



Laboratoire d'Études Spatiales et d'Instrumentation en Astrophysique

UMR CNRS 8109

Observatoire de Paris – Université Pierre et Marie Curie – Université Paris-Diderot

Contractualisation Vague D 2010-2013

Bilan scientifique - IX-ANNEXES

20 – Liste des actions de R&D

1) Imagerie à haute dynamique [R&D, FIRST, EPICS]

a) **FIRST** : Fibered Imager foR Single Telescope : Masquage de pupille par fibres

Reconstruction d'image par techniques interférométriques : *self-calibration*

2008 : test d'un système à 36 sous pupille sur télescope (1 m Meudon)

Étude d'un instrument visible pour le CFHT (approuvée par CA CFHT mais non confirmée officiellement)

Discussion d'un instrument pour le Keck

≥ 2009 : réalisation d'un instrument pour le CFHT (imagerie d'exoplanètes géantes)

Idem pour avec le Keck

Étude d'un instrument visible/IR pour l'E-ELT ou le TMT pour la détection directe d'exotéres (la dynamique croît comme le nombre de sous pupilles donc D^2)

b) **R&D Coronado 4 quadrants multi passages** :

Besoin pour ELT-EPICS et coronographes pour le spatial:

- Coronographe achromatique
- Peu sensible à la taille de l'étoile, obstruction centrale
- Peu sensible aux défauts de fabrication

→ Développement d'un 4QPM à Multi passages

2007 : Contraste $> 10^8$ en lumière blanche

2008 : Développement d'un modèle compacte optimisé

2009 : Optimisation - Mise en place sur le Banc Self Coherent Camera

Objectif scientifique : détection/caractérisation d'exoplanètes par imagerie directe

c) **R&D Self Coherent Camera**

Problème : Résidu de phase en imagerie à haut contraste (exemple: coronographe couplé à une Optique Adaptative ou un télescope spatial)

Solution: coder les speckles en utilisant des franges d'interférences (recombinaison Fizeau)

→ Développement d'un banc de Haute Dynamique

Fin 2006-2007 étude optique et simulation de la Self Coherent Camera

2008 : Réception et mise en place du banc de test

Fin 2008-2009: Tests

d) **Le banc DAMNED** : Dual Achromatic Mask for Nulling - Experimental Demonstrator

Science : détection/caractérisation directe d'exoplanètes par nulleur interférométrique dans l'espace

Collaborations : LESIA, LUTH, GEPI

1ere phase : composants en transmission

Le damier achromatique : Interféromètre nulleur pour la détection directe d'exoplanètes

L'idée : remplacer les miroirs par des damiers de cellules d'épaisseurs différentes mais bien choisies et bien réparties sur la surface : on obtient un interféromètre nulleur pour $\lambda = [0,7 \lambda_0 - 1,7 \lambda_0]$

La planète peut être détectée avec un contraste de 10^6

2e phase : utiliser des micro miroirs adaptatifs segmentés (MOEMS) qui donneront plus de souplesse (R&D CNES)

e) **Exo-Planet Imaging Camera and Spectrograph (EPICS)**

Projet proposé pour OWL en FP6 (ELT-DS)

Phase A : KO en Oct 2007 => 2 ans (parallèle à phase B télescope)

XAO / coronographe / WFC / Imagerie Différentielle

Partenaires : ESO, LAOG, LESIA, Padoue, Oxford, Heidelberg, Zurich

2) Imagerie à haute résolution angulaire [CEIL, EAGLE, CANARY, R&D]

a) **CEIL**, 2 bancs : OA seule au CIC (CHNO des Quinze Vingts)
OA/OCT au LESIA

b) **EAGLE** : Un instrument très ambitieux

Science visée : formation des galaxies lointaines ($z=0.5$ à 6)

Spectro multi objet (20 à 30 galaxies) 20 à 30 spectros

Optique adaptative dans chaque petit champ

Projet du GIS PHASE

LESIA

Optique adaptative

Validations expérimentales sur SESAME

CANARY

ONERA

Optique adaptative

CANARY

GEPI

Spectro, TAS, optique

CANARY

Obs. Marseille

PI France, TAS, spectro, slicer, simulations OA

Université de Durham

Optique adaptative

CANARY

ATC Edinburgh

PI UK, TAS, spectro

c) **CANARY : Démonstrateur** technique pour EAGLE

Une optique adaptative à 1.65 μm (pas de science), Telescope : WHT 4m20 (Canaries..)

Partenariat issu du consortium EAGLE : LESIA, GEPI, Univ. Durham, ONERA

Projet en 3 phases 2010-2011-2012

2010 : démo sur étoiles naturelles

2011 : démo sur étoile laser

2012 : superdémo sur étoile laser

d) **ADONF** : Un analyseur de front d'onde nouveau (R&D)

Destiné à EAGLE, CANARY, et plus ...

