

Journées **jeunes 2003**
chercheurs



La Roche-en-Ardenne
30 novembre > 5 décembre 2003

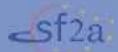
Spectroscopie des SuperNovae de type Ia

Grégory Sainton

Laboratoire de Physique Nucléaire et
des Hautes Energies, Paris



Des sponsors: FNRS, Université de Liège, Université de Namur



Société Française d'Astronomie
et Astrophysique

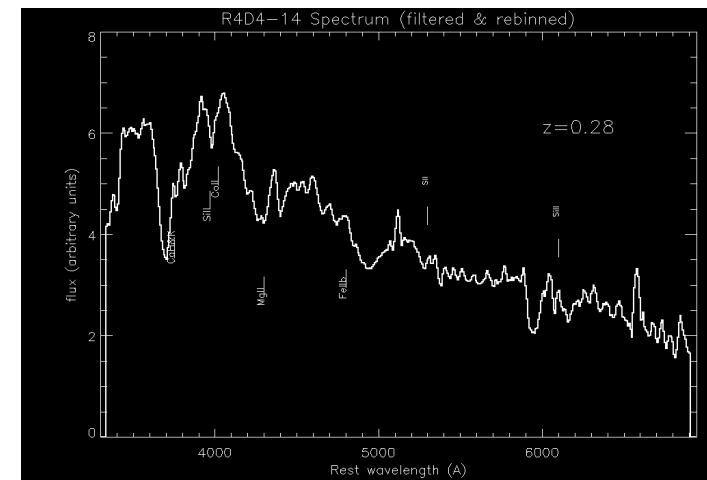
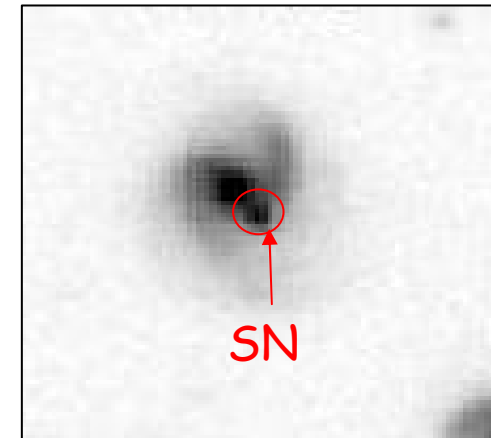


Société Belge de Physique



Spectroscopie des supernovae de type Ia

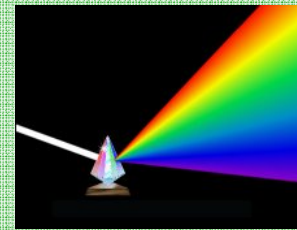
- C'est quoi une SNIa ?
- Observations spectroscopiques
- Réduction : les étapes de calibration
- Identification des objets
 - Pour la cosmologie
 - SN-fit



Supernovae de type Ia ?

- Phénomène à effet de seuil donc reproductible.
- Rare (1/gal/siècle).
- Fugace (~ 100 j).
- Dernier stade de l'évolution stellaire.
- Lieu de synthèse des éléments de masse intermédiaire (Du silicium au Fer).

