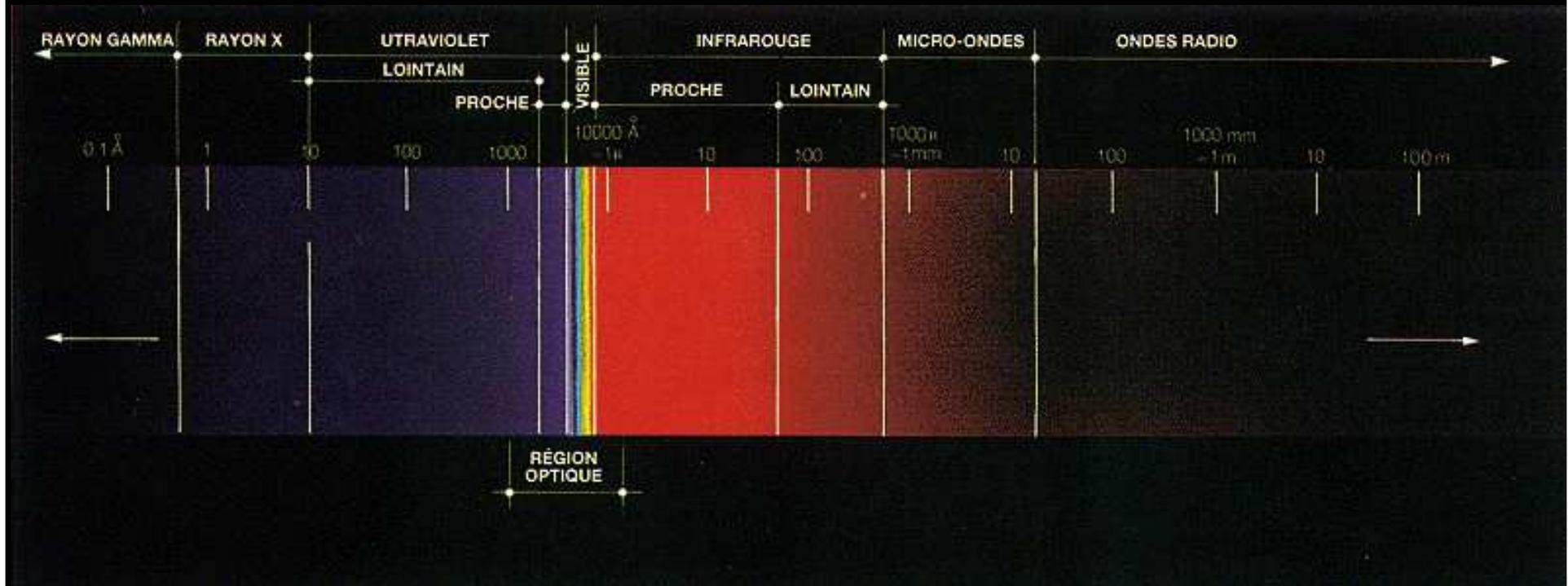
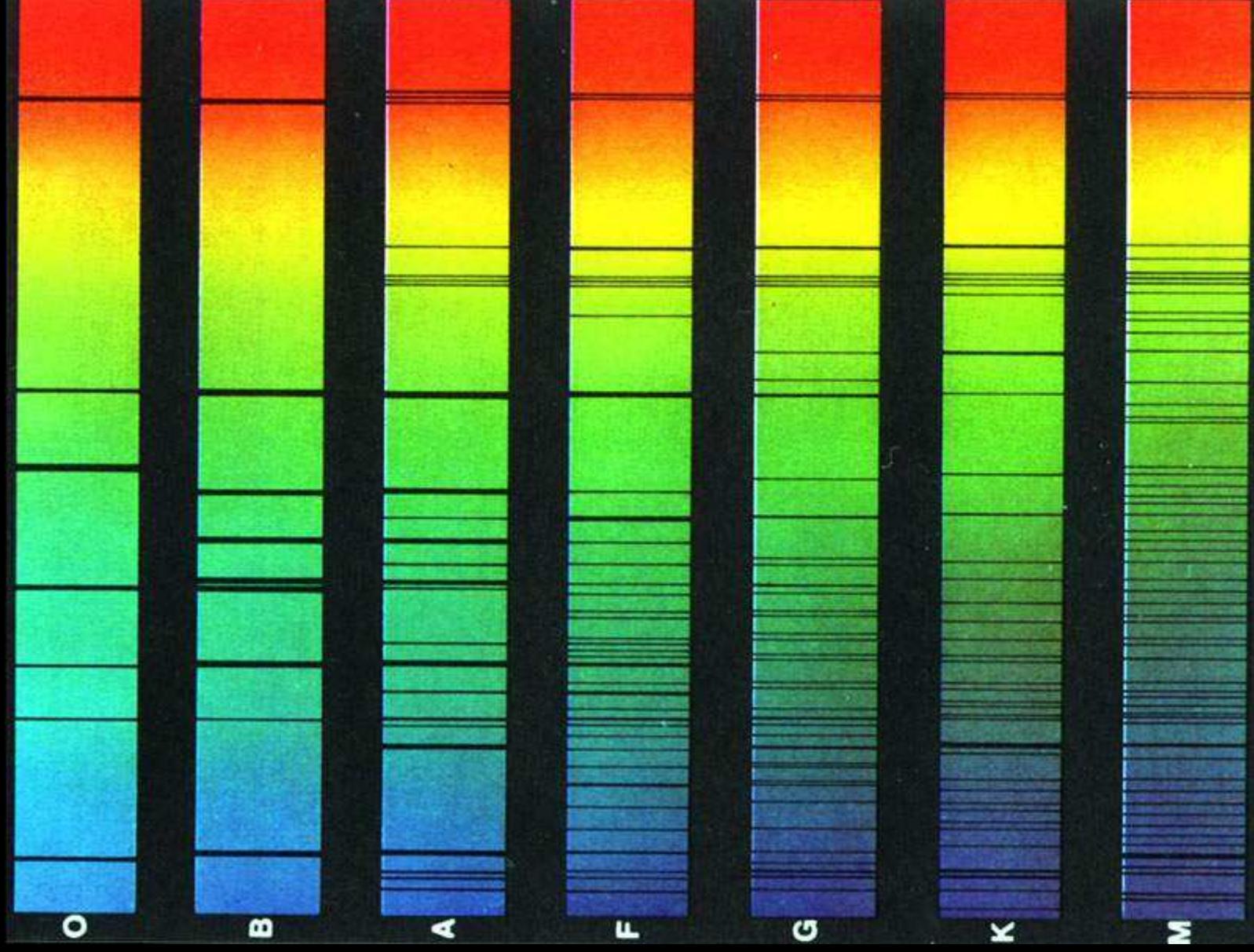
A satellite is shown in orbit above the Earth's atmosphere. The satellite is cylindrical with a white dome on top and several solar panels extending from its sides. The Earth's surface is visible below, showing blue oceans and white clouds. The background is the blackness of space.

*L'observation du  
ciel dans  
différentes  
longueurs d'onde*

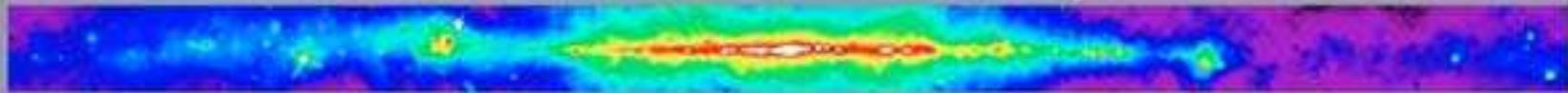
# *Le spectre électromagnétique*





*Radio Continuum*

*408 MHz Bonn, Jodrell Banks, & Parkes*



*Atomic Hydrogen*

*21 cm Leiden-Dwingeloo, Maryland-Parkes*



*Radio Continuum*

*2.4-2.7 GHz Bonn & Parkes*



*Molecular Hydrogen*

*115 GHz Columbia-GISS*



*Infrared*

*12, 60, 100 μm IRAS*



*Near Infrared*

*1.25, 2.2, 3.5 μm COBE/DIRBE*



*Optical*

*Laustsen et al. Photomosaic*



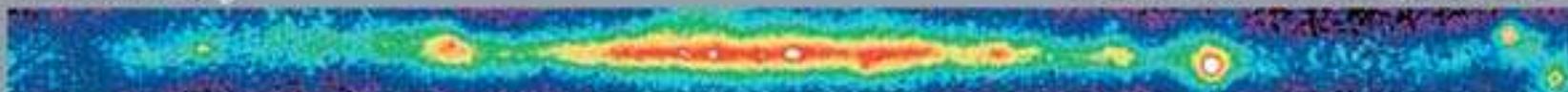
*X-Ray*

*0.25, 0.75, 1.5 keV ROSAT/PSPC*



*Gamma Ray*

*>100 MeV CGRO/EGRET*





Visible

En IR



Spiral Galaxy M81  
NASA / JPL-Caltech / S. Willner (Harvard-Smithsonian CfA)

Spitzer Space Telescope • IRAC  
iss:2003-06c

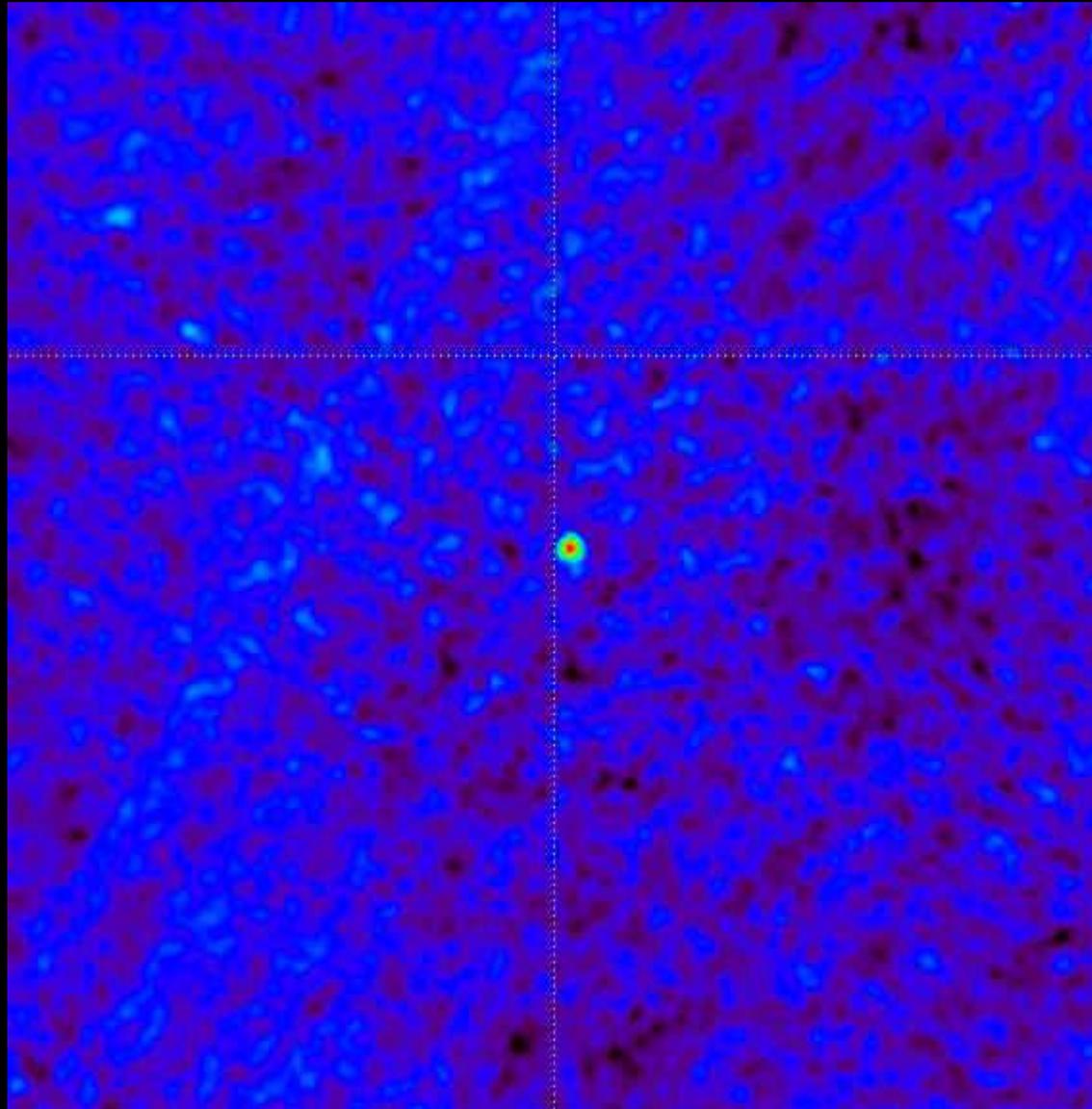
En X



# *L'astronomie $\gamma$*



- Rayonnement qui transporte le plus d'énergie  $< 1 \text{ \AA}$
- Observé depuis l'espace
- Sources de rayonnement : éruptions solaires, supernovae, étoiles à neutrons, sursauts gamma, noyaux de galaxies actives...

