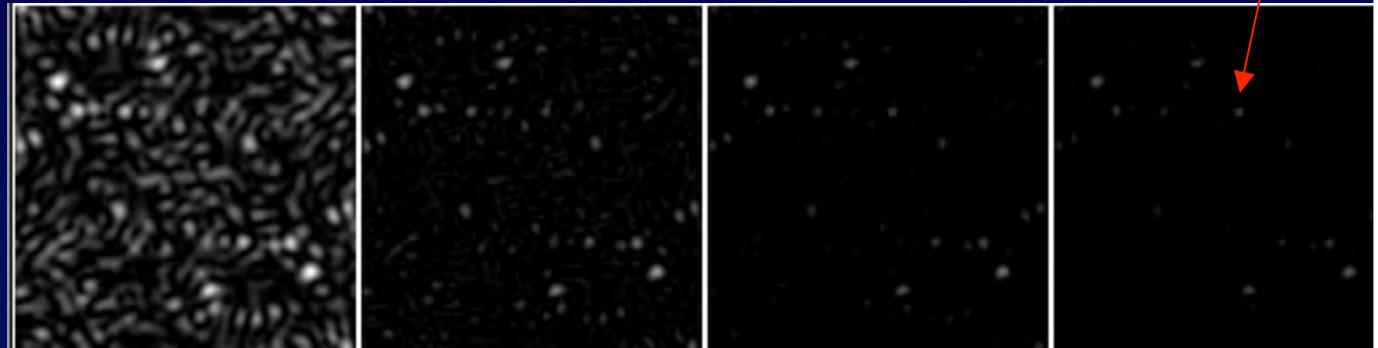


Aujourd'hui, à 15h et 17h30:

Un coronographe actif à plusieurs étages pour la recherche d'exo-Terres



Séminaire à 16h15:

Anthony Boccaletti (Observatoire de Paris-Meudon)

“ Coronographe du Next-Generation Space Telescope ”

Demain:

15h **Couplage d'un hypertélescope avec un " Extremely Large Telescope "**

Séminaires:

16h15

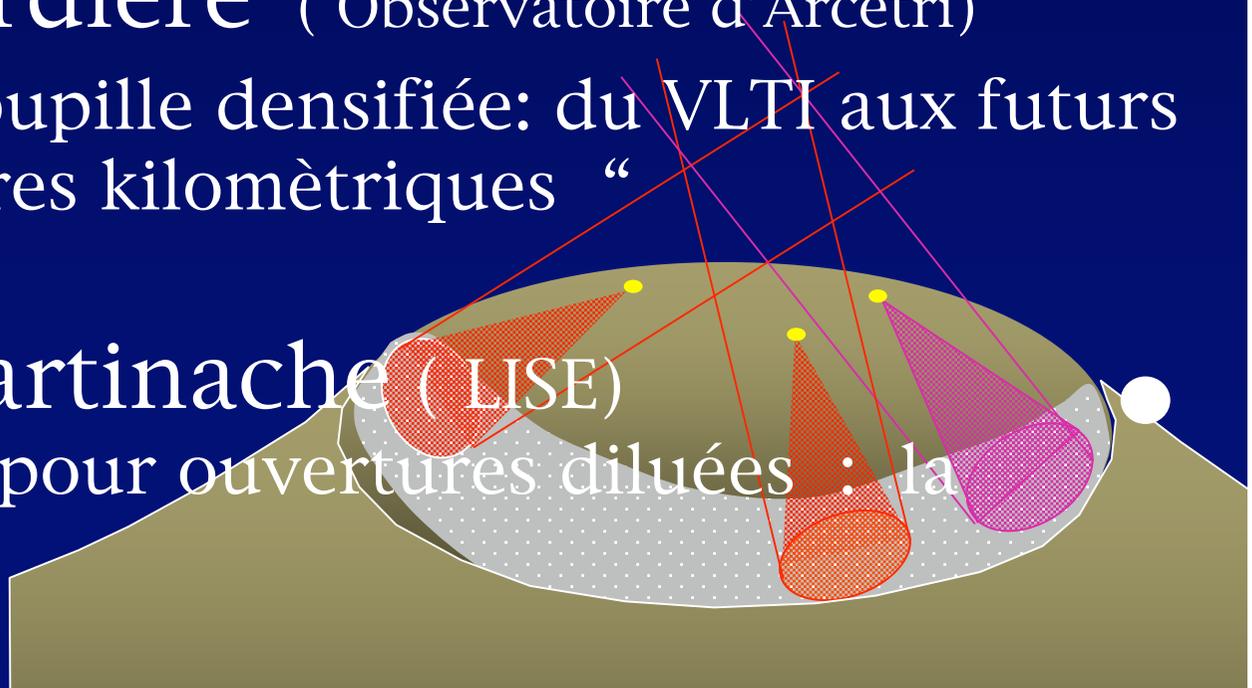
Olivier Lardière (Observatoire d'Arcetri)