Connaître la composition chimique



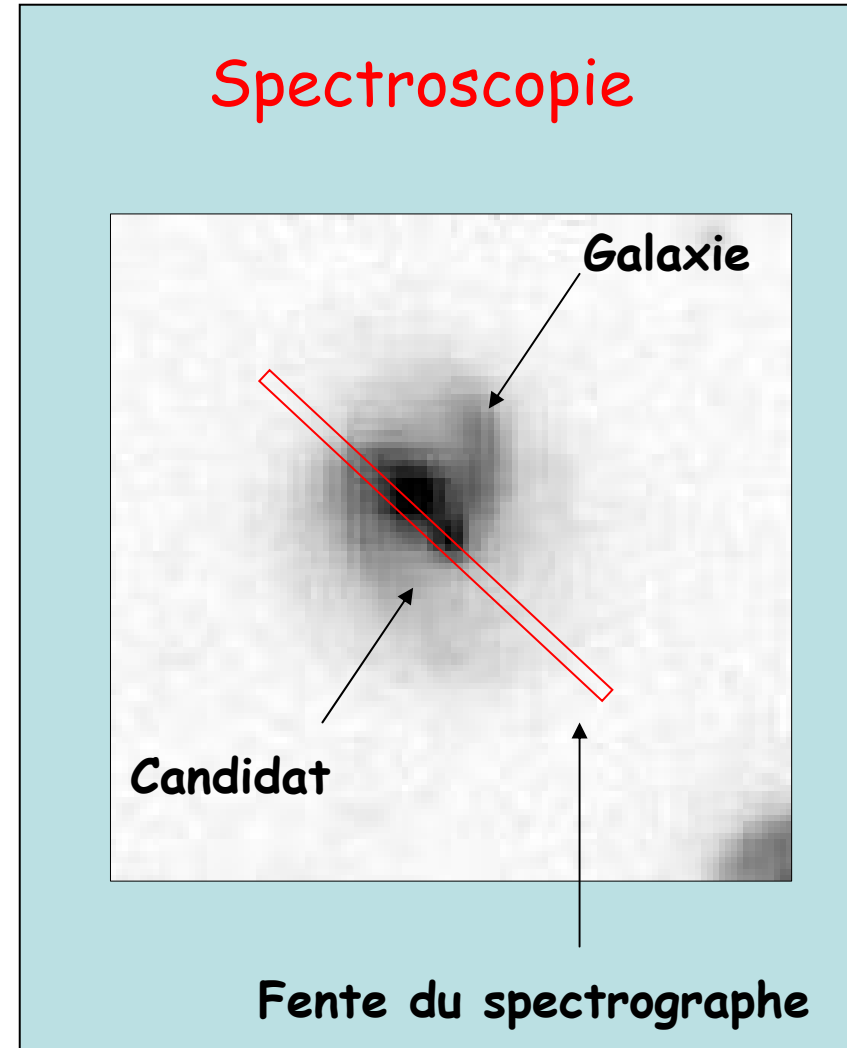
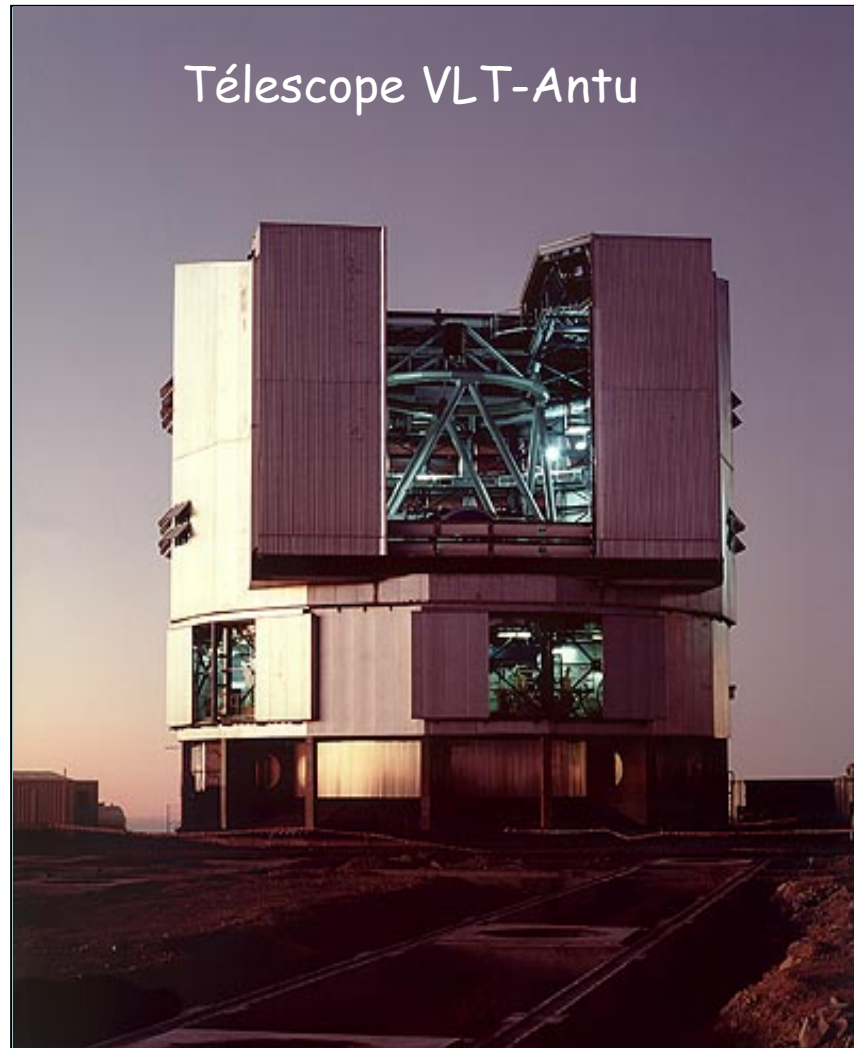
Spectre

Ne contient pas d'hydrogène

Contient du silicium

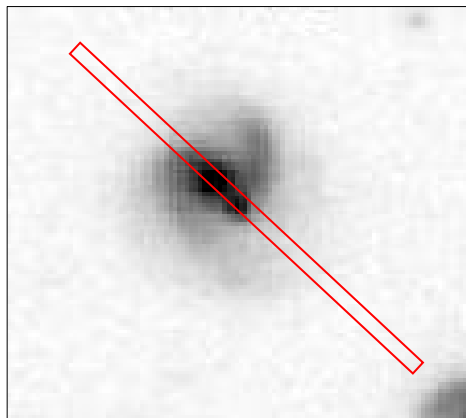
(Minkowski, 1940)

Observations (1/3)

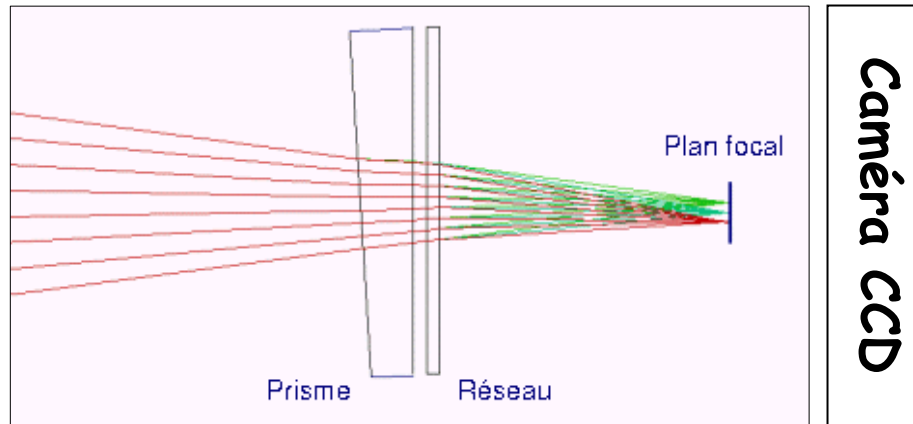
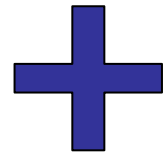


