

# Exo-planètes, étoiles et galaxies : progrès de l'observation



- Fichiers des cours précédents sur: [www.college-de-france.fr/default/EN/all/ast\\_obs/annee\\_20082009.htm](http://www.college-de-france.fr/default/EN/all/ast_obs/annee_20082009.htm)
- Articles sur: [www.oamp.fr/lise](http://www.oamp.fr/lise)

## Exo-planètes, étoiles et galaxies : progrès de l'observation

- 26 Janvier  
Cours 1: Avancées récentes en Astronomie: -résultats & progrès instrumentaux  
Séminaire: **Anne-Marie Lagrange "Imagerie des exoplanètes: bilan et perspectives"**
- 2 février  
Cours 2: Construction d'un hypertélescope précurseur  
Séminaire: **Olivier Chesneau, " Formation et évolution de disques autour d'étoiles"**
- 9 février  
Cours 3: Construction d'un hypertélescope précurseur ( suite et fin)  
Séminaire: **Pierre Kervella, « La supergéante rouge Bételgeuse à haute résolution angulaire »**
- **18 et 27 Février : les cours et séminaires n'auront pas lieu ( vacances scolaires)**
- 2 Mars Utiliser les anneaux de Saturne comme télescope géant ?  
Cours 4: "Concept pour un hypertélescope de 200m" La  
Séminaire: **Anthony Boccaletti**
- 9 Mars  
Cours 5: " Hypertélescope spatial à miroirs piégés par laser"  
Séminaire: **Jean Schneider "Les perspective a long et très long terme de l'exoplanetologie: optimisme ou pessimisme?"**
- 16 Mars  
Cours 6: " Hypertélescope spatial à miroirs piégés par laser" (suite)



Mieux voir les étoiles,  
leurs planètes: présence de vie ?  
les galaxies,  
l'univers lointain

Spéculons ....

Voyage interstellaire...

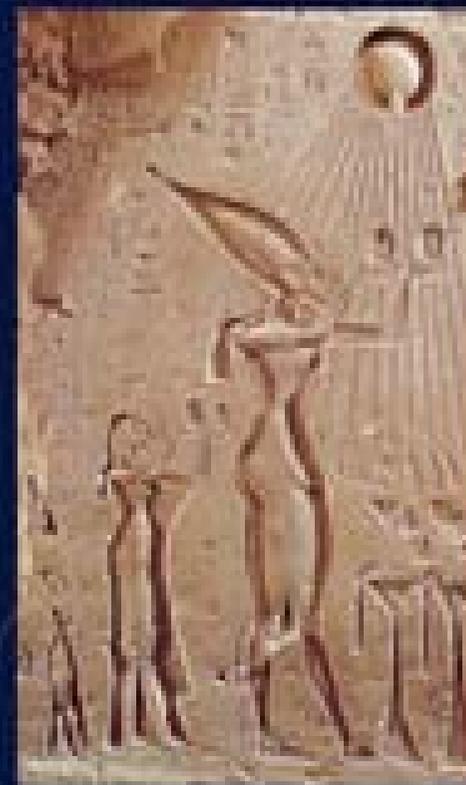
Un Univers ou des "Multivers" ?

"Mais avons-nous eu raison d'ajouter qu'il n'y a qu'un ciel, ou était-il plus juste de dire qu'il y en a beaucoup et même un nombre infini ?

( Platon, Timée )

## Visions of Discovery

New Light on Physics, Cosmology, and Consciousness



Edited by  
Raymond A. Chan  
Harvey A. Carter  
Anthony J. Leggett  
William B. Eberhart  
Charles H. Wesley, II

CONTENTS

" Astrophysics is a field where observers generally lead  
and theorists follow behind "

( L'astrophysique est un domaine où les observateurs mènent généralement et les  
théoriciens suivent derrière )

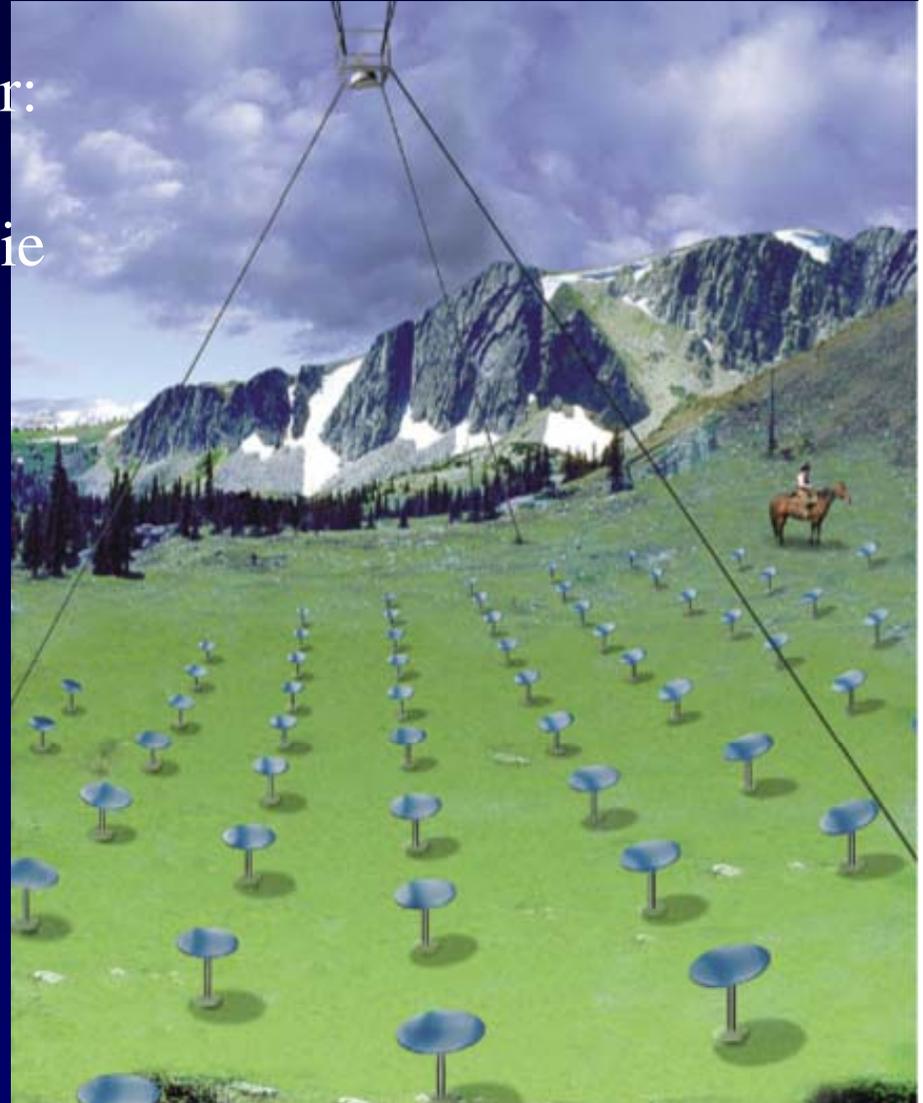
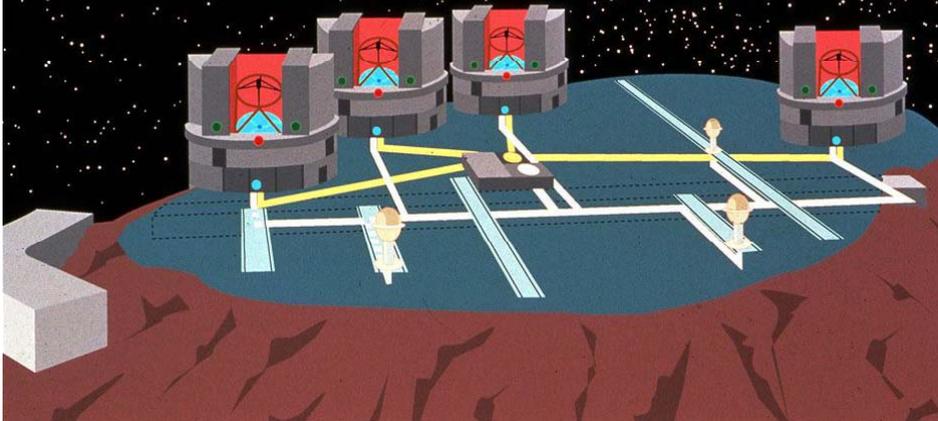
Martin J. Rees ( 1997)

- L'observation interférométrique actuelle améliore beaucoup la résolution...
- ... commence à donner des images, construites par synthèse de Fourier

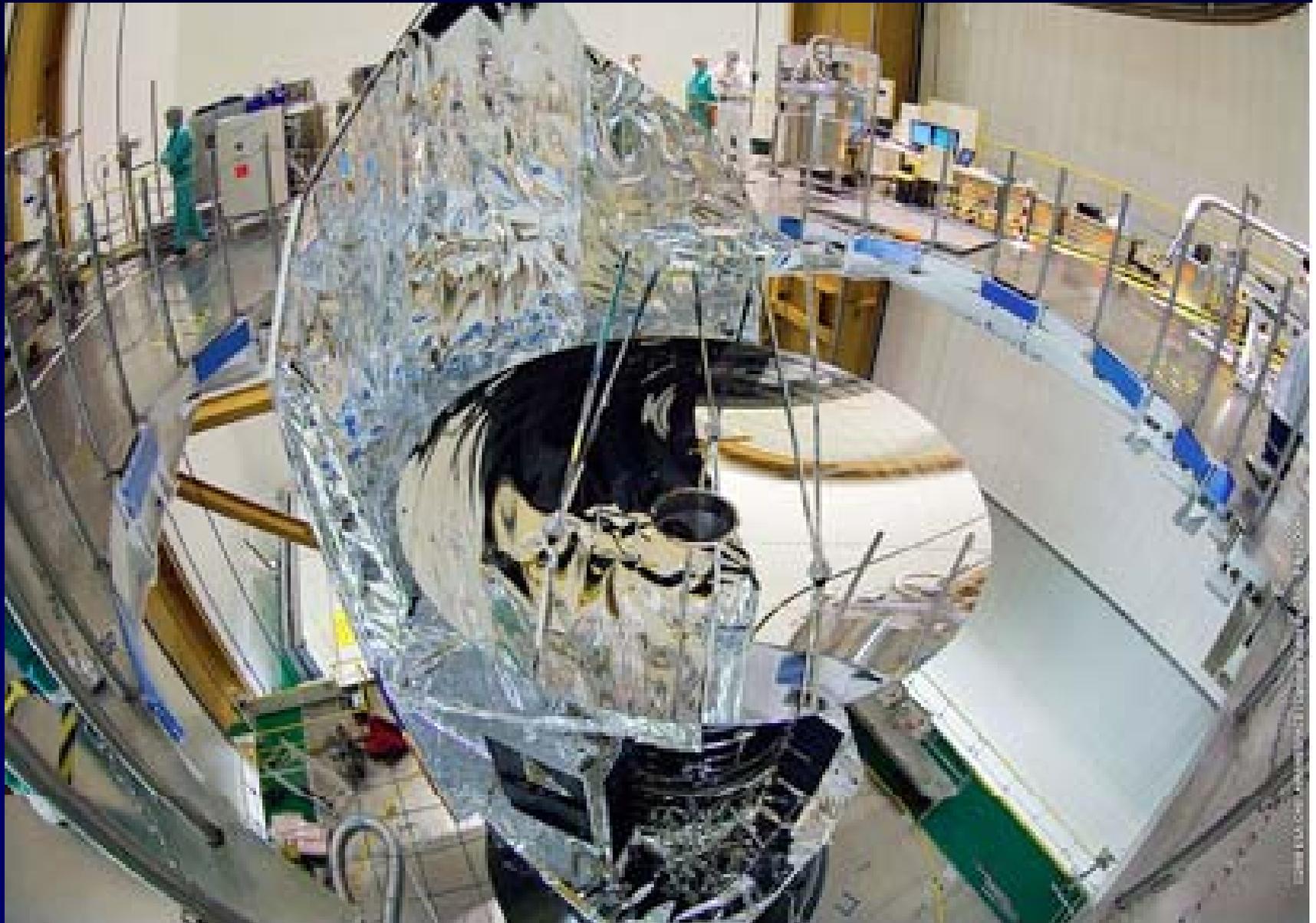
Aujourd'hui:

