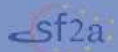


Journées **jeunes 2003**
chercheurs



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

Des sponsors: FNRS, Université de Namur, Université de Liège, Université de Louvain-la-Neuve



Société Française d'Astronomie
et Astrophysique



Société Belge de Physique

Spectroscopie des SuperNovae de type Ia

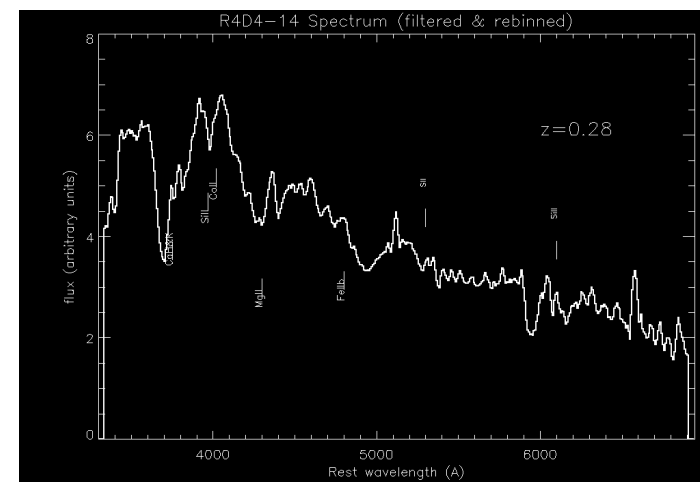
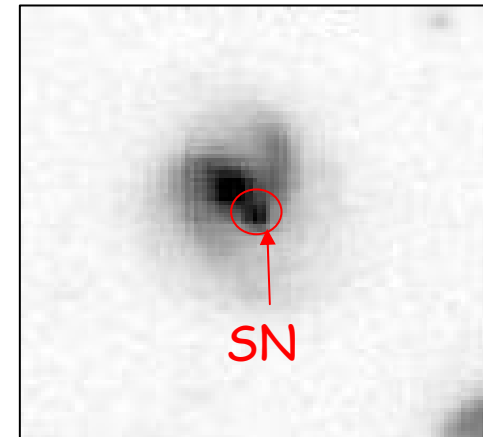
Grégory Sainton

Laboratoire de Physique Nucléaire et
des Hautes Energies, Paris



Spectroscopie des supernovae de type Ia

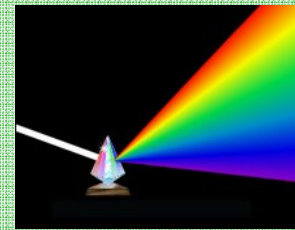
- C'est quoi une SNIa ?
- Observations spectroscopiques
- Réduction : les étapes de calibration
- Identification des objets
 - Pour la cosmologie
 - SN-fit