Observation (2/3)

Spectrographe = fente + {prisme+réseau}



Sélection d'une portion de ciel



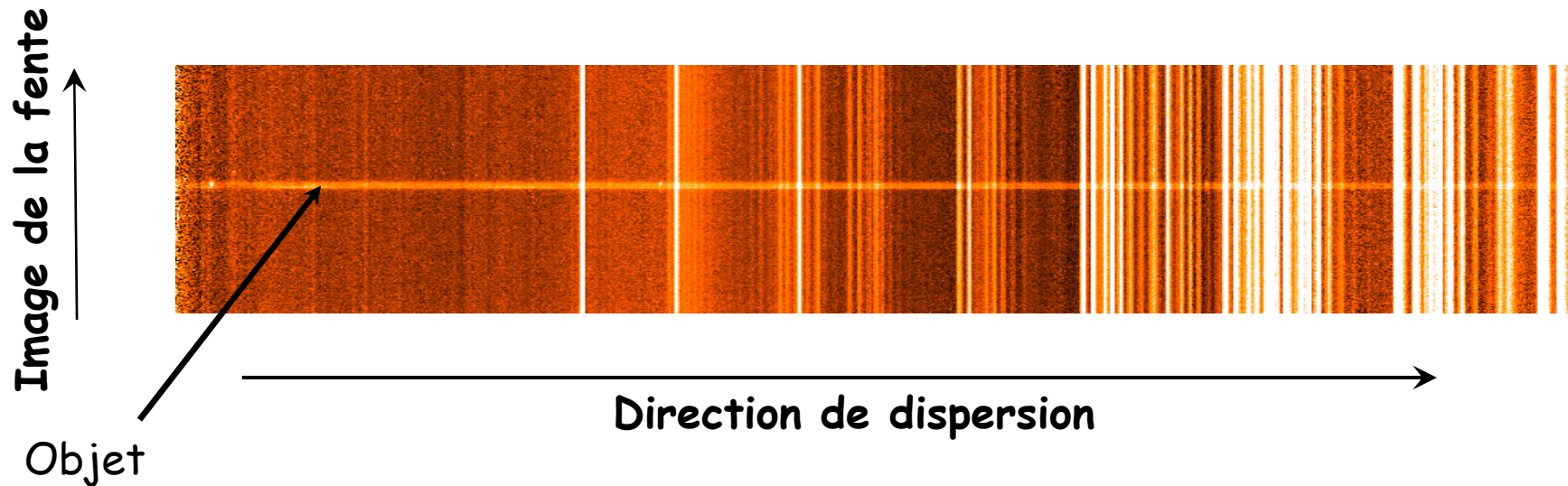
Dispersion de la lumière

Acquisition



Image en 2D (dispersion de chaque point de la fente)

Observations (3/3)



Autres observations nécessaires pour réduire les données

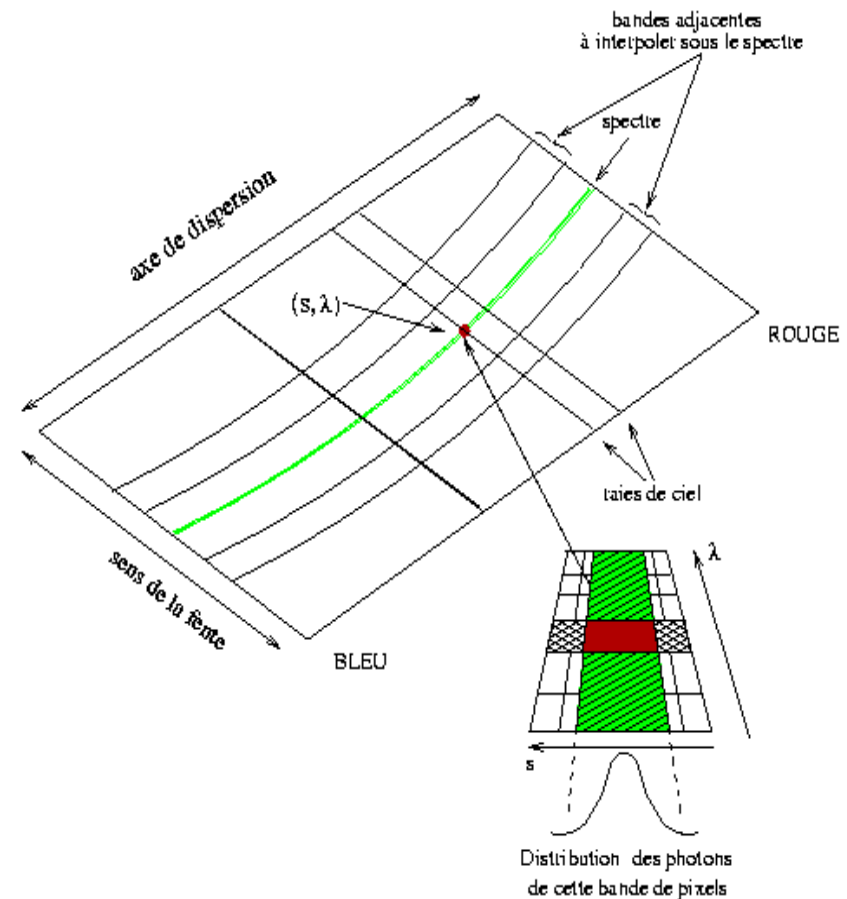
- Biais.
 - Lampe de forte intensité.
 - Lampe à raies d'émission étroites.
 - Spectre d'une étoile standard.
- } Calibration de la CCD

Réduction (1/3)

Extraction des spectres

Pour chaque tranche de pixels dans le sens de la dispersion :

