

L'Action Spécifique Haute Résolution Angulaire, renouvelée

« Maîtrise du front d'onde pour aller vers la limite de résolution »

Michel Tallon & Olivier Chesneau

Les thématiques de l'ASHRA

• Optique adaptative

- Recherche : [algorithmes de commande](#), [codes simulations](#), optique auto-adaptative
- R&D:
 - [Canary](#) (WHT)
 - banc OA LAM, banc SESAME (LESIA), banc Mach-Zehnder (CRAL)
 - composants
- Instruments en construction : SPHERE/VLT (première lumière fin 2013)

• Interférométrie optique

- Recherche : reconstruction d'image (polychromatique), concepts de recombinaison
- R&D: hypertélescope (Carlina, Carlina-Ubaye, banc SIRIUS), interférométrie annulante (PERSEE), transport fibré (OHANA), composants
- Instruments en construction : [MATISSE/VLTI](#), [GRAVITY/VLTI](#), suiveur de frange (FT2G/VLTI)

• Imagerie à haut contraste (→ exoplanètes)

- Recherche : [maîtrise speckles statiques](#), coronographes, algorithmes de détection
- R&D : bancs Très Haute Dynamique (LESIA, IPAG, LAM)
- Instruments en construction : [SPHERE/VLT](#), [EPICS/ELT](#)

• Turbulence atmosphérique (transversal)

- Recherche : méthodes de mesures
- Etudes de site

• Traitement du signal (nouvelle thématique transversale)

- cf Eric Thiébaud

Coordination toujours plus nécessaire !

- spécialisation
- instruments / enjeux toujours plus grands

Nouveau Conseil Scientifique

Pierre Baudoz

Alain Chelli

Olivier Chesneau

Vincent Coudé du Foresto

Kjetil Dohlen

Emmanuel Hugot

Vincent Michau

David Mouillet

Marc Ollivier

Romain Petrov

Gérard Rousset

Michel Tallon

Eric Thiébaud

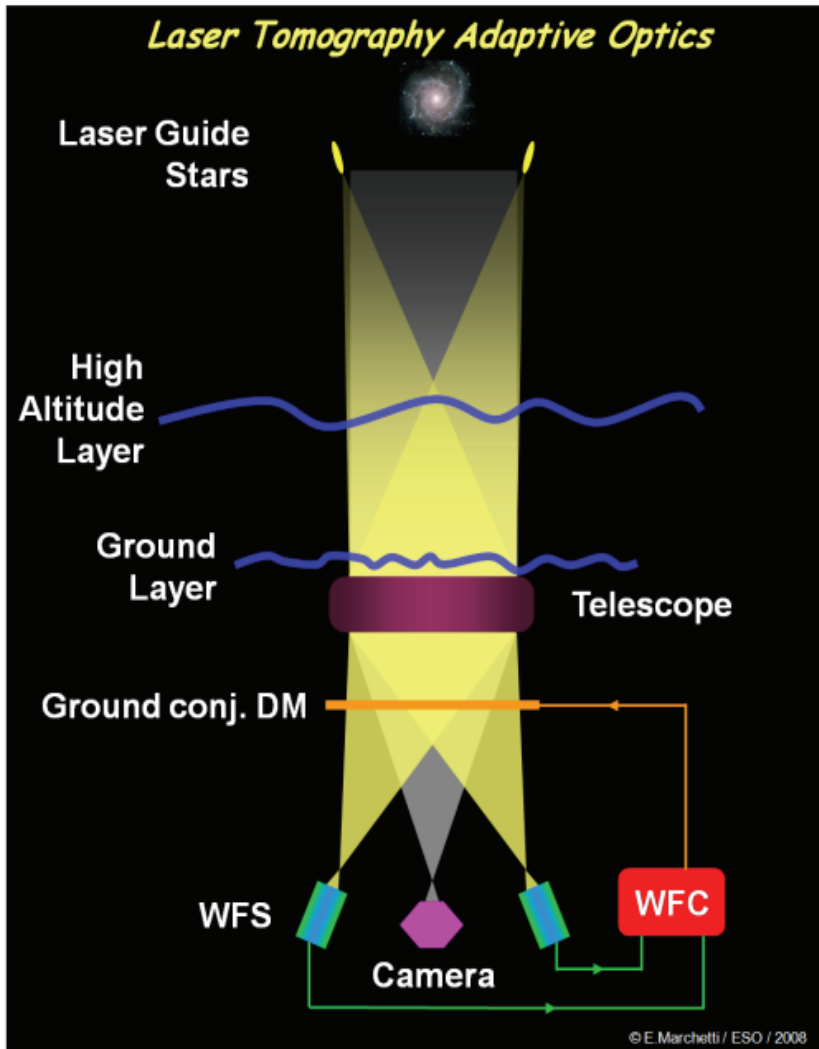
	OA	interf	ITHD	TS	
LESIA			■		
IPAG		■		■	JMMC
OCA		■			président du CS
LESIA		■			
LAM			■		+optique
LAM			■		+optique
ONERA	■				
IPAG			■		
IAS		■			+espace
OCA		■			
LESIA	■				
CRAL	■	■			directeur ASHRA
CRAL		■		■	

- ~moitié du CS renouvelée
- représentation équilibrée des thématiques et des laboratoires
- Précédents directeur/président : Denis Mourard / Guy Perrin