## Découvertes récentes par des images: basse , moyenne et haute résolution

- optique adaptative
- " " avec étoile guide laser:  
objets faibles
- haute résolution: débuts de l'imagerie  
interférométrique par "Synthèse  
d'Ouverture Optique"
- vers l'imagerie interférométrique  
directe : hypertélescopes sur Terre et  
dans l'espace

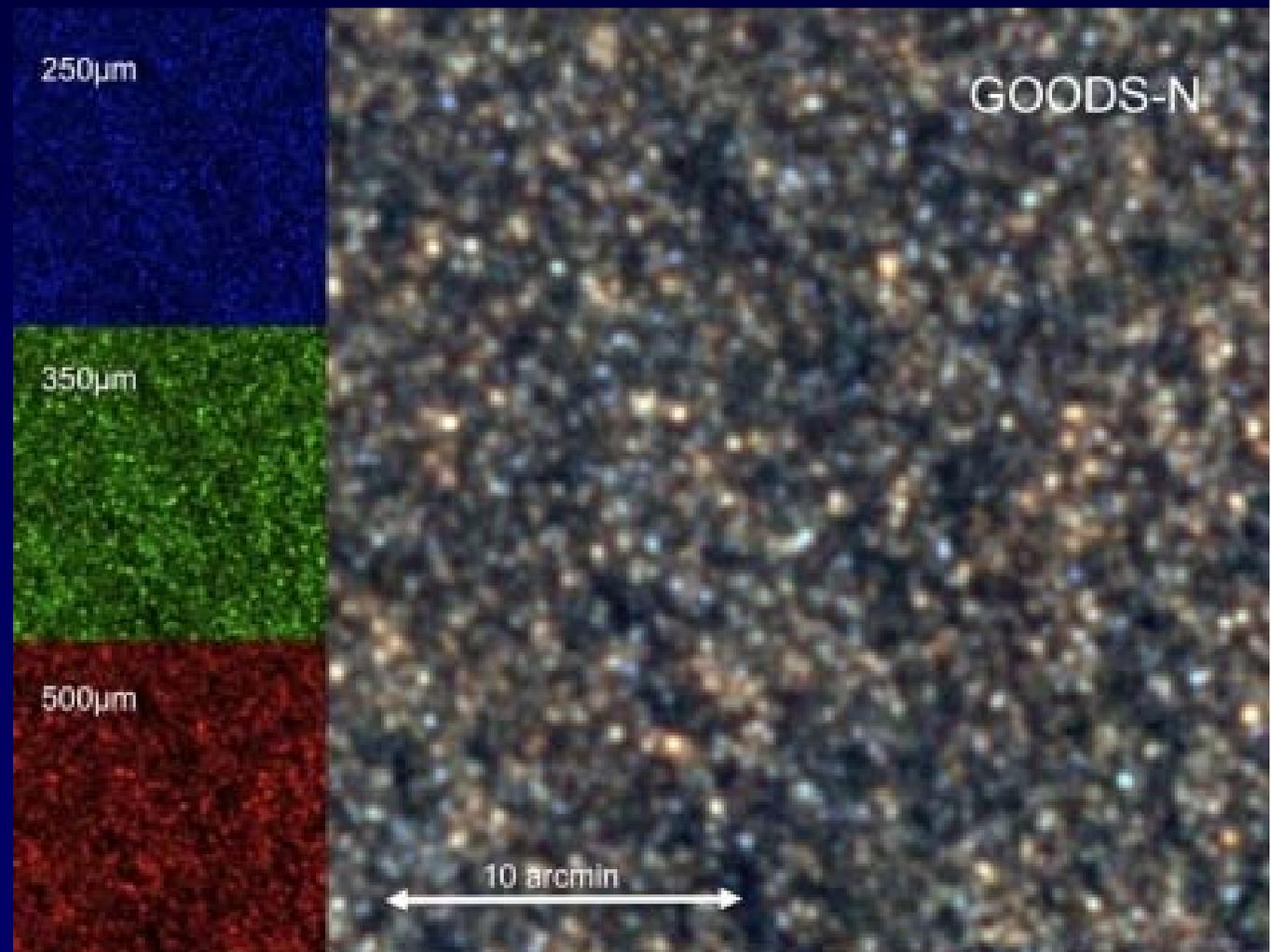


# Herschel: télescope infra-rouge & sub-mm



# Herschel: galaxies lointaines

- 



# Un pilier du Big Bang s'écroule ?

Le fond cosmique diffus existe-t-il ?

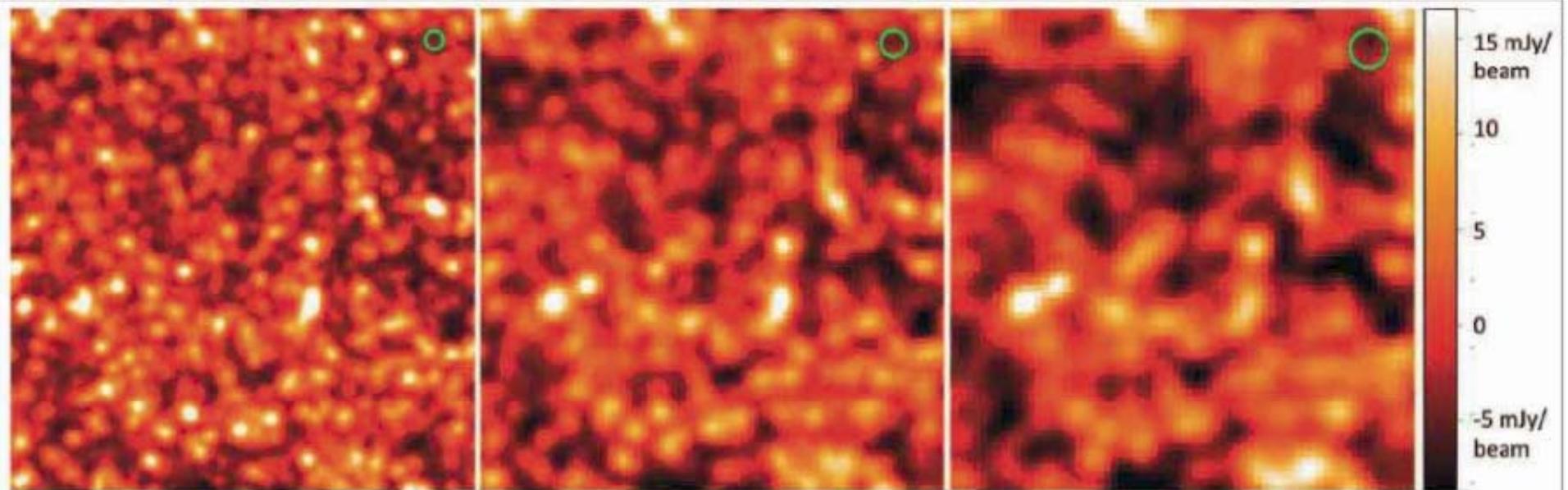
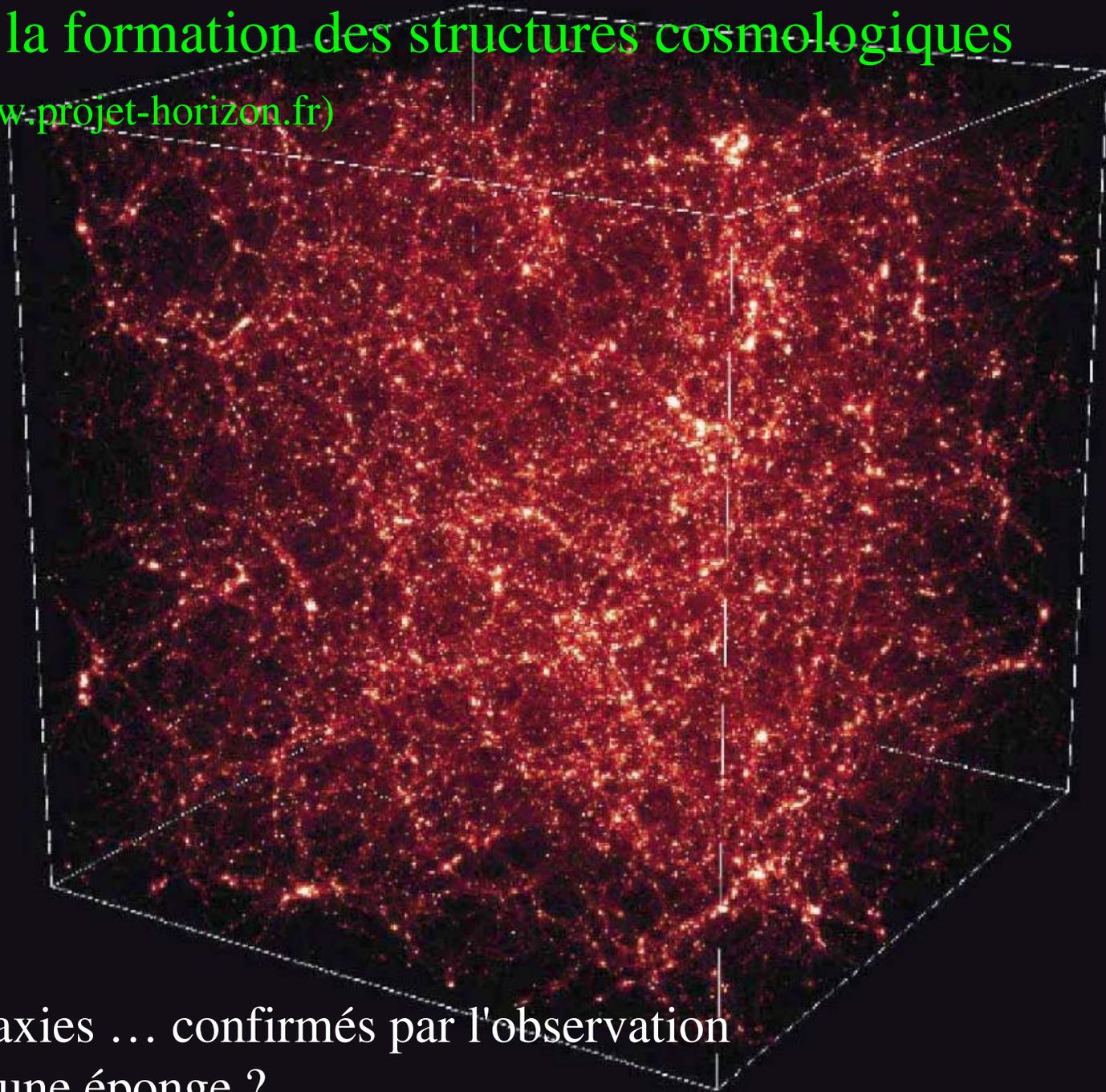


Figure 4: programme HerMES Ces trois images ont été obtenu avec l'instrument SPIRE dans ses trois bandes photométriques (de gauche à droite: 250, 350 et 500 microns) dans la région du ciel GOODS-N (dimension: 16' x 16') et montrent la multitude de galaxies très lointaines dont la plupart sont détectées pour la première fois. La résolution angulaire (la capacité de séparer ces galaxies) est représentée par les cercles verts. Ces images illustrent le phénomène de « confusion » lié à la mesure du fond de rayonnement infrarouge cosmique: tâche difficile car toutes les galaxies à tous les décalages spectraux y contribuent et donc ne produisent pas de signatures caractéristiques propres. Ces premiers résultats montrent qu'une population de galaxies distantes non vues précédemment, parmi les plus faibles et les plus distantes détectées et résolues par Herschel, sont responsables d'une grande partie de ce fond infrarouge cosmique.

