

# Modélisation hyperspectrale

Ce chapitre est consacré l'étape de construction du cube intrinsèque de la galaxie hôte, que nous avons introduit dans le chapitre ??.

Nous présenterons dans un premier temps le relevé Pan-STARRS, les images photométriques qui serviront de base d'information pour notre modélisation hyperspectrale et les étapes de pré-traitement à appliquer.

Puis nous introduirons le SED Fitter **CIGALE**, qui sera utilisé pour obtenir une SED de la galaxie à l'échelle locale, la configuration implémentée et son application aux images photométriques.

Enfin, nous détaillerons la construction du cube intrinsèque, étape finale de la modélisation hyperspectrale de la galaxie.

## 1.1 Source photométrique

Notre cadre de recherche étant au sein de la collaboration ZTF, nous devons prévoir le fait que nous aurons des alertes d'événements transitoire dans tout le ciel Nord, couverture de la caméra. Par ailleurs, le but d'HYPERGAL étant une modélisation de scène d'une observation de la SEDm, la source photométrique utilisée doit avoir a minima la même profondeur en magnitude. Enfin, la projection se faisant de l'espace photométrique vers l'espace des observables de la SEDm, il serait plus judicieux d'utiliser un relevé photométrique attestant d'un meilleur seeing, pour éviter de dégrader les données.

Le relevé Pan-STARRS1 du système Pan-STARRS — Panoramic Survey Telescope and Rapid Response System - (KAISER et al., 2002, 2010) répond à tous ces critères. C'est d'ailleurs basé sur la première Data Release ce relevé astronomique que la procédure de calibration photométrique de ZTF est effectuée.

### 1.1.1 Relevé astronomique Pan-STARRS1

Le relevé Pan-STARRS1 (CHAMBERS et al., 2016) est une installation innovante d'imagerie astronomique à grand champ, développé à l'Institut d'astronomie de l'Université de Hawaï. Le relevé Pan-STARRS1 vient du nom du premier télescope du projet situé à l'Observatoire Haleakala, Pan-STARRS Telescope #1 ou encore PS1. L'optique de PS1 est décrit dans HODAPP et al. (2004a,b,c); MORGAN et KAISER (2008). Ce télescope possède un miroir primaire de 1m80 de diamètre avec une focale de 8m, et un miroir secondaire de 0.9m.

La caméra montée sur le télescope PS1 est la Gigapixel Camera #1 (GPC1) de 1.4 gigapixel, conçue au laboratoire Lincoln (TONRY et al., 2006, 2008) et offrant un champ de vue d'environ  $3.3^\circ$  de diamètre. Le plan focal de la caméra GPC1 est divisé en 60 appareils OTA CCID58 (Orthogonal Transfer Array; TONRY et al. (1997, 2008)), où chacun est composé d'un réseau de  $8 \times 8$  CCDs (cellules). Un unique OTA est composé de 64 cellules de  $590 \times 598$  pixels de  $10 \mu\text{m}$  de côté. Une illustration du plan focal de la caméra est présentée dans la Figure 1.1.

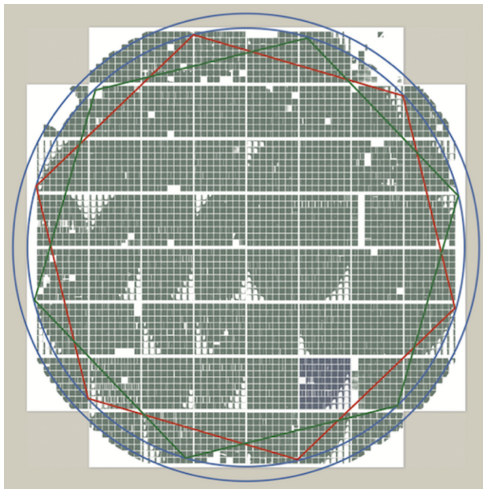
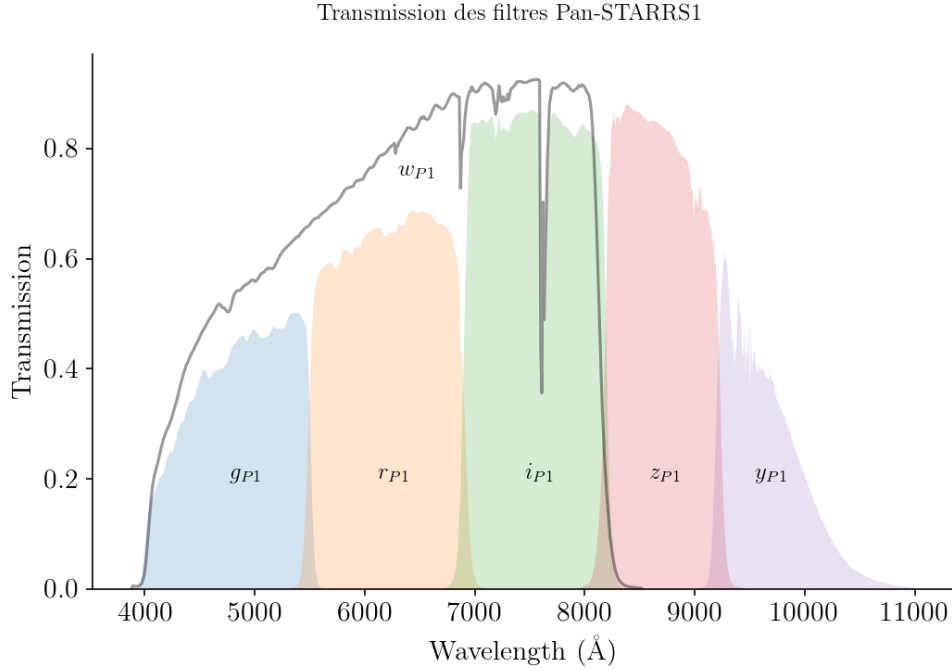