Quelques points

- Questions ouvertes
- R&D
- Instruments en construction
- Retombées

Questions ouvertes : tomographie atmosphérique



© E. Marchetti/ESO/2004

ATLAS / E-ELT

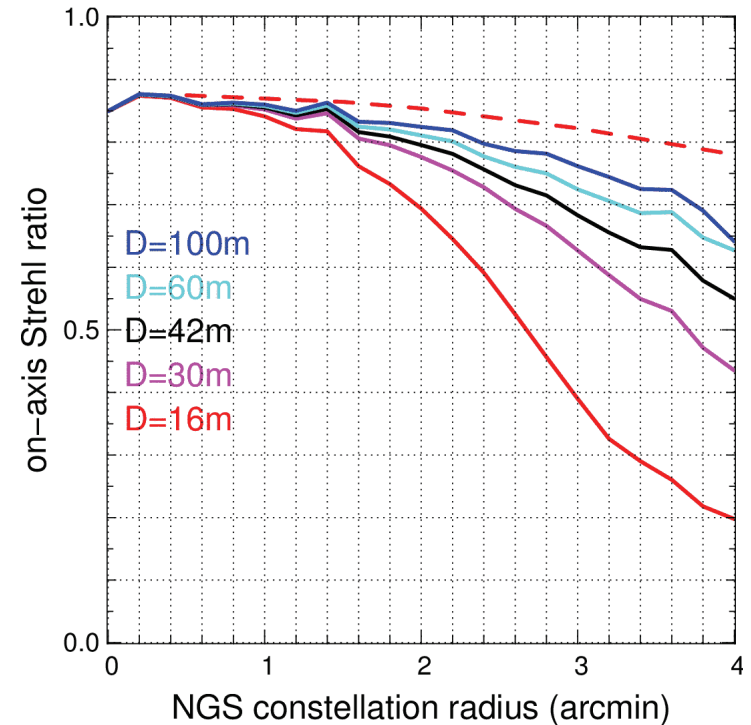
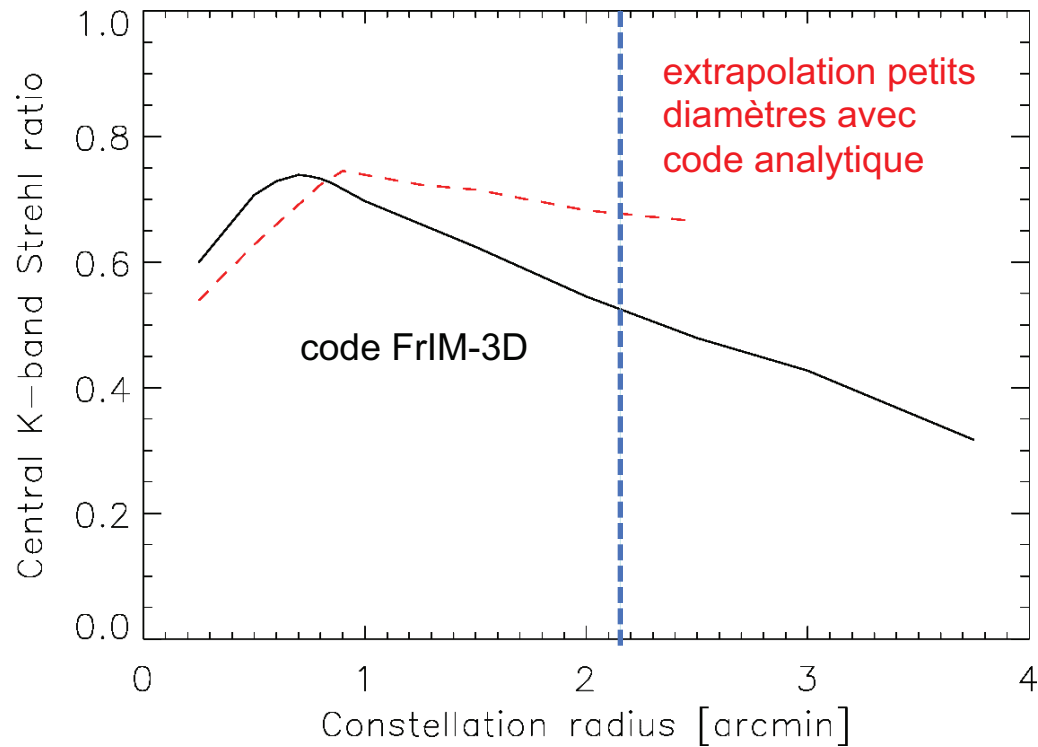
- **LTAO**: Laser Tomography Adaptive Optics
 - Correction avec miroir déform. du télescope (~85 x 85 actuateurs)
- Objectifs
 - Strehl > 50% sur l'axe en K
 - Couverture du ciel > 60%
 - **Champ dégagé > \varnothing 30"**
 - 0.5 - 13.5 μ m (pour différents instruments)
- Instruments
 - HARMONI



Advanced Tomography
with Laser for
AO systems

ONERA, LESIA, GEPI,
UK-ATC (+ LAM)

Questions ouvertes : tomographie atmosphérique



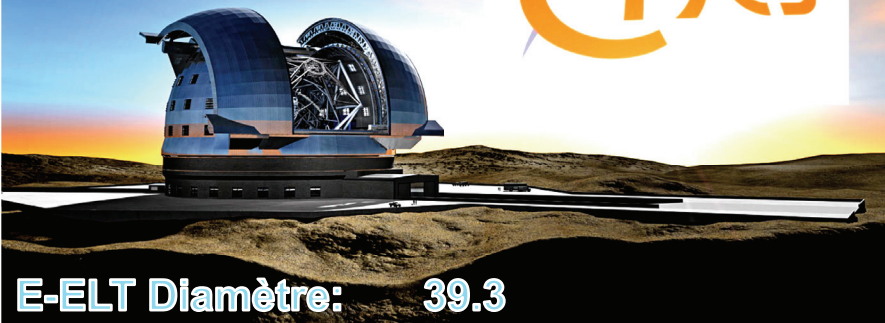
- Code FrIM-3D pour recherche sur commande rapide
=> simulations end-to-end possible (2011)



