

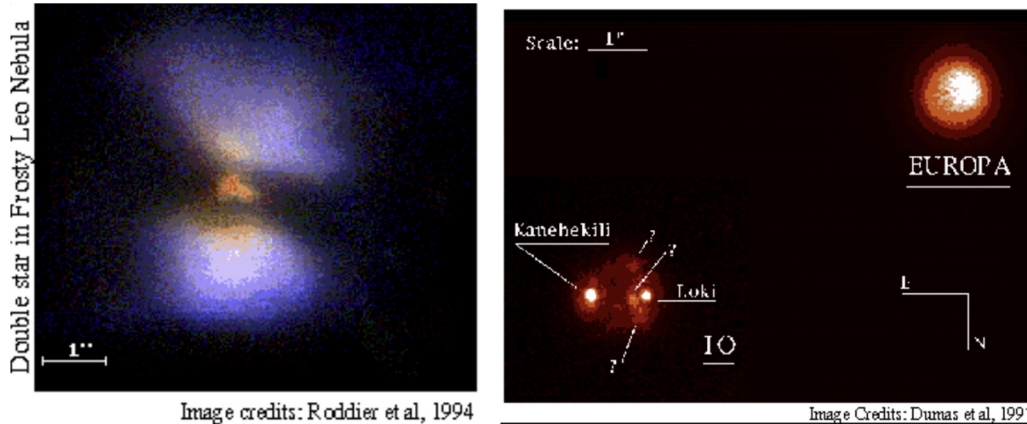
Optique Adaptative

Courbure, interférométrie, AGNs et exoplanètes

Optique Adaptative Courbure @ UH

Système courbure 13-éléments, sur une sous-ouverture de 1 mètre au CFHT (coude focus) avec control de tip/tilt & coma. Gain 4x Strehl avec control coma, 2.5x sans (D/Ro~4). Pas de miroir bimorph, PZT tip/tilt.

Système UHAO13 avec miroir bimorphe @ UH et UKIRT. Premiers résultats scientifiques.



Hokupa'a-36 on CFHT



François (centre), Buzz Graves (gauche), Malcolm Northcott (droite), Dan McKenna @ CFHT ~ 1991
Image credit: Buzz Graves

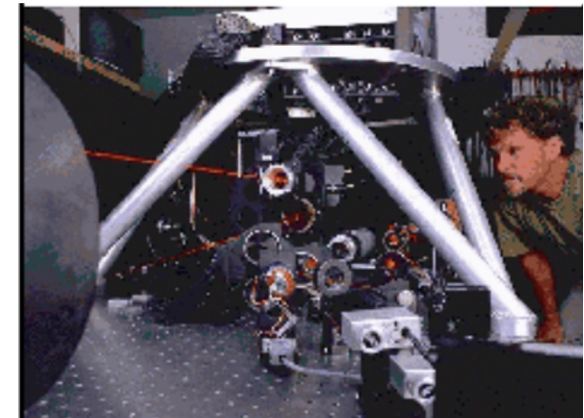
L'âge d'or de la courbure

Je commence a travaille avec François en 1998 (stage -> thèse 2002)

Migration du système de courbure Hokupa'a du CFHT a Gemini. Le système "sauve" le télescope Gemini Nord, qui n'avait pas d'autre instrument: l'instrument première lumière (Juin 1999) est un système d'optique adaptative très sensible, haute performance (pour l'époque).

D'autres misent aussi sur la courbure (Subaru AO36, Hideki Takami), Pueo @ CFHT (19 elements), MACAO 60-elem @ VLT, Hokupa'a-85 @ Gemini

François réalise le potentiel de **combiner optique adaptative avec l'interférométrie** (rôle dans le projet OHANA, proposition pour CHARA). Mon sujet de thèse (1999-2002) repose sur l'observation des galaxies hôtes de quasars ... avec l'optique adaptative ... et l'interférométrie (project OHANA). Hokupa'a est le seul système AO capable d'observer les quasars.