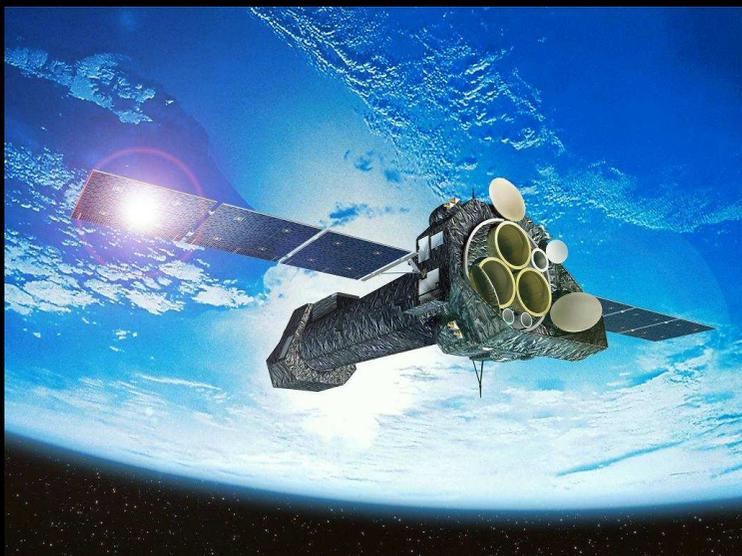


**Une source Gamma dans notre galaxie : étoile à neutrons ou trou noir ?**

# *L'astronomie X*

- **Entre 1 Å et 10 Å**
- **Observé depuis l'espace**
- **Observation de la couronne solaire, des restes de supernovae, de trous noirs, de pulsars, de galaxies actives...**



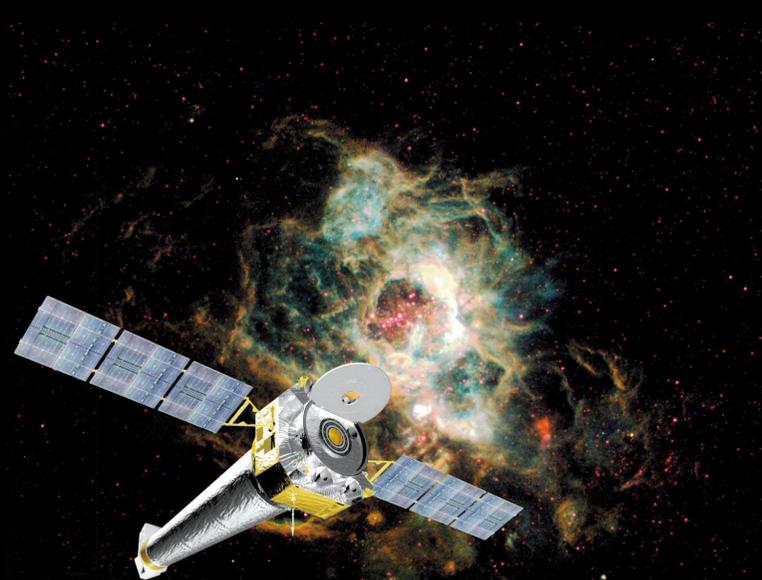


## XMM – Newton

Télescope européen lancé le 10 décembre 1999 par une fusée Ariane V. En service jusqu'en 2012.

3,8 T ; 10 m de long. En orbite autour de la Terre sur une orbite allant de 7000 à 114000 km, pour être une grande partie du temps en dehors de la ceinture de Van Allen.

Équipé de 3 télescopes de grande sensibilité.



## Chandra

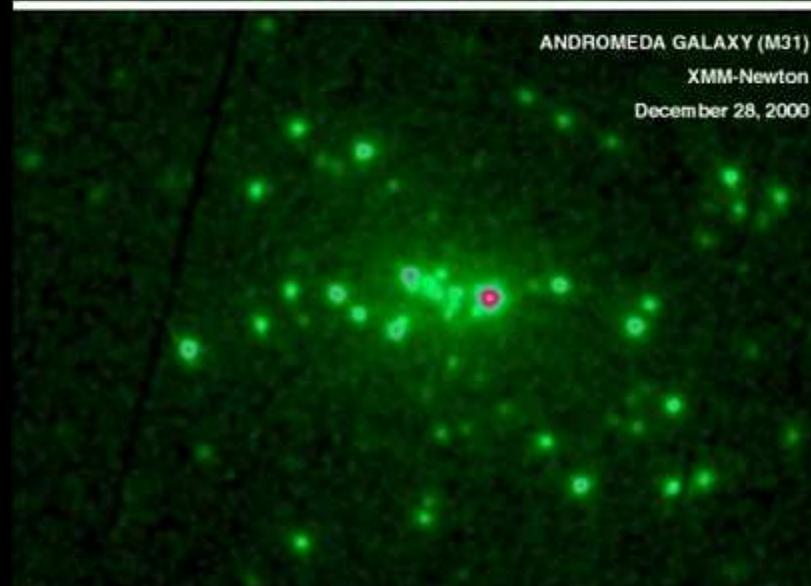
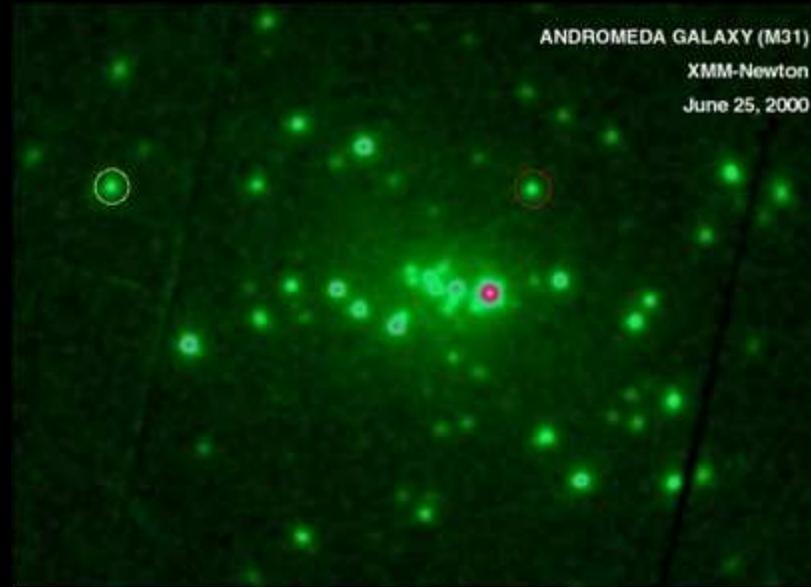
Télescope américain lancé le 23 juillet 1999 par une navette spatiale.

4,8 T. En orbite autour de la Terre sur une orbite allant de 10 000 à 14 100 km

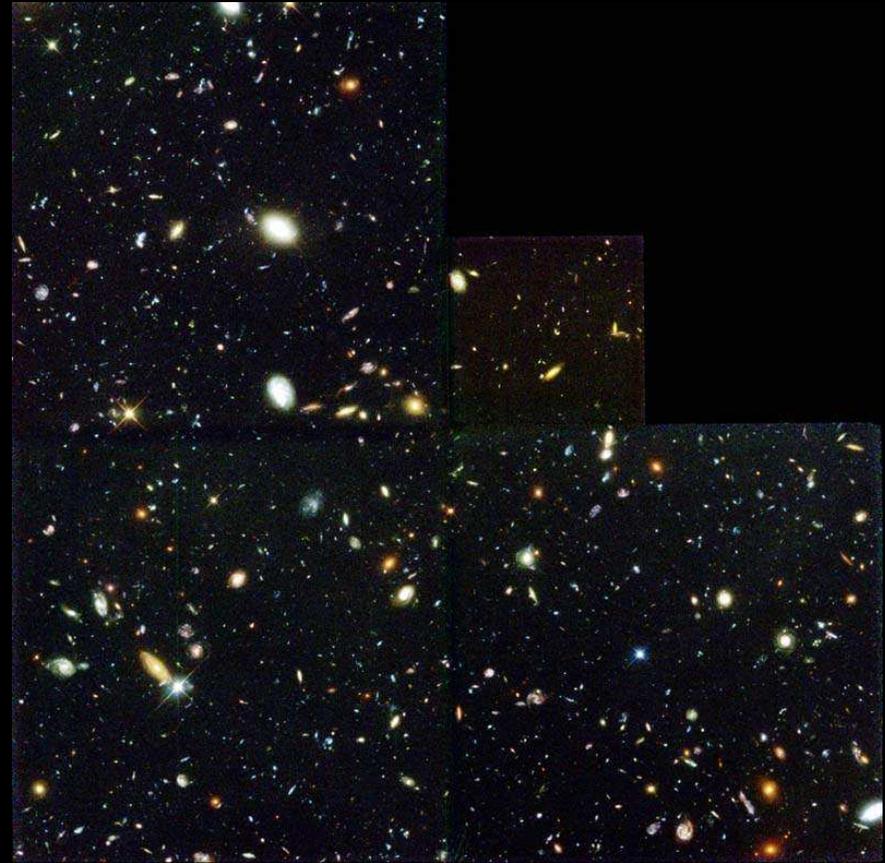
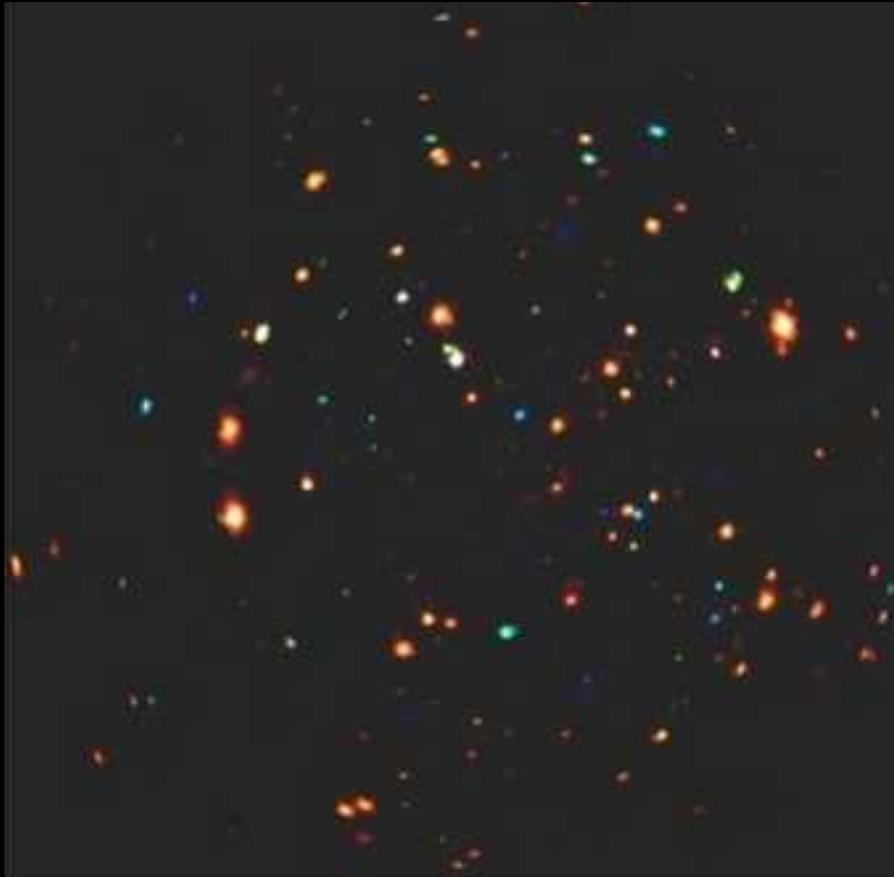
Un télescope, de sensibilité inférieure à XMM, mais offrant une résolution angulaire supérieure.