# Simulations de la formation des structures cosmologiques

( projet Horizon [www.projet-horizon.fr](http://www.projet-horizon.fr))



- Filaments de galaxies ... confirmés par l'observation
- l'univers est-t-il une éponge ?

# Filaments de galaxies...

( Sloan Digital Sky Survey)

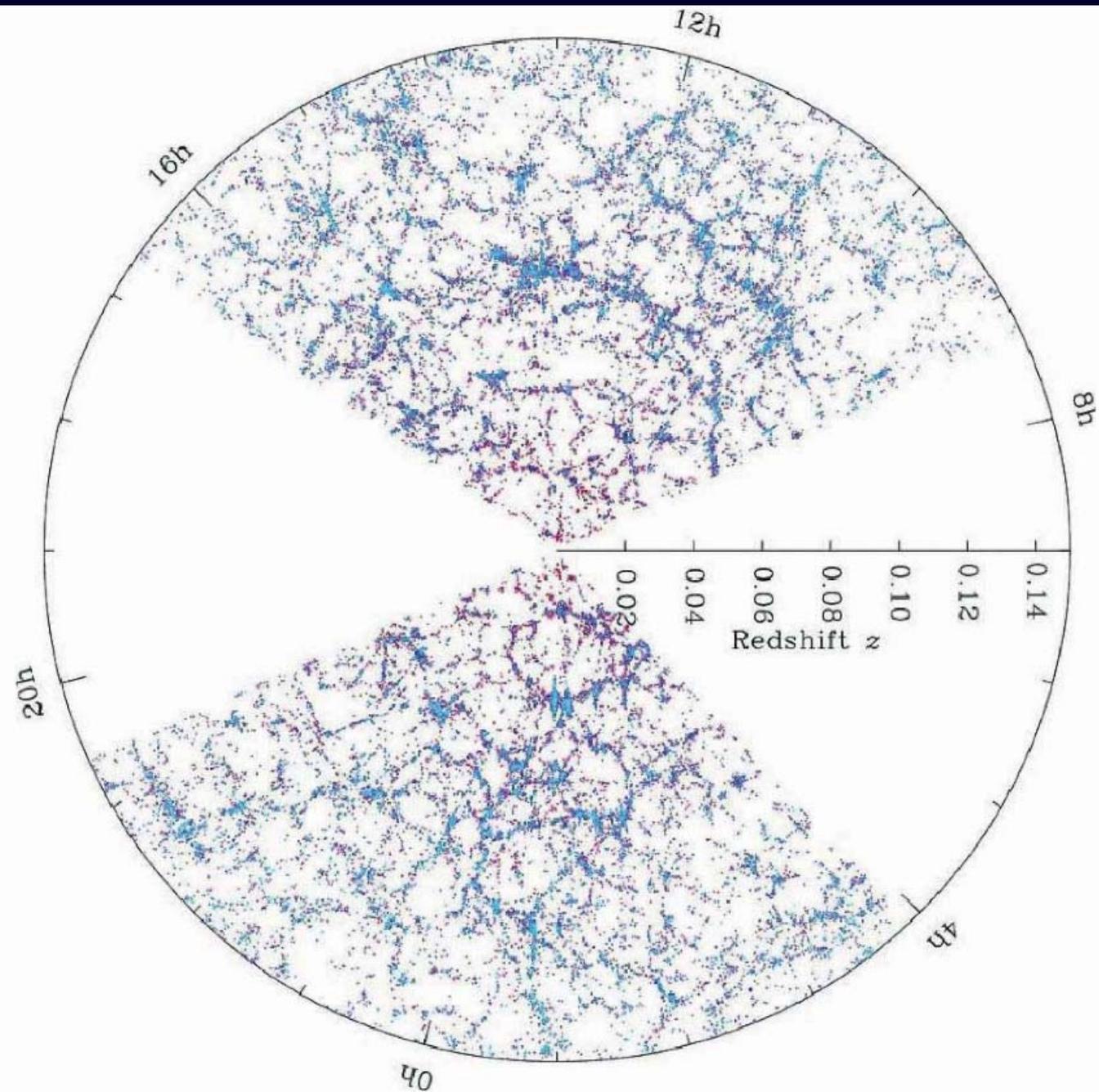


Figure 2: tranche d'Univers, où chaque point est une galaxie, dont la distance est connue par son décalage vers le rouge  $z$ . Notre galaxie est au sommet des deux cônes. (crédit Sloan Digital Sky Survey, <http://www.sdss.org/>).

## Grandes énigmes:

# Matière sombre

- la rotation des galaxies, leur effet de lentille gravitationnelle sur des sources d'arrière plan, ne correspondent pas à l'effet gravitationnel de la matière observée
- Il semble y avoir de la masse invisible
- mais sous quelle forme ?

Masse cachée

Matière émissive X



Grandes énigmes:

## Energie sombre

- Observations récentes de supernovae:
  - expansion accélérée de l'Univers ?
- Répulsion par une hypothétique "énergie sombre" ?

Hubble Space Telescope Ultra Deep Field

Pavé et ronds dans la mare...

## Avant le Big Bang ?

V. G. Gurzadyan & R. Penrose, "Concentric circles in WMAP data may provide evidence of violent pre-Big-Bang activity"

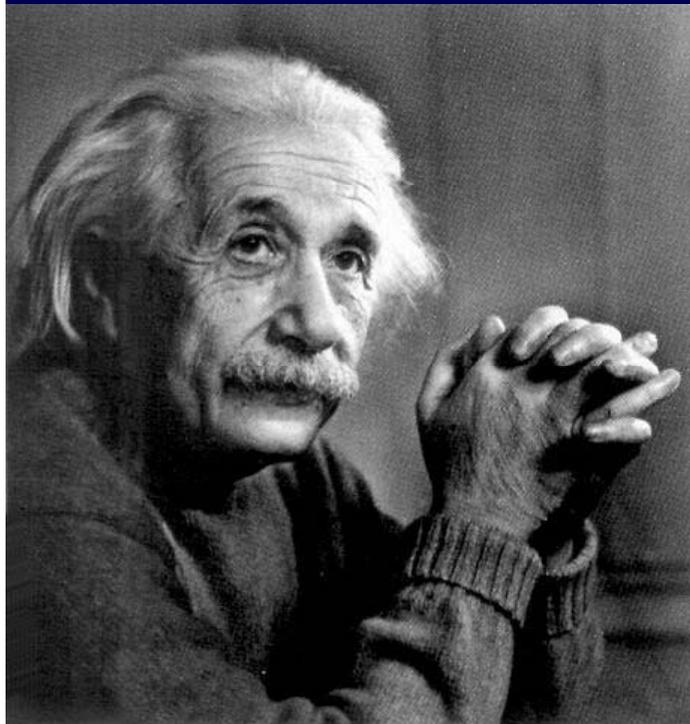
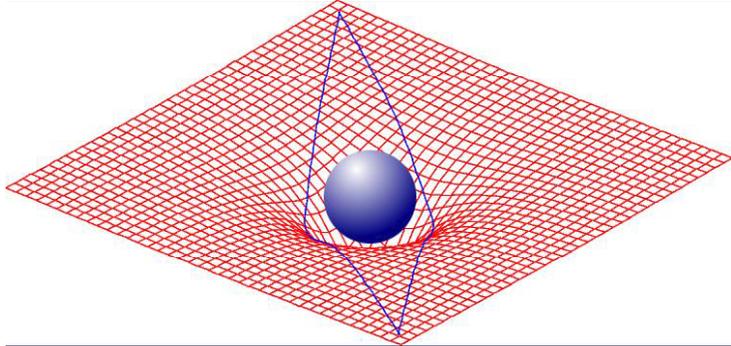
<http://arxiv.org/pdf/1011.3706v1>

QuickTime™ et un  
décompresseur  
sont requis pour visionner cette image.

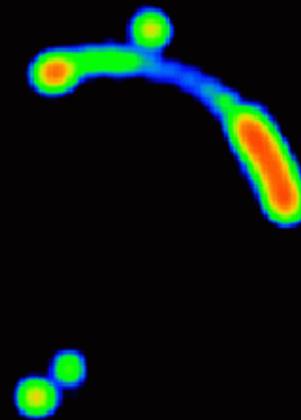
QuickTime™ et un  
décompresseur  
sont requis pour visionner cette image.

Cercles de faible variance  
dans l'image infra-rouge  
WMAP

# Lentille gravitationnelle: anneau d'Einstein

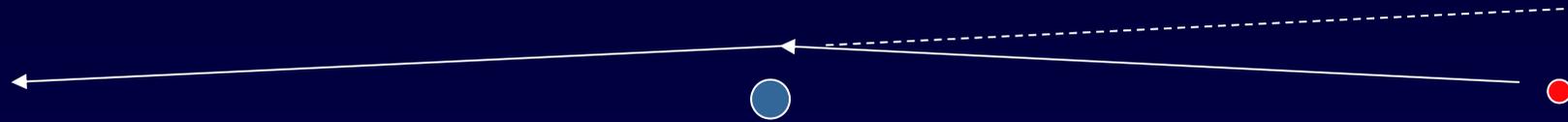


Optique (télescope Hubble)



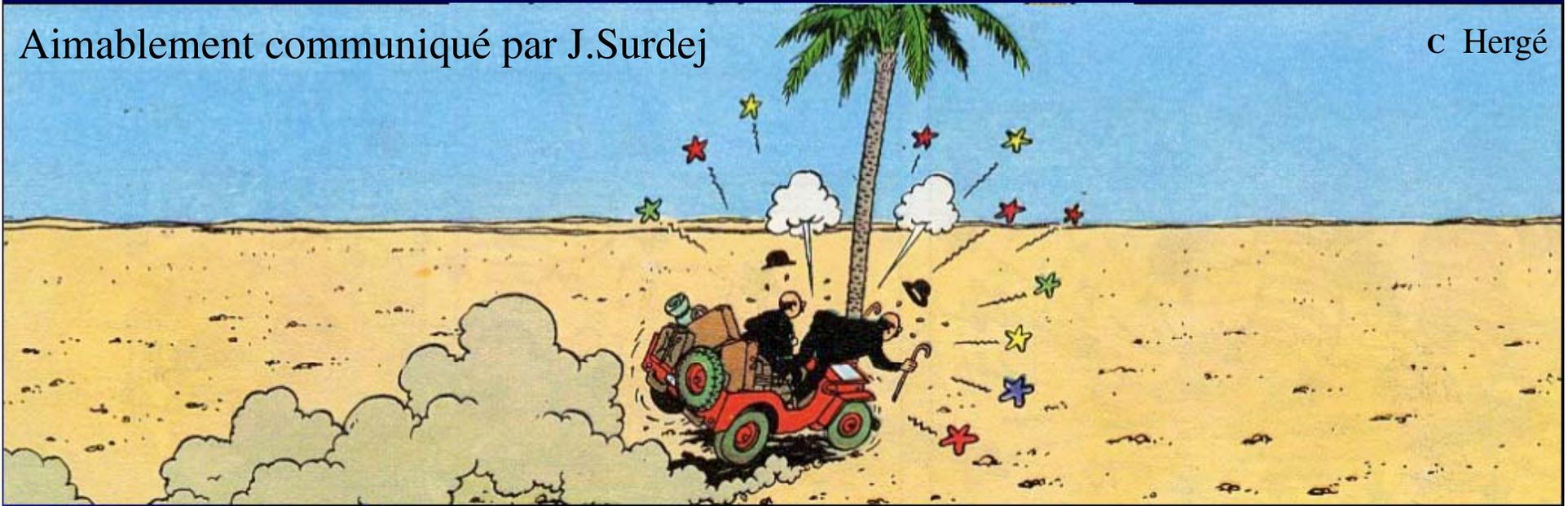
Radio (interféromètre Merlin)

