

# Interprétation des données photométriques et spectroscopiques IR d'exoplanètes enregistrées avec l'instrument SPHERE sur le VLT.

Jean-Loup Baudino

Sous la direction de :

Bruno Bézard et Anthony Boccaletti

Au LESIA, à l'Observatoire de Paris

Avec un financement du Labex ESEP



# Activités

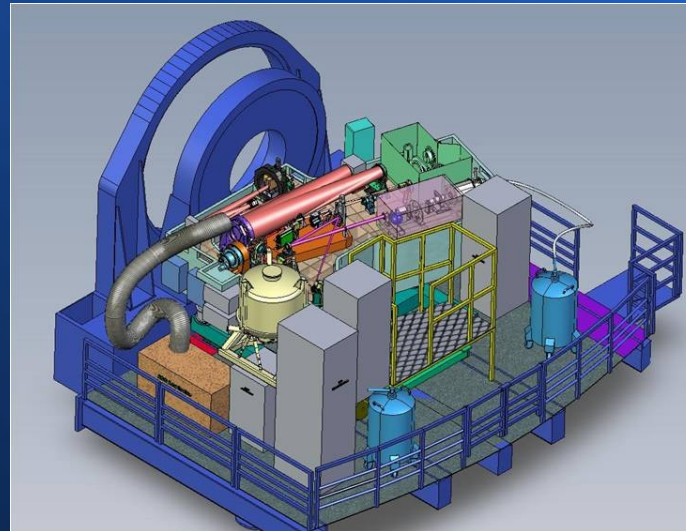
- Réduction de données d'imagerie directe
- Interprétation
  - Développement d'un modèle d'atmosphère radiatif/convectif
  - Comparaison modèle/observations
- Cours sur l'imagerie directe dans le cadre des « Sciences pour les Exoplanètes et les Systèmes Planétaires »

# SPHERE

## Spectro Polarimetric High contrast Exoplanet REsearch

### Caractéristiques :

- instrument pour le Very Large Telescope (ESO, Chili)
- imagerie directe des planètes extra-solaires
- caractérisation spectrales et polarimétriques des planètes géantes



### Consortium SPHERE

### Instrumentation :

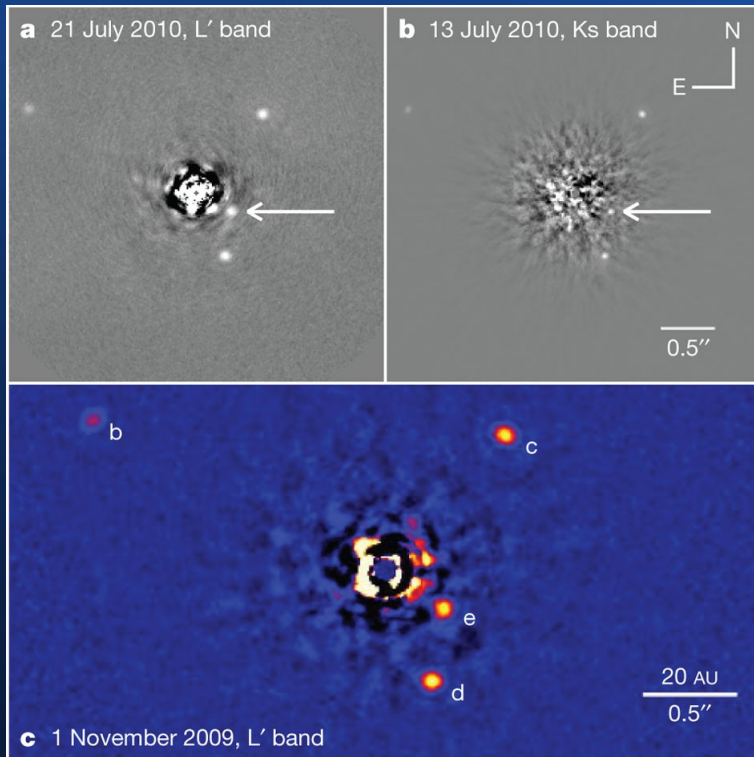
- optique adaptative extrême
- coronagraphie
- imagerie différentielle spectrale, polarimétrique et angulaire