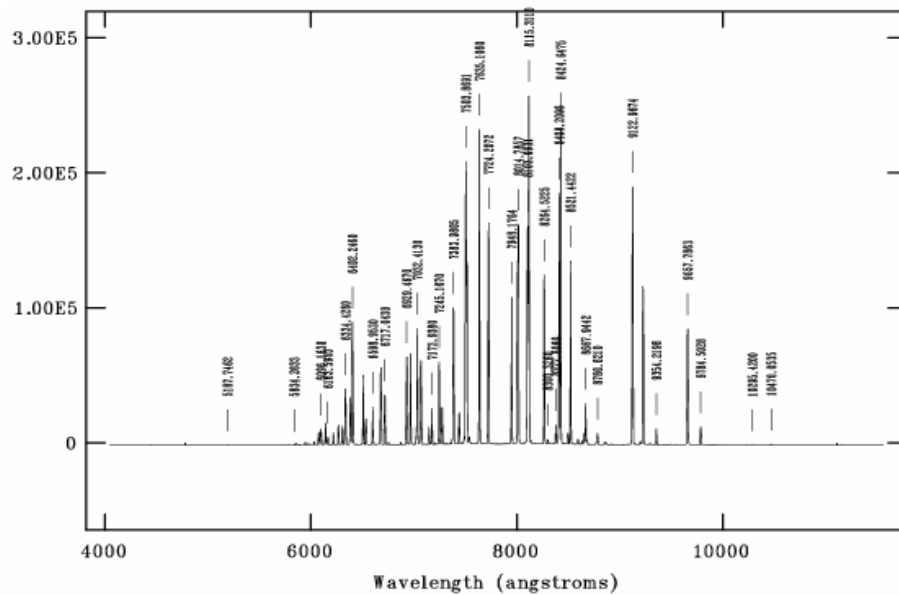
- Après calibration l'électronique de la CCD :
- Estimation du ciel à soustraire par interpolation de bandes de ciel adjacentes et de la variance.
- Ajustement du profil par une gaussienne normalisée.
- Pondération du signal.
- Méthode itérative pour minimiser la variance.



Réduction (2/3)

Calibration en longueur d'onde

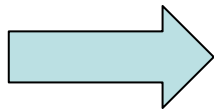
- Lampe à raies d'émission étroites (et connues).



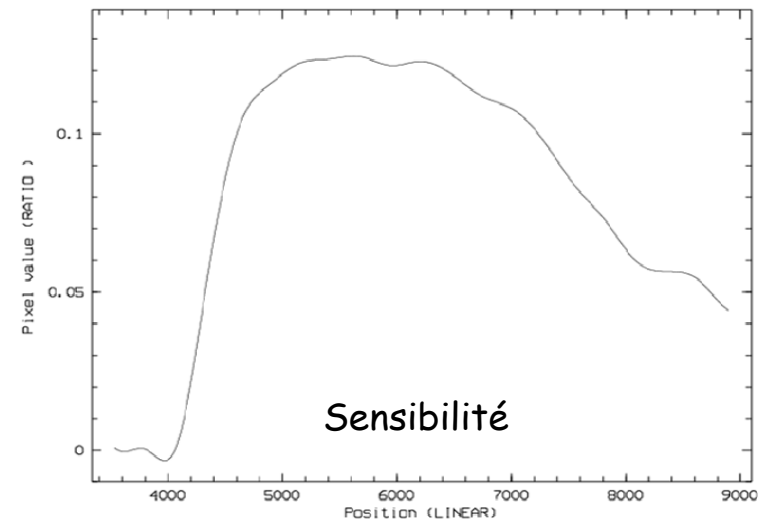
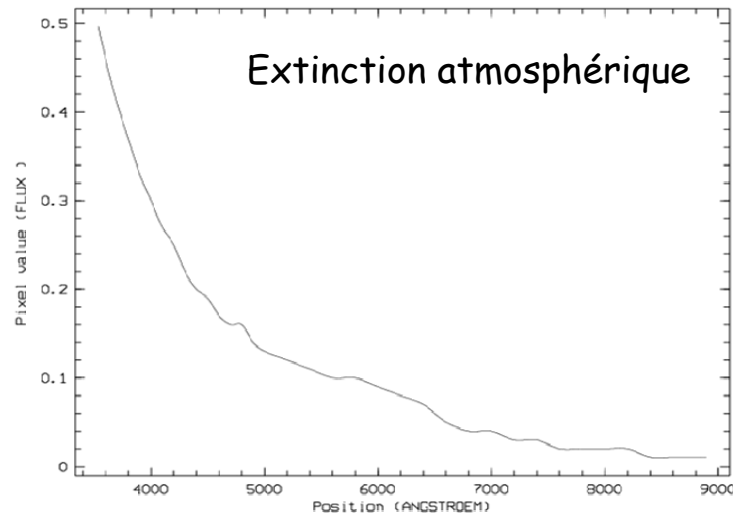
Réduction (3/3)