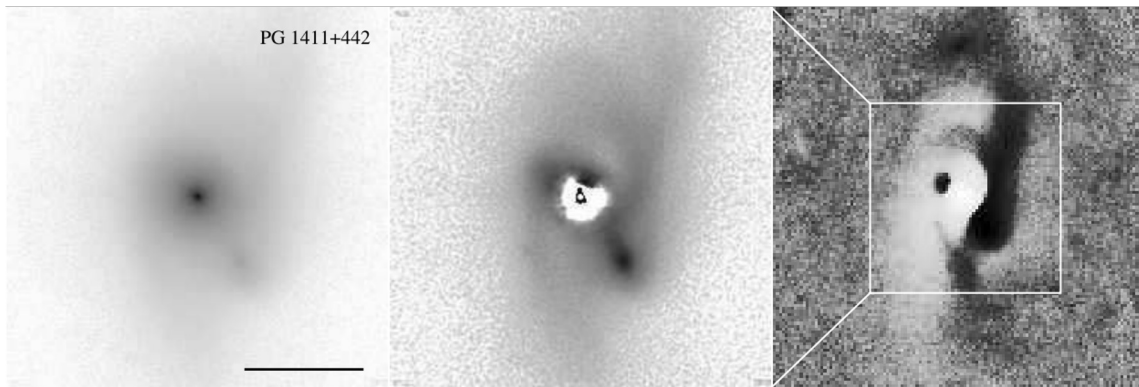


Buzz Graves inspecte
Hokupa'a-36

Hokupa'a @ Gemini N / Observations de Quasars

Le senseur de courbure est ultra-sensible et efficace de part son élégance, utilise des capteurs à comptage de photon (APDs) avec ~ 1 détecteur par mode.

Hokupa'a délivre la limite de diffraction jusqu'à $m \sim 16$



PG 1411+442 ($m_R \sim 14.5$) observed with Hokupa'a 36 @ Gemini N.
Left and center image size = $10'' \times 10''$

Mon introduction à l'imagerie à haut contraste.

Observation de 32 QSOs pour classifier leurs galaxies hôtes avec Hokupa'a-36 (Guyon et al. 2006)

Virage vers les exoplanètes - Coronagraphe a masque de Phase

En parallèle de son travail en optique adaptative, François développe de nouveaux concepts pour l'imagerie haut contraste des exoplanètes (coronagraphie et interférométrie). Propose **le coronagraphe a masque de phase (Roddier & Roddier 1997)**, combinant l'interférométrie destructive et la coronagraphie "a la Lyot" - une révolution (durable) en coronagraphie.

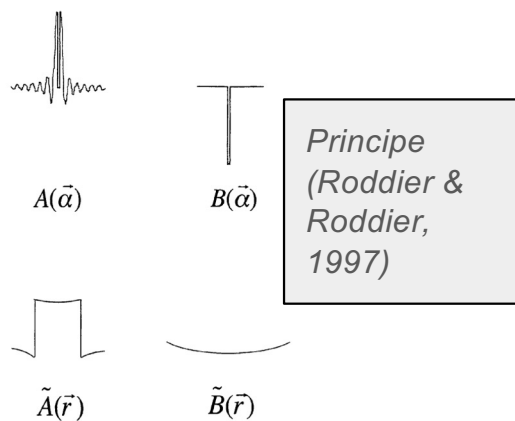
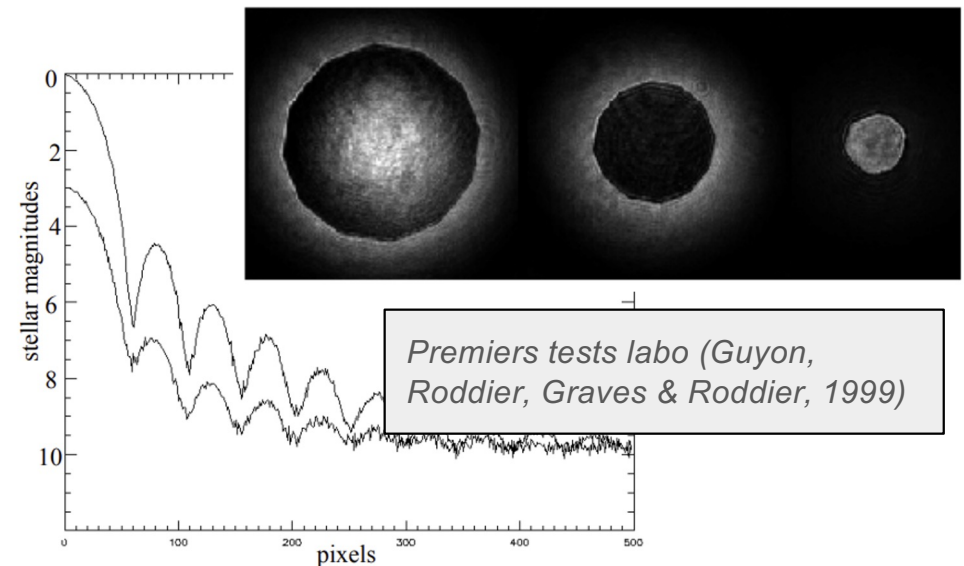


