L'exploration de l'univers: quels sens ?

Vincent Minier

Astrophysicien au CEA Saclay

Chercheur associé au Centre François Viète, Université de Nantes

Contact et site Internet

http://www.vincentminier.fr

vincent.minier@cea.fr

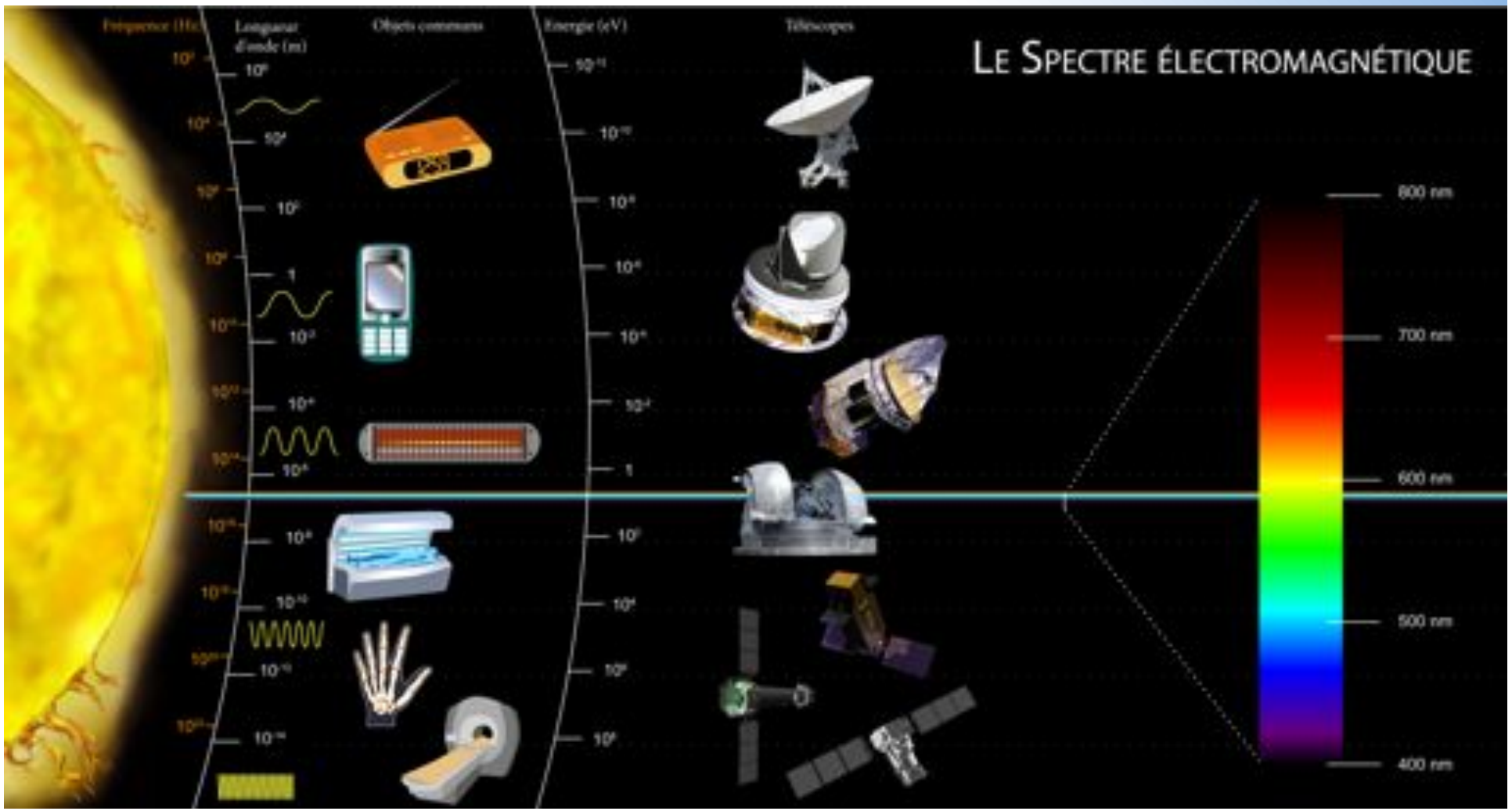
Séance #2: de Hubble à Herschel

1. Deux branches de l'astronomie
2. Le tournant spatial: le télescope spatial Hubble
3. L'observatoire spatial Herschel

Séance #2: de Hubble à Herschel

1. Deux branches de l'astronomie
2. Le tournant spatial: le télescope spatial Hubble
3. L'observatoire spatial Herschel

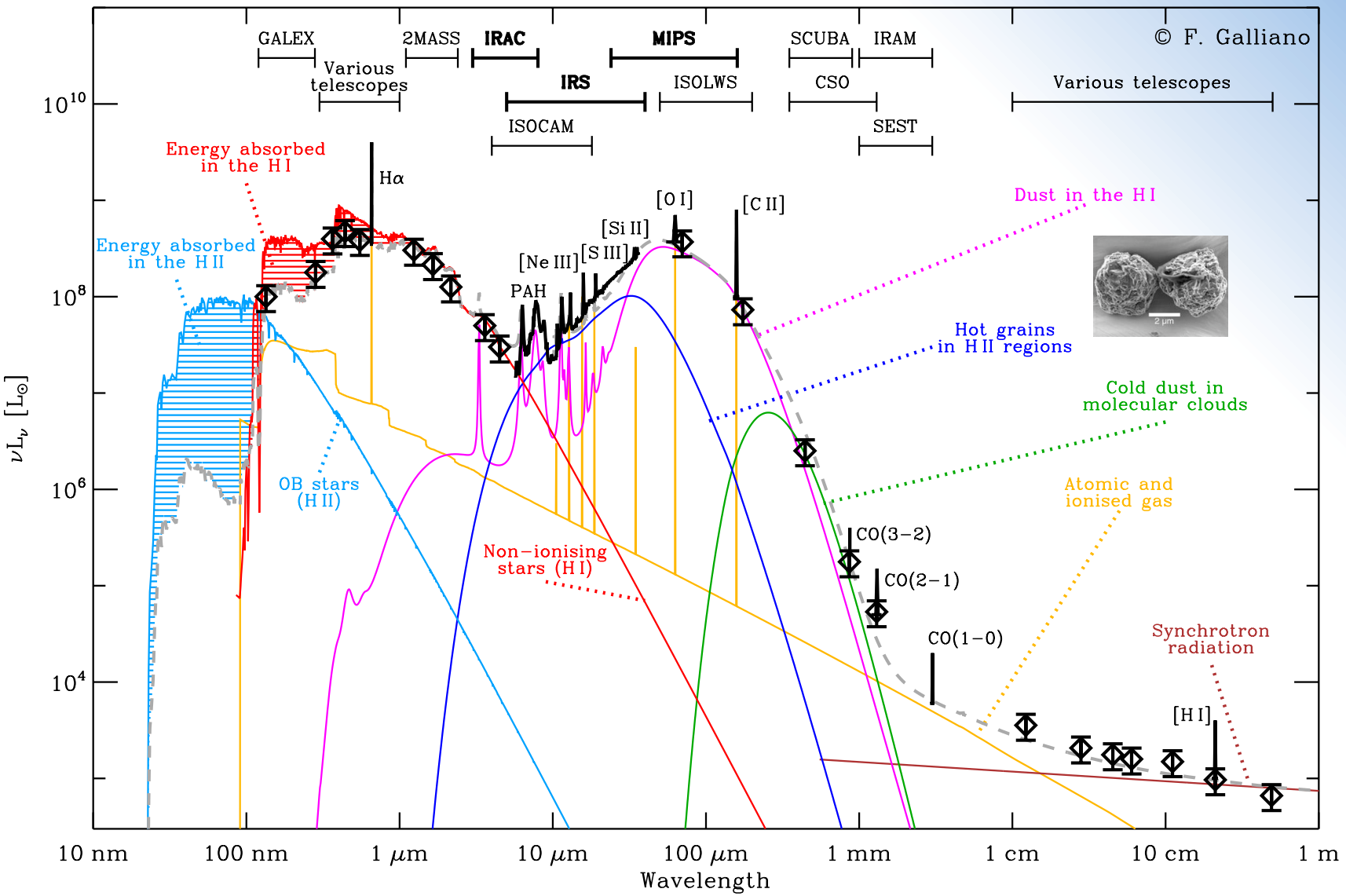
Le visible (0.4 – 0.8 µm) et le submm (100 – 1000 µm)



Animation montrant la complémentarité entre le visible et le submillimétrique:

http://www.dailymotion.com/video/xlqnh9_picturing-star-motion-la-nebuleuse-de-la-rosette_tech

La courbe de lumière d'une galaxie

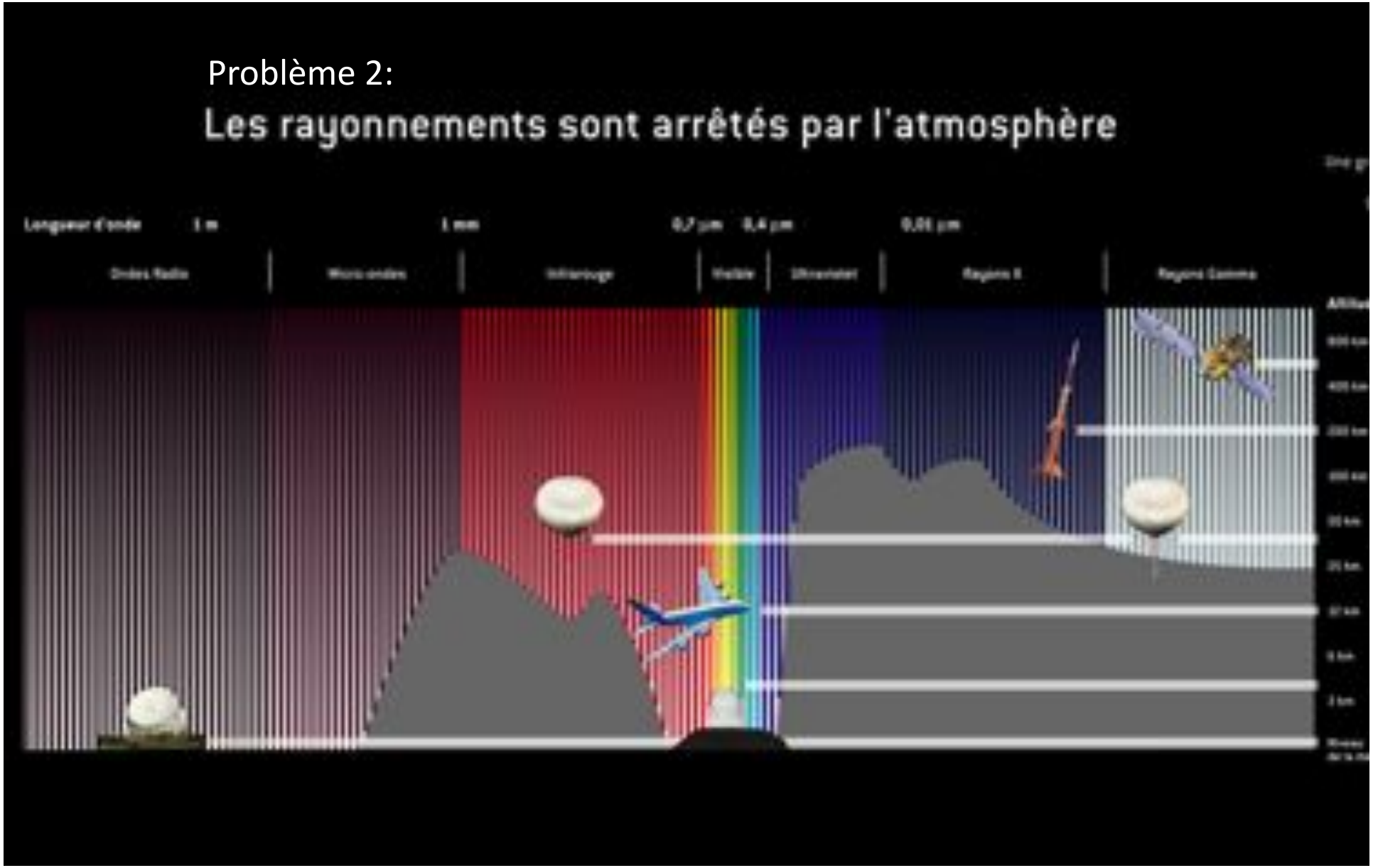


Problème 1: le « seeing »

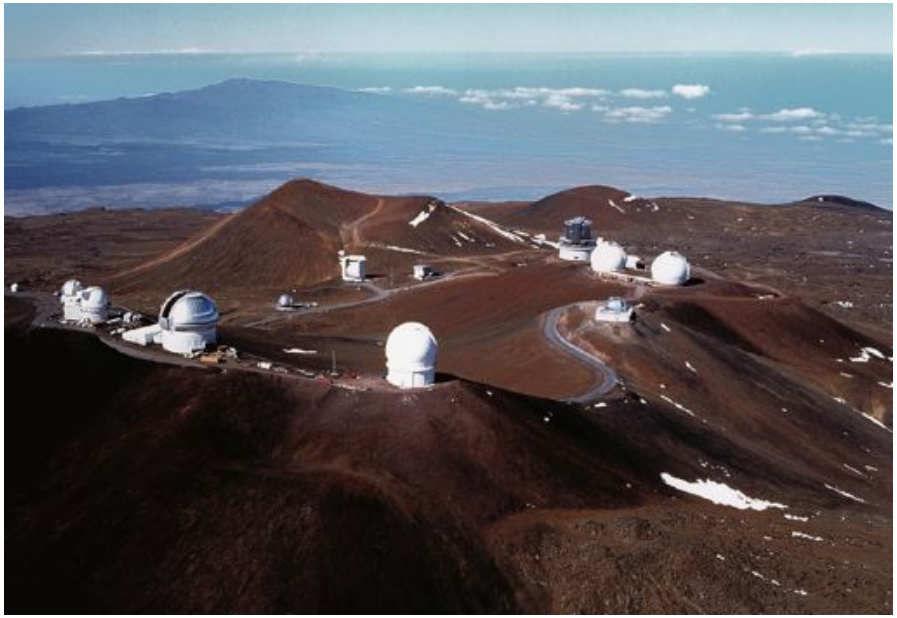
Crédit image: http://salzgeber.at/astro/moon/seeing.html

Problème 2:

Les rayonnements sont arrêtés par l'atmosphère



Crédit image: CEA & BCBG



Solutions: altitude et atmosphère stable (ex: Mauna Kea et Plateau Chajnantor) ou l'espace.