# Mirages gravitationnels



Aimablement communiqué par J.Surdej

c Hergé



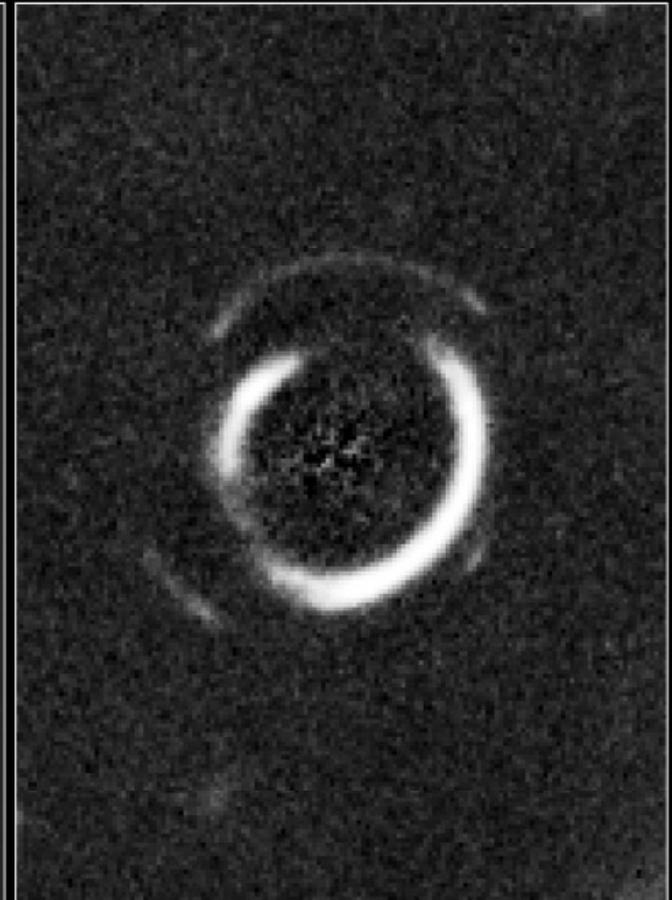
# Effet de lentille gravitationnelle

Intensités fluctuantes, effet des étoiles de la galaxie

QuickTime™ et un  
décompresseur  
sont requis pour visionner cette image.

Double Einstein Ring SDSSJ0946+1006

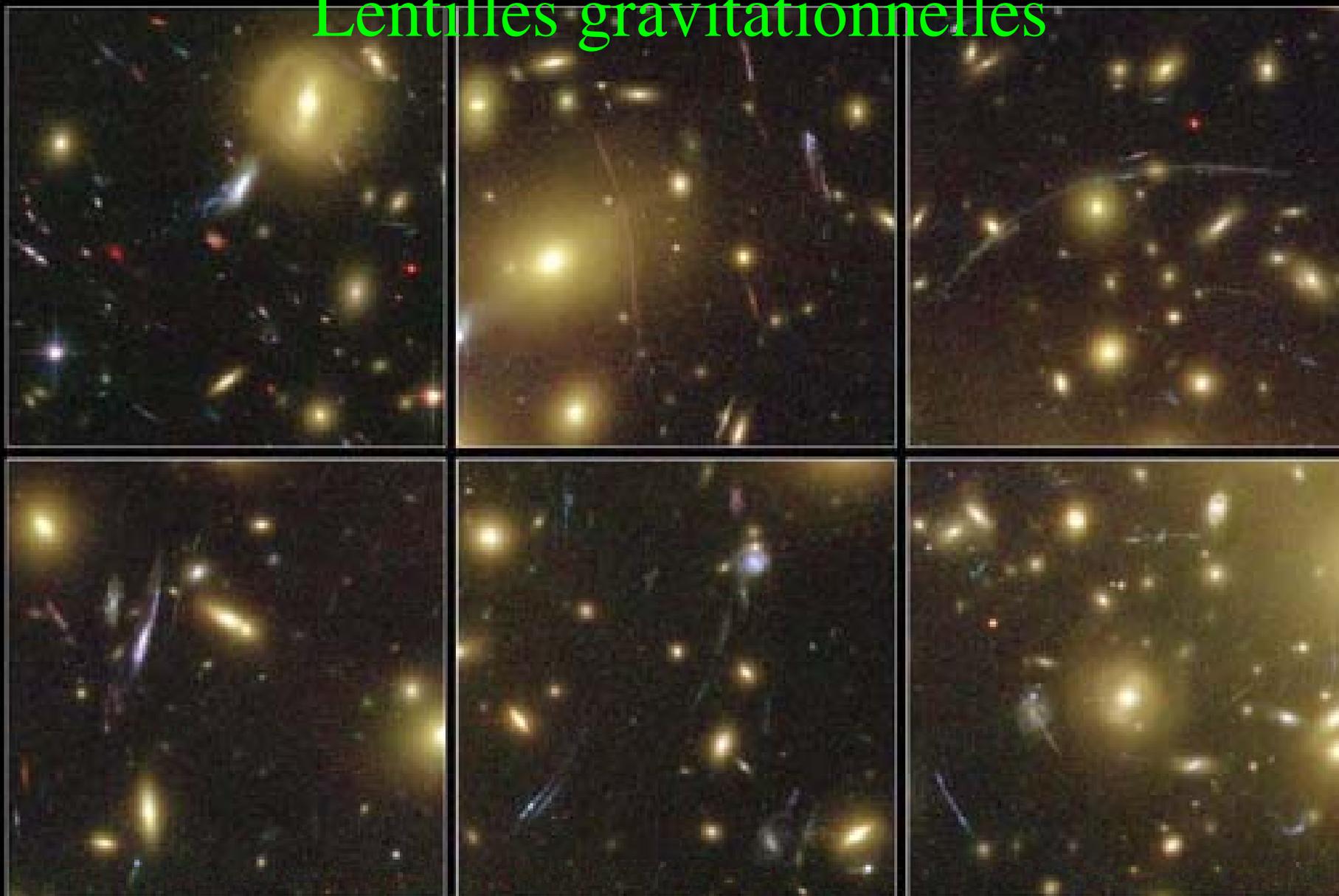
Hubble Space Telescope ■ ACS/WFC



NASA, ESA, R. Gavazzi and T. Treu (University of California, Santa Barbara),  
and the SLACS Team

STScI-PRC08-04

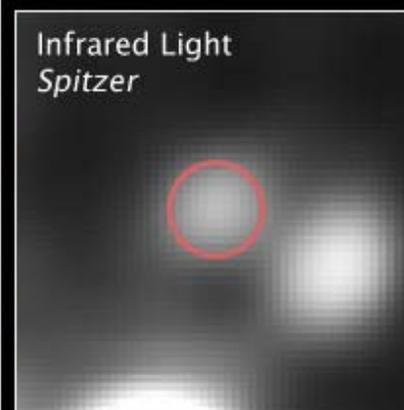
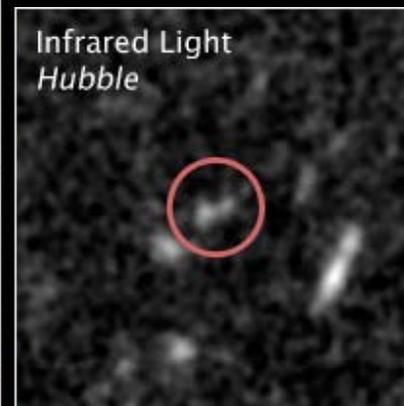
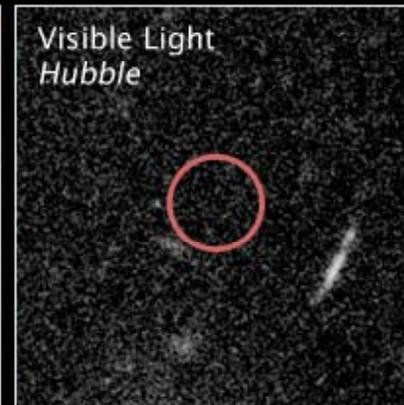
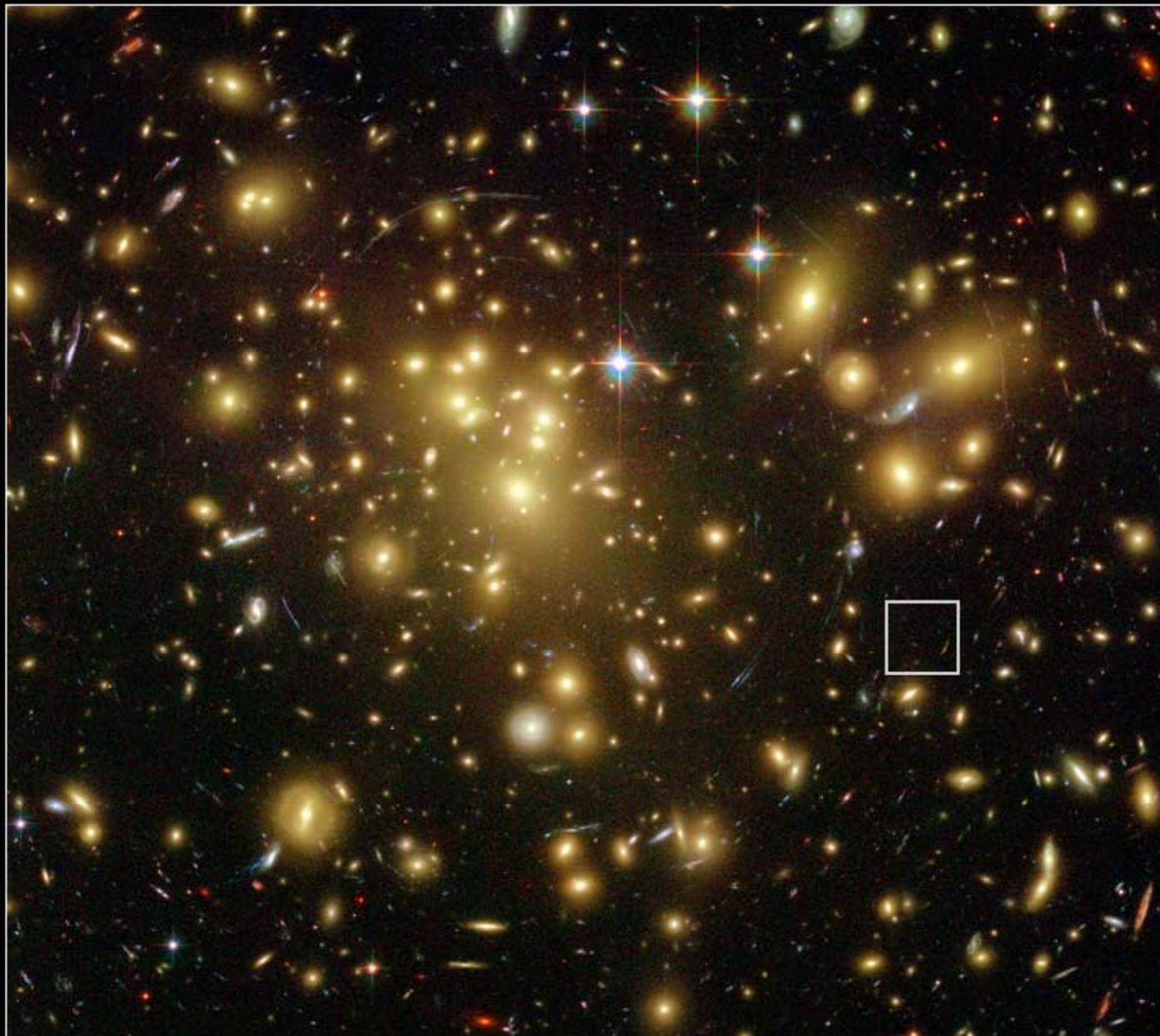
# Lentilles gravitationnelles



