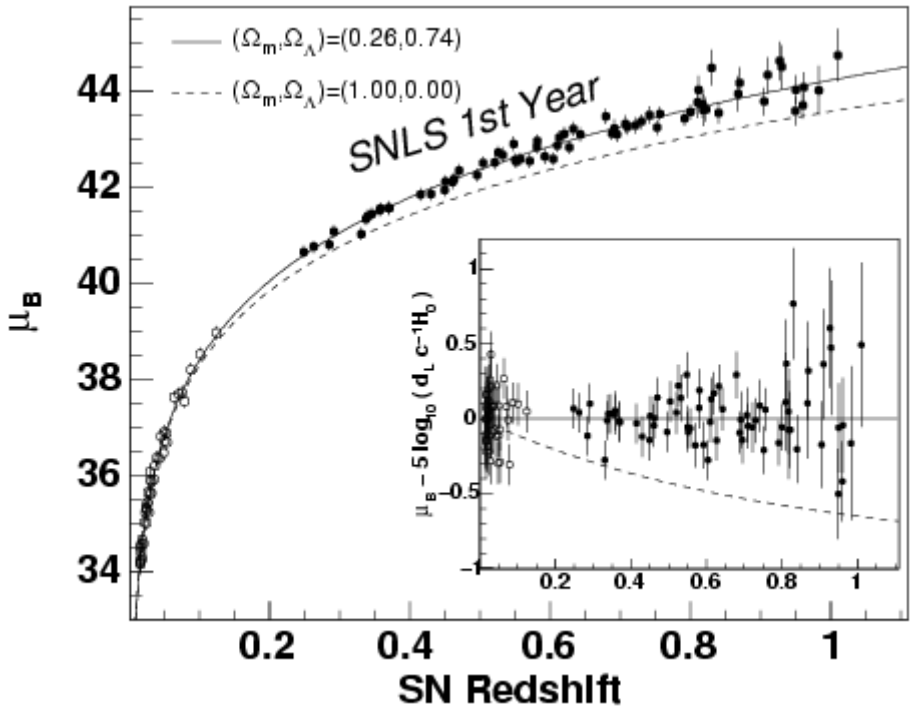
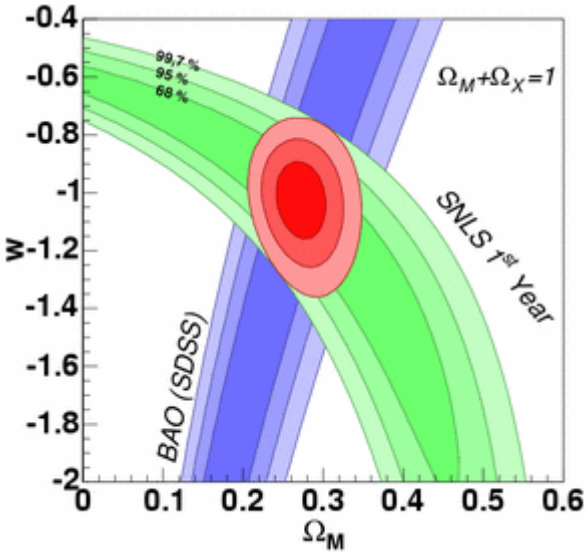
SuperNova Legacy Survey





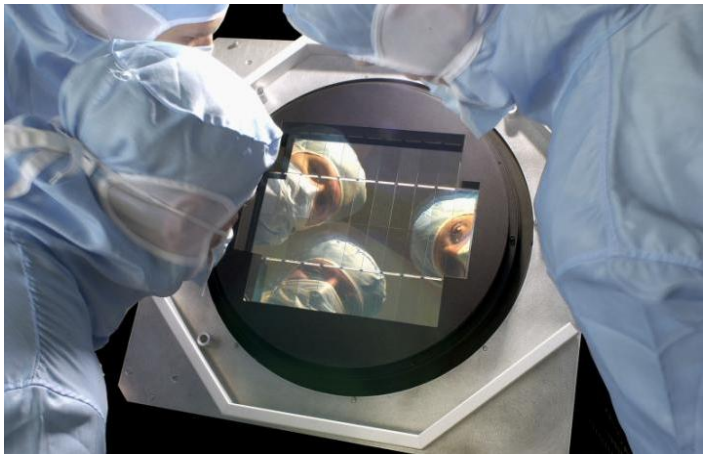
Survey d'imagerie avec Megacam au CFHT (Hawaii)