FIGURE 1.1 – Plan focal de la Gigapixel Camera (PS1) (figure de CHAMBERS et al. (2016)). Les cellules non fonctionnelles sont masquées et représentées en blanc dans la figure ci-dessus.

Une des missions de PS1 (à plus de 56% du temps alloué) est l'observation de tout le ciel Nord à une déclinaison  $\delta > 30^\circ$  : c'est le relevé  $3\pi$  Stéradian. Les observations sont

FIGURE 1.2 – Transmission des filtres *grizy* de Pan-STARRS1.

effectuées avec 5 filtres  $g_{P1}$ ,  $r_{P1}$ ,  $i_{P1}$ ,  $z_{P1}$  et  $y_{P1}$ . On notera l'existence d'un sixième filtre ( $w_{P1}$ ) qui englobe les filtres  $g, r, i$  mais qui est utilisé pour l'étude du système solaire et non le relevé  $3\pi$  Stéradian. Les informations de transmission de ces 6 filtres sont présentées dans la Figure 1.2.

Pan-STARRS1 utilise le système de magnitude “AB” (OKE et GUNN, 1983) décrit en détail pour le relevé SDSS (YORK et al., 2000) par FUKUGITA et al. (1996).

Dans ce système, une magnitude monochromatique AB est défini comme le logarithme de la densité spectrale de flux, tel que :

$$m_{AB}(\nu) = -2.5 \log_{10}(f_{\nu}[\text{erg s}^{-1}\text{cm}^{-2}\text{Hz}^{-1}]) - 48.60 \quad (1.1)$$

$$m_{AB}(\nu) \approx -2.5 \log_{10}\left(\frac{f_{\nu}[\text{Jy}]}{3631\text{Jy}}\right) \quad (1.2)$$

Avec  $1\text{Jy} = 10^{-23}\text{erg. sec}^{-1}\text{cm}^{-2}\text{Hz}^{-1}$ .

La magnitude AB d'une bande passante est alors définie telle que :

$$m_{AB} \approx -2.5 \log_{10}\left(\frac{\int f_{\nu}(h\nu)^{-1}A(\nu)d\nu}{\int 3631\text{Jy}(h\nu)^{-1}A(\nu)d\nu}\right) \quad (1.3)$$

Où  $A(\nu)$  est la fonction de réponse du filtre considéré. Le système photométrique de PS1 est détaillé dans TONRY et al. (2012).

Nous présentons dans la Table 1.1 quelques caractéristiques des filtres *grizy* de PS1, ainsi que du relevé  $3\pi$  Stéradian.

### 1.1.2 Utilisation des images PS1

TABLE 1.1 – Caractéristiques des filtres *grizy* de PAN-STARRS1 et du relevé  $3\pi$  Stéradian.