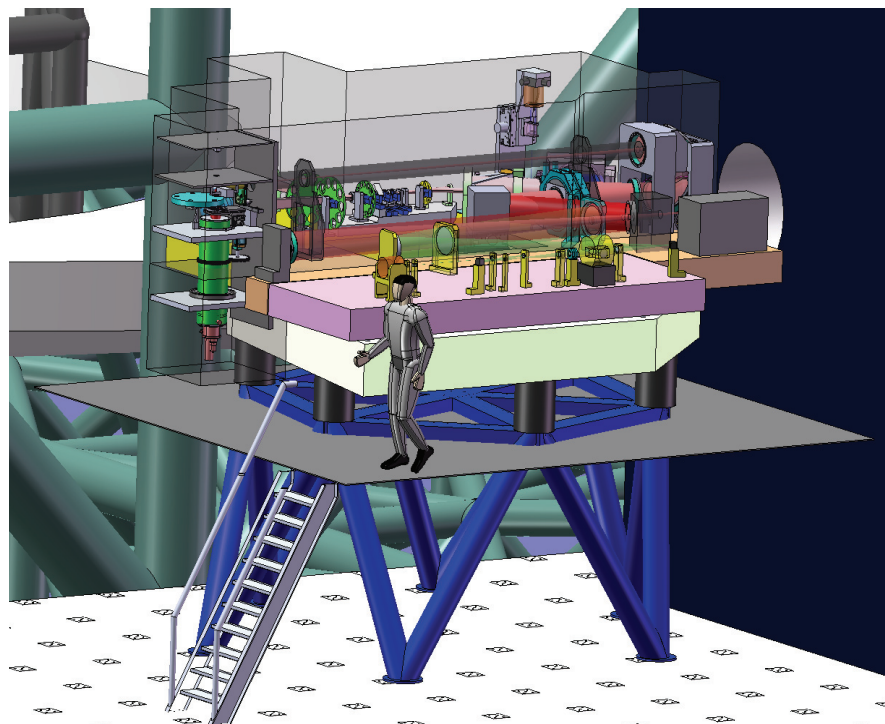
Questions ouvertes : imagerie haute dynamique

EPICS = chasseur de planètes de l'E-ELT

- Objectifs (limités à l'OA ici)
 - 0.95 - 1.65 μm
 - Strehl > 90% en H
 - Minimiser le halo autour de l'image de l'étoile
 - < 10^{-5} @ 20 mas [$\lambda=1350\text{nm}$]
 - < 10^{-6} @ 700 mas [$\lambda=1350\text{nm}$]
- 2008-2010: étude conceptuelle (phase A)
- Conclusions :
 - Construction pas avant 2022
 - selon maturité
 - Pour les 10 ans à venir :
 - R&D technologique : ex. composants OA
 - Mais aussi recherche, concepts



E-ELT Diamètre: 39.3



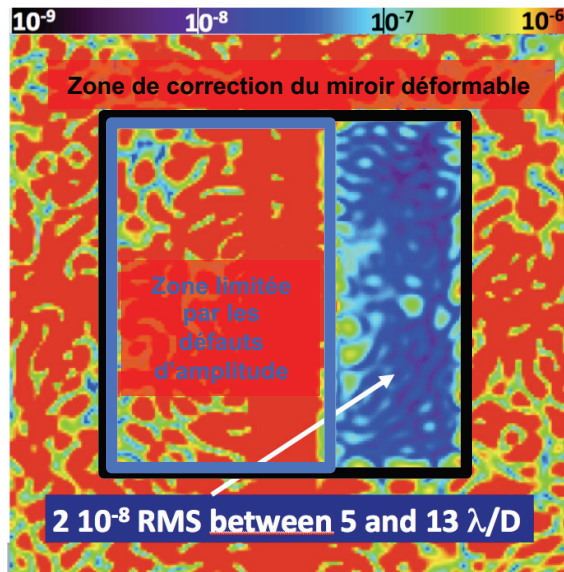
Vue d'EPICS sur la plateforme Nasmyth

Questions ouvertes : imagerie haute dynamique

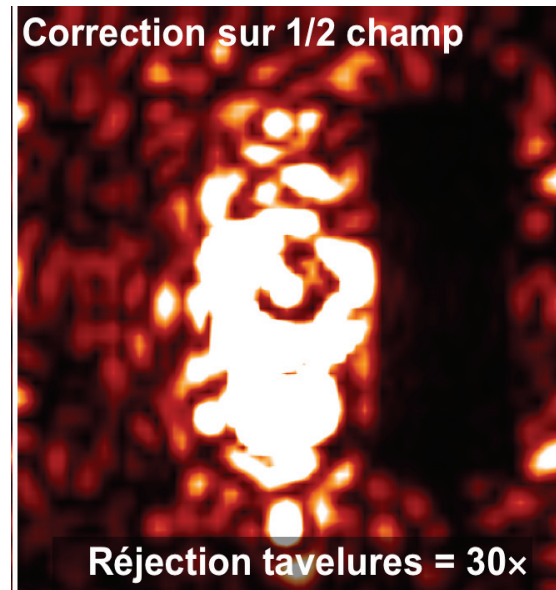
- Recherche, concepts :
 - Méthodes d'analyse de front d'onde dédiées au grand contraste sur ELT
 - Un défi majeur : la *calibration des tavelures persistantes*

Banc SCC au LESIA: étude d'une méthode de correction basée sur la cohérence des tavelures