Calibration en flux

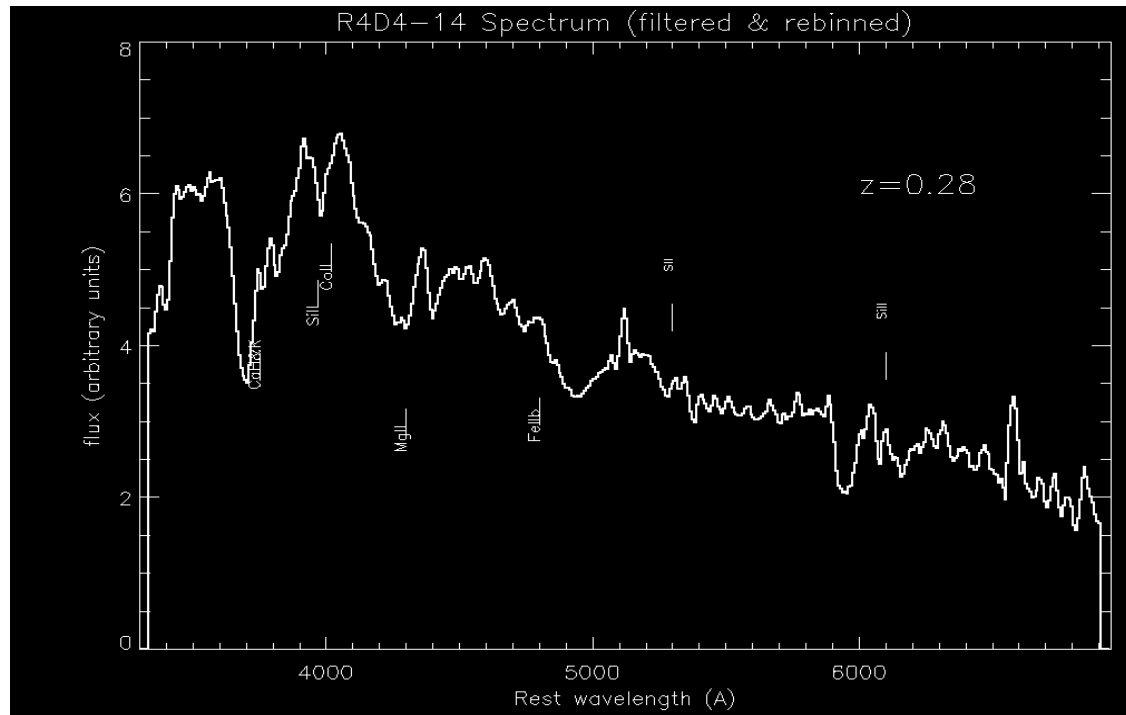
- Utilisation du spectre de l'étoile standard observée dans les MEMES conditions.



- Sensibilité de l'appareil.
- Comparaison flux standard observé/tabulé



Identification (1)



Différents objets variables possibles (Quasars, Noyaux actifs de galaxie, SN)

(Stat. par Delphine)

Si SN

- Type de la SN.
- Décalage vers le rouge.
- Age (relativement au max de luminosité).
- Contamination de la galaxie hôte.
- Type de l'hôte ...

Identification(2)

Stratégie (1)

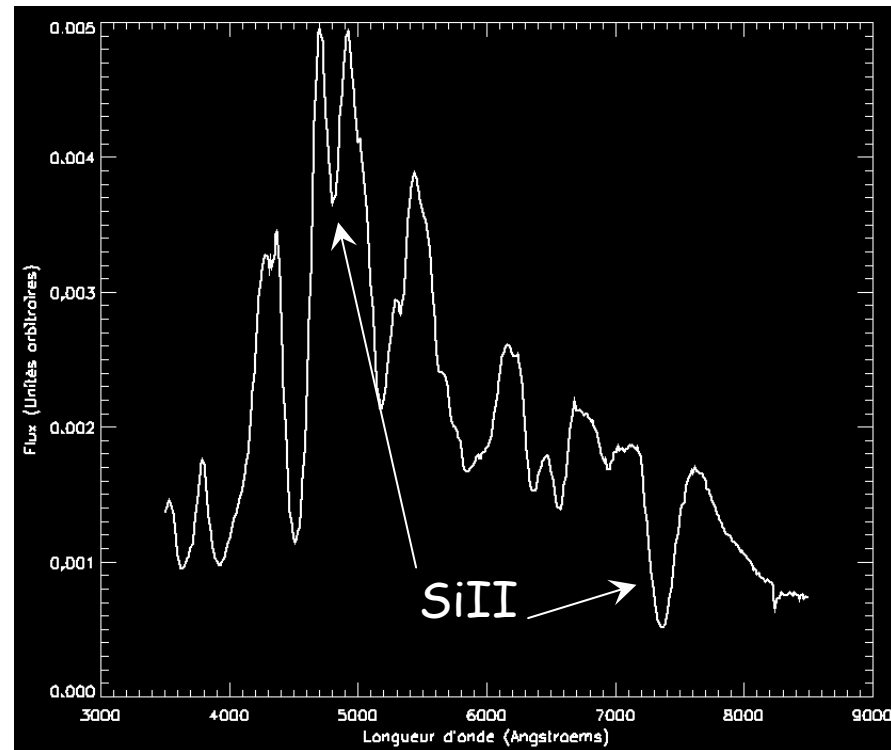
- Décalage vers le rouge avec le spectre de la galaxie hôte (raies étroites).
- Présence de SiII dans le spectre

→ SNIa

Muni du flux de l'objet
au max de son intensité

☞ (d_L, z)

OK pour la cosmologie !



Aller plus loin pour connaître les autres informations pertinentes (Age...).

