnement (qui va s'appeler rayonnement de Hawking) correspondant à des températures très très faibles (de l'ordre de $10^{-8}K$). Il y a « évaporation » du TN.
- ☞ Ceci est rendu possible grâce aux fluctuations quantiques du vide.
- ☞ Le vide est un endroit qui est tout sauf vide



Il y a en permanence, création de paires particules/antiparticules. Elles vont se recombiner et se créer en permanence.

http://www.planetastronomy.com/special/2016-special/11mai/clip_image024.jpg

Illustration : Le diagramme ci-contre illustre une explication de l'effet Hawking. Il se crée en permanence des paires particule/antiparticule qui s'annihilent au bout d'un temps très court : des fluctuations quantiques du vide. Il est illustré sur le schéma par les flèches oranges.

Il est possible qu'une paire particule/antiparticule se forme de part et d'autre de l'horizon d'un trou noir (en gris) ; il est donc possible qu'une des particules puisse échapper au champ gravitationnel tandis que l'autre reste prisonnière (flèches bleues).



- ☞ Mais il existe une question fondamentale liée à ce phénomène d'évaporation : **que devient l'information ?**
- ☞ D'après les dernières théories, l'information ne serait pas perdue mais non accessible !
- ☞ Elle pourrait être sous forme d'un hologramme (surface de n dimensions stockant des informations de données de $n+1$ dimensions) situé sur la surface du trou noir !
- ☞ Au début, Hawking pensait que l'information disparaissait à jamais, violant ainsi toutes les lois physiques, mais récemment il admit qu'il s'était trompé, l'information devait être conservée ; même de façon aussi complexe qu'un hologramme.
- ☞ Il n'a pas réussi à mettre au point une théorie du Tout c'est-à-dire à combiner la Relativité Générale et la Mécanique Quantique.
- ☞ Signalons qu'une de ses grandes idées était la conquête du système solaire pour sauver l'humanité !
- ☞ Ses obsèques ont eu lieu le 31 Mars à la Great St Mary's Church de l'Université de Cambridge à côté du Gonville and Caius College où Stephen travaillait. Les cendres de Stephen Hawking devraient être enterrées près des tombes d'Isaac Newton et de Charles Darwin à l'Abbaye de Westminster.
- ☞ Godspeed Stephen !

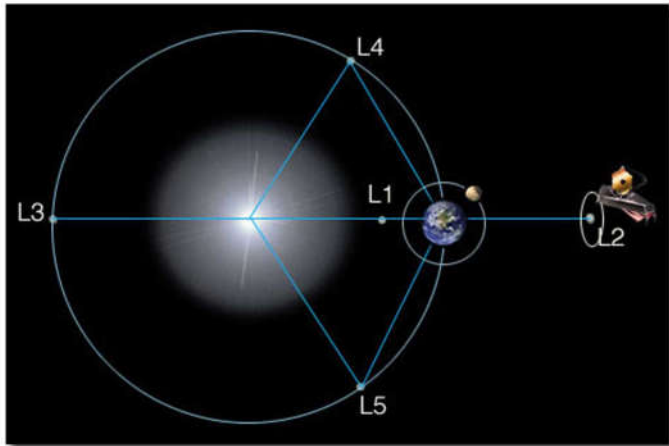


LE JWST



Voir la vidéo

<https://youtu.be/v6ihVeEoUdo>



Après de nombreux accidents de parcours, augmentations de budget et reports de lancement répartis sur près de 30 ans, le successeur direct de Hubble, le télescope spatial James Webb (du nom du célèbre administrateur de la NASA de l'époque Apollo), un projet mené dans le cadre d'une coopération internationale associant la NASA, l'ESA et l'Agence spatiale canadienne, semble être bien sur les rails.

