

# Les télescopes spatiaux



GAP 47 • G. Da Costa Lima / O. Sabbagh • Octobre 2017

# Les Télescopes Spatiaux

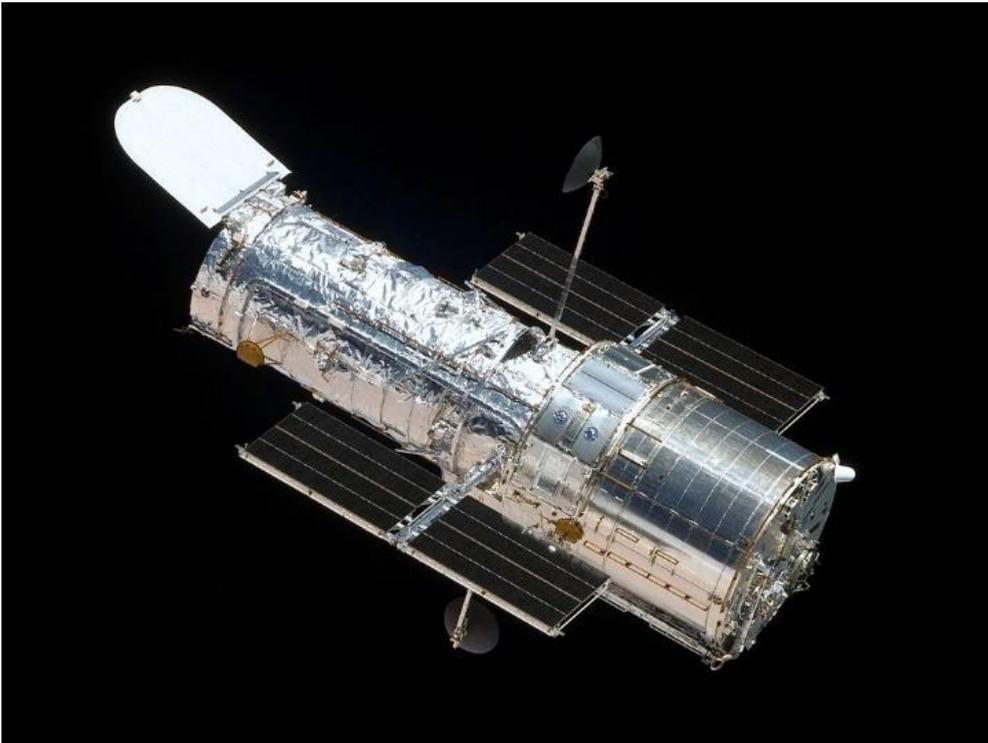


En distribuant des jolies images, le télescope Hubble semble être le seul télescope dans l'espace mais ce n'est pas le cas, même si c'est le plus connu.

Voici une liste, non limitative, de ces télescopes moins spectaculaires mais très importants pour la connaissance de notre Univers.

## A) Télescopes « généralistes » notamment dans le visible

### HUBBLE



Le télescope spatial Hubble (en anglais Hubble Space Telescope, en abrégé HST) est un télescope spatial développé par la NASA avec une participation de l'Agence spatiale européenne qui est opérationnel depuis 1990. Son miroir de grande taille (2,4 mètres de diamètre), qui lui permet de restituer des images avec une résolution angulaire inférieure à 0,1

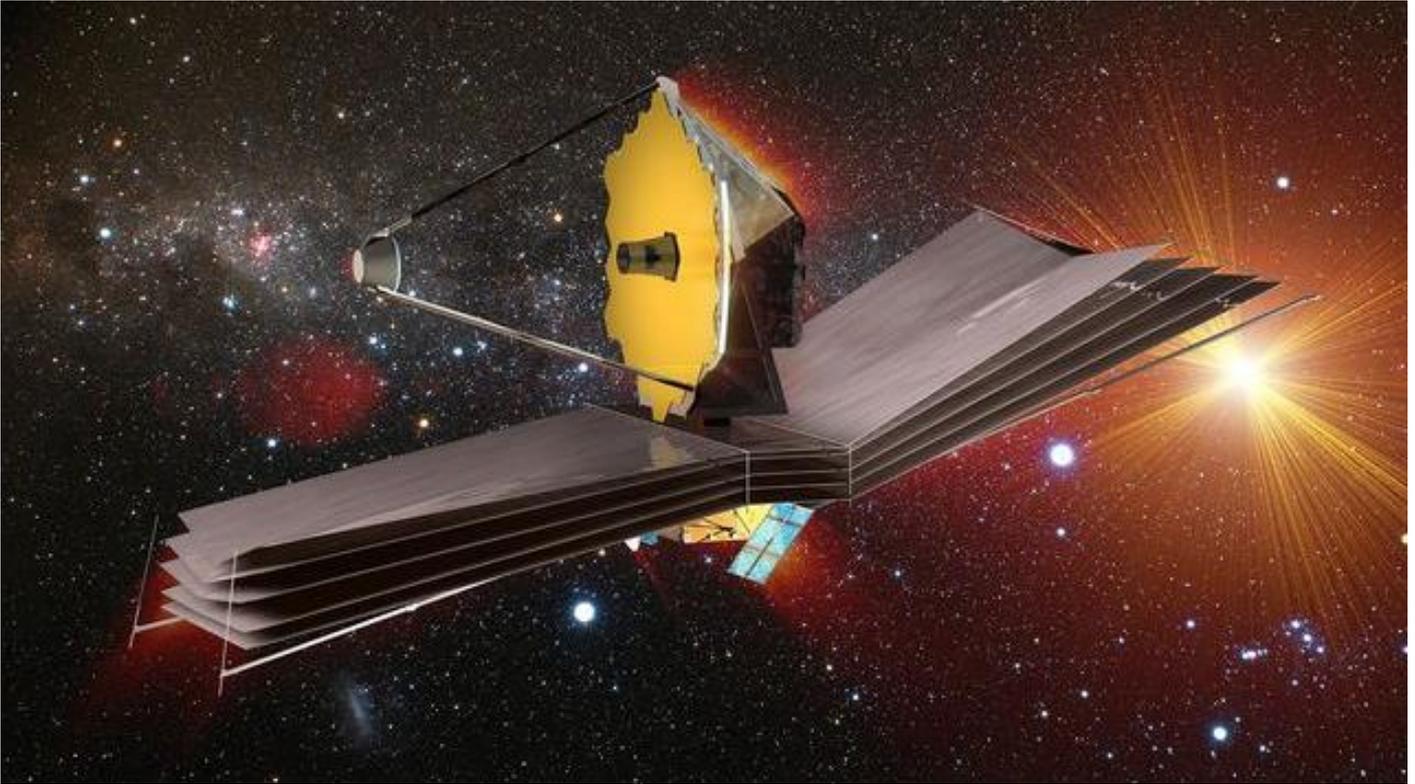
seconde d'arc ainsi que sa capacité à observer à l'aide d'imageurs et de spectroscopes dans l'infrarouge proche et l'ultraviolet lui permettent de surclasser pour de nombreux types d'observation les instruments au sol les plus puissants handicapés par la présence de l'atmosphère terrestre.

