

UNIVERSITÉ DE NICE-SOPHIA ANTIPOLIS - UFR Sciences
SAPIENZA UNIVERSITÀ DI ROMA
UNIVERSITÉ FRANCO-ITALIENNE

Ecole Doctorale de Sciences Fondamentales et Appliquées
Laboratoire Hippolite Fizeau
International Relativistic Astrophysics PhD

T H E S E

pour obtenir le titre de

Docteur en Sciences
de l'UNIVERSITÉ de Nice-Sophia Antipolis

Spécialité: Astrophysique Relativiste

Présentée et soutenue par

Costantino SIGISMONDI

High precision ground-based measurements
of solar diameter in support of Picard mission

Thèse dirigée par **Marianne FAUROBERT**
et par **Alberto EGIDI**

soutenue le *12 décembre 2011*

Devant le jury composé de:

Marianne Faurobert	co-directrice de thèse
Alberto Egidi	co-directeur de thèse
Serge Koutchmy	rapporteur
Michele Bianda	rapporteur
Claude Aime	examineur
Paolo de Bernardis	examineur
Roberto Capuzzo Dolcetta	examineur
Alessandro Melchiorri	examineur

A 14h 00 au Département de Physique de l'Université de Rome «La Sapienza»

Abstract: The theme of the measurement of the solar diameter is introduced in the wider framework of solar variability, and, consequently of the influences of the Sun upon the Earth's climate.

It is possible to measure the solar diameter with an accuracy enough good for studies on climate changes and irradiation variations using ancient data on total eclipses. This would permit to extend the knowledge of the solar luminosity back to three centuries, through the knowledge of the parameter $W=d\text{Log}L/d\text{Log} R$.

The method of eclipses and Baily beads is widely discussed, and a significant improvement with respect to the last 40 years, has been obtained by reconstructing the Limb Darkening Function from the Baily's bead light curve, and the search of its inflexion point.

The case of the last annular eclipse (Jan 15, 2010) has been studied in more detail, while the atlas of Baily's beads has been published with all the observations made worldwide by IOTA members, along with an analysis of the solar diameter during the eclipse of 2006.

The work of this thesis has been developed during the transition between the photographic atlas of the lunar limb published by Watts in 1963 and corrected in the following decades by thousands observations, and the laser-altimeter map made by the Kaguya lunar probe and published in November 2009.

The other method for the accurate measurement of the solar diameter alternative to the Picard / Picard-sol mission is the drift-scan method used either by the solar astrolabes either by larger telescopes. The observatories of Locarno and Paris have started an observational program of the Sun with this method with encouraging results. For the first time an image motion of the whole Sun has been detected over frequencies of 1/100 Hz. This may start explain the puzzling results of the observational campaigns made in Greenwich and Rome from 1850 to 1955. This sub-Hertz activity of the atmospheric seeing is another fundamental achievement in this research field.

A giant pinhole telescope as the meridian line of Santa Maria degli Angeli in Rome, permits to introduce almost all the arguments of classical astrometry presented in this thesis. In this consists the didactic outreach as a complement of this thesis.

Résumé: l'argument de la mesure du diamètre solaire est introduit dans le cadre plus ample de la variabilité solaire, et, en conséquence, de l'influence du Soleil sur le climat de la Terre.

Il est possible de mesurer le diamètre solaire avec une précision suffisamment bonne pour des études de changements climatiques et de variations de irradiance en utilisant des données anciennes d'éclipses totales. Cela permettrait l'extension de la connaissance de la luminosité solaire en arrière de trois siècle, grâce à la connaissance du paramètre $W=d\text{Log}L/d\text{Log} R$.

La méthode des éclipses et des grains de Baily est largement traité, et un avancement significatif par rapport aux derniers 40 ans, a été obtenu avec la reconstruction de la fonction d'assombrissement du limb solaire à partir de la lumière des grain de Baily, et la recherche du point d'inflexion.

Le cas de la dernière éclipse annulaire (15 de Janvier 2010) a été étudié en détail, tandis que l'atlas des grains de Baily a été publié à partir de toutes les observations faites dans le Monde par les membres du IOTA, aussi avec l'analyse du diamètre solaire pendant l'éclipse du 2006.

Le travail de thèse a été développé pendant la transition entre l'atlas photographique du limb lunaire publié par Watts en 1963, et corrigé dans les années suivantes par milliers d'observations, et la carte réalisée avec le laser-altimètre de la mission lunaire japonaise Kaguya, publiée en Novembre 2009.

L'autre méthode pour une mesure précise du diamètre solaire en alternative de la mission Picard / Picard-sol c'est le «drift-scan» utilisé soit par les astrolabes solaires, soit par de télescopes plus grands. Les observatoires de Locarno et Paris ont commencé des observations du Soleil avec cette méthode avec des résultats encourageants. Pour la première fois le mouvement de l'image du Soleil entier a été détectée sur des fréquences de 1/100 Hz. Cela peut commencer à expliquer les résultats des campagnes observatives de Greenwich et Rome du 1850 au 1955.

Cette activité «sous-Hertz» de la turbulence atmosphérique est un autre avancement significatif dans ce domaine de recherche. Le «télescope géant a trou sténopéïque» de la ligne méridienne de Santa Maria degli Angeli en Rome, permet l'introduction didactique de presque tous les arguments d'astrométrie classique traités dans cette thèse. Cet essay didactique complète la thèse.