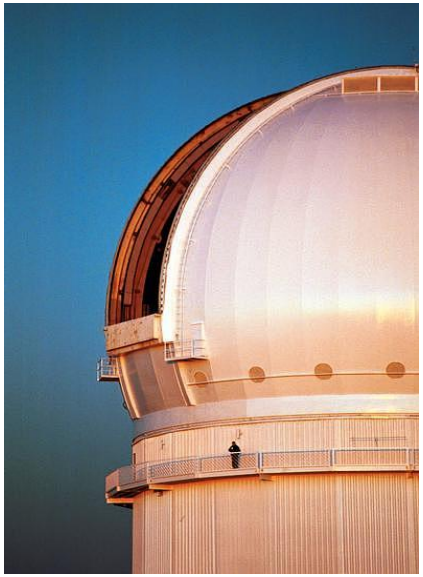
CFHT : ∅ 3.6 m (1979)

Megacam (CEA/DAPNIA):

1 deg^2 , 36 CCD 2k*4K

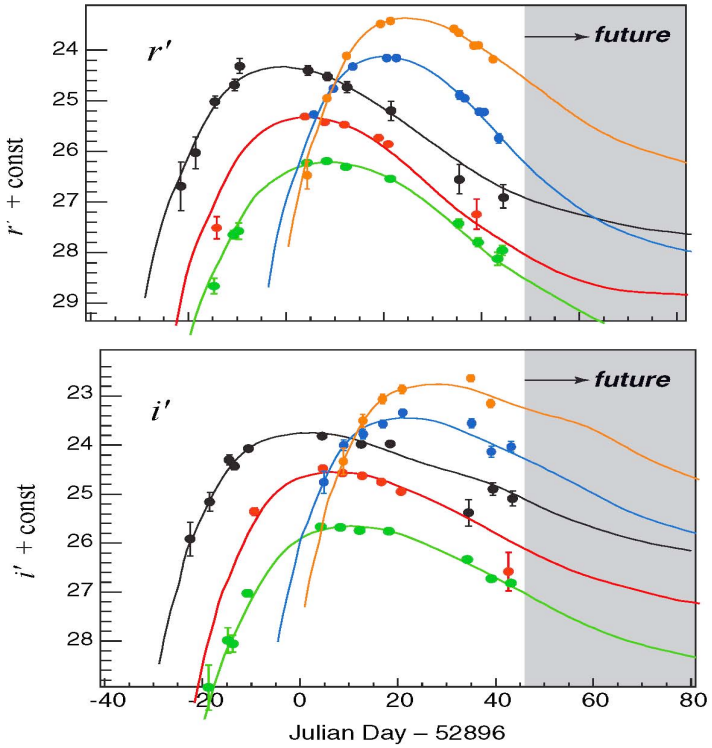
Première lumière en 2002



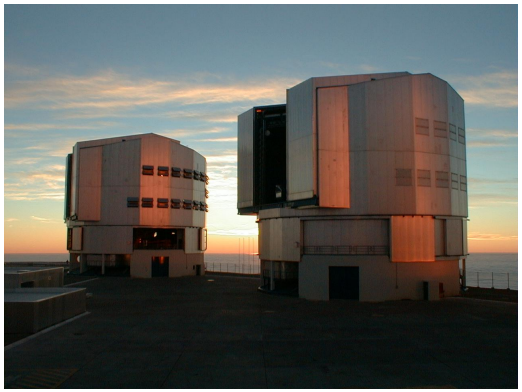


Strategie d'observation : “Rolling Search”

- Partie du CFHTLS/Deep survey
- 40 nuits/an pendant 5 ans
- Observations toutes les 4 nuits de 4 champs de 1 deg2 dans 4 filtres



