

Astrophysique observationnelle

M. Antoine LABEYRIE, membre de l'Institut
(Académie des Sciences), professeur

I. Cours et séminaires

Trois cours concernant la détection des exo-planètes ont à nouveau été donnés à l'Université de Nice-Sophia-Antipolis, dans le cadre d'une troisième édition (ITHD III) de l'école sur l'Imagerie à Très Haute Dynamique.

Les cours au Collège de France ont porté encore sur les hypertélescopes, et le projet d'un instrument Carlina II dont la construction est envisagée à l'observatoire de Calern, en utilisant l'une des dolines comme substrat sphérique.

II. Activités de recherche du Laboratoire d'Interférométrie Stellaire et Exo-planétaire (LISE)

Le groupe de recherche LISE associé à la chaire d'Astrophysique observationnelle est hébergé à l'Observatoire de Haute Provence et à l'Observatoire de la Côte d'Azur, où il a rejoint l'UMR Gemini et accroît son activité sur le site de Calern pour la construction de l'hypertélescope Carlina II.

Le personnel du LISE comporte, au 1^{er} septembre 2005, Ralph Krikorian (maître de conférences au Collège de France), Julien Dejonghe (technicien Collège de France), David Vernet (adjoint Technique Collège de France), Virginie Borkowski (ATER Collège de France), Olivier Lardièrre (maître de conférences Collège de France). Le LISE accueille actuellement deux doctorants : Sophie Gillet, qui est également professeur agrégée de physique, et Marc Guillon (boursier normalien) ainsi qu'un agent administratif, Vanessa Olivo (emploi jeune).

Frantz Martinache a soutenu sa thèse en juin 2005, après avoir travaillé six mois au télescope Subaru à Hawaii.

Construction d'un hypertélescope Carlina (H. Le Coroller, J. Dejonghe, D. Vernet, F. Martinache, C. Arpesella, A. Labeyrie)

Après les premières interférences obtenues avec le prototype Carlina I d'hypertélescope, l'instrument a été équipé pour observer avec des bases atteignant 18 m, en utilisant davantage de miroirs. Simultanément est entreprise l'étude d'une version agrandie Carlina II, pour laquelle le site actuellement prévu est l'une des dolines du plateau de Calern, au Nord de Grasse.

Analyse d'onde pour ouvertures diluées par « tavelures dispersées »
(V. Borkowski, F. Martinache, D. Peterson, A. Labeyrie)

Cette méthode permet de mesurer les erreurs dites « de piston » parmi les sous-ouvertures d'une ouverture diluée. L'instrument dont V. Borkowski poursuit la construction après la soutenance de sa thèse a progressé plus lentement qu'espéré. Les aspects théoriques ont été précisés par F. Martinache dans le cadre de sa thèse soutenue en juin 2005.

Des simulations ont été faites dans le cadre de l'étude d'un imageur hypertélescope pour le *Very Large Telescope*, baptisé VIDA, et ont montré qu'avec 4 télescopes de 8,2 m, il était possible d'atteindre des magnitudes de l'ordre 4 dans le visible pour des précisions allant jusqu'au centième de longueur d'onde. De ce fait, on espère pouvoir atteindre des magnitudes de 8 pour des précisions atteignant un dixième de la longueur d'onde. Les résultats ont fait l'objet d'un poster au Workshop de l'ESO en avril 2005 (publication en cours).

Coronographie des exo-planètes et recherche de vie extra-solaire
(A. Labeyrie, H. Le Coroller, F. Martinache, en collaboration)

Deux méthodes de coronographie « extrême », poussant l'élimination des résidus de lumière stellaire pour faire ainsi apparaître l'image d'une planète, ont émergé dans l'équipe ces dernières années. La première, utilisant plusieurs étages de nettoyage actif, a été reprise par l'équipe de V. Tolls à Harvard/CFA qui a confirmé nos simulations et entamé un montage de laboratoire. La seconde, utilisant un hologramme dans le coronographe, est étudiée à l'aide d'un montage de simulation installé cette année au laboratoire de Calern. L'étude des matériaux utilisables pour l'hologramme dynamique est entamée avec le soutien du CNES.

Étude d'un imageur hypertélescope pour le *Very Large Telescope*
(O. Lardière)

Le puissant interféromètre qu'est le *Very Large Telescope* peut permettre d'obtenir des images à haute résolution, s'il est équipé d'une optique appropriée au foyer commun des quatre grands télescopes. Au moyen de simulations numériques, O. Lardière a pu préciser les performances théoriques de l'instrument VIDA qu'il a proposé dans ce but.

Étude d'un hypertélescope spatial Luciola de première génération

(A. Labeyrie, O. Lardière)

L'étude d'une version spatiale d'hypertélescope est poursuivie, avec l'aide d'une maquette construite au laboratoire. Pour les « miroirs volants » la possibilité d'un auto-pointage, passif, vers le soleil, préalable à l'acquisition d'une étoile au moyen de petites voiles solaires, a été confirmée à l'aide de simulations numériques.

