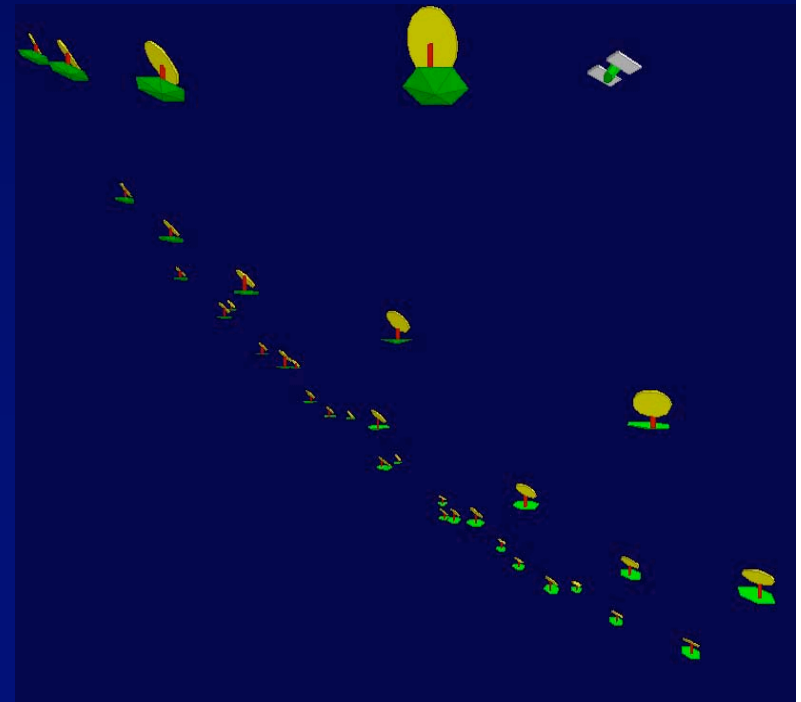
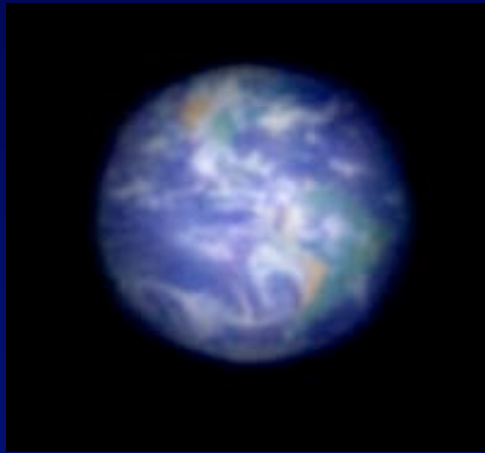


Collège de France

Chaire d 'Astrophysique Observationnelle

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



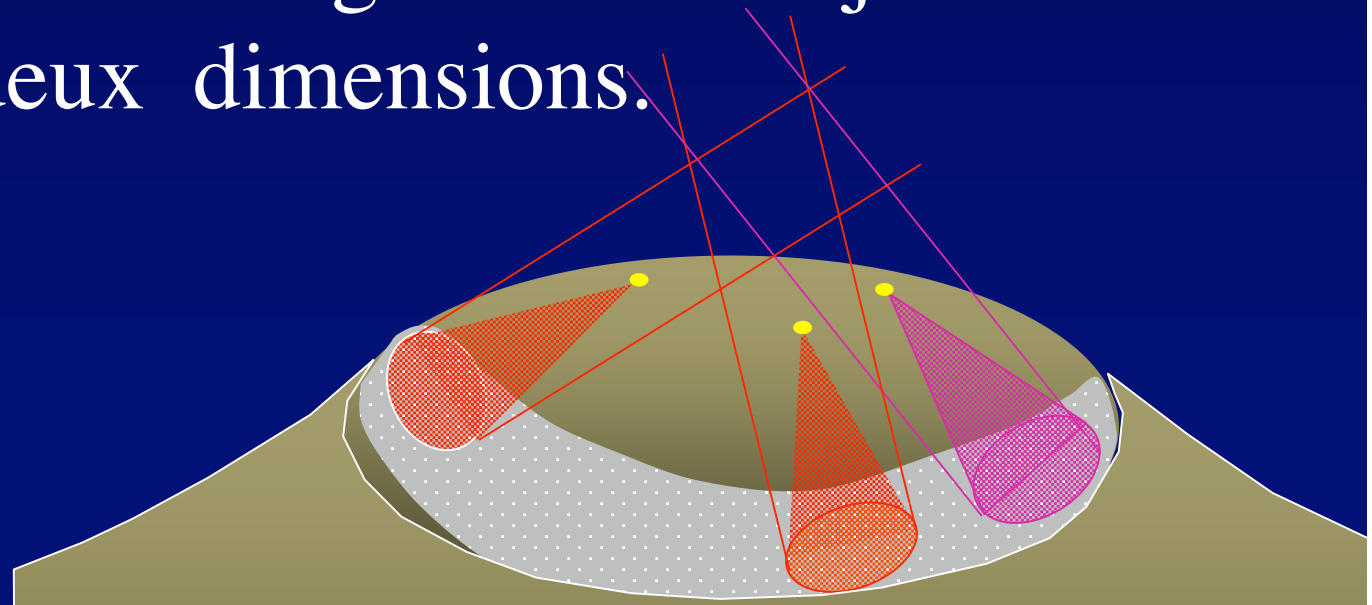
Aujourd'hui:

Premiers essais de ballon pour un hypertélescope au sol

Séminaire à 17h45:

Laurent Koechlin Observatoire Midi-Pyrénées

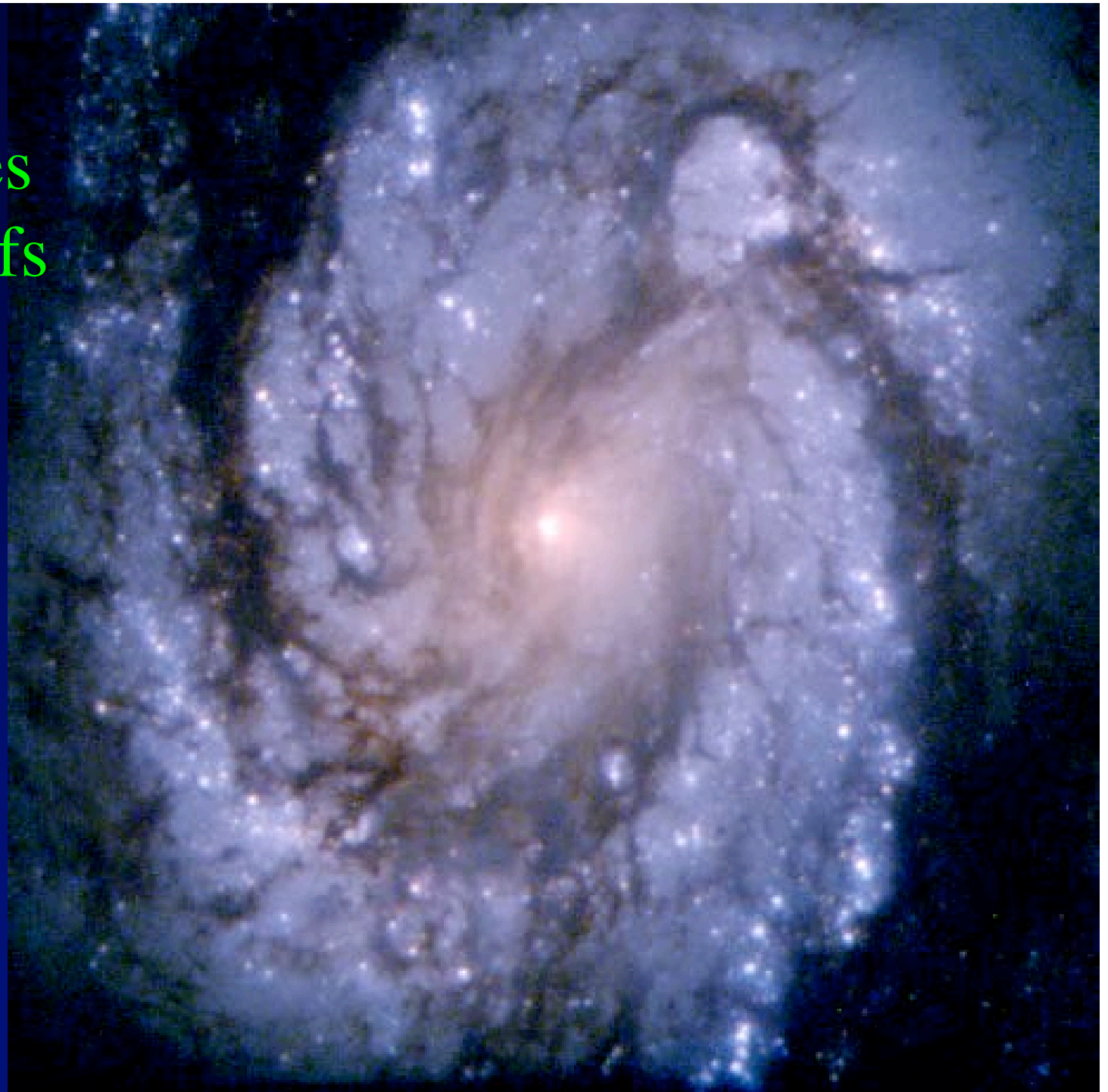
Interférométrie et imagerie : des objectifs à zéro, une, et deux dimensions.