Le survey spectroscopique



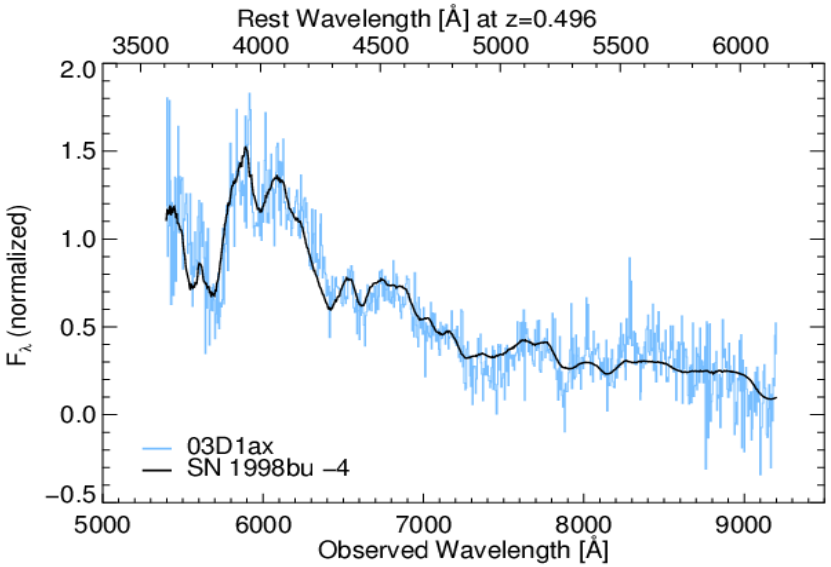
Buts :

- **Identification** des SNe jusqu'à z~1
- **redshift** (galaxie hôte)
- Étude détaillée de sous-échantillons
  SNe, Type IIs

Avec :

- **VLT**
- **Gemini**
- **Keck**

SN Ia a z=0.496
(Howell 2005, astro-ph/0509195)



La collaboration

France :

- LPNHE
- CPPM (Marseille) -> taux d'explosion de SNe Ia
- SPP/DAPNIA/CEA -> chaîne de détection indépendante

Canada :

- Université de Toronto
- Université de Victoria

UK

+ qq US, Portugal

Historique des publications

2005

- Publication du premier modèle de séquence spectrale
- Identification spectroscopique des SNe Ia a Gemini

2006

- Cosmologie première année publiée (Astier,Guy,Regnault,Pain et al)
  -> gros succès bibliometrique : 444 citations en sept. 2007
- Sélection photométrique des SNe Ia pour la spectroscopie.
- Diagramme de Hubble avec les SNe II
- Taux d'explosion de SNe Ia a z~0.5
- Taux d'explosion et propriétés des SNe Ia en fonction de la galaxie hôte
- Temps de montée des SNe Ia à grand redshift
- Super-Chandrasekhar mass SN

2007

- Modèle de séquence spectrale SALT2
- Hubble bubble

Futur proche :

- Autre technique de fit de courbes de lumière (Canada)
- Calibration (LPNHE)
- Cosmologie 3 ans

Le groupe au LPNHE

Pierre Astier
Christophe Balland
Sylvain Baumont (étudiant)
Julien Guy
Delphine Hardin
Taia Kronborg (étudiante)
Reynald Pain
Nicolas Regnault

Bientôt :

- Sylvain Baumont (soutient sa thèse à l'automne)
+ Nicolas Fourmanoit (étudiant)

Les activités du groupe en 2005 - 2007 :

- Photométrie (nouveau pipeline)

- Calibration (papier en préparation)
  -> lien avec SNDICE

- Modélisation des SNe Ia (papier publié)
  -> lien avec SNFactory

- Analyse des spectres VLT

- Identification spectrale des SNe

- Caractérisation des galaxies hôtes

- Magnification gravitationnelle des SNe du SNLS

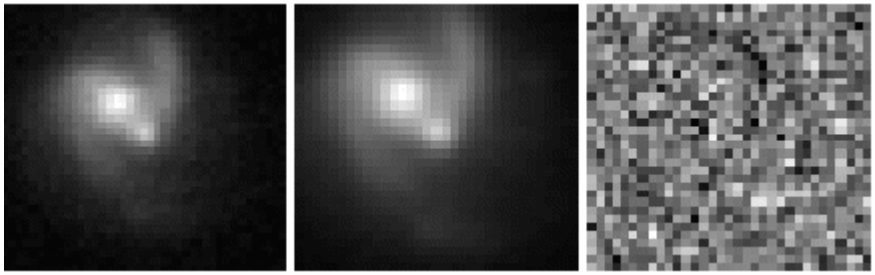
- Cosmologie (analyse 3 ans en cours)

Photométrie des SNe (Julien+Pierre)