Les données collectées par Hubble ont contribué à des découvertes de grande portée dans le domaine de l'astrophysique telles que la mesure du taux d'expansion de l'Univers, la confirmation de la présence de trous noirs supermassifs au centre des galaxies ou l'existence de la matière noire et de l'énergie sombre.

Le développement du télescope Hubble, qui tient son nom de l'astronome Edwin Hubble, démarre au début des années 1970 mais des problèmes de financement, de mise au point technique et la destruction de la navette spatiale Challenger repoussent son lancement jusqu'en 1990. Une aberration optique particulièrement grave est découverte peu après qu'il ait été placé sur son orbite terrestre basse à 600 km d'altitude. Dès le départ le télescope spatial avait été conçu pour permettre des opérations de maintenance par des missions des navettes spatiales.

La première de ces missions en 1993 est mise à profit pour corriger l'anomalie de sa partie optique. Quatre autres missions, en 1997, 1999, 2002 et 2009, permettent de moderniser les cinq instruments scientifiques et remplacer certains équipements défectueux ou devenus obsolètes. La dernière mission de maintenance, réalisée en 2009, immédiatement avant le retrait définitif des navettes spatiales, doit permettre au télescope Hubble de fonctionner jusqu'à la fin de la décennie 2010, sauf imprévu. Pour les observations dans l'infrarouge il doit être remplacé vers 2018 par le télescope spatial James-Webb, aux capacités supérieures.

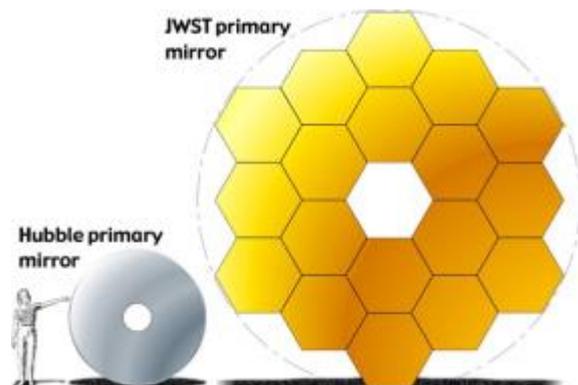
# JAMES WEBB SPACE TELESCOPE (JWST)



Le télescope spatial James-Webb (James Webb Space Telescope ou JWST, anciennement appelé « Next Generation Space Telescope », NGST), est un télescope spatial développé par la NASA avec le concours de l'Agence spatiale européenne (ESA) et de l'Agence spatiale canadienne (CSA). Il doit succéder en 2018 au télescope spatial Hubble.



Contrairement à Hubble qui disposait d'un miroir unique de 2,4 m de diamètre, le JWST aura un miroir de 6,5 mètres mais composé de 18 segments hexagonaux juxtaposés. Ce miroir, trop grand pour tenir dans une fusée sera en 3 morceaux qui se déploieront une fois dans l'espace. Le JWST, contrairement à Hubble, travaillera exclusivement dans des longueurs d'onde infrarouges. Son pouvoir de résolution lui permettrait de voir un ballon de football à 550 km de distance !



# KEPLER



Kepler est un télescope spatial développé par l'agence spatiale américaine, la NASA, pour détecter des exoplanètes et lancé en 2009. Le satellite, qui pèse un peu plus d'une tonne, il utilise la méthode des transits en observant les étoiles à l'aide de son télescope de 0,98 mètre de diamètre. Kepler a pour objectif de détecter des planètes de type terrestre en observant en permanence la luminosité de 145 000 étoiles situées dans une région fixe de la Voie lactée de 115 degrés carrés. Ce télescope a eu des problèmes techniques en 2013 (panne de 2 gyroscopes), mais les ingénieurs arrivent encore à le faire travailler en mode « minimal ». Avec plus de 4.000 exoplanètes découvertes jusqu'en juin 2017, dont plus de 2.300 ont été confirmées, Kepler est le champion toutes catégories de la chasse aux exoplanètes.