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



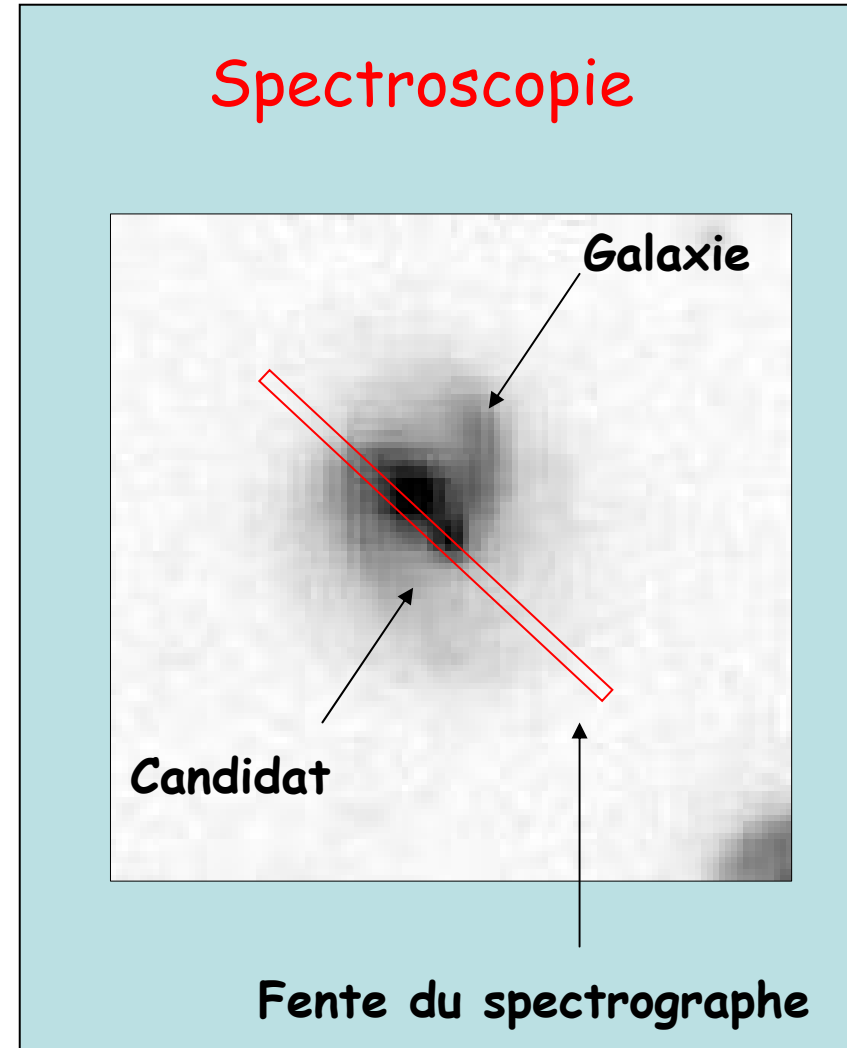
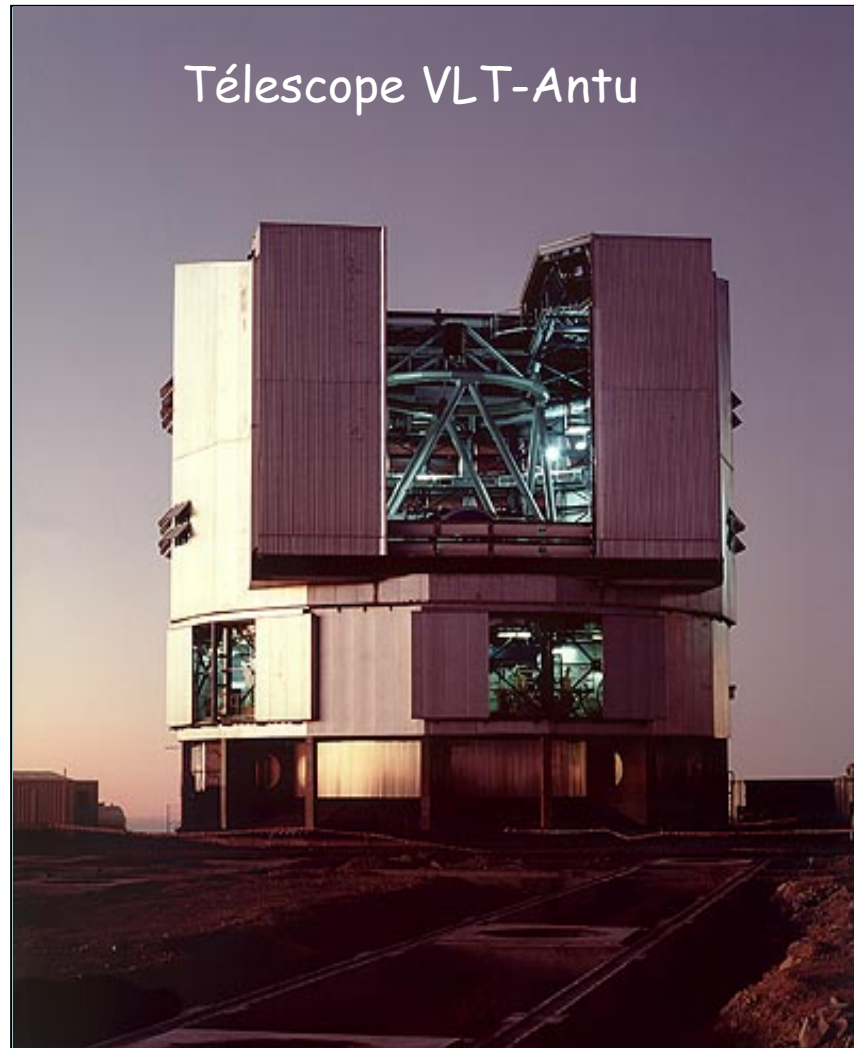
Spectre

Ne contient pas d'hydrogène

Contient du silicium

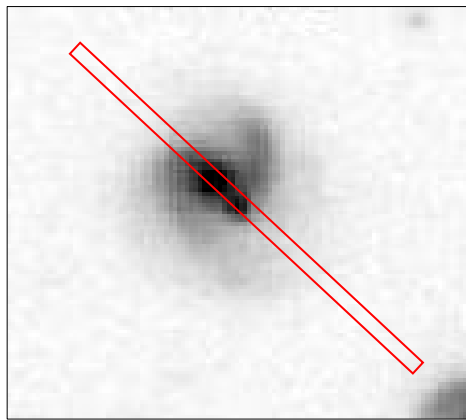
(Minkowski, 1940)

Observations (1/3)

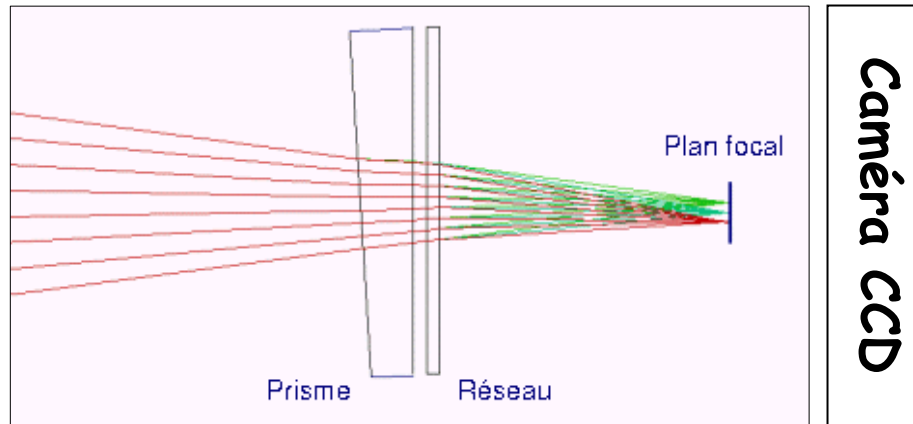
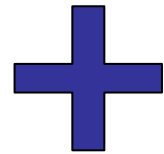