Mieux voir les galaxies....

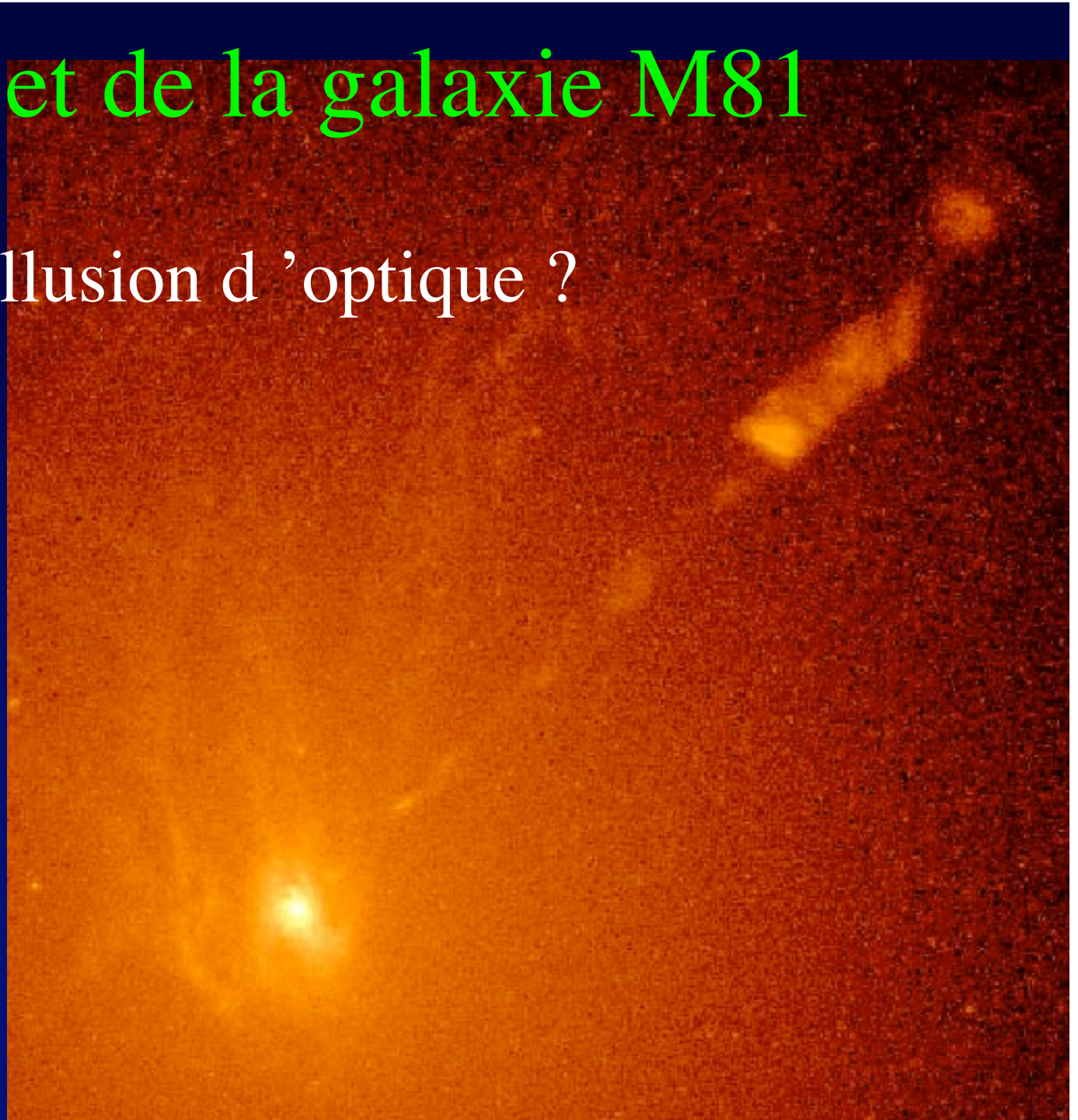


Résoudre les noyaux actifs

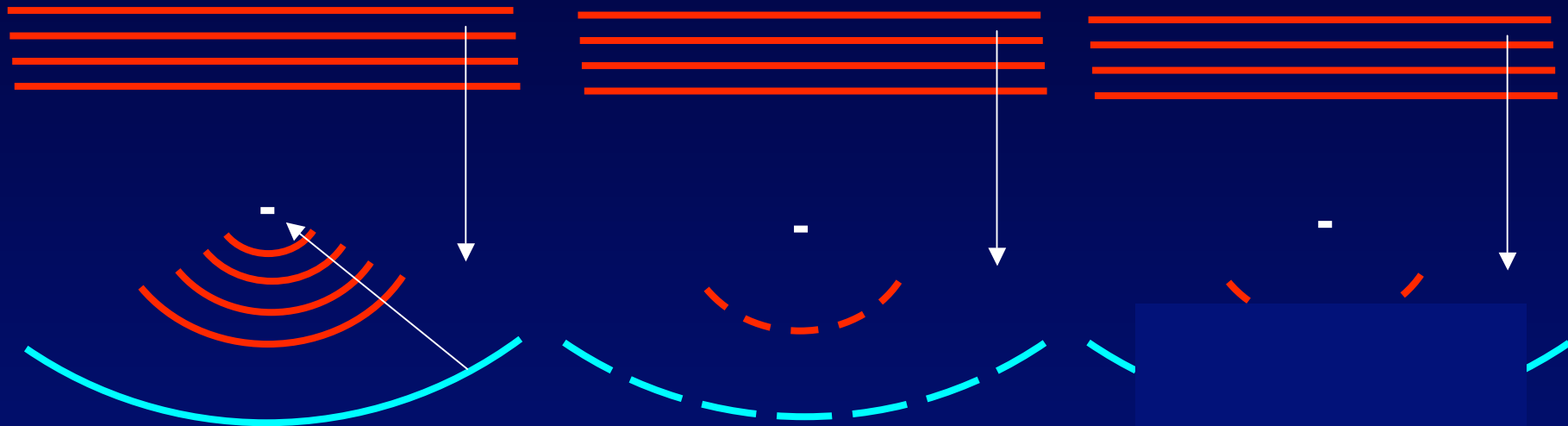


Noyau et jet de la galaxie M81

- Est-ce une illusion d'optique ?

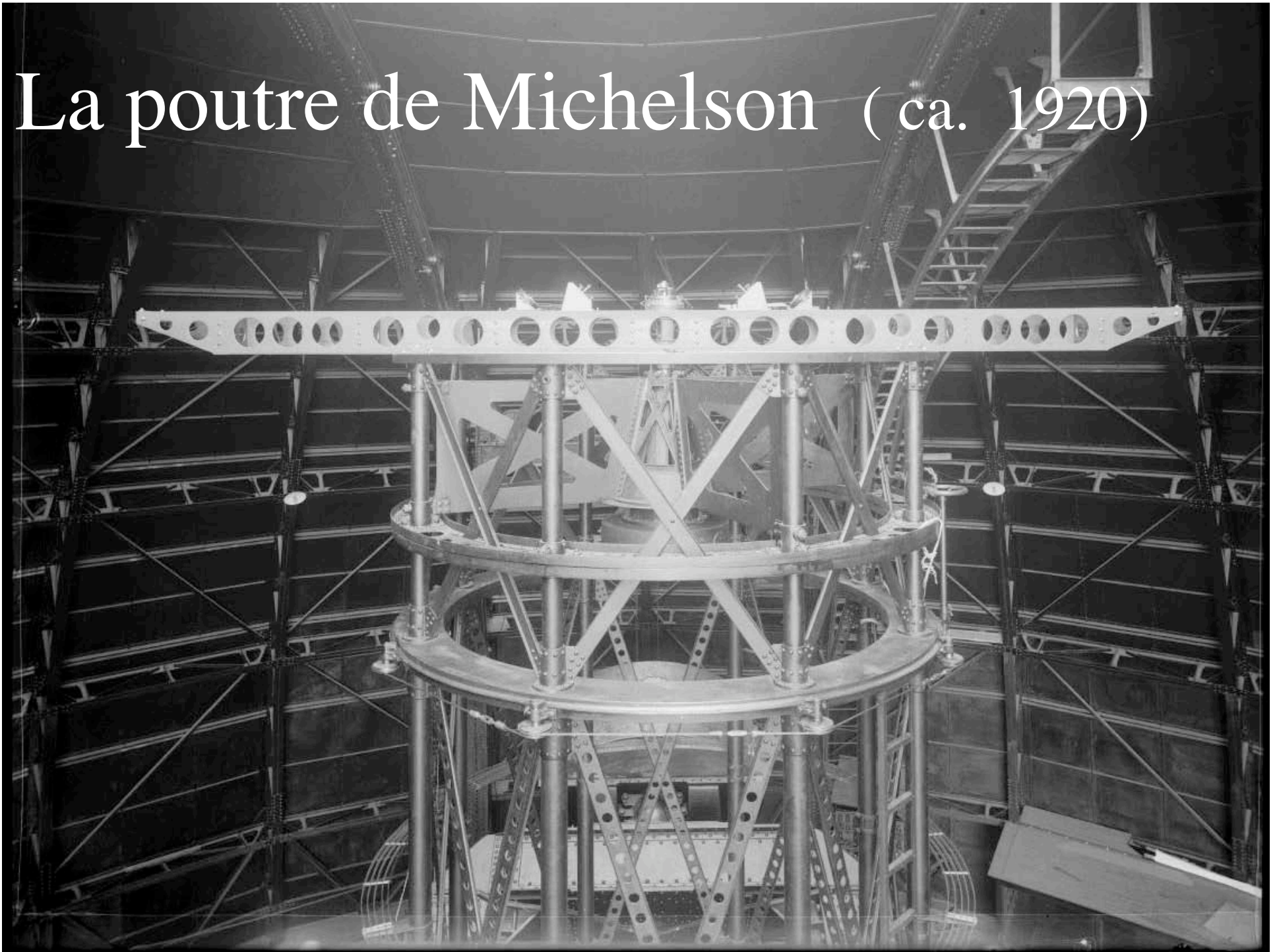


Interféromètre



- Marche encore avec deux éléments : image dégradée, mais sans perte de résolution