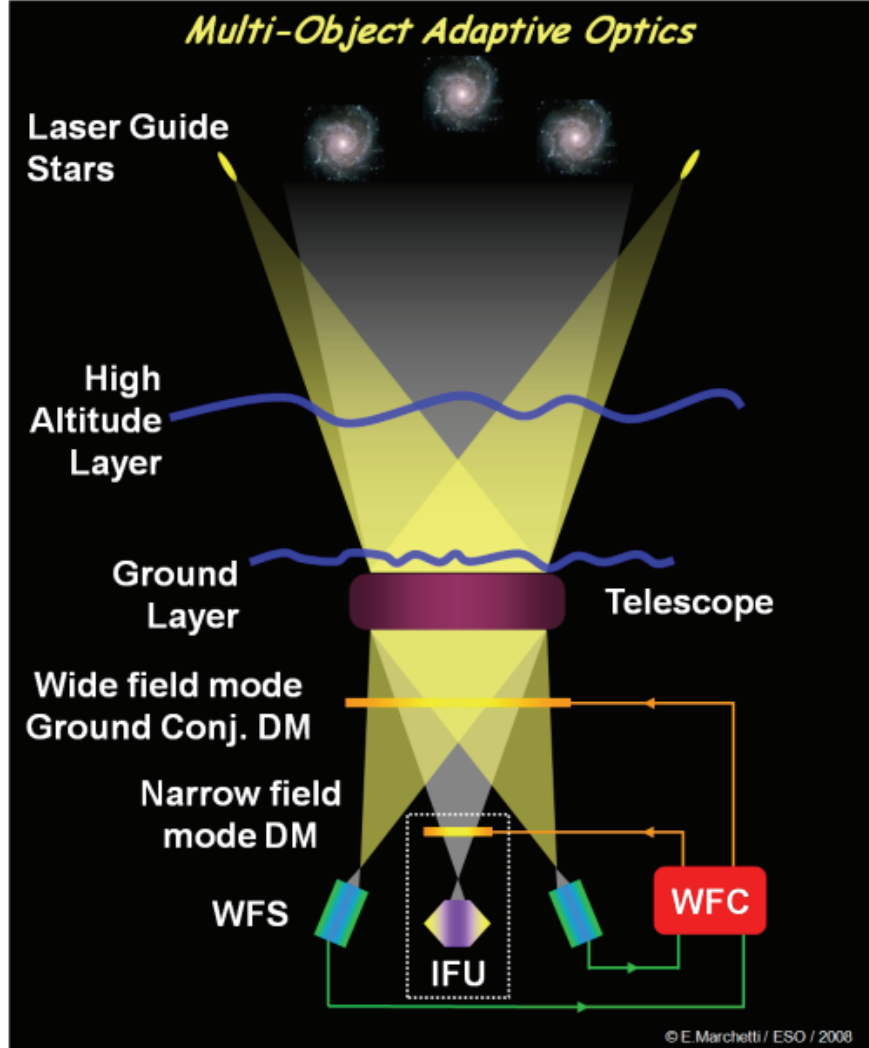
Banc FFREE à l'IPAG: étude de l'impact des erreurs d'amplitude sur la correction des tavelures



Résultats monochromatiques ($\lambda= 635$ nm)



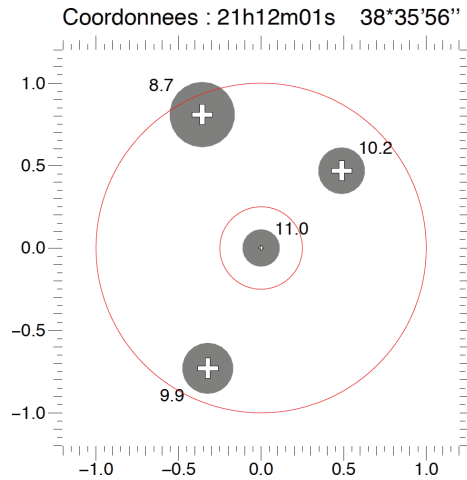
R&D : expérience CANARY



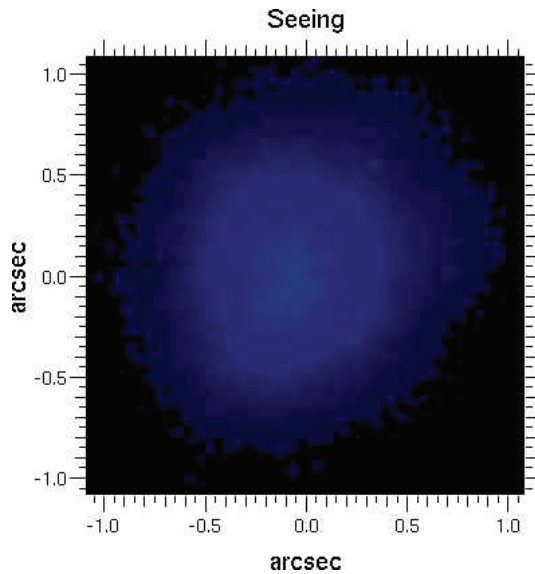
© E. Marchetti/ESO/2008

- Optique adaptative multi-objets (MOAO)
 - Corriger dans quelques directions d'un champs ($> \varnothing 5'$)
 - *boucle ouverte*
 - Mais mesurer dans d'autres directions (\Rightarrow tomographie)
- CANARY : premiers tests sur le ciel du principe
 - Télescope William Hershell (4.2m)
 - Université de Durham (UK) et LESIA + collab. UK ATC, GEPI, LAM, ONERA
- Objectif : maîtrise du principe pour EAGLE / E-ELT
 - $> 30\%$ énergie d'un point source dans $75 \times 75 \text{ mas}^2$
 - 20 champs $\sim 1.7'' \times 1.7''$ corrigés dans $> \varnothing 5'$
 - Couverture du ciel maximale
 - $0.8 - 2.4 \mu\text{m}$