Contacts avec SAGEM/REOSC

Spécificités :

- très linéaire quelles que soient les conditions
- très grand nombre de points de mesure
- compact, facile à mettre en œuvre
- applications aux étoiles artificielles créées par Laser

3) Très haute résolution angulaire multi pupilles [R&D, 'OHANA II, GRAVITY, ALADDIN, "PALE BLUE DOT", PERSÉE]

a) **OHANA**

2008 : Astrophysique (AGN, Objets jeunes) avec Keck I - Keck II

(démonstration qu'OHANA est le plus sensible en Novembre 2007)

En parallèle, base Gemini - CFHT

≥ 2009 : Interféromètre imageur Keck I - Keck II - Subaru
(mieux que le VLTI pour les objets jeunes et les AGN)

b) GRAVITY : Instrument de 2^{ème} génération du VLTI

Mesurer directement le champ gravitationnel engendré par le trou noir au centre de la galaxie

Apporter la preuve irréfutable du trou noir

Résoudre la question des sursauts

Consortium : MPE, GIS-PHASE, MPIA, U. Cologne

Fin de phase A : Juillet 2007, accepté pour une poursuite en phase B

Implications du GisPhase :

- Optique adaptative : système et calculateur temps réel
- Recombinaison : fibres monomodes et optique intégrée
ANR en cours avec le LAOG pour l'optique intégrée en silice.
- Suiveur de franges : système + réalisation
- Réduction des données : *pipeline*, logiciel de réduction,
Reconstruction d'images
- Études astrophysiques : centre galactique, AGN, exoplanètes

c) PERSEE : démonstrateur

- Nuller laboratoire
- 2 télescopes
- Même fonctions
- Même nulling
- Démonstration stabilité

Collaboration CNES-TAS-OCA-GIS PHASE (mi-2008 pour 2 ans)

d) ALADDIN

Objectifs : **Démonstrateur** sol détecteur spatial d'exoterres

Science préparatoire (caractérisation lumières exozodiacales)

Contexte: Projet pré sélectionné ARENA (réseau européen antarctique)

ALADDIN version optimisée par : Choix du site (Dôme C)

Approche intégrée

Partenaires : IAS, GEPI, ONERA, LUAN, U. Liège, MPIA Heidelberg, Thalès-Alenia-Space, AMOS, IPEV

Activité en cours : coordination de la pré étude de phase A

4) Photométrie à haute dynamique [SPIROU, SIAMOIS, PLATO]

a) SPIROU : Spectropolarimétrie haute résolution dans l'IR au CFH

Science: - exoplanètes autour des étoiles froides par RV de précision dans l'IR

- rôle du champ magnétique dans la formation stellaire et planétaire

- champs magnétiques des étoiles très froides

- environnements stellaires

- créneau d'excellence: pas d'autre spectropolarimètre IR en projet dans le monde

Participants : LATT, LAOG, LESIA, Taiwan(?), UH(?), CFH

b) SIAMOIS

Astérosismologie au Dôme C :

Observations *Doppler*, *longues* (→ 3 mois) et *continues* (cycle utile ~ 90%)

Pour des observations complémentaires à COROT :

- Étoiles brillantes

- Étoiles de faible masse
- Signal spectrométrique (bruit de granulation limité, modes $l = 3$) et non photométrique
- *Oscillations de type solaire*
- *d Scuti, g Dor, PMS, géantes rouges*

Collaborations : LESIA, LUAN, OMP

c) **PLATO** : PLANetary Transits & Oscillations of stars

Mission présentée dans le cadre du programme Cosmic Vision de l'ESA et sélectionnée pour une phase d'études

Photométrie ultra haute précision, en continu sur plusieurs années, depuis l'espace - sur la lancée de CoRoT:

5) R&D Spatial

a) **La mission SMESE (Small Explorer for Solar Eruptions)**

Un microsatellite CNES / CNSA (Chine) en orbite polaire héliosynchrone
Pour le prochain maximum solaire (~ 2012)

Charge utile : LYman alpha Orbiting Telescope (IAS)

High Energy Burst Spectrometer (PMO, NU, CSSAR)

Detection of Eruptive Solar Infrared Radiation (LESIA)

DESIR : Instrument en maîtrise d'oeuvre complète LESIA

Phase A en juin 2007

Complément de phase A: revue en mai 2008

L'instrument DESIR : un photo imageur infrarouge lointain

Deux bandes spectrales: $25 \leq \lambda_1 \leq 45 \mu\text{m}$

$80 \leq \lambda_2 \leq 130 \mu\text{m}$

Soleil entier; ~ 50 arcsec, Cadence: 100 ms.

R&D : filtres

Matrice de μ bolomètres non refroidi

b) **Software** : Algorithmes embarqués

c) **R&D CNES**

Caractérisation d'un spectro imageur FTS hétérodyne pour les missions planétaires

Objectif : étudier les caractéristiques d'un concept de spectro imageur miniaturisé, combinant haute résolution spectrale et imagerie pour des applications planétaires

→ Spectro imageur IR/Cosmic Vision (2009-2016)

d) **2 Développement d'ASIC spatiaux** (contraintes de radiation):

- pilotage d'une matrice infrarouge et traitement du signal vidéo ; gestion des HK

- miniaturisation d'un récepteur radiofréquences (10kHz – 40 Mhz) très faible bruit