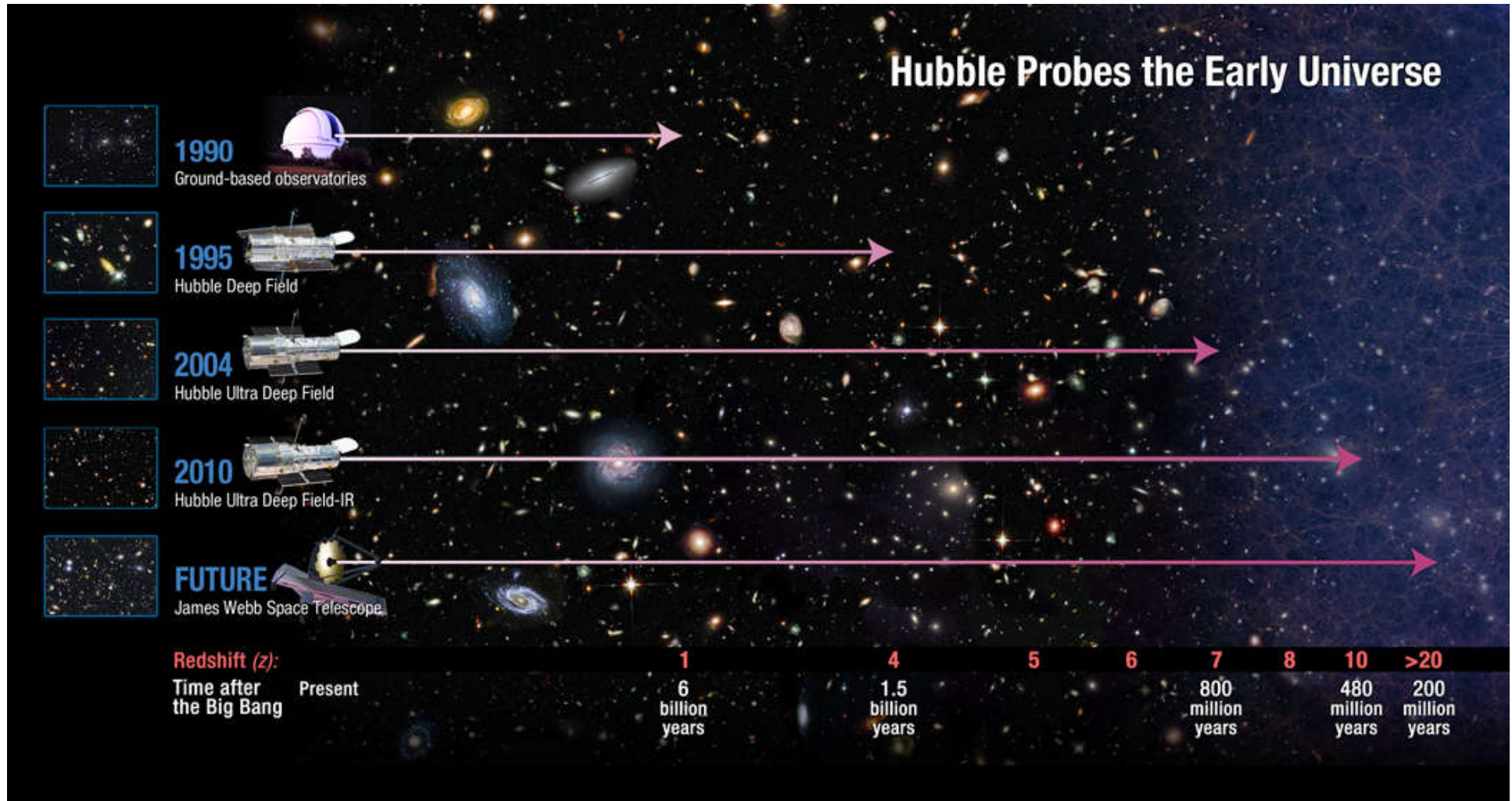
Le lancement, reporté plusieurs fois, est maintenant prévu **en 2020** d'après les toutes récentes nouvelles de la NASA

JWST sera lancé par une Ariane 5 ECA, et placé au **point de Lagrange L2** du système Terre-Soleil (à 1,5 millions de km de la Terre).

Pourquoi si loin ? (rendant pour le moment toute réparation impossible). Pour des questions thermiques ; plus près il nécessiterait un système cryogénique de refroidissement plus poussé que celui prévu, qui est un refroidissement principalement passif.

De plus il sera ainsi loin de toute pollution lumineuse notamment IR.