Ces deux télescopes ont révolutionné  
notre connaissance de l'astronomie X

## Le cœur de M31 par XMM : un trou noir démasqué



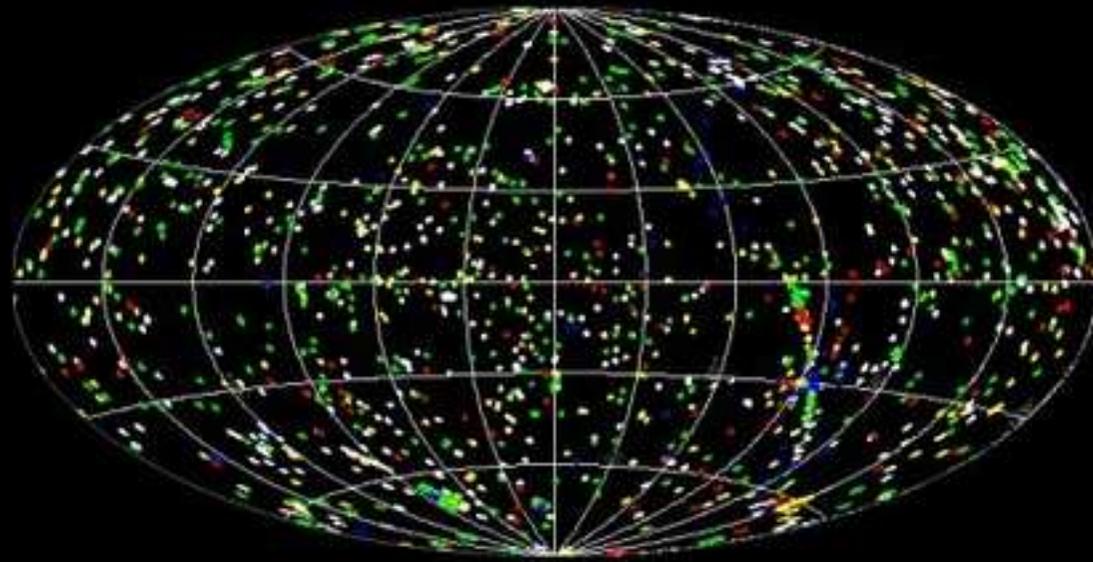
*Le Hubble Deep Field vu par Hubble et XMM*



**Hubble Deep Field**

ST ScI OPO January 15, 1996 R. Williams and the HDF Team (ST ScI) and NASA

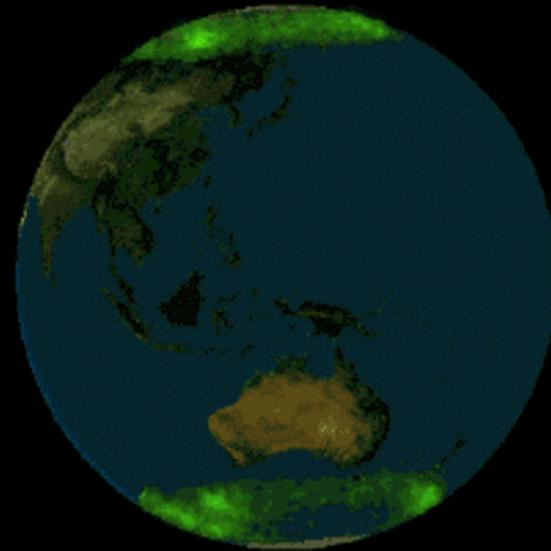
**HST WFPC2**

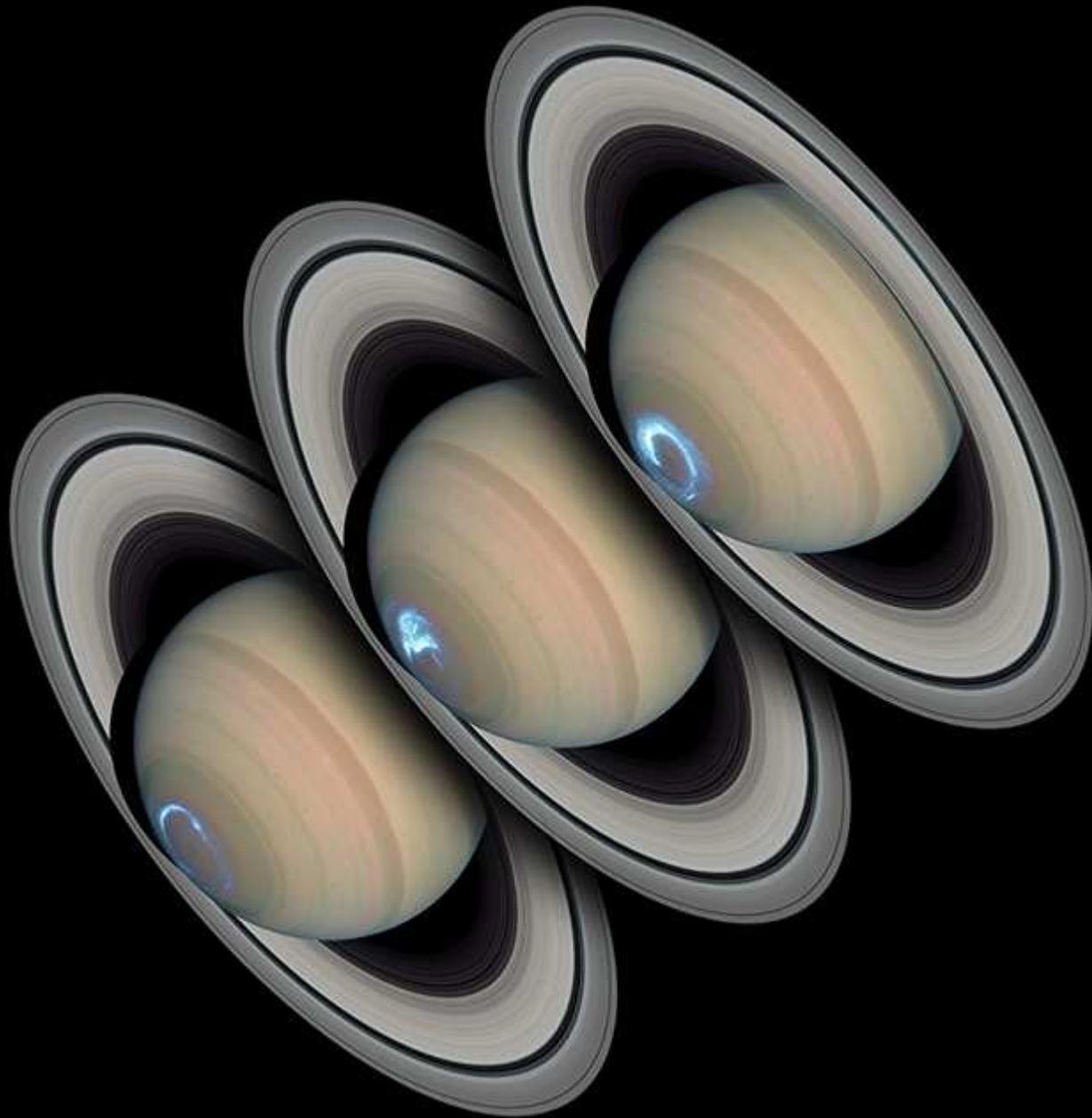


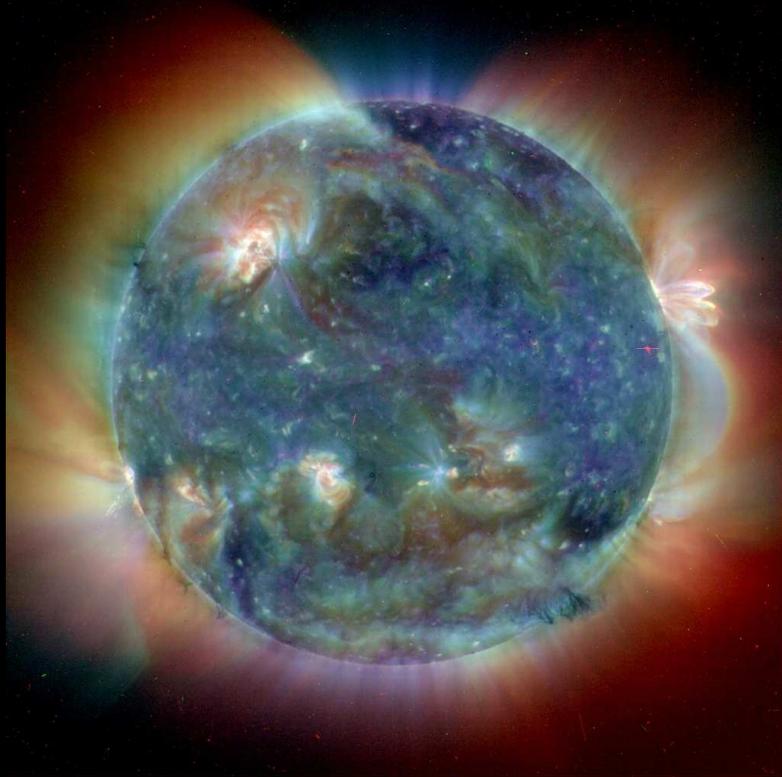
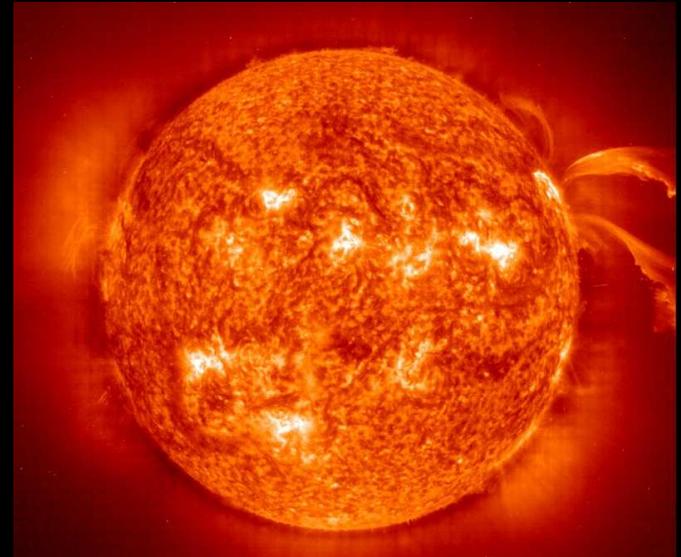
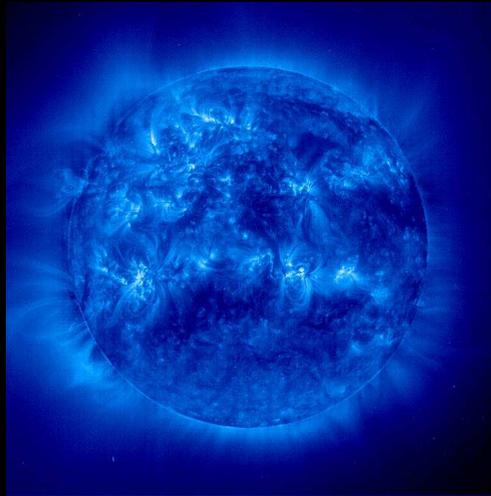
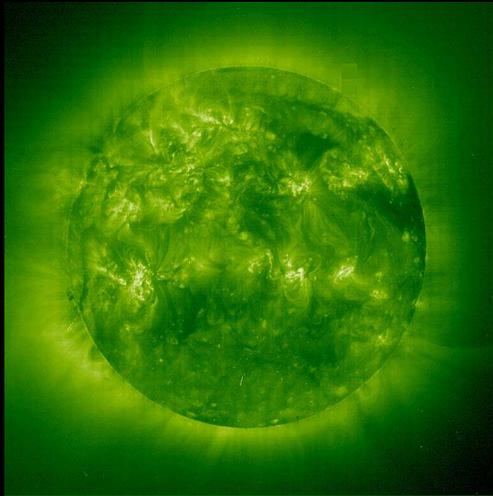
L'ensemble du ciel vu par un satellite observant dans le X : chaque point représente soit un trou noir, une étoile à neutrons, dans notre galaxie ou dans une galaxie lointaine.

# *L'astronomie dans l'ultraviolet*

- **Entre 10 et 3700 Å (proche, moyen et lointain)**
- **Observé depuis la haute atmosphère pour le proche UV ou depuis l'espace**
- **Observation des aurores planétaires, du Soleil, des étoiles les plus chaudes, les naines blanches, les quasars...**