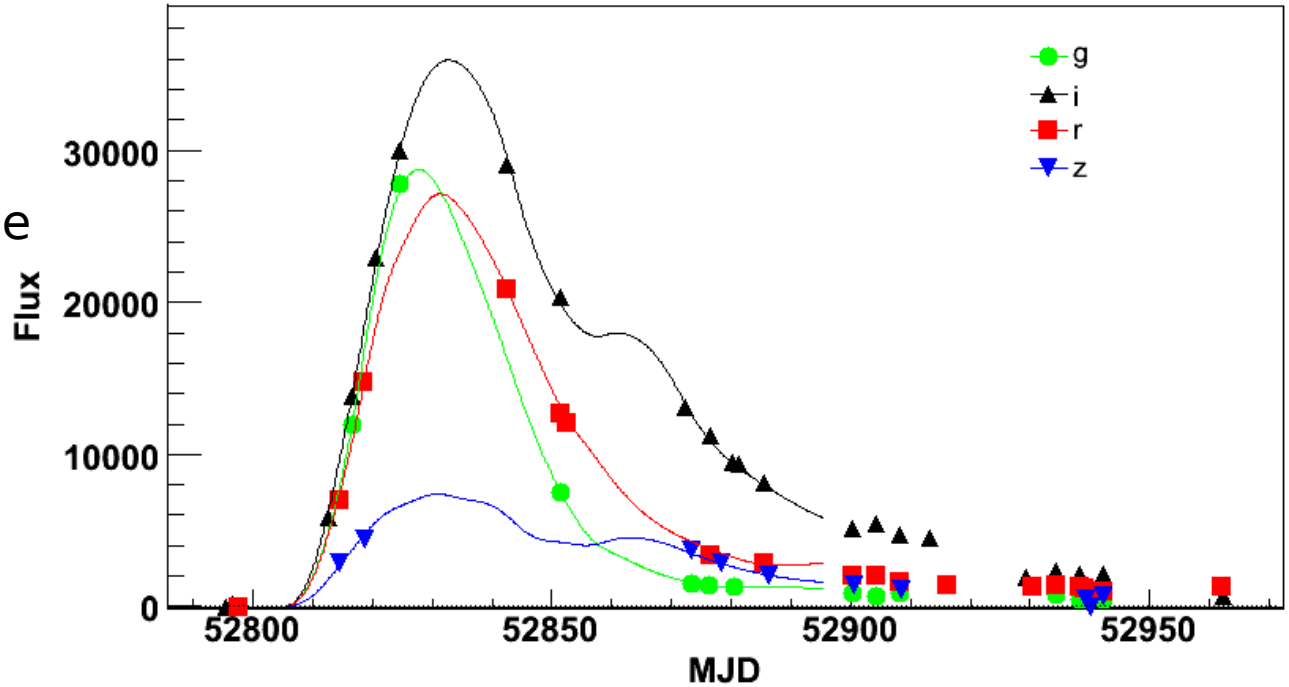
Ajustement simultané

$$I(x,y) = \text{Flux} \times \left[\text{Kernel} \otimes \text{PSF}_{\text{best}}\right](x - x_{sn}, y - y_{sn}) + \left[\text{Kernel} \otimes \text{Galaxy}_{\text{best}}\right](x,y) + \text{Sky}$$

data model residuals



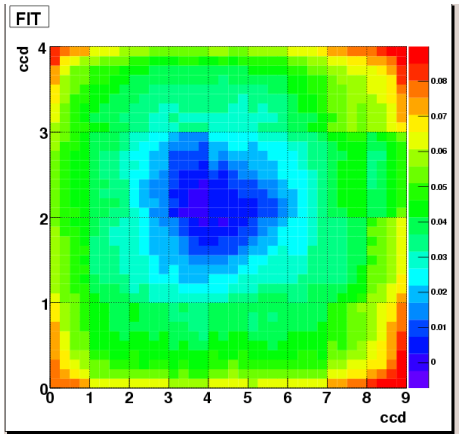
Production lourde au CC :
- 50 TB (en tout)
- 440 000 images de CCD
- 3 000 000 opération x image

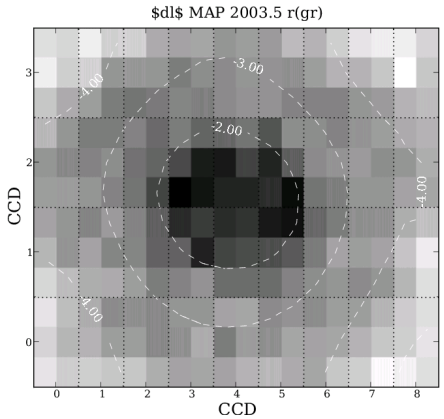


Calibration (Nicolas+Pierre)