"Imagerie à pupille densifiée: du VLTI aux futurs interféromètres kilométriques "

17h30

Frantz Martinache (LISE)

" Analyse d'onde pour ouvertures diluées : la méthode Colibri "



Exo-planètes.... ça existe

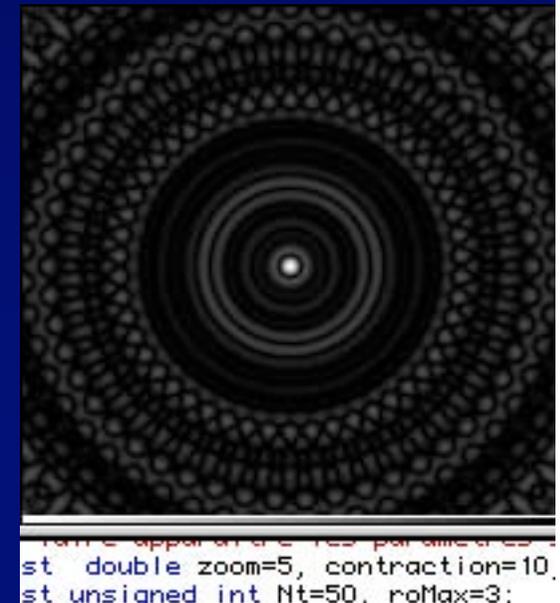
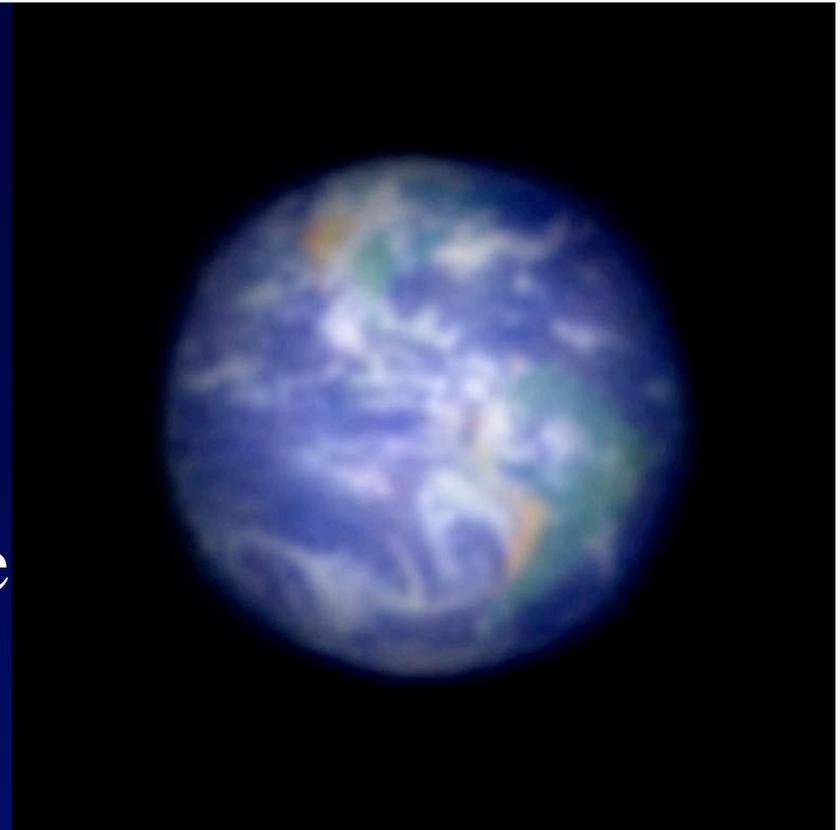


Artist's View of Planet around the Star HD 209458

NASA and G. Bacon (STScI) • STScI-PRC01-38

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** ?

