

# Variabilités environnementales des SNe Ia

« Citation »

AUTAIRE, *Livre*

Dans le chapitre précédent, nous avons vu comment la physique des SNe Ia permettait de les utiliser comme des indicateurs de distance suffisamment précis pour mesurer la quantité d'énergie noire de l'Univers (*via* le paramètre  $w$ ), amenant à la découverte de son expansion accélérée. Les SNe Ia permettent également de mesurer le taux d'expansion actuel, nommé  $H_0$ , en se concentrant sur la partie de bas redshift du diagramme de HUBBLE.

Avec l'augmentation rapide du nombre de SNe Ia utilisables pour la cosmologie, la mesure des paramètres cosmologiques ( $H_0$  ou  $w$  par exemple) commence à ne plus être limitée par l'incertitude statistique mais par l'incertitude systématique, c'est-à-dire par notre connaissance de leur physique intrinsèque comme celle ayant permis leur standardisation. De nombreux efforts sont déployés pour étudier la manière dont nous pouvons continuer à corriger les distances des SNe Ia avec d'autres paramètres.

Dans ce chapitre, nous présentons différents paramètres d'environnements galactiques dans lesquels nous pouvons trouver des SNe Ia (Section I.1) avant d'étudier la corrélation de leurs propriétés avec les environnements les plus intéressants (Section I.2). De cette Section découle notre travail de thèse.

## Sommaire

<b>I.1 Présentation d'environnements galactiques . . . . .</b>	<b>2</b>
I.1.1 Morphologie . . . . .	2
I.1.2 Couleur . . . . .	3
I.1.3 Masse stellaire . . . . .	4
I.1.4 Taux de formation stellaire . . . . .	4
I.1.5 Taux de formation stellaire spécifique spectroscopique et âge . . . . .	5
<b>I.2 Corrélations des SNe Ia à l'environnement . . . . .</b>	<b>6</b>
I.2.1 Marche de magnitude basée sur la masse . . . . .	7
I.2.2 Marche de magnitude basée sur l'âge . . . . .	7
I.2.3 Implications en cosmologie moderne . . . . .	8
I.2.4 Ancre de notre thèse : étude de l'étirement en fonction de l'âge . . . . .	9

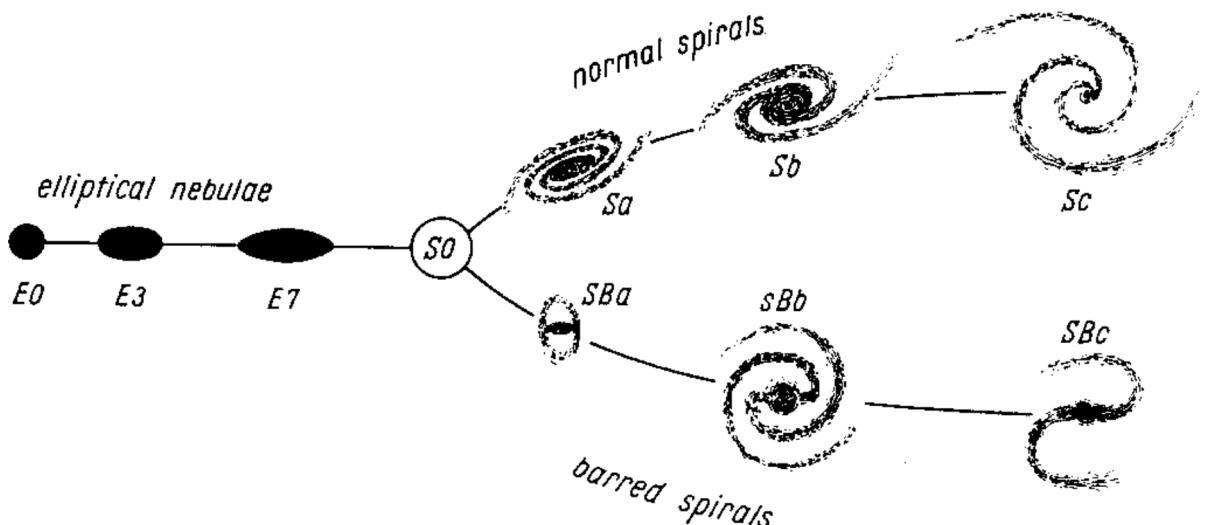
## I.1 Présentation d'environnements galactiques

Dans le chapitre précédent, nous avons présenté les caractéristiques des SNe Ia en tant qu'objets individuels ; cependant, elles font la plupart du temps partie d'un système bien plus large, les galaxies. Leur étude constitue un pan entier de l'astrophysique et de la cosmologie, et nous n'avons pas prétention à donner ici une zoologie complète de ce que sont les galaxies. Pour suivre le déroulé de cette thèse, nous nous contenterons de les décrire comme un ensemble d'astres et de poussières en interaction gravitationnelle, pouvant comporter de  $10^8$  à  $10^{14}$  étoiles et formant un tout dont le diamètre va de 1000 à 10 000 pc.

Comme pour les SNe d'une manière générale (Ia, Ib...), il existe différents types de galaxies et différentes caractéristiques décrivant des types d'environnements, donnant toute une variété de formes, de couleurs et de fonctionnements physiques. Nous présentons dans cette section quelques-unes de ces caractéristiques galactiques.