La poutre de Michelson (ca. 1920)



« Interféromètre à deux Télescopes » Nice 1974



Grand interféromètre à deux télescopes



- 2x 1,5m , base 10 à 67m
- Calern (Alpes Maritimes)

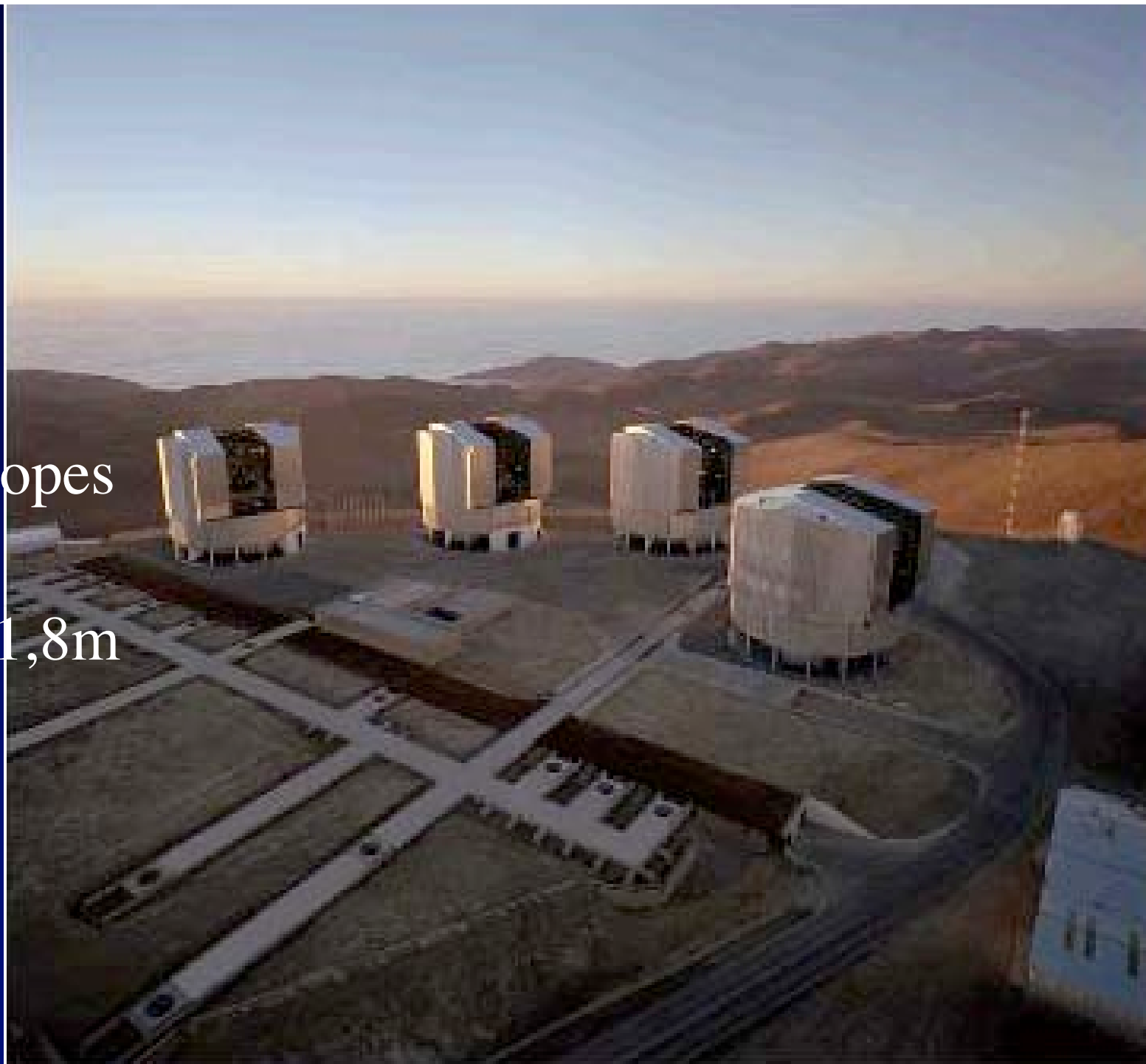
spectre de γ Cassiopée, avec franges d'interférence

H α

The image displays the H-alpha emission spectrum of the star gamma Cassiopeia. It features a prominent central vertical line of bright, irregular spots, with a dense field of smaller, fainter spots scattered across the entire frame. The overall appearance is that of a complex, multi-line emission spectrum with significant interference patterns.