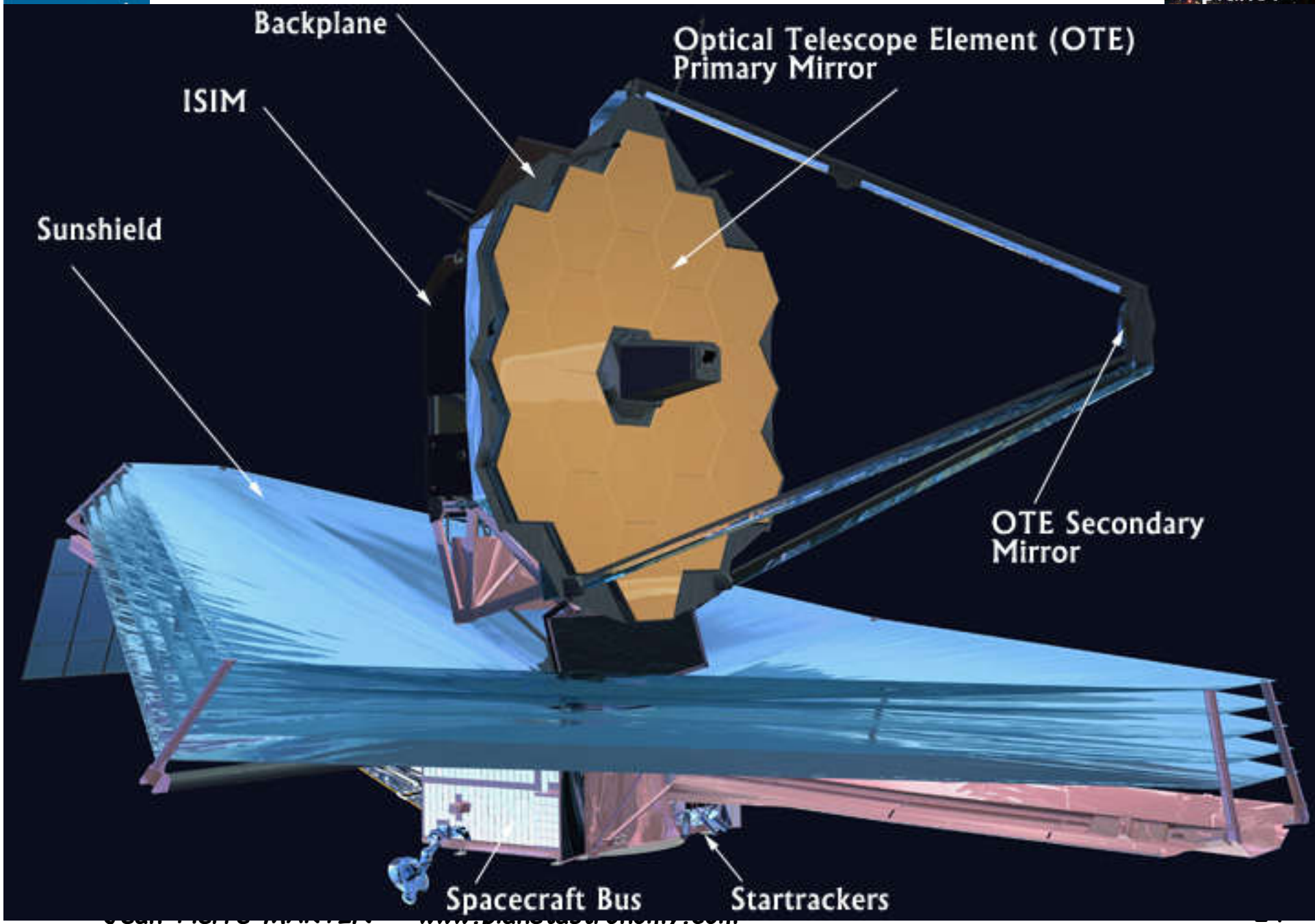
| LE JAMES WEBB SPACE TÉLESCOPE (JWST) | |
|--------------------------------------|---|
| Type | Télescope spatial en IR |
| Mission | L'univers froid, les premières galaxies, les exoplanètes... |
| Qui ? | NASA, ESA et ASC (Canada) |
| Dimensions | 22m x 14m x masse 6,2t |
| Où | Point de Lagrange L2 à 1,5 millions de km de la Terre |
| Visibilité | 0,6 à 28 μ (un peu de visible et IR) |
| Miroir | Diamètre 6,5m (Hubble : 2,4m) en Be/Or Focale : 131m |
| Resolution | 0,1 arcsec |
| Temperature | La plupart des instruments 50K, por MIRI : 6K |
| Instruments | 4 : NIRC <i>am</i> , NIR <i>Spec</i> , MIRI et FGS/NIRISS |
| Coût (estimé !) | 10 Milliards \$ |
| Maitre d'œuvre | Northrop-Grumann et sous-traitants comme Ball, Lockheed... |
| Lancement (estimé !) | Mai 2020 après de nombreux reports. |