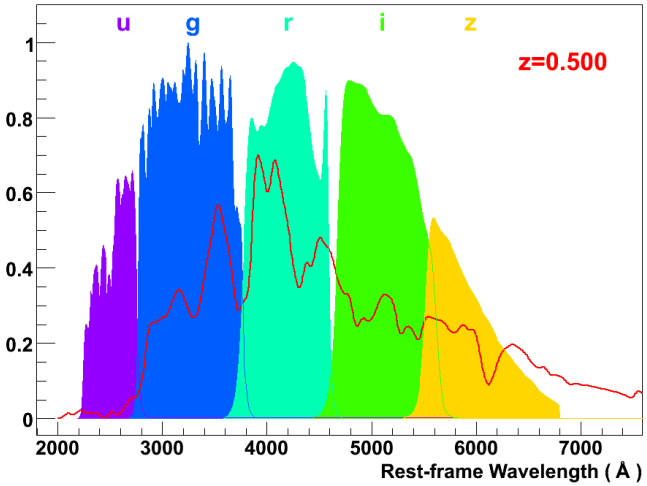
Précision requise <= 0.01

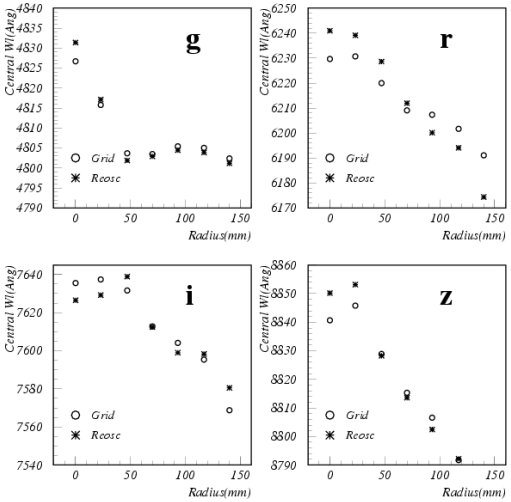
- Uniformisation de la réponse de la caméra





- Production d'un catalogue d'étoiles calibrées des champs SNLS
- Modélisation de la réponse instrumentale en longueur d'onde





-> Travail reconnu par la communauté des utilisateurs du télescope CFHT
-> Papier en préparation

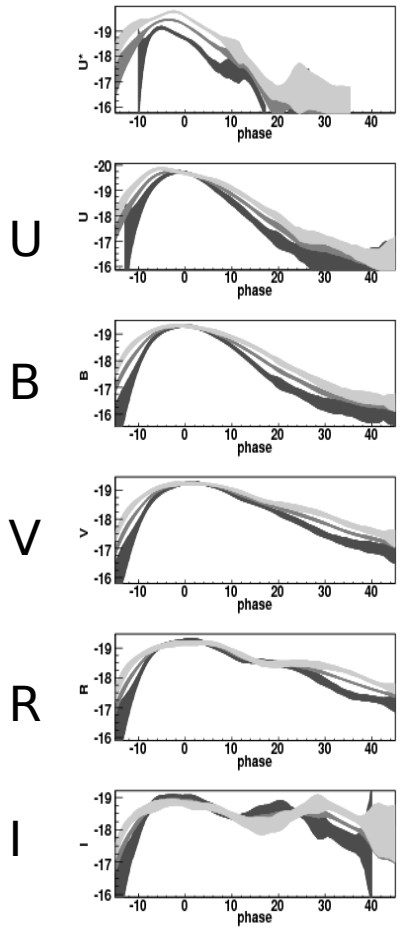
Modèle empirique de séquence spectrale des SNe Ia (SALT2) (Julien)

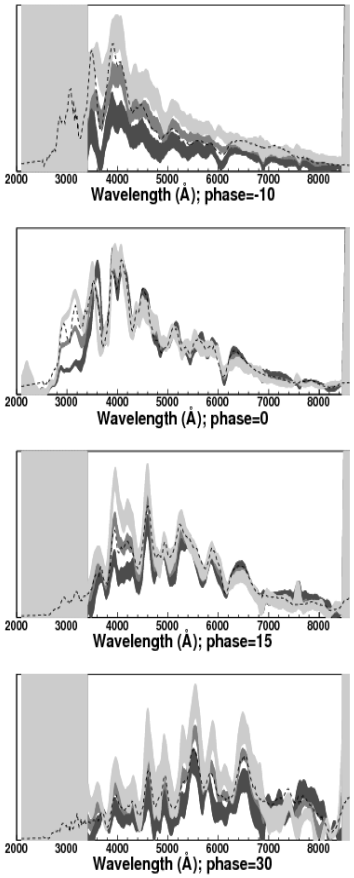
Paramètres pour chaque SN

$$F(SN, p, \lambda) = x_0 \times [M_0(p,\lambda) + x_1 M_1(p,\lambda) + \ldots] \times \exp[c\,CL(\lambda)]$$