**Galaxy Cluster Abell 1689 Details**  
Hubble Space Telescope • Advanced Camera for Surveys

# Distant Gravitationally Lensed Galaxy Galaxy Cluster Abell 1689

Hubble Space Telescope  
ACS/WFC NICMOS



# Lentille gravitationnelle vue par le télescope Hubble

- 



Tourisme céleste:

# Quelques images récentes

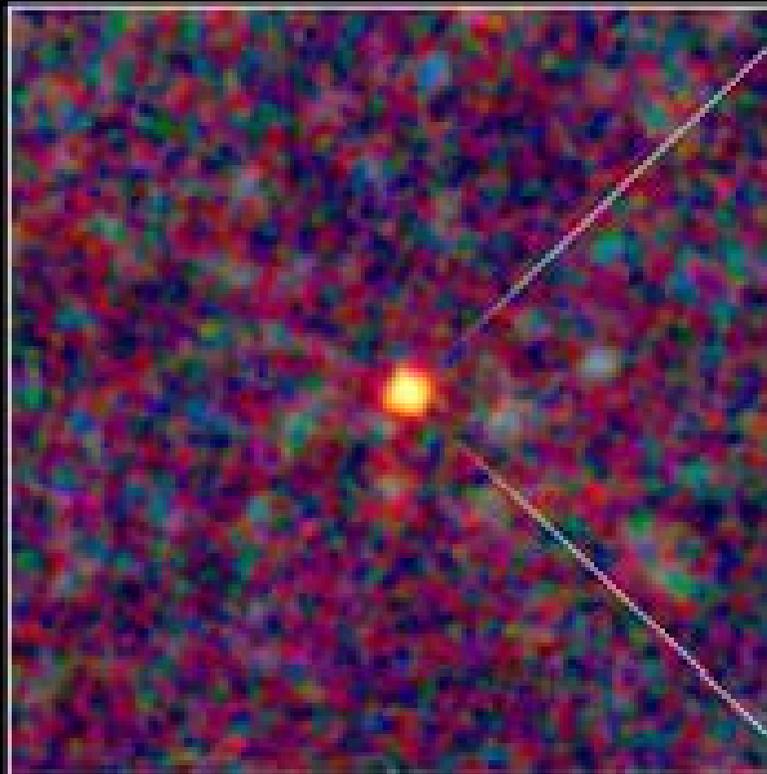


QuickTime™ et un  
décompresseur  
sont requis pour visionner cette image.

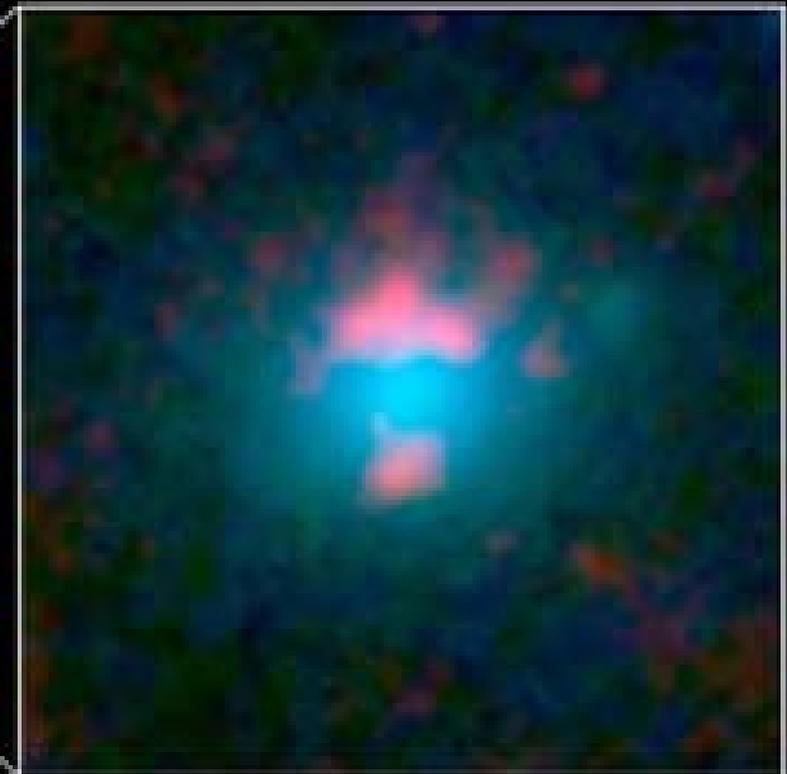
# Lentilles gravitationnelles vues par Herschel & Keck

QuickTime™ et un  
décompresseur  
sont requis pour visionner cette image.

**SDP 81**



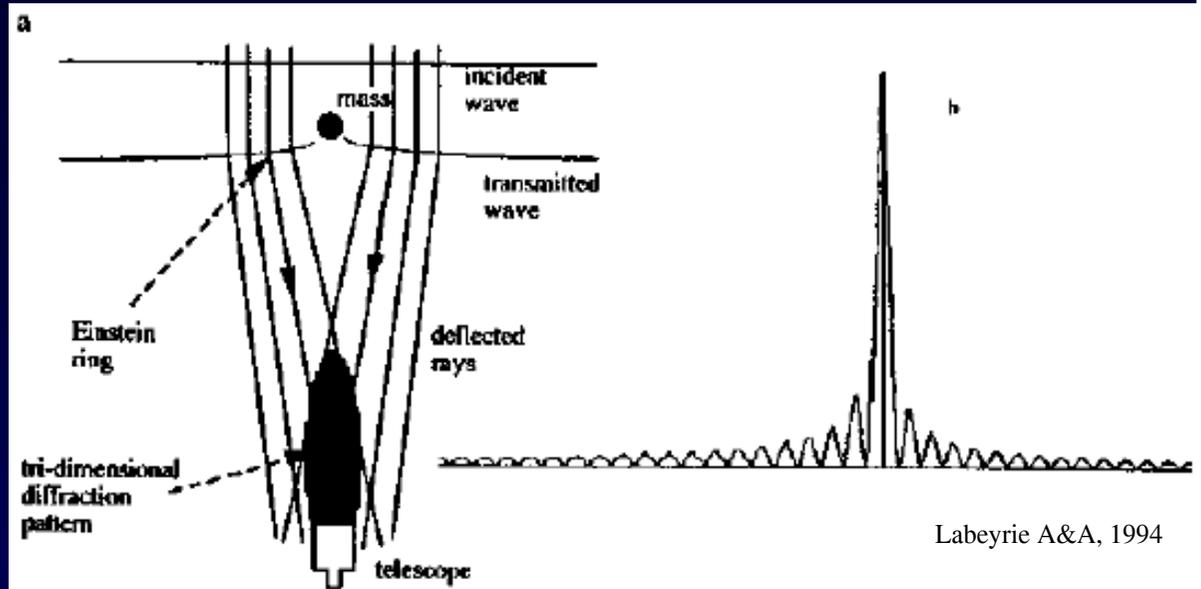
Herschel



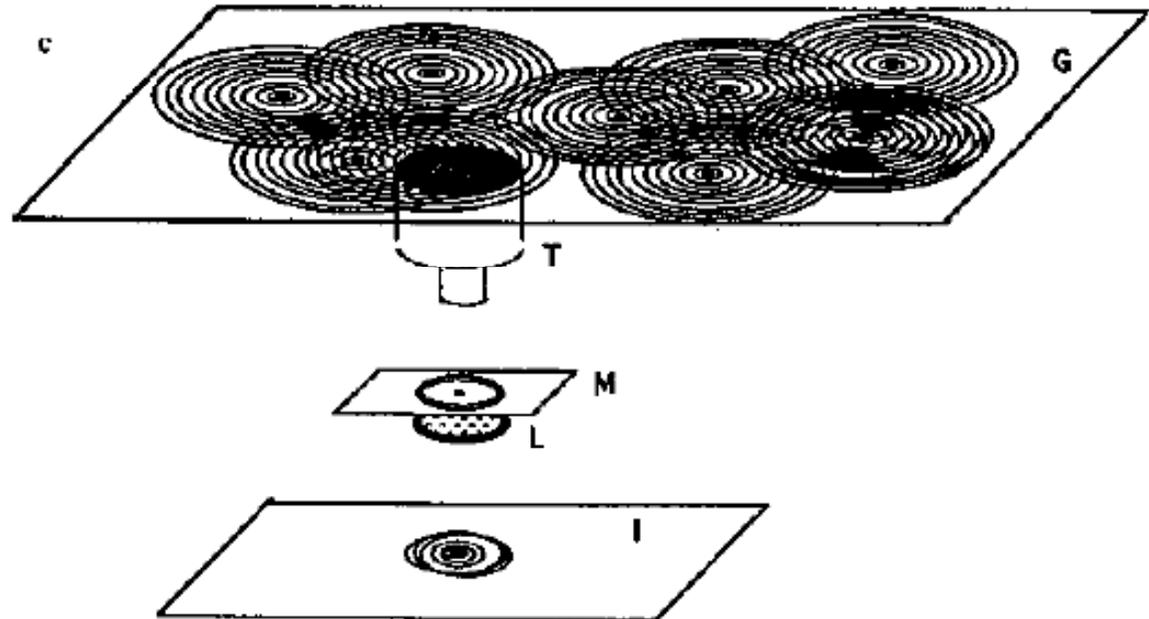
Keck & SMA

# Focalisation diffractive d'une micro-lentille gravitationnelle

- Masse sub-stellaire, proche
- Flash bref observable avec un ELT ?