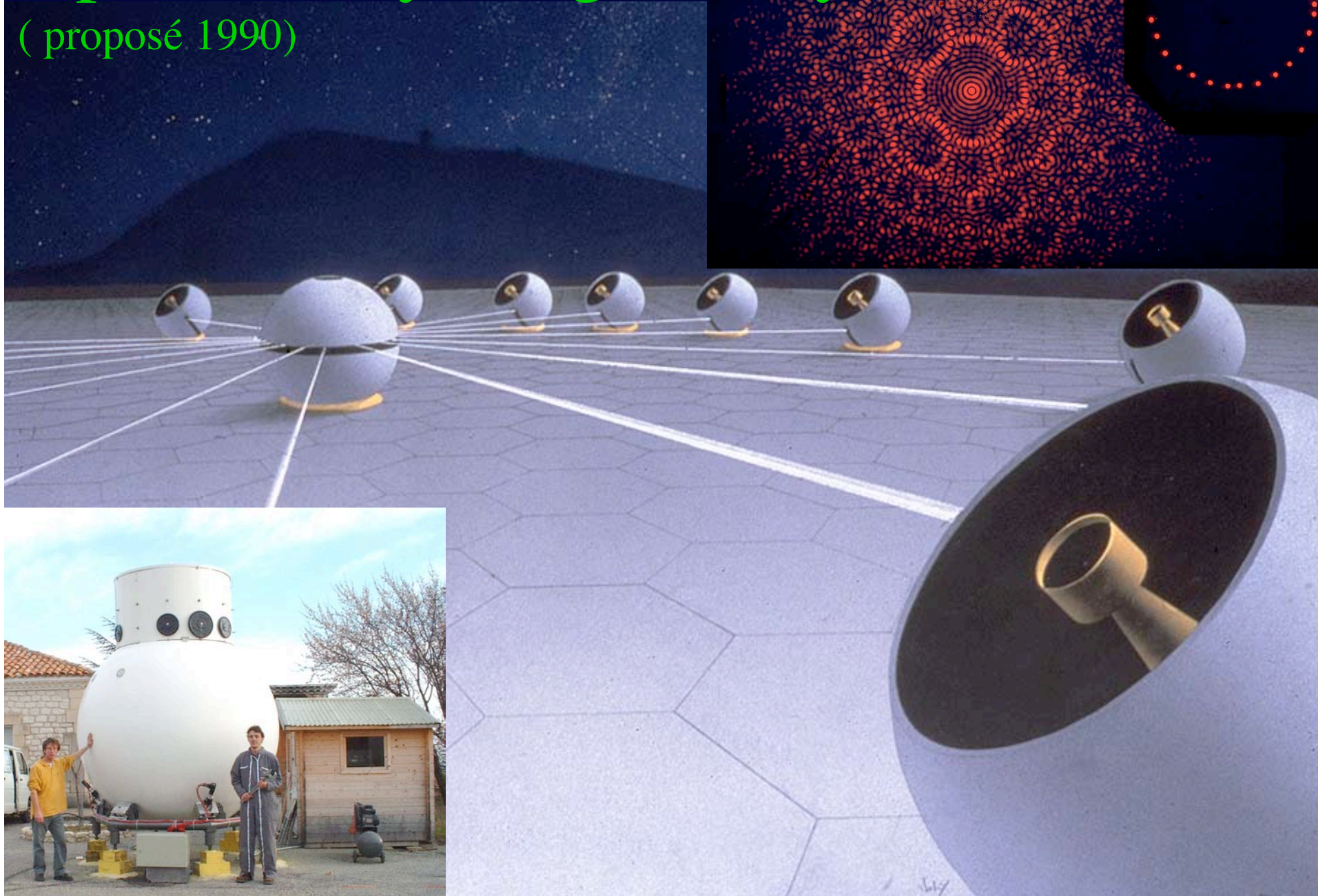
VLTI

- 4 télescopes de 8m
- et 3 de 1,8m



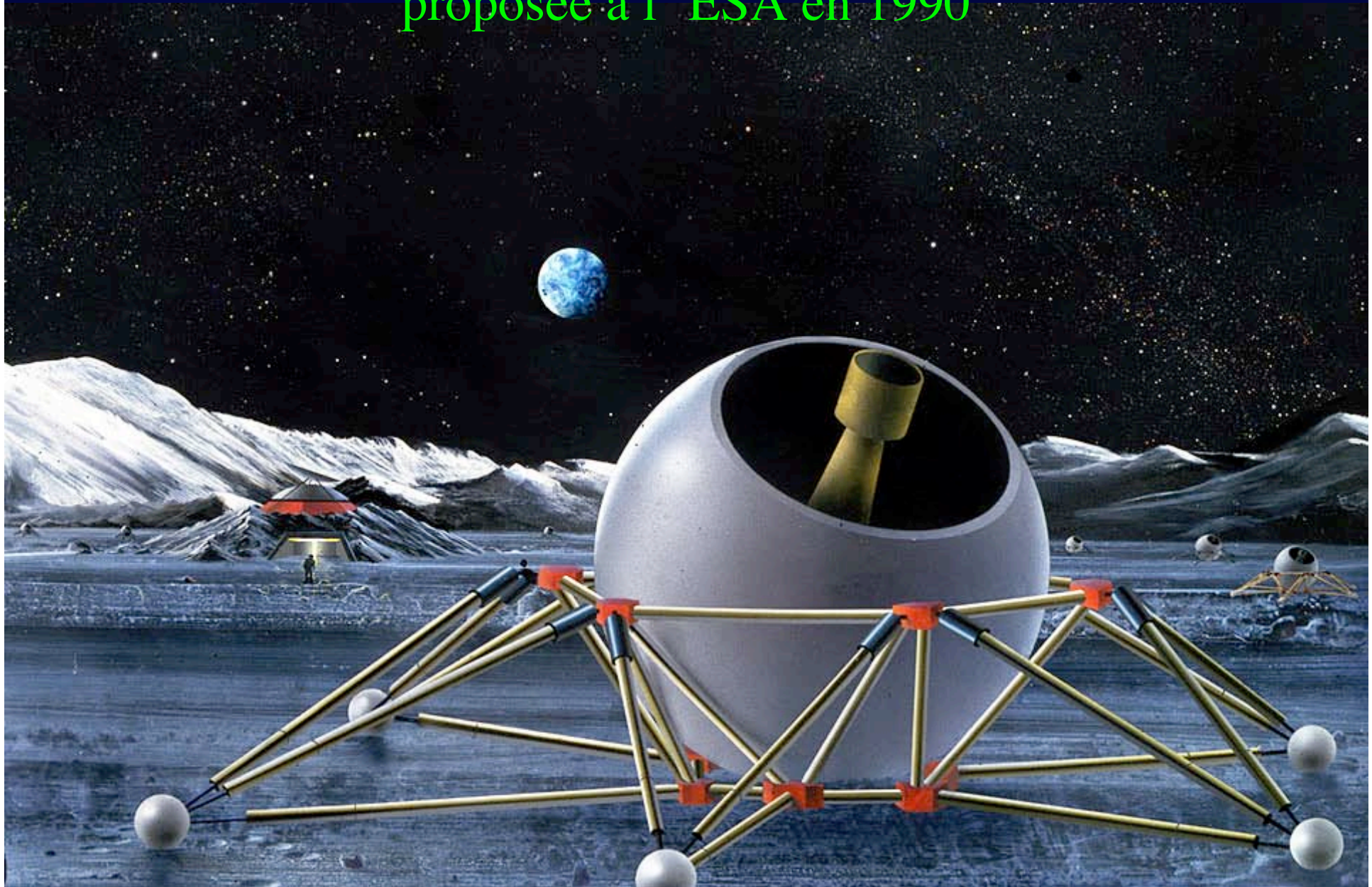
Optical Very Large Array

(proposé 1990)



