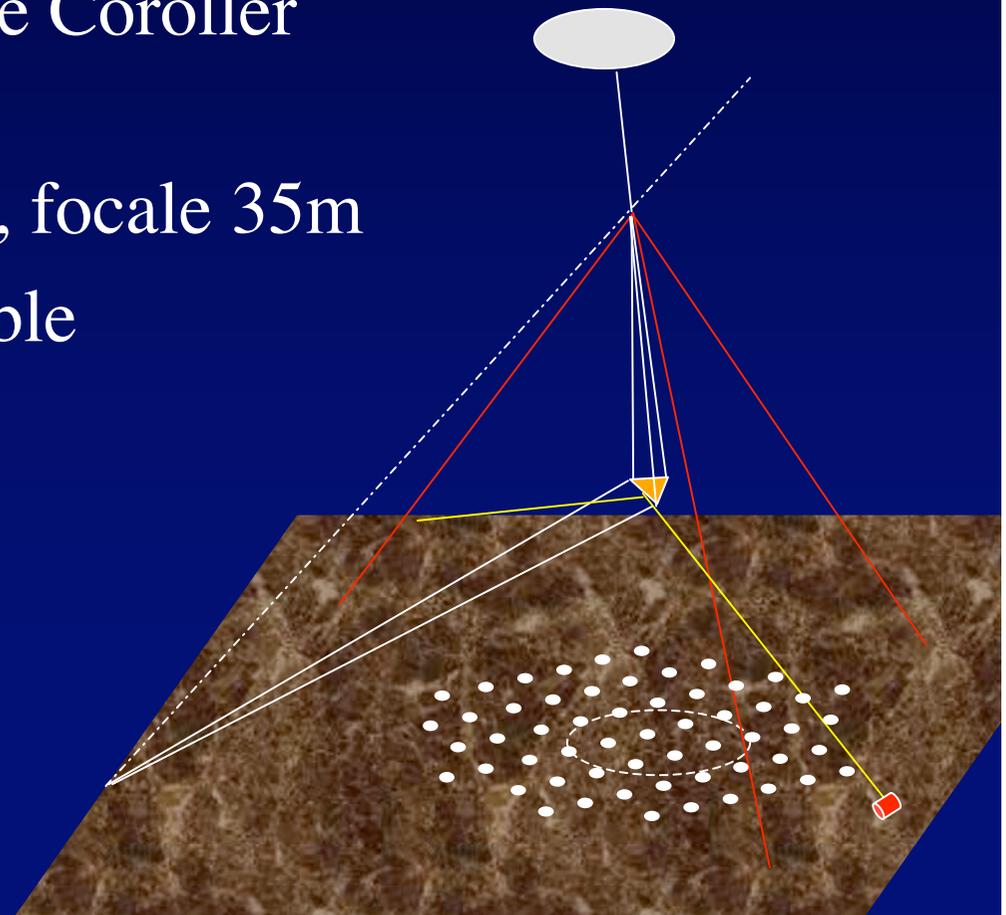


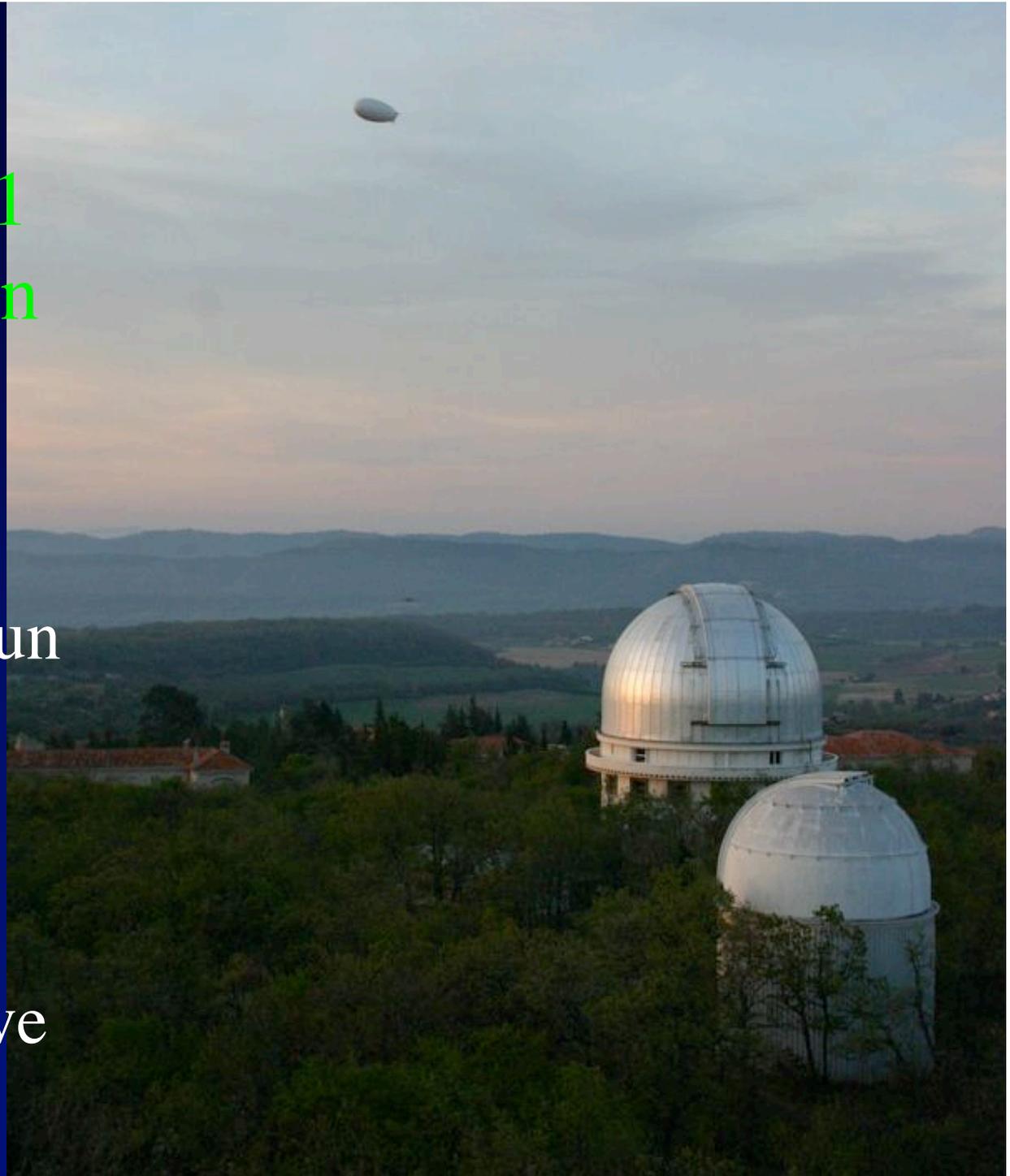
Prototype Carlina 1 à l'Observatoire de Haute Provence

- Étudié et construit en 2 ans par H. Le Coroller et J. Dejonghe (Le Coroller et al., A&A 2004)
- Ouverture diluée de 17,5 m, focale 35m
- Déménageable et extrapolable



Equiper Carlina 1 pour l'observation solaire ?

- Déménager vers un bon site solaire (Canaries)
- ouverture 18 m
- Optique adaptative



Equiper Carlina 1 pour l'observation solaire ?

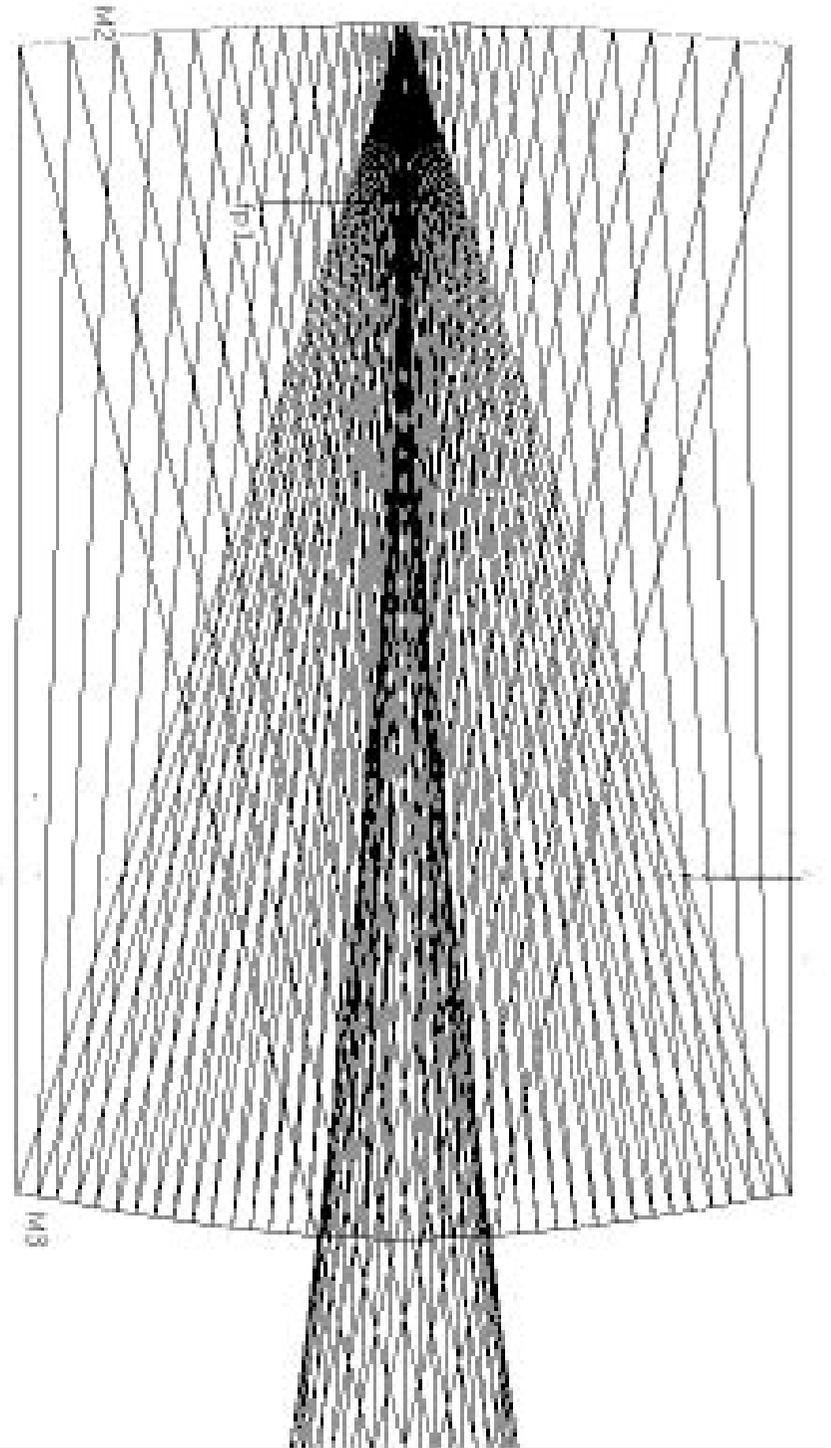


- 10 à 100 ouvertures pour images riches
- « Snap-shots » (instantanés) de structures à courte vie (1 h)