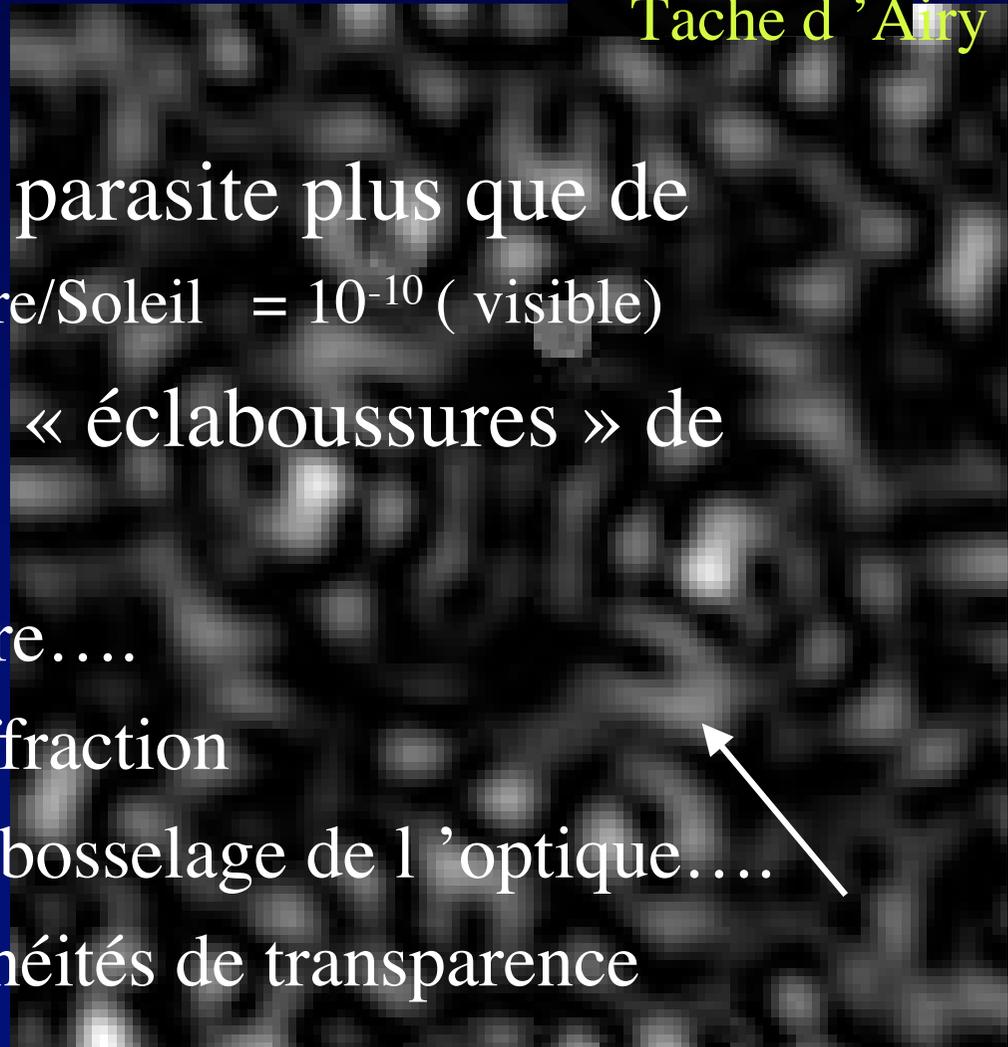


Voir les planètes d 'étoiles



Tache d 'Airy

- un problème de lumière parasite plus que de résolution : $\text{contraste Terre/Soleil} = 10^{-10}$ (visible)
- Éliminer de l 'image les « éclaboussures » de lumière de l 'étoile
 - Masquer l 'image stellaire....
 - et ses anneaux de diffraction
 -et la contribution du bosselage de l 'optique....
 -et celle des hétérogénéités de transparence