Hubble Floating Free

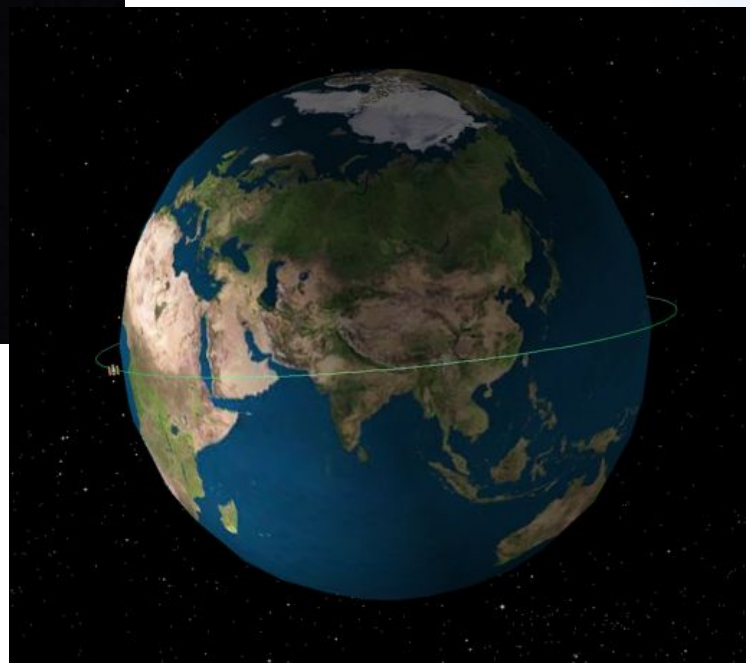
Image Credit: NASA, 2002

Séance #2: de Hubble à Herschel

1. Deux branches de l'astronomie
2. Le tournant spatial: le télescope spatial Hubble
3. L'observatoire spatial Herschel

Le premier grand télescope spatial

Orbite:
~600 km



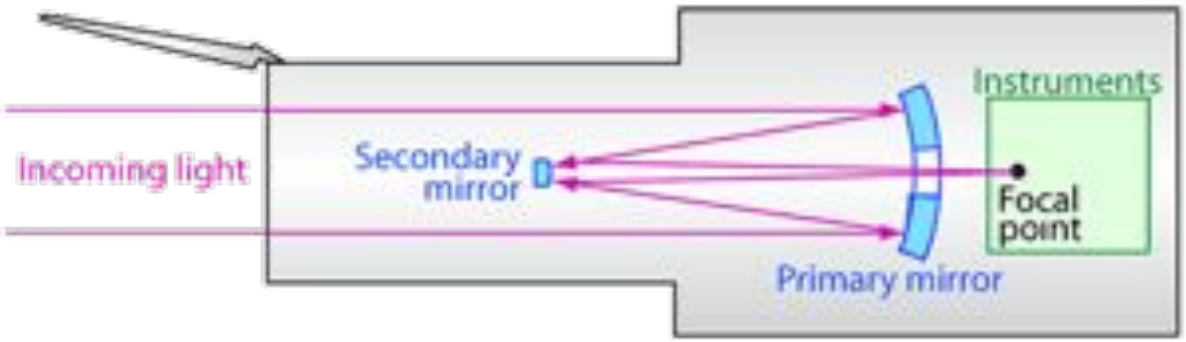
http://hubblesite.org

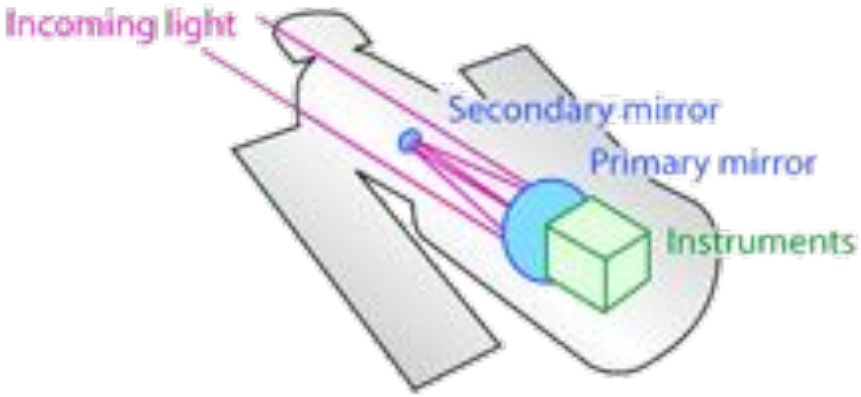
Edwin Hubble (1889 – 1953)

Mensurations: 13 m x 4 m, 11 t, miroir primaire de 2,4 m de diamètre

http://hubblesite.org

Instruments à bord





http://hubblesite.org

Wide Field Camera (UV, visible, IR proche)

Cosmic Origins Spectrograph (UV)

Advanced Camera for Surveys (visible)

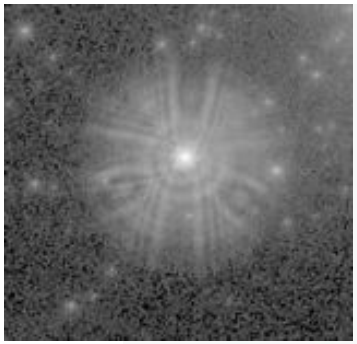
Space Telescope Imaging Spectrograph (UV, visible, IR proche)

Near Infrared Camera and Multi-Object Spectrometer (IR proche)

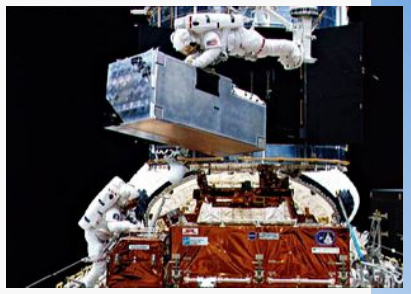
Qu’évoque Hubble pour vous ?

Hubble, et la navette spatiale…

http://hubblesite.org



M100 Galactic Nucleus



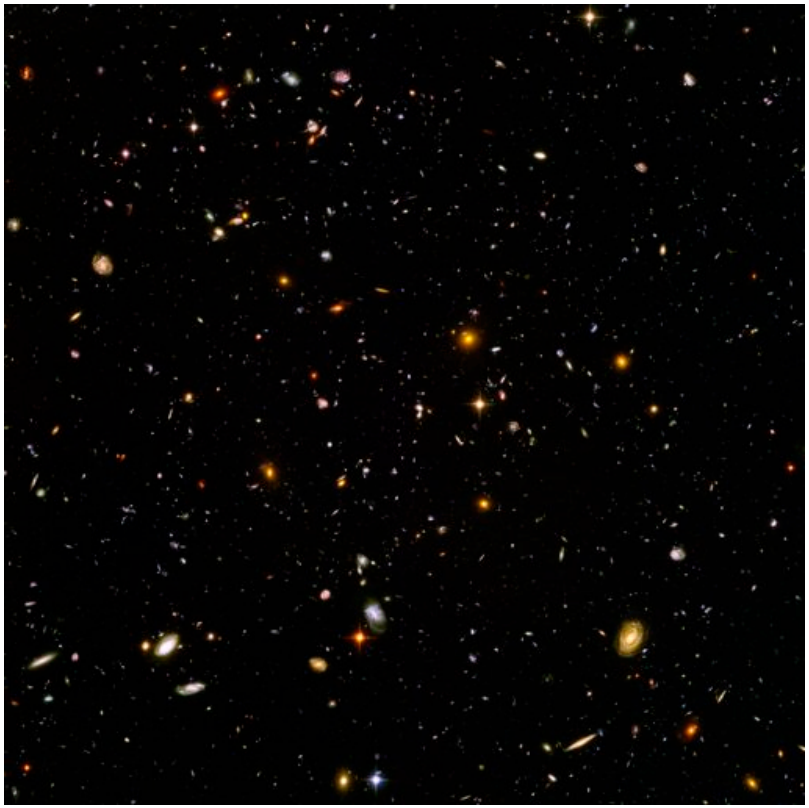
Hubble Space Telescope
Wide Field Planetary Camera 2

Wide Field Planetary Camera 1

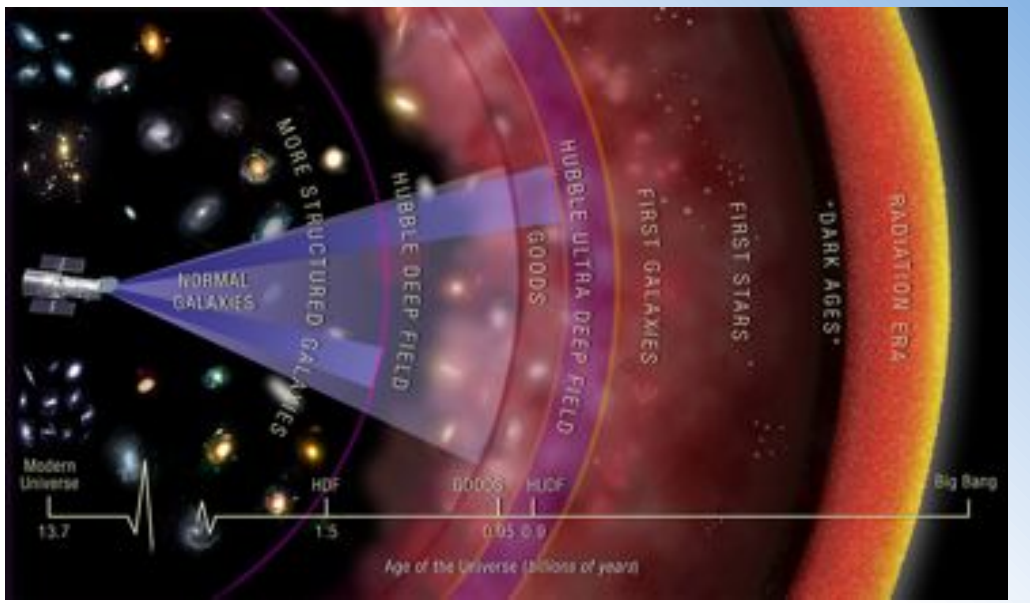
Wide Field Planetary Camera 2

http://hubblesite.org

Quelques résultats marquants ?



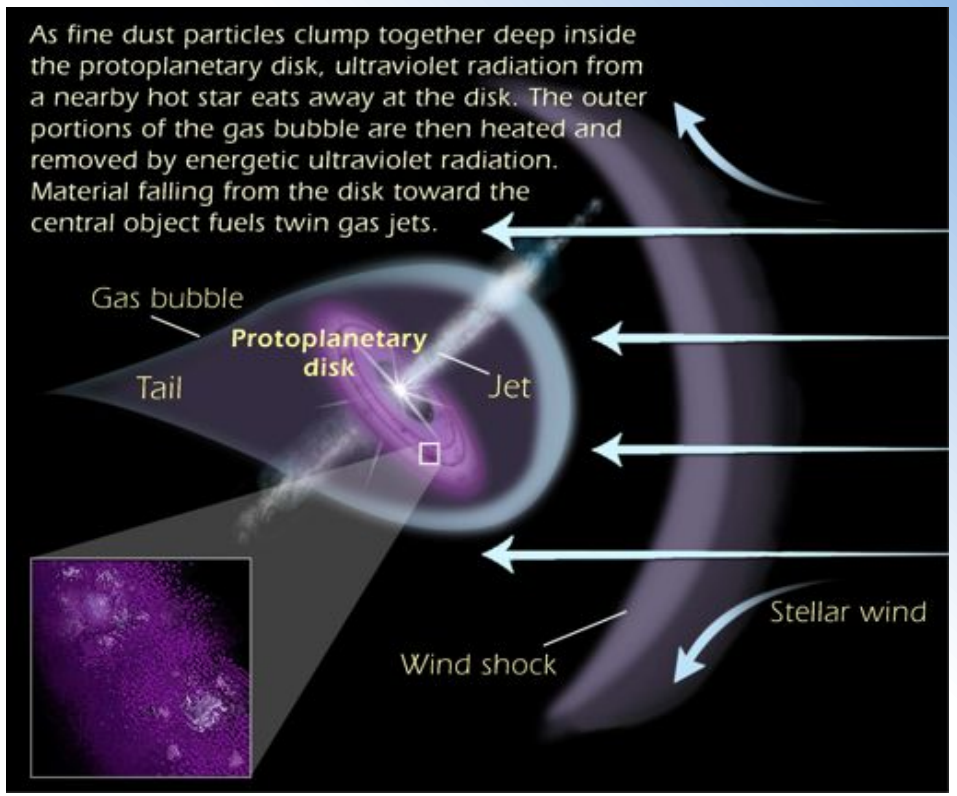
Position (J2000):
R.A. 3h 32m 40s.0
Dec. -27° 48' 00"



Ultra Deep Field: 10000 galaxies dans un champ de 3 arcmin x 3 arcmin, certaines vieilles de 12 milliards d'années.
4 jours de pose sur Nicmos
11 jours de pose sur ACT et WFS

http://hubblesite.org/newscenter/archive/releases/2004/07/fastfacts/

Quelques résultats marquants ?