Miroir élémentaire et viseur de Carlina 1

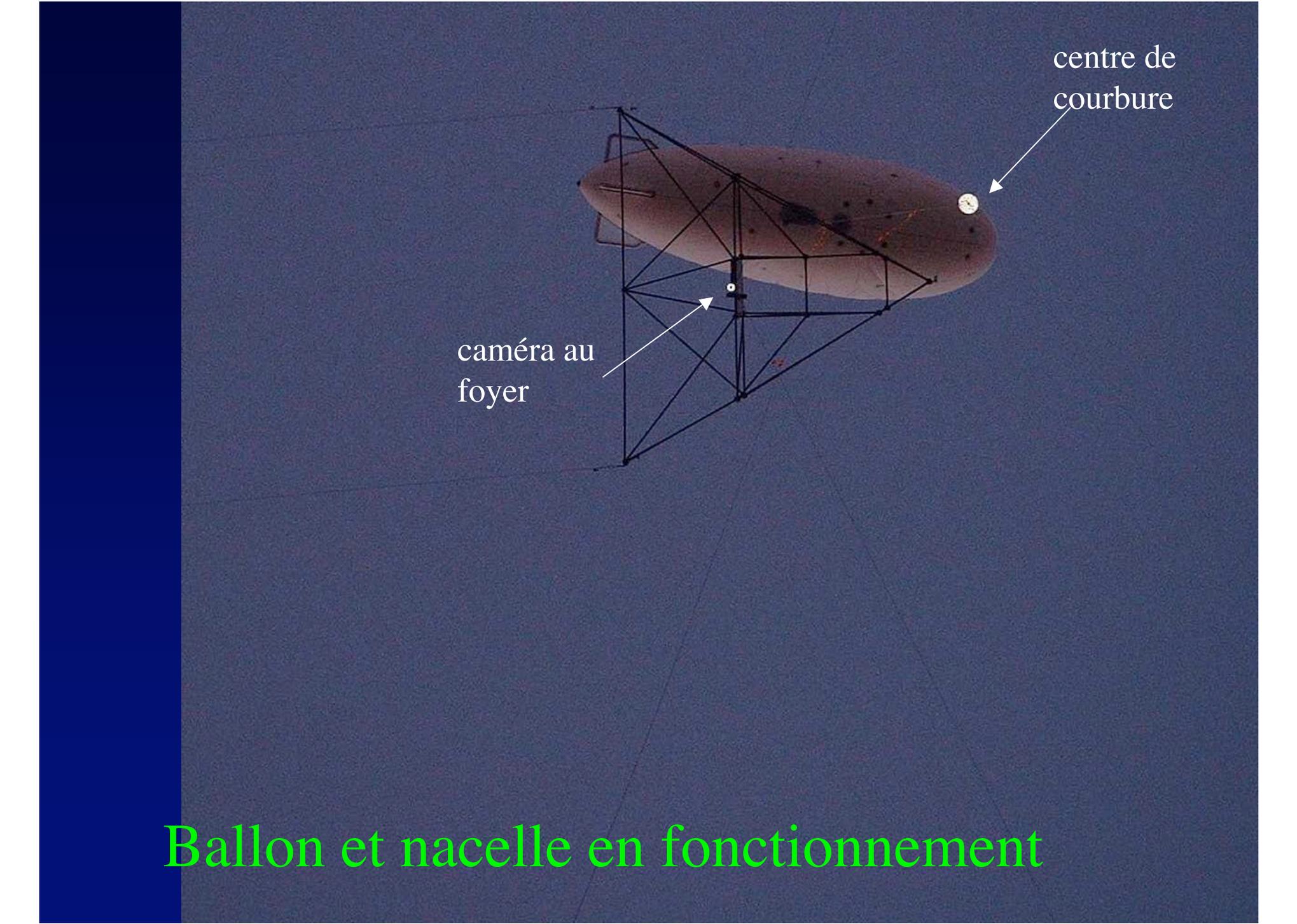


Corriger l'aberration sphérique



Nacelle focale avec correcteur de Mertz





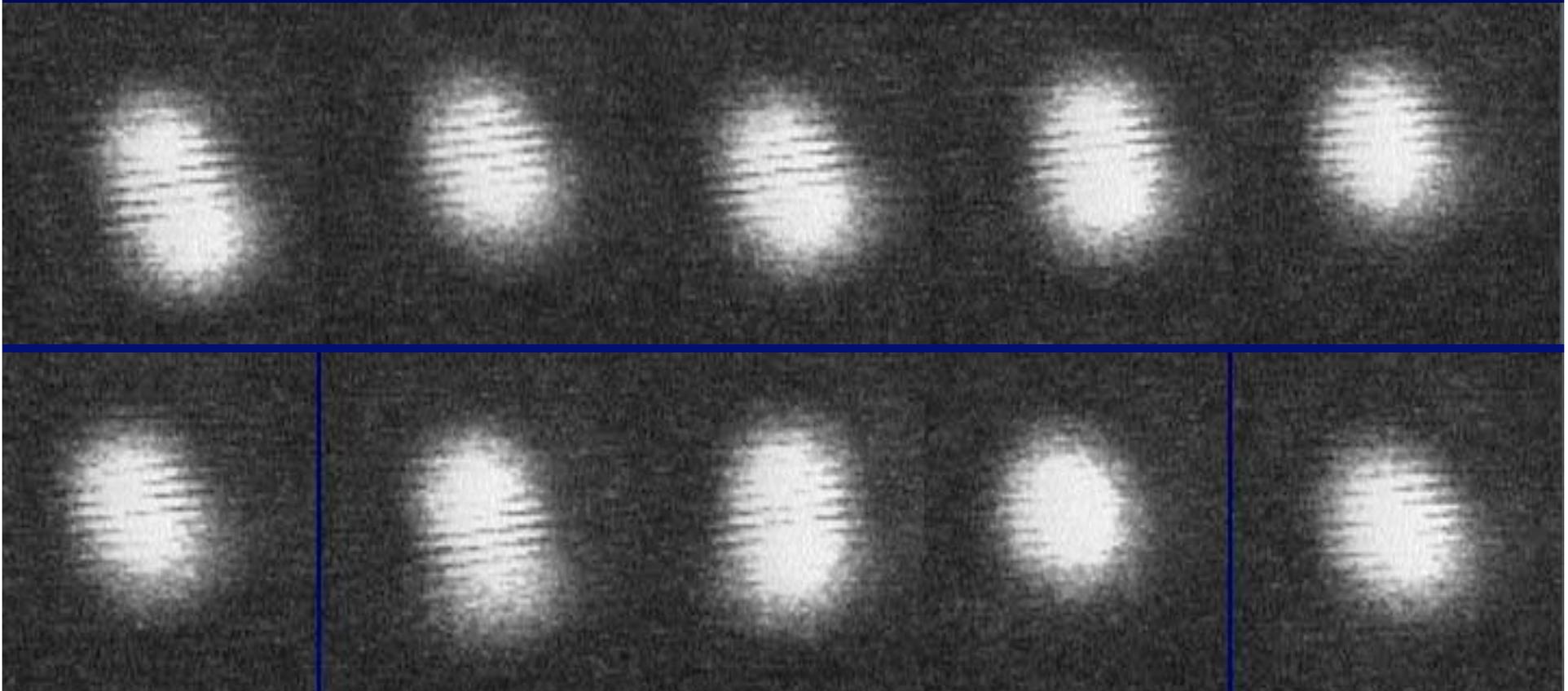
caméra au
foyer

centre de
courbure

Ballon et nacelle en fonctionnement

Franges du prototype Carlina 1

- Véga, 2 ouvertures de 5 cm, espacées de 40cm
- Séquence toutes les 20 millisecondes



La suite de Carlina 1: Carlina 2 à Calern



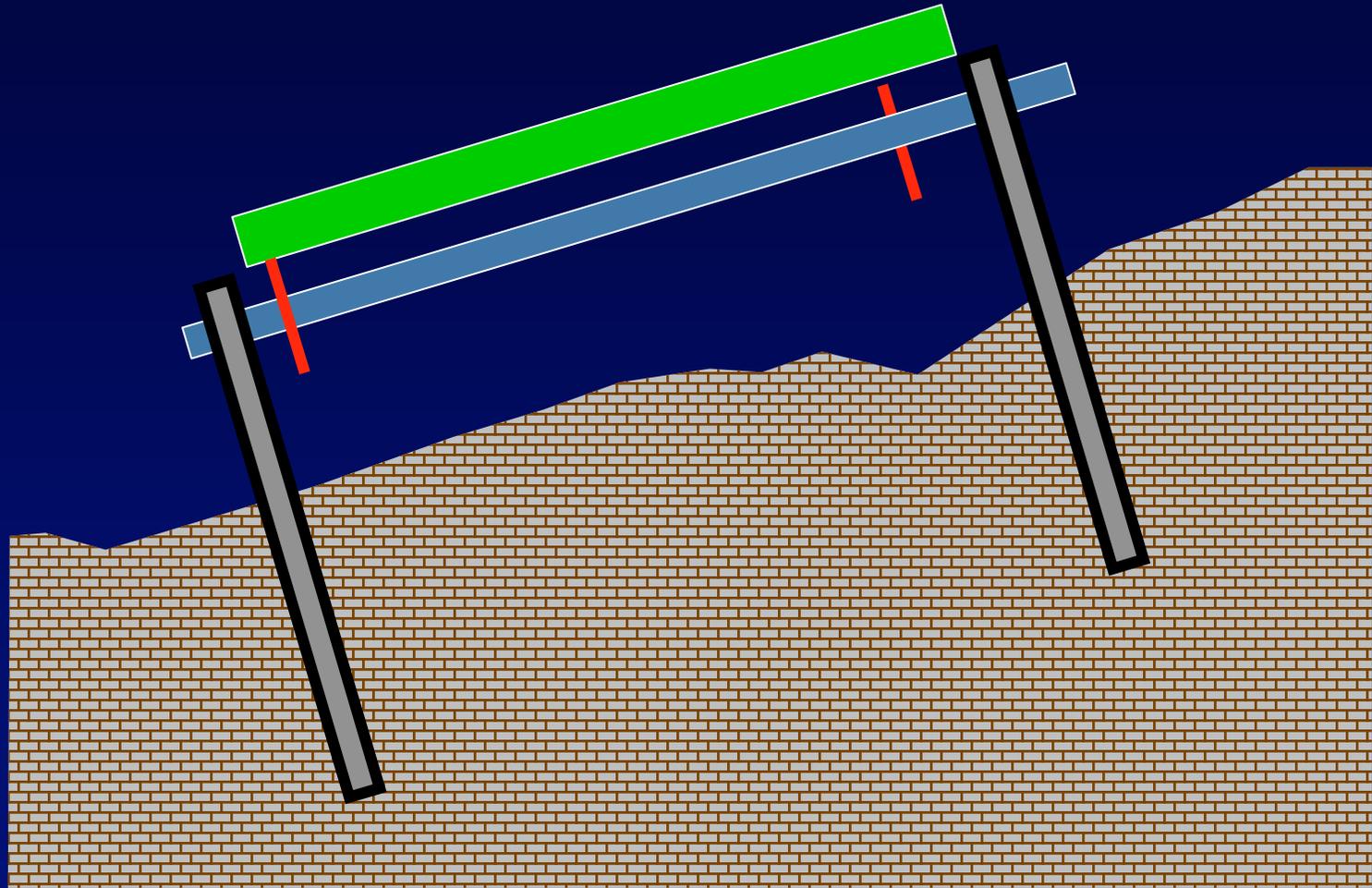
Construction d'un Carlina 2 à l'observatoire de Calern