Observation (2/3)

Spectrographe = fente + {prisme+réseau}



Sélection d'une portion de ciel



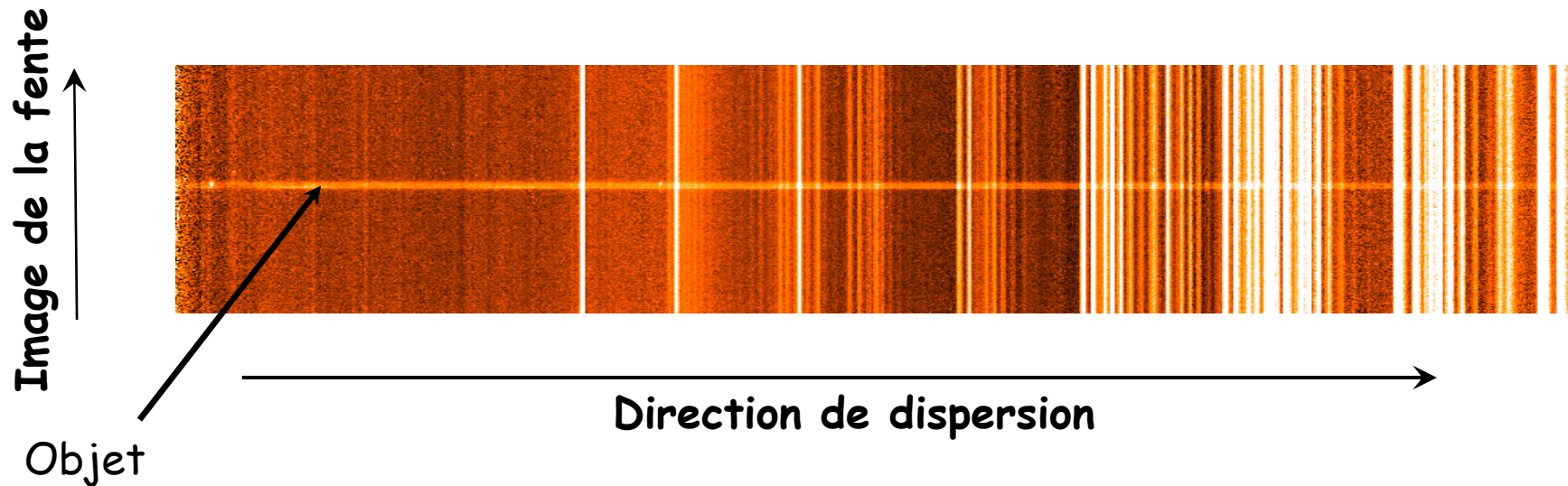
Dispersion de la lumière

Acquisition



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

Observations (3/3)



Autres observations nécessaires pour réduire les données

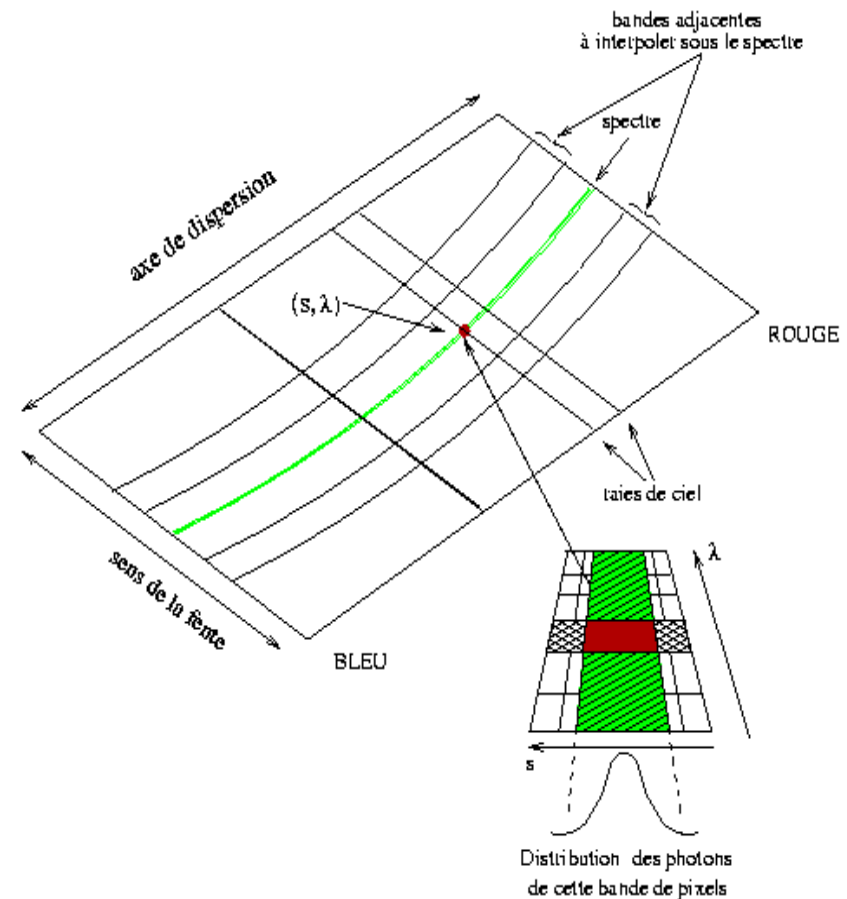
- Biais.
 - Lampe de forte intensité.
 - Lampe à raies d'émission étroites.
 - Spectre d'une étoile standard.
- } Calibration de la CCD