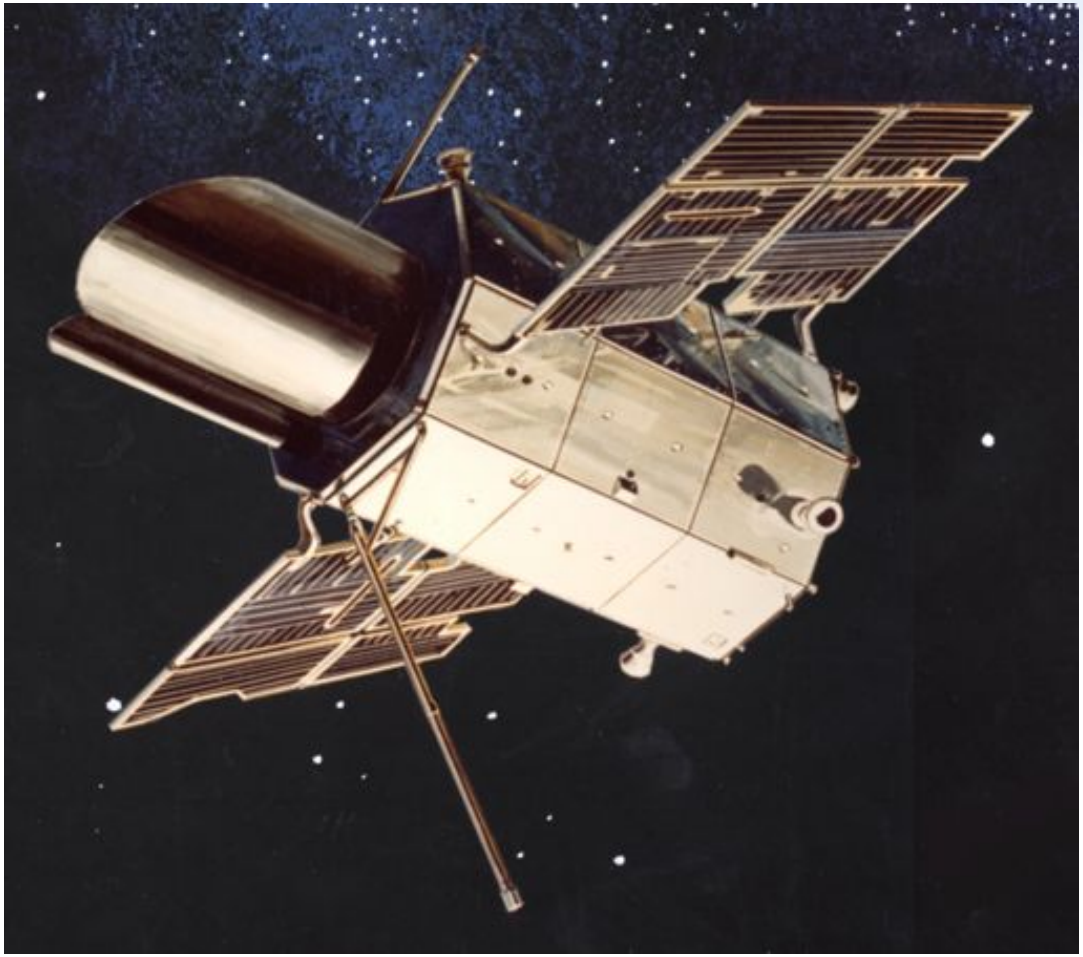
Observations de disques de matière en rotation autour de jeunes étoiles dans Orion. Le rayonnement UV des étoiles massives à proximité détruisent progressivement ce disque, ce qui empêchera à terme la formation d'un système solaire comme le notre.

http://hubblesite.org/newscenter/archive/releases/2001/13/text/

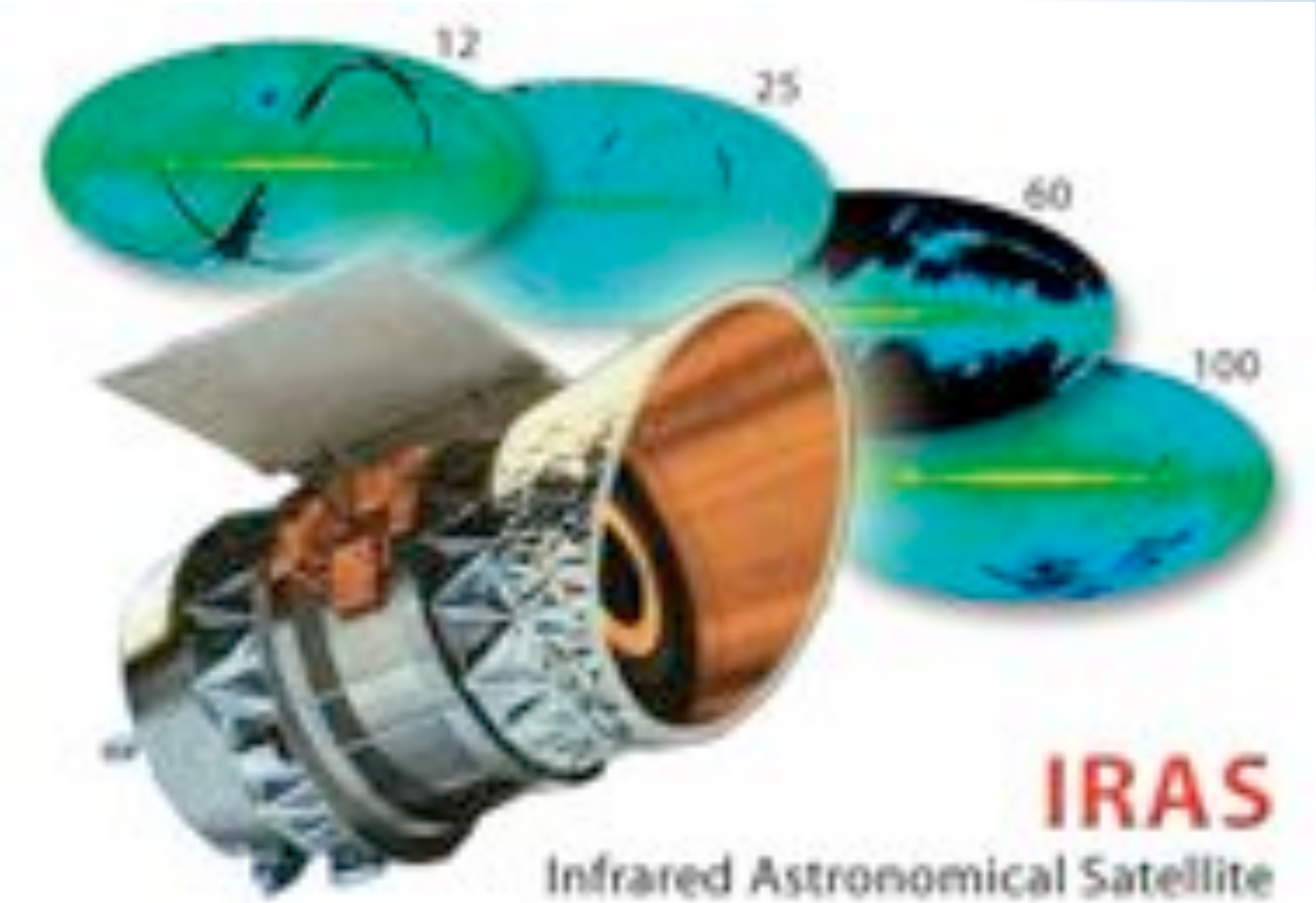
Le projet Hubble: 40 ans du concept au lancement…en quelques dates

- 1946: Lyman Spitzer Jr., première concept d'un télescope spatial.
- 1962: LST, programme Large Space Telescope
- 1968: programme OAO, Orbital Astronomical Observatory
- 1977: Le Congrès vote le financement de la construction d'Hubble (date de lancement: 1983).
- 1985: La construction d'Hubble est terminée.
- 1986: Challenger explose. Retard de tous les programmes.
- *1989: début des études sur de l'optique adaptative (LAO) pour les télescopes au sol permet de s'affranchir du « seeing ».*
- 1990: lancement d'Hubble
- 1993: réparation de l'optique d'Hubble
- 2010: 20 ans du HST
- *2018: James Webb Space Telescope*

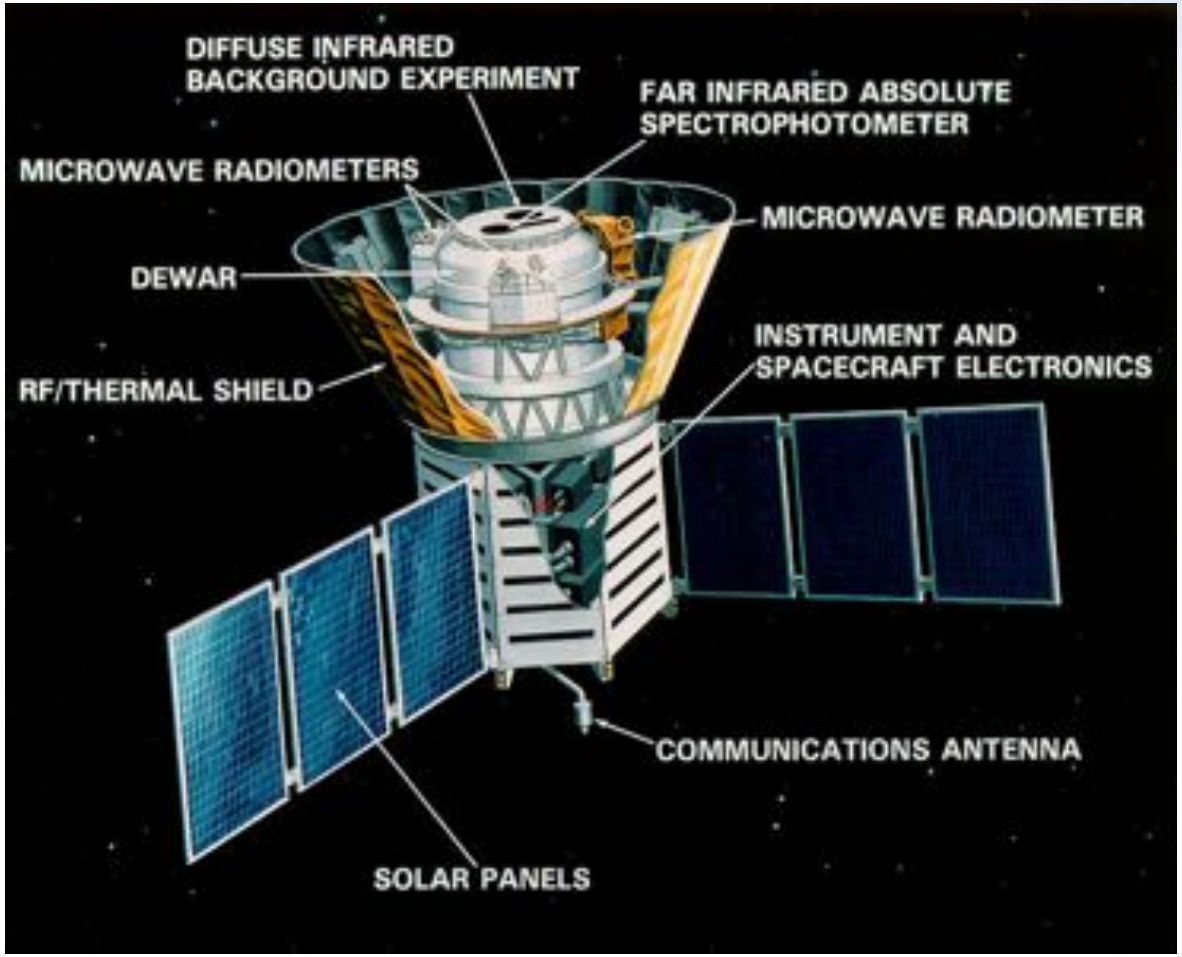
D'autres télescopes spatiaux: OAO3 - 1972