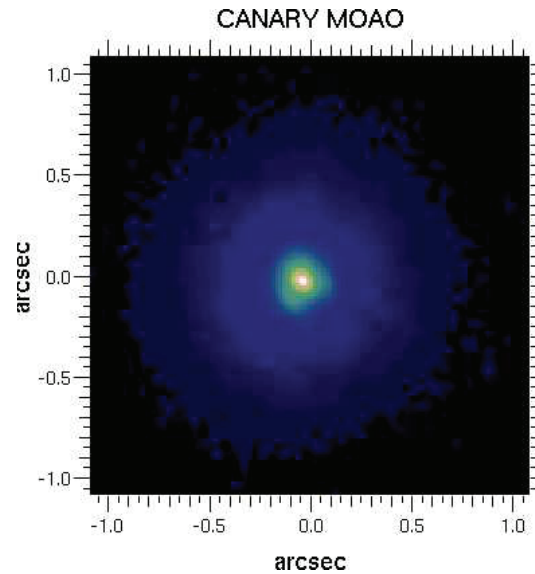
R&D : expérience CANARY



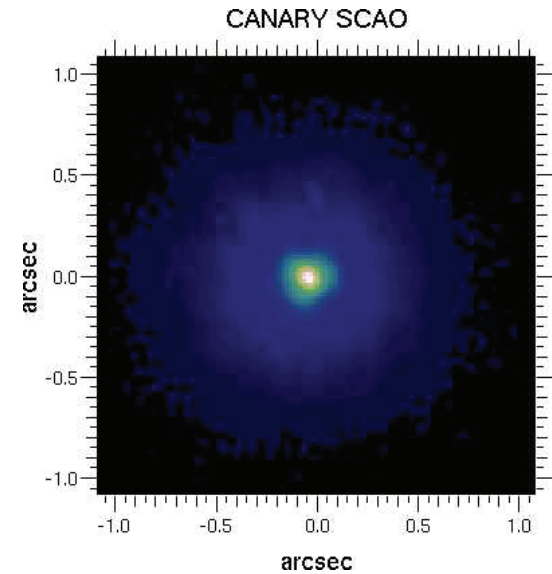
- Premiers résultats obtenus sur le ciel fin 2010 (WHT)
- Etoiles naturelles
- Nouvelles méthodes de calibrations
 - *boucle ouverte*
 - tomographie atmosphérique