(Alpes Maritimes)

- Avantages:
 - communauté d'interférométristes
 - Accès facile
 - Turbulence assez bonne pour l'Europe
 - Calcaire stable (données clinométriques de Laclare et al.)
- Inconvénients:
 - Dolines trop petites, pas assez pentues



Ancrage dans le calcaire



- 3 tubes en carbone 30 mm, pour miroirs de 250 mm
- Collage epoxy, dans forage par tube diamanté

Essais de vol en formation pour l'interférométrie

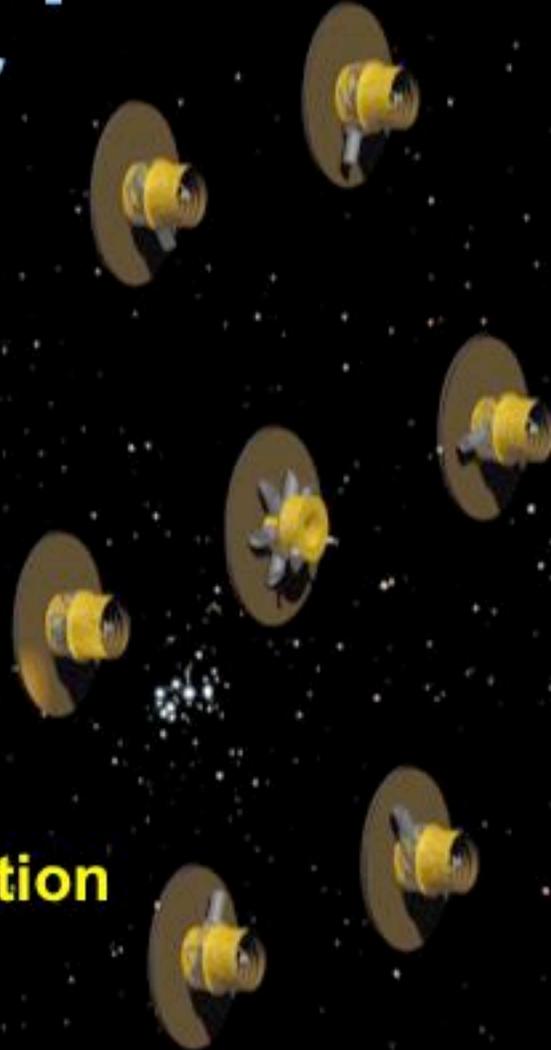
- Une technique essentielle pour l'interférométrie dans l'espace
- NASA:
 - Propulseurs ioniques
 - GPS local pour le positionnement
- ESA: SMART
 - Propulseurs ioniques FEEP
- Nous :
 - Propulseur solaire
 - Très faible masse

The InfraRed Space Interferometer

DARWIN

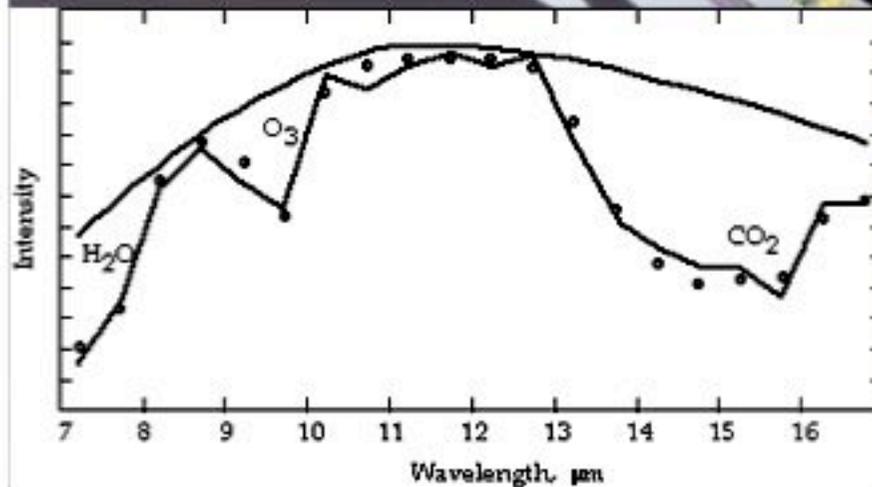
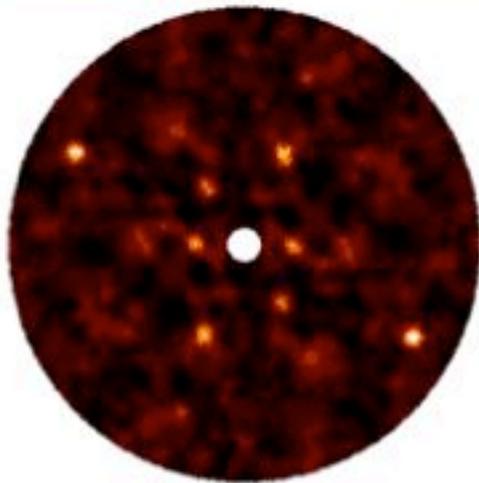


- 6 telescopes
- Hexagonal configuration
- Beam combiner
- Passive cooling (40 K)



Science Goal	12 μm Obs. of Earth at 10 pc	4x3.5m (1 AU)
Detect planet	Resl'n=3/SNR=5	2.0 hour
Detect atmosphere	Resl'n=20/SNR=10	2.3 day
Is planet habitable?	Resl'n=20/SNR=25	15.1 day

TPF Capabilities



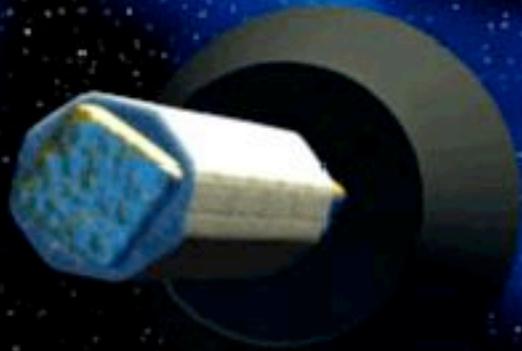


Pilotage par propulseur solaire

- Très peu musclé: P/c^2 soit 10 microNewton par mètre carré de voile
- Mais suffit pour un miroir sphérique dilué statique

Version spatiale de Carlina

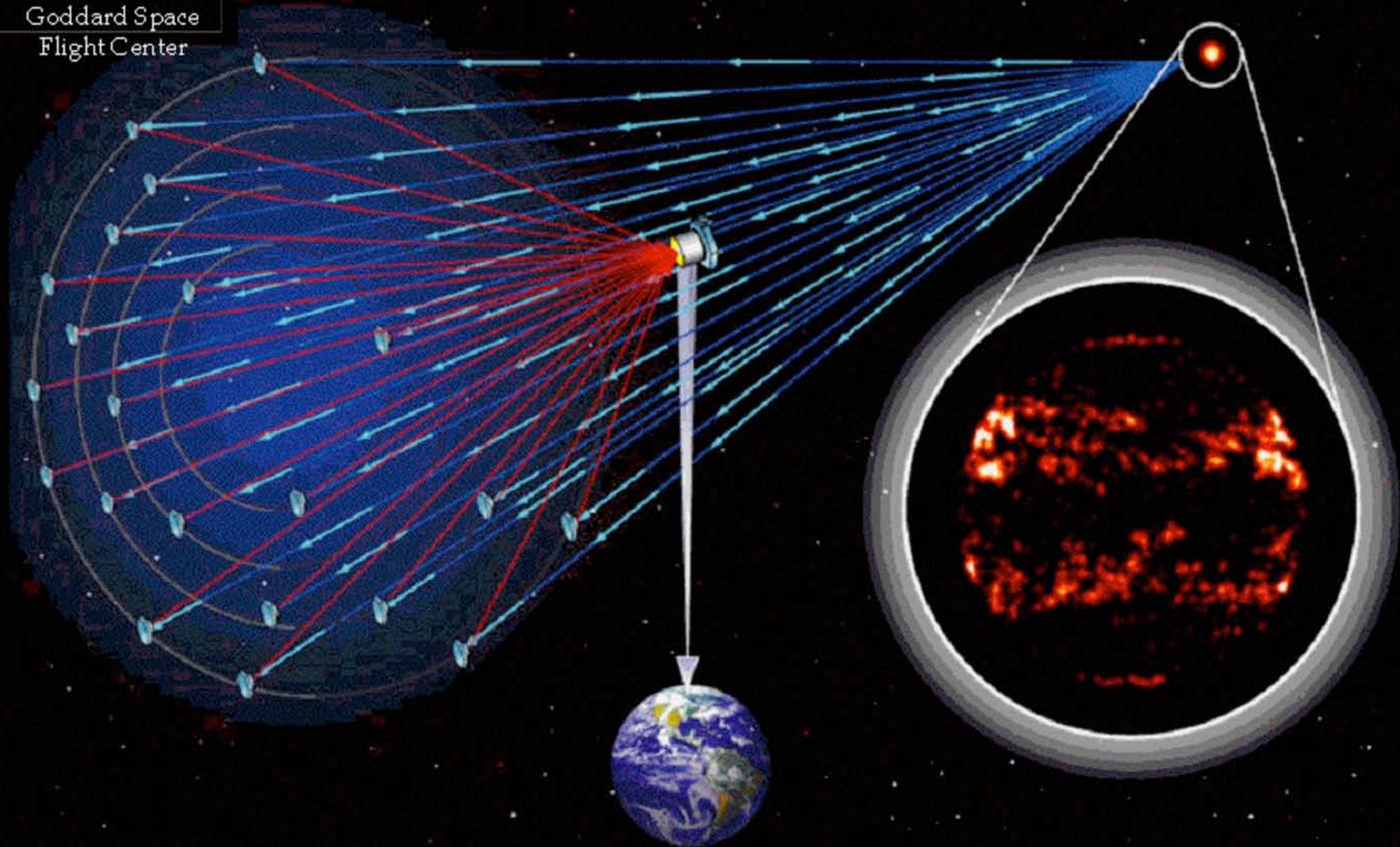
Vue d'artiste par Boeing/SVS





Goddard Space
Flight Center

Stellar Imager (SI)