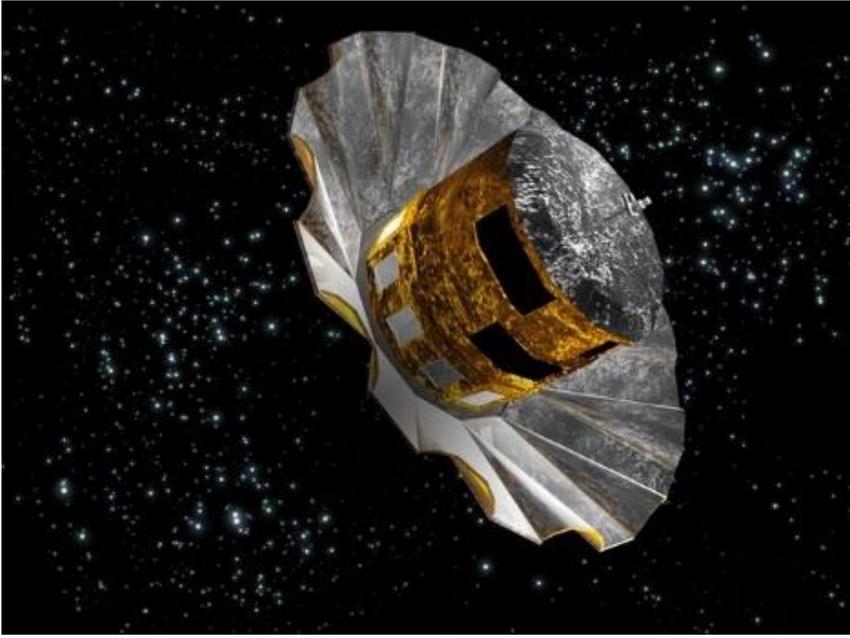


# COROT

(pour **CO**nvection, **RO**tation et **T**ransits planétaires)

COROT est un télescope spatial destiné à l'étude de la structure interne des étoiles et à la recherche d'exoplanètes. Lancé le 27 décembre 2006, CoRoT est le premier télescope en orbite destiné à la recherche de planètes extrasolaires et notamment de planètes telluriques. Après 7 ans et demi de fonctionnement et de nombreuses découvertes, le satellite a été désactivé le 17 juin 2014, ce qui signifie la fin de la mission.

# GAÏA



Gaïa est un ambitieux projet d'étude de notre Galaxie. Le satellite a été lancé depuis Kourou, par une fusée Soyouz-Fregat le 19 décembre 2013. Sa vocation première est le recensement de plus d'un milliard d'étoiles de la Voie Lactée et la mesure de leurs positions.

En 2016 L'Homme a enfin un plan plus précis de son lieu d'habitation : la Voie lactée. Les relevés du télescope européen Gaïa ont permis à l'Agence spatiale européenne de présenter, le catalogue le plus complet à ce jour

de l'emplacement d'1,15 milliard d'étoiles de la galaxie à laquelle appartient la Terre. Gaïa, dont la puissance permet théoriquement de mesurer avec précision le diamètre d'un cheveu qui se trouve à 1 000 km, a également réussi à calculer les déplacements d'une partie de ces étoiles. Une donnée importante qui permet d'en savoir plus sur l'évolution de la galaxie.

# TESS

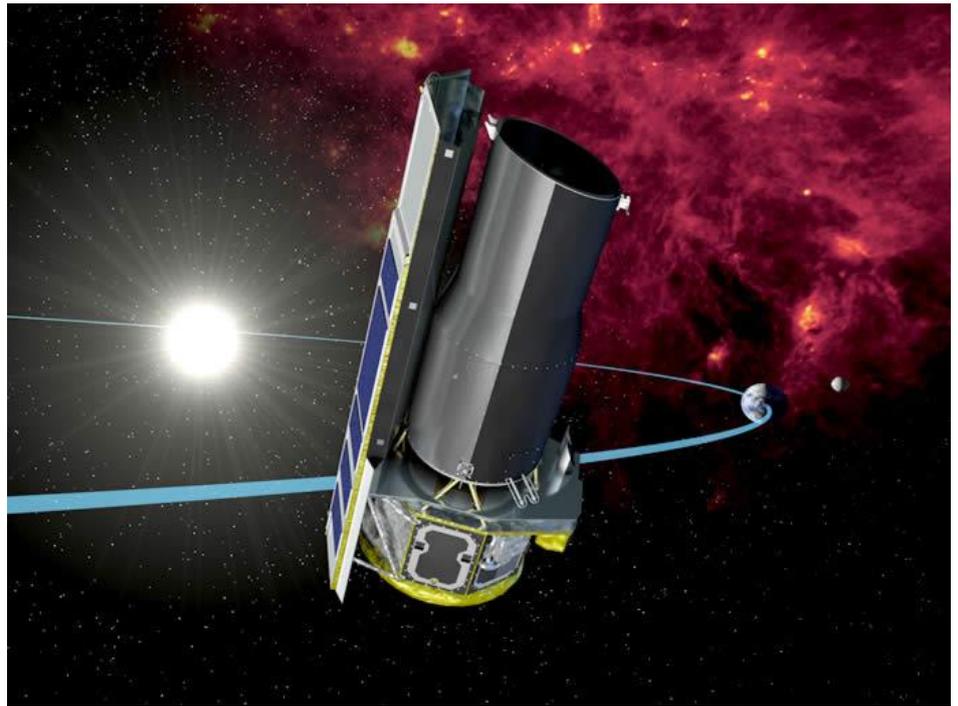
La Nasa vient de sélectionner le télescope spatial Tess pour une mission de recherche d'exoplanètes. Il va travailler en lumière visible et en proche infrarouge. Il aura la particularité de réaliser à la fois la spectroscopie des transits et des images de ces planètes. Cette mission s'inscrit dans la continuité de celle de Kepler et prépare le terrain pour le télescope spatial James Webb, le successeur d'Hubble dont le lancement est prévu en 2018.



