



Université Claude Bernard  Lyon 1

**THÈSE de DOCTORAT DE L'UNIVERSITÉ DE LYON**

Opérée au sein de

**l'Université Claude Bernard Lyon 1**

**École Doctorale ED52**

École Doctorale de Physique et Astrophysique

**Spécialité de doctorat : Physique**

**Discipline : Cosmologie Observationnelle**

Soutenue publiquement le jj/mm/aaaa, par :

**Nora NICOLAS**

---

**Propriétés intrinsèques des supernovae de type Ia  
et leurs conséquences sur les paramètres  
cosmologiques**

---

Devant le jury composé de :

M./Mme. XXX XXX

M./Mme. XXX XXX

M./Mme. XXX XXX

M./Mme. XXX XXX

M./Mme. XXX XXX

M./Mme. XXX XXX

M./Mme. XXX XXX

Président-e

Rapporteur-e

Rapporteur

Examineur-ice

Directeur de thèse

Co-Directeur de thèse

Invité



# Remerciements



## Résumé



# Abstract





# Introduction générale



# Table des matières

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>Contexte cosmologique</b>                               | <b>13</b> |
| 1.1      | Bases de relativité générale . . . . .                     | 14        |
| 1.1.1    | Concepts initiaux . . . . .                                | 14        |
| 1.1.2    | Métrique et équations de conservation . . . . .            | 14        |
| 1.1.3    | Définition de la constante cosmologique . . . . .          | 14        |
| 1.2      | Introduction du modèle standard de la cosmologie . . . . . | 14        |
| 1.2.1    | Univers plat, homogène et isotrope . . . . .               | 14        |
| 1.2.2    | Métrique de Friedmann-Lemaître-Robertson-Walker . . . . .  | 14        |
| 1.2.3    | Le modèle $\Lambda$ CDM . . . . .                          | 14        |
| 1.3      | Mesure cosmologiques . . . . .                             | 14        |
| 1.3.1    | Âge de l'Univers . . . . .                                 | 14        |
| 1.3.2    | Distance de luminosité . . . . .                           | 14        |
| 1.3.3    | Intérêt des supernovae de type Ia . . . . .                | 14        |
| <b>2</b> | <b>Supernovae de type Ia</b>                               | <b>17</b> |
| 2.1      | XXX . . . . .  | 18        |
| 2.1.1    | XXX . . . . .  | 18        |
| 2.1.2    | XXX . . . . .  | 18        |
| 2.2      | XXX . . . . .  | 18        |
| 2.2.1    | XXX . . . . .  | 18        |
| 2.2.2    | XXX . . . . .  | 18        |
| <b>3</b> | <b>Création d'un échantillon complet</b>                   | <b>19</b> |
| 3.1      | XXX . . . . .  | 20        |
| 3.1.1    | XXX . . . . .  | 20        |
| 3.1.2    | XXX . . . . .  | 20        |
| 3.2      | XXX . . . . .  | 20        |
| 3.2.1    | XXX . . . . .  | 20        |
| 3.2.2    | XXX . . . . .  | 20        |
| <b>4</b> | <b>Étude du <i>stretch</i> des SNe Ia</b>                  | <b>21</b> |
| 4.1      | XXX . . . . .  | 22        |
| 4.1.1    | XXX . . . . .  | 22        |
| 4.1.2    | XXX . . . . .  | 22        |
| 4.2      | XXX . . . . .  | 22        |
| 4.2.1    | XXX . . . . .  | 22        |
| 4.2.2    | XXX . . . . .  | 22        |

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>5</b> | <b>Impact sur la cosmologie : simulations</b> | <b>23</b> |
| 5.1      | XXX . . . . .                                 | 24        |
| 5.1.1    | XXX . . . . .                                 | 24        |
| 5.1.2    | XXX . . . . .                                 | 24        |
| 5.2      | XXX . . . . .                                 | 24        |
| 5.2.1    | XXX . . . . .                                 | 24        |
| 5.2.2    | XXX . . . . .                                 | 24        |
| <b>6</b> | <b>Résultats et discussion</b>                | <b>25</b> |
| 6.1      | XXX . . . . .                                 | 26        |
| 6.1.1    | XXX . . . . .                                 | 26        |
| 6.1.2    | XXX . . . . .                                 | 26        |
| 6.2      | XXX . . . . .                                 | 26        |
| 6.2.1    | XXX . . . . .                                 | 26        |
| 6.2.2    | XXX . . . . .                                 | 26        |
|          | <b>Conclusions</b>                            | <b>27</b> |