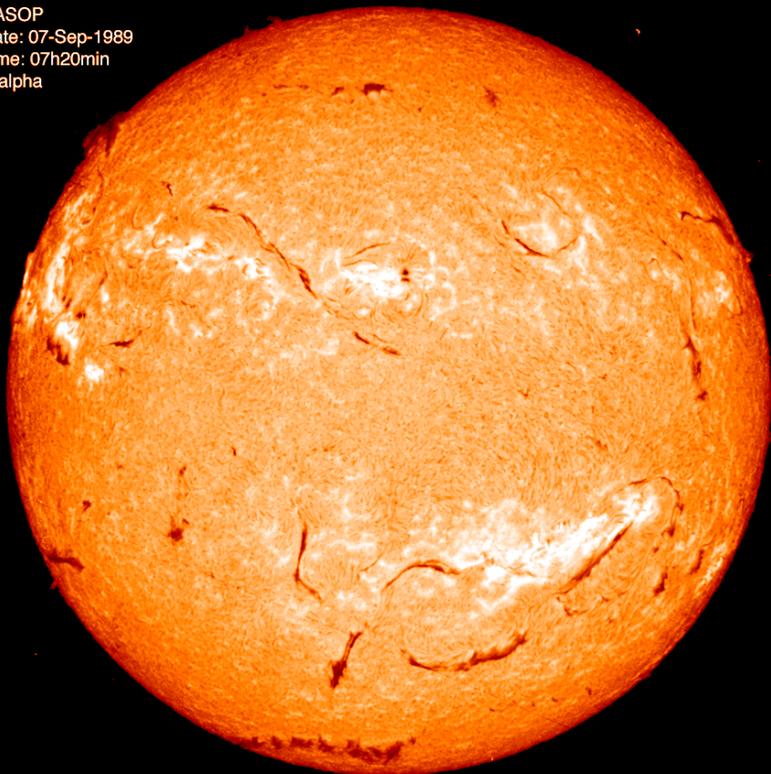




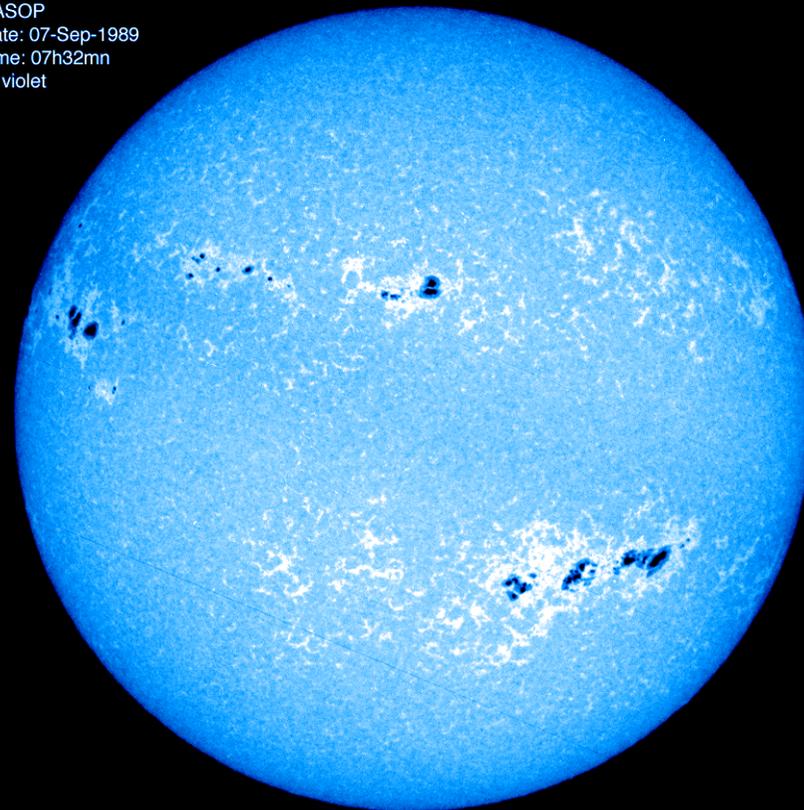


Le Soleil en U.V, vu par SOHO  
et SDO

PARIS-MEUDON-OBSERVATORY  
DASOP  
Date: 07-Sep-1989  
Time: 07h20min  
H alpha

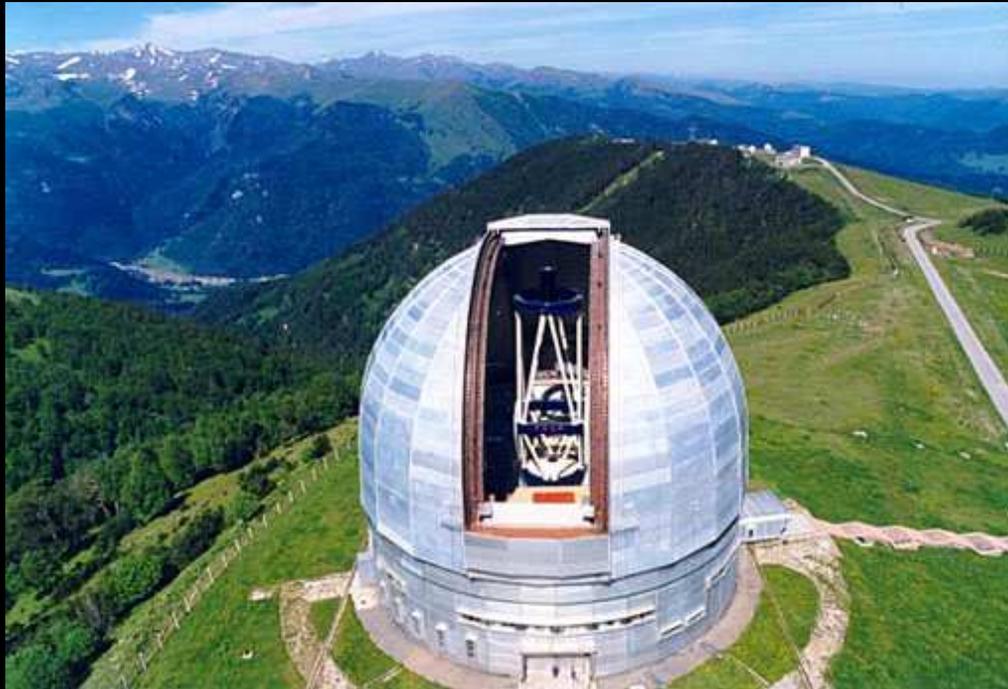


PARIS-MEUDON OBSERVATORY  
DASOP  
Date: 07-Sep-1989  
Time: 07h32mn  
K1violet



Mise en évidence des zones actives sur le Soleil en H $\alpha$  et en UV, depuis la Terre

# *L'astronomie du visible*



**Le télescope de 6 m russe**

- De 3800 à 6800 Å



## Le 3.9 m australien



Nacelle d'observation de ce télescope  
derrière le miroir secondaire





**Les 4 télescopes de 8.2 m du VLT**

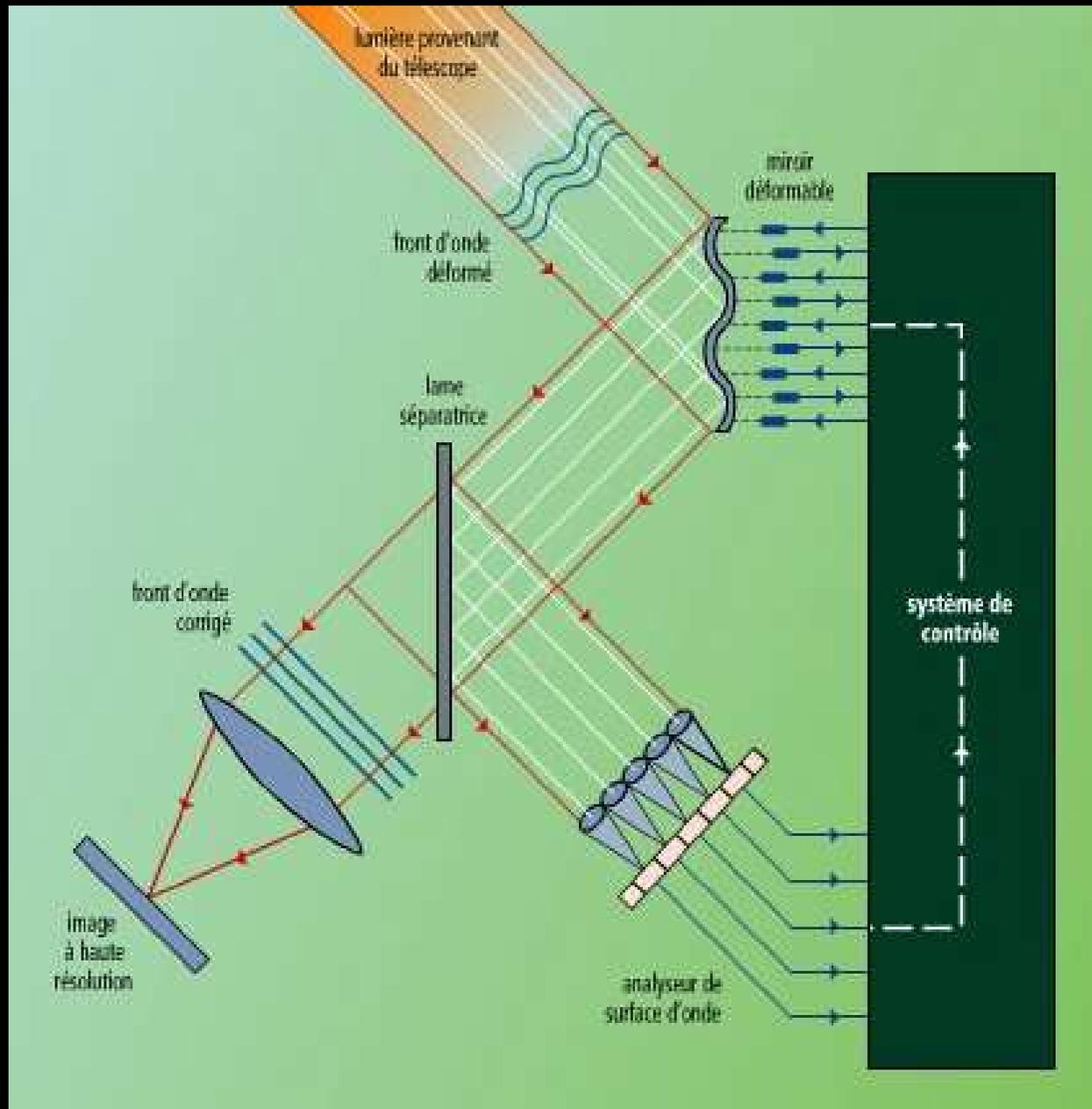


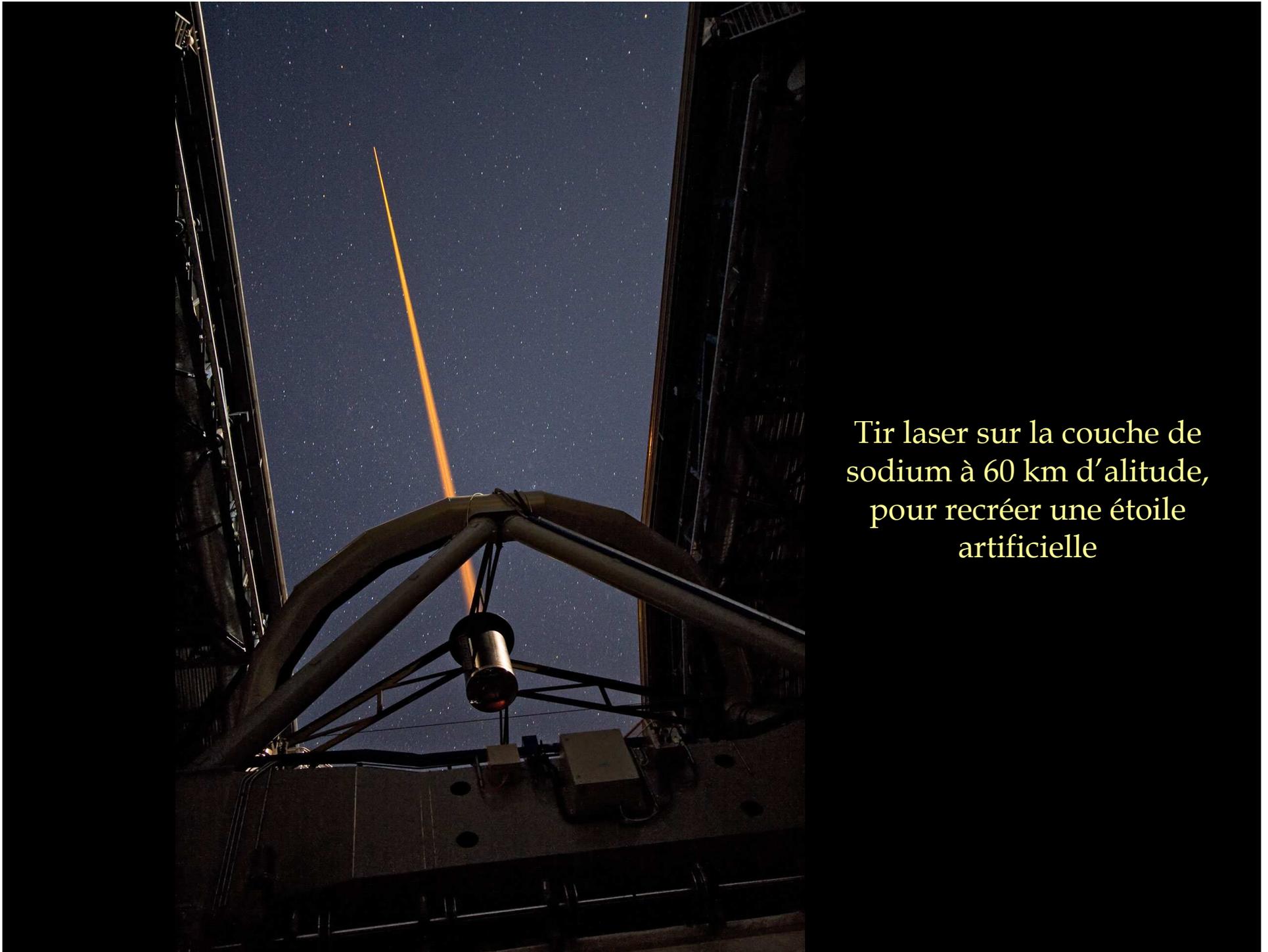
Un des 8.2 du VLT



**Le barillet d'un des télescopes du VLT, avec ses multiples vérins pour compenser la déformation du miroir principal (optique active)**