## B) Télescopes opérant dans les ondes submillimétriques et infrarouge

### SPITZER

Spitzer ou SIRTf (Space Infrared Telescope Facility) est un télescope spatial infrarouge développé par la NASA. Il est le dernier des quatre « grands observatoires » aux caractéristiques complémentaires réalisés par l'agence spatiale américaine pour répondre aux grandes interrogations scientifiques de la fin du siècle dans le domaine de l'astrophysique. Le rôle de Spitzer est principalement d'observer la création de



l'univers, la formation et l'évolution des galaxies primitives, la genèse des étoiles et des planètes et l'évolution de la composition chimique de l'univers qui sont des phénomènes principalement visibles dans l'infrarouge. Lancé le 25 août 2003, le télescope a fonctionné à pleine capacité jusqu'en mai 2009. À compter de cette date, ayant épuisé l'hélium liquide, il a continué à fonctionner en mode "chaud" avec une partie de son instrumentation. C'est ce télescope qui a découvert l'immense anneau de Phœbé autour de Saturne.



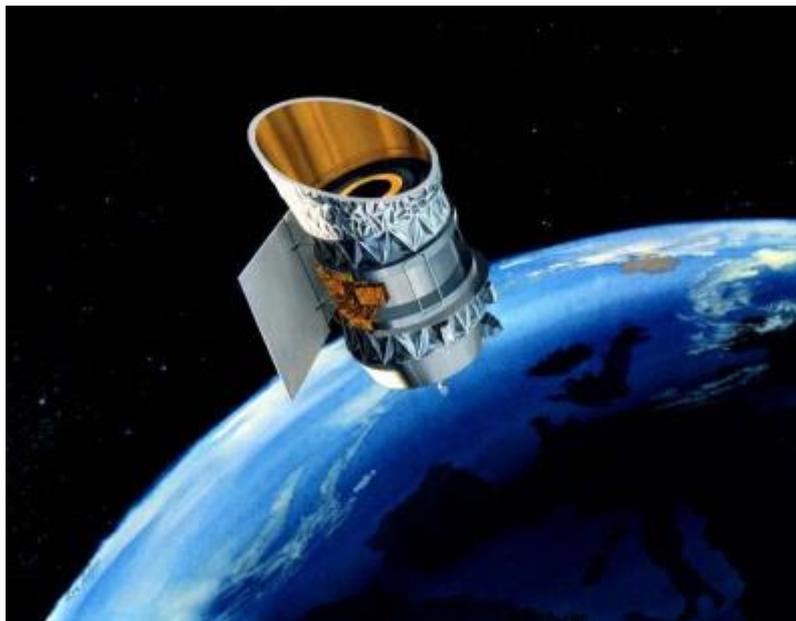
### HERSCHEL

Herschel est un télescope spatial infrarouge développé par l'Agence spatiale européenne (ESA) opérationnel entre 2009 et 2013. Son objectif scientifique était de réaliser des observations astronomiques dans les domaines de l'infrarouge lointain et du submillimétrique (longueurs d'ondes 55 à 672  $\mu\text{m}$ ) pour étudier la formation des

étoiles, la naissance des galaxies primitives et l'évolution des galaxies ainsi que la chimie du milieu spatial. Il est situé au point de Lagrange L2 et suit donc la Terre dans sa révolution autour du Soleil.

## IRAS

Le satellite astronomique infrarouge (IRAS) a été la première spatiale observatoire pour effectuer une enquête de l'ensemble du ciel à infrarouges longueurs d'onde. Lancé le 25 Janvier 1983, sa mission a duré dix mois. Le télescope était un projet conjoint de États-Unis (NASA), des Pays-Bas (NIVR) et du Royaume-Uni (SERC). Plus de 250 000 sources infrarouges ont été observées.



## WISE



Le télescope spatial Wise, qui travaille en infrarouge, est chargé de repérer les astéroïdes et comètes qui menacent d'entrer en collision avec la Terre. Il était en hibernation depuis deux ans et demi. Le télescope spatial Wise va reprendre du service pour une mission de trois ans. La Nasa va s'en servir dès septembre afin de traquer les astéroïdes et les comètes qui gravitent à moins de 45 millions de kilomètres de l'orbite terrestre. Ces géocroiseurs risquent en effet d'entrer en collision avec la Terre. L'agence spatiale américaine a déjà cartographié près de 95% des astéroïdes dont le diamètre est supérieur à 1 kilomètre. Et elle entend, d'ici à 2020, répertorier 90% des objets proches de la Terre mesurant au moins 140 mètres de diamètre. Lancé dans l'espace en décembre 2009, le télescope a déjà passé treize mois à cartographier le ciel. Cette mission a permis l'observation de plus de 34.000 astéroïdes dans la ceinture d'astéroïdes, située entre Mars et Jupiter, et 135 autres dont les orbites les rapprochaient à un moment donné de la Terre. Globalement, les scientifiques ont pu répertorier plus de 560 millions d'objets célestes grâce à Wise.

## C) Télescopes opérant dans l'ultraviolet

### **GALEX**

(Galaxy Evolution Explorer)



GALEX est un petit télescope spatial destiné à l'observation de galaxies dans l'ultraviolet. Il est lancé le 28 avril 2003 par une fusée Pegasus sur une orbite quasi-circulaire à une altitude d'environ 697 kilomètres. Sa mission s'est achevée le 28 juin 2013. Durant sa mission nominale de 29 mois, GALEX réalise des observations dans le domaine de l'ultraviolet pour étudier la formation des étoiles. La mission est prolongée une première fois en 2006. Elle devait s'achever en 2012 mais l'utilisation du télescope ciblée sur la Voie lactée et non plus sur les galaxies lointaines semblant prometteuse, celui-ci est alors loué par la NASA à différentes universités pour prolonger sa mission, ce qui en constitue une première du point de vue économique. En 2013, la NASA met fin à la mission qui a duré près de 10 ans au lieu des 29 mois prévus ne. Le satellite devrait rester en orbite environ

65 ans avant d'être détruit au moment de sa rentrée atmosphérique due à la dégradation progressive de son altitude.