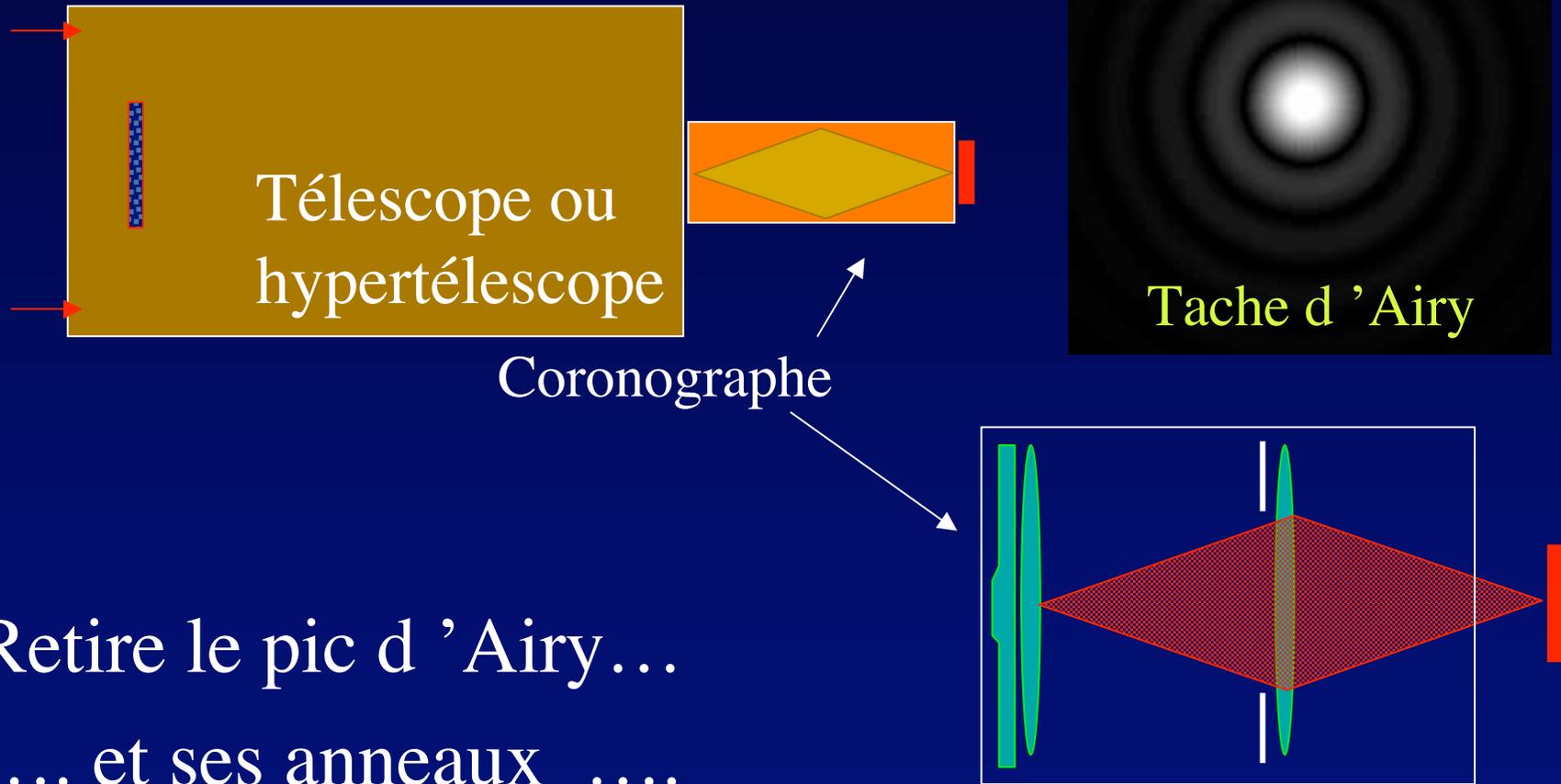
Pourquoi la coronographie ?

- Voir le faible près du brillant:
 - Couronne solaire (Lyot, 1950 « Flammes du Soleil »)
 - Disques circumstellaires (Lagrange et al.) et enveloppes
 - Exo-planètes
 - environnement d 'objets ponctuels : pulsars, noyaux actifs de galaxies, sursauts gamma

Comment ?

- Nettoyer les « éclaboussures diffractives » de lumière
- En corrigeant
 - Les imperfections de l'optique
 - ou de l'atmosphère
 - Et la diffraction par les bords d'une optique parfaite : anneaux d'Airy

Principe de la coronagraphie



- Retire le pic d'Airy...
- et ses anneaux
- Sans affecter la planète

Histoire de la coronographie

....depuis la visière pare-soleil

- Bernard Lyot (ca. 1950) : masque l 'image et la pupille
 - couronne solaire
- Résultats préliminaires sur des étoiles avec télescopes adaptatifs:
 - Clampin et al., Lagrange, Mouillet et al.
- Récentes avancées théoriques
 - Roddier et al., Gay et al., Rouan et al., Aime & Soummer, etc...