Réduction (1/3)

Extraction des spectres

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

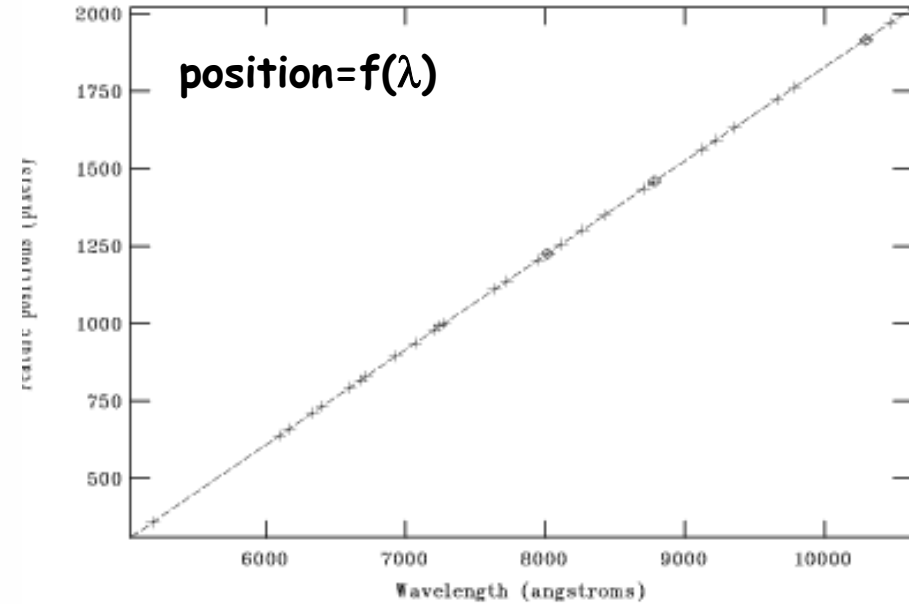
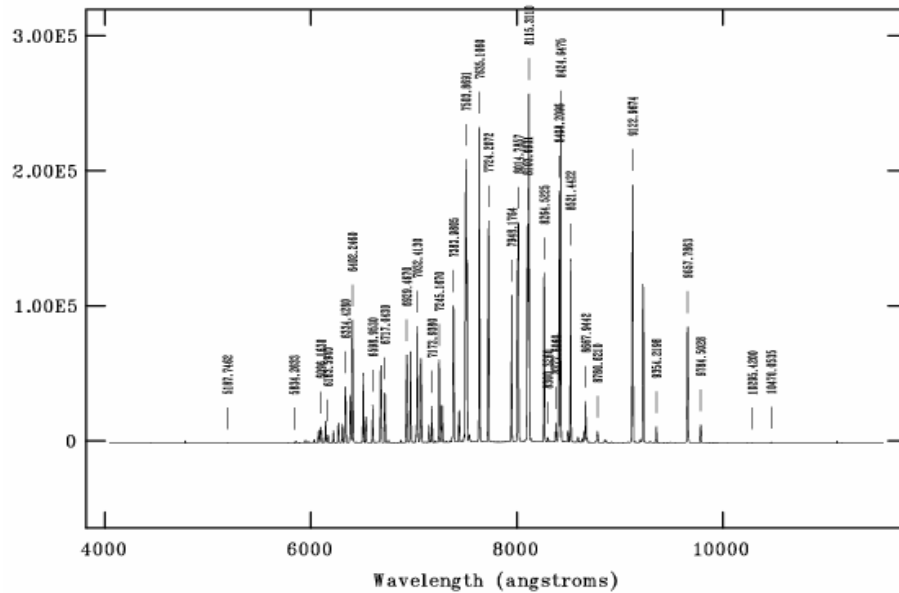
- Après calibration l'électronique de la CCD :
- Estimation du ciel à soustraire par interpolation de bandes de ciel adjacentes et de la variance.
- Ajustement du profil par une gaussienne normalisée.
- Pondération du signal.
- Méthode itérative pour minimiser la variance.



Réduction (2/3)

Calibration en longueur d'onde

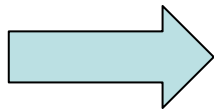
- Lampe à raies d'émission étroites (et connues).