### **EXCEDER (SPRINT A, HISAKI)**



Hisaki ou SPRINT-A (avant le lancement) ou EXCEED (EXtreme ultraviolet spectroCope for ExosphERIC Dynamics), est un petit télescope spatial japonais effectuant ses observations dans l'ultraviolet extrême qui a été placé sur une orbite terrestre basse le 14 septembre 2013 par le nouveau lanceur léger Epsilon qui effectuait là son premier vol. La mission de SPRINT-A est d'étudier les interactions entre d'une part l'atmosphère et la magnétosphère des planètes du Système solaire et d'autre part le vent solaire.

## D) Télescopes opérant dans les rayons-X

### ASTRO-H

(également appelé NeXT pour  
New X-ray Telescope)

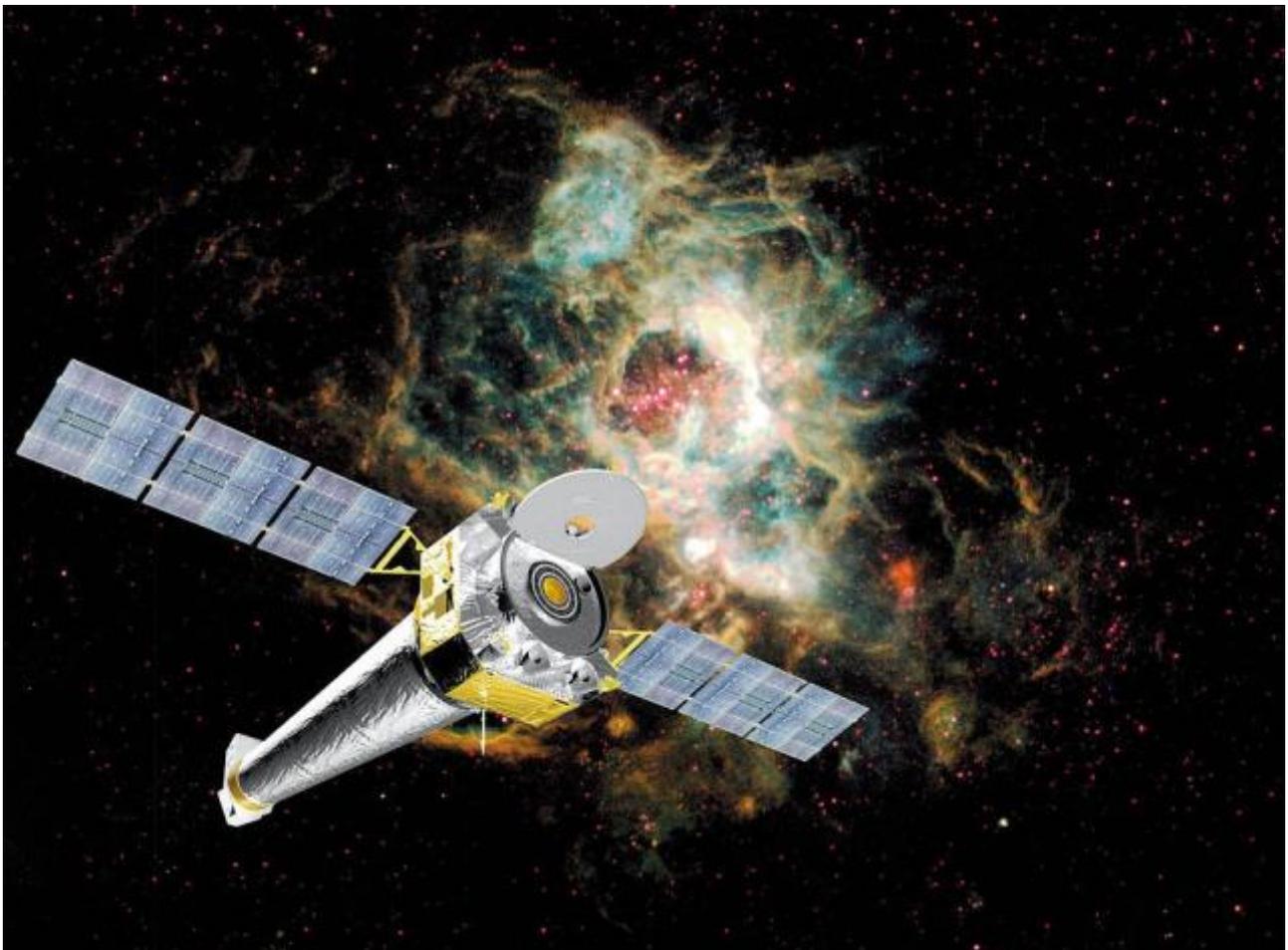
ASTRO-H est un télescope spatial à rayons X, développé par l'agence spatiale japonaise ISAS et qui a été lancé en 2015. Le satellite, placé sur une orbite terrestre à une altitude de 550 km par un lanceur H-IIA. ASTRO-H devait être, avec sa masse de 2,4 tonnes et sa longueur de 14 mètres, le télescope spatial japonais le plus massif

jamais lancé. **Dépêche AFP du 18 avril 2016** : L'Agence d'exploration spatiale japonaise (Jaxa) a expliqué que son satellite Astro-H avait été physiquement endommagé et rendu muet par des mouvements anormaux dus à des erreurs de jugement.