<http://hires.gsfc.nasa.gov/~si>

Carpenter et al. 2004

Simulations d'imagerie stellaire avec Stellar Imager

rotations(step size): 0 (0)

24 (15deg)

elements

6

in

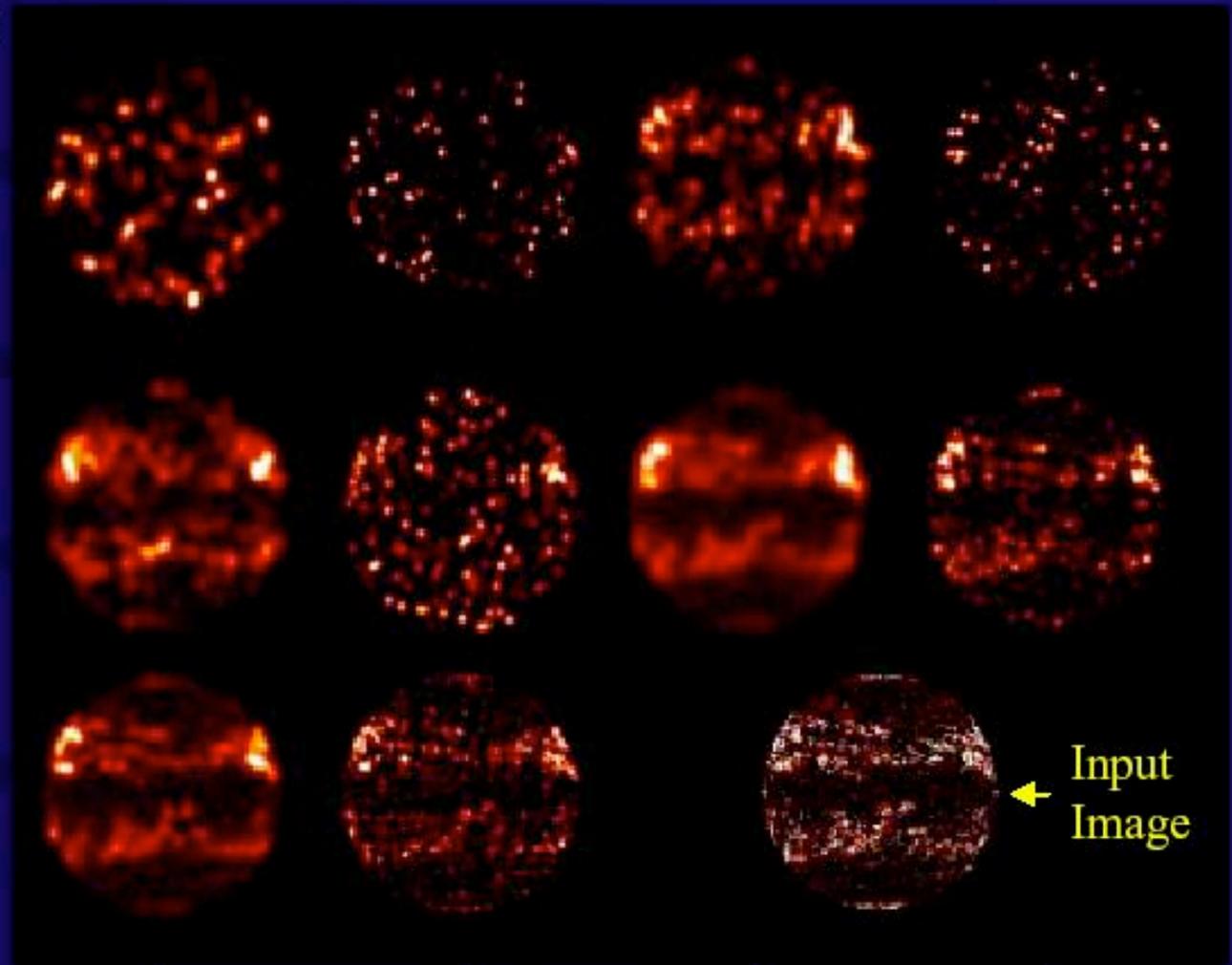
12

d

ed

30

ne



Input Image

Baselines: 250 m

500 m

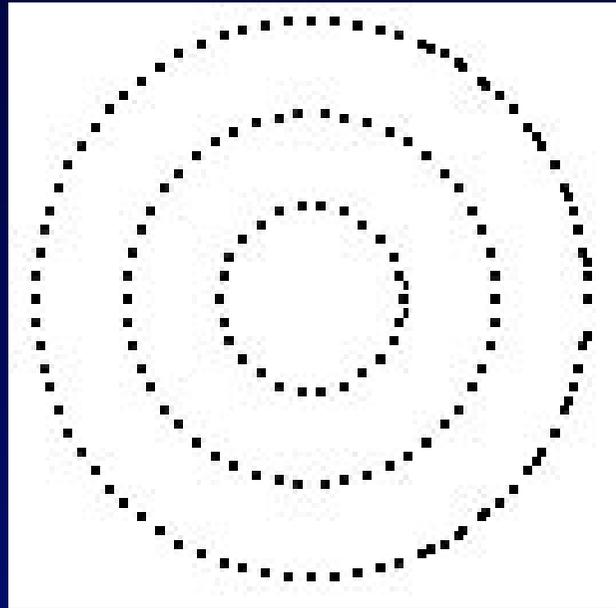
250 m

500 m

“Snapshots” (no rotations)

(24 array rotations)