Filtres	$\lambda_{pivot}(\text{\AA})$	# Expositions	mag à $5\sigma$ (exposition unique)	mag à $5\sigma$ (expositions empilées)	Median seeing (")	Mode seeing (")
$g_{P1}$	4849.11	60528	22.0	23.3	1.47	1.31
$r_{P1}$	6201.20	70918	21.8	23.2	1.31	1.15
$i_{P1}$	7534.96	104414	21.5	23.1	1.19	1.05
$z_{P1}$	8674.20	67604	20.9	22.3	1.14	1.00
$y_{P1}$	9627.79	70982	19.7	21.4	1.09	0.95

**Notes.** La longueur d'onde pivot  $\lambda_{pivot}$  est déterminée avec la transmission  $T(\lambda)$  tel que  $\lambda_{pivot} = \sqrt{\frac{\int T(\lambda)d\lambda}{\int T(\lambda)d\lambda/\lambda^2}}$

## 1.2 Cigale et SEDFitting

### 1.2.1 Présentation de Cigale

### 1.2.2 Utilisation

## 1.3 Construction du cube intrinsèque

### 1.3.1 Sampling des spectres dans l'espace SEDm

### 1.3.2 Construction du cube

# Bibliographie

- CHAMBERS K. C., MAGNIER E. A., METCALFE N. et al. 2016, « The Pan-STARRS1 Surveys », [arXiv e-prints](#), [arXiv:1612.05560](#) ↑ [Section 1.1.1](#), ↑ [Section 1.1](#)
- FUKUGITA M., ICHIKAWA T., GUNN J. E. et al. 1996, « The Sloan Digital Sky Survey Photometric System », [The Astronomical Journal](#), **111**, 1748 ↑ [Section 1.1.1](#)
- HODAPP K. W., KAISER N., AUSSEL H. et al. 2004a, « Design of the Pan-STARRS telescopes », [Astronomische Nachrichten](#), **325**, 636 ↑ [Section 1.1.1](#)
- HODAPP K. W., LAUX U., SIEGMUND W. A. et KAISER N. 2004b, « Optical design of the Pan-STARRS telescopes », dans Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE) Conference Series, Vol. 5249, *Optical Design and Engineering*, ed. L. Mazuray, P. J. Rogers, & R. Wartmann, 165–174 ↑ [Section 1.1.1](#)
- HODAPP K. W., SIEGMUND W. A., KAISER N. et al. 2004c, « Optical design of the Pan-STARRS telescopes », dans Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE) Conference Series, Vol. 5489, *Ground-based Telescopes*, ed. J. Oschmann, Jacobus M., 667–678 ↑ [Section 1.1.1](#)
- KAISER N., AUSSEL H., BURKE B. E. et al. 2002, « Pan-STARRS : A Large Synoptic Survey Telescope Array », dans Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE) Conference Series, Vol. 4836, *Survey and Other Telescope Technologies and Discoveries*, ed. J. A. Tyson & S. Wolff, 154–164 ↑ [Section 1.1](#)
- KAISER N., BURGETT W., CHAMBERS K. et al. 2010, « The Pan-STARRS wide-field optical/NIR imaging survey », dans Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE) Conference Series, Vol. 7733, *Ground-based and Airborne Telescopes III*, ed. L. M. Stepp, R. Gilmozzi, & H. J. Hall, 77330E ↑ [Section 1.1](#)
- MORGAN J. S. et KAISER N. 2008, « Alignment of the Pan-STARRS PS1 prototype telescope optics », dans Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE) Conference Series, Vol. 7012, *Ground-based and Airborne Telescopes II*, ed. L. M. Stepp & R. Gilmozzi, 70121K ↑ [Section 1.1.1](#)
- OKE J. B. et GUNN J. E. 1983, « Secondary standard stars for absolute spectrophotometry. », [The Astrophysical Journal](#), **266**, 713 ↑ [Section 1.1.1](#)
- TONRY J., BURKE B. E. et SCHECHTER P. L. 1997, « The Orthogonal Transfer CCD », [Publications of the Astronomical Society of the Pacific](#), **109**, 1154 ↑ [Section 1.1.1](#)
- TONRY J., ONAKA P., LUPPINO G. et ISANI S. 2006, « The Pan-STARRS Gigapixel Camera », dans The Advanced Maui Optical and Space Surveillance Technologies Conference, E47 ↑ [Section 1.1.1](#)

- TONRY J. L., BURKE B. E., ISANI S., ONAKA P. M. et COOPER M. J. 2008, « Results from the Pan-STARRS Orthogonal Transfer Array (OTA) », dans Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE) Conference Series, Vol. 7021, *High Energy, Optical, and Infrared Detectors for Astronomy III*, ed. D. A. Dorn & A. D. Holland, 702105 [↑ Section 1.1.1](#)
- TONRY J. L., STUBBS C. W., LYKKE K. R. et al. 2012, « The Pan-STARRS1 Photometric System », [The Astrophysical Journal](#), 750, 99 [↑ Section 1.1.1](#)
- YORK D. G., ADELMAN J., ANDERSON, JOHN E. J. et al. 2000, « The Sloan Digital Sky Survey : Technical Summary », [The Astronomical Journal](#), 120, 1579 [↑ Section 1.1.1](#)