# Principe de l'optique adaptative



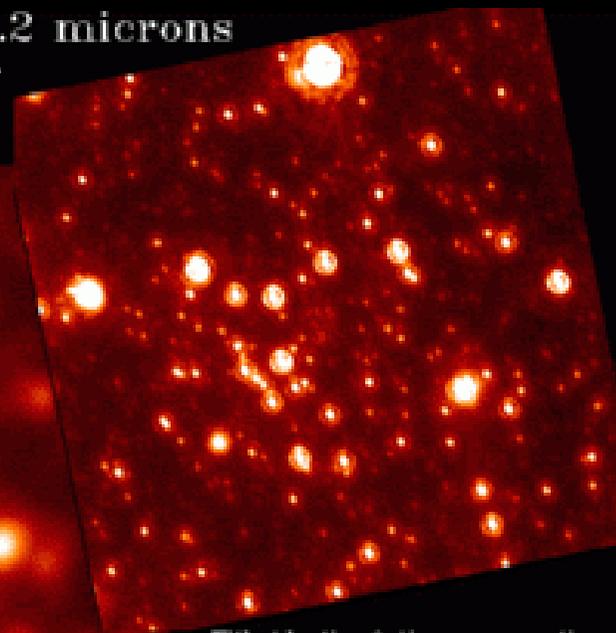
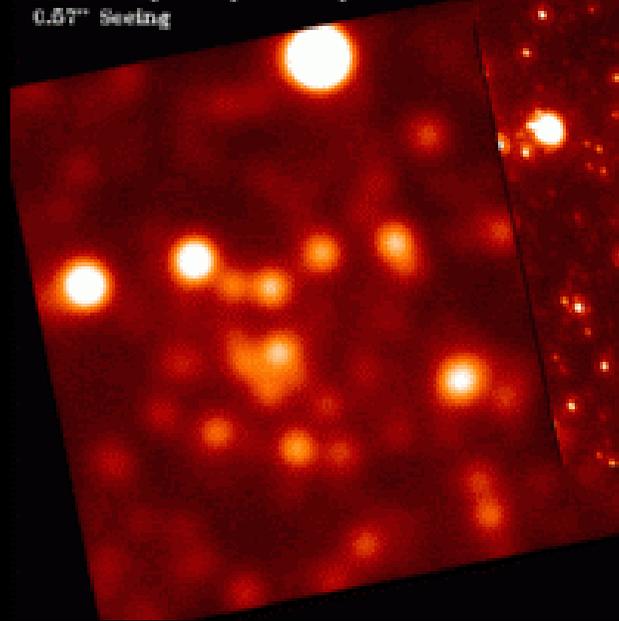


Tir laser sur la couche de sodium à 60 km d'altitude, pour recréer une étoile artificielle

## Galactic Center / 2.2 microns

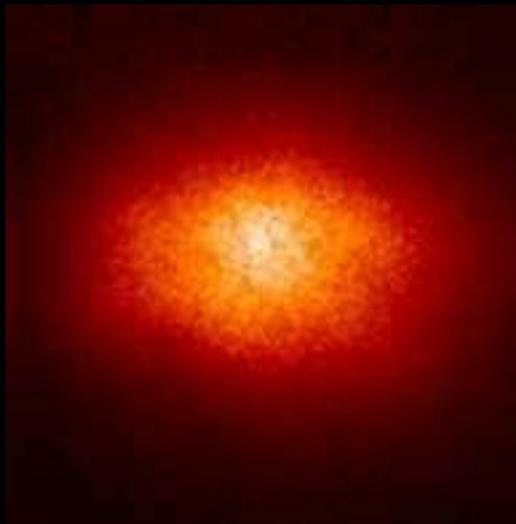
18"x13" Field, 15 minutes exposure.

Without Adaptive Optics compensation  
0.57" Seeing



With Adaptive Optics compensation  
0.12" Full Width at Half Maximum

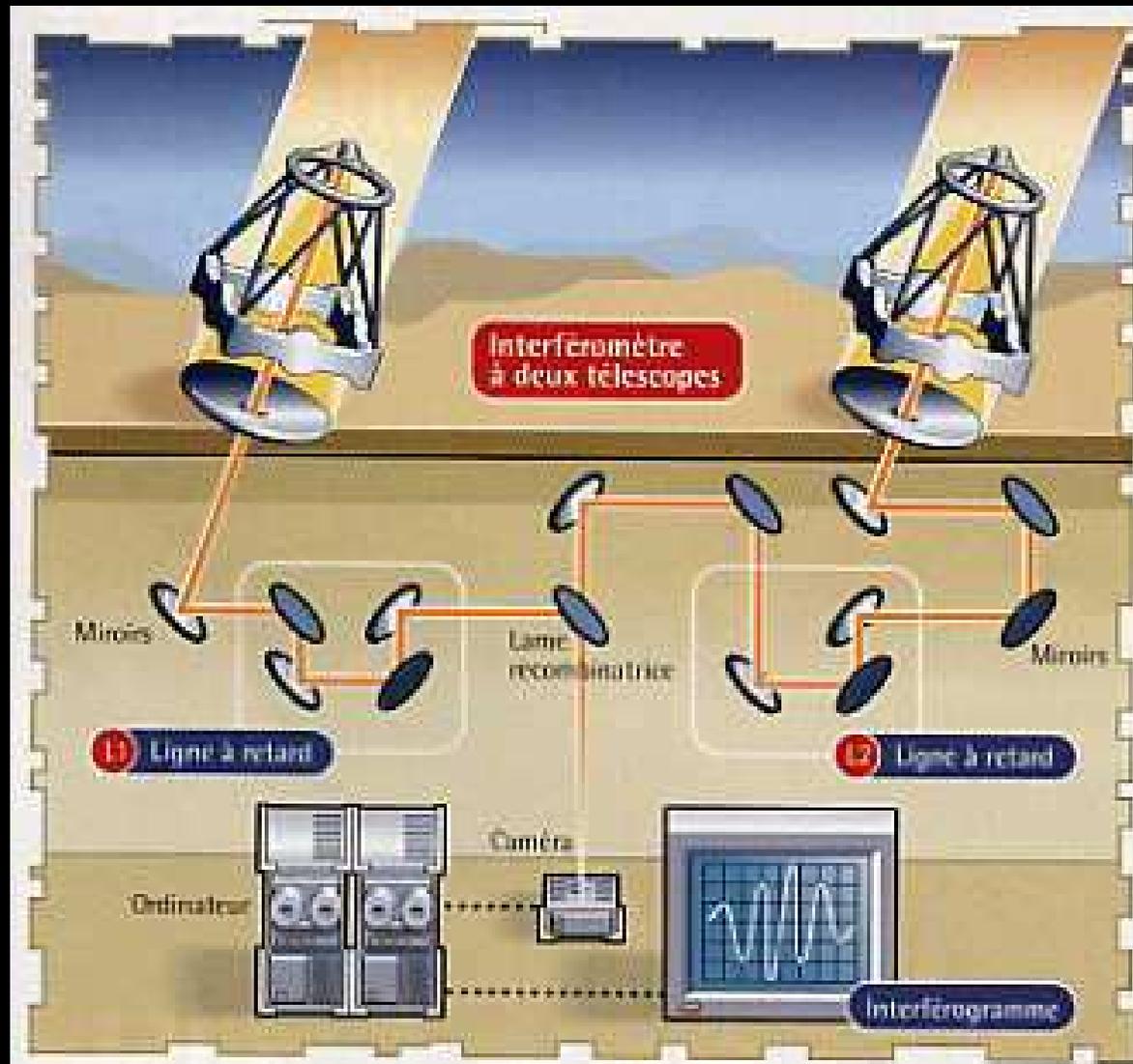
Copyright OPT, 1995.



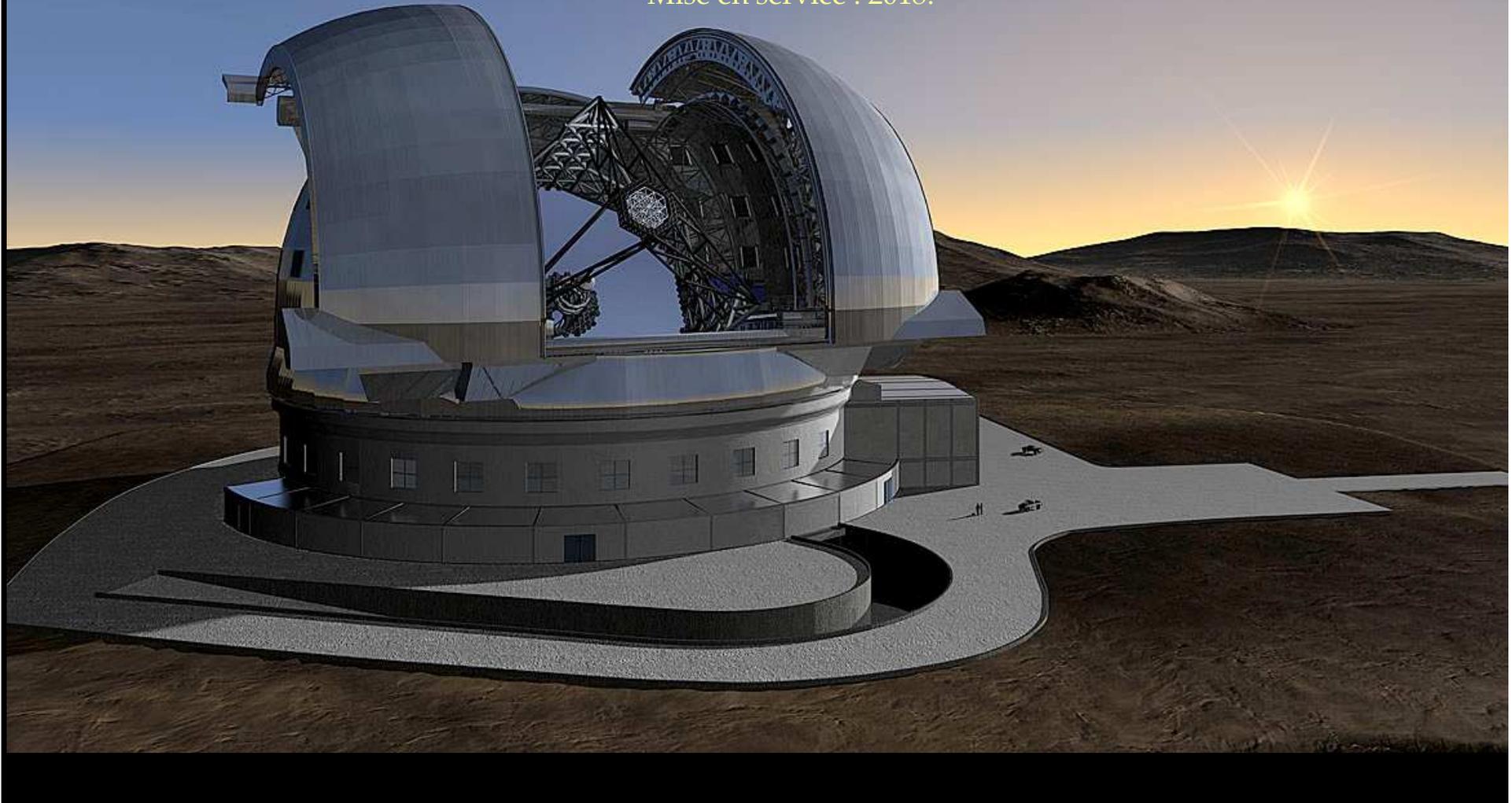
**Utilisation de l'optique  
adaptative sur un des 8.2 m du  
VLT, en IR**