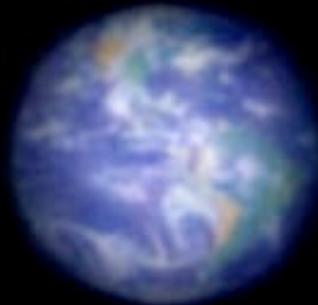
Exemple d'ouverture riche



Anneaux de 26,76
& 74 ouvertures

Fonction d'étalement
Contraste atténué: gamma 0,5

- Pas de « crowding »
avec objet de 20x20
resel

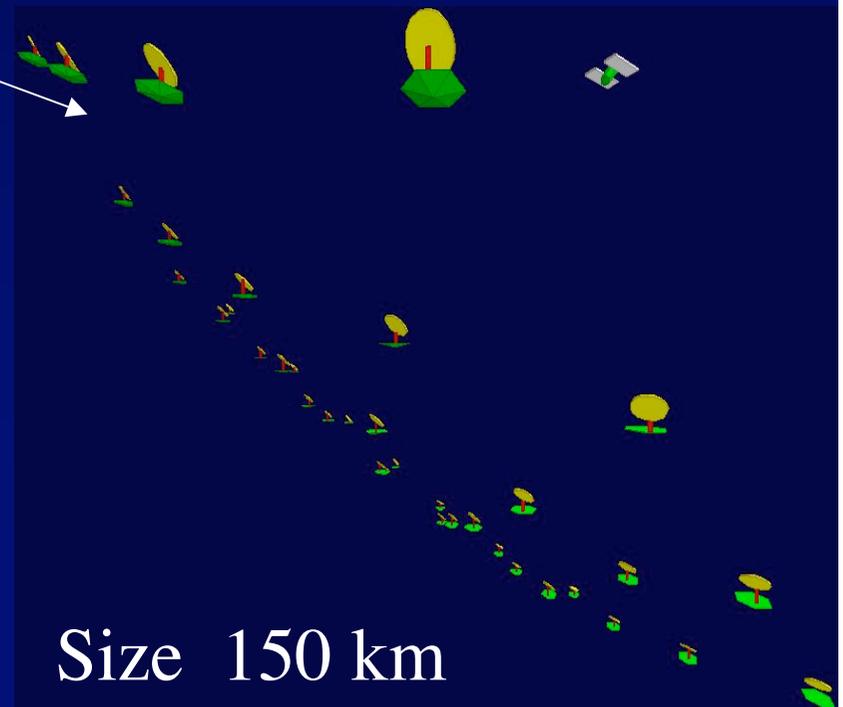


Hypertelescopes and exo-Earth coronagraphy

Long term: Exo-Earth Imager



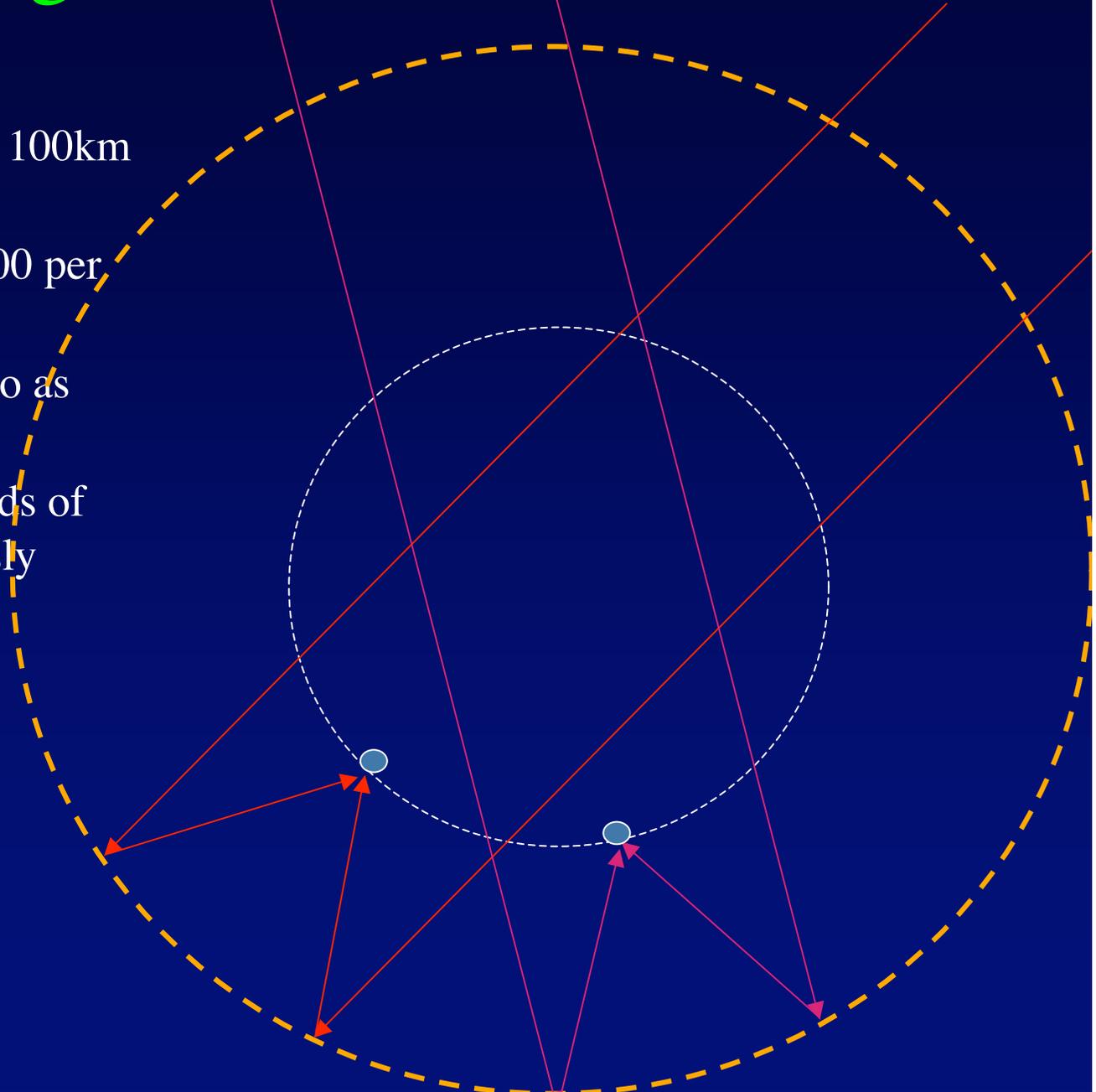
Earth at
3 parsecs



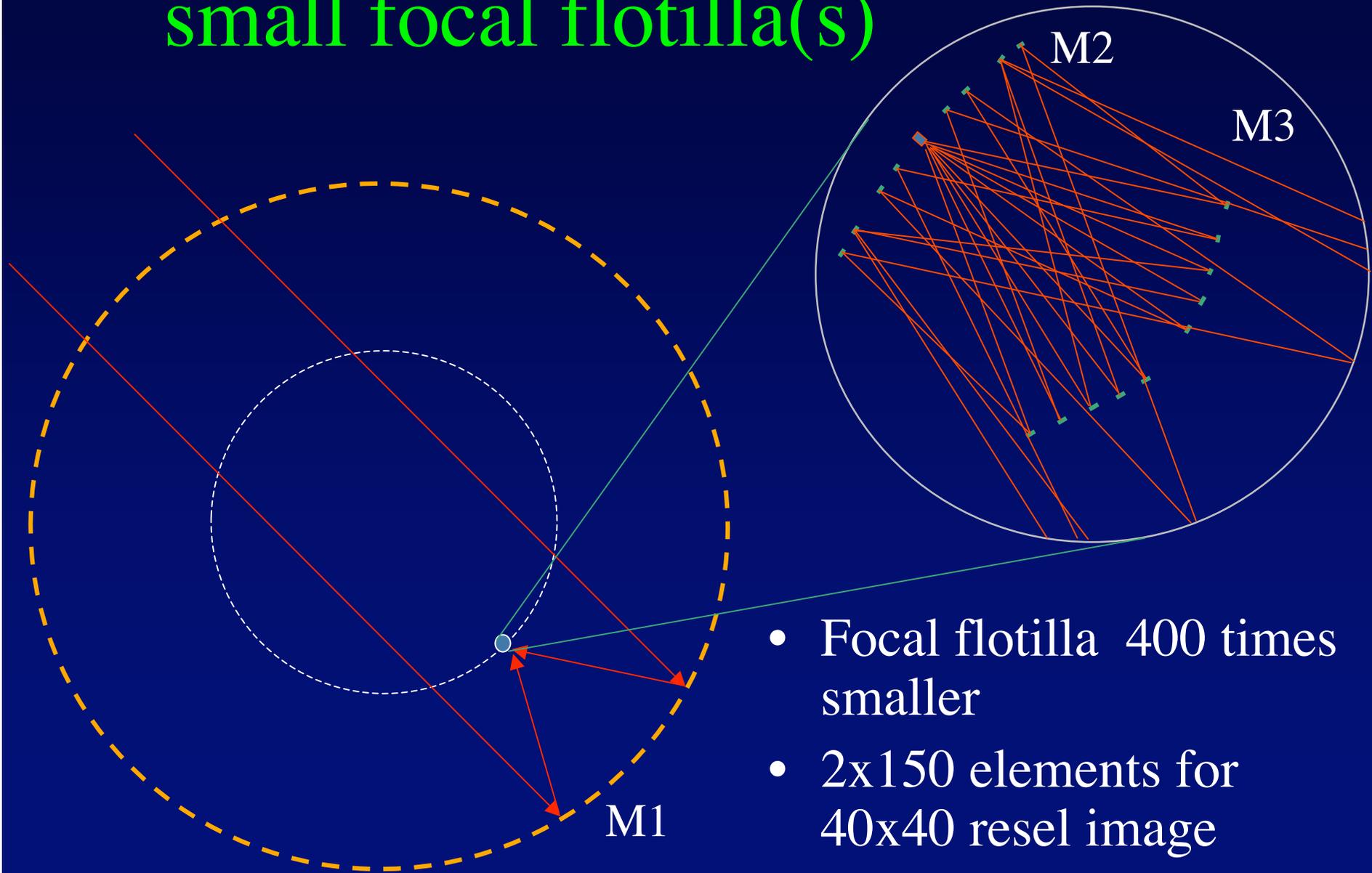
Size 150 km

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



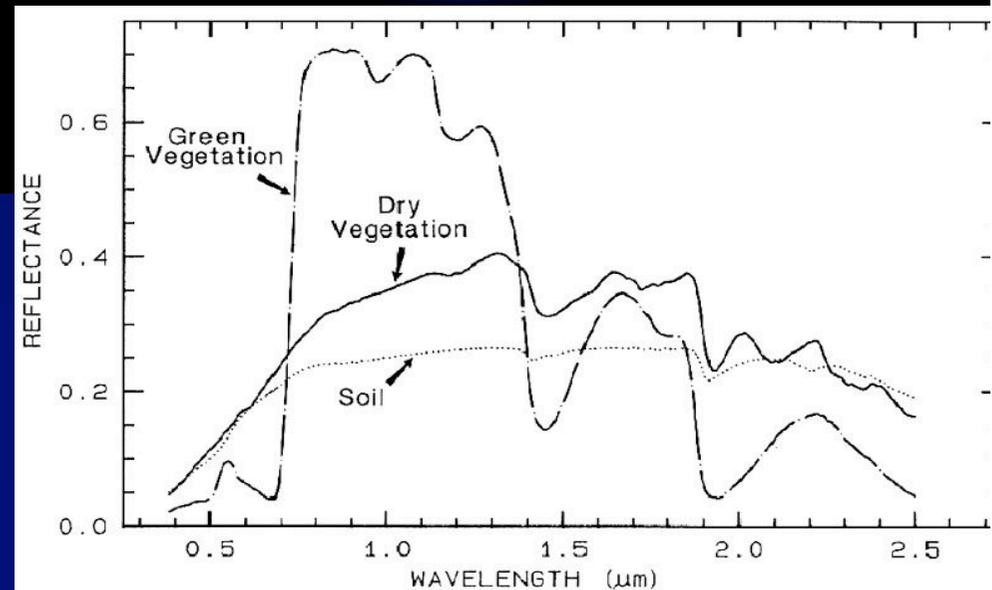
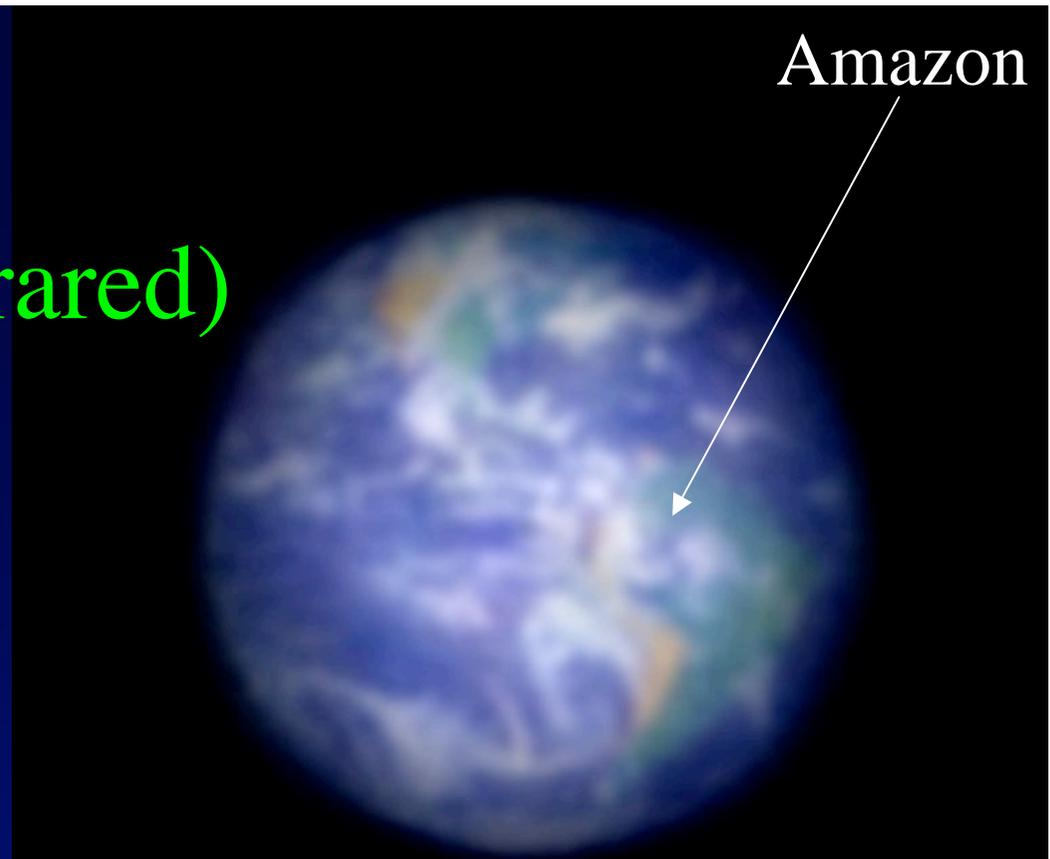
Large primary flotilla and small focal flotilla(s)