### I.1.1 Morphologie

Au-delà de leur luminosité (qui est inhérente au fait d'être observé), l'aspect visuel des galaxies est le premier facteur utilisé pour les classifier. C'est HUBBLE (1926) qui commence à les décrire en une classification qui donnera plus tard (HUBBLE 1936) le graphique présenté Figure I.1, sobrement appelé « séquence de Hubble », depuis revisité et retravaillé.



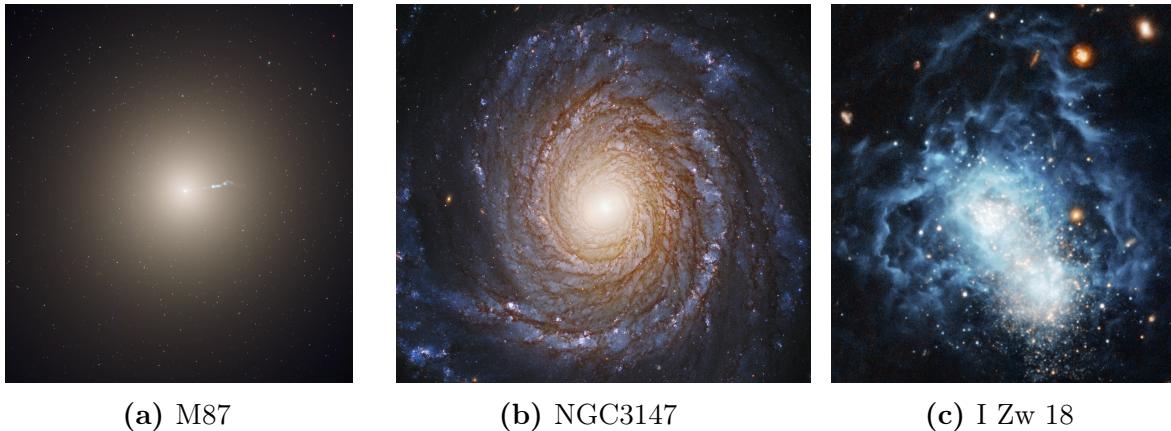
**FIGURE I.1** – Classification morphologique des galaxies d'après HUBBLE (1936). De gauche à droite : galaxies elliptiques (E0-7), lenticulaires (S0) et spirales, barrées *en bas* (SBA-c) et non-barrées *en haut* (Sa-c).

Cette étude permet de rapporter trois grandes catégories de galaxies, illustrées Figure I.2 par des images prises par le télescope spatial Hubble<sup>1</sup> :

- **Les elliptiques**, nommées par leur géométrie apparente, donnant lieu à des astres de luminosité continue<sup>2</sup> et diffuse sur leur surface. La classification va de E0 à E7

1. [https://www.nasa.gov/mission\\_pages/hubble/story/index.html](https://www.nasa.gov/mission_pages/hubble/story/index.html)

2. donc sans sous-structure ou trou, mais cependant pas constante



**FIGURE I.2** – Exemples de morphologies de galaxies. *De gauche à droite* : elliptique (M87), spirale (NGC3147) et irrégulière (I ZWICKY 18). Images prises avec le télescope spatial HUBBLE<sup>1</sup>, tirées du site [hubblesite.org](http://hubblesite.org).

selon leur allongement, de sphérique à plate, respectivement ;

- **Les spirales**, présentant un bulbe central concentré en étoiles autour duquel tourne un disque s'arrangeant en bras spiralés. Elles sont distinguées selon la présence ou non-présence d'une barre (classifiées SB et S respectivement) semblant traverser le bulbe et duquel partent les bras. Elles se voient également sous-classifiées « a », « b » ou « c » selon le rapport des surfaces entre le bulbe et le disque, de bulbe proéminent à bulbe peu marqué, respectivement ;
- **Les particulières**, regroupant toutes les autres morphologies ni tout à fait elliptiques ni tout à fait spirales ; par exemple les galaxies lenticulaires (S0 sur la Figure I.1), à mi-chemin entre les deux, les irrégulières (inclassables ou en interaction avec d'autres galaxies les déformant), etc.

Ce paramètre n'apparaît cependant pas comme un indicateur précis des propriétés intrinsèques des SNe Ia, comme nous le verrons par la suite.

### I.1.2 Couleur

Comme pour les SNe Ia (voir Section ??), nous pouvons caractériser la couleur d'un environnement par une différence de magnitude entre deux bandes photométriques. Cependant, ce paramètre est sujet à de nombreuses contaminations extérieures : dans un premier lieu, de la source à l'observation, le milieu interstellaire présente un effet de rougissement qui peut être non-négligeable selon la direction ; ensuite, la Voie Lactée peut ajouter une extinction non-homogène selon les longueurs d'ondes ; finalement, l'atmosphère a elle aussi un effet de rougissement selon son épaisseur et les conditions météorologiques lors de la (ou des) mesures. En plus de cela, à cause de l'expansion de l'Univers, les longueurs d'ondes subissent un décalage vers le rouge. Les « corrections  $K$  » consistent à transposer les mesures pour les placer dans un référentiel au repos, à  $z = 0$ , ce qui permet de les corriger de cet effet et de comparer les couleurs entre elles.

La multiplicité de ces possibles phénomènes parasites rend compliquées les études utilisant la couleur comme mesure de l'environnement, mais font partie intégrante des