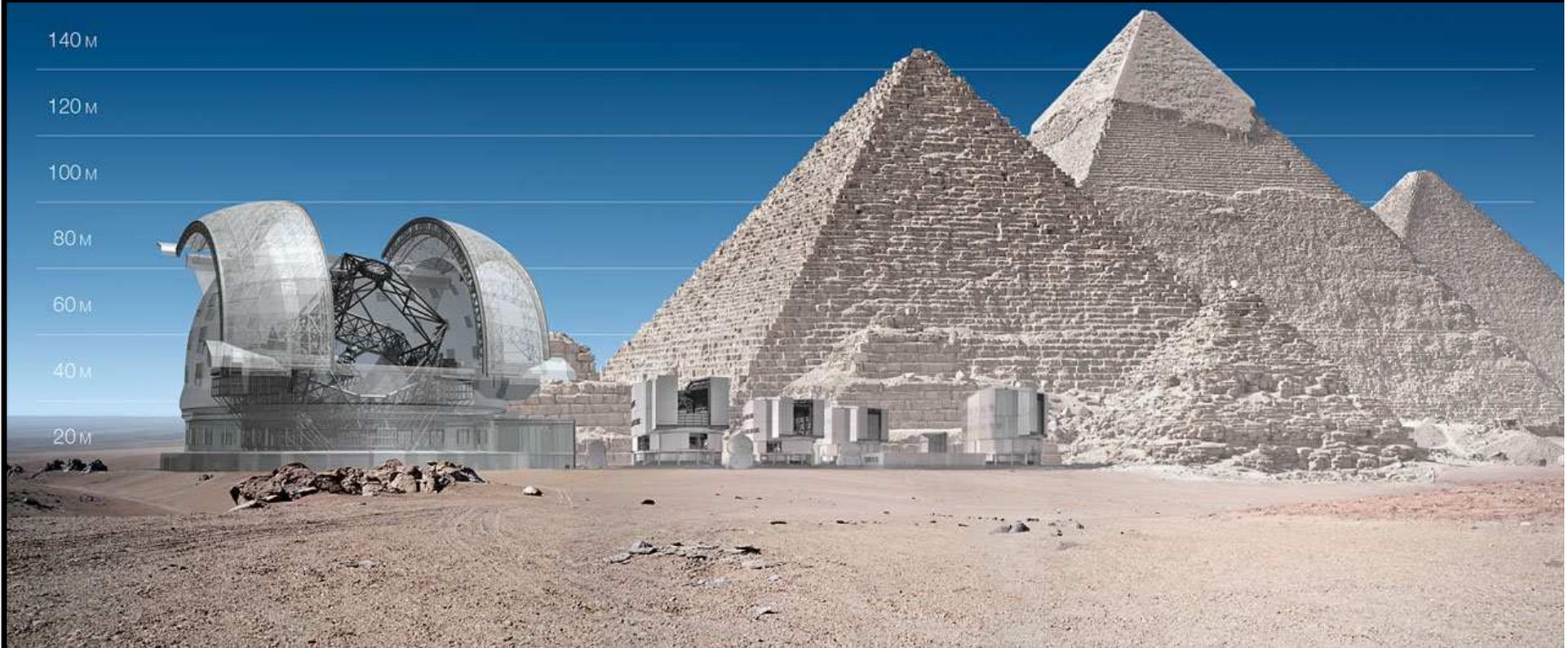


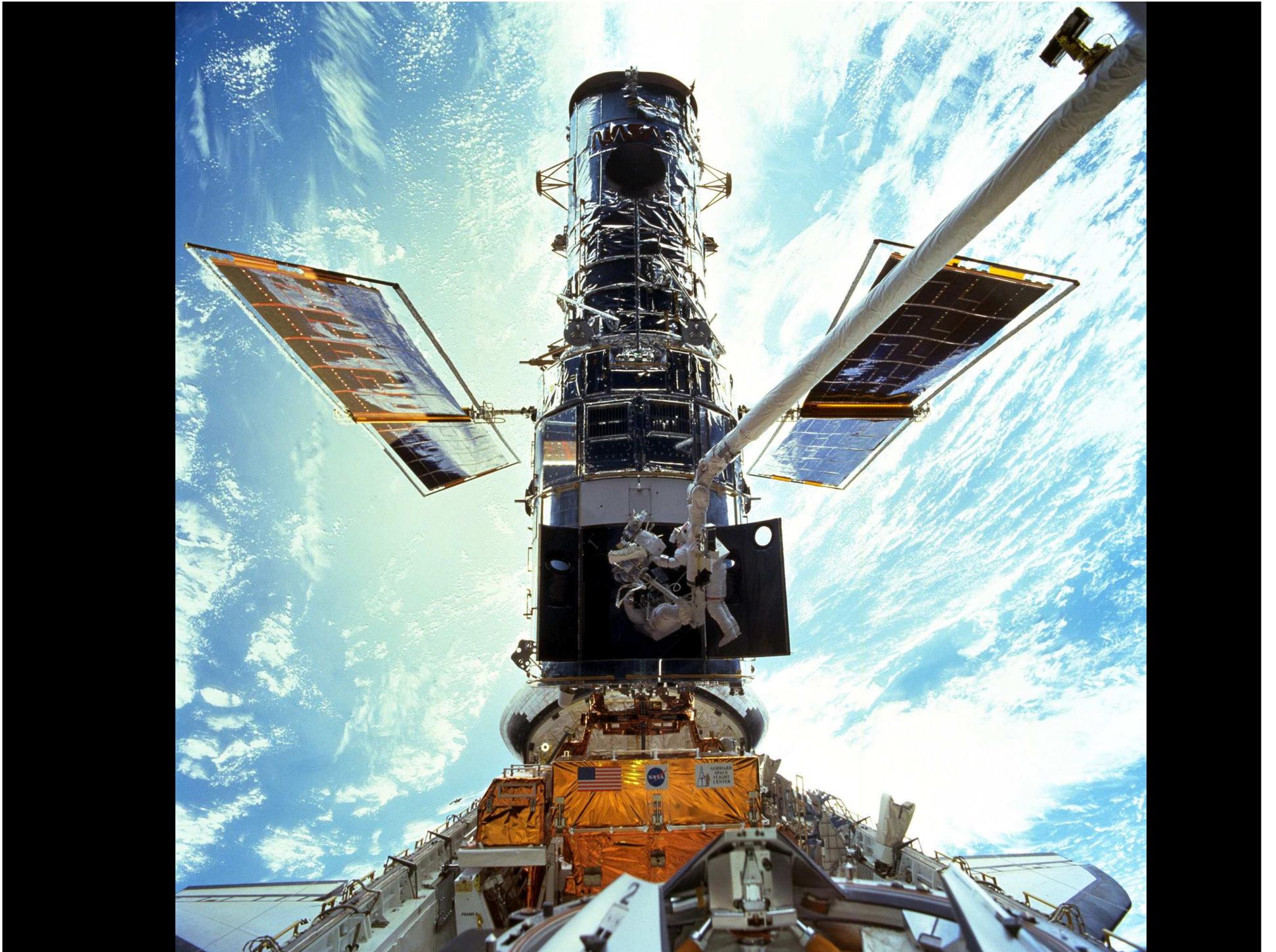
# Principe de l'interférométrie



- Le futur géant européen EELT : miroir de 42 m, composé d'environ 1000 miroirs hexagonaux de 1.4 m, pour 5 cm d'épaisseur !
  - Miroir secondaire de 6 m
  - Plusieurs foyers ; focale de 743 m (maximum)
- Situé sur le Cerro Armazones (3060 m) à 20 km du VLT
  - Mise en service : 2018.





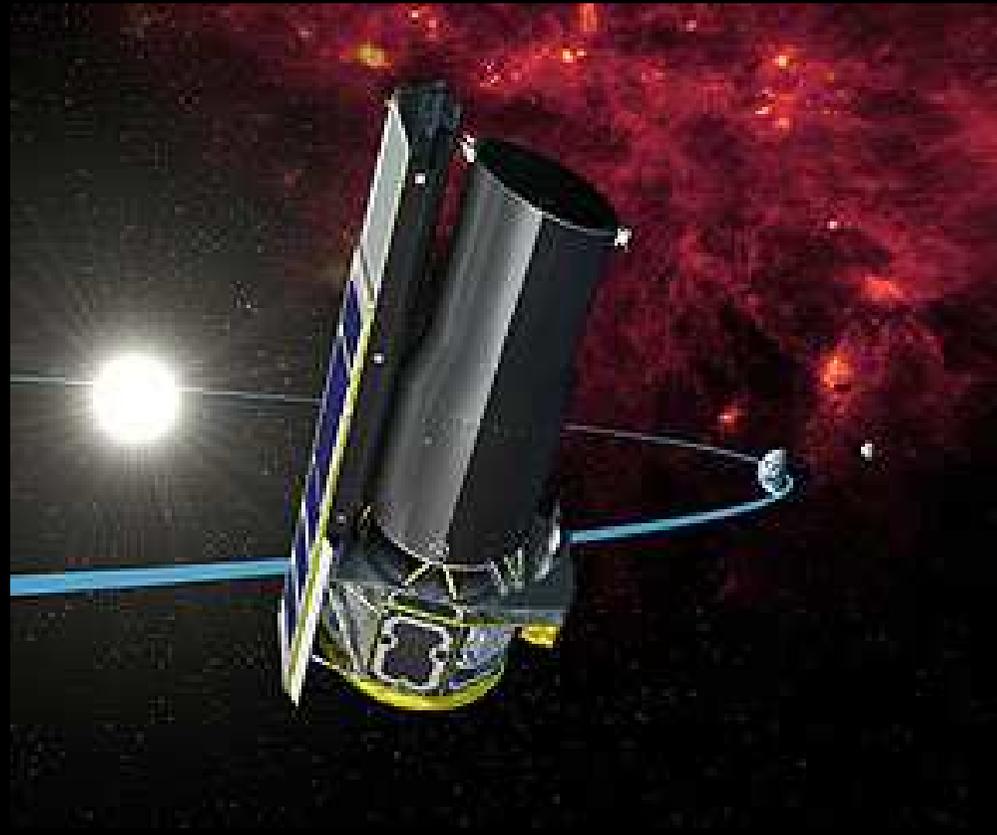


## Un nouveau regard sur l'Univers



# *L'astronomie infrarouge*

- **Entre 0.75 et 200  $\mu\text{m}$  : IR proche , moyen et lointain**
- **Observer depuis la Terre, la haute atmosphère et l'espace (IR lointain)**
- **Observation des étoiles en formation, des cirrus infrarouges, galaxies lointaines**





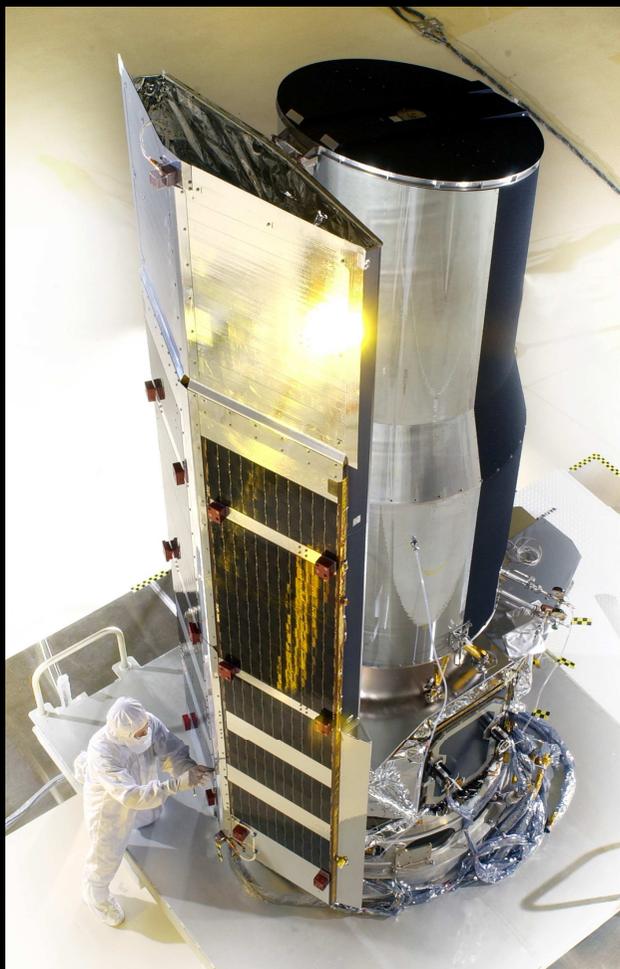
## Herschel

Télescope européen, lancé le 14 mai 2009 par une fusée Ariane V  
Miroir de 3.5 m ; il s'agit du plus grand télescope spatial lancé à ce jour.

Situé à l'un des points de Lagrange

Refroidit au moyen de 2300 l d'hélium liquide.