- Focal flotilla 400 times smaller
- 2x150 elements for 40x40 resel image

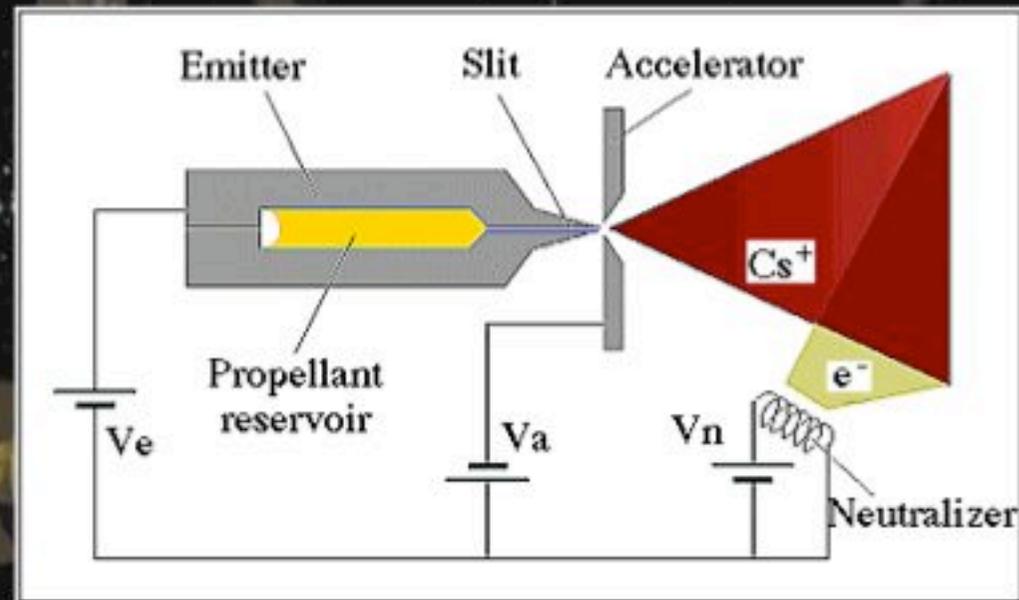
Detecting life from forests (actually infrared)

- Can be any color
- Seasonal variations discriminate against mineral colors: phase advance of annual photosynthetic cycle with respect to temperature cycle
- Very few minerals have sharp « edge »: e.g. Cinnabar (very low abundance)



Propulsion

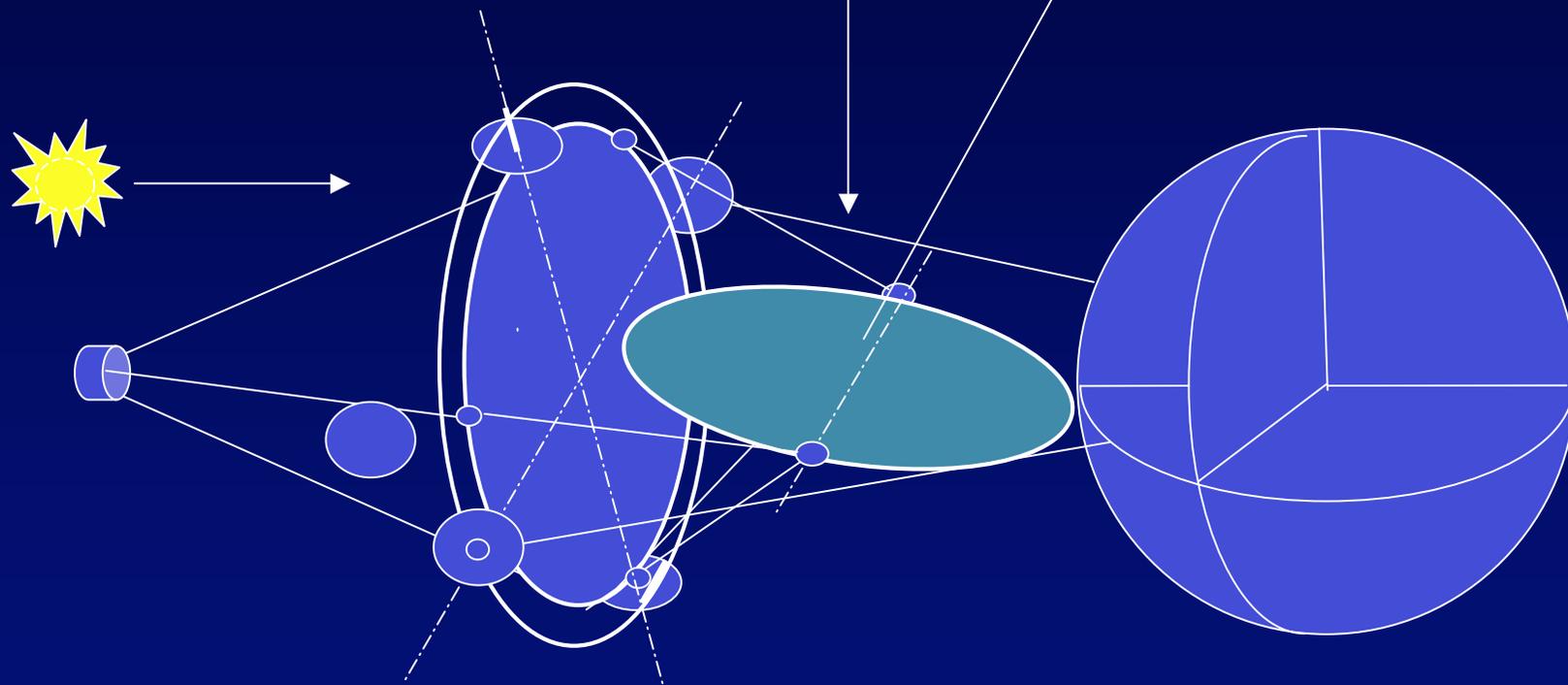
- Fine control: μN - thrust
- Coarse control: mN - thrust
- FEEP - Field Emission Electric Propulsion
- Cold gas



Construire des éléments simples

- Fonctions requises:
 - Miroir co-sphérisable avec les autres
 - piloter finement deux angles et une translation
- Actuateurs:
 - Propulseurs
 - à gaz, froid ou chaud
 - à ions
 - solaires
- Métrologie
 - Angles: Caméras
 - Distances: Impulsions laser, comptage de franges