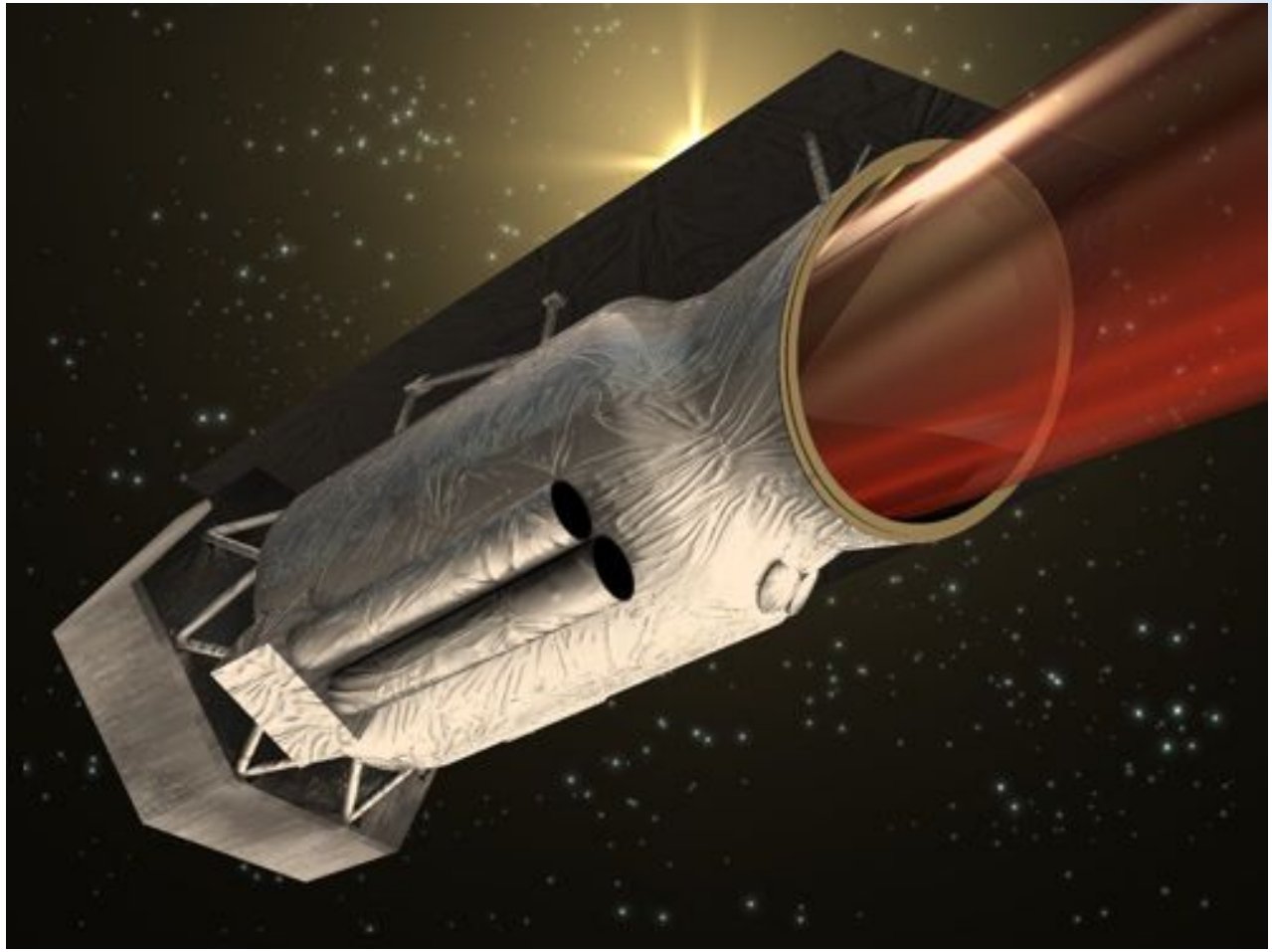
D'autres télescopes spatiaux: IRAS - 1983



D'autres télescopes spatiaux: COBE - 1989



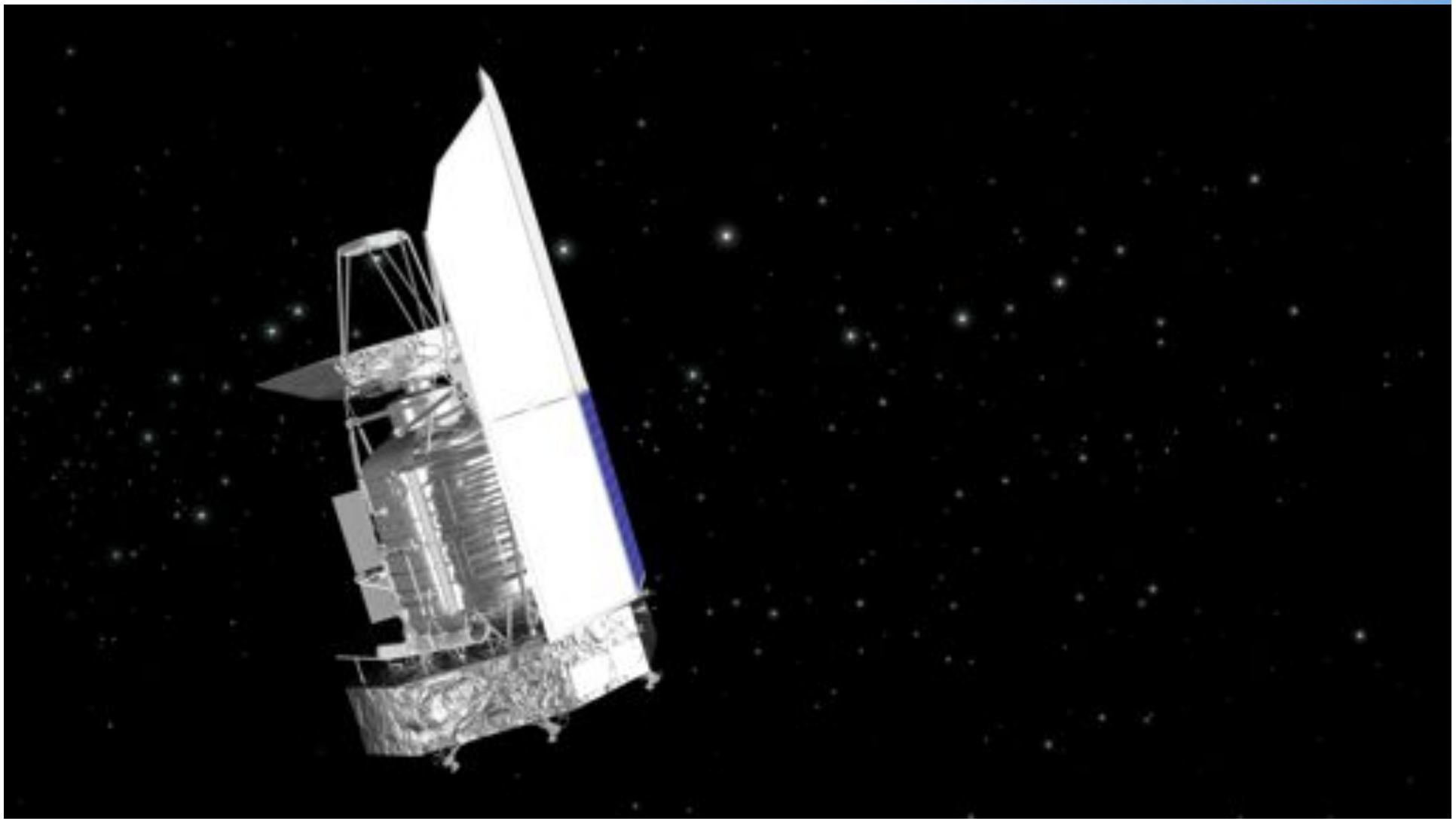
D’autres télescopes spatiaux: ISO - 1995



D’autres télescopes spatiaux: AELITA

Séance #2: de Hubble à Herschel

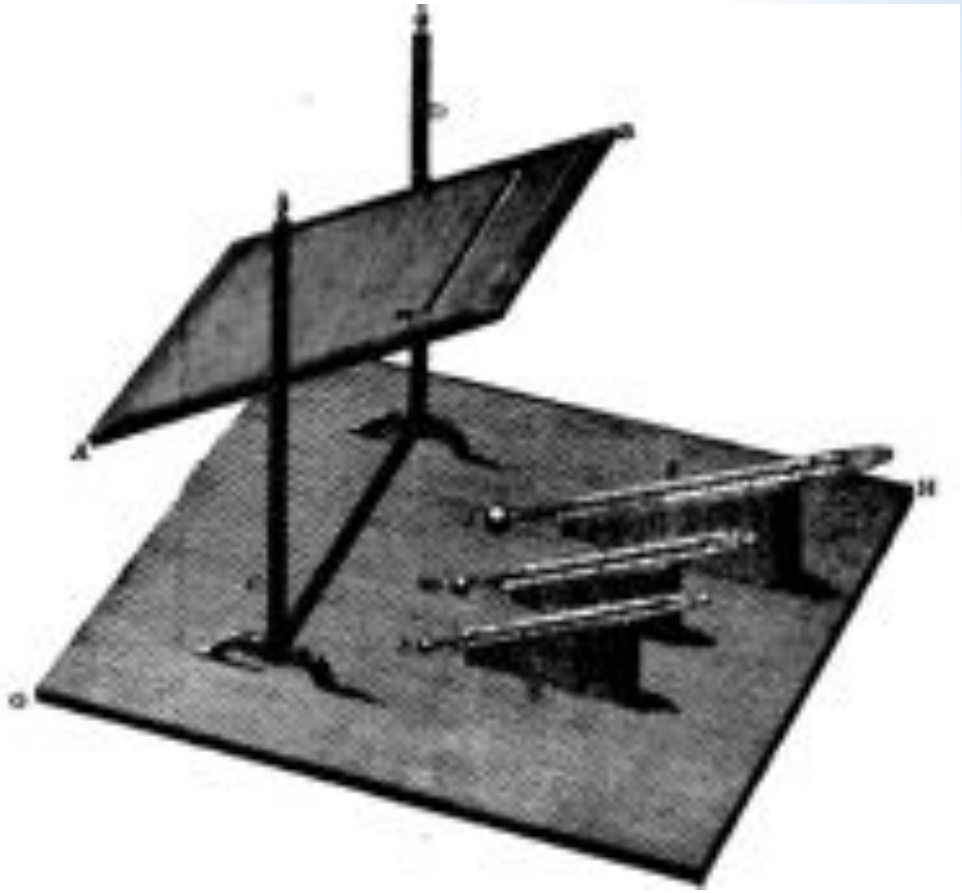
1. Deux branches de l'astronomie
2. Le tournant spatial: le télescope spatial Hubble
3. L'observatoire spatial Herschel