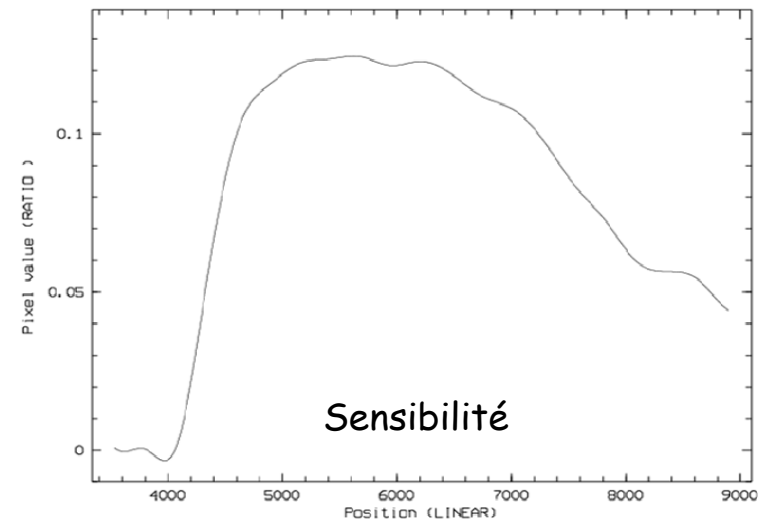
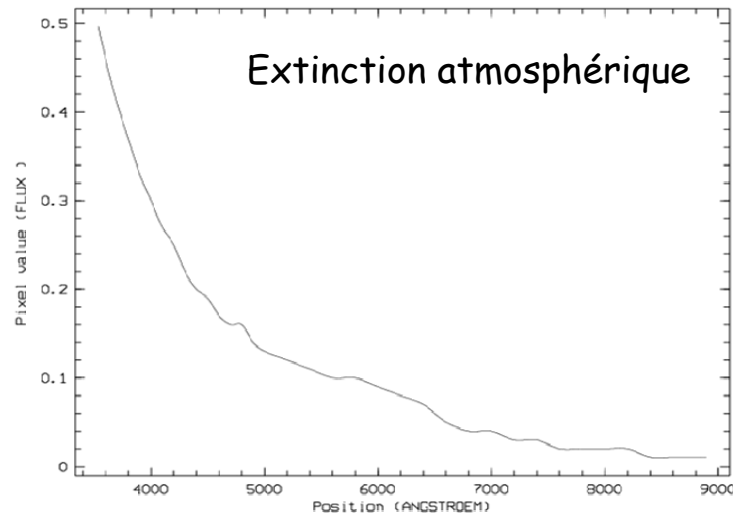
Réduction (3/3)

Calibration en flux

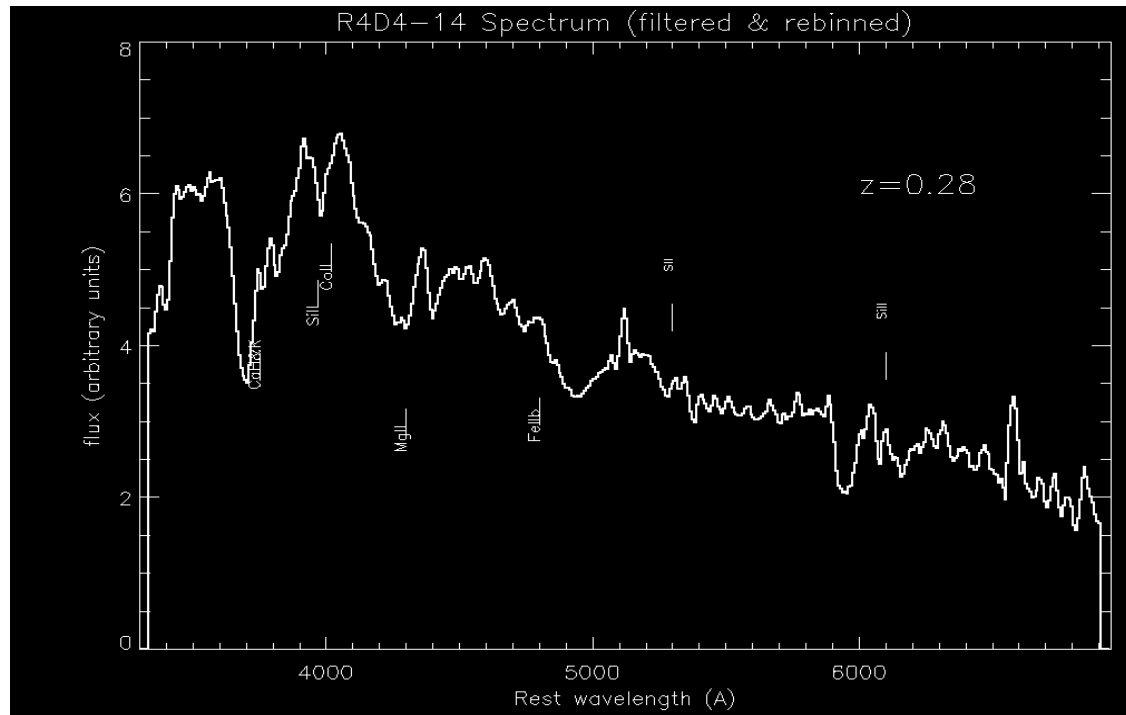
- Utilisation du spectre de l'étoile standard observée dans les MEMES conditions.



- 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)