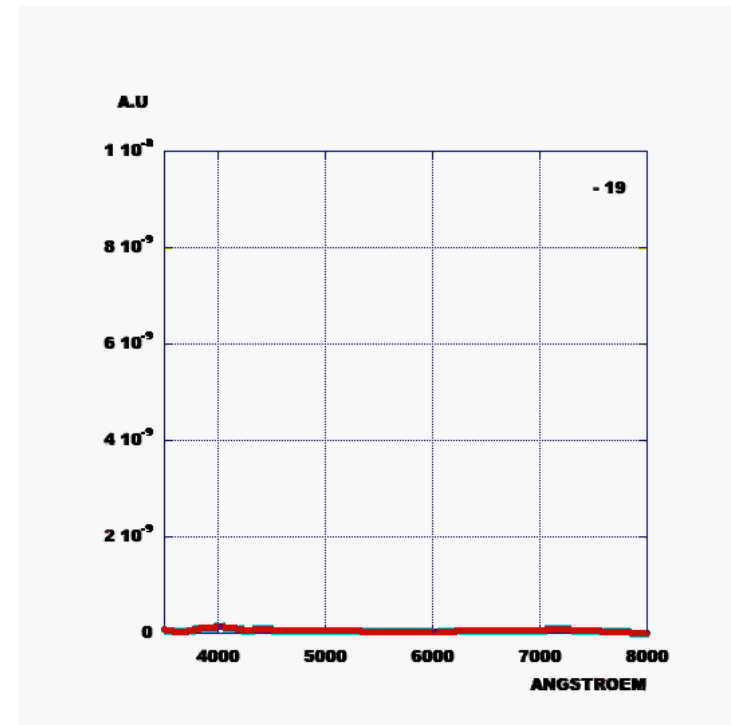
Identification(3)

Stratégie (2)

- Les spectres varient dans le temps.
- Variabilité parmi les SNIa.
- Forte contamination de la galaxie hôte.
- Bruit important (du à l'expo, la magnitude l'objet(distance de l'objet)...).



Nécessité d'une méthode statistique !!!



Identification(4)

SN-fit2.0

- Méthode de minimisation entre le spectre observé et un modèle M , constitué d'une fraction de galaxie et d'une fraction complémentaire de supernova :

$$M[\lambda](z, \alpha) = \alpha \text{Gal}_T[\lambda_r(1+z)] + (1-\alpha) \text{SN}_T[\lambda_r(1+z)]$$

- Besoin d'une base étendue de spectres bien connus et très bien mesurés, pour composer les modèles et pour couvrir tous les types de SNe et de galaxies.
- Code en C & GUI en Tcl/Tk.

Identification(5)

SN-fit2.0

Standard parameters

Observed Spectrum: sauavcal192_212fln.fits
 Variance Spectrum: var_sau_flat.fits

Supernovae

- Ia
- Iapec
- IIpec
- IIb
- Ic
- Iip
- IaTmp

Galaxies

- AGN-QSO
- Bulge
- Elliptical
- S0
- Sa
- Sb
- Sc
- starburst spiral with $E(B-V) < 0.1$
- starburst spiral with $0.11 < E(B-V) < 0.21$
- starburst spiral with $0.25 < E(B-V) < 0.35$
- starburst spiral with $0.39 < E(B-V) < 0.50$
- starburst spiral with $0.51 < E(B-V) < 0.60$