# Contexte cosmologique

Et la scène disparaît pour devenir  
l'actrice

Person NAME, *Doctor Who* S13E08

Bien que la cosmologie ne s'en tienne pas aux concepts récents tels qu'on les connaît et les vulgarise, c'est avec les travaux d'EINSTEIN au début du XX<sup>e</sup> siècle que notre compréhension du monde cosmique prend son essor.

## Sommaire

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1.1 Bases de relativité générale . . . . .</b>                     | <b>14</b> |
| 1.1.1 Concepts initiaux . . . . .                                     | 14        |
| 1.1.2 Métrique et équations de conservation . . . . .                 | 14        |
| 1.1.3 Définition de la constante cosmologique . . . . .               | 14        |
| <b>1.2 Introduction du modèle standard de la cosmologie . . . . .</b> | <b>14</b> |
| 1.2.1 Univers plat, homogène et isotrope . . . . .                    | 14        |
| 1.2.2 Métrique de Friedmann-Lemaître-Robertson-Walker . . . . .       | 14        |
| 1.2.3 Le modèle $\Lambda$ CDM . . . . .                               | 14        |
| <b>1.3 Mesure cosmologiques . . . . .</b>                             | <b>14</b> |
| 1.3.1 Âge de l'Univers . . . . .                                      | 14        |
| 1.3.2 Distance de luminosité . . . . .                                | 14        |
| 1.3.3 Intérêt des supernovae de type Ia . . . . .                     | 14        |

- 1) RG
- 2) Métrique
- 3) Constante cosmo
- 4) Univers Homogène et isotrope
- 5) Courbure
- 6) Expansion
- 7) Paramètres cosmologiques
- 8) Modèle standard
- 9) Distance de luminosité
- 10) Intérêt SNe

## 1.1 Bases de relativité générale

### 1.1.1 Concepts initiaux

### 1.1.2 Métrique et équations de conservation

### 1.1.3 Définition de la constante cosmologique

## 1.2 Introduction du modèle standard de la cosmologie

### 1.2.1 Univers plat, homogène et isotrope

**Univers plat** Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

### 1.2.2 Métrique de Friedmann-Lemaître-Robertson-Walker

### 1.2.3 Le modèle $\Lambda$ CDM

## 1.3 Mesure cosmologiques

### 1.3.1 Âge de l'Univers

### 1.3.2 Distance de luminosité

### 1.3.3 Intérêt des supernovae de type Ia

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique, libero. Vivamus viverra fermentum felis. Donec nonummy pellentesque ante. Phasellus adipiscing semper elit. Proin fermentum massa ac quam. Sed diam turpis, molestie vitae, placerat a, molestie nec, leo. Maecenas lacinia. Nam ipsum ligula, eleifend at, accumsan nec, suscipit a, ipsum. Morbi blandit ligula feugiat magna. Nunc eleifend

consequat lorem. Sed lacinia nulla vitae enim. Pellentesque tincidunt purus vel magna. Integer non enim. Praesent euismod nunc eu purus. Donec bibendum quam in tellus. Nullam cursus pulvinar lectus. Donec et mi. Nam vulputate metus eu enim. Vestibulum pellentesque felis eu massa.

Quisque ullamcorper placerat ipsum. Cras nibh. Morbi vel justo vitae lacus tincidunt ultrices. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. In hac habitasse platea dictumst. Integer tempus convallis augue. Etiam facilisis. Nunc elementum fermentum wisi. Aenean placerat. Ut imperdiet, enim sed gravida sollicitudin, felis odio placerat quam, ac pulvinar elit purus eget enim. Nunc vitae tortor. Proin tempus nibh sit amet nisl. Vivamus quis tortor vitae risus porta vehicula.