Labeyrie A&A, 1994

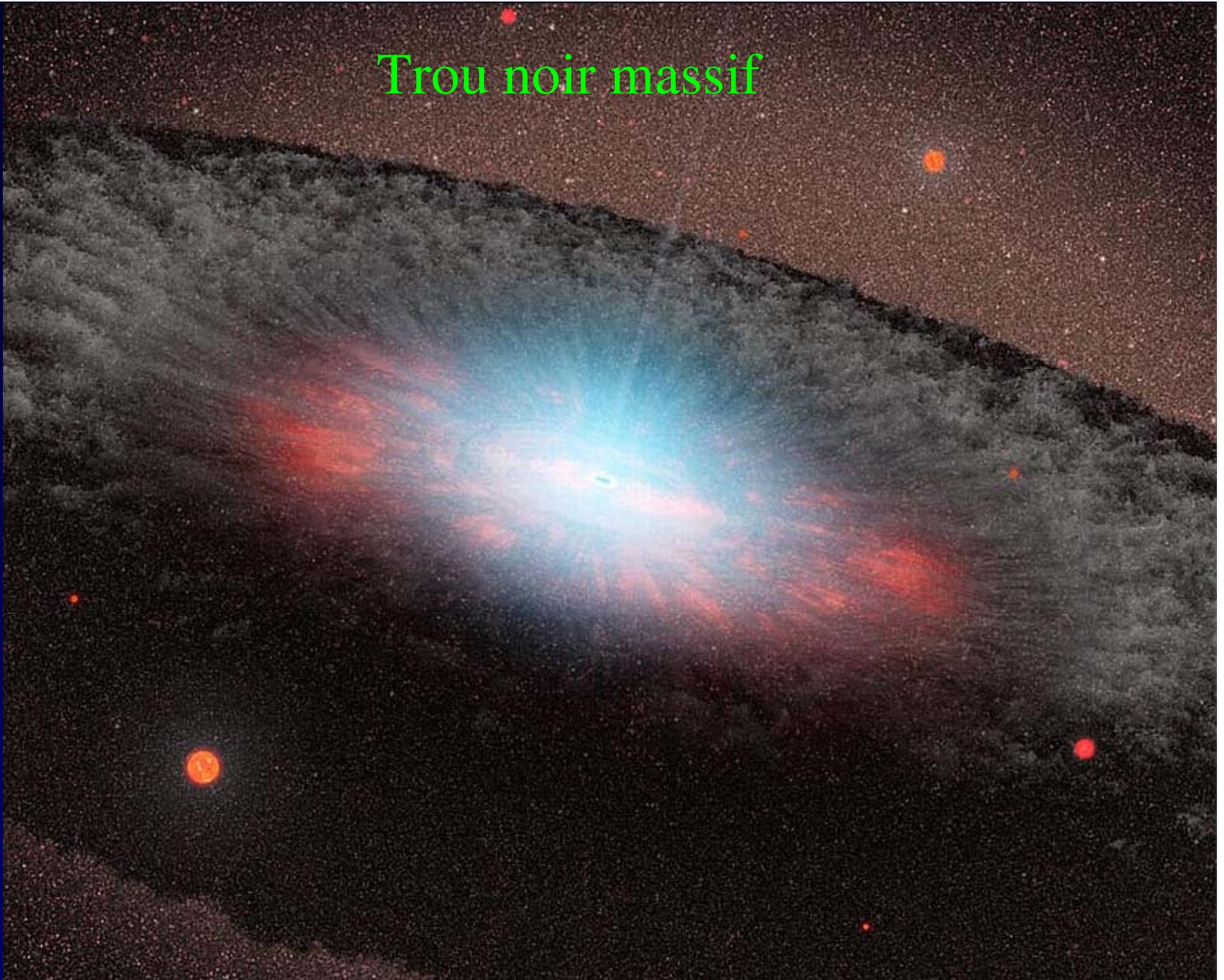


# Trou noir massif

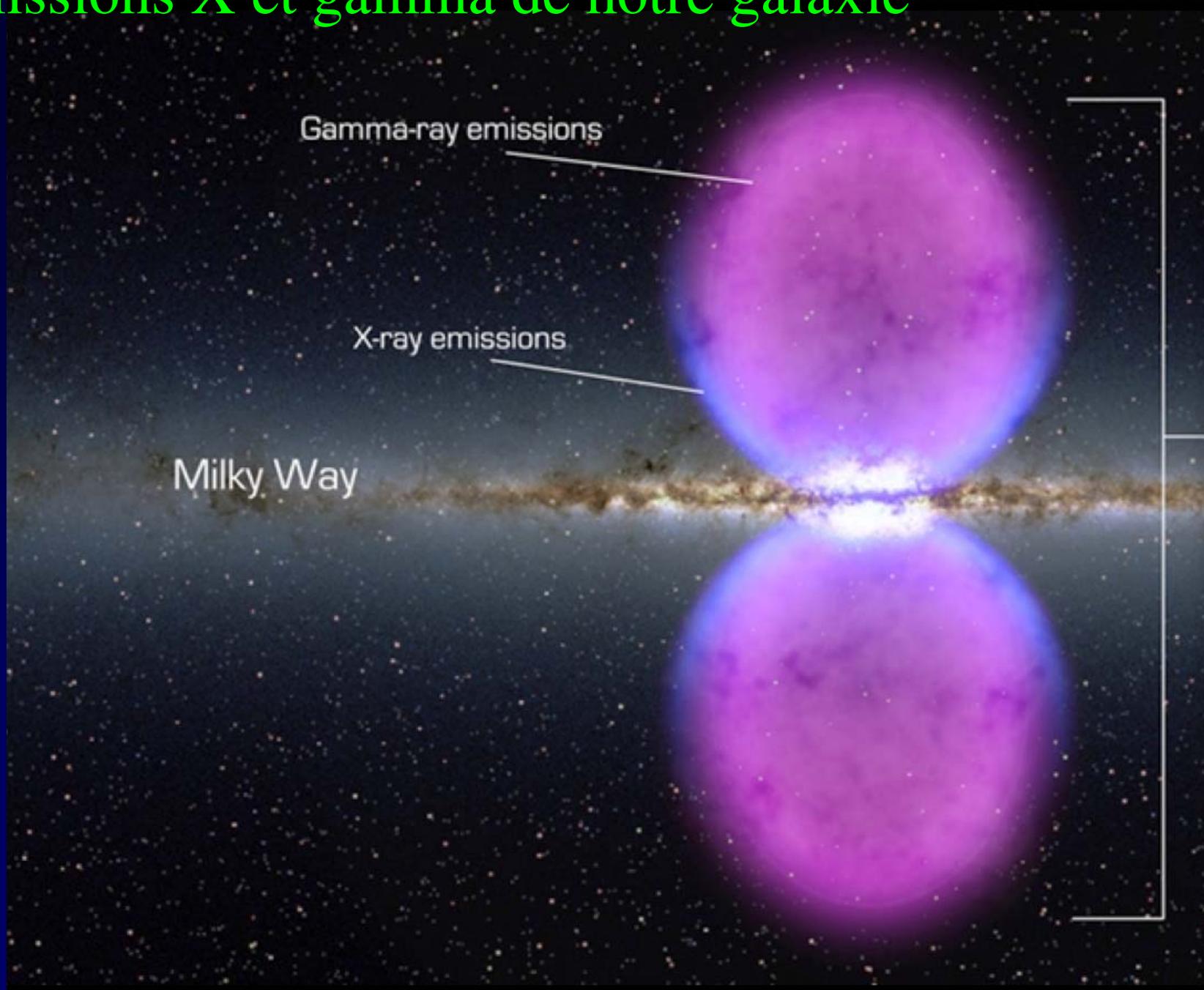
- 



# Trou noir massif



# Emissions X et gamma de notre galaxie

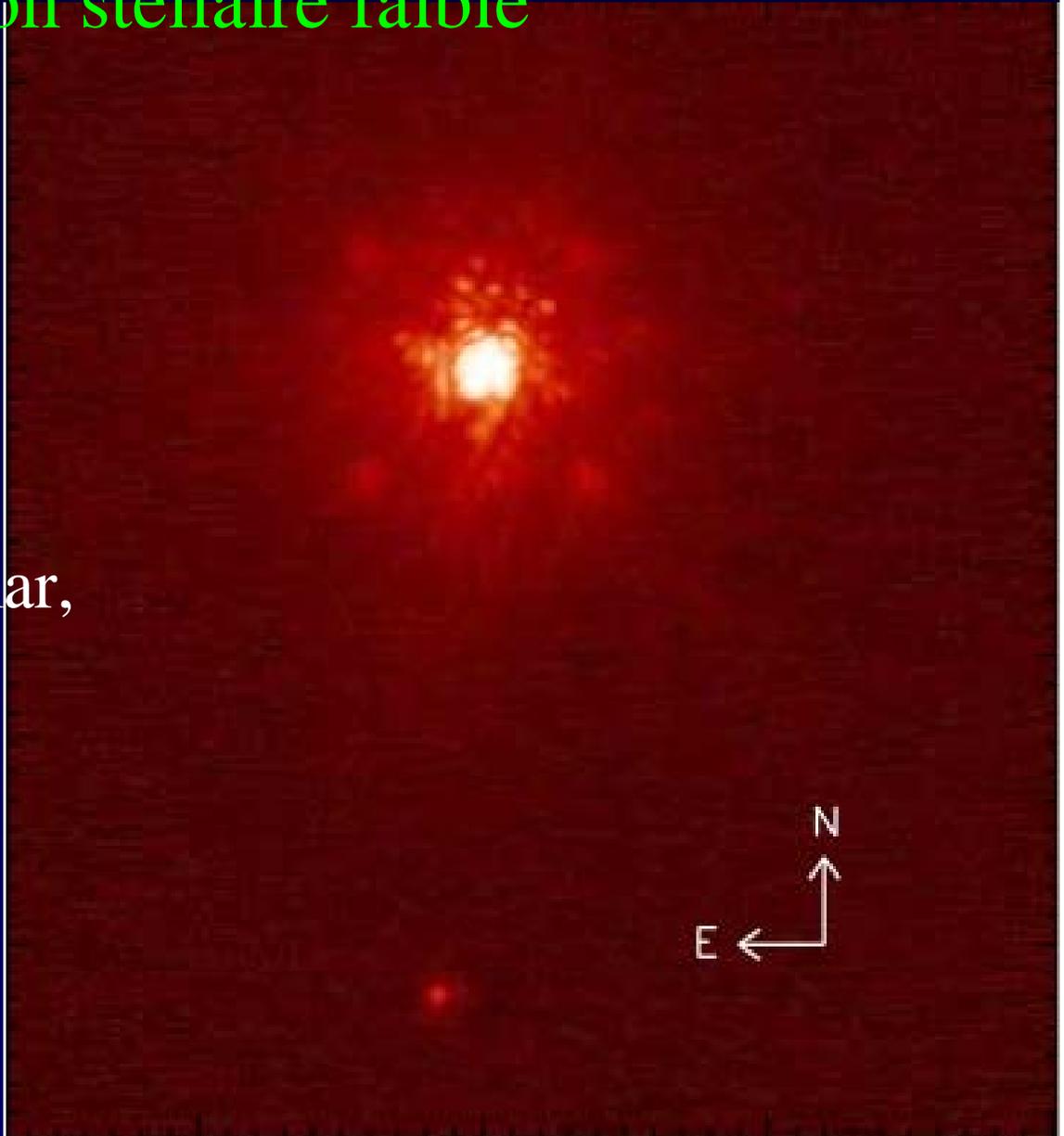


Progrès de l'optique adaptative:

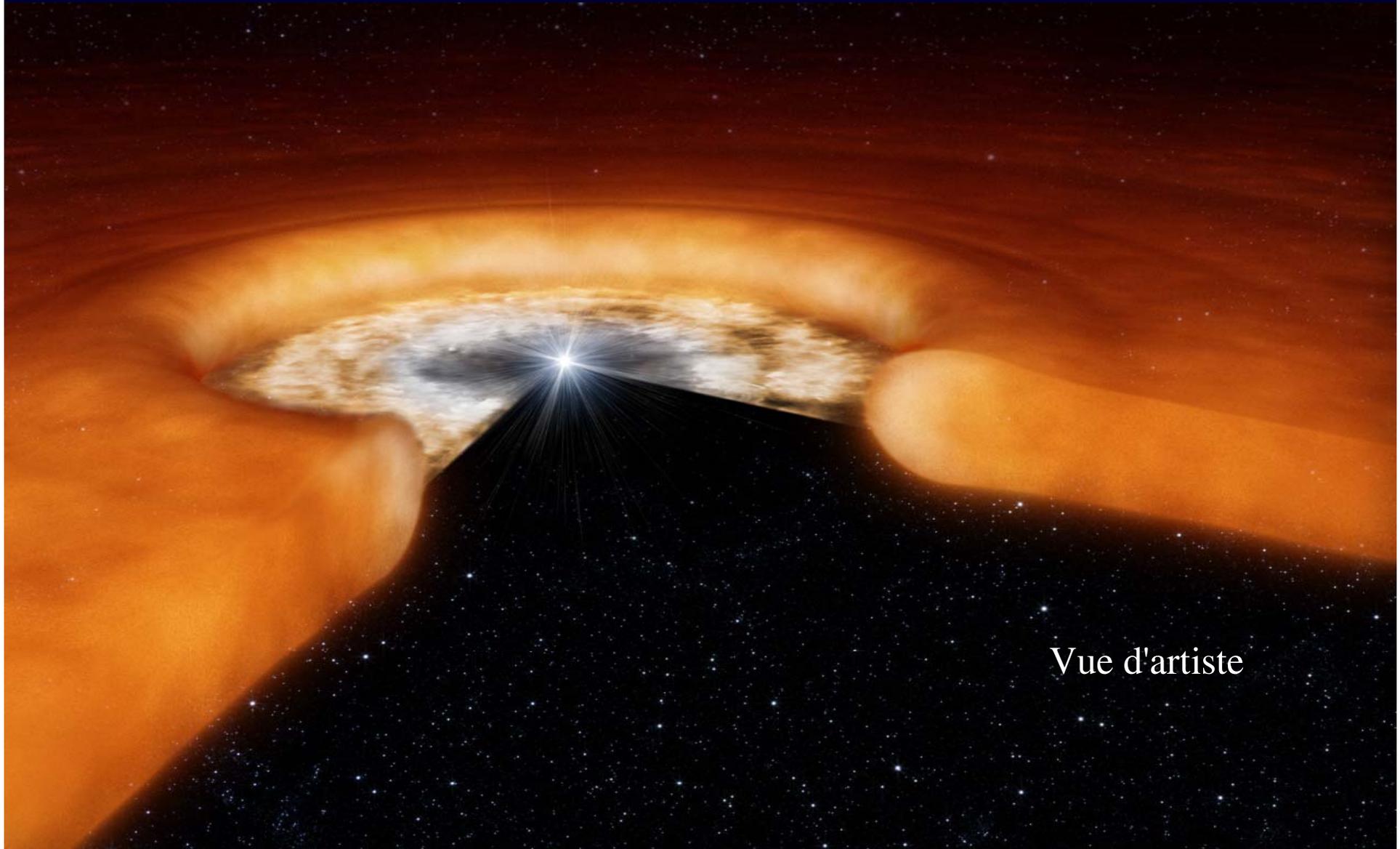
## Image d'un companion stellaire faible