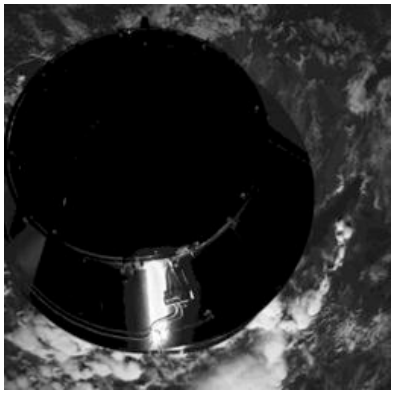
Crédit image: ESA

Découverte de l'infrarouge en 1800

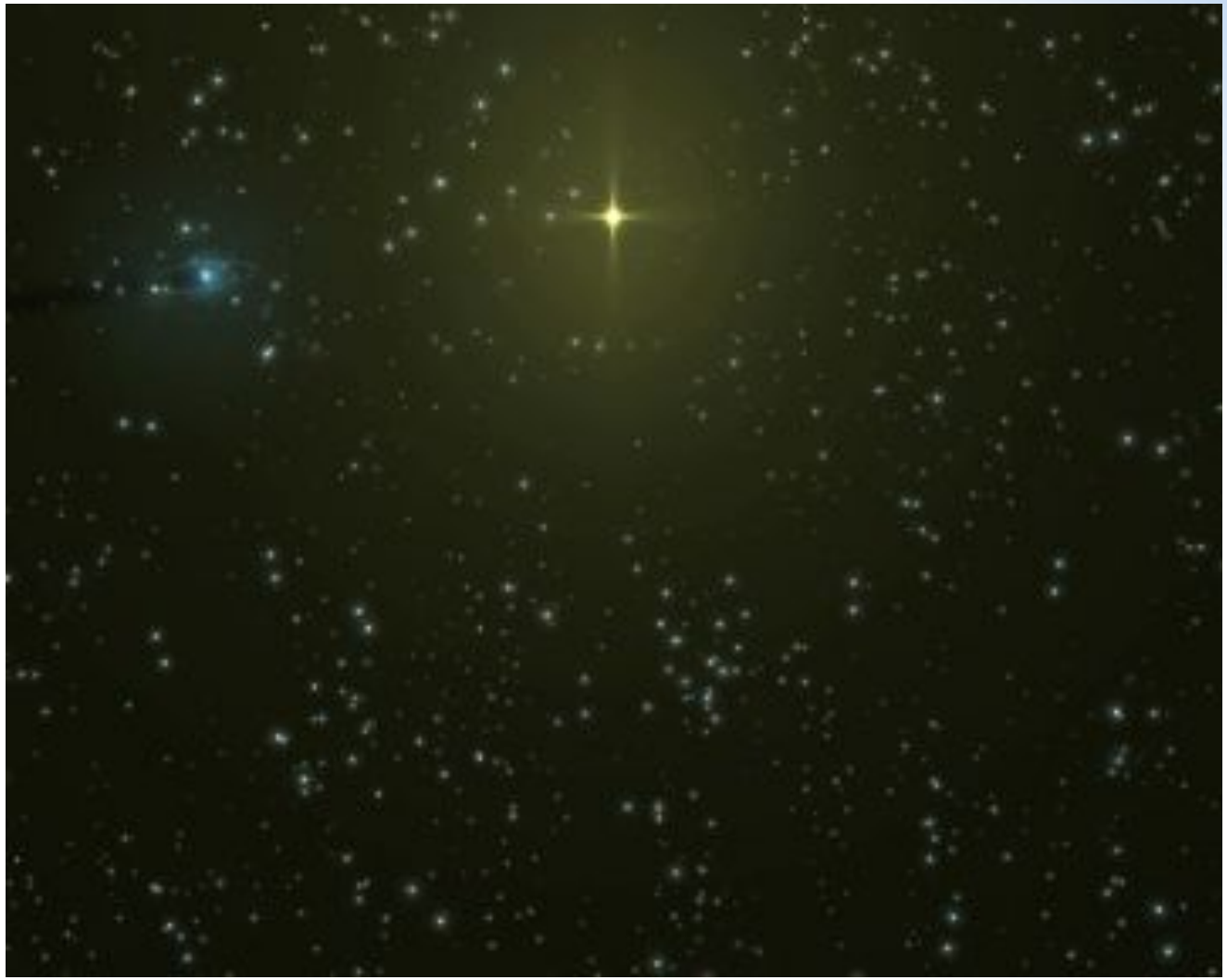
William Herschel, mars-mai 1800



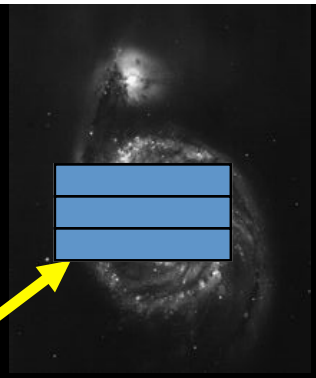
Herschel: un satellite



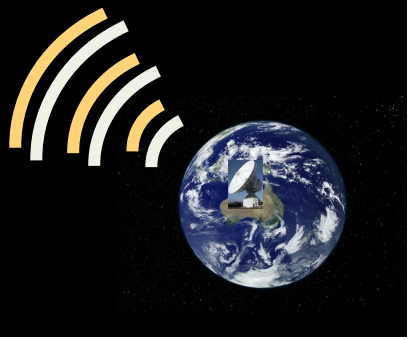
Le milieu géographique d’Herschel



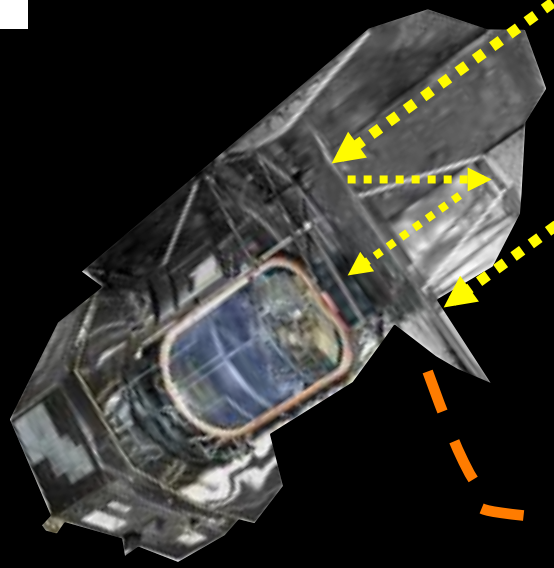
Principe des observations

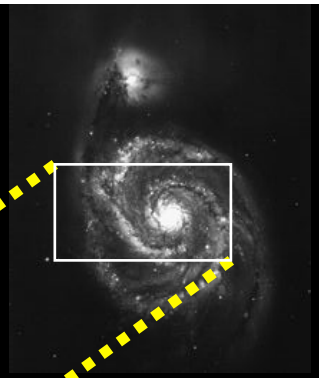


Messier 51



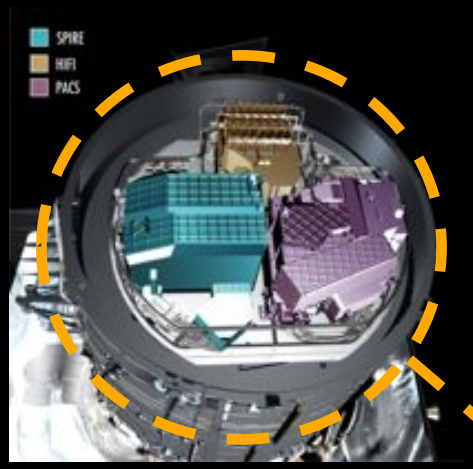
Principe des observations



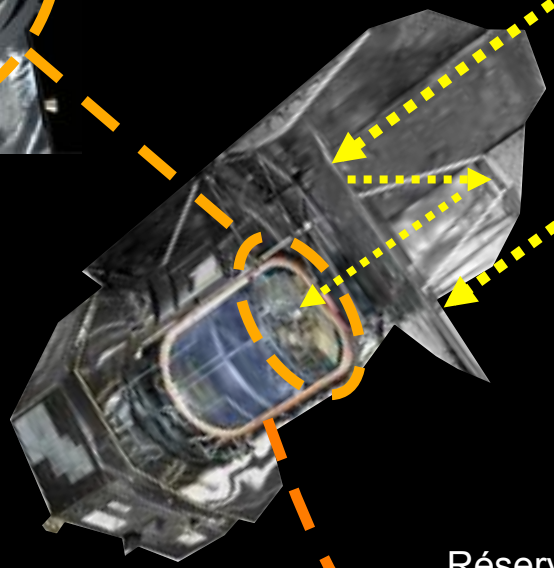


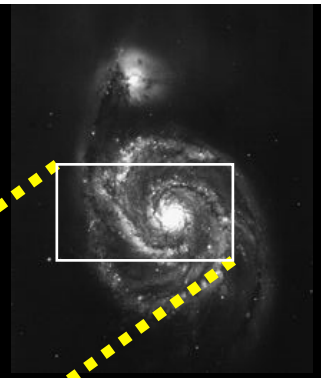
Messier 51

Principe des observations



3 instruments de Mesure:
PACS, SPIRE, HIFI



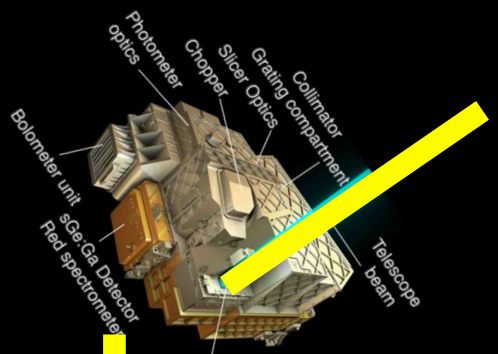


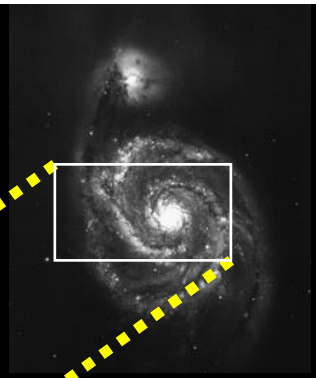
Messier 51

Réservoir d'hélium liquide:
2000 litres à -269°C

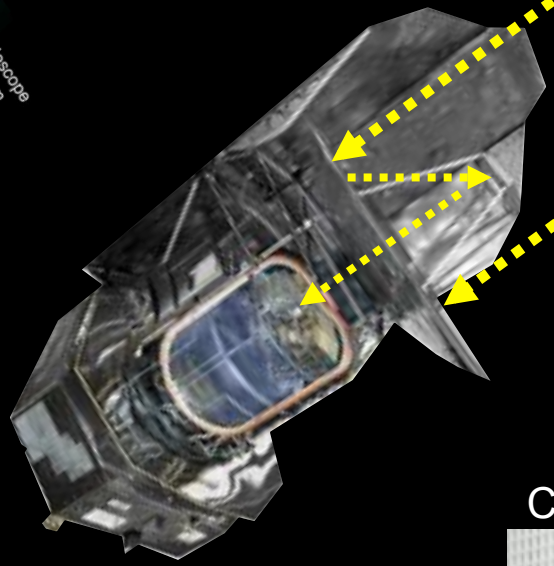
Principe des observations

L'instrument PACS





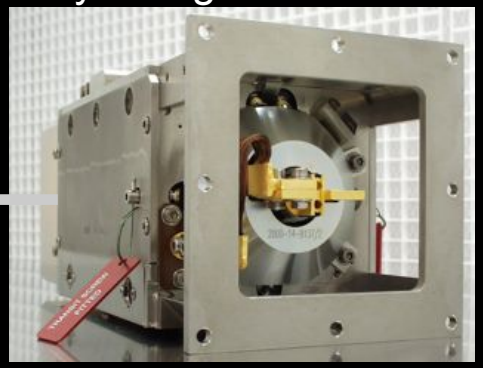
Messier 51



Caméra: 2048 pixels

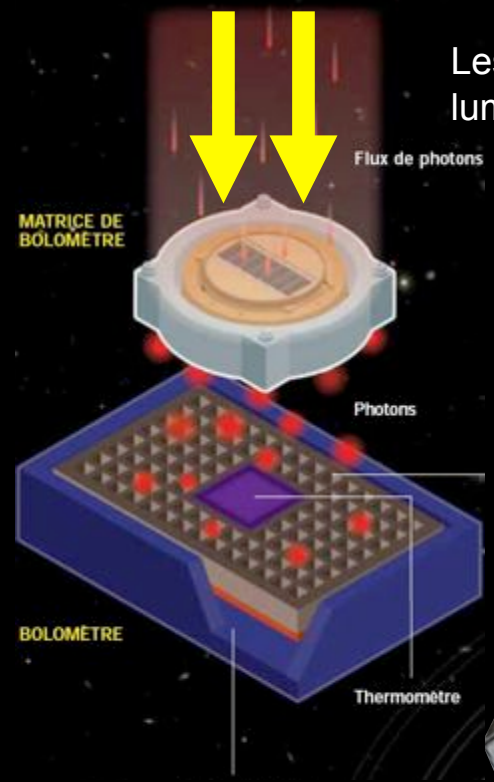
0,3 K = -272,85°C

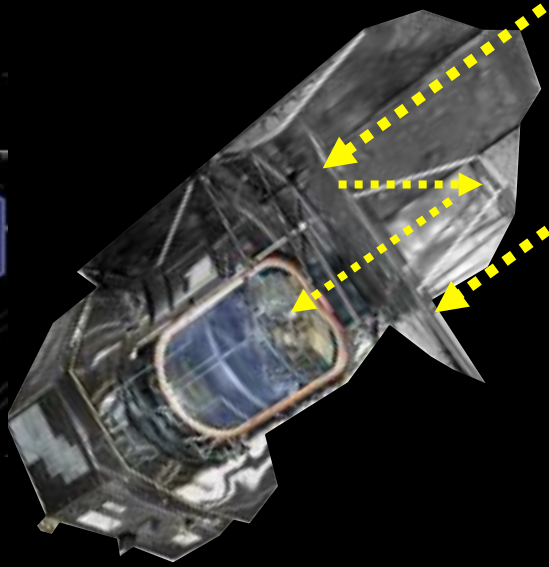
Cryoréfrigérateur

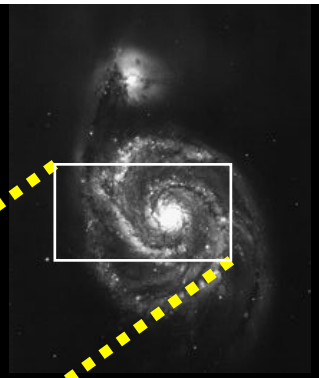


Principe des observations

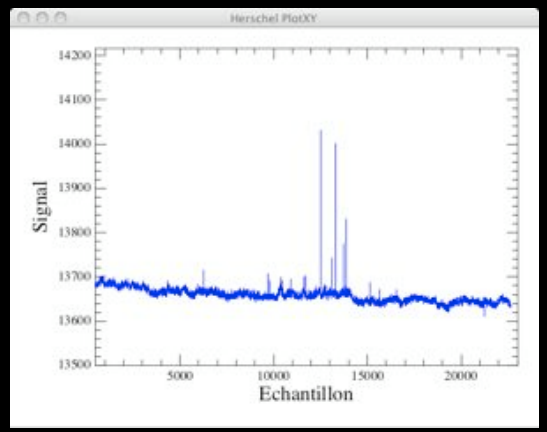
Les bolomètres, détecteurs de lumière infrarouge