Durée de la mission : environ 3 ans



## Spitzer

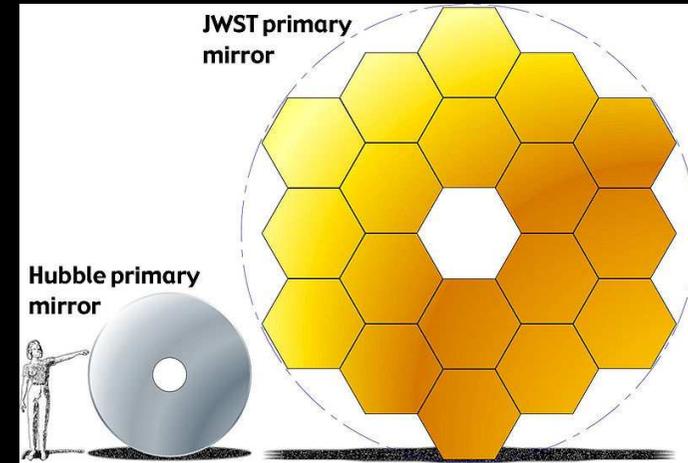
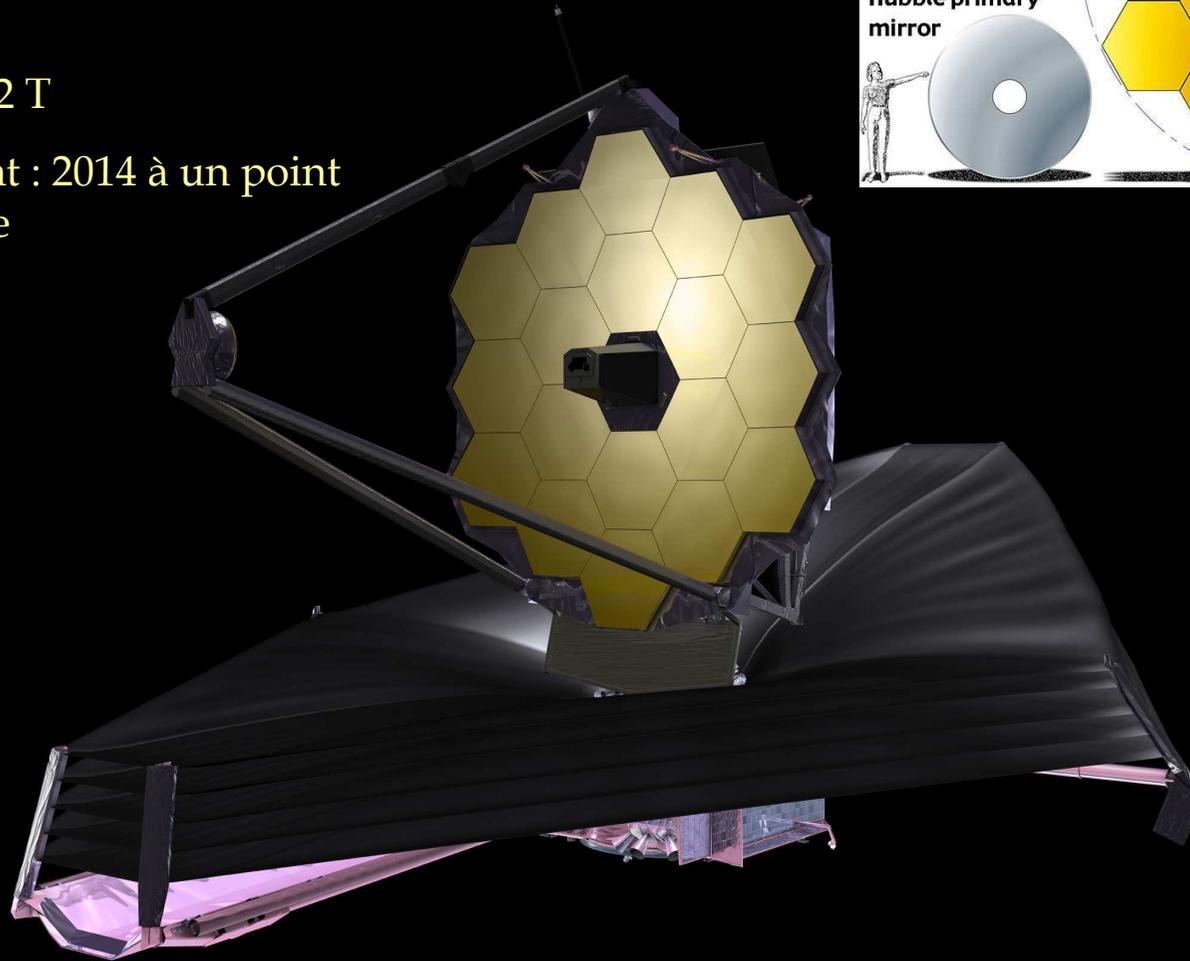
Télescope américain, lancé le 25 août 2003.

Télescope de 85 cm de diamètre, observant dans l'infrarouge moyen

Durée de vie : 5 ans (jusqu'à épuisement de son hélium liquide) ; depuis 2009, il fonctionne en mode « chaud »

## Le JWST

- Miroir de 6.5 m (focale 131 m)
- Masse : 6.2 T
- Lancement : 2014 à un point de Lagrange





Lifting the Cosmic Veil

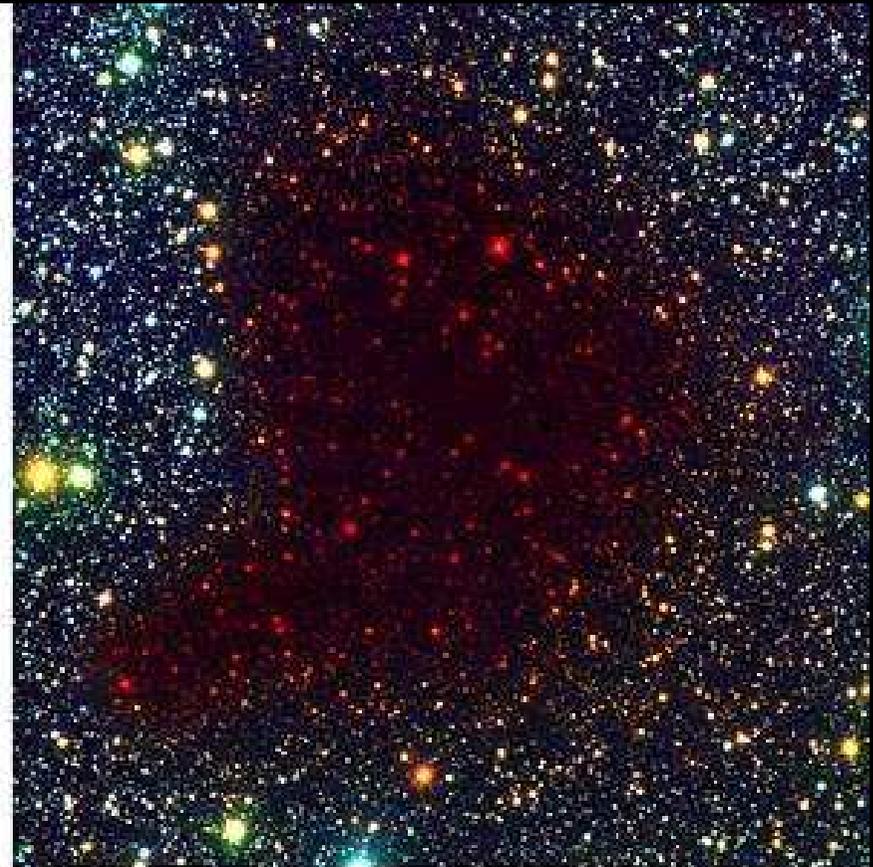
Spitzer Space Telescope  
IRAC • MIPS

NASA / JPL-Caltech

ssc2003-06k



B, V, I



B, I, K

Pre-Collapse Black Cloud B68 (comparison)  
(VLT ANTU + FORS 1 - NTT + SOFI)



Visible • WFPC2



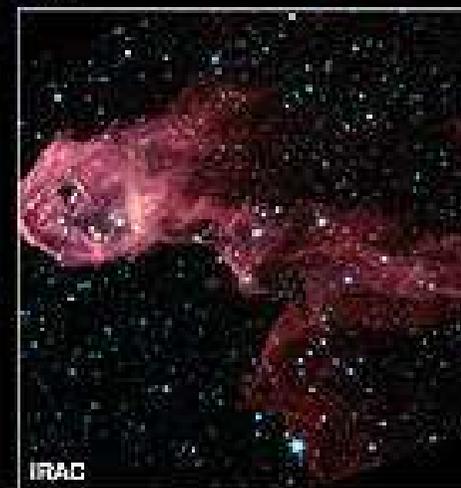
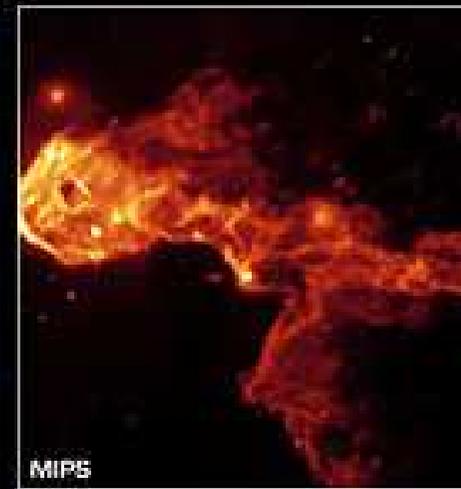
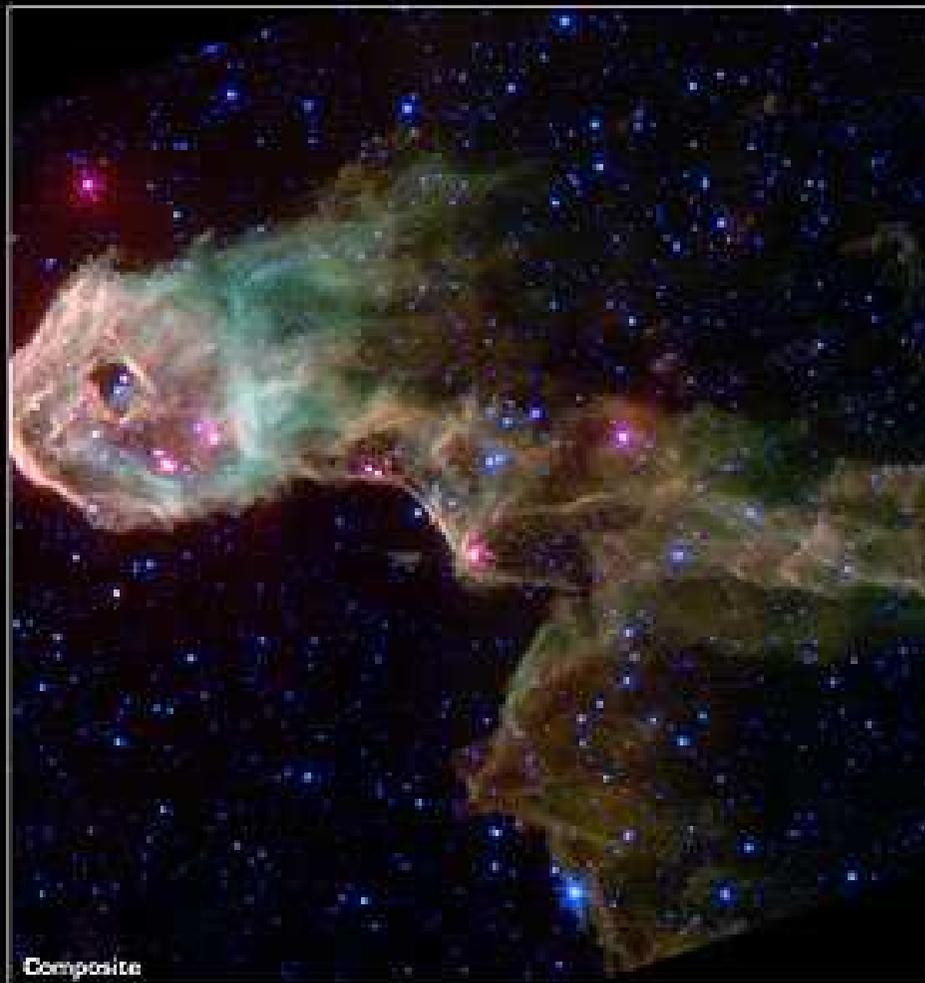
Infrared • NICMOS



**Trapezium CLuster • Orion Nebula**

**WFPC2 • Hubble Space Telescope • NICMOS**

NASA and K. Luhman (Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics) • STScI-PRC00-19