Version lunaire du OVLA

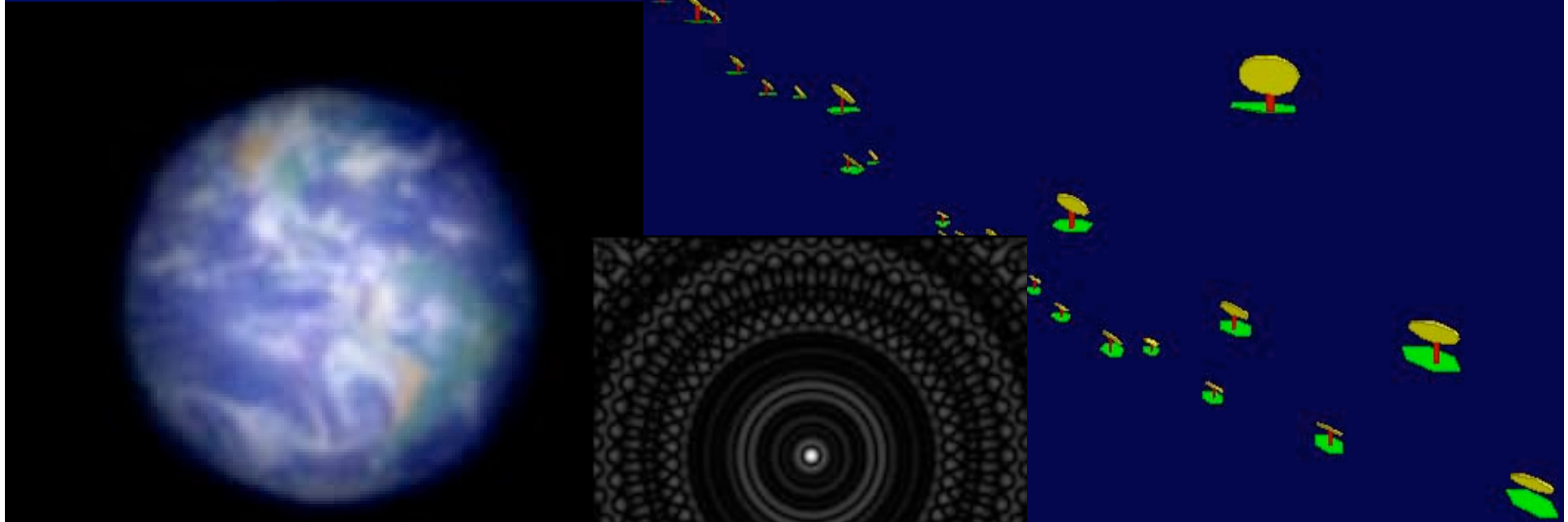
proposée à l'ESA en 1990



Dans 20 ans ? Exo-Earth Imager

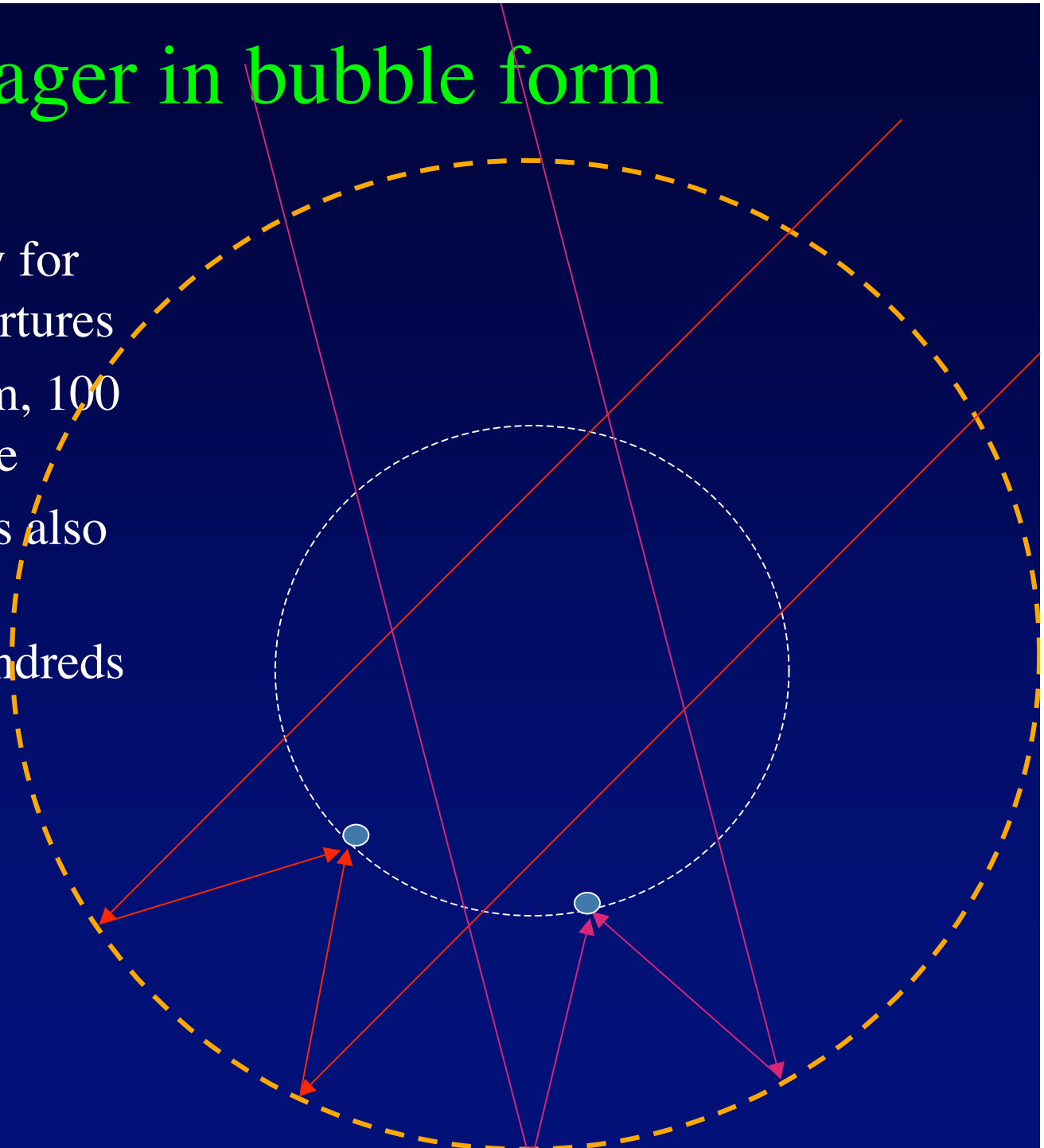
150 miroirs
de 3m
150 km

Terre à 3pc
Pose 30mn



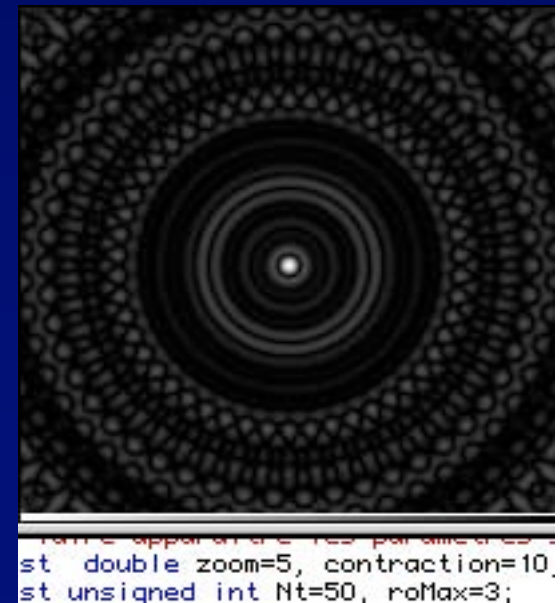
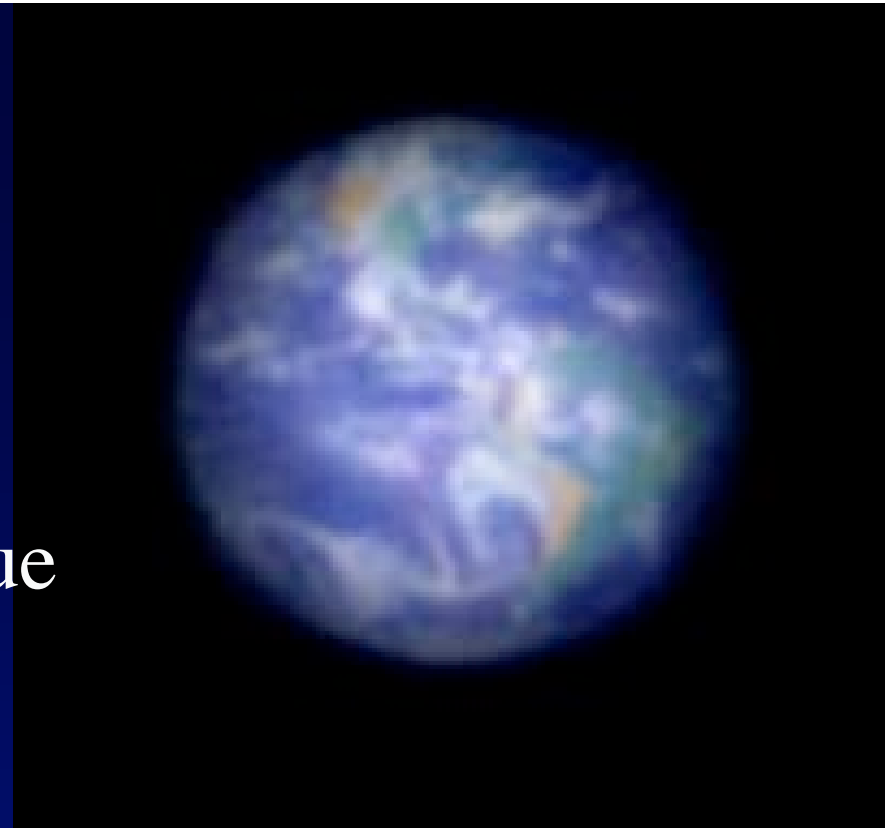
Exo-Earth Imager in bubble form

- 400 km bubble array for 100km effective apertures
- 10,000 mirrors of 3m, 100 per effective aperture
- 1-km diluted flotillas also as focal correctors
- Static observing, hundreds of exo-Earths simultaneously



Voir la vie sur des images résolues

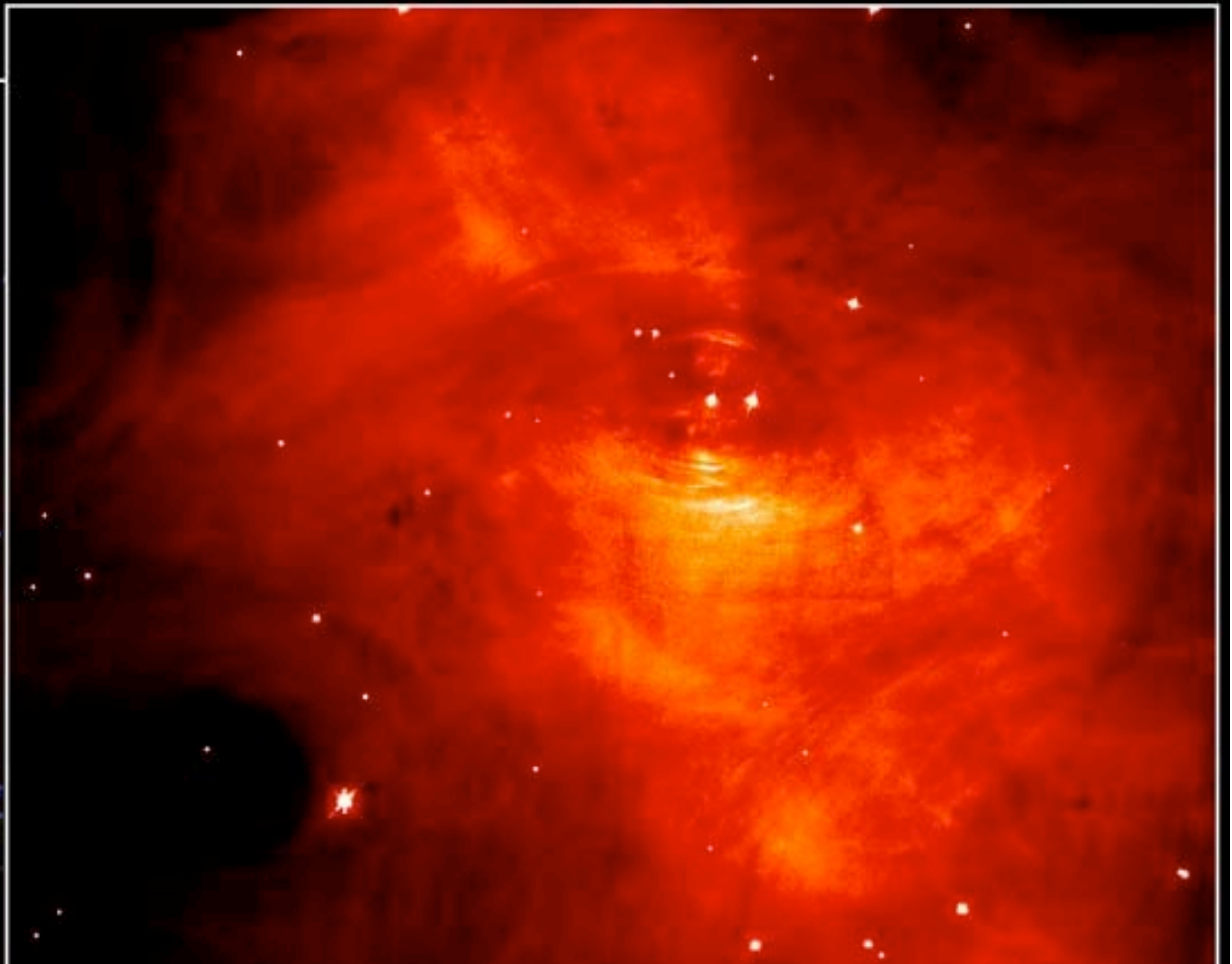
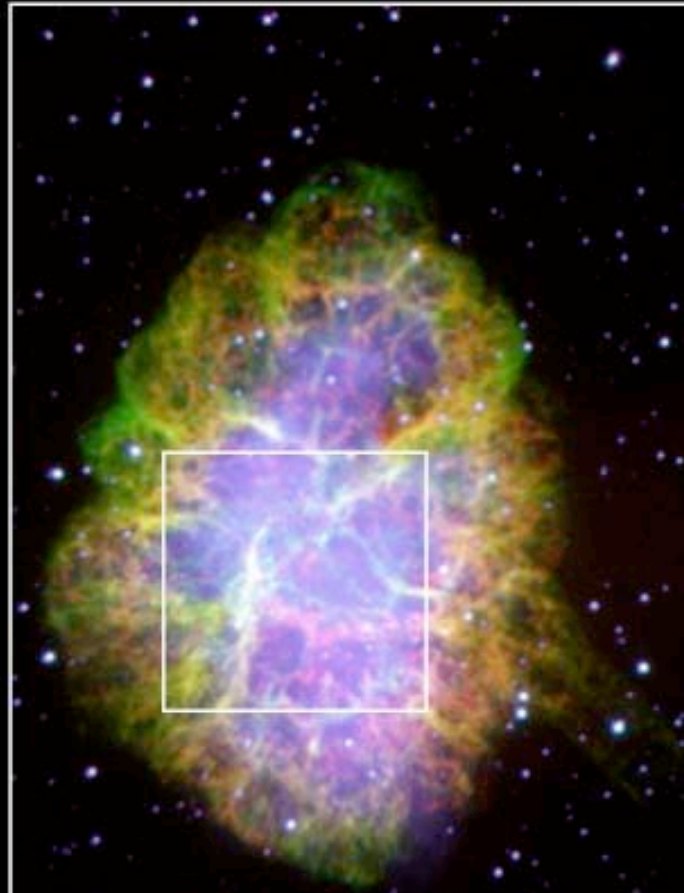
- simulation : Terre à 3 pc, vue avec 150 éléments de 4m, diamètre 150 km
- Pose 30 mn
- La verdure réfléchit l'infrarouge proche
- Coronographe pour chaque ouverture**multi-étages** ?