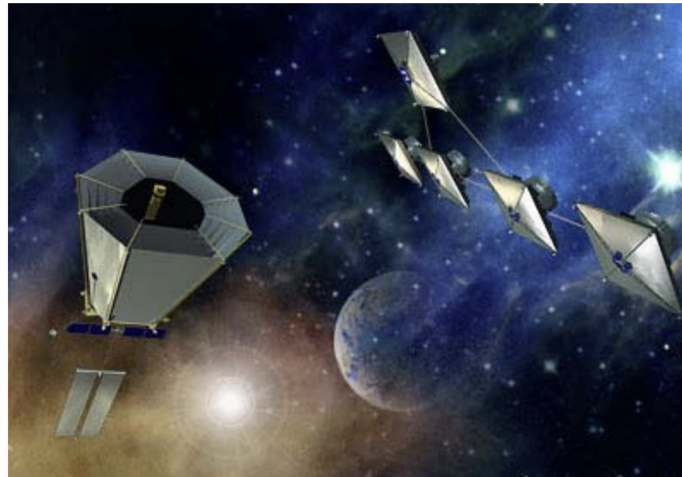
FIG. 2—Top row: sketches of the amplitude in the image plane. $A(\vec{\alpha})$: outside the mask. $B(\vec{\alpha})$: inside the mask. Bottom row: sketches of the amplitude in the pupil plane. $\tilde{A}(\vec{r})$: diffracted outside the mask. $\tilde{B}(\vec{r})$: diffracted inside the mask.

Le concept est l'origine d'une grande famille de coronographes haute performance (4-quadrants, vortex) ... j'en améliore la performance avec le coronagraph PIAACMC (un chapitre de ma thèse)



Virage vers les exoplanètes - Etude pour mission TPF

Combine l'hypertelescope (A. Labeyrie) avec la coronagraphie -> propose le concept pour la mission Terrestrial Planet Finder, **le concept hypertelescope Boeing-SVS**.



*A nulling wide field imager for
exoplanets detection and general
astrophysics*

Guyon & Roddier, 2002

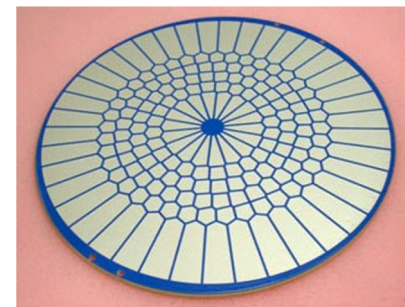
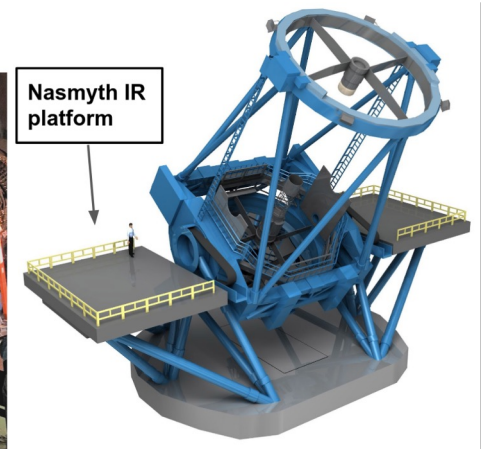
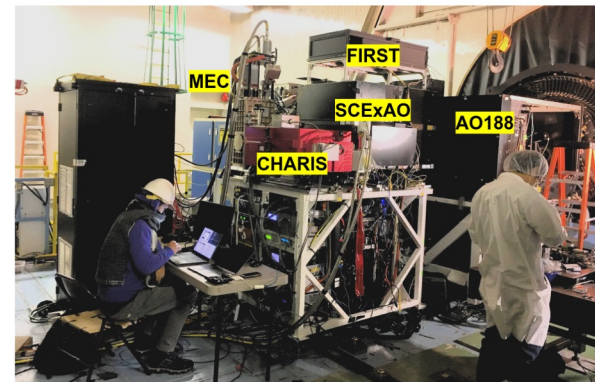
Le développement instrumental exoplanète est très actif, mais les projects OA CHARA et OHANA avancent lentement. François part en retraite (Janvier 2001), David Sanders devient mon co-directeur de thèse sur le thème galaxies hôtes de quasars. Pour moi, le détour vers les exoplanètes devient permanent !