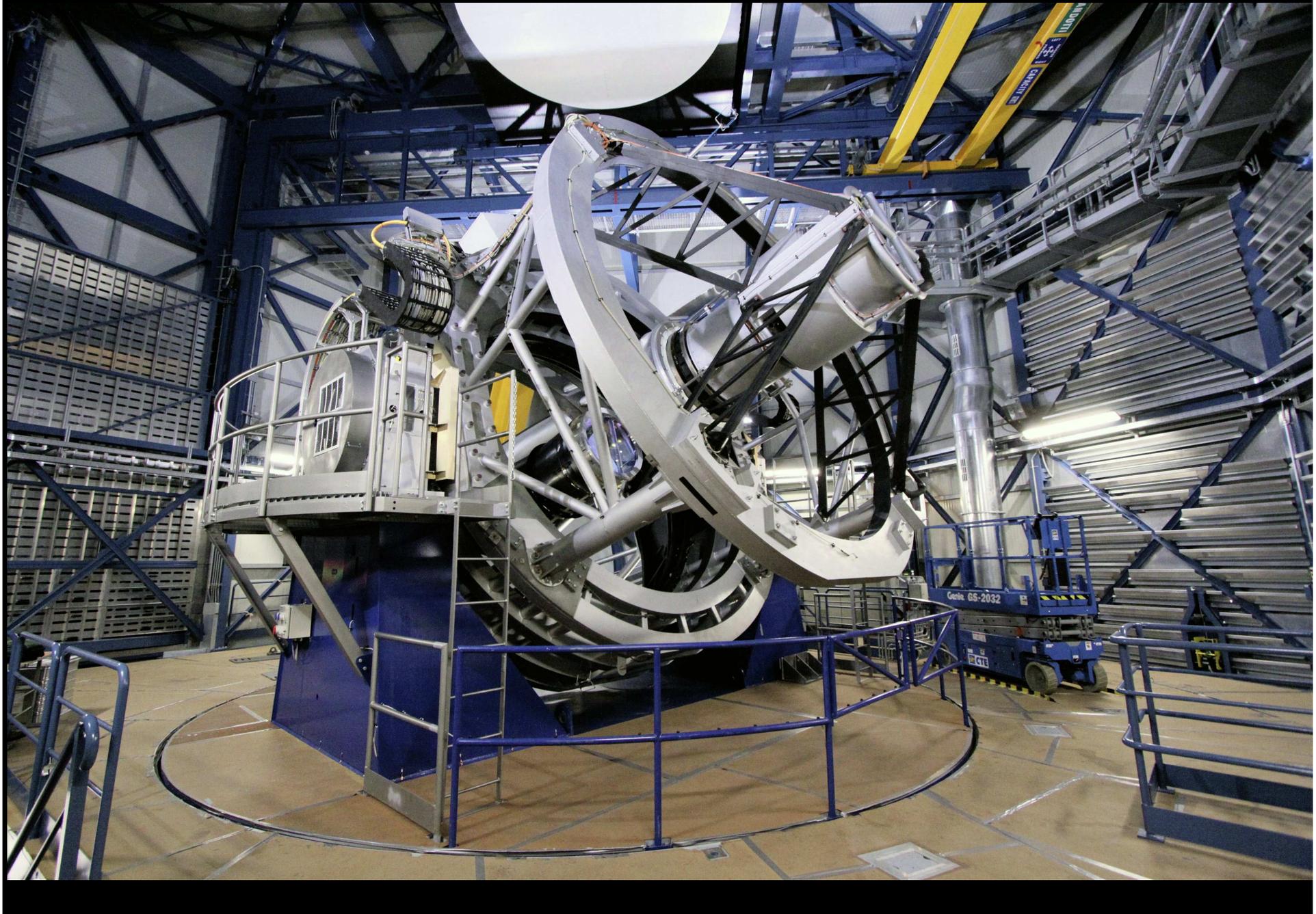
## Dark Globule in IC 1396

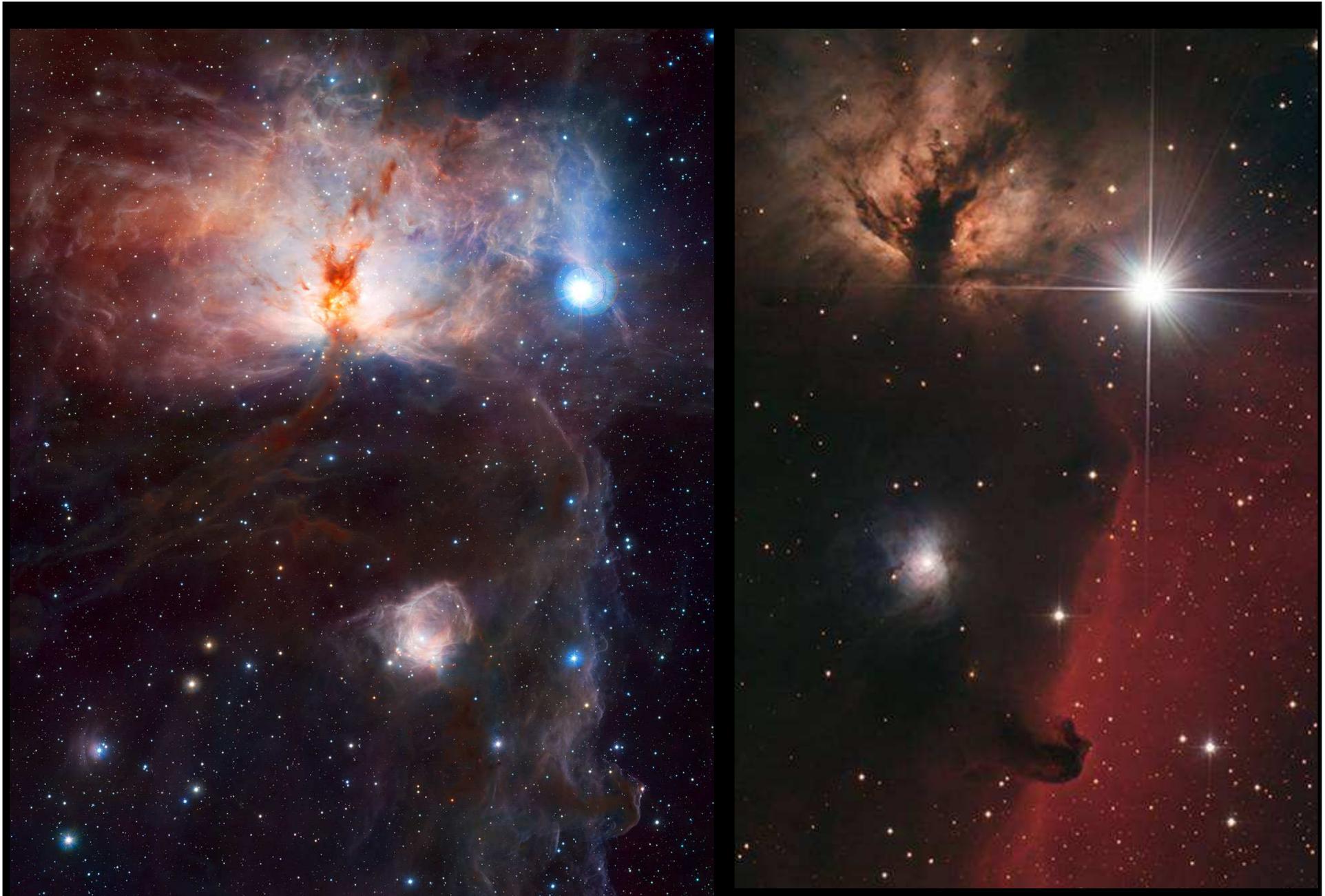
NASA / JPL-Caltech / W. Reach (SSC/Caltech)

Spitzer Space Telescope • MIPS • IRAC

ssc2003-06b

Télescope européen VISTA ; miroir de 4.1 m à f/1 !





A gauche, la nébuleuse de la tête de cheval, par VISTA et à droite dans le visible.

# *La radioastronomie*

- Permet d'observer le Soleil, les comètes, mise en évidence de la structure spiralée de notre galaxie, les quasars, les pulsars, le rayonnement fossile...communiquer avec d'éventuels E.T



# *Le submillimétrique*

Étude du milieu interstellaire

Le fonds diffus cosmologique

La structure des galaxies

La formation des étoiles



# Alma

Projet financé par l'Europe, les Etats-Unis et le Japon

Installé à 5100 m d'altitude, dans le désert d'Atacama

66 antennes de 15 m, pour 115T

Mise en service prévue pour 2012.

Observations dans le millimétrique et le submillimétrique

## Objectifs :

L'étude de l'univers jeune à travers l'observation de galaxies distantes

L'étude de la formation des étoiles à travers l'observation des nuages moléculaires

L'étude de la formation des planètes

La recherche d'exoplanètes

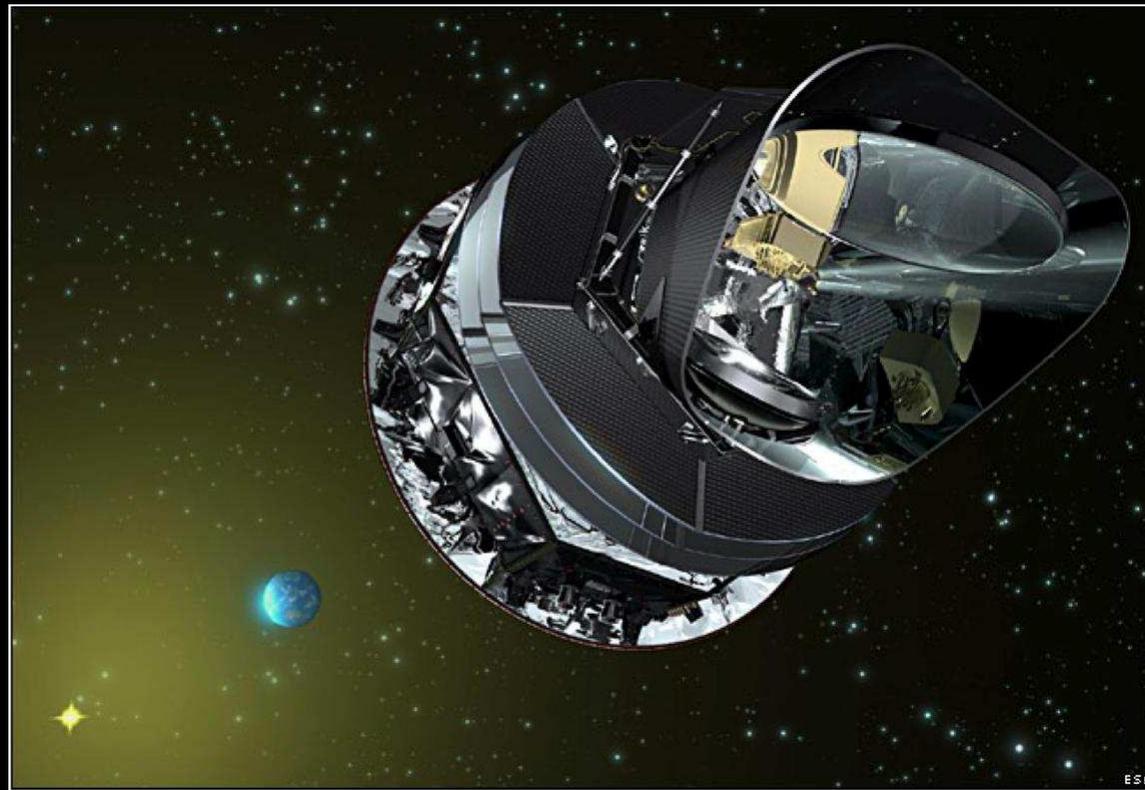


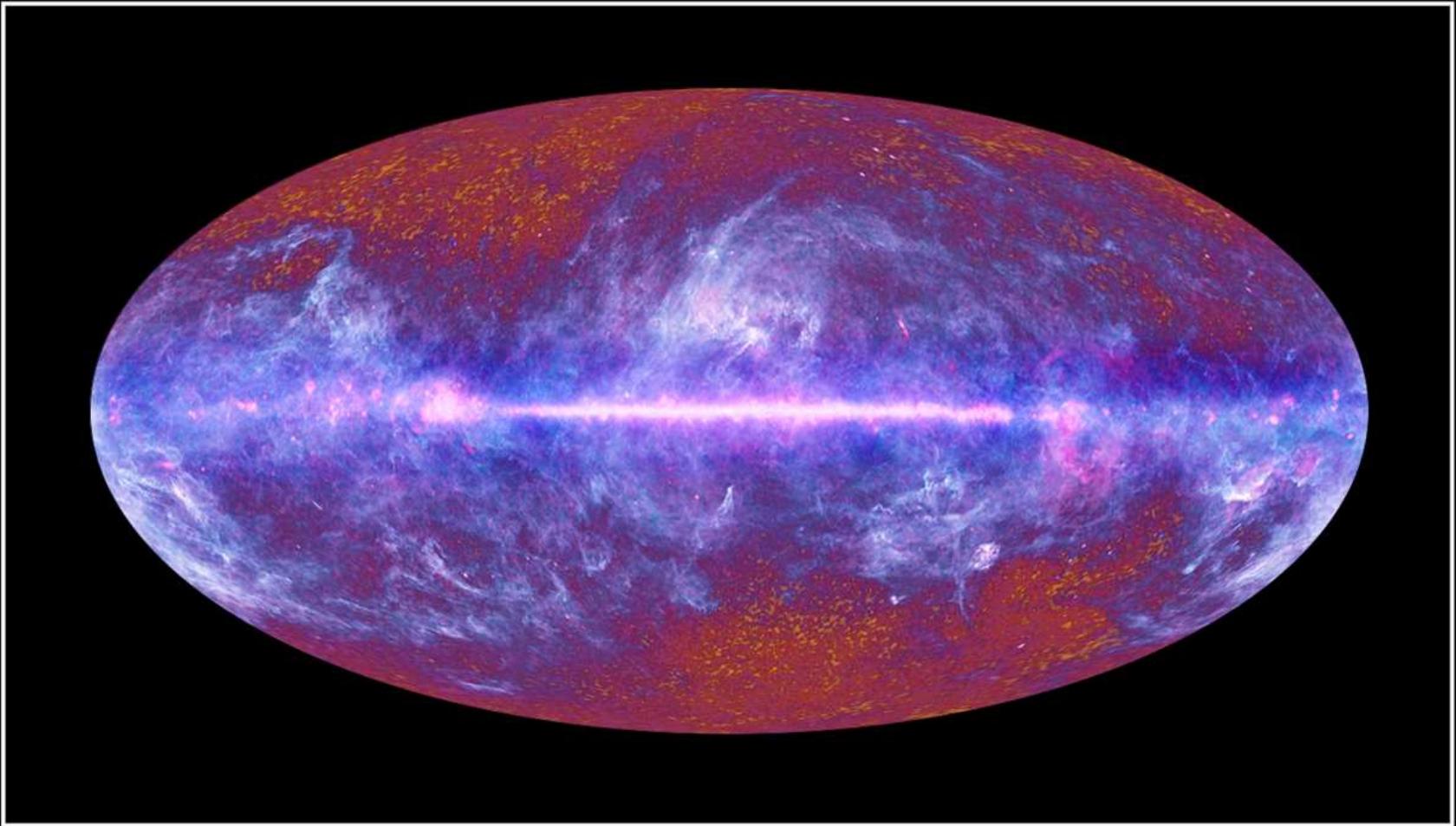
# Planck

Lancé avec le télescope Herschel le 14 mai 2009

1,8 T, situé à un des points de Lagrange

Étudie le fond diffus cosmologique, le milieu interstellaire  
et les amas de galaxies, dans les micro-ondes.





The Planck one-year all-sky survey



(c) ESA, HFI and LFI consortia, July 2010