Résoudre des étoiles à neutrons ?

- 20 km à 1000 années lumières
- Dimension nécessaire: un million de kilomètres

Crab Nebula



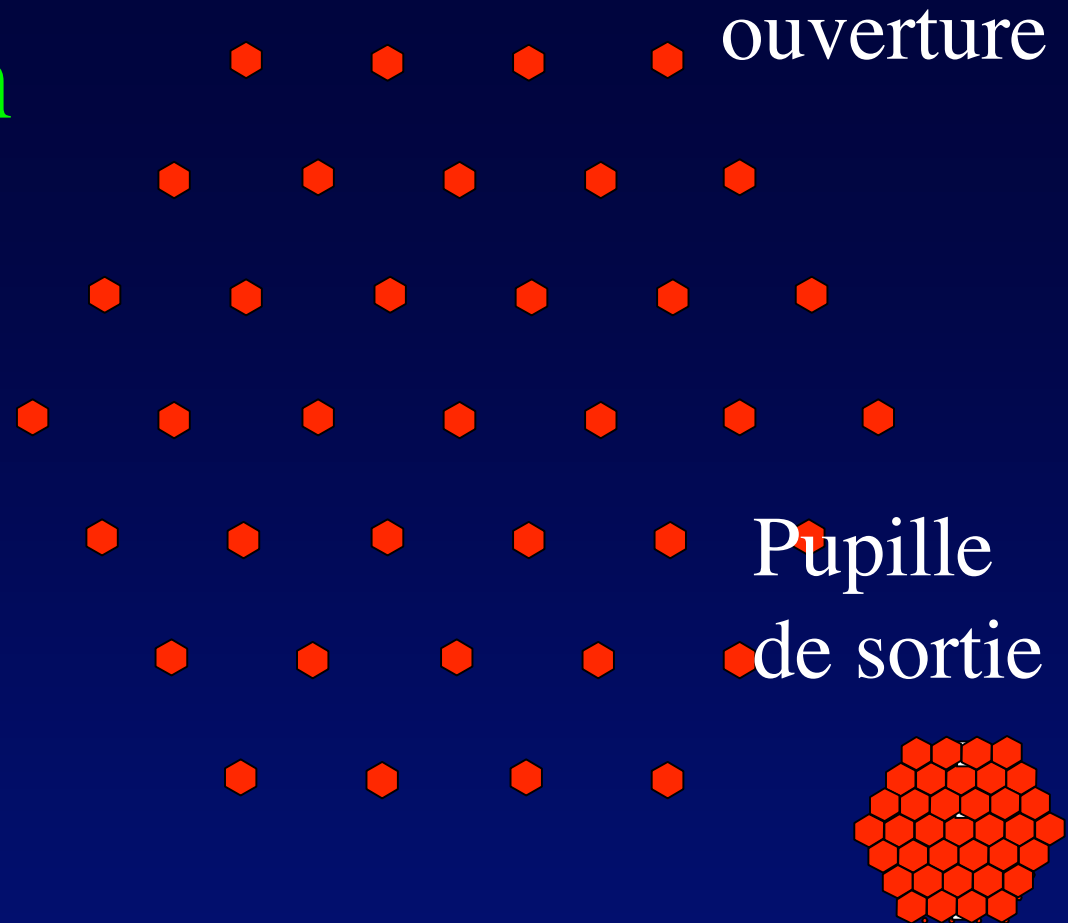
Faisabilité d'un "Neutron Star Imager"



- Dimension: 10^5 - 10^6 kilometres pour résoudre une source de 20 km.
- miroirs, de 8-mètres et combineur de même diamètre,
- locus primaire parabolique, pour un combineur compact
- métrologie laser interne + pointage global pour acquérir l'image
- Nombreux photons/resel sur le pulsar du Crabe, mais peu sur les étoiles ordinaires

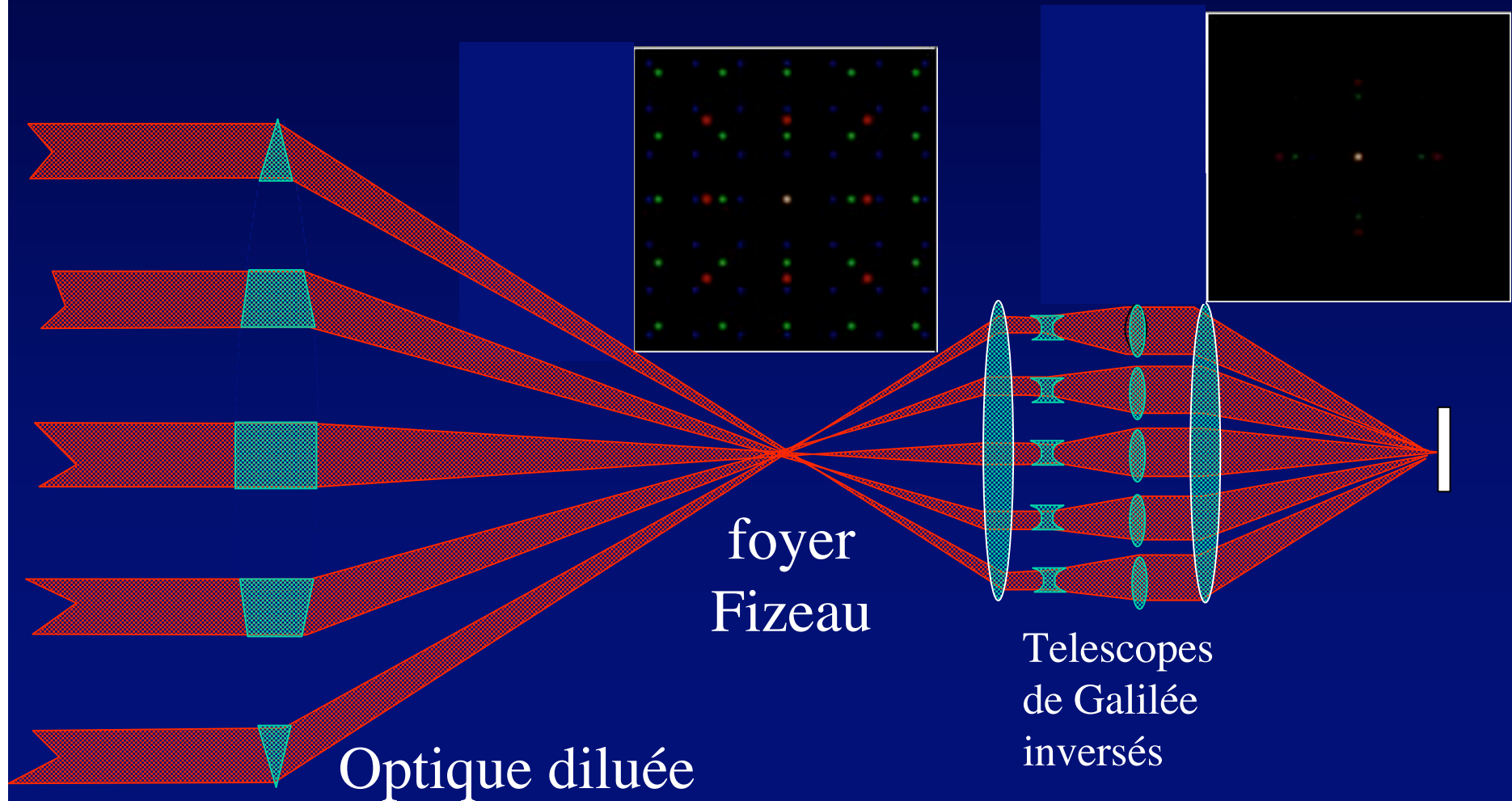
Qu'est-ce qu'un hypertélescope ?