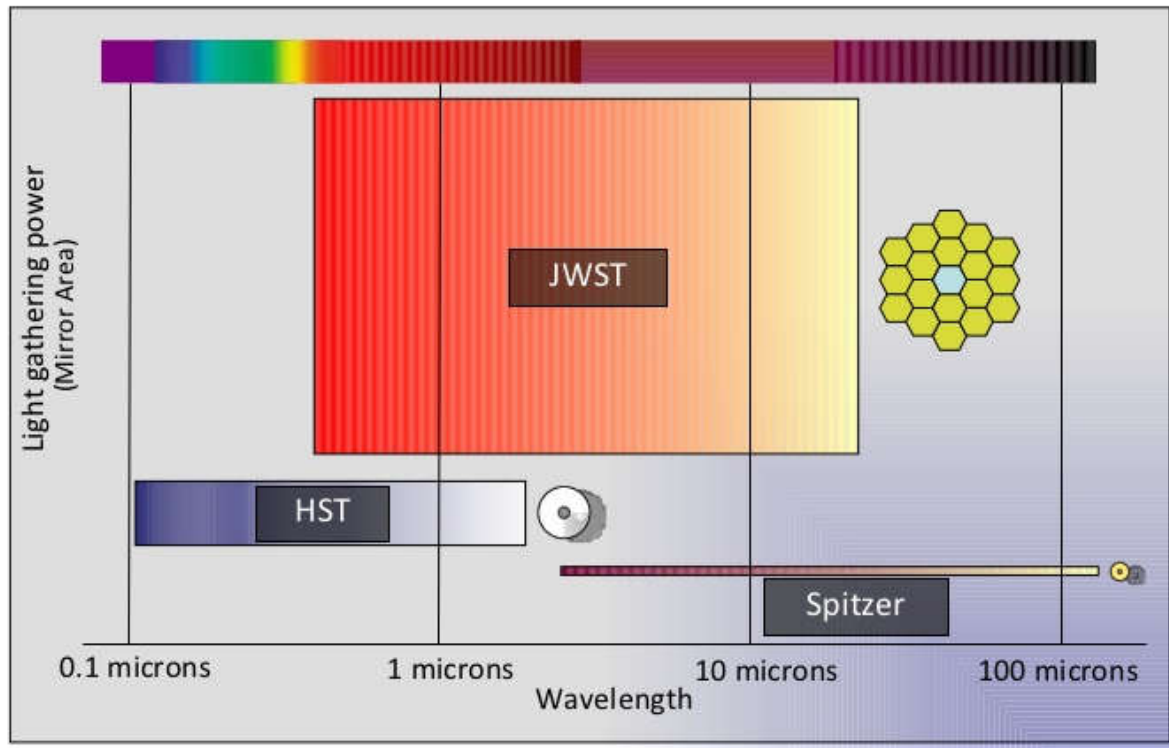
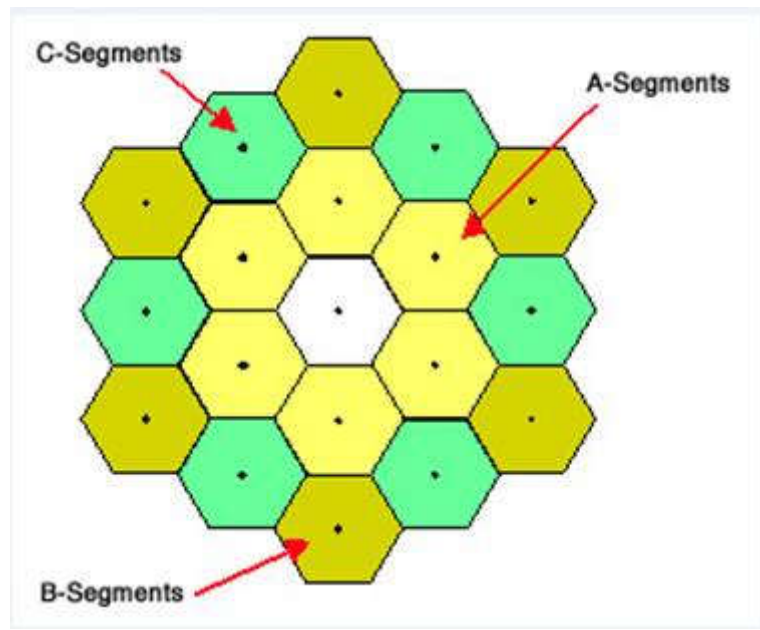
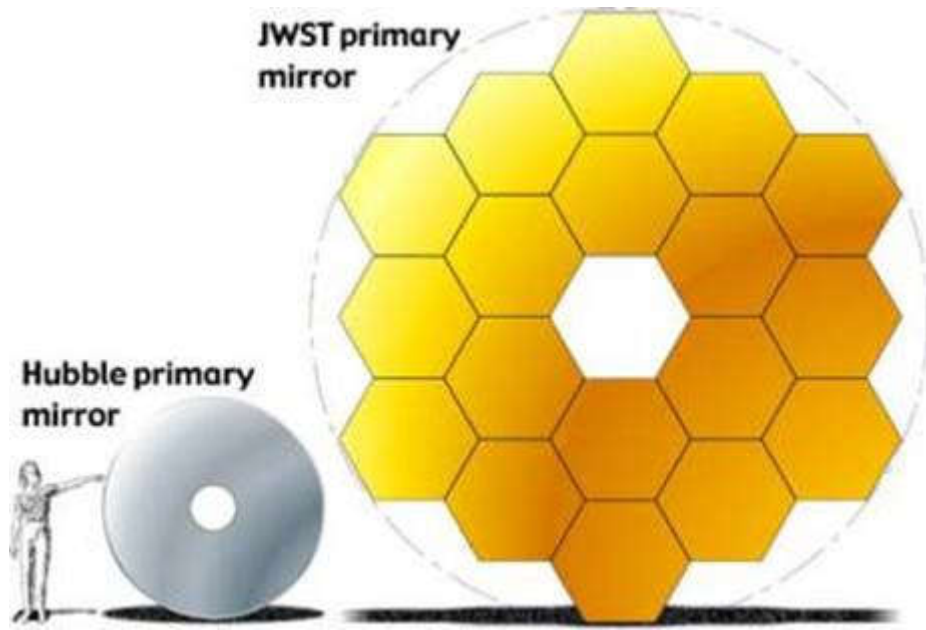
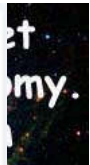