Evolution récentes de la coronographie

- Roddier & Roddier : masque de phase
- Gay et al. : Coronographe Interférentiel Achromatique
- Rouan et al.,: masque à 4 quadrants
- Aime & Soummer : coronographe apodisé
« prolate »
- achromatisation
- Malbet et Shao: « trou sombre »
- « speckles noirs »

Cas d'une optique parfaite: noircir l'image stellaire, avec ses anneaux de diffraction



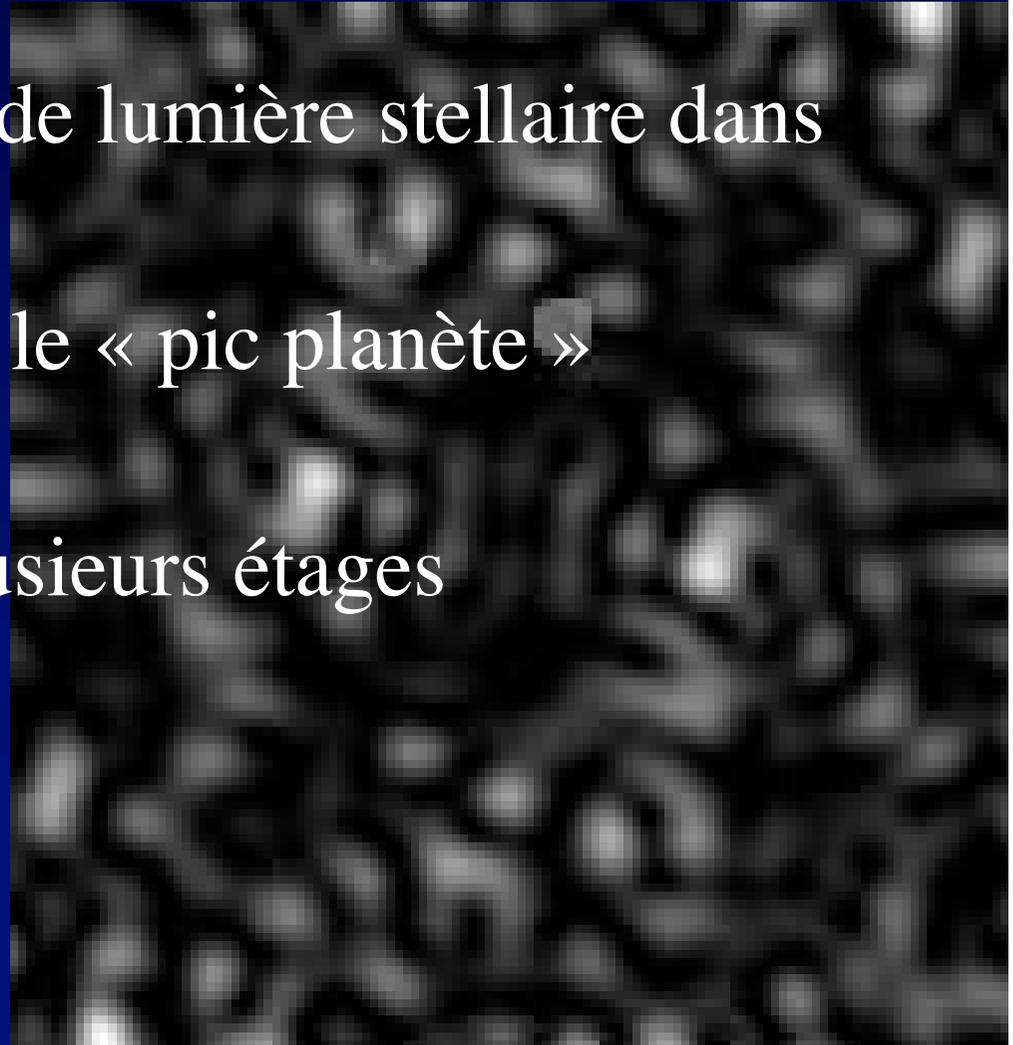
- 1- en adoucissant la transition au bord de l'ouverture: « apodisation »
 - Perte de lumière, et de résolution
- 2- en reprenant l'image focale (Lyot, Roddier, Rouan, Soummer)
- 3- par interférence avec séparatrice (J.Gay)

Cas d 'une optique parfaite:

- Noircissement complet possible avec légère apodisation et coronographe Lyot ou Roddier (Aime et Soummer 2002)
- Voie intéressante

Mais l'optique est inévitablement bosselée ...