Galaxy fraction: $0.00 < q < 1.00$

Supernova age: $-7 < \text{Age} < 14$

Wavelength: $4662 < \lambda < 7242$

Redshift: $0.20 < z < 0.32$

Number of combinations: 552 / 552

SN: sn1992a.p05.fits

Type: Ia

Galaxy: s0.fits

z: 0.2702

dz: 0.0019

q: 0.7629

dq: 0.1791

S/N: 0.35

chi2: 0.0003

Database: Help

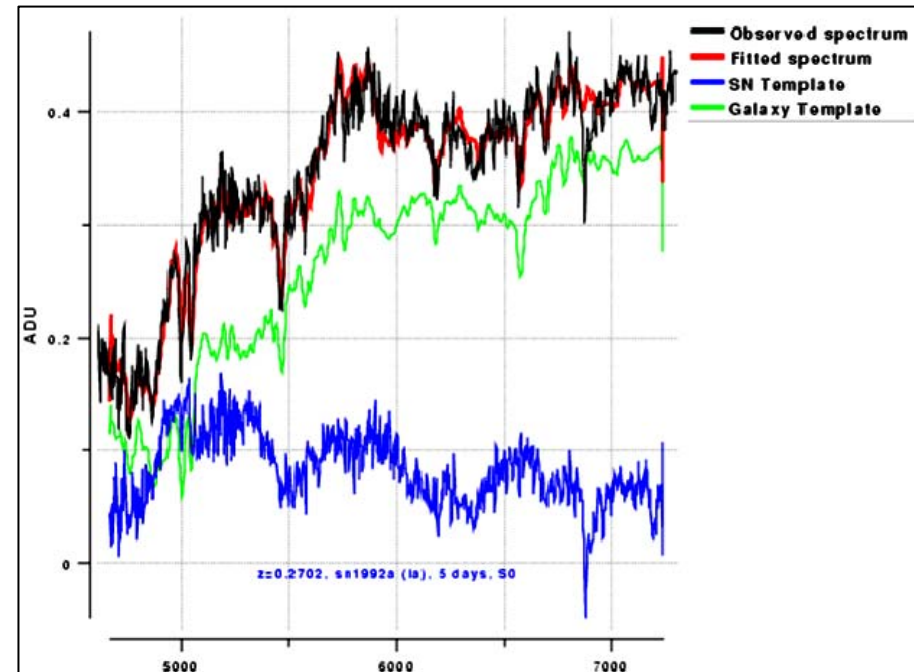
Display Error Bars: Yes No

Display SN Template: Yes No

Display Galaxy Template: Yes No

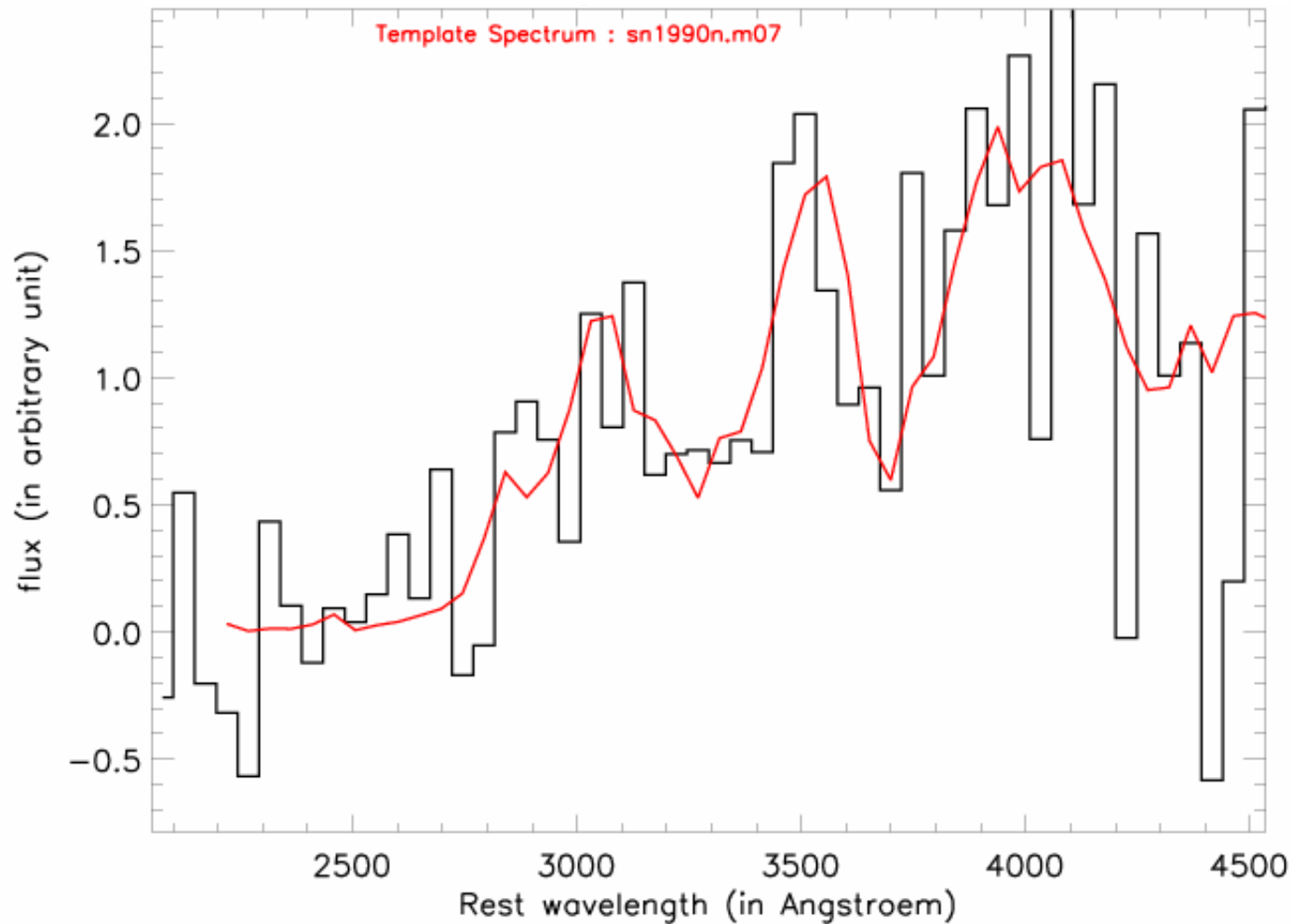
Display Label: Yes No

Accept Done Save values Recall values Default values Help



Keck + ESI : Les supernovae les plus lointaines

sn2001gn à $z=1.1$, à 7 jours avant le max de luminosité




Conclusion

Réalisé :

- Chaîne, depuis la détection photométrique jusqu'à l'identification spectroscopique en cours d'automatisation.
- Développement d'un logiciel (SN-fit) d'identification de spectres pour le SNLS.