loi de couleur

composantes principales





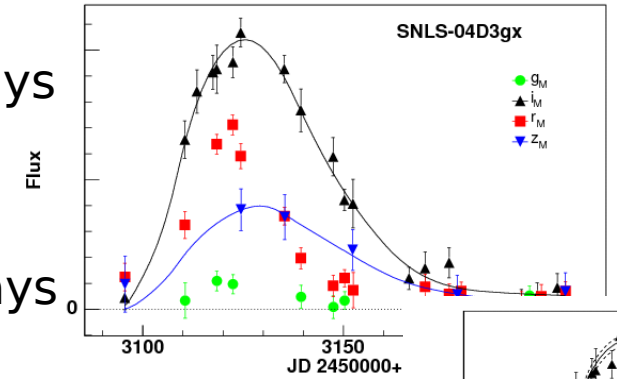
- 10 days

max

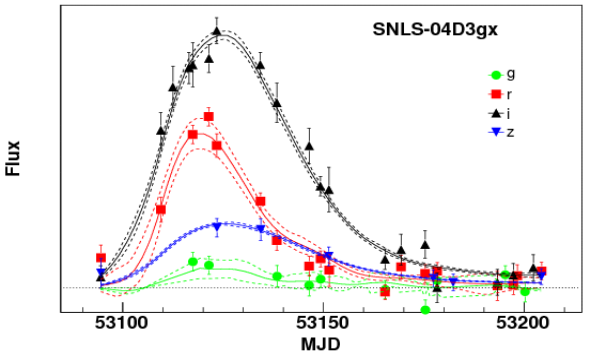
+15 days

+30 days

Astier et. al 2006



Now

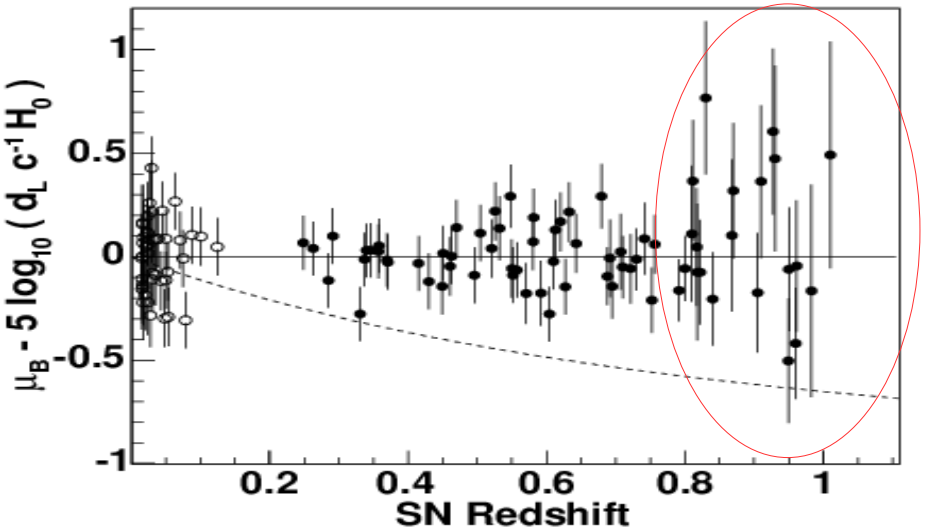


Amélioration des contraintes sur la cosmologie

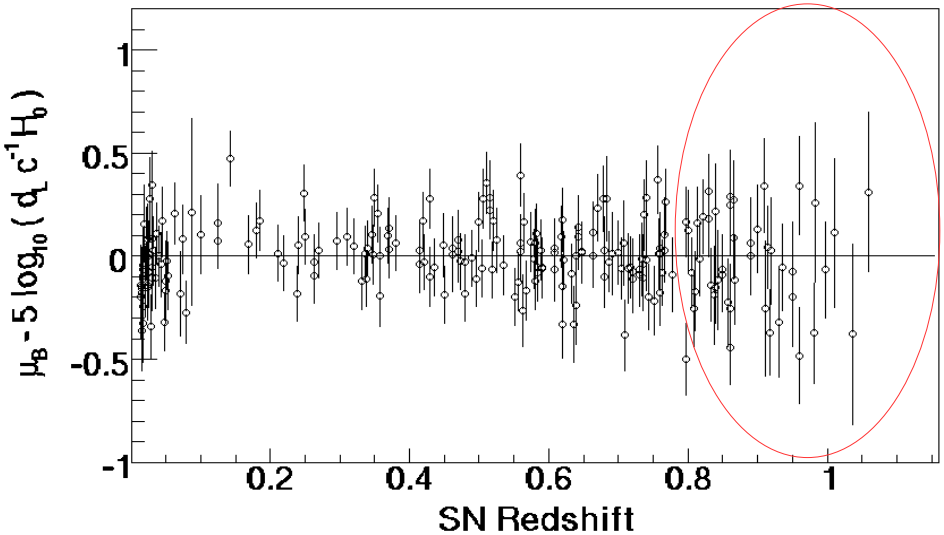
Avec les donnéées de Astier et al., 2006 (A06)