SA MISSION

- ☞ Plus grand, plus performant que Hubble dont il est théoriquement le successeur, il devrait grâce à sa vue dans le domaine infra rouge de **0,6 à 26 microns** (rappel : visible de 0,4 à 0,8 et Hubble : 0,2 à 2,4 donc un peu dans les UV et un peu dans l'IR) nous permettre d'appréhender les premières formations de galaxies, 300 millions d'années après le Big Bang.
- ☞ L'infra rouge est un domaine correspondant aux objets froids de l'Univers, c'est-à-dire qu'il peut pénétrer les poussières entourant les galaxies dans les disques proto planétaires afin d'étudier ceux-ci.
- ☞ D'autre part, due au décalage vers le rouge, c'est le télescope idéal pour ces galaxies lointaines et les premières étoiles.
- ☞ C'est l'Univers profond qui est à sa portée maintenant.
- ☞ Mais sa mission ne s'arrête pas là ; il devrait aussi être capable de « voir » des exoplanètes de type rocheux ainsi que d'analyser leurs atmosphères. Et notamment les plus proches de nous comme le système Trappist découvert il y a peu et qui semble fort intéressant.



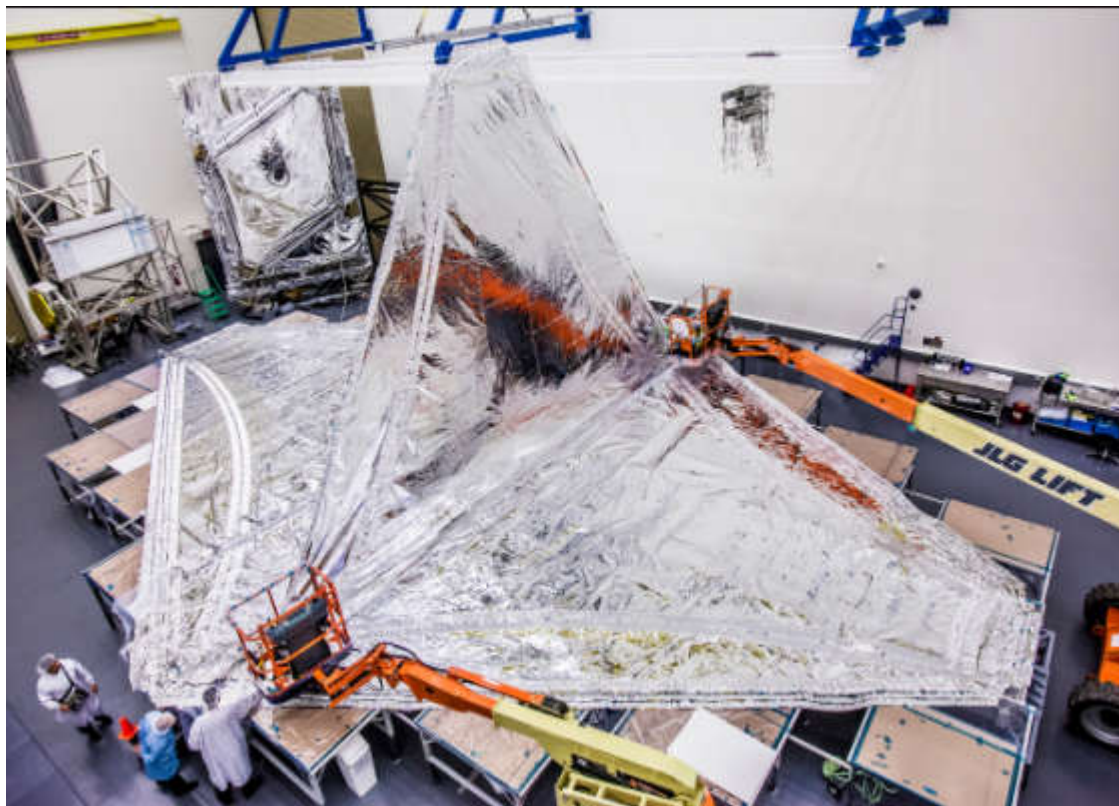




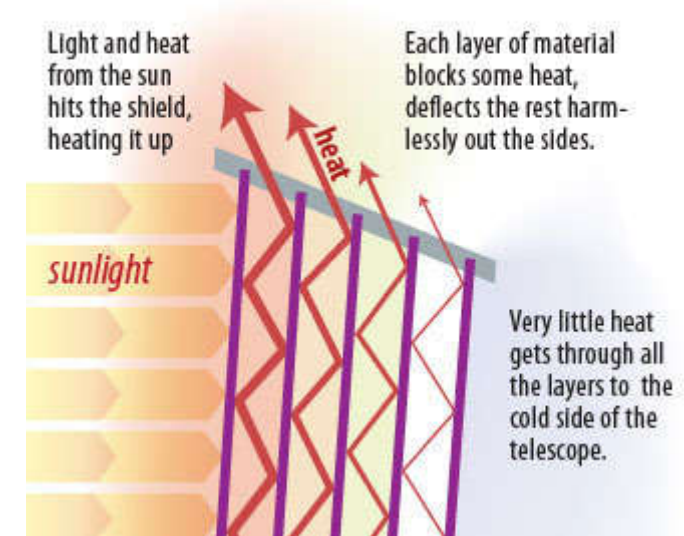
- ☞ Le miroir primaire fait 6,5m de diamètre et est constitué de différents segments hexagonaux identiques en **Béryllium** de 1,3m de diamètre, chacun pesant environ 20kg. Le Béryllium se déforme très peu et en plus c'est un métal très léger (densité 1,8). Par contre il est difficile à usiner et toxique. Chaque segment de ce miroir a été recouvert d'un dépôt ultra fin (120nm !) d'or par évaporation, afin d'assurer la bonne réflexion de la lumière IR reçue. Ce dépôt est recouvert lui-même d'une fine couche de SiO₂ (du verre) pour protection. Masse du miroir seul : 625kg
- ☞ Les miroirs élémentaires doivent être jointifs le plus possible, et ce ne peut être accompli qu'à l'aide d'un système développé à cet usage et appelé Primary Mirror Alignment and Integration Fixture effectuant ses positionnements par pointée Laser.
- ☞ Chaque segment possède sur sa face arrière six actionneurs permettant de modifier légèrement sa surface et sa courbure pour compenser certains effets indésirables et permettre une mise au point parfaite
- ☞ On voit ici ce bras en train de manipuler un segment pour le mettre en place avec les autres.
- ☞ Crédit, NASA/ Chris Gunn