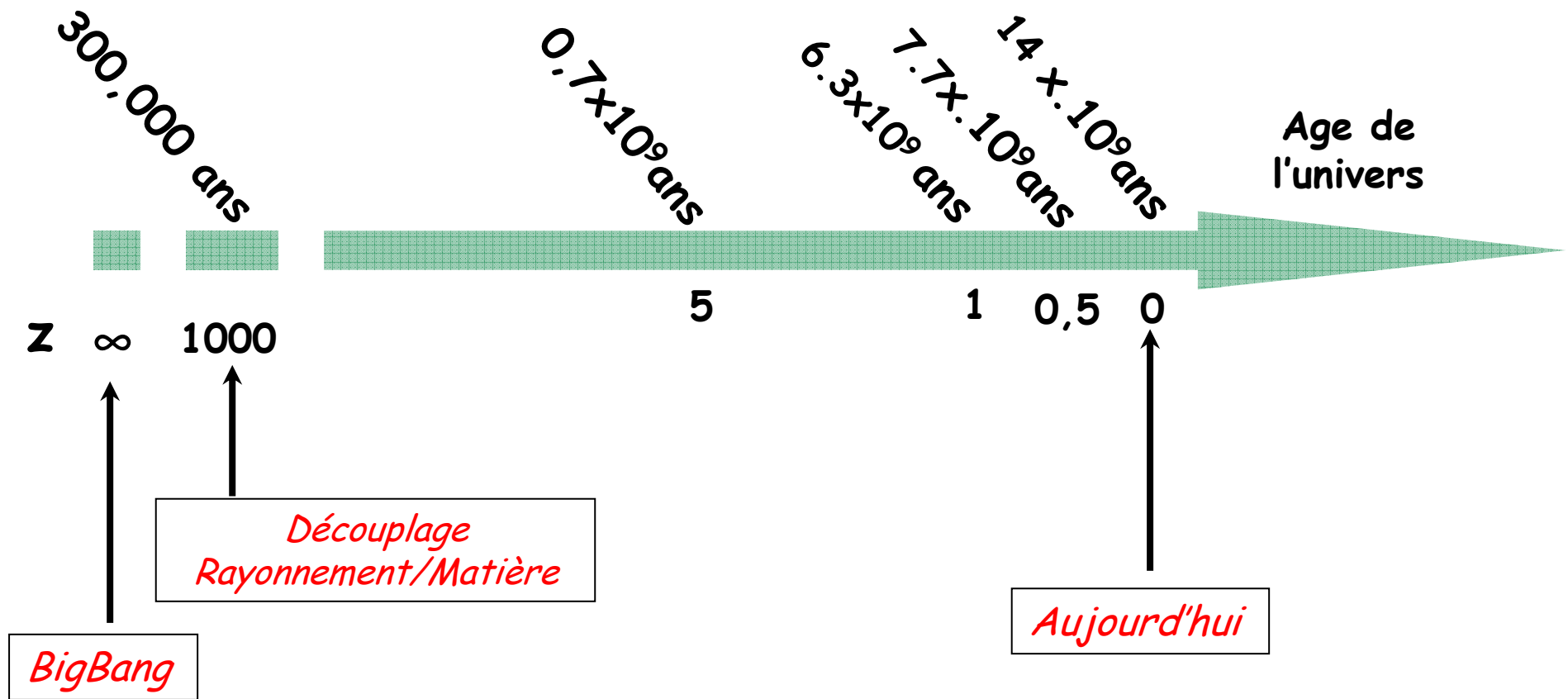
A venir :

- 
- Mesure de vitesses d'éjection de matière grâce aux spectres
 - Comparaison des spectres proches et lointains (évolution ??).

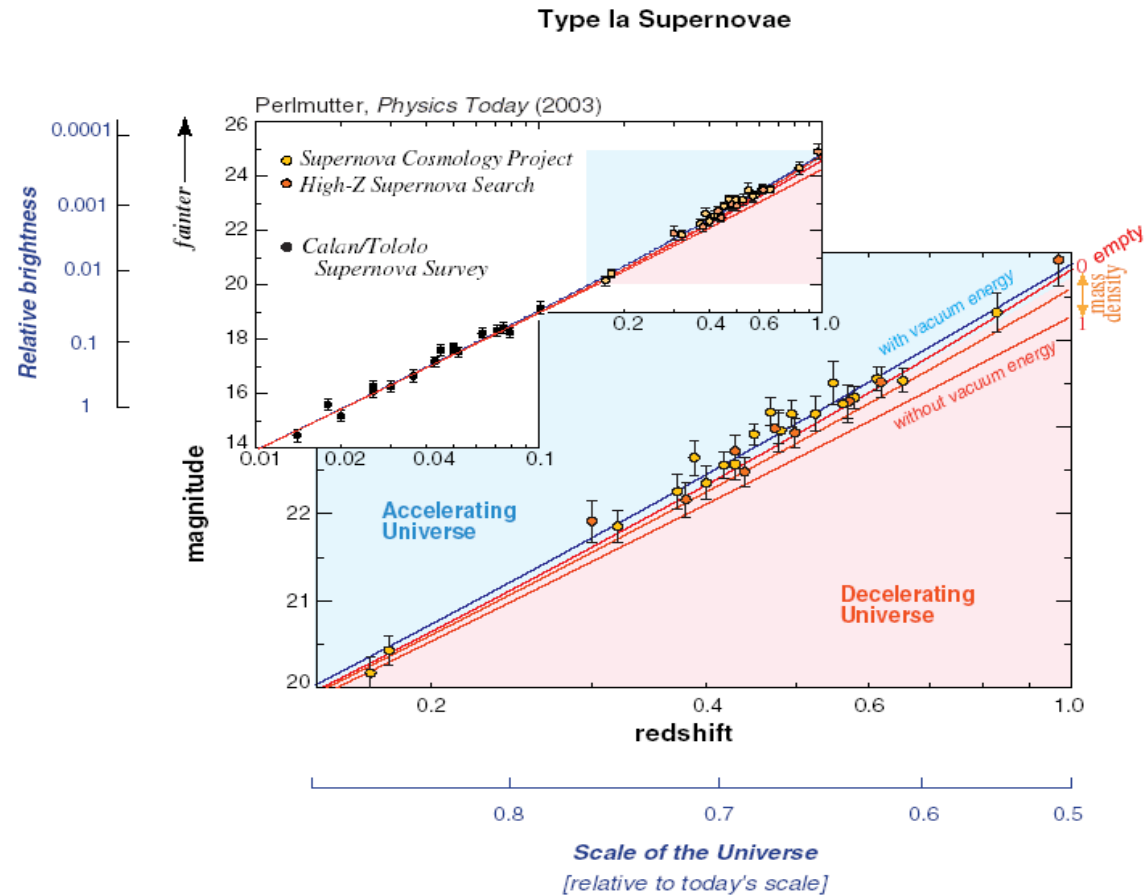


Copyright Douglas Peebles

Le décalage vers le rouge



Résultats cosmologiques



$$(\Omega_{\Lambda}, \Omega_M) = (0.25; 0.75) \quad (\text{Knop et al. Astro-ph/0309398, SCP Collab})$$