### CHANDRA

« Installation astrophysique avancée en rayons X »



Chandra, anciennement AXAF pour Advanced X-ray Astrophysics Facility est un télescope spatial à rayons X développé par la NASA et lancé en 1999. Chandra est avec XMM-Newton le plus performant des observatoires rayons X placés dans l'espace. Grâce à son optique de type Wolter associée à une longueur focale de 10 mètres, sa résolution angulaire descend sous la seconde d'arc dans la gamme de rayons X mous (0,1-10 keV) pour laquelle il a été conçu et sa résolution spectrale dépasse 1000 dans la bande 0,08–0,2 keV. Le télescope de 4,8 tonnes dispose de deux instruments situés au point focal : le spectromètre imageur ACIS et la caméra à haute résolution HRC. Placé sur une orbite haute elliptique de  $16\,000 \times 133\,000$  km qui permet de longues périodes d'observation continues, Chandra est utilisé pour étudier à travers les rayons X émis différents objets célestes et processus tels que : l'évolution conjointe des trous noirs super-massifs et des galaxies, la nature de la matière et de l'énergie noire, la structure interne des étoiles à neutrons, l'évolution des étoiles massives, les nébuleuses protoplanétaires et l'interaction des exoplanètes avec leur étoile. En 2017, Chandra est toujours opérationnel.

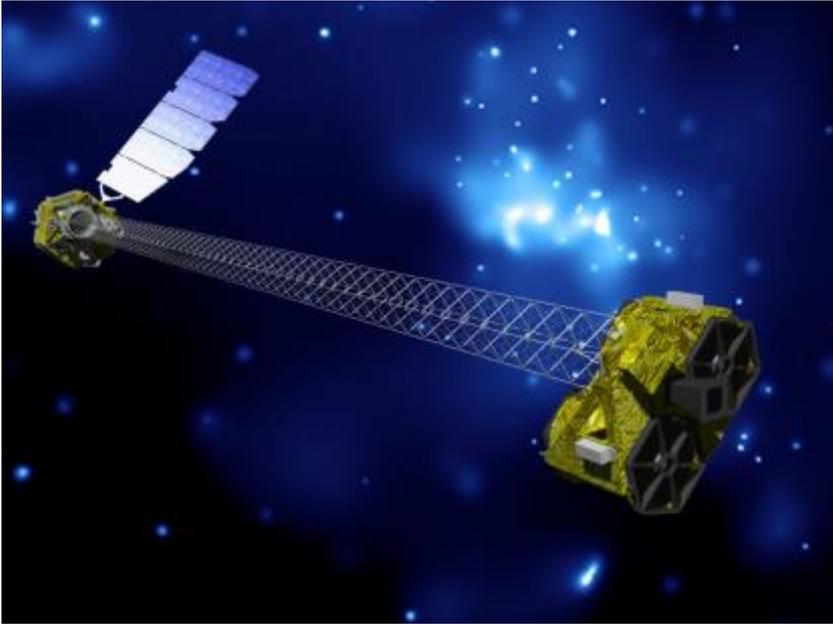
## ATHENA



Athena est le successeur d’XMM-Newton et d’Integral et s’inscrit dans le programme européen Cosmic Vision. Les observations effectuées par ce télescope européen iront de la formation des premiers trous noirs dans l’Univers jusqu’à celle des grandes structures qui renferment les groupes et les amas de galaxies. De plus, son caractère généraliste fera d’Athena un outil puissant pour l’étude d’une vaste gamme d’objets astrophysiques, tels que les planètes, les supernovæ, les étoiles, les systèmes binaires, les noyaux actifs de galaxies, et les sursauts gamma.

L’observatoire spatial ATHENA, dont le lancement est prévu pour 2028 par un lanceur européen, étudiera l’Univers chaud et énergétique. Doté d’un vaste télescope capturant les rayons X et d’autres instruments à la pointe de la technologie, il permettra d’aborder certaines des questions fondamentales dans le domaine de l’astrophysique : Comment et pourquoi la matière ordinaire s’assemble-t-elle en galaxies et en amas de galaxies ? Comment les trous noirs croissent-ils et influencent-ils leur environnement ?

# NUSTAR



Le Nuclear Spectroscopic Telescope Array ou NuSTAR est un petit télescope spatial à rayons X de la NASA, lancé le 13 juin 2012, qui a pour objectif l'observation de rayons plus énergétiques (6–79 keV) que ceux étudiés par Chandra et XMM-Newton. Le télescope utilise deux optiques de type Wolter-I, constituées de 133 miroirs cylindriques emboîtés les uns dans les autres. Les miroirs en verre sont recouverts de plusieurs couches de composants métalliques qui exploitent le principe du miroir de Bragg pour permettre la réflexion des rayons X les plus durs sous des

incidences plus élevées. Ceux-ci font converger les rayons X sur des détecteurs constitués par quatre semi-conducteurs de type cadmium-zinc-tellure. La durée nominale de la mission est de deux ans mais pourrait être étendue à six ans.

# XMM-NEWTON

XMM-Newton (XMM est l'abréviation de X-ray Multi-Mirror) est un observatoire spatial destiné à l'observation des rayons X mous (0,1 à 12 keV) développé par l'Agence spatiale européenne et lancé en 1999. Cet observatoire de grande taille combine à l'époque de son lancement une sensibilité spectroscopique exceptionnelle, une bonne résolution angulaire et un large champ d'observation. XMM-Newton est utilisé notamment pour étudier toutes les



sources des rayons X mous telles que la formation des étoiles au sein des pouponnières d'étoiles, les mécanismes qui conduisent à la formation des amas de galaxies, les processus liés à la présence des trous noirs supermassifs au cœur des galaxies, la distribution de la matière noire. Sa fin actuelle est programmée pour le 31 décembre 2016.