- ... ce qui crée un résidu de lumière stellaire dans l'image 
- Le retirer sans dégrader le « pic planète »
- Une proposition : coronographe actif à plusieurs étages



Résidu causé par le bosselage de l'onde :

Formule de Maréchal

Pic/halo

$$G = N / \sigma^2$$

Nombre de bosses

Erreur de phase

- Exemple: à $\lambda = 500\text{nm}$, $G = 25$ millions pour 1000 bosses d'amplitude 0,12 nm



Au sol:

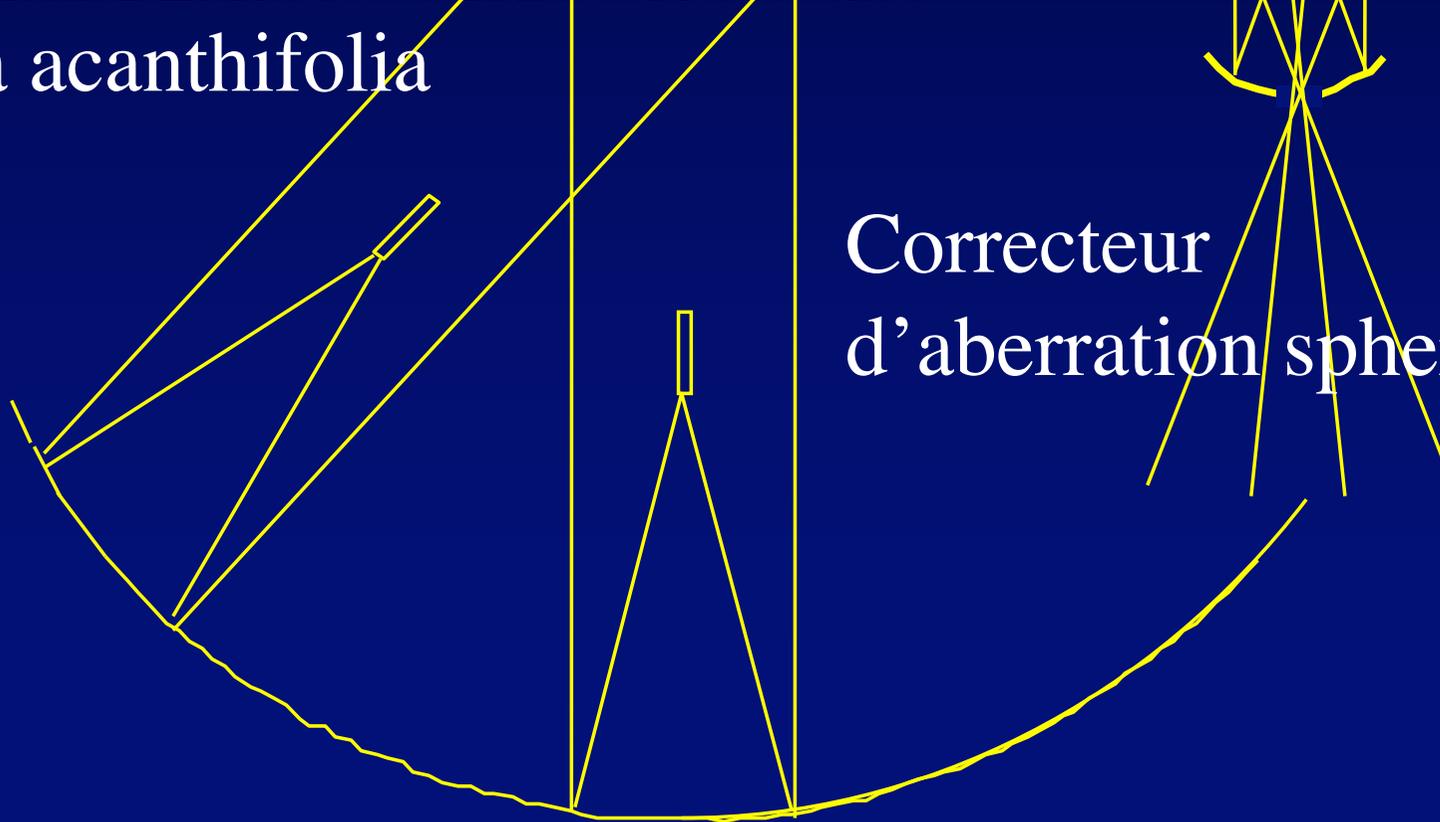
étude VLT-Planet Finder en cours

- Correction adaptative très poussée de l'atmosphère:
 - Nombreux actuateurs, rapides
- ... en attendant:
 - GENIE: plusieurs télescopes, atténuation par séparatrice (Bracewell 1978)
 - coronographe VIDA: imagerie directe



CARLINA
hypertélescope
au sol

Carlina acanthifolia



Correcteur
d'aberration sphérique