•

Ireland et al. , 2010  
télescope du Mont Palomar,  
optique adaptative



# Observation d'un disque circumstellaire (Tatulli et al., 2008)



Vue d'artiste

Etoile guide laser au télescope Keck ( 10m)

# au delà de Pluton: nouvelle planète avec satellite

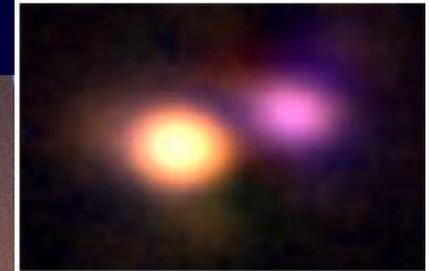


Brown et al. , diamètre  
2700km, 97 A.U. (14 milliards  
de km) période orbitale 530  
ans



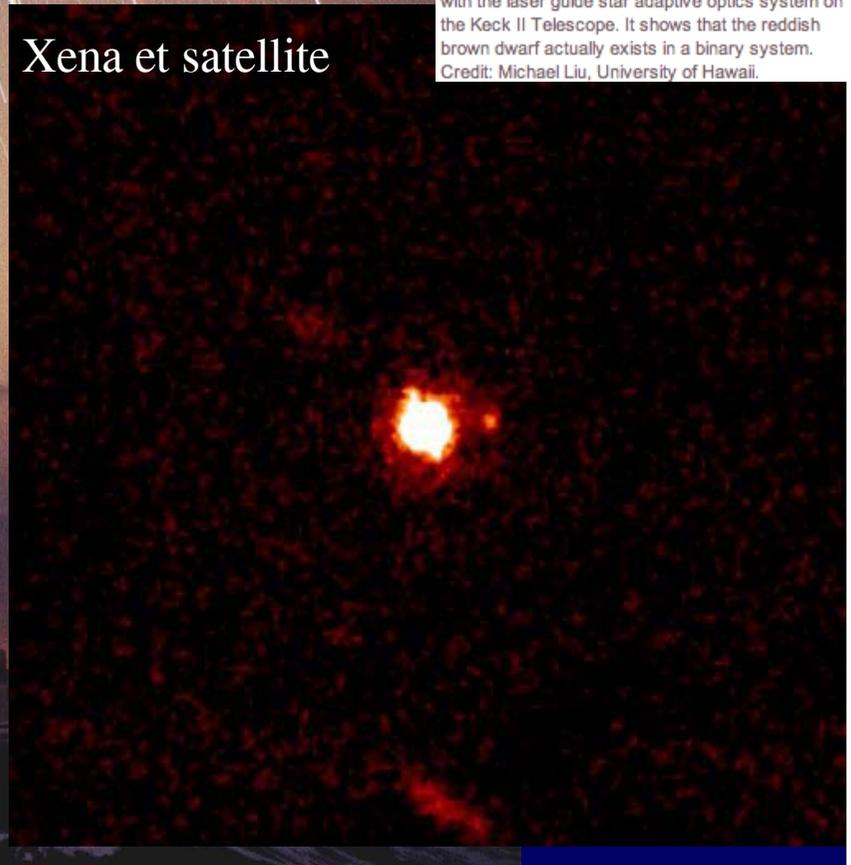
Foreground Quasar

Lensed Images of the  
Background Galaxy

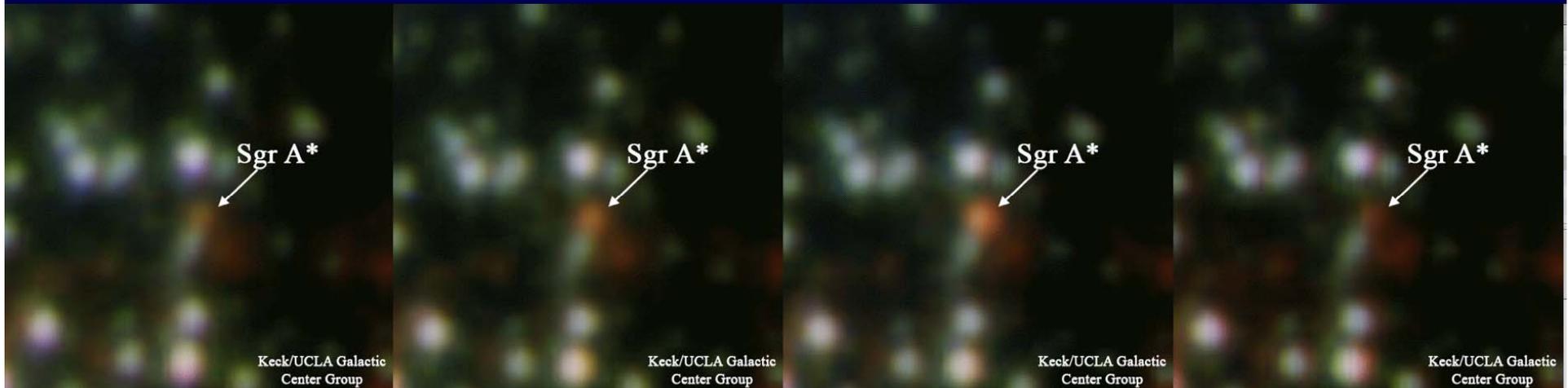


This high angular resolution image was obtained with the laser guide star adaptive optics system on the Keck II Telescope. It shows that the reddish brown dwarf actually exists in a binary system. Credit: Michael Liu, University of Hawaii.

Xena et satellite



# Etoile guide laser au télescope Keck ( 10m) sursaut infra-rouge au centre galactique ( Sgr A )



champ 1", séquence d'une heure  
( Courbin et al. )

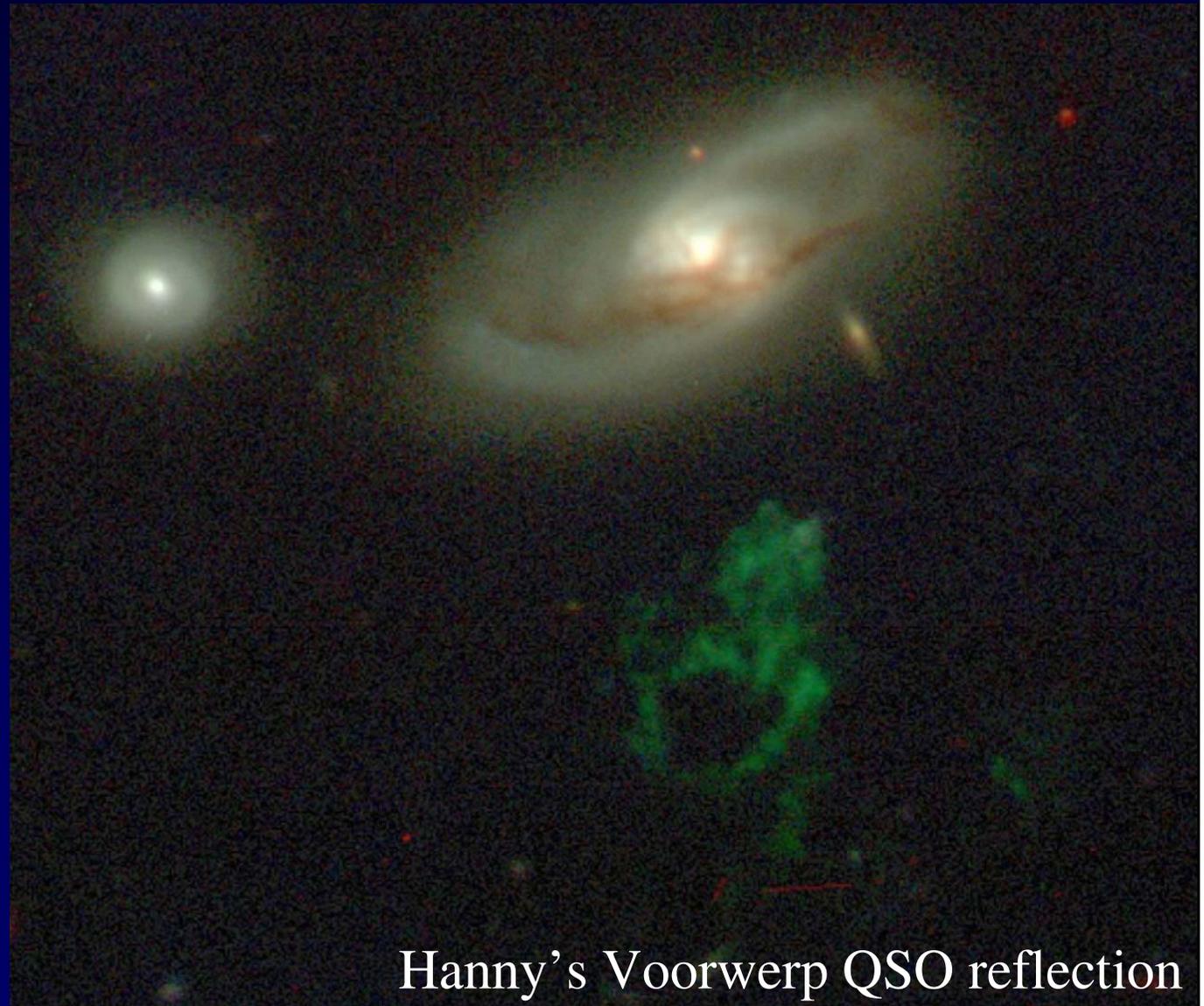
# Etoile guide laser au Chili ( ESO )

- 

Nouveau laser à fibre de 50 W,  
plus compact

QuickTime™ et un  
décompresseur  
sont requis pour visionner cette image.