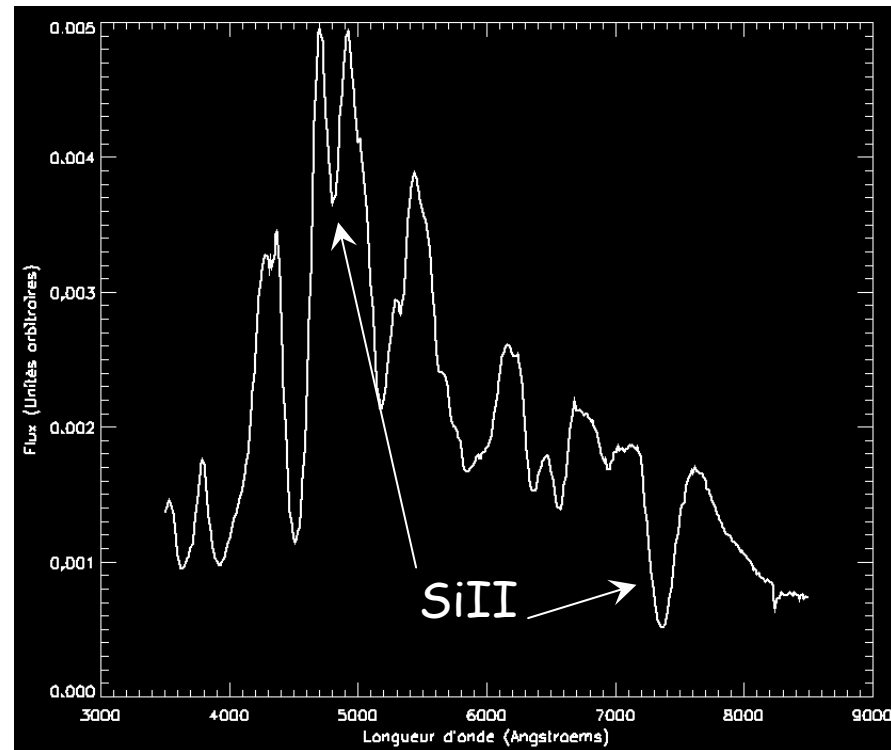
- Décalage vers le rouge avec le spectre de la galaxie hôte (raies étroites).
- Présence de SiII dans le spectre

→ 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...).

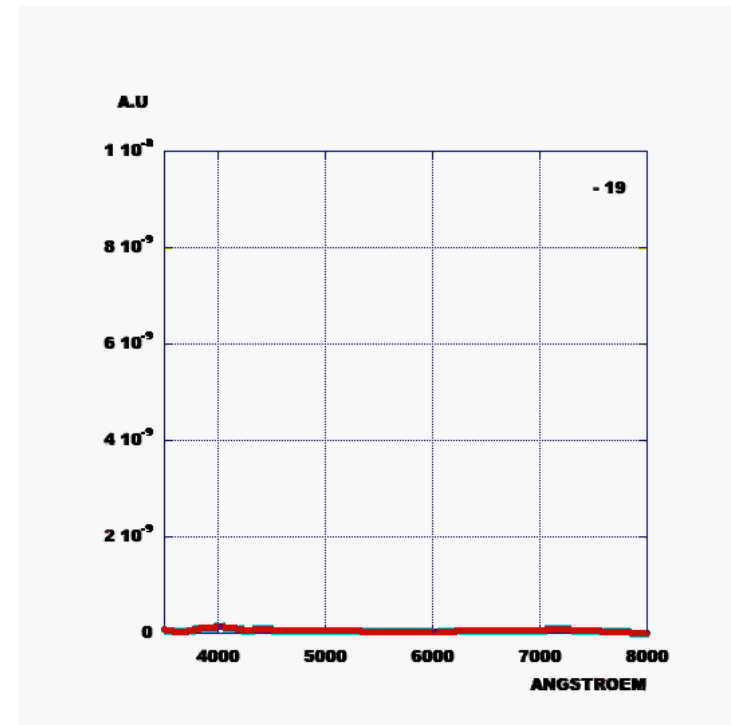
Identification(3)

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_212fn.fits
Variance Spectrum: var_sau_flat.fits

Supernovae

- Ia
- Iapec
- Ilpec
- Ilb
- 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