Sans correction
Strehl = 3%



MOAO (boucle ouverte)
Strehl = 25%

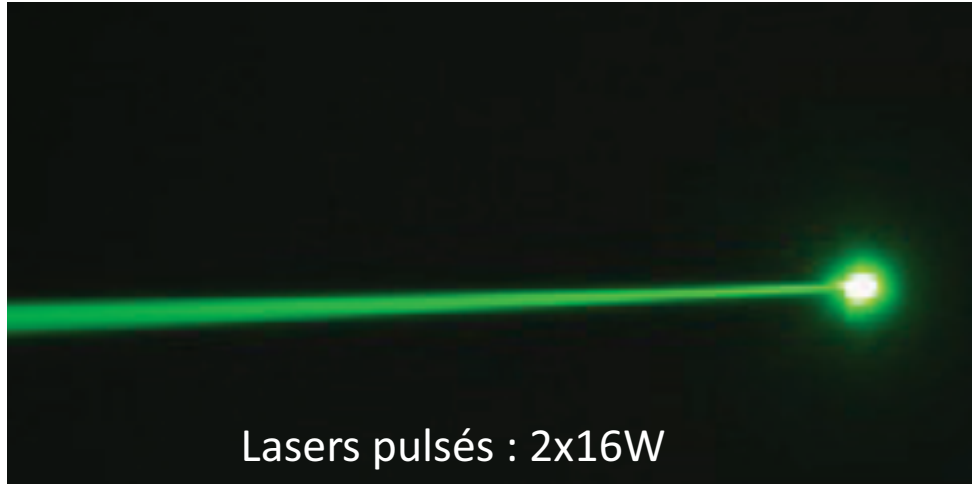


Opt. Adap. classique
Strehl = 27%

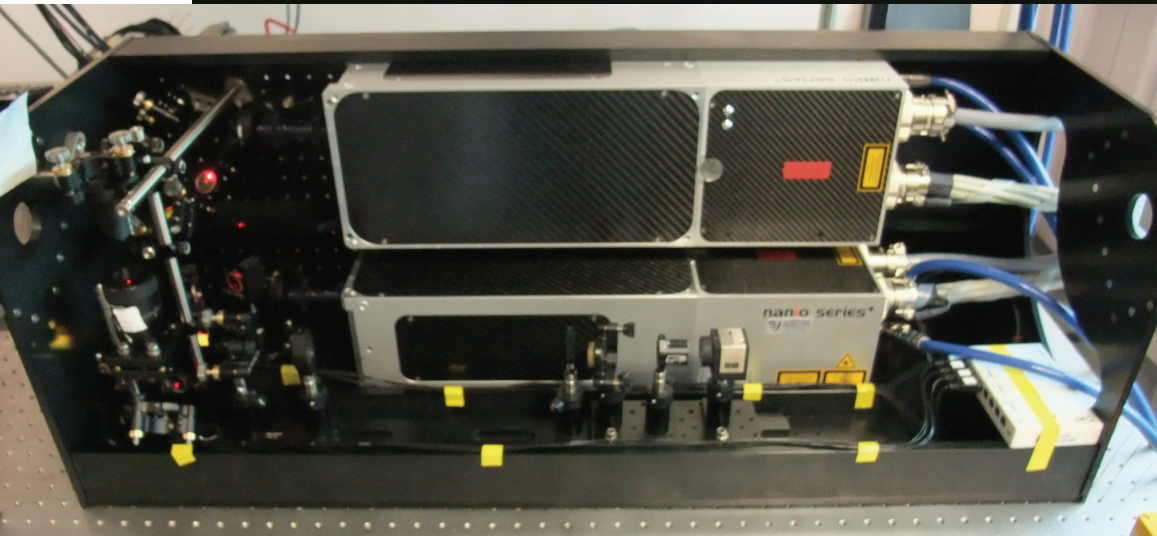
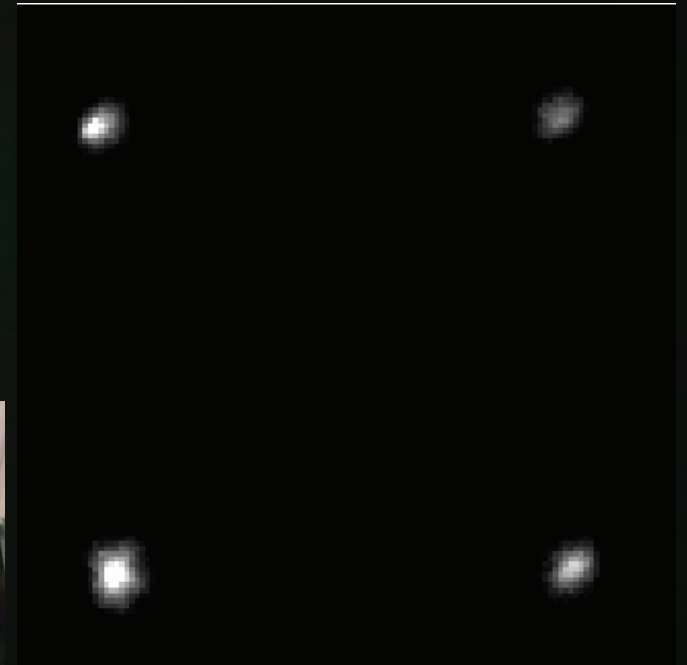
R&D : expérience CANARY

Etoiles laser pour prochaine étape

- tirs laser nov. 2011 et mars 2012
- observations second semestre 2012



Astérisme de 4 LGS

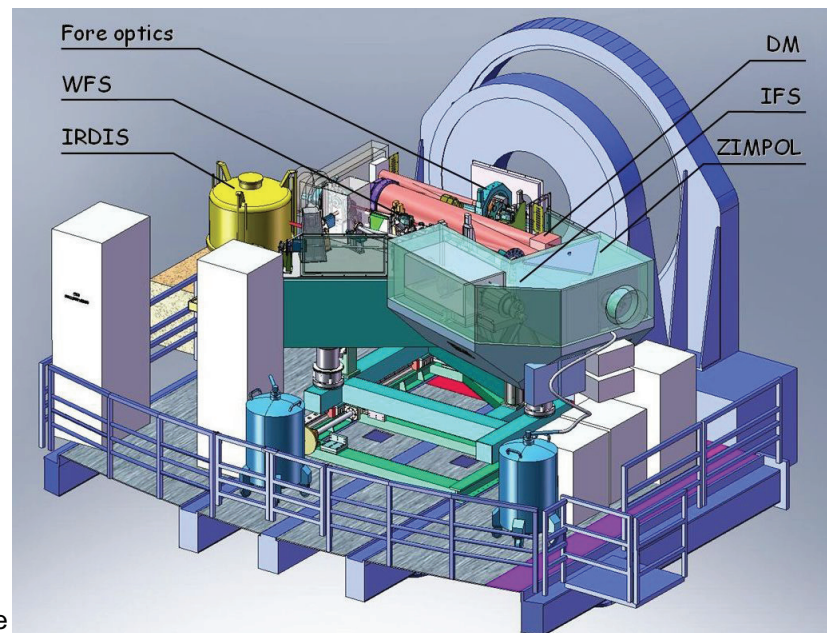


SPHERE / VLT

Spectro-Polarimetric High Contrast Exoplanet REsearch

- 'Chasseur de planète imageur' du visible au proche-infrarouge (0.55-2.3 micron):
 - Cibles: étoiles brillantes ($R < 7-8$) à moins de 100 pc, disques protoplanétaires.
- Gestion contraste étoile/planètes
 - Optique adaptative optimisée (Strehl $> 90\%$ en proche infrarouge),
 - Coronagraphie,
 - Polarisation
- Trois instruments:
 - IRDIS: voies infrarouge, optimisé en dual-beam (dual-filters, dual-polar...)
 - ZIMPOL: voies visible, aussi optimisé en dual-beam
 - IFS: spectro-intégral de champ basse résolution dans l'infrarouge, couplé à IRDIS

- Première lumière en Europe T1 2013
- AIT (intégration en laboratoire, très avancée)
- FDR en novembre 2008
- Pré-étude débutée en 2001 (*VLT-Planet Finder*)



MATISSE / VLTI

Multi AperTure mid-Infrared SpectroScopic Experiment


- Recombinateur imageur 4 voies du VLTI en infrarouge moyen (2.8-13.5 micron):
 - Cibles: sources brillantes (L<7-8), en priorité disques protoplanétaires.
- Atouts
 - Observations simultanées des bandes L (3.5), M (5) et N (10 micron) en basse résolution
 - Recombinaison 4 voies → imagerie
 - Résolution spectrale jusqu'à 1000, adaptée à l'étude des signatures de poussières