Éléments d'un précurseur spatial: Luciola



- Piloté par voile solaire

Maquette Luciola

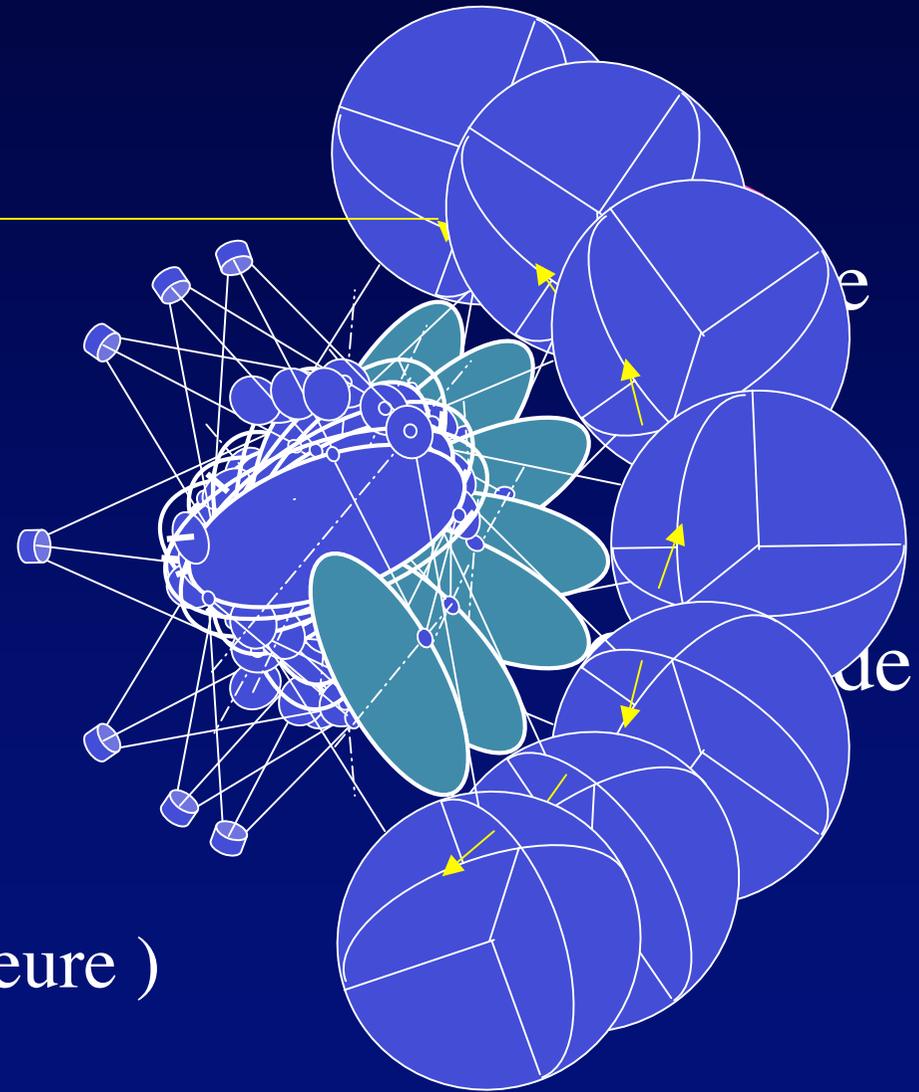


Auto-pointage vers le soleil



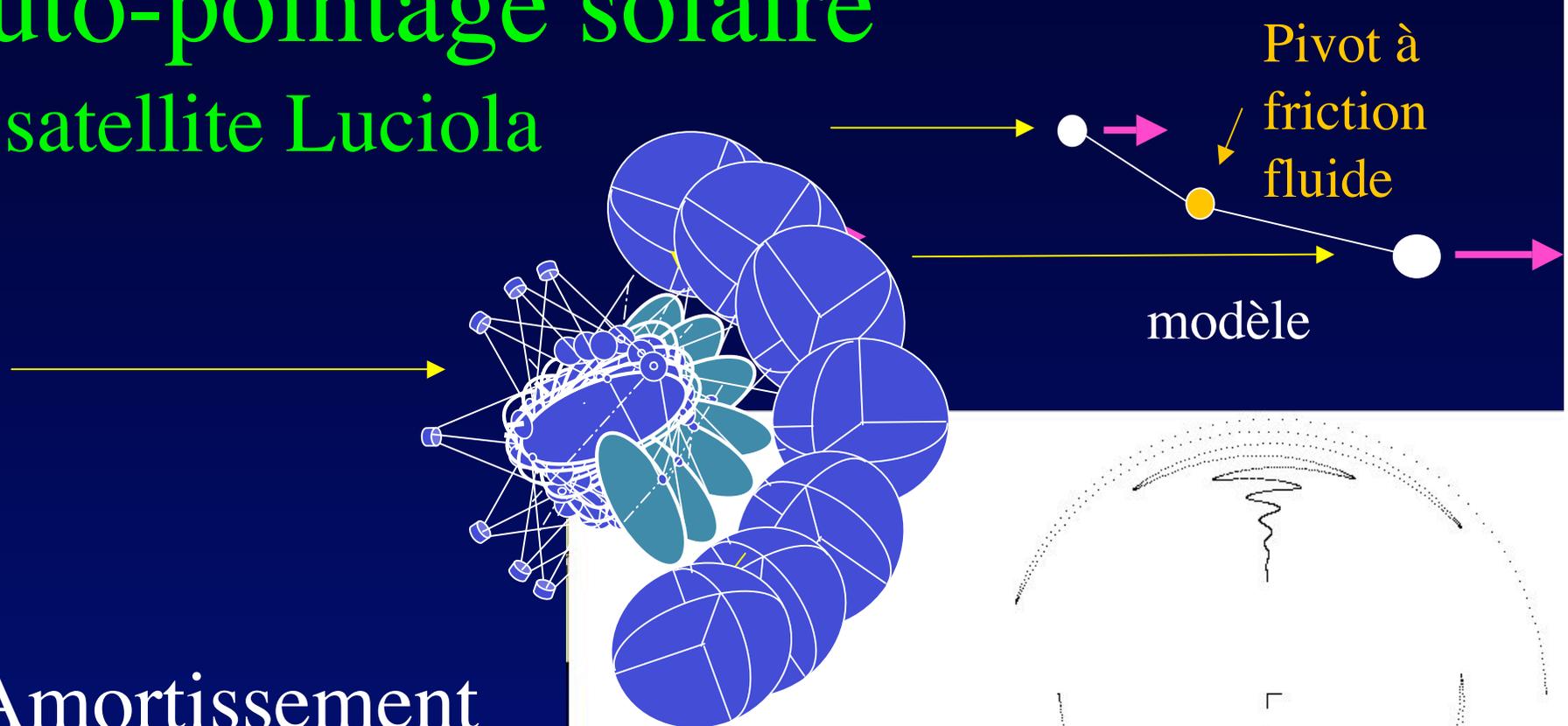
- Pendulage lent (période 1 heure)
- amortir

Auto-pointage vers le soleil

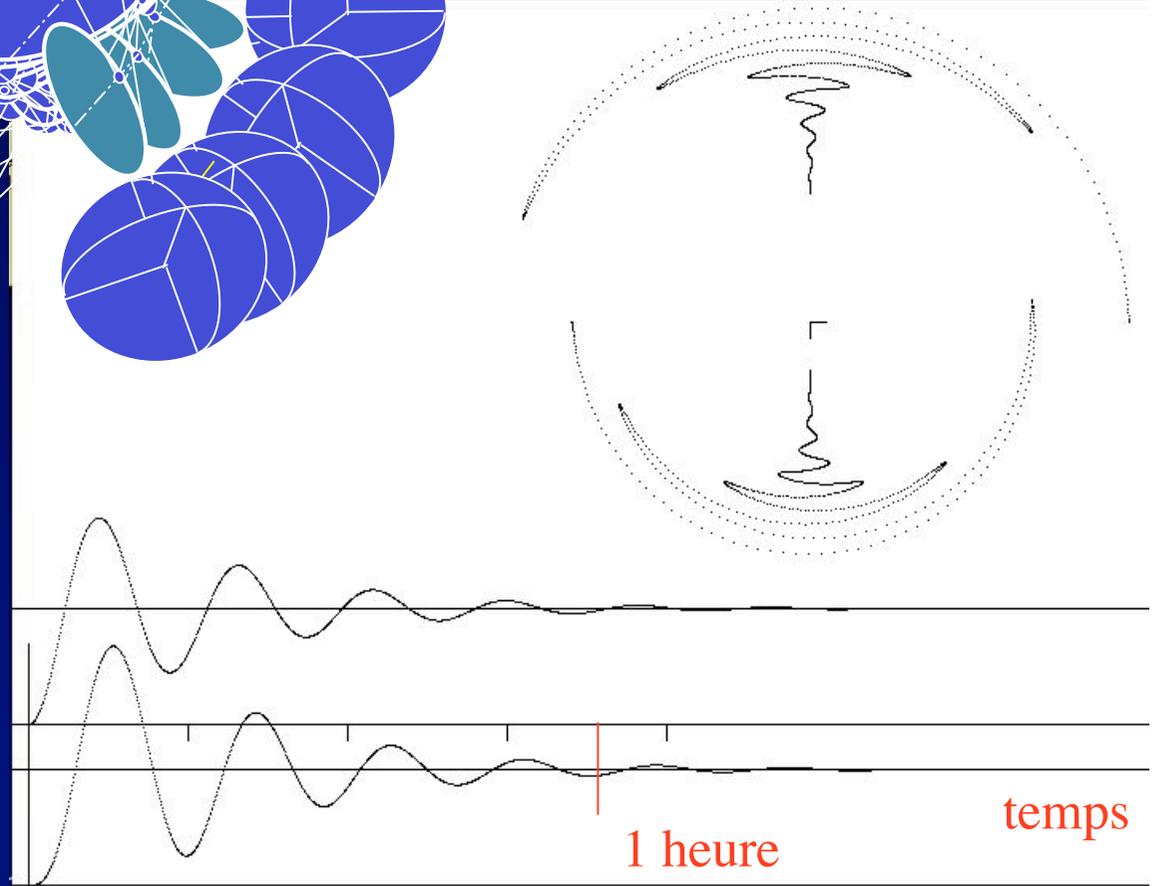


- Pendulage lent (période 1 heure)
- amortir

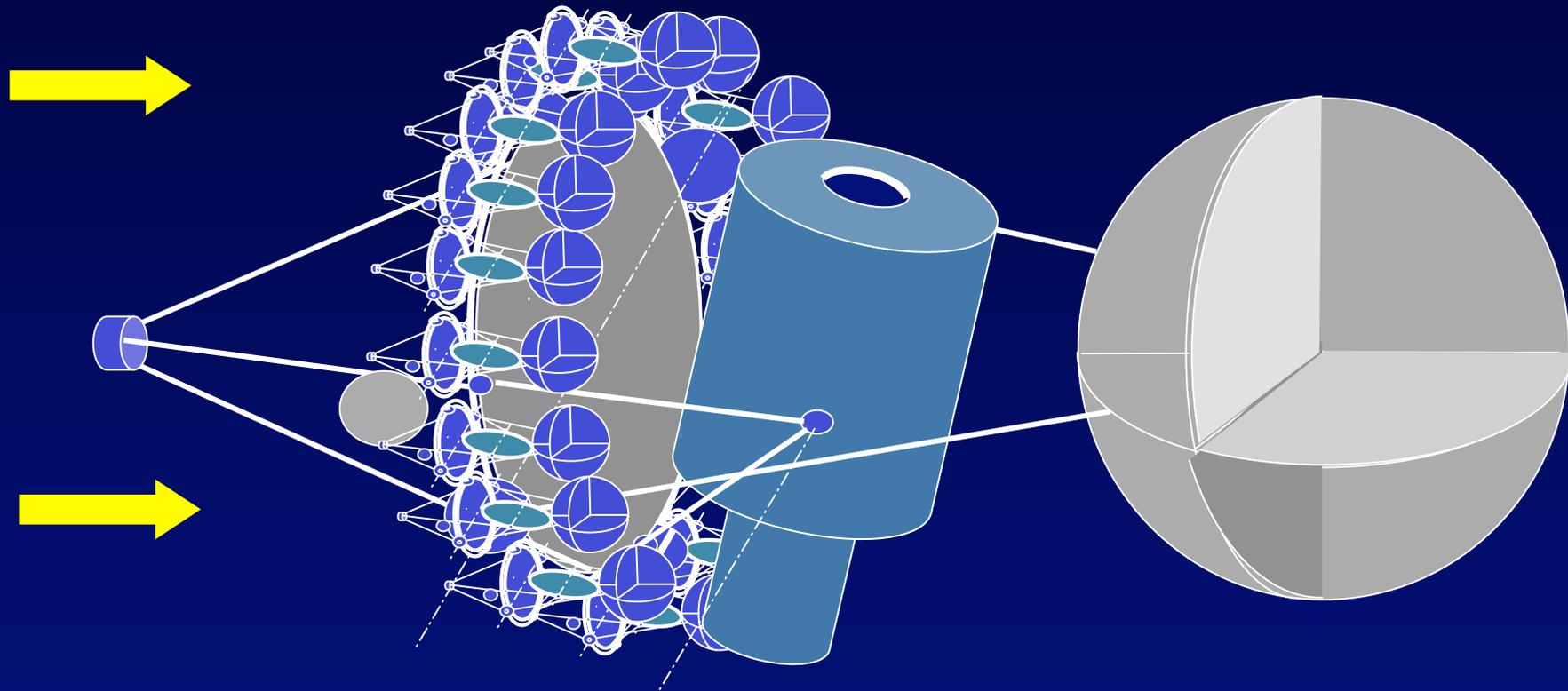
Auto-pointage solaire de satellite Luciola