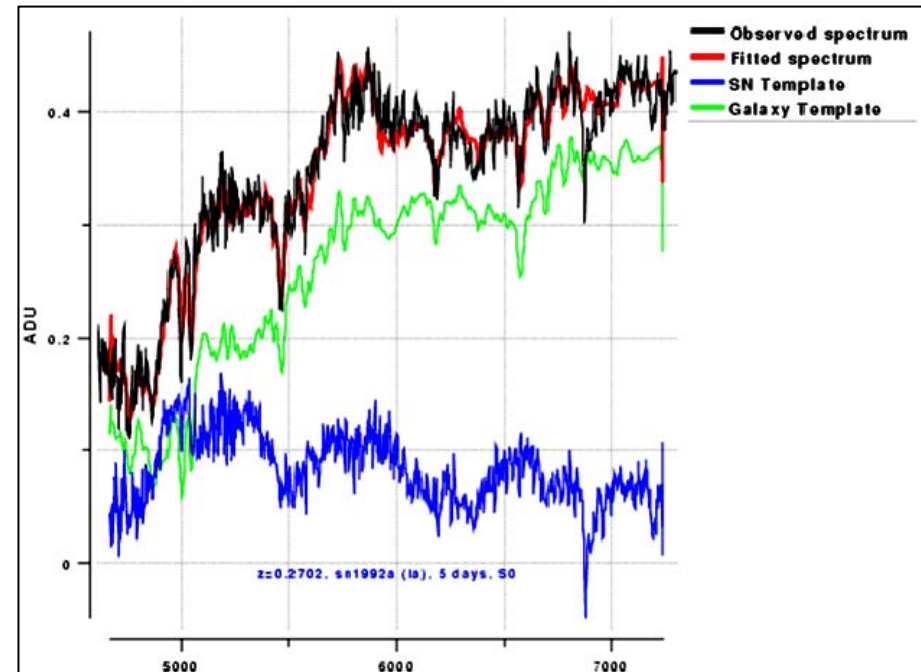
Display Error Bars: Yes No

Display SN Template: Yes No

Display Galaxy Template: Yes No

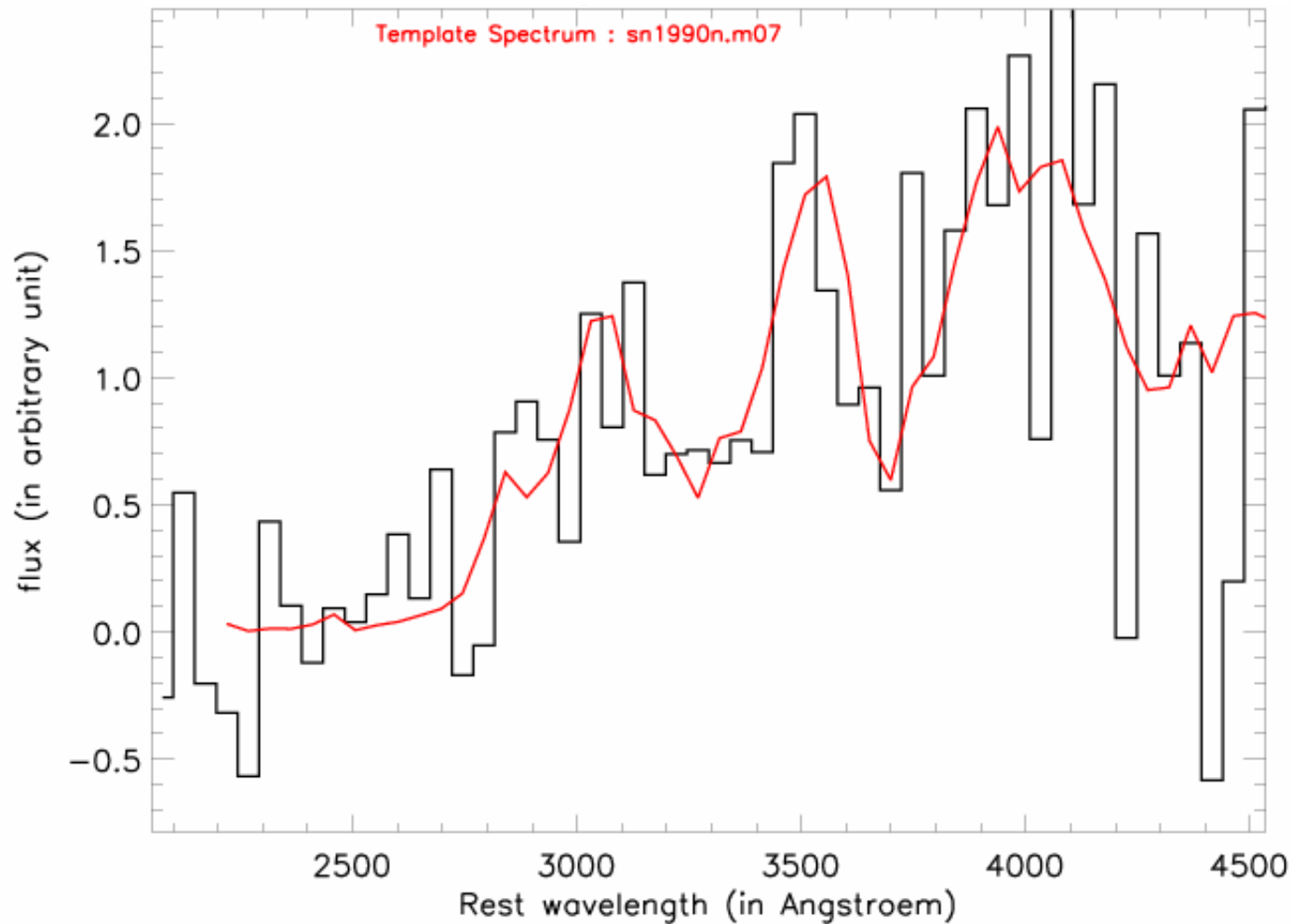
Display Label: Yes No

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.