- Première lumière Europe prévue 2015
- Début des intégrations
- FDR en octobre 2011 / avril 2012
- Pré-étude débutée en 2002

Maximum Spatial Resolution

Band	Usage of ATs	Usage of UTs
L	3 – 4 mas	6 mas
M	5 mas	8 mas
N	10 mas	16 mas

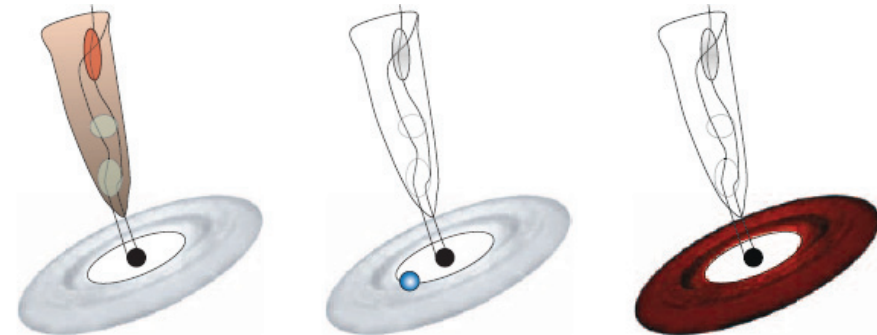
MATISSE will combine the beams of 2, 3, or 4 telescopes (ATs or UTs)



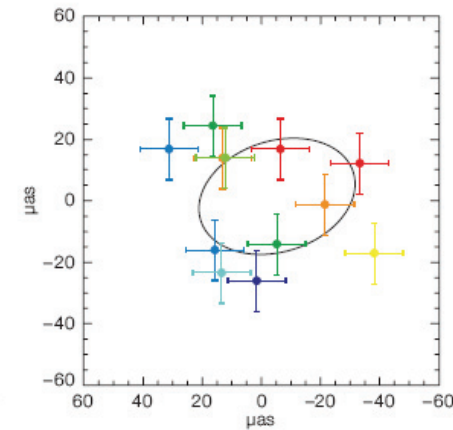
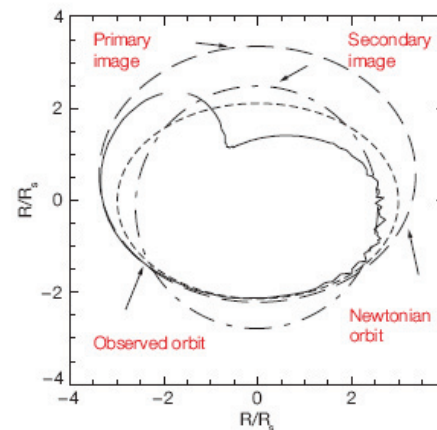
[Y.B.]

Multi AperTure mid-Infrared SpectroScopic Experiment

- Recombinateur imageurs 4 voies du VLTI en infrarouge proche (1.2-2.5 micron):
 - Cibles: le trou noir central galactique, sources suivies en mouvement propre.
- Atouts
 - Astrométrie de haute précision (10 micro-arcseconde !)
 - Suivi double champ sur une étoile de réf. pour atteindre une sensibilité inégalée ($K=18$)
 - Recombinaison 4 voies \rightarrow imagerie
 - Résolution spectrale allant jusqu'à 4000



- Première lumière prévue début 2014
- Actuellement : début de l'intégration
- FDR en octobre 2011
- Pré-étude débutée en 2006

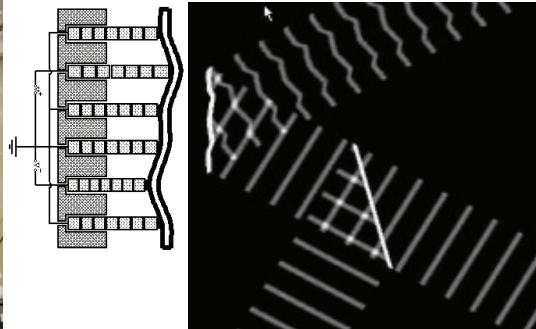


Initiative DEFI du CNES: téléscopes spatiaux de nouvelle génération

- CNES: missions spatiales *très contraintes*
 - Télescope *pré-aligné*, masse réduite, compacité (tenir dans la coiffe), coûts,...
 - → télescope déployable, alignable dans l'espace, structure allégée, non-compacte, performances adaptables
- ASHRA: technologies développées depuis plus de 30 ans, éprouvées au sol
 - optique active, adaptative, miroirs contraints, mesure
- Organisation conjointe CNES/ASHRA d'un atelier dédié
 - 27-28 mars 2012 Toulouse
- Coordination des laboratoires ASHRA pour transfert technologique



Structure déployables (ici JWST)