- Amortissement par articulation à friction fluide

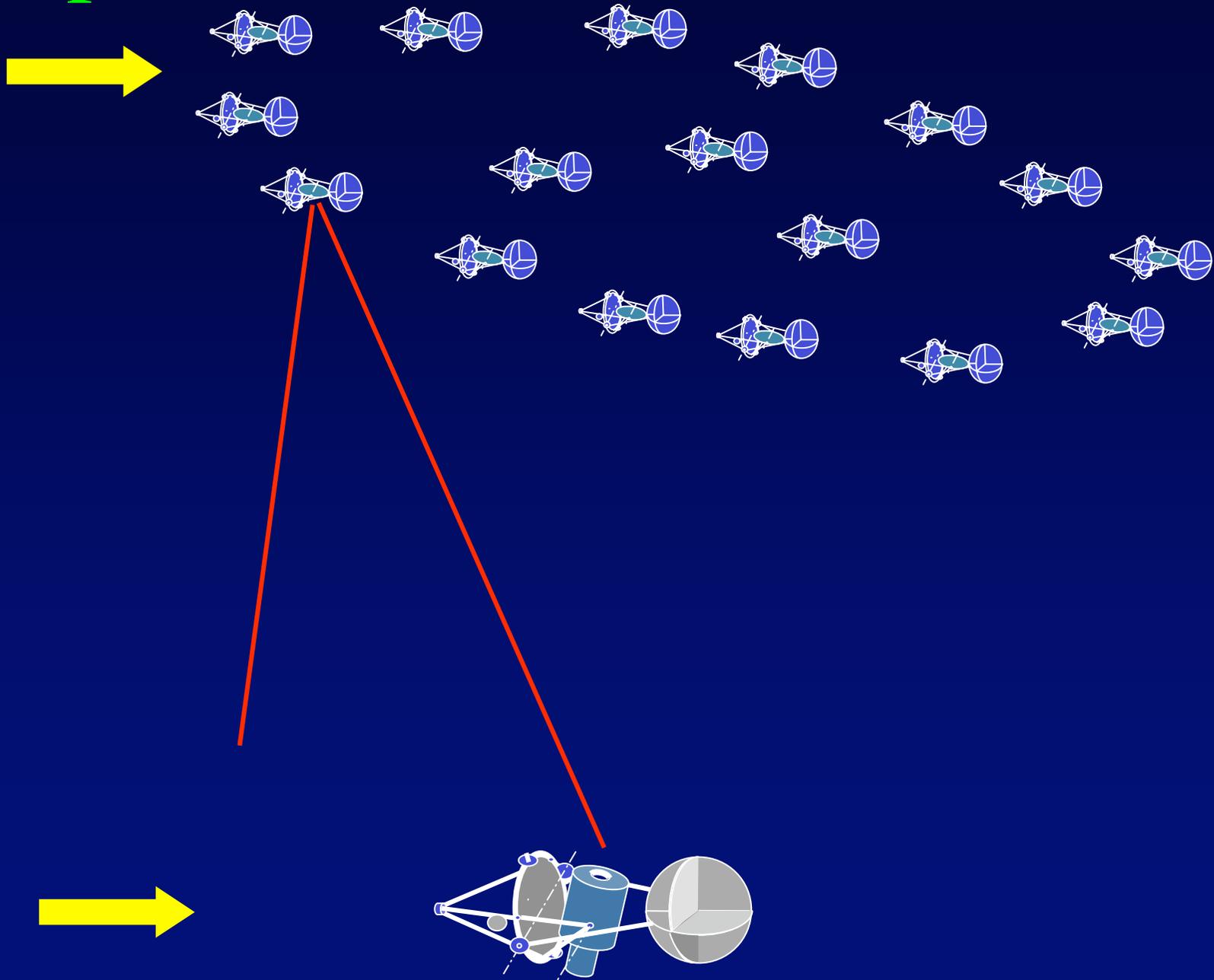


Déploiement: poule et poussins

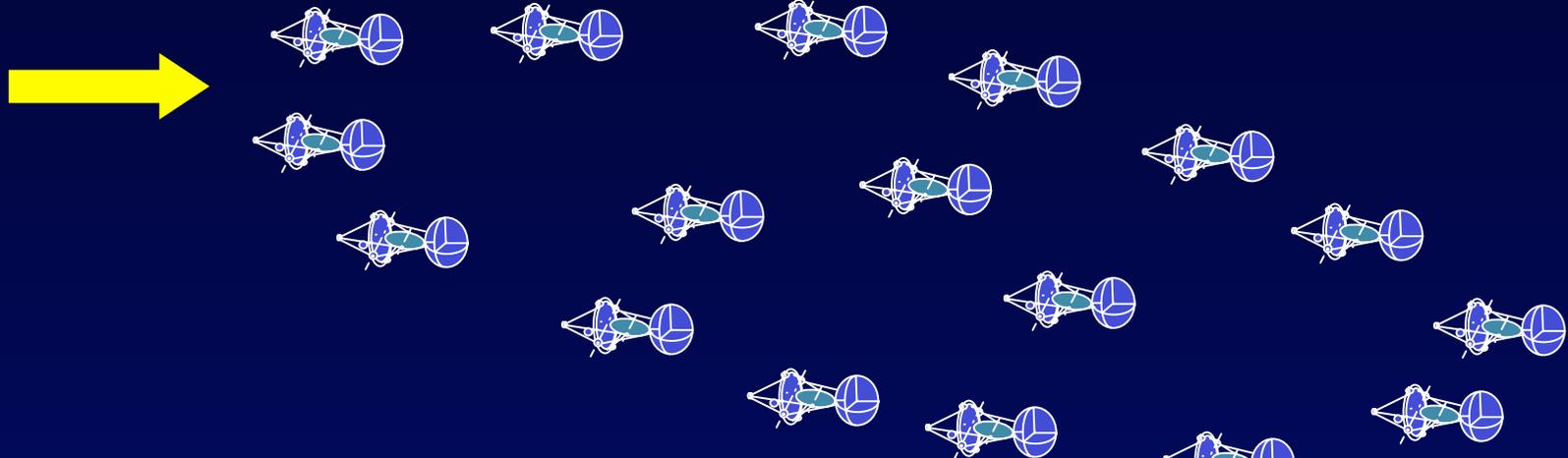


- Le satellite focal porte les satellites « miroirs », plus petits
- puis les éjecte à vitesse faible

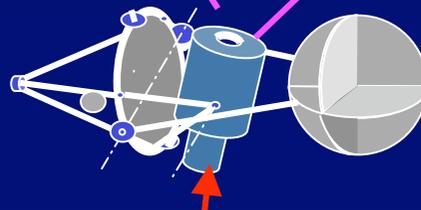
Déploiement



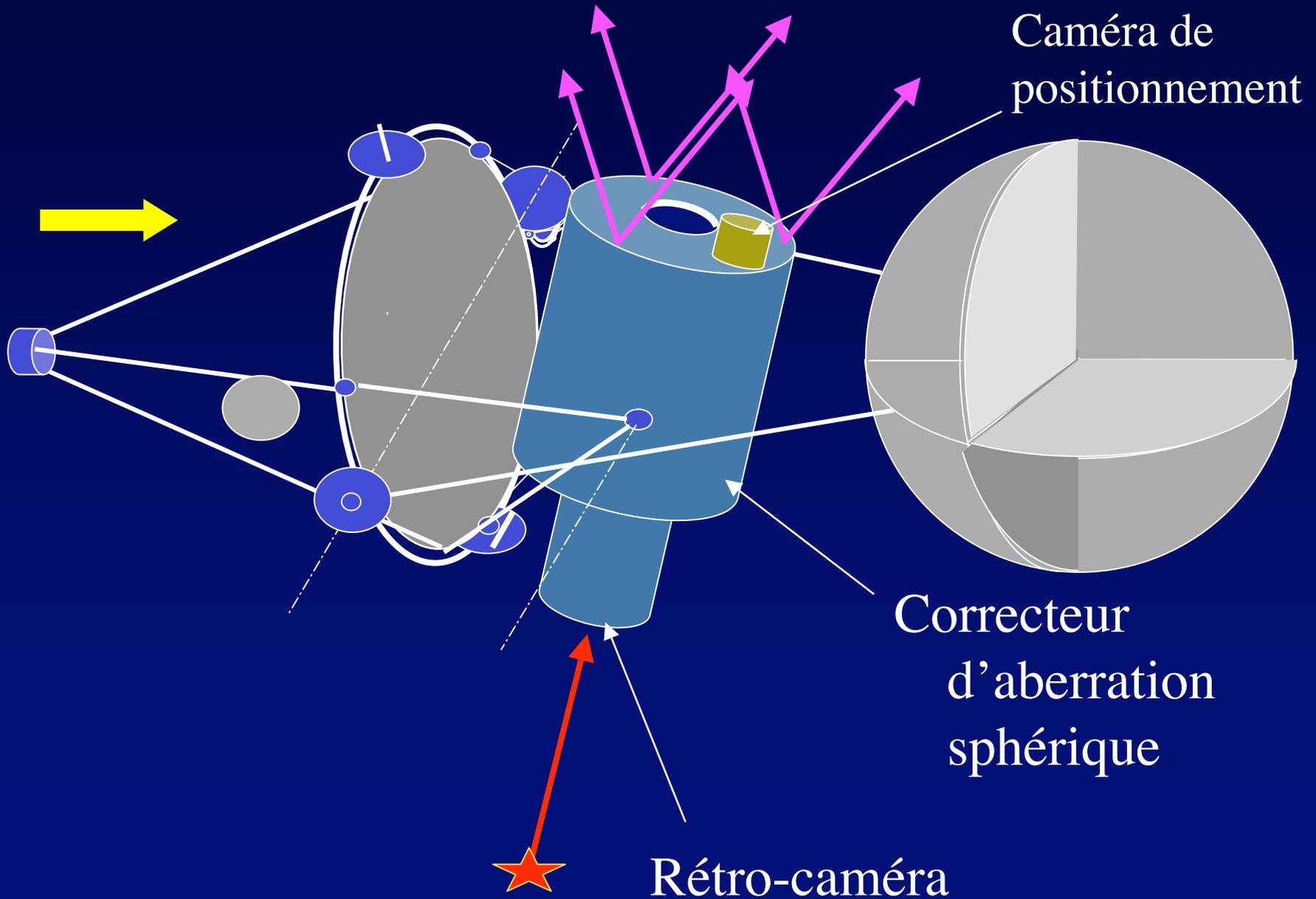
Positionnement et pointage



- Caméras et source laser dans l'optique focale
 - Positionnement transverse
 - Distances mesurées par impulsions laser rétro-réfléchies
- Orientation des miroirs M1:
 - Par reconnaissance des étoiles focalisées sur la caméra focale d'acquisition



Optique focale



Conclusions

- Une mission de vérification technique peut être faite avec de très petites ouvertures (15-30 cm)
- Orbite géostationnaire ou L2 de Terre-Soleil
- Faisable avec les techniques disponibles
- Faible coût