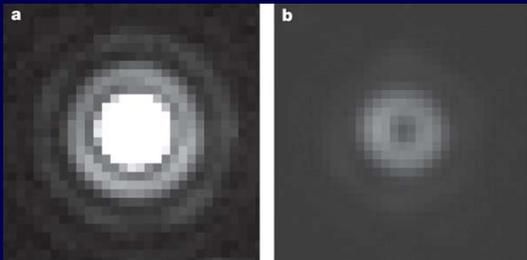
# Noyaux actifs de galaxies



Hanny's Voorwerp QSO reflection

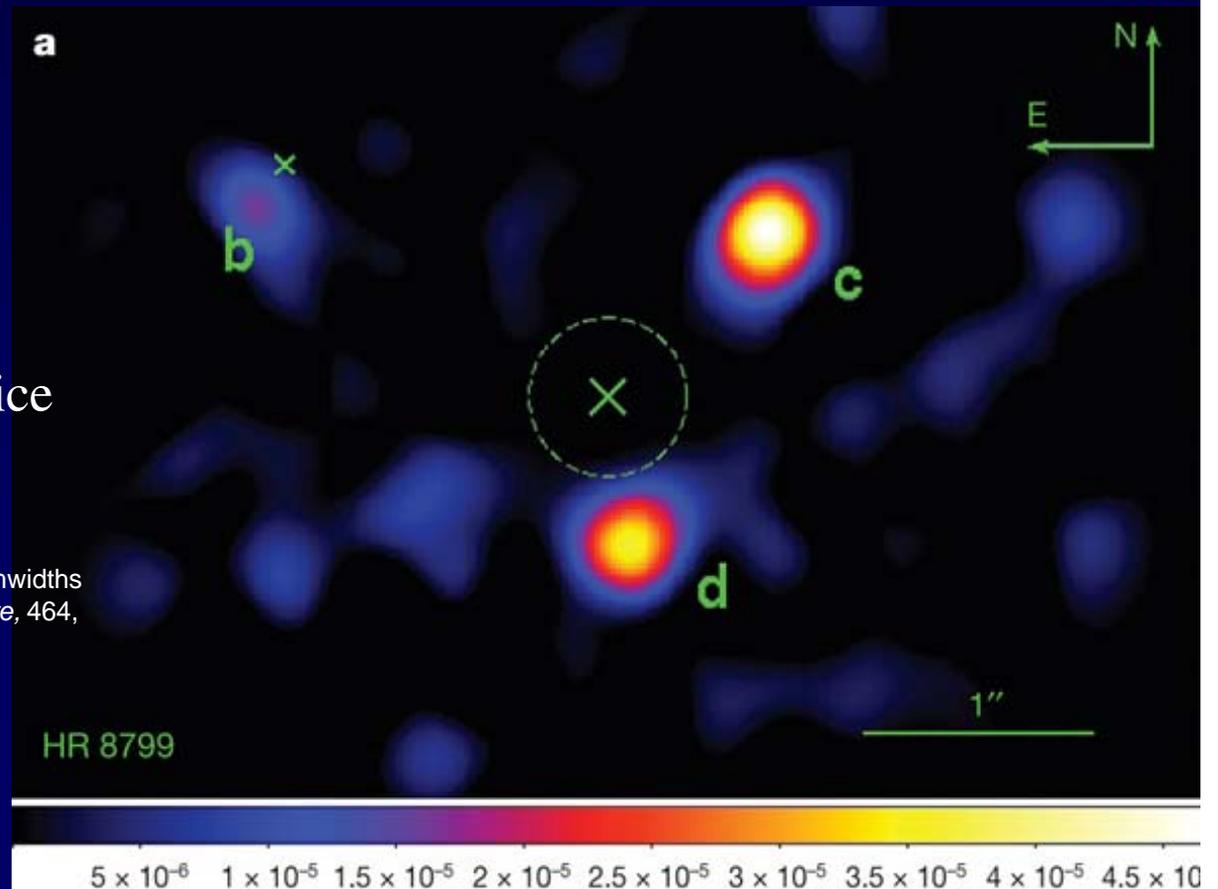
# Optique adaptative et coronographe "vortex " : image de trois exo-planètes

- Télescope de 1,5m seulement
- amélioration nécessaire pour voir des exo-Terres

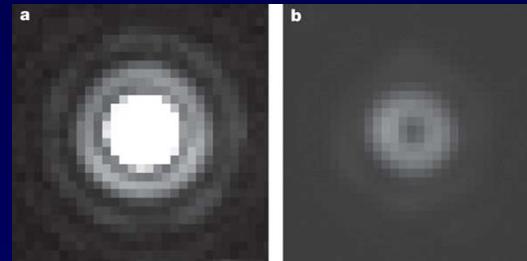


Effet du masque de phase en hélice

An image of an exoplanet separated by two diffraction beamwidths from a star, E. Serabyn, D. Mawet & R. Burrus 2010, *Nature*, 464, 1018.



Pre- and post-vortex stellar point spread functions.



E Serabyn *et al.* *Nature* **464**, 1018-1020 (2010) doi:10.1038/nature09007

QuickTime™ et un  
décompresseur  
sont requis pour visionner cette image.

Marois et al.

# Publications en 2010

affichées sur le site OLBIN

( Optical Long Baseline Interferometry Network )

<http://apps.jmmc.fr/bibdb/olbin?year=2010>

Articles de revue : 3

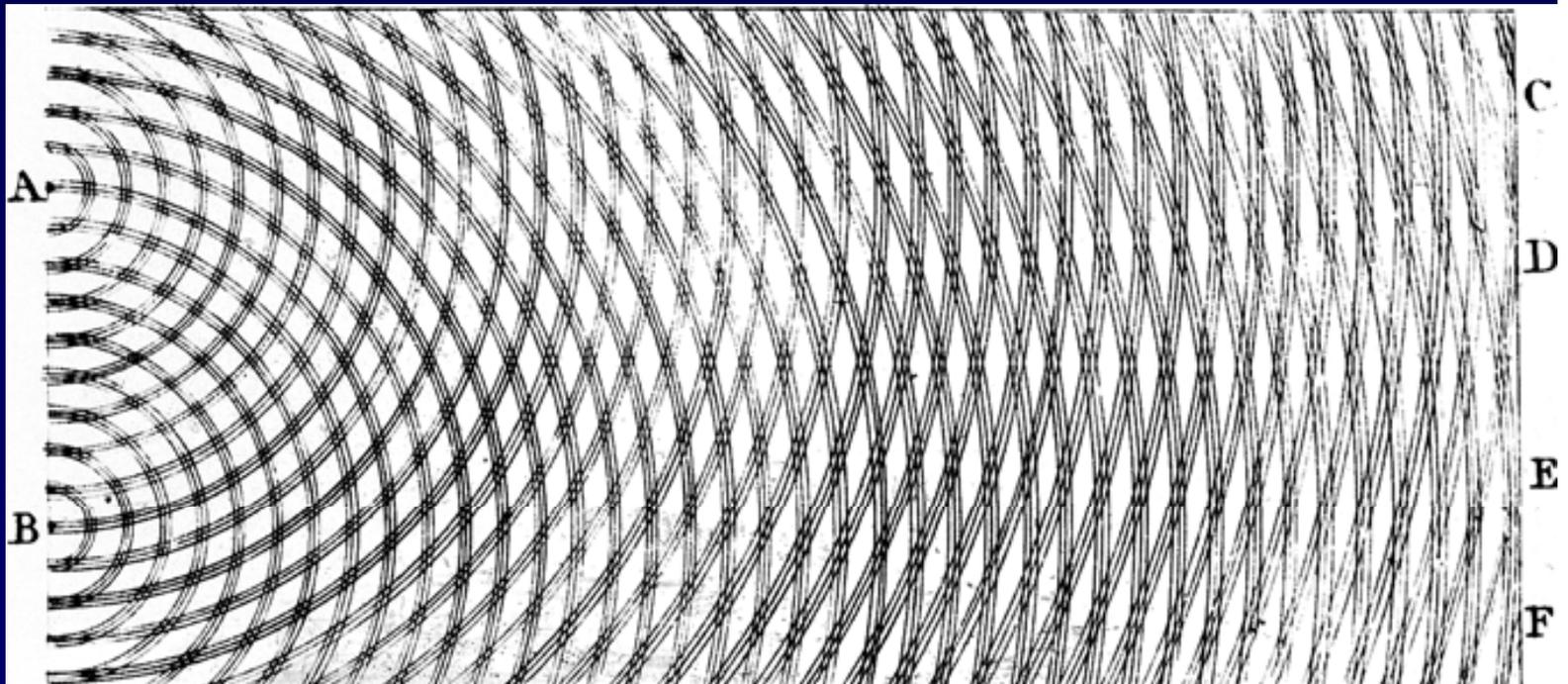
Résultats astrophysiques : 38

Théorie et prédictions: 6

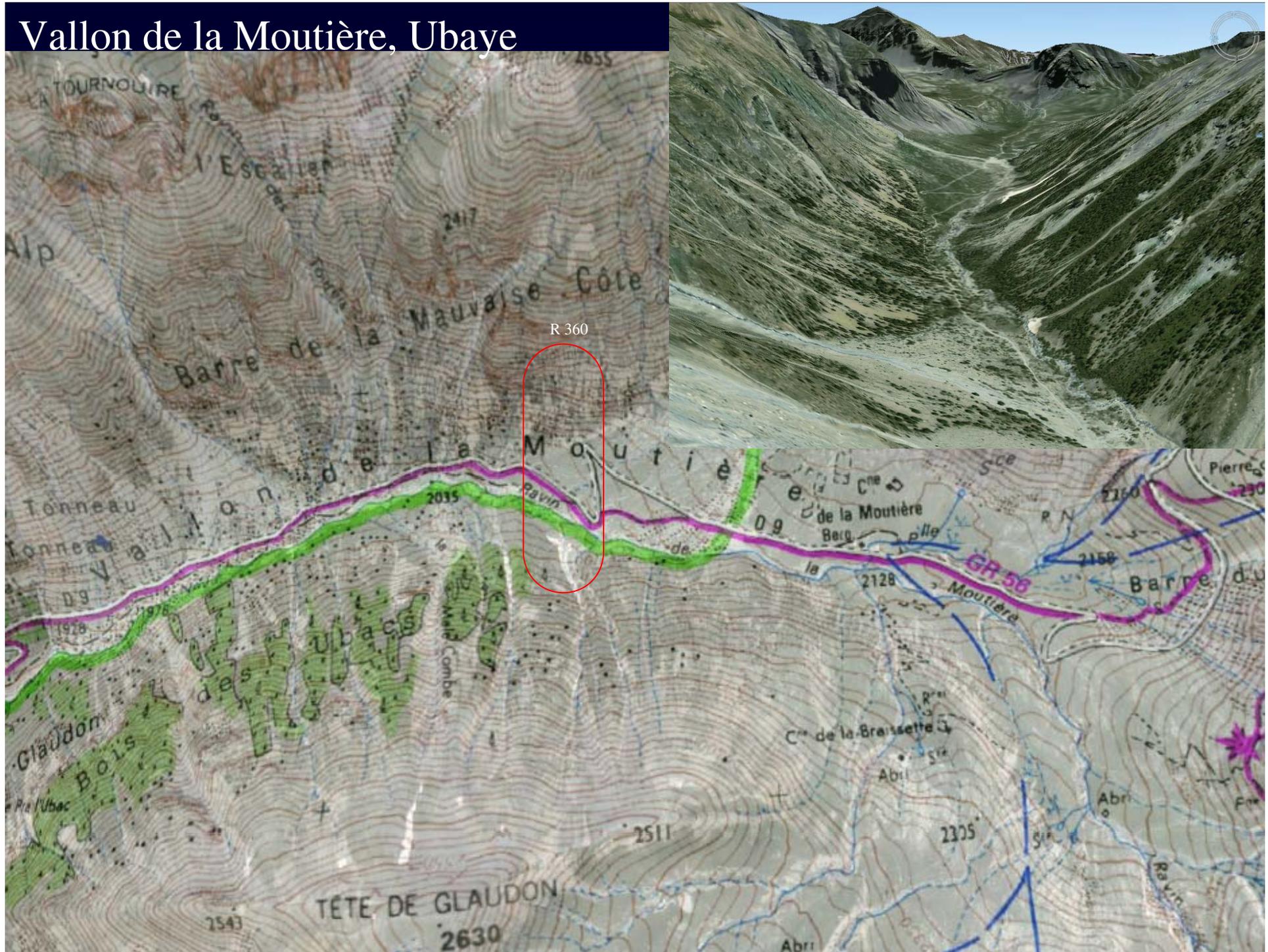
Instrumentation: 11

# Interférences d'Young (ca. 1810)

QuickTime™ et un  
décompresseur  
sont requis pour visionner cette image.



# Vallon de la Moutière, Ubaye



## Conclusion

- gros progrès en cours des télescopes adaptatifs
- de premiers résultats en physique stellaire et extra-galactique
- débuts de l'imagerie optique à haute résolution
- belles perspectives d'évolution

Mercredi prochain :

Premières images obtenues par les interféromètres. Vers les hypertélescopes

