

# Conclusions

Au fil de cette thèse, nous avons montré comment procéder à l'étude précise et approfondie d'un phénomène pouvant apporter un biais notable à nos mesures de paramètres cosmologiques. En effet, la cosmologie observationnelle est par essence une science non-reproductible et la nature imprécise des SNe Ia force les études à se reposer sur des lois empiriques dont les motivations sont parfois approximatives. C'est à partir de la première standardisation de leur luminosité avec leur étirement et leur couleur qu'elles ont pu être utilisées comme des sondes utiles, et maintenant indispensables, à la compréhension de l'Univers.

Afin de continuer à améliorer cette standardisation, la recherche avec les SNe Ia étudie les meilleurs paramètres permettant de les décrire. Certains travaux augmentent le nombre de paramètres décrivant leurs variabilités (c'est le cas de SUGAR, décrit dans [LÉGET et al. 2020](#)), s'écartant ainsi des descriptions classiques de SALT2, d'autres implémentent des traceurs environnementaux jugés plus pertinents à leur étude (par exemple, le LsSFR dans [RIGAULT et al. 2013](#), ou la masse de la galaxie hôte dans [CHILDRESS et al. \(2013\)](#)) qui permettraient de distinguer deux populations au sein des SNe Ia. [BRIDAY et al. \(2022\)](#) se sont intéressés à la qualité de ces différents traceurs afin de déterminer lequel amène à leur meilleure caractérisation. Mais si les possibilités d'amélioration de description et de compréhension sont nombreuses, la dérive des propriétés mêmes des SNe Ia avec le redshift reste peu étudiée.

À cet effet, notre thèse s'est focalisée à tester cette hypothèse en se basant sur la fonction d'évolution de l'âge moyen des SNe Ia avec le redshift établie dans [RIGAULT et al. \(2020\)](#), et pour cela s'est attachée à étudier le paramètre d'étirement des SNe Ia qui en est une propriété intrinsèque. La première partie de ces trois ans de recherche a porté sur la confection d'un échantillon de données permettant cette analyse, c'est-à-dire qui soit exempt de biais de sélection et représente tous les étirements qu'il soit possible d'observer.

Cet échantillon a permis d'établir deux modèles de distribution d'étirement différents selon l'âge des SNe Ia amenant à une dérive de l'étirement moyen des SNe Ia *via* l'évolution des fractions respectives entre vieilles et jeunes SNe Ia. Cette approche a ensuite été testée avec d'autres modèles, dérivants ou non, et nous ont amené à montrer que tout modèle non-dérivant était automatiquement exclu à  $5\sigma$  comme étant de bonnes représentations des données par rapport à notre modèle. Ce travail a été accepté pour publication le 21 février 2021 dans le journal *Astronomy and Astrophysics* ([NICOLAS et al. 2021](#)).

La seconde partie de notre thèse a été la prise en main des logiciels SNANA afin d'intégrer ce modèle dans ce *pipeline* d'analyse cosmologique, de la confection des corrélations entre SN et galaxie au calcul des modules de distance corrigés permettant la détermination de paramètres cosmologiques. Ce travail a permis de mettre en lumière l'existence d'un biais aux alentours de 4% sur la mesure de  $w$  si l'âge d'une SN est en effet le paramètre à l'origine des variabilités intrinsèques des SNe Ia. Ce travail constitue le cœur d'un second article en rédaction.

Ainsi, au travers de ces résultats, nous suggérons aux différentes analyses cosmologiques se basant sur des simulations et des distributions sous-jacentes d'étirement d'utiliser le

modèle évoluant avec le redshift du Chapitre ??, et mettons en garde la communauté quant à l'utilisation de traceurs moins performant que le LsSFR.

## Bibliographie

- BRIDAY M., RIGAULT M., GRAZIANI R. et al. 2022, « Accuracy of environmental tracers and consequences for determining the Type Ia supernova magnitude step », [A&A](#), [657](#), [A22](#) ↑ [Section](#)
- CHILDRESS M., ALDERING G., ANTILOGUS P. et al. 2013, « Host Galaxy Properties and Hubble Residuals of Type Ia Supernovae from the Nearby Supernova Factory », [ApJ](#), [770](#), [108](#) ↑ [Section](#)
- LÉGET P. F., GANGLER E., MONDON F. et al. 2020, « SUGAR: An improved empirical model of Type Ia supernovae based on spectral features », [A&A](#), [636](#), [A46](#) ↑ [Section](#)
- NICOLAS N., RIGAULT M., COPIN Y. et al. 2021, « Redshift evolution of the underlying type Ia supernova stretch distribution », [A&A](#), [649](#), [A74](#) ↑ [Section](#)
- RIGAULT M., BRINNEL V., ALDERING G. et al. 2020, « Strong dependence of Type Ia supernova standardization on the local specific star formation rate », [A&A](#), [644](#), [A176](#) ↑ [Section](#)
- RIGAULT M., COPIN Y., ALDERING G. et al. 2013, « Evidence of environmental dependencies of Type Ia supernovae from the Nearby Supernova Factory indicated by local H $\alpha$  », [A&A](#), [560](#), [A66](#) ↑ [Section](#)