Études concernant un « Extremely Large Telescope » (O. Lardière,

V. Borkowski)

Le projet OWL d'un télescope de 100 m par l'Observatoire Européen Austral a conduit cet organisme à nous demander de simuler un mode d'observation hypertélescope pour améliorer l'efficacité de cet instrument pendant la phase initiale où le grand miroir mosaïque ne sera que partiellement rempli. Les simulations confirment la possibilité d'un gain de luminosité dans l'image, mais ce gain est modeste car les éléments de miroir ne seront pas très espacés.

Miroirs piégés par laser (M. Guillon, A. Labeyrie, en collaboration avec R.V. Stachnik et J.M. Fournier)

Les calculs et expérimentations de M. Guillon, dans le cadre de sa thèse, lui ont permis de démontrer le piégeage dans l'air de micro-gouttes d'huile qui s'organisent par paire. Ces résultats ont fait l'objet d'un poster et d'une présentation invitée au colloque SPIE de San Diego.

Astrophysique théorique et relativité générale (R. Krikorian)

Une partie importante de l'activité de R. Krikorian a été consacrée à l'étude de certains aspects de la superfluidité et de la supraconductivité en vue d'applications dans les étoiles à neutrons. Adoptant la formulation anholonomique de l'électrodynamique il a montré que l'existence des champs électrique et magnétique pouvait être interprétée comme un effet électromagnétique de l'anholonomie. L'origine de ces champs a été aussi examinée en adoptant la méthode dite de « natural invariance ». Dans cette approche en contradiction de l'approche anholonomique les équations de Maxwell exprimées à l'aide des champs E, B, H, D conservent leur forme inertielle dans un référentiel en rotation. En conséquence, non seulement les relations constitutives mais aussi les équations de London doivent être modifiées lors du passage à un référentiel non-inertiel. R. Krikorian a obtenu les équations de London pour un supraconducteur en rotation non relativiste et déduit les expressions des champs électrique et magnétique induits par la rotation. Ces résultats sont en accord avec ceux obtenus par d'autres méthodes.

En collaboration avec D. Sedrakian, il travaille actuellement à la formulation covariante de l'électrodynamique des supraconducteurs de deuxième espèce.

Publications

Articles publiés dans des journaux à comité de lecture :

Krikorian, R.A. « Note on a theorem of relativistic hydrodynamics », à paraître dans *Astrophysics*, 2005.

Krikorian, R.A. & Sedrakian, D.M., « Relativistically rotating superconductors and the object of anholonomy », *Nuovo Cimento B* 120, 217, 2005.

Krikorian R.A. & Sedrakian D.M. « Rotating superconductors and the method of natural invariance », soumis à *Nuovo Cimento B*.

Présentations invitées dans des colloques

V. Borkowski, H. Le Coroller, J. Dejonghe « Hypertelescope Camera », présentation invitée au colloque JENAM de Liège en juillet 2005 (en préparation).

Labeyrie, A., Guillon, M. & Fournier, J.M., SPIE, San Diego, 2005.

Labeyrie, A. « Direct Imaging of Exoplanets », IAUC 200, Villefranche.

Lardièrè, O. *et al.*, « VIDA : a direct spectro-imager for the VLTI », Colloque EII/ESO sur le VLTI, 2005 (sous presse).

Articles publiés dans des actes de colloques :

« *The dispersed speckles cophasing system for direct imaging with VIDA* », V. Borkowski, A. Labeyrie, F. Martinache and O. Lardièrè, proceedings of the Workshop « The power of optical/IR interferometry », April 2005, in Garching (to be published).

« *37th Liège International Astrophysics Colloquium : conclusions and perspectives* », jointly summarized by P. Léna, O. Absil, V. Borkowski, E. Herwats, D. Mawet, S. Quanz and P. Riaud, proceedings of the 37th Liège International Astrophysical Colloquim, 23-24 August 2004, Edited by J. Surdej, D. Caro and A. Detal.

« *Active and adaptive optics for the Carlina Hypertelescope* », H. Le Coroller, V. Borkowski, J. Dejonghe and A. Labeyrie, proceedings of the 37th Liège International Astrophysical Colloquim, 23-24 August 2004.

Conférences et séminaires :

A. Labeyrie a donné une conférence à l'École Polytechnique Fédérale de Lausanne en novembre 2004, une conférence publique à l'Institut d'Astrophysique de Paris en mars 2005 (vidéo en ligne sur le site www.cerimes.education.fr/index.php?page=fiches&op1=view,16244,1,7,,,,,2), une conférence publique à Berkeley, à l'occasion du colloque « Amazing Light » (7 octobre 2005).