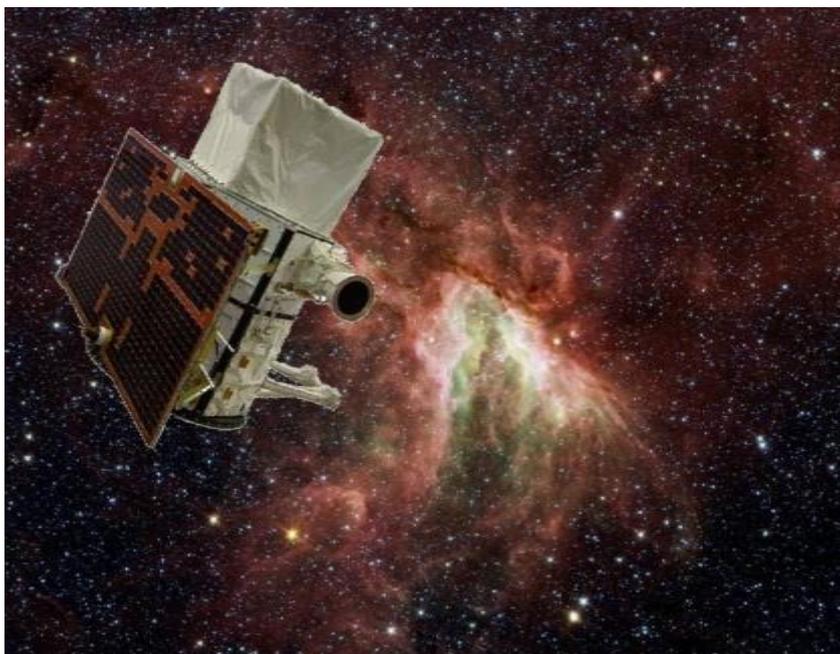
## E) Télescopes opérant dans les rayons gamma

### FERMI

Le télescope Fermi Gamma-ray Espace (CAB, anciennement télescope spatial Gamma-ray Grand salon, GLAST) est un télescope spatial pour l'astronomie gamma. FGST est un projet conjoint de la NASA et le Département américain de l'énergie, avec d'autres investissements des États-Unis, la France, l'Allemagne, le Japon, l'Italie et la Suède. Lancé en 2008 le télescope est toujours en activité en 2017

FGST explore les sources de rayons gamma de haute énergie comme les noyaux actifs de galaxies, pulsars, trous noirs, restes de supernovæ, sursauts gamma, voir le soleil et les étoiles et d'étudier leurs propriétés et le rayonnement gamma diffus. Ceci est à déterminer par ailleurs difficile de mesurer des propriétés telles que les champs magnétiques dans des accélérateurs de particules cosmiques ou les champs de rayonnement infrarouge entre les sources gamma et le soleil.

Le 12 avril FERMI a mis en évidence son milliardième rayonnement Gamma extraterrestre.



### AGILE

(Astro-rivelatore Gamma a Immagini LEggero)

AGILE est un petit observatoire (352 kg) astronomique spatial développé par l'Agence spatiale italienne et lancé en 2007 par une fusée indienne. Son objectif scientifique est l'observation de plusieurs types de sources de rayons gamma et X notamment, les centres galactiques actifs, les sursauts gamma, les émissions gamma diffuses ayant leur origine dans

notre galaxie et dans d'autres galaxies, les pulsars gamma, les micro-quasars.

# INTEGRAL

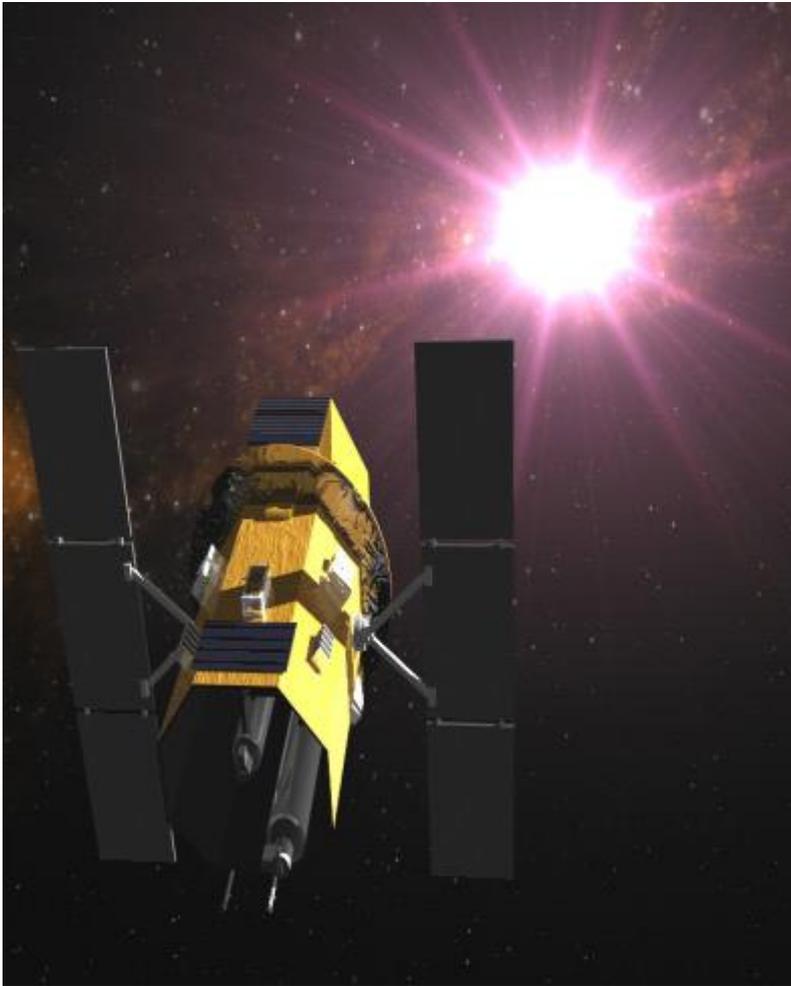
INTErnational Gamma-Ray Astrophysics Laboratory (INTEGRAL)



C'est un observatoire spatial d'astrophysique européen qui étudie les rayons gamma de moyenne énergie (de 20 keV à 100 MeV) émis par des sources telles que les trous noirs, étoiles à neutrons, supernovae, le milieu interstellaire, etc. Ce satellite de quatre tonnes utilise la combinaison de deux instruments pour ses observations : IBIS qui se caractérise par sa résolution angulaire et est utilisé pour localiser avec précision la source du rayonnement gamma et SPI qui dispose par contre d'une meilleure résolution spectrale. La mission d'INTEGRAL, qui a été placée en orbite en 2002, a été prolongée par l'Agence spatiale européenne. En 2017 le télescope continue ses observations.