### Cibles :

- étoiles jeunes ( 10-100 millions d'années) pour observer des planètes récemment formées
- cibles observées par vitesse radiale, donc avec orbite connue
- étoiles brillantes proches, car possible chauffage de la planète

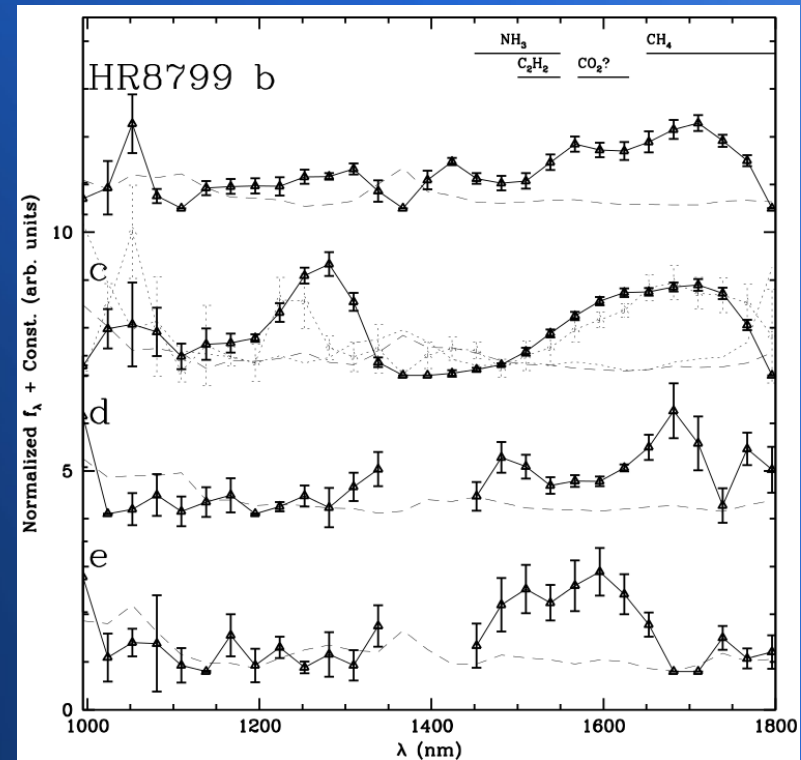


# Résultats d'Imagerie directe



*Marois et al. Nature 2010*

Photométrie



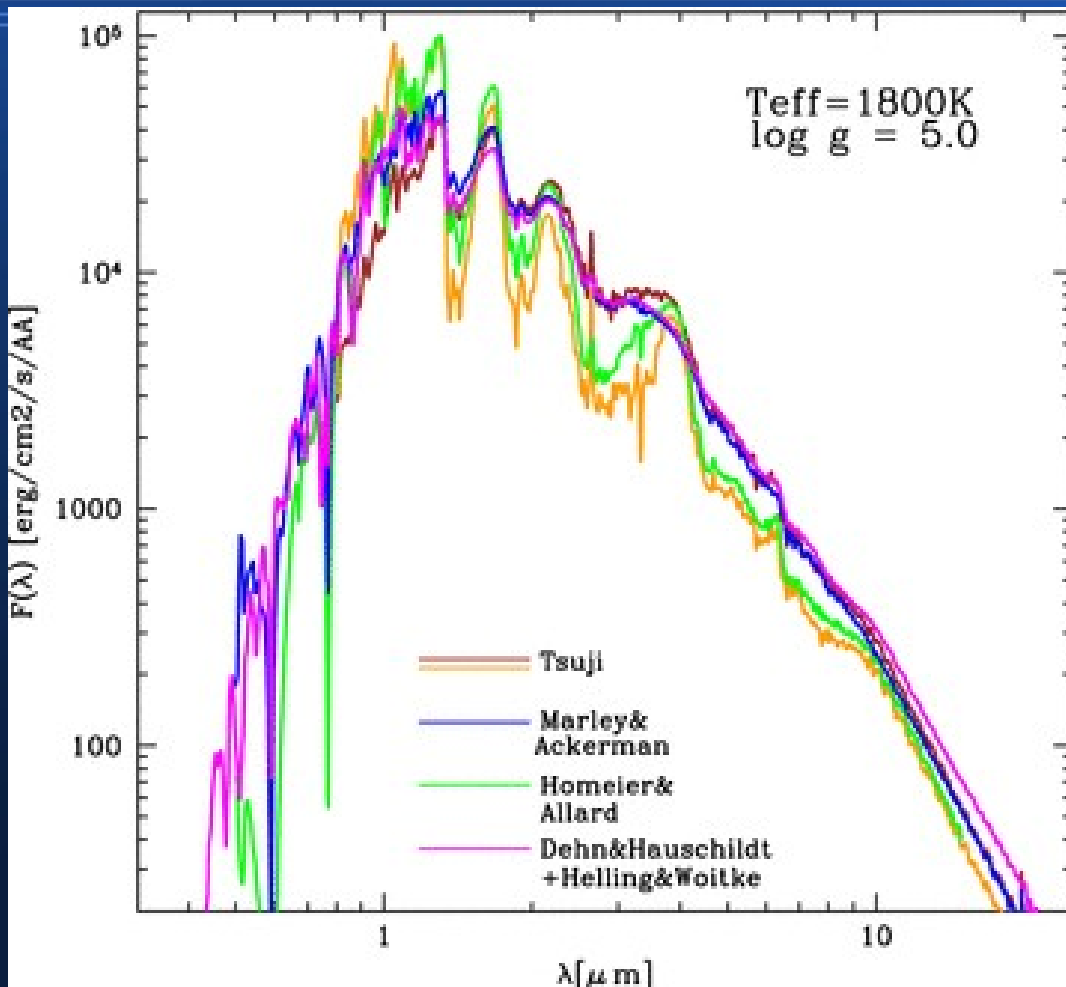
*Oppenheimer et al. 2013*

Spectroscopie

# Cibles

- Jeunes (quelques millions d'années)  
exoplanètes géantes
- A longues périodes orbitales
- Des objets chauds (d'une température effective d'environ 1000K)
- « Facilement » séparables de leur étoiles hôtes

# Poussières et nuages



*Helling et al. MNRAS 2008*

**Important :**

Présence de poussières,  
De nuages

Grande diversité de modèle

Nuages et poussières

Divers structures nuageuses,  
Composition chimique,  
Et processus microphysiques

# Notre modèle

R, Teff, g

Modèles d'évolutions,  
Mesures (Vélocimétrie radiale, ...)

## Modèle d'atmosphère :

- Équilibre radiatif/convectif
- Équilibre Thermo-chimique
  - opacités :  
K-corrélé : H<sub>2</sub>O, Na, K, CH<sub>4</sub>,  
CO, TiO, VO, NH<sub>3</sub>  
continuum H<sub>2</sub>-He  
nuages

Profils :  
- Température  
- Composition chimique

Transfert radiatif :  
Raie par raie

Avoir des listes de raies  
les plus  
complètes possibles !

A haute température !

Spectre  
Et Magnitudes

# Conclusions et prévisions

- Photométrie+spectroscopie / modèle =>  $T_{\text{eff}}$ ,  $R$ , composition chimique, profil de température
- Installation SPHERE courant de l'année
- Modèle comprenant la diffusion des nuages ?
- Ajouter d'autres molécules