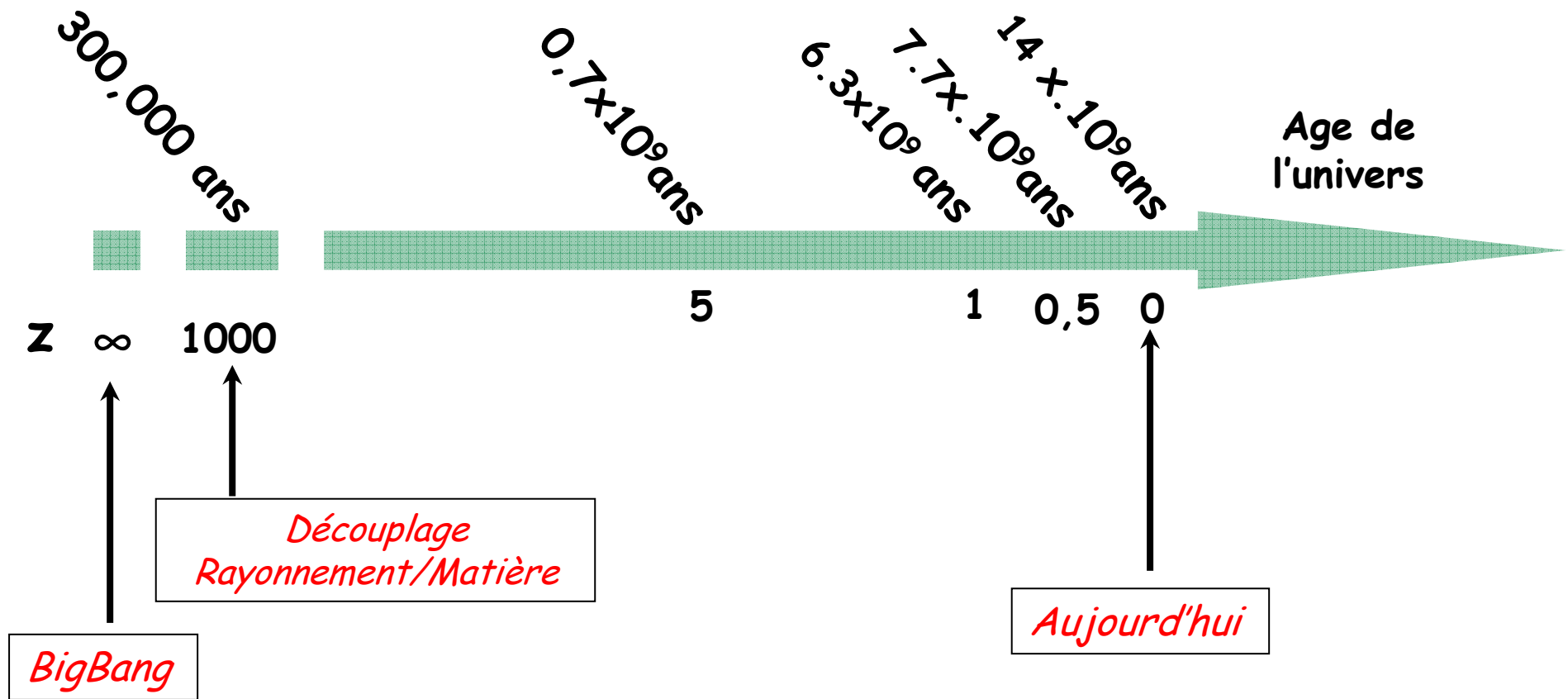
A venir :

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

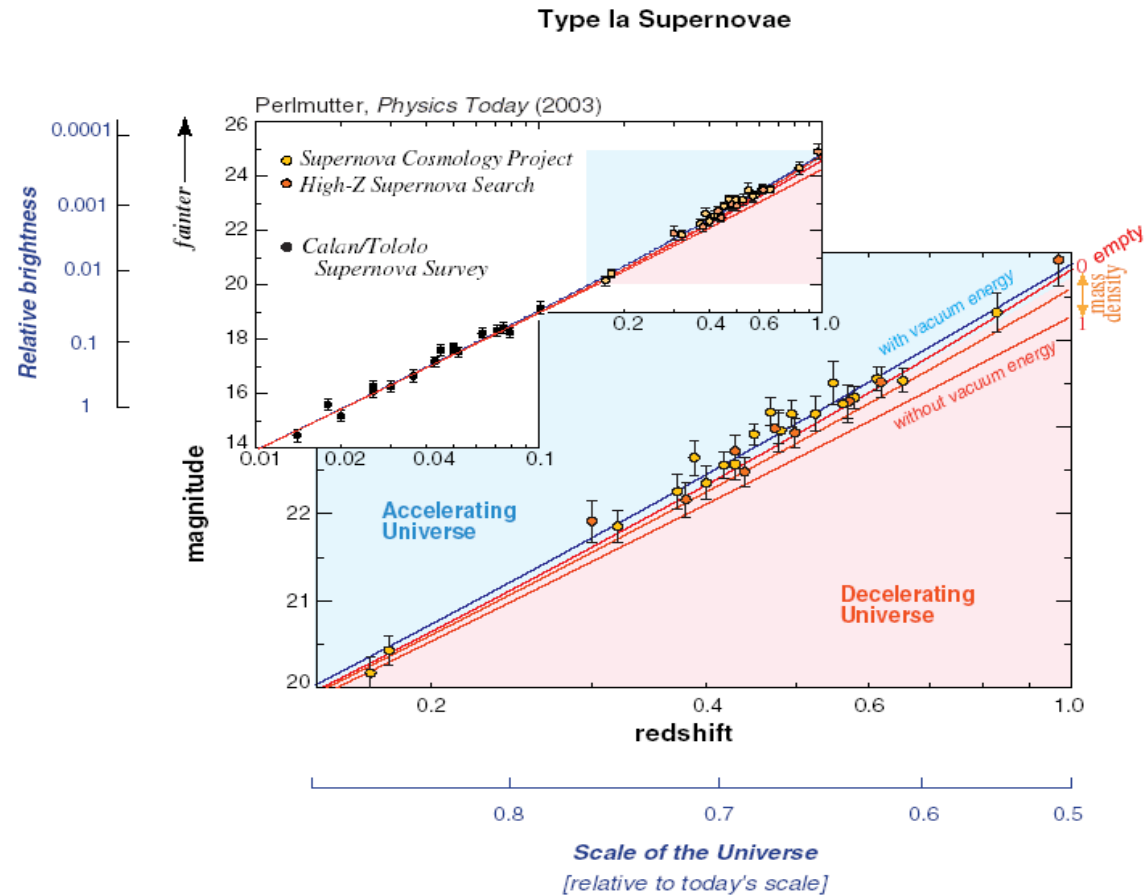


Copyright Douglas Peebles

Le décalage vers le rouge



Résultats cosmologiques



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