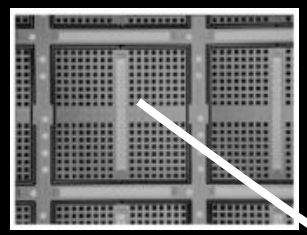




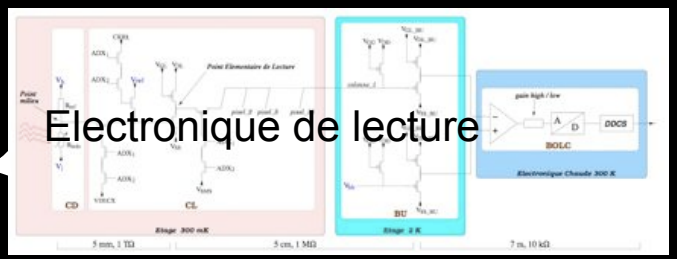


Messier 51



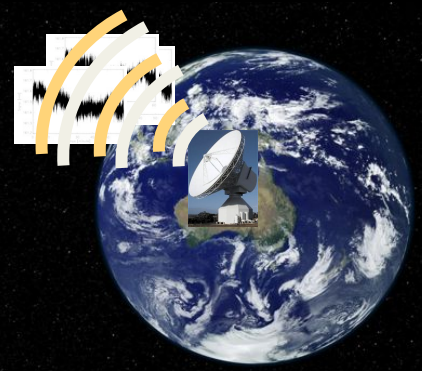


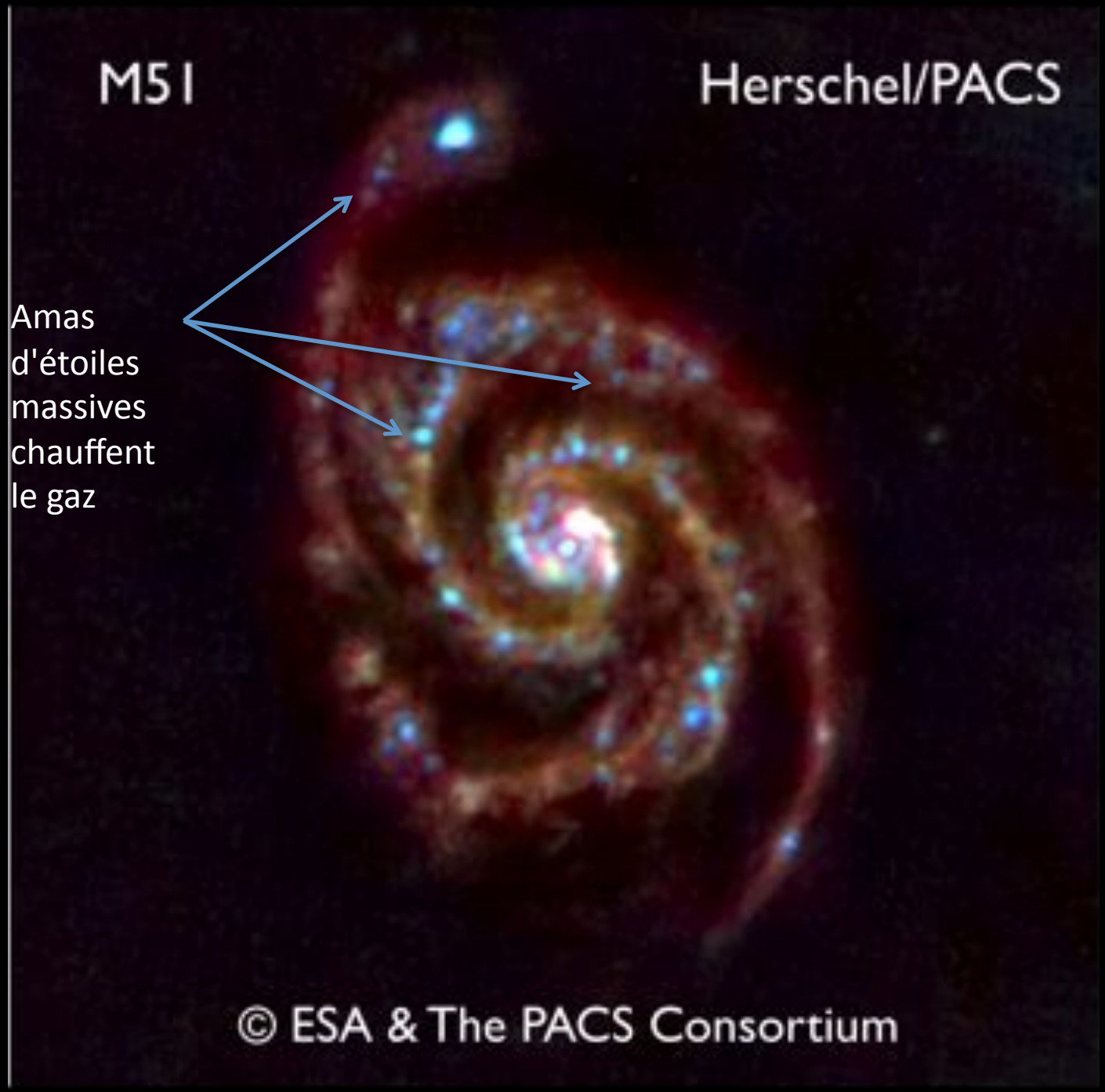
un pixel=un bolomètre



Principe des observations

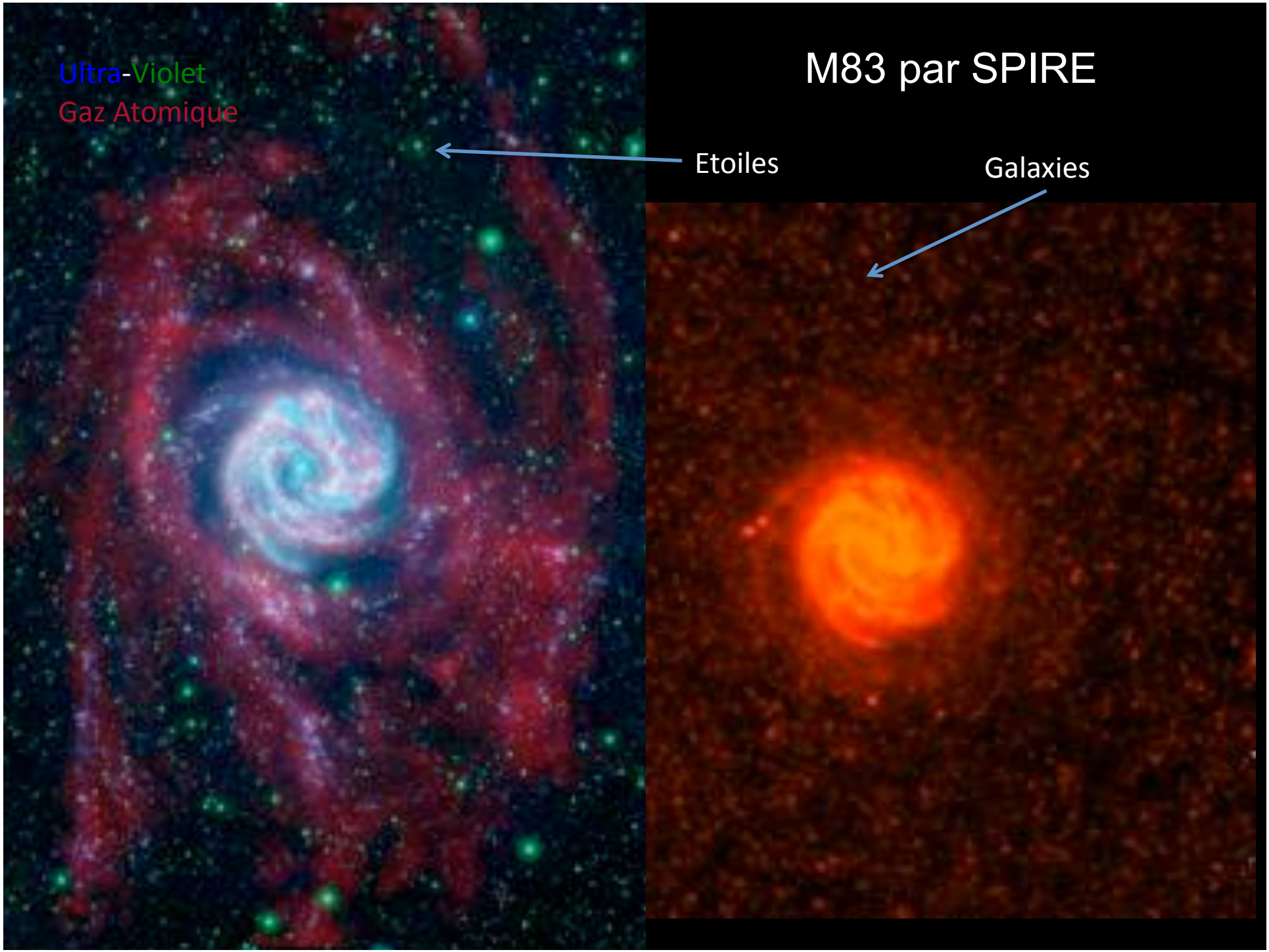
Segment sol:
New Norcia (Australie)
Darmstadt (Allemagne)
Madrid (Espagne)
…
Saclay, Cardiff, Garching, Canada…