LE PARE SOLEIL

- 📄 IL faut maintenir une température pour la plupart des capteurs de l'ordre de 50K.
- 📄 Ce refroidissement est assuré par différentes couches de polymères Kapton (pliables bien sûr aussi) de 22m de long et 12m de large.
- 📄 Ce parasol de 300m² est large comme un court de tennis. Il assure un refroidissement passif de la partie mesure de 50K. Certains instruments nécessitent un refroidissement cryogénique supplémentaire pour bien fonctionner.



Cross-Section of Webb's Five-Layer Sunshield

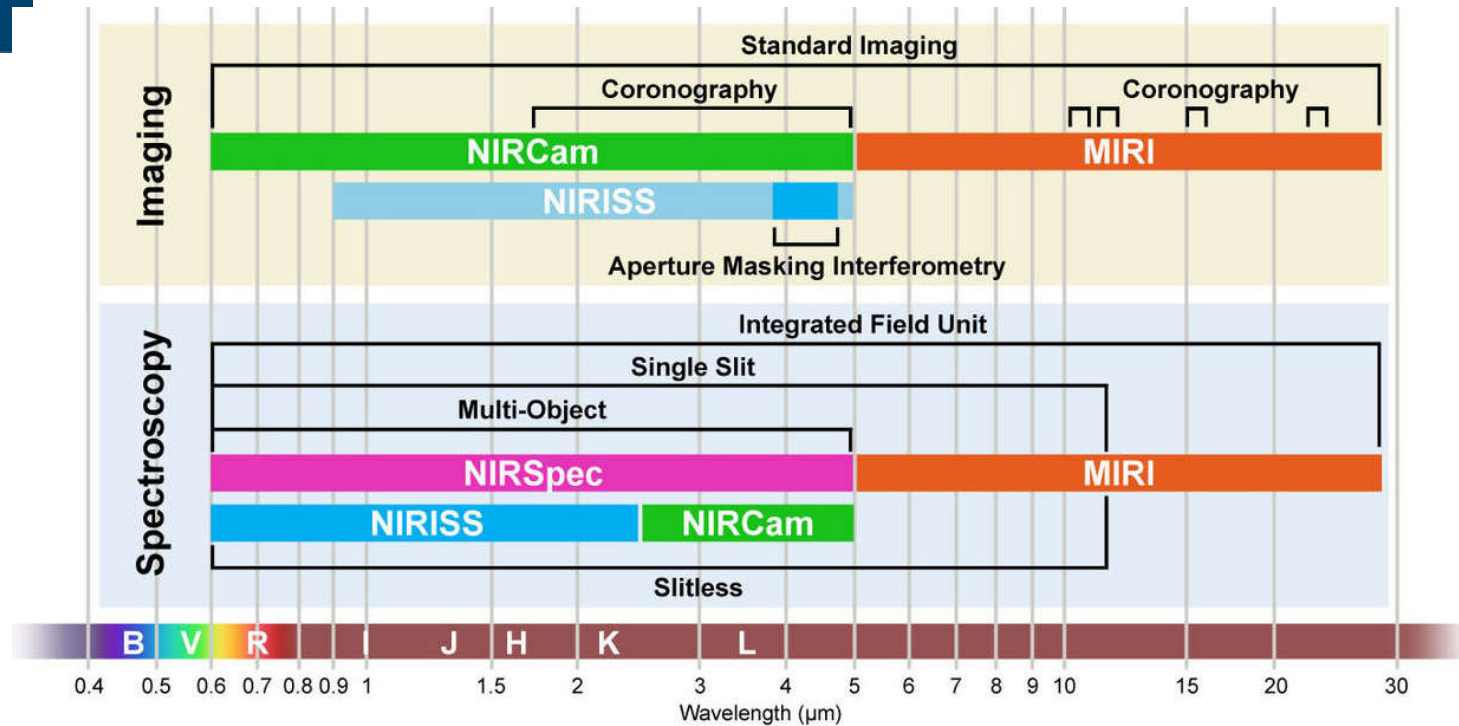




 Vidéo du test du déploiement du pare soleil

 <https://youtu.be/PVAe9Ovca5Q>

LES INSTRUMENTS



- 📖 La caméra dans le proche infrarouge (NIRCam), fournie par la NASA par l'intermédiaire de l'Université de l'Arizona
- 📖 Le spectrographe dans le proche infrarouge (NIRSpec), qui fonctionne dans des longueurs d'onde similaires, fabriqué par Astrium GmbH et fourni par l'ESA et dont les détecteurs et l'ensemble de micro-volets sont, eux, fournis par la NASA.
- 📖 L'instrument dans l'infrarouge moyen (MIRI) - est fourni par un consortium d'organismes européens (dont le CEA) financés sur des fonds publics et par la NASA, la coordination étant assurée par l'ESA.
- 📖 Le détecteur de guidage de précision/caméra à filtre accordable (FGS/NIRISS), est fourni par les Canadiens de l'ASC



- 📖 Le télescope James Webb est effectivement d'un nouveau type complètement novateur, mais d'une **complexité extrême** due au fait de sa taille qui nécessite un pliage ultra sophistiqué.