## F) Télescopes multi-longueurs d'ondes

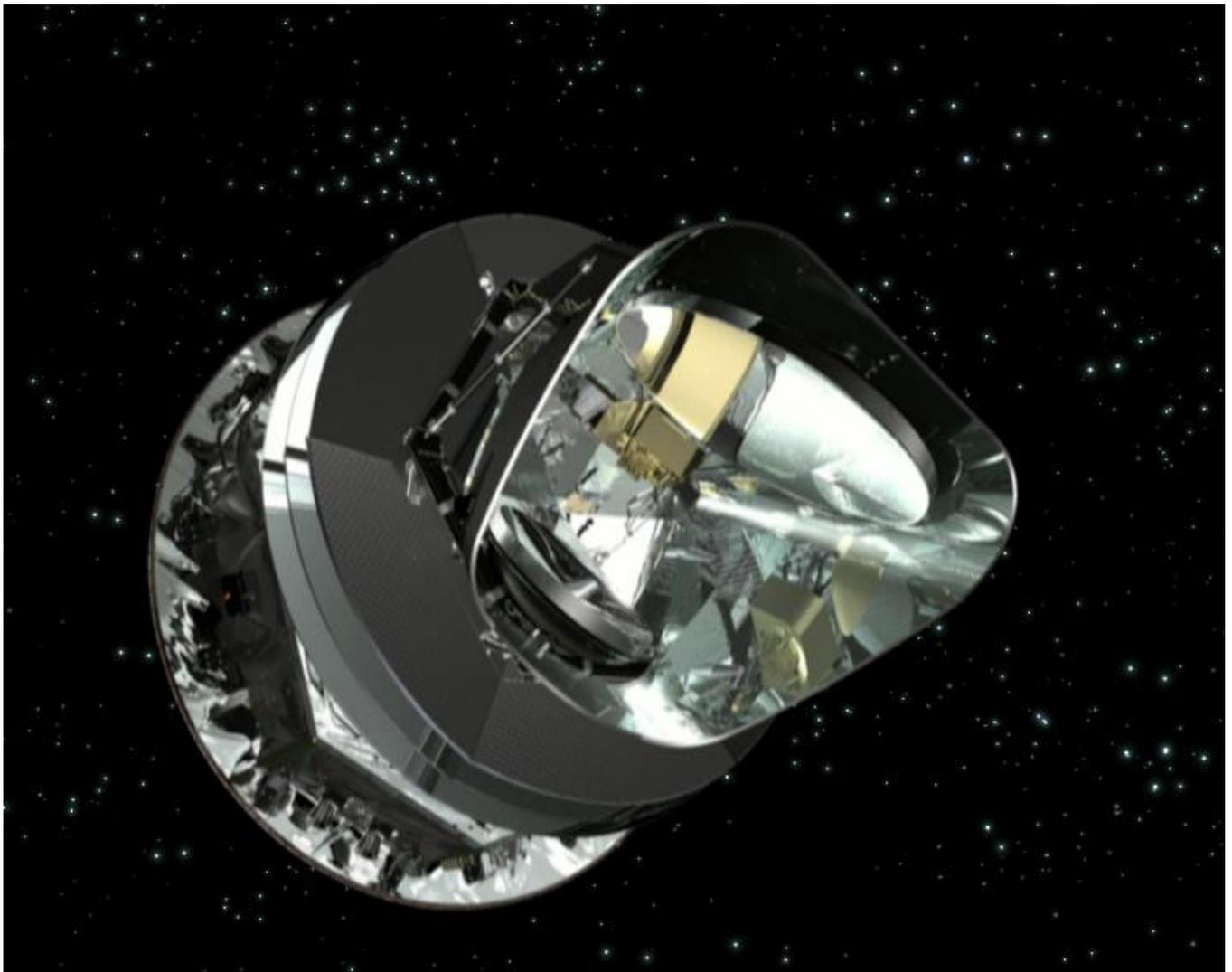
### SWIFT-BURTS



Swift est un télescope spatial multi spectral (rayons gamma, rayons X, ultraviolet, lumière visible) développé par l'agence spatiale américaine, la NASA, avec des contributions importantes de l'Italie et du Royaume-Uni. Lancé en 2004 par une fusée Delta 2, Swift a pour objectif d'identifier, localiser et observer les sursauts gamma. Ce phénomène astronomique, le plus violent de notre Univers, se caractérise par une émission de rayons gamma qui ne dure généralement de quelques millisecondes à quelques minutes. Du fait de cette brièveté et bien que la découverte de ce phénomène remonte à 1967, les astronomes ne disposent à l'époque du lancement de Swift que de peu d'informations sur l'origine et les caractéristiques des sursauts gamma. Lancé avec une mission primaire d'une durée de 2 ans, il est toujours en activité en 2017.

## G) Télescopes opérant dans les ondes radio

### PLANK



Planck est un observatoire spatial développé par l'Agence spatiale européenne (ESA) avec une participation de l'agence spatiale américaine, la NASA. La mission du satellite est de cartographier les infimes variations de température (ou d'intensité) du fond diffus cosmologique, rayonnement dans le domaine des ondes radio, notamment les micro-ondes montrant l'Univers tel qu'il était 380 000 ans après le Big Bang. Lancé en 2009, sa mission est terminée depuis 2013.

# Liste des télescopes spatiaux en fonction des longueurs d'onde utilisées (crédit : NASA Goddard Space Flight Center)