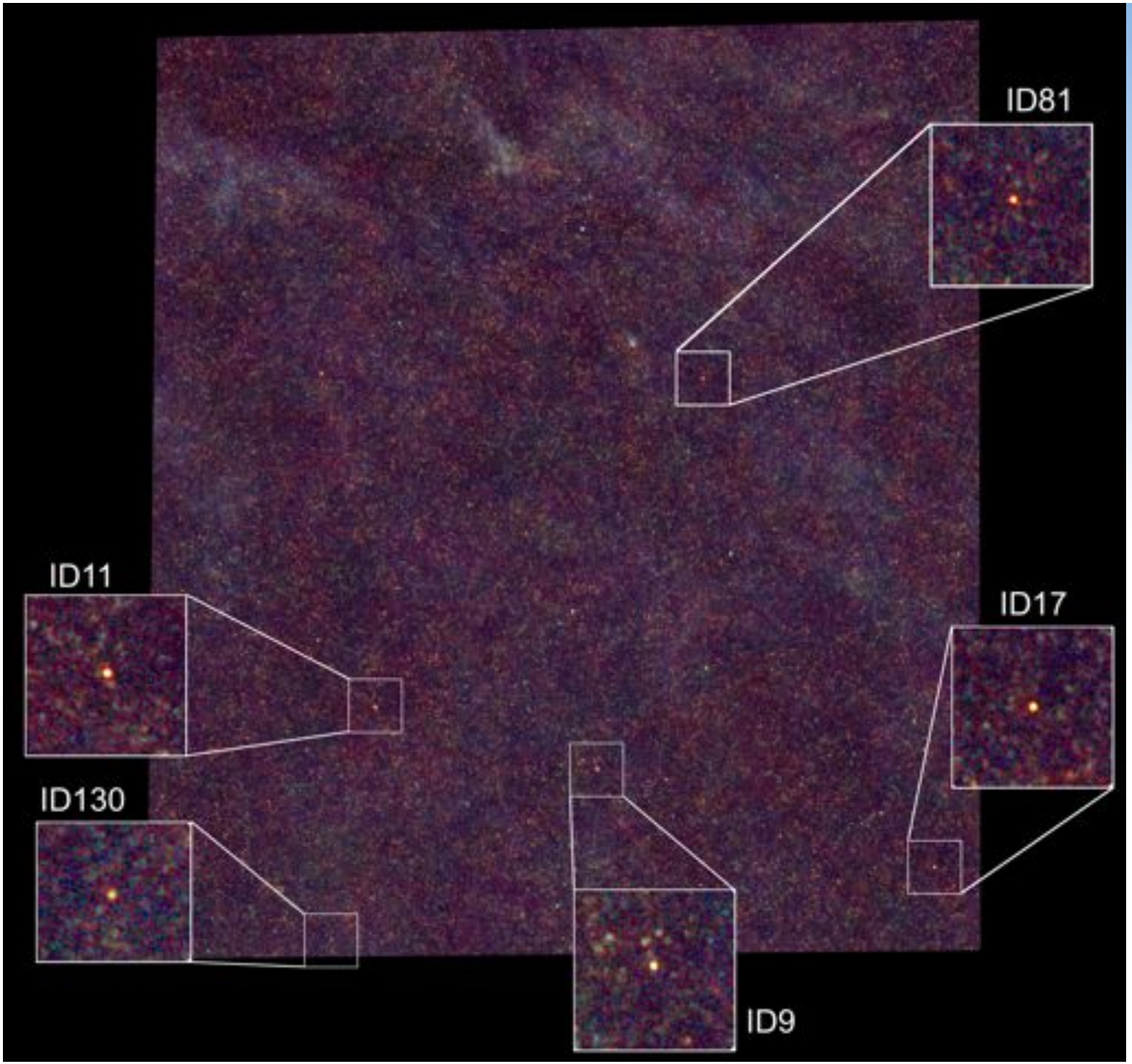




Amas d'étoiles massives chauffent le gaz

70 µm
110 µm
160 µm

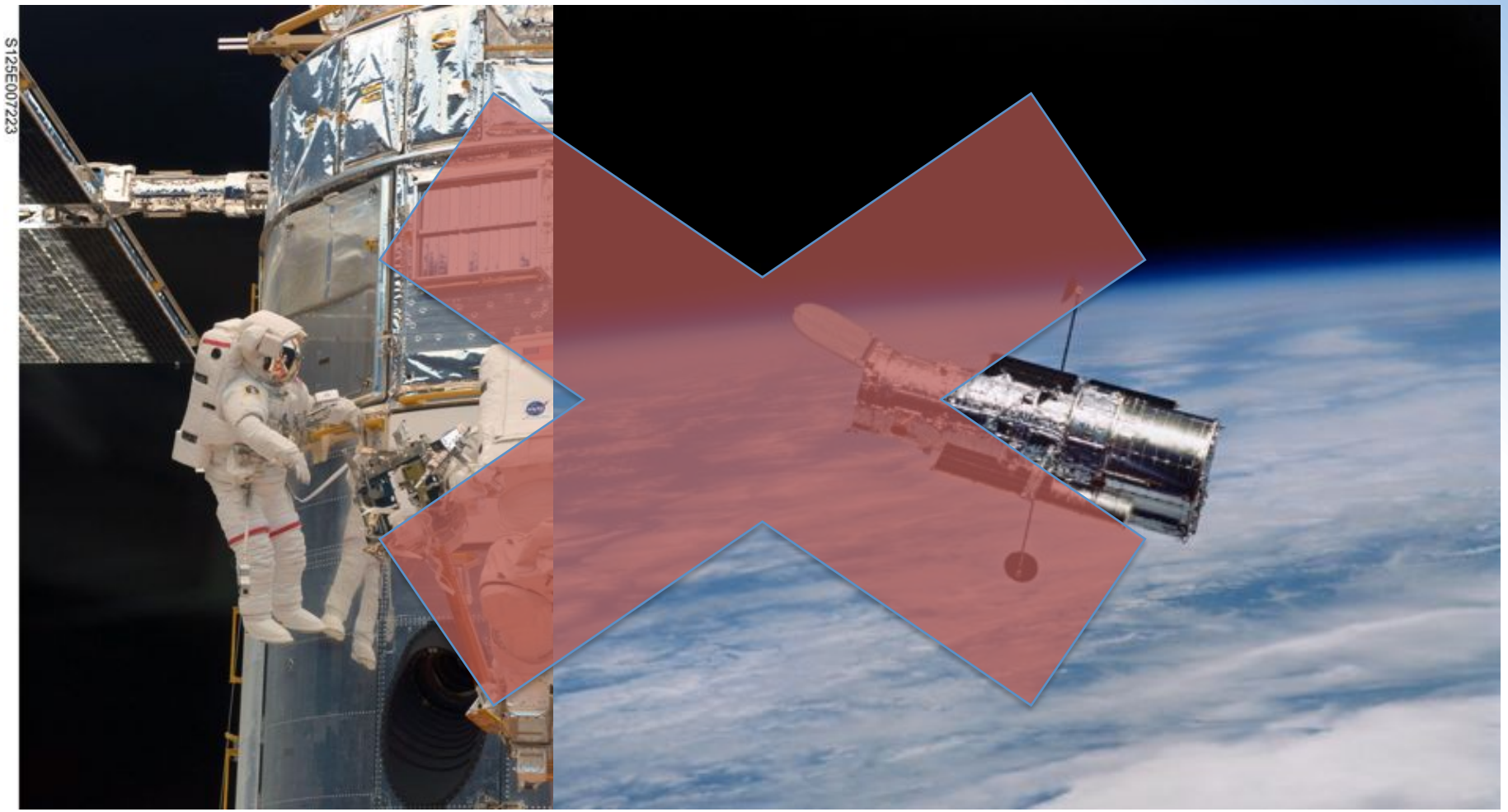

Ultra-Violet
Gaz Atomique
M83 par SPIRE
Etoiles
Galaxies


ID81
ID11
ID17
ID130
ID9

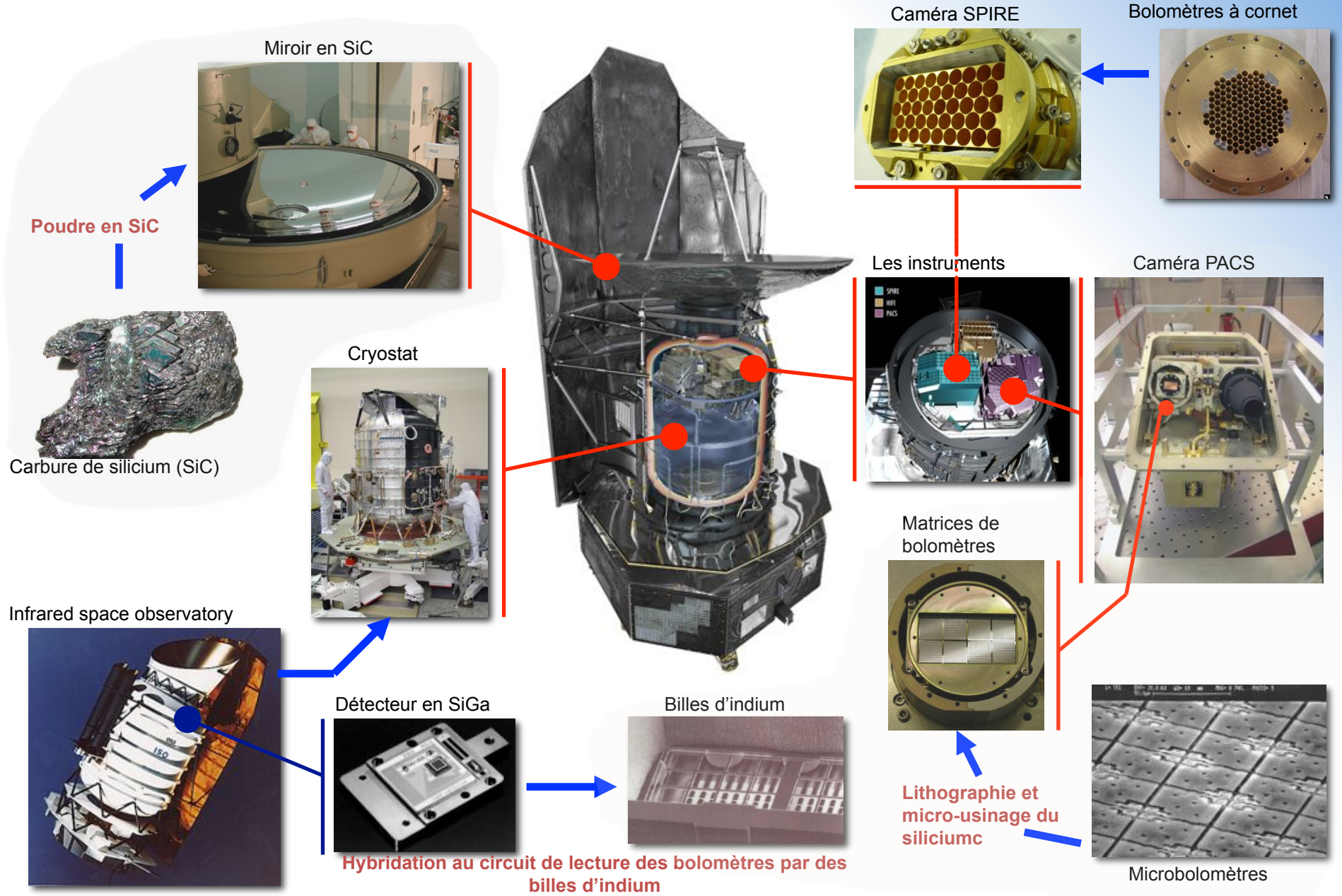
Concrétisation technique

La notion de concrétisation est à entendre au sens de G. Simondon dans « Du mode d'existence des objets techniques ». Il s'agit d'un passage d'un objet composite à un objet synergique, d'un passage pour l'objet de l'abstrait – la fabrication artisanale où l'homme intervient comme un instrument, au concret – la fabrication industrielle où l'homme intervient en tant qu'organisateur de la relation entre la nature et la technique. L'intervalle qui sépare le modèle scientifique de l'objet produit par les techniques de fabrication, se rétrécit. L'objet concret se rapproche alors des objets naturels, il s'individualise en intégrant les contraintes de son milieu technique. Il « tend vers la fermeture du système des causes et des effets qui s'exercent circulairement à l'intérieur de son enceinte, et de plus, il incorpore une partie du monde naturel qui intervient comme condition de fonctionnement »

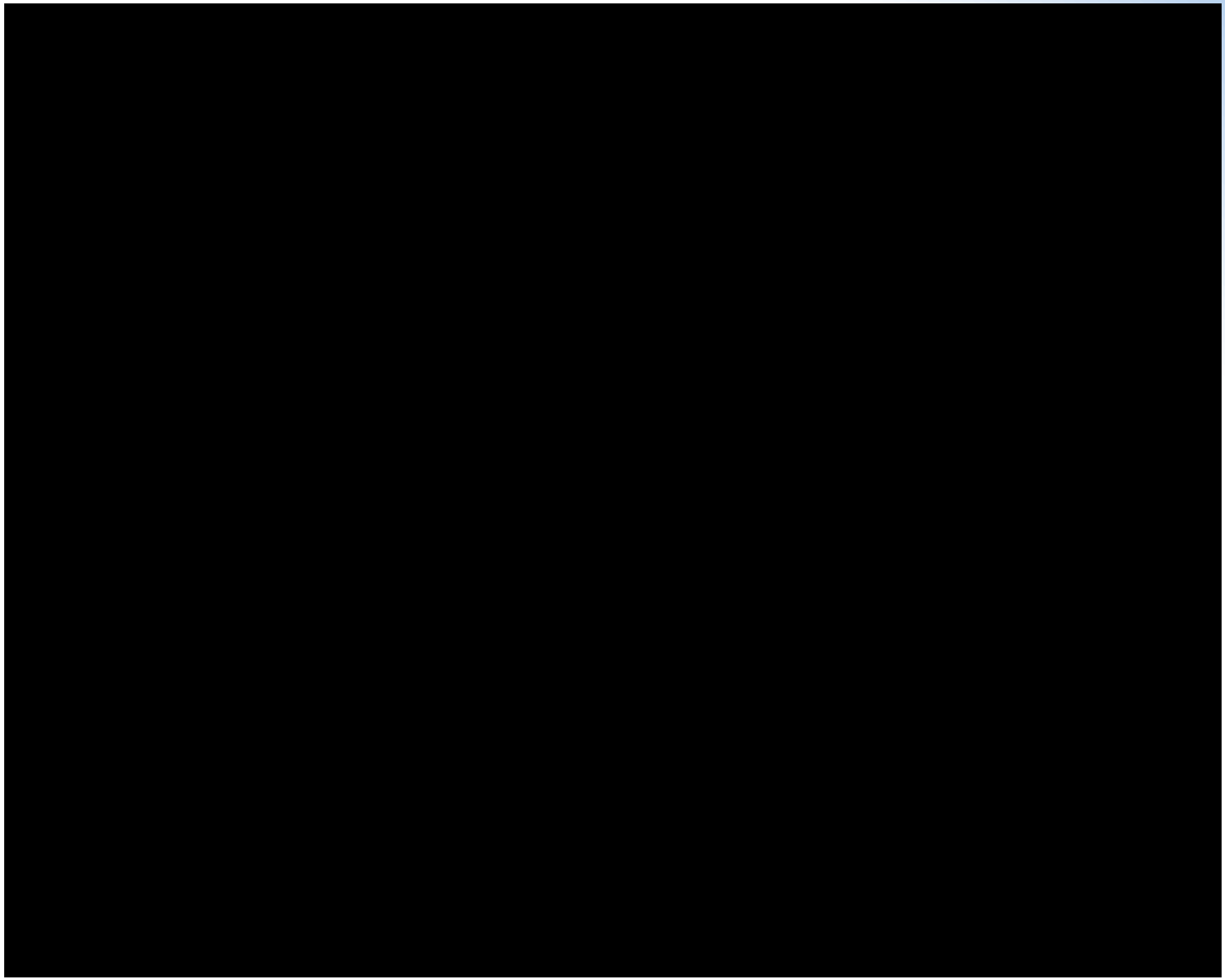
Pas de réparation possible ➔ haut degré de concrétisation ?