(Labeyrie, A&A, 1996)

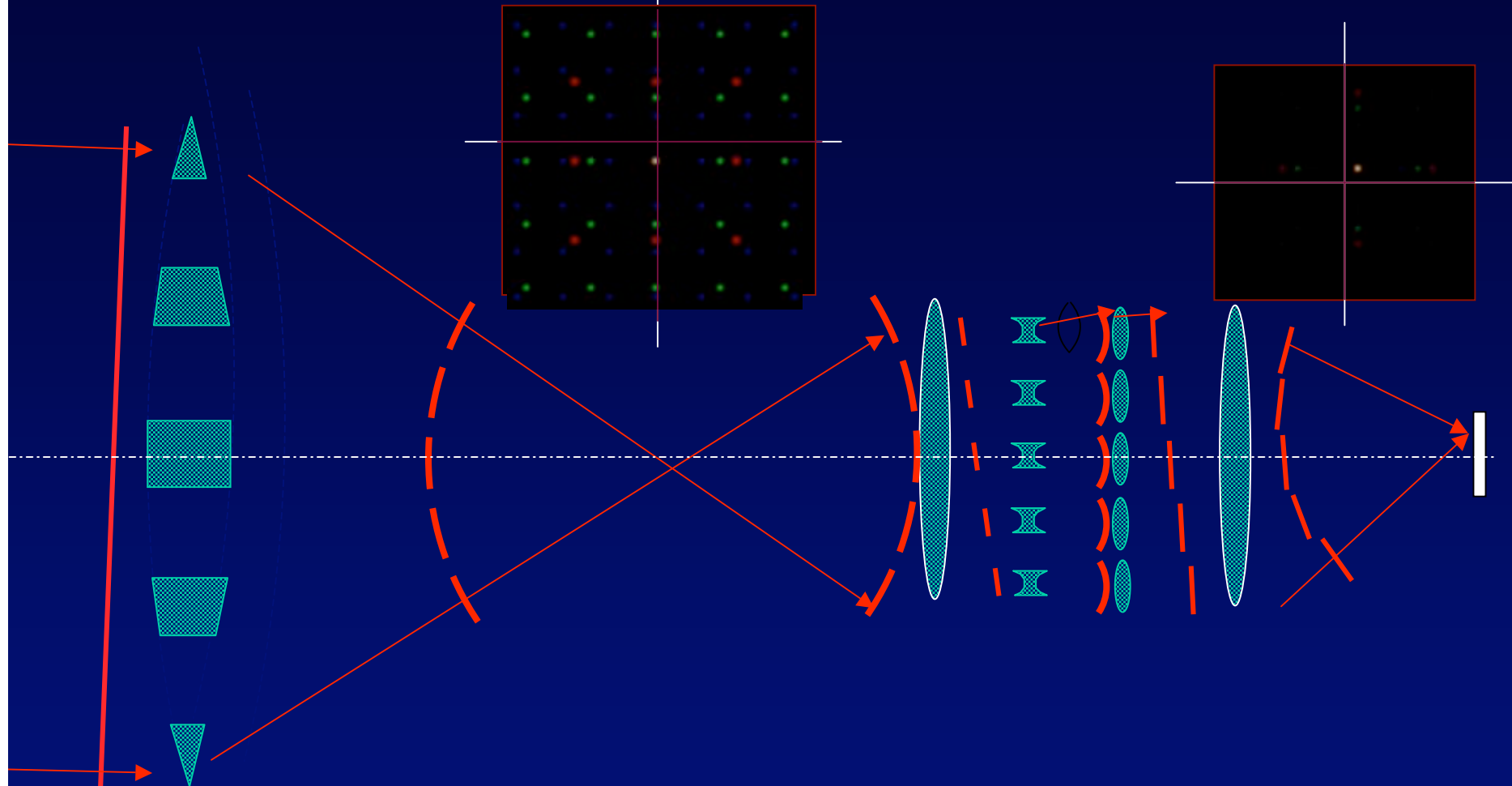


- Interféromètre imageur, multi-ouvertures, à pupille densifiée
- Forme directement des images....
-dans un champ réduit

Principe des hypertélescopes



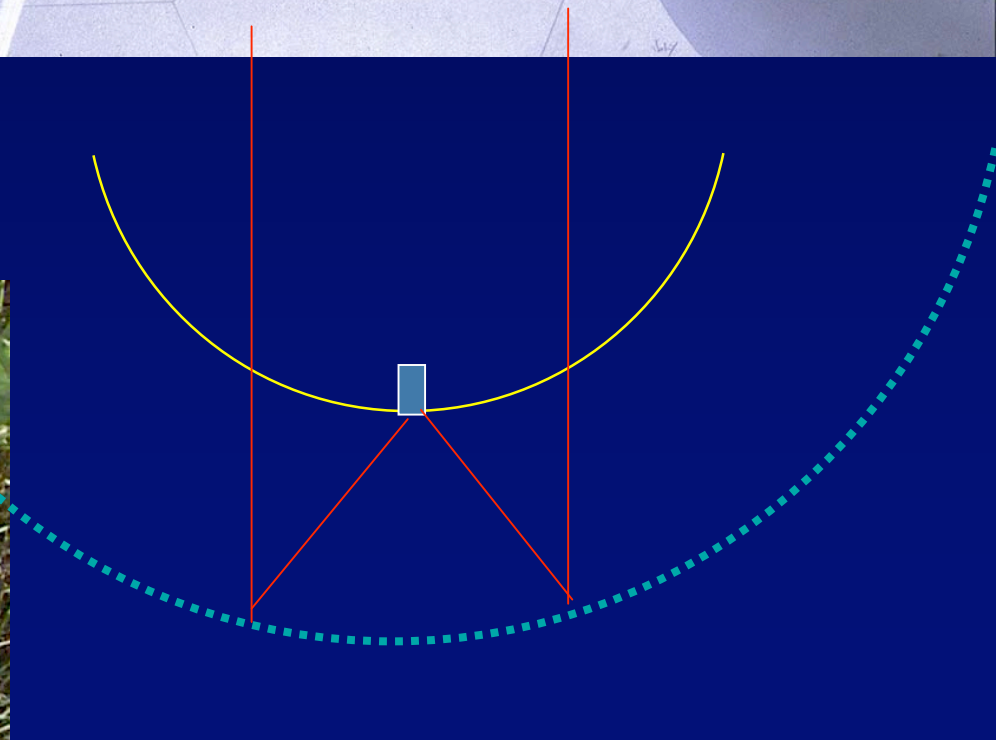
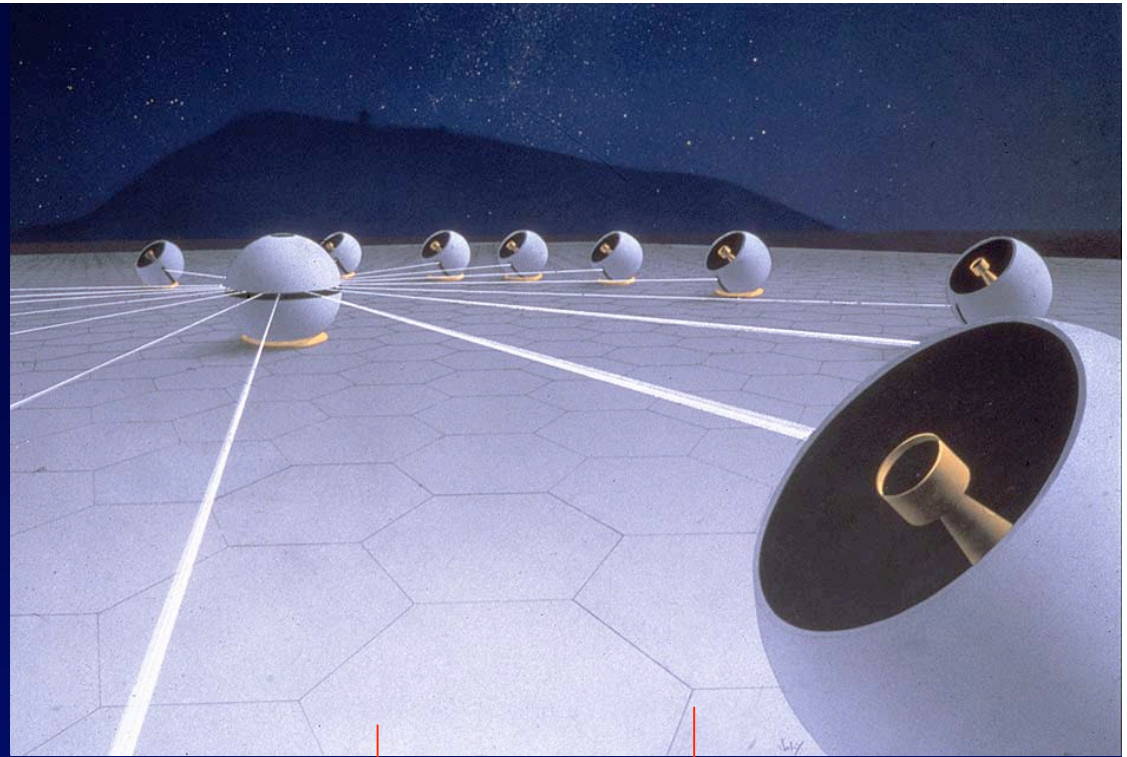
Source hors d'axe



- l'onde plane devient "en escalier"
- l'image est décalée dans l'enveloppe
- pseudo-convolution, champ limité