- $\sigma(\Omega_m)$=0.33 (LCDM), à comparer avec 0.37 dans A06
- RMS des résidus au diagramme de Hubble = 0.16 (0.20 dans A06)
- **Figure de Merite de la 'Dark Energy Task Force' améliore de 35%** (inv. of la surface du contour w_a,w')

Analyse 1ere année
Astier et al. 2006

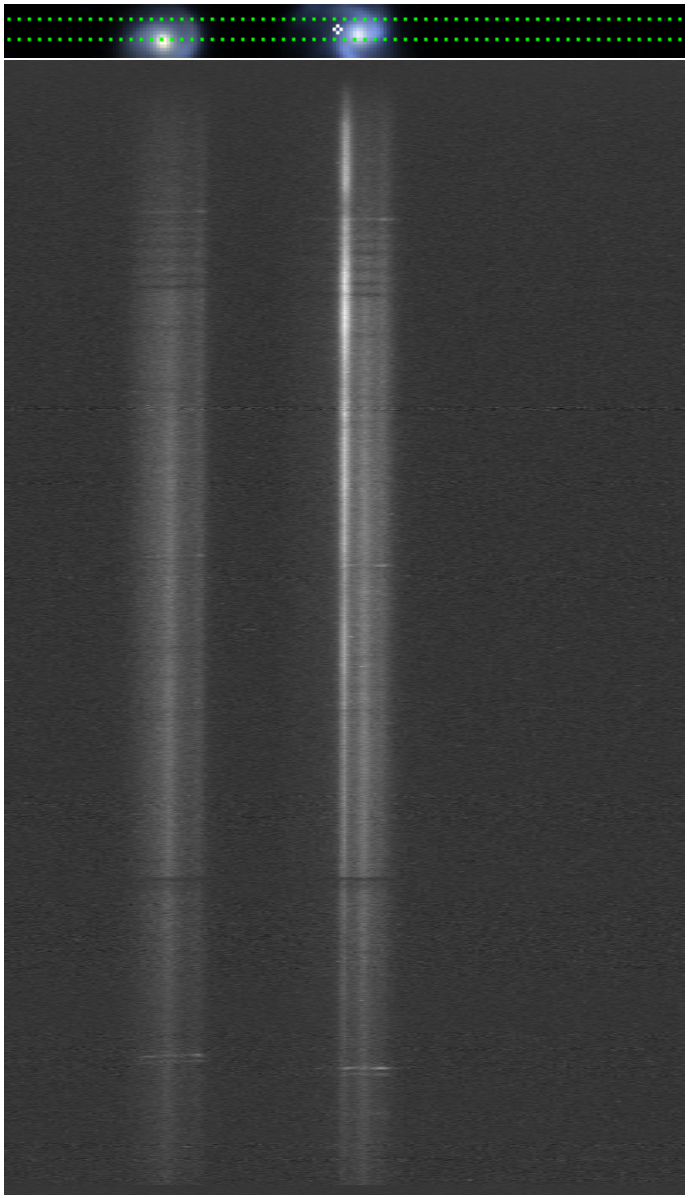


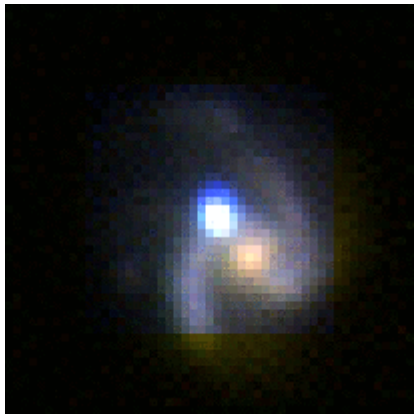
Analyse 3 ans avec SALT2
(seulement 3 champs/4 ici)

