

*Proposition de Stage M2 pouvant déboucher sur une Thèse*

# INFLUENCE DE LA POUSSIÈRE DE LA GALAXIE HÔTE SUR LA COULEUR DES SUPERNOVAE DE TYPE IA

sous la direction de Mickael RIGAULT  
au sein de l'équipe de Cosmologie Observationnelle de l'Institut de Physique Nucléaire de Lyon  
<https://www.ipnl.in2p3.fr/projet/usnac/>

Travail soutenu par le **European Research Council (ERC) | ERC Starting Grant USNAC**

*Résumé du Travail demandé:*

Les Supernovae de Type Ia (SNeIa) sont des chandelles standardisables de la Cosmologie: leur luminosité étant connue, on peut dériver leur distance à partir de la mesure de leur flux. C'est en utilisant cette technique que des équipes ont découvert à la fin des années 1990 que l'expansion de l'Univers était accélérée sous l'influence de l'énergie noire. Les responsables de ces équipes ont obtenu le prix Nobel en 2011 pour ce résultat (confirmé depuis par des analyses et des techniques indépendantes) et ce stage s'effectuera à l'IPNL au sein du projet dirigé par Saul Perlmutter (Nobel 2011).

*L'objectif de la thèse est d'améliorer la façon dont nous utilisons les SNeIa pour mesurer les propriétés de l'énergie noire. Le stage permettra de se familiariser avec la problématique et de mettre en place les outils d'analyses de données (codes et librairies Python, outils statistiques, etc.).*

Malgré le succès de la cosmologie avec les SNeIa, un problème majeur reste à résoudre: nous ne savons pas exactement ce que sont les SNeIa. Or, maintenant que nous disposons de milliers de SNeIa ce problème limite les futures améliorations de notre compréhension de l'Univers.

Lors de ce stage, nous allons nous attaquer à l'un des problèmes les plus importants: celui de **l'impact de la variabilité de la couleur des SNeIa sur la mesure des paramètres cosmologiques**. En effet, les SNeIa les plus rouges sont les moins lumineuses et nous ne savons pas exactement pourquoi. Jusqu'à aujourd'hui, cette dépendance est corrigée empiriquement en la supposant induite par l'absorption des poussières de la galaxie hôte. Cependant, la relation trouvée ne correspond pas à ce que nous connaissons par ailleurs des poussières galactiques. Ainsi, il se pourrait que les mesures cosmologiques soient biaisées par une mauvaise correction des variabilités de couleur des SNeIa, et c'est ce sur quoi nous allons travailler.

Pour cela, nous disposerons pour la première fois, de **données photométriques du Télescope Spatial Hubble** pour mesurer l'influence de la poussière sur la ligne de visée de SNeIa pour lesquelles nous disposons par ailleurs des **données spectroscopiques** de très haute qualité. Alors, grâce à ces données uniques, nous pouvons résoudre le problème de la couleur des SNeIa: **Quelle partie provient de la poussière galactique et quelle partie est issue d'une variabilité intrinsèque à la Supernova ? Comment cela se traduit-il dans les mesures de distances cosmologiques et ainsi dans la mesure des propriétés de l'énergie noire que nous en dérivons ?**

*Le travail proposé se situe à la frontière entre astrophysique, cosmologie et science des données.*

Ce stage, qui pourra déboucher sur une thèse, s'effectuera en étroite collaboration avec, dans le monde, le *Lawrence Berkeley National Laboratory*, l'*Université Humboldt de Berlin*, le *centre Oskar Klein de Stockholm* et le *California Institute for Technology (CalTech)* et, en France, avec le *LPC (Clermont Ferrand)* et le *LPNHE (Paris)*. La proposition inclue tous les frais de voyages associés au bon déroulement du projet.

IPNL – Bureau 420  
Domaine Scientifique de la Doua – Bât. P. Dirac  
4 rue Enrico Fermi  
69622 Villeurbanne Cedex - France

Durée du Stage | 4 mois  
Ouverture éventuelle vers un sujet de thèse | oui  
Contact | [mickael.rigault@clermont.in2p3.fr](mailto:mickael.rigault@clermont.in2p3.fr) | +33 4 26 23 71 30  
Equipe CosmoObs. | C. Copin, H. Courtois, M. Rigault, G. Smadja



Université Claude Bernard



*Internship offer (M2) that could be followed by a PhD*

## INFLUENCE OF THE HOST GALAXY DUST ON TYPE IA SUPERNOVA COLOR

under the supervision of Mickael RIGAULT

within the Observational Cosmology team of the Institut de Physique Nucléaire de Lyon

<https://www.ipnl.in2p3.fr/projet/usnac/>

Supported by the **European Research Council (ERC) | ERC Starting Grant USNAC**

### *Work Summary:*

Type Ia Supernova (SNIa) are standardizable candles of cosmology: their luminosity being almost constant, one can derive their distance by measuring their flux. By using this technique, two teams from Berkeley have discovered in the late 90s that the expansion of the Universe is accelerating under the influence of dark energy. The leader of these teams were awarded the Nobel Prize in 2011 for that result (independently confirmed since) and this internship will be hosted by the IPNL as part of the project led by Prof. Saul Perlmutter (Nobel 2011).

*The goal of the PhD is to improve the way we use SNIa to derived the dark energy properties. During the internship, we will familiarise with the problematic and build the associated data science analysis tools (Python codes et librairies, statistical tools, etc.).*

Despite the success of SN cosmology, a major problem remains: we still largely ignore what SNIa are. Today, while we have access to more than a thousand SNIa, this systematic issue is a limiting factor for further understanding the properties of dark energy.

During this internship, we will focus to one of the most important aspect of this problem: **the impact of the SNIa color variability on the measurement of cosmological parameters**. Indeed, redder SNIa are fainter and we do not completely understand why. Until recently, this relation were empirically corrected assuming it was caused by the host galaxy dust reddening. However, the resulting relation does not follow what we know about galactic dusts. Hence, it is likely that cosmological analyses are biased by an inaccurate SNIa color correction and this will be the main focus of our work.

To do so, we have access for the first time to [photometric data from the Hubble Space Telescope](#) to directly map the influence of dust along the SN line of sight. For these, we in addition have access to high quality [spectroscopical data](#). Thanks to this unique dataset, we should be able to solve the problem of the SN color: [What fraction of the SN color is caused by the host dust and what fraction is intrinsic to the Supernova?](#) [How does this affect the distance measurements and, in turn, the derivation of the properties of dark energy?](#)

*This work takes place at the frontier between astronomy, cosmology and data-science.*

This internship, that could by followed up by a PhD, will be conducted in close collaboration with, in the world, The *Lawrence Berkeley National Laboratory*, the *Humboldt University of Berlin*, the *Oskar Klein Center of Stockholm* and the *California Institute of Technology (CalTech)*, and, in France, with the *LPC (Clermont Ferrand)* and the *LPNHE (Paris)*. *The offer includes all the travel expenses required for the*

IPNL – Bureau 420  
Domaine Scientifique de la Doua – Bât. P. Dirac  
4 rue Enrico Fermi  
69622 Villeurbanne Cedex - France

Internship duration | 4 months  
Possible PhD follow up | yes  
Contact | [mickael.rigault@clermont.in2p3.fr](mailto:mickael.rigault@clermont.in2p3.fr) ; +33 4 26 23 71 30  
CosmoObs. Team | C. Copin, H. Courtois, M. Rigault, G. Smadja



*development of the project.*

Université Claude Bernard