Styles of hypertelescopes

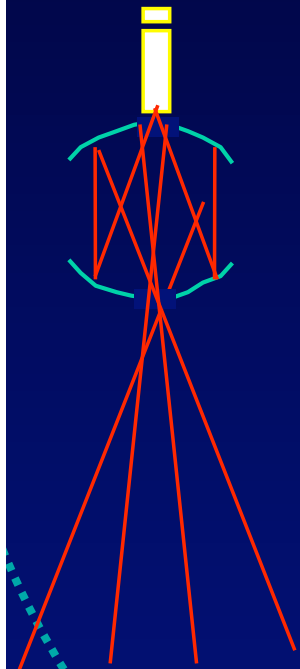
- flat
- spherical



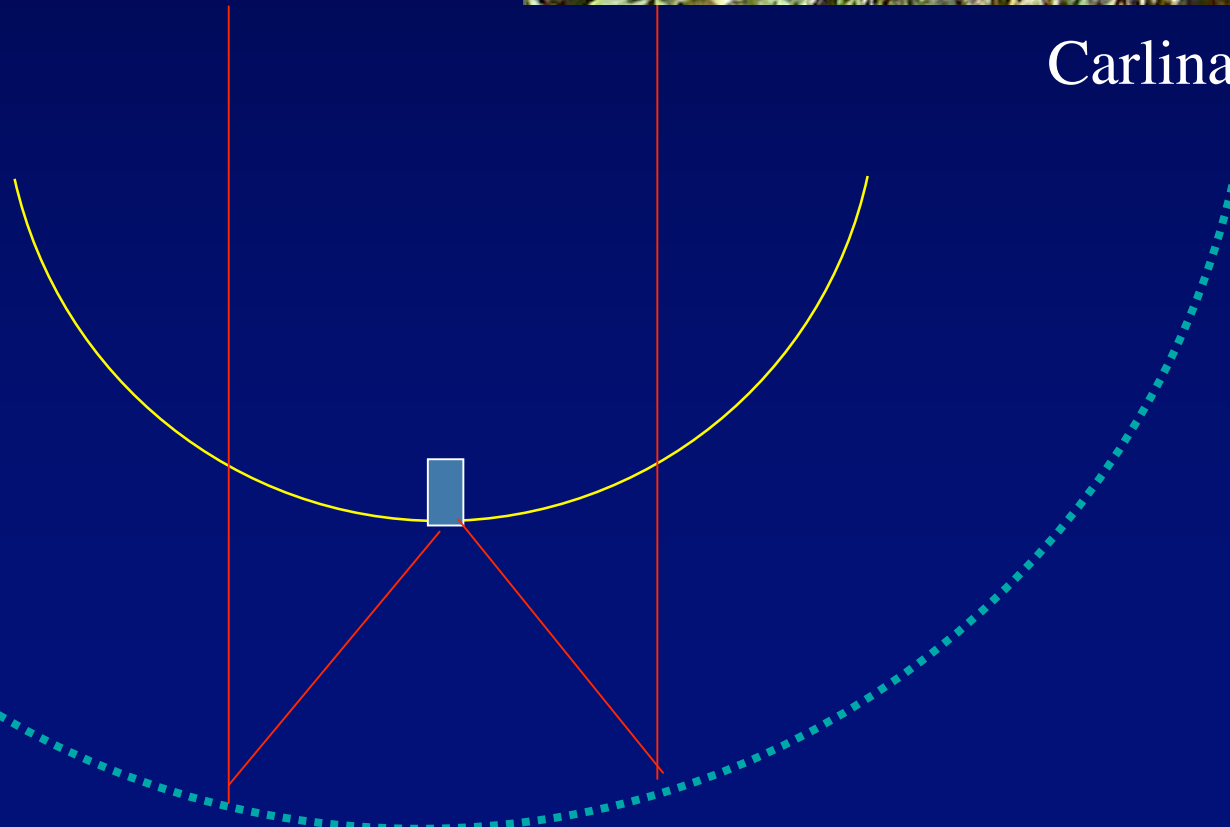
Hypertélescope Carlina



Carlina acanthifolia

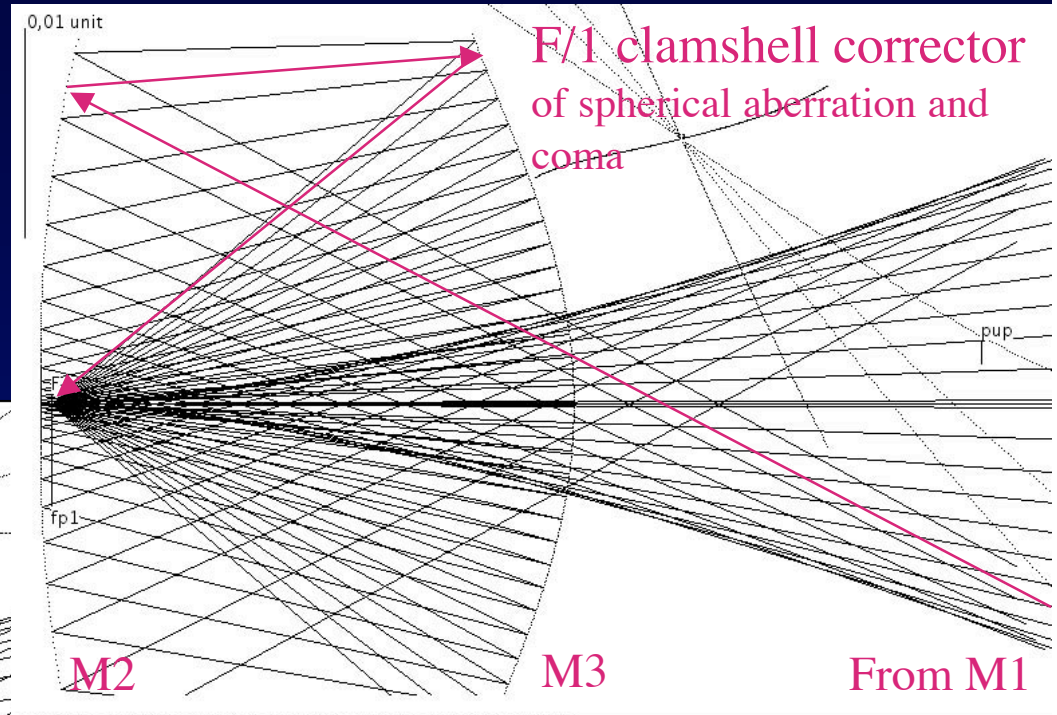


Correcteur
d'aberration
sphérique

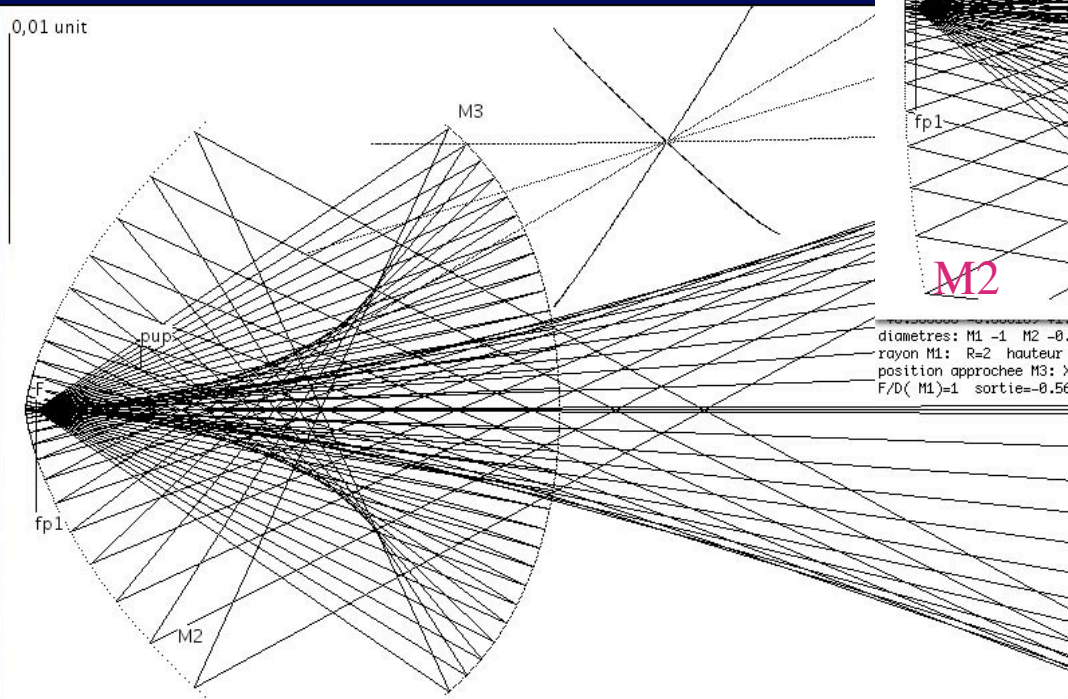


Correcting the aberration of a spherical mirror in the beam combiner

Two types of clamshell correctors



F/1 clamshell corrector of spherical aberration and coma



diametres: M1 -1 M2 -0.034905 M3 -0.03536 soit M1 = 3.536030
 rayon M1: R=2 hauteur incidence HM=-0.5 sinus sortie SM=-0.66
 position approchee M3: XD=1.025 chemin optique PL=3.051 focale resultante=0.82449
 F/D(M1)=1 sortie=-0.569141 deltafocus =-2.500000E-03 mic = 6 champ ref =-1.010000E-04

diametres: M1 -1 M2 -0.02738 M3 0.027
 rayon M1: R=2 hauteur incidence HM=-0
 position approchee M3: XD=1.025 chemin
 F/D(M1)=1 sortie=0.720741 deltafocus

Diameter 2.7% of M1 at F/1

Suitable for the Exo-Earth Discoverer

Hypertelescope proposed for DARWIN and TPF

(Boccaletti et al., Icarus, May 2000)