# Supernovae de type Ia

– XXX –

## Sommaire

|            |            |           |
|------------|------------|-----------|
| <b>2.1</b> | <b>XXX</b> | <b>18</b> |
| 2.1.1      | XXX        | 18        |
| 2.1.2      | XXX        | 18        |
| <b>2.2</b> | <b>XXX</b> | <b>18</b> |
| 2.2.1      | XXX        | 18        |
| 2.2.2      | XXX        | 18        |

- 1) Supernovae, classification
- 2) Chandelles standardisables
- 3) Physique de l'explosion
- 4) Propriétés, courbe de lumière
- 5) Corrélation
- 6) Spectro ?
- 7) Galaxie hôte
- 8) Diagramme de Hubble
- 9) Contraintes
- 10) Biais

## 2.1 XXX

### 2.1.1 XXX

### 2.1.2 XXX

## 2.2 XXX

### 2.2.1 XXX

### 2.2.2 XXX

# Création d'un échantillon complet

– XXX –

## Sommaire

|            |            |           |
|------------|------------|-----------|
| <b>3.1</b> | <b>XXX</b> | <b>20</b> |
| 3.1.1      | XXX        | 20        |
| 3.1.2      | XXX        | 20        |
| <b>3.2</b> | <b>XXX</b> | <b>20</b> |
| 3.2.1      | XXX        | 20        |
| 3.2.2      | XXX        | 20        |

- 1) Pantheon
- 2) SNf
- 3) Télescopes
- 4) Magnitudes limites
- 5) Redshift limite
- 6) Tests

## **3.1    XXX**

### **3.1.1    XXX**

### **3.1.2    XXX**

## **3.2    XXX**

### **3.2.1    XXX**

### **3.2.2    XXX**

# Étude du *stretch* des SNe Ia

– XXX –

## Sommaire

|            |            |           |
|------------|------------|-----------|
| <b>4.1</b> | <b>XXX</b> | <b>22</b> |
| 4.1.1      | XXX        | 22        |
| 4.1.2      | XXX        | 22        |
| <b>4.2</b> | <b>XXX</b> | <b>22</b> |
| 4.2.1      | XXX        | 22        |
| 4.2.2      | XXX        | 22        |

- 1) Prompt vs delayed
- 2) LsSFR
- 3) Distribution
- 4) Modèles testés
- 5) Table de résultats
- 6) Comparaison aux données
- 7) Prédictions

## 4.1 XXX

### 4.1.1 XXX

### 4.1.2 XXX

## 4.2 XXX

### 4.2.1 XXX

### 4.2.2 XXX

## Impact sur la cosmologie : simulations

– XXX –

### Sommaire

|            |            |           |
|------------|------------|-----------|
| <b>5.1</b> | <b>XXX</b> | <b>24</b> |
| 5.1.1      | XXX        | 24        |
| 5.1.2      | XXX        | 24        |
| <b>5.2</b> | <b>XXX</b> | <b>24</b> |
| 5.2.1      | XXX        | 24        |
| 5.2.2      | XXX        | 24        |

- 1) Mass comme traceur
- 2) Modélisation de la masse
- 3) Remesure de la masse
- 4) SNANA principe
- 5) HOSTLIB
- 6) Modifications apportées
- 7) Tests effectués
- 8) Résultats

## 5.1 XXX

### 5.1.1 XXX

### 5.1.2 XXX

## 5.2 XXX

### 5.2.1 XXX

### 5.2.2 XXX



# Résultats et discussion

– XXX –

## Sommaire

|            |            |           |
|------------|------------|-----------|
| <b>6.1</b> | <b>XXX</b> | <b>26</b> |
| 6.1.1      | XXX        | 26        |
| 6.1.2      | XXX        | 26        |
| <b>6.2</b> | <b>XXX</b> | <b>26</b> |
| 6.2.1      | XXX        | 26        |
| 6.2.2      | XXX        | 26        |

- 1) Drift mieux
- 2) Forward model stylé
- 3) Age cool
- 4) SNANA pas au point

## 6.1 XXX

### 6.1.1 XXX

### 6.1.2 XXX

## 6.2 XXX

### 6.2.1 XXX

### 6.2.2 XXX

## Conclusions



## Bibliographie