- 📖 Le déploiement dans l'espace est un processus, lui aussi complexe où la moindre vis ou goupille de travers rendrait la mission finie avant d'avoir commencée.
- 📖 Signalons aussi que ce qui avait été l'avantage de Hubble (la proximité terrestre permettant des opérations de dépannage) est pour le JWST un inconvénient vu son éloignement.
- 📖 C'est un pari risqué pour la NASA qui joue sa crédibilité encore une fois.
- 📖 Toute la communauté scientifique espère que tout se passera sans problème.



superbe photo d'une galaxie de type spirale barrée (UGC 6093)
dont on voit parfaitement les bras s'enroulant autour du centre

À LIRE



Alain Riazuelo

Les trous noirs À la poursuite de l'invisible

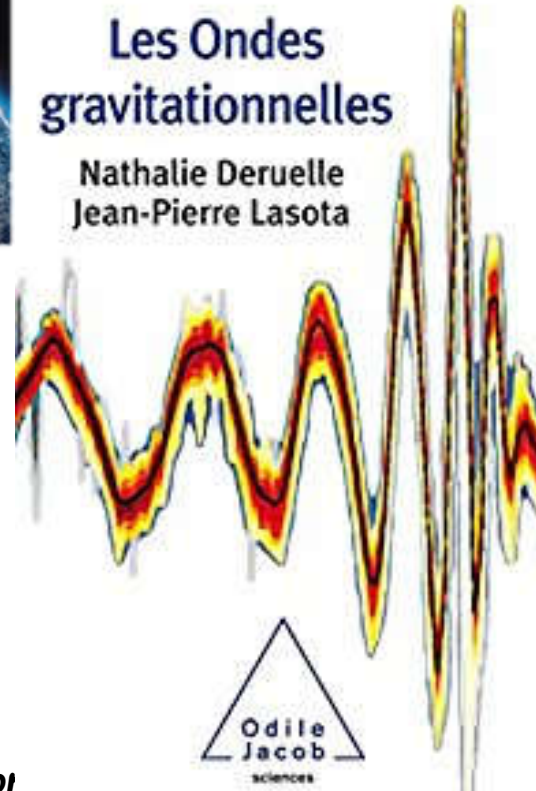


oland Lehoucq

Vuibert

Les Ondes gravitationnelles

Nathalie Deruelle
Jean-Pierre Lasota





📅 PROCHAINES RÉUNIONS COSMOLOGIE :

📅 **Samedi 16 Juin : Denis Gialis** nous entretiendra d'un sujet général de cosmologie autour du BB

📅 **Samedi 13 Octobre : Pierre Vanhove** CEA sur les trous noirs quantiques

📅 **Samedi 15 Décembre** : à définir

📅 Merci de proposer des thèmes et conférenciers

📁 **Olivier Laurent** thésard en astrophysique au CEA et un Post-doc au Max Planck Institute de Munich,

📁 Il remplace au pied levé P. Salome malade.

📁 Il nous présente :

📁 **ONDES
GRAVITATIONNELLES ET
Trous NOIRS BINAIRES**





L'observatoire de Jaipur Inde



MERCI DE VOTRE ATTENTION

Cosmic Spheres of Time