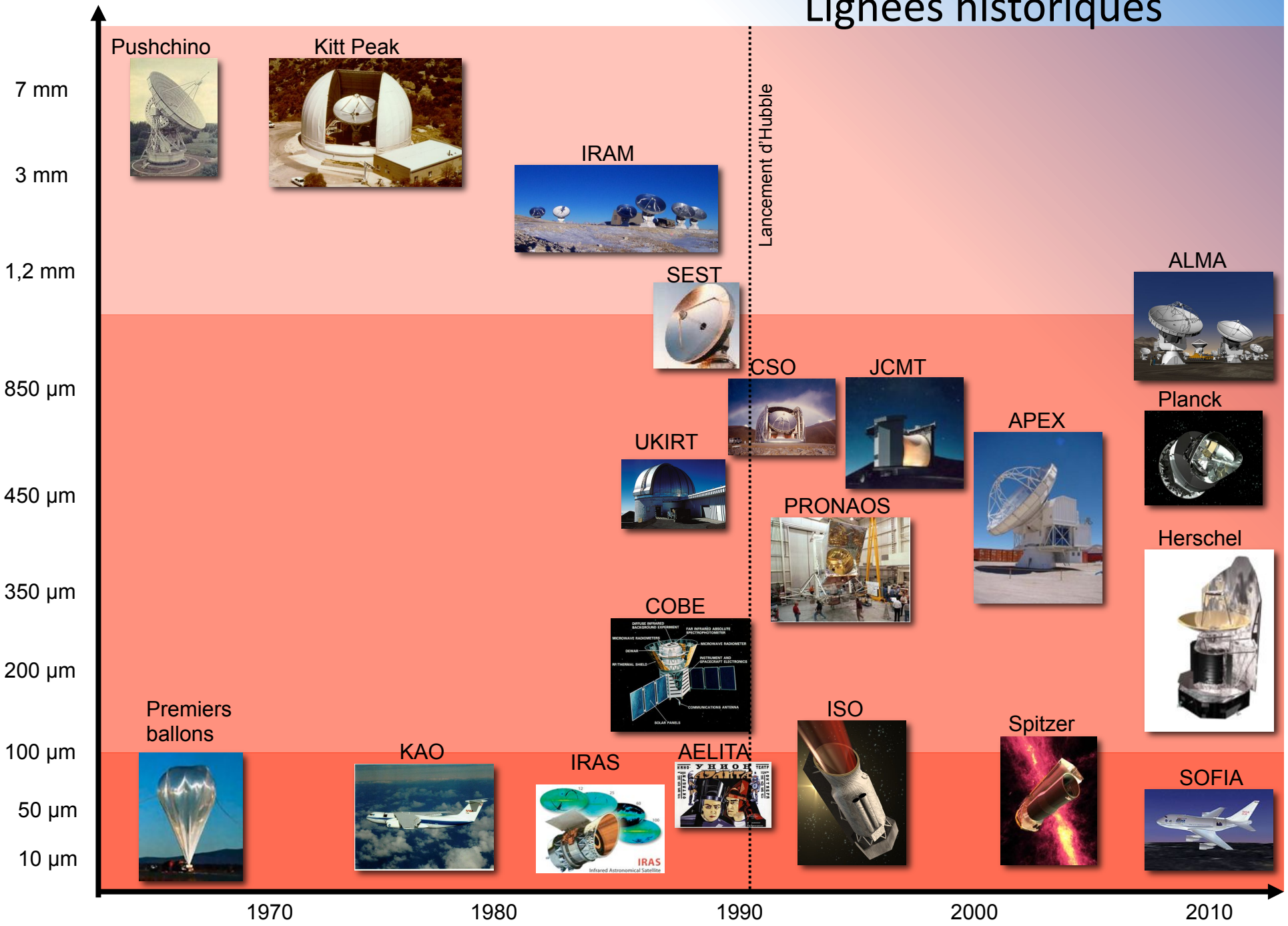
Lignées techniques



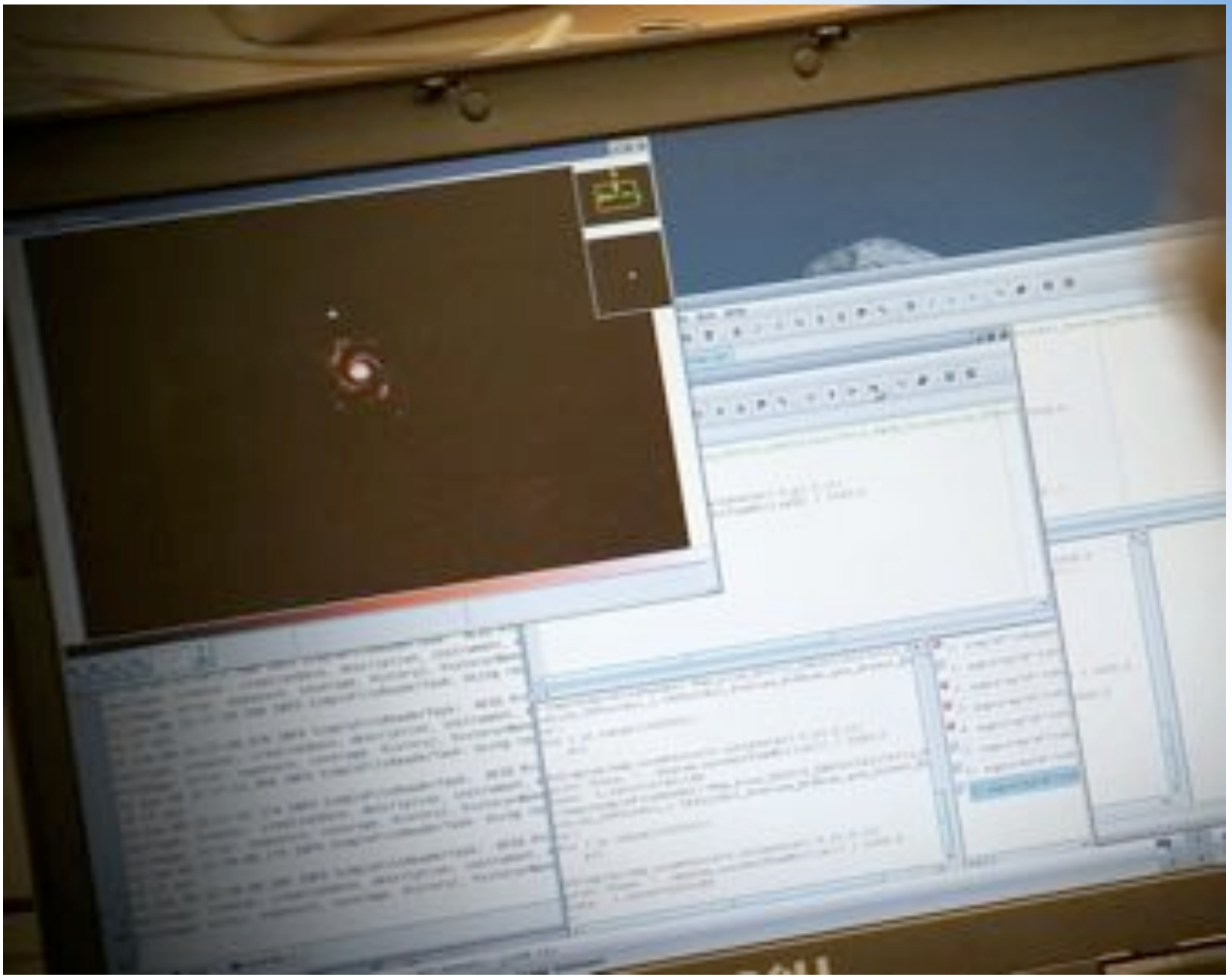
La mécanologie d’Herschel



Lignées historiques



Une histoire de scientifiques ?



PACS
ICC

Ariane
space
& ES

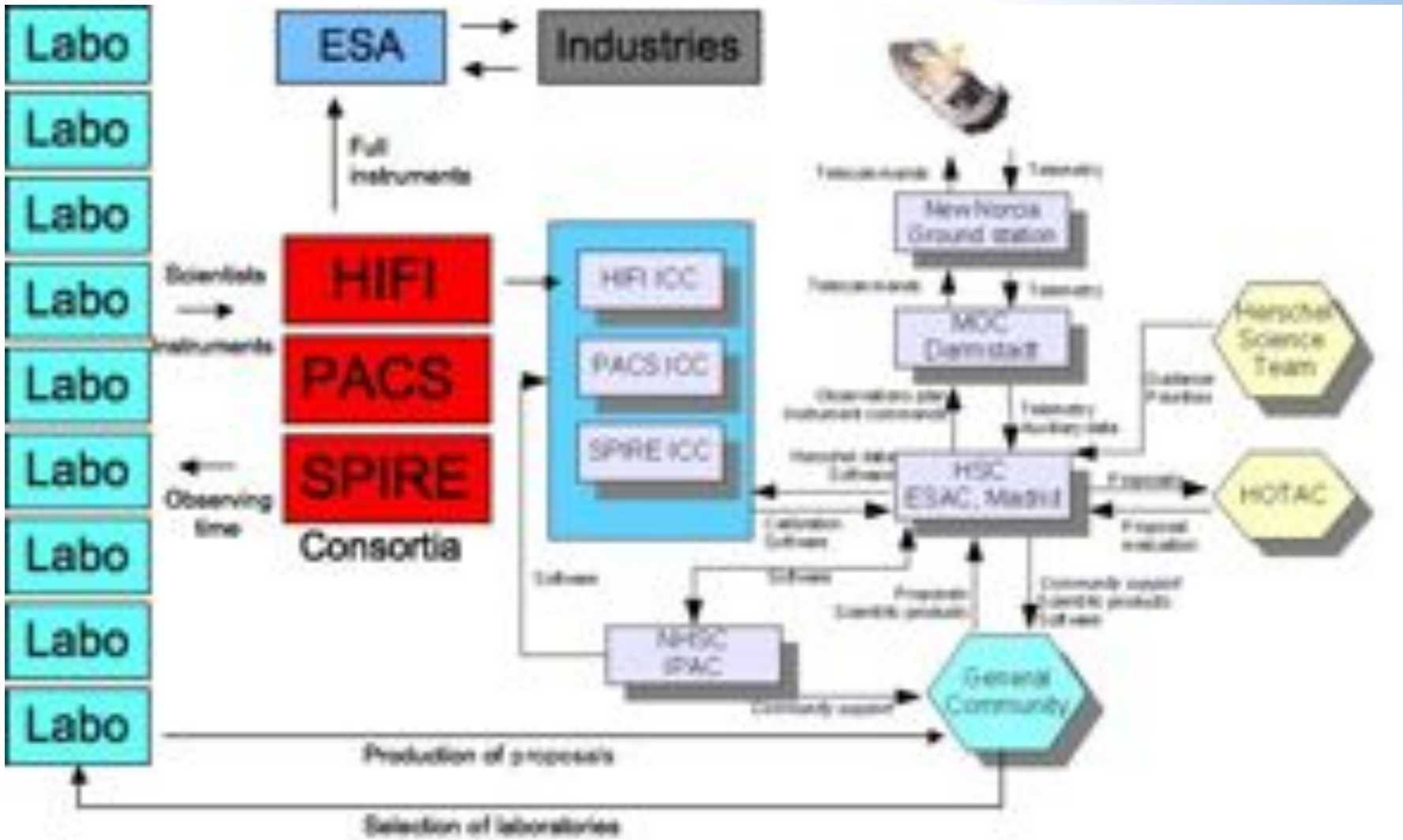
Mais aussi des politiques…

…et des industriels

Herschel / Planck
Prime
Contractor
Thales Alenia Space F
Payload Module
+ Integration & test of
Planck Satellite
Thales Alenia Space F
Herschel & Planck
Service Module
Thales Alenia Space I
Payload Module
+ Integration & tests of
Herschel Satellite
Astrium GmbH

Astrium EADS (ASED)
Herschel EPLM & Herschel Satellite AIT
Sunshield and sunshade
DUTCH SPACE (NL)
PLM Cryostat Harness & Struts
CASA EADS (E)
CVV & MGSE
APCO TECHNOLOGIES (CH)
He Tanks, He subsystem
tubing & Thermal shields
AIR LIQUIDE (F)
He system components
LINDE (D)
MTD
PROTOTECH (N)
OBA
SENER (E)
Spatial framework
HTS AG ZURICH (CH)
CCU
PATRIA (FI)
Tank straps
EUROCOPTER (D)
Cryostat cover and baffle
& MLI
AUSTRIAN AEROSPACE
(A)
HIFI waveguide
RYMSA (E)
CVSE
BOC EDWARDS (UK)
Helium auxiliary tank
(SQM)
BER (CH)
HIFI Optical windows
assembly
QMC (UK)
Liquid He valves
EADS SPACE
TRANSPORTATION (D)
Cryo SCDE
ALCATEL BELL SPACE

Organisation projet



Les relations causales dans la construction d'un observatoire spatial

- Causes finales: enjeux scientifiques, expression d'intérêts, progrès techniques, volonté politique.
- Causes formelles: spécifications, contraintes, normes; formes dans le respect des formalités.
- Causes matérielles: ressources financières, technologiques disponibles ➔ modifications des spécifications
- Causes accidentelles: échec d'une technologie et remplacement. Détournement d'une technologie destinée à un autre champ scientifique.