Miroirs déformables



Métrologie

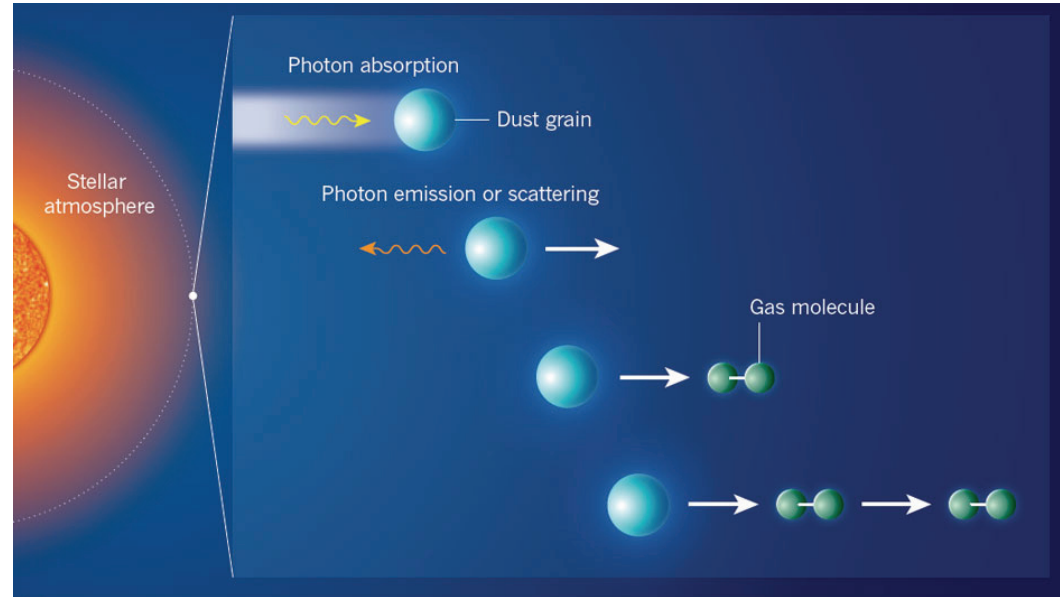
A close halo of large transparent grains around extreme red giant stars

Observations HRA au coeur d'un problème théorique: expliquer le vent de poussière des géantes rouges de chimie 'classique' (poussière de silicate).

La théorie des vents de poussière: Transfert de moment cinétique du rayonnement infrarouge sur la poussière puis le gas par entrainement.

Les études théoriques ont montré que la poussière de silicate est trop transparente pour expliquer les taux de perte de masse observés.

Une solution: la diffusion sur des grains de 'grande taille' (micrométriques)



Barnaby, Tuthill, Ireland et al. Nature, 2012
Observation NACO en masquage de pupille avec polariseurs.

Ces observations vont devenir routinière avec l'arrivée prochaine de l'instrument SPHERE.

A close halo of large transparent grains around extreme red giant stars

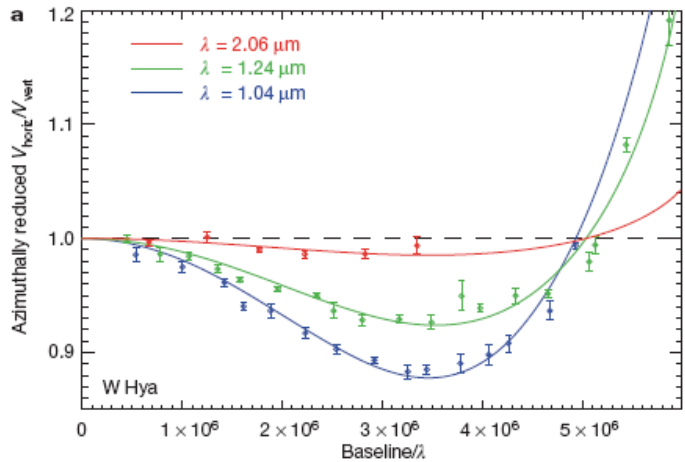
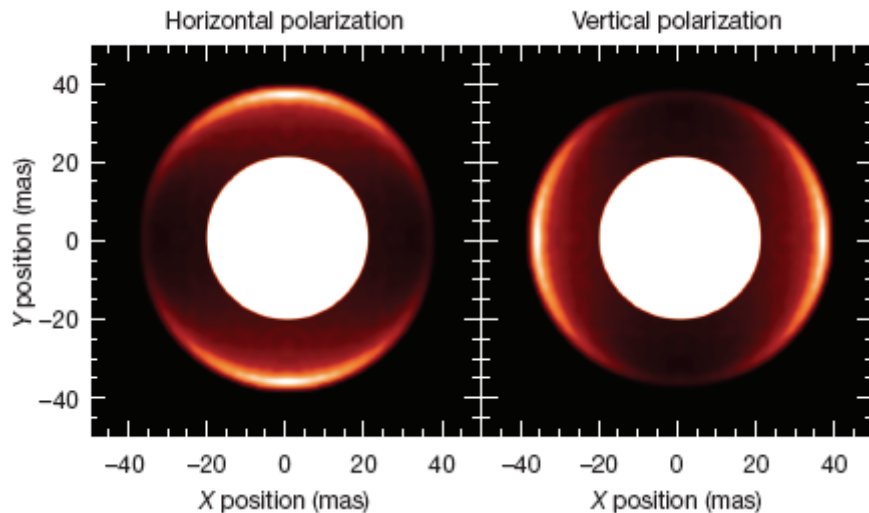


Table 1 | Summary of fitted model parameters

Star	ϕ	λ (μm)	R_{star} (mas)	R_{shell} (mas)	Scattered fraction
R Dor	0.7	1.04	27.2 ± 0.2	43.3 ± 0.3	0.124 ± 0.003
		2.06	27.7 ± 1.4	43.6 ± 3.2	0.014 ± 0.002
W Hya	0.2	1.04	18.7 ± 0.4	37.9 ± 0.2	0.176 ± 0.002
		1.24	18.9 ± 0.5	37.0 ± 0.3	0.110 ± 0.003
		2.06	18.9 (fixed)	37.0 (fixed)	0.022 ± 0.004
					Grain radius (nm)
					299 ± 39
					316 ± 4



Barnaby, Tuthill, Ireland et al. Nature, 2012

Observation NACO en masquage de pupille avec polariseurs.

Ces observations vont devenir routinière avec l'arrivée prochaine de l'instrument SPHERE.

- Remerciements à :
 - CS de l'ASHRA
 - + Emilie Lhome, Mamadou N'Diaye, Christophe Vérinaud, ...