Système courbure 188 éléments @ Subaru

Hideki Takami (AO36 @ Subaru) assemble une équipe pour construire un **système a courbure de 188 éléments** - très ambitieux pour l'époque. Je commence mon postdoc a Subaru en 2002 (pour 2 ans ... peut-être 3 ?).

Le système combine haute performance et haute sensibilité. Modes NGS+LGS.

Pourquoi ne pas mettre un coronographe sur l'AO188 a Subaru ? tests labo (financements NASA et Japon), puis système SCExAO, qui **combine la coronagraphie a masque de phase et l'optique adaptative a courbure**.

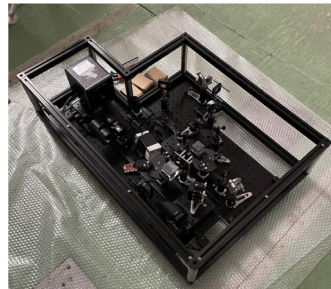


Renaissance de la courbure ?

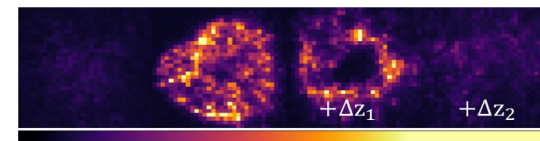
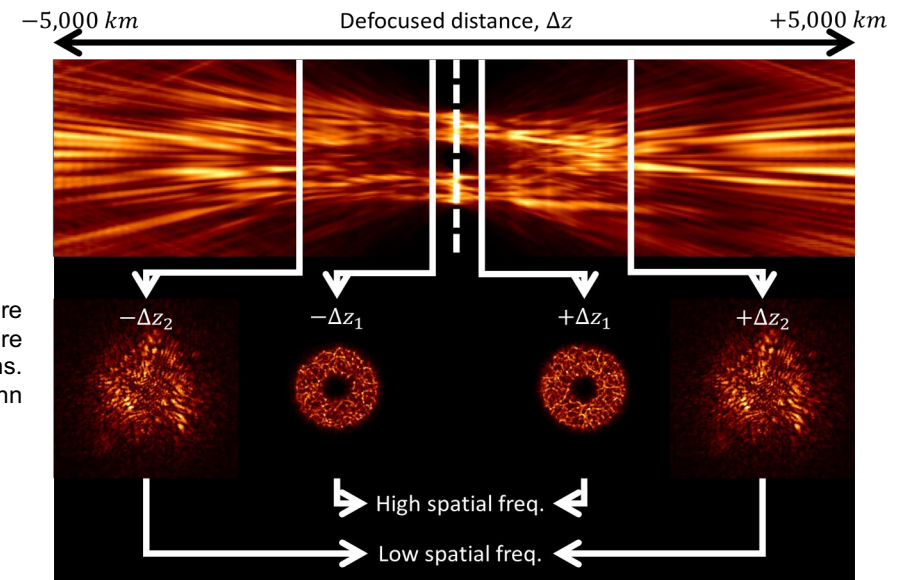
Après l'AO188, la communauté "abandonne" la courbure. Les systèmes haut ordre utilisent les senseurs Pyramide or SH. La raison fondamentale: pour un WFS linéaire a courbure, hauts ordres = images proches de la pupille -> perte de sensibilité pour les bas ordres.

La haute performance (ExAO) mise sur le senseur pyramide car il bénéficie de sa propre correction (PSF corrigée = gain en sensibilité). C'est aussi une caractéristique du senseur a courbure !

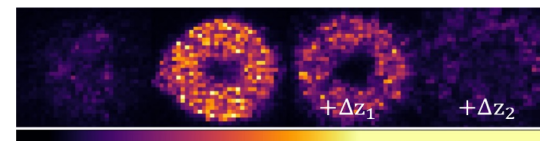
Grâce aux avances en puissance de calcul et algorithmes (AI), il devient possible d'utiliser des senseurs non linéaires -> **development nICWFS @ Subaru**



Principe courbure non-linéaire (nICWFS) a 4 plans.
Credit: K. Ahn



Loop OFF – WFS image (left), H-band PSF image (right)



Loop ON – WFS image (left), H-band PSF image (right)