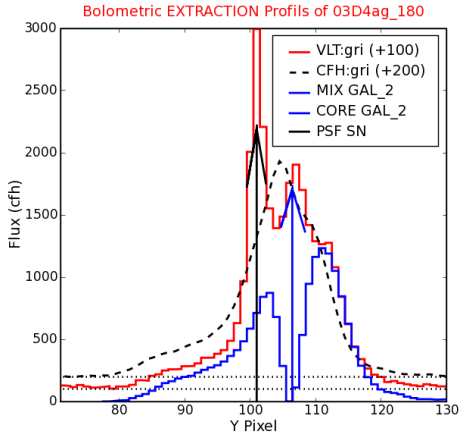


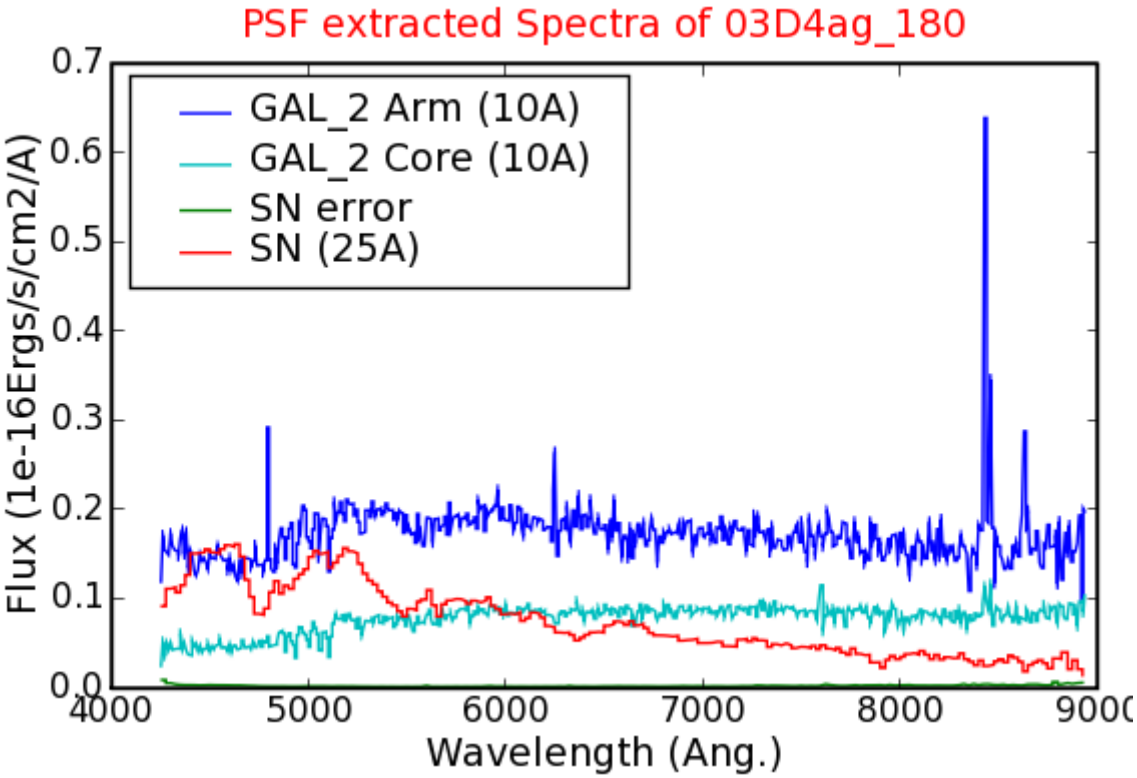
Réduction des spectres VLT (Sylvain+Christophe)

- Utilise les images CFHT de la galaxie et de la SN pour modéliser le signal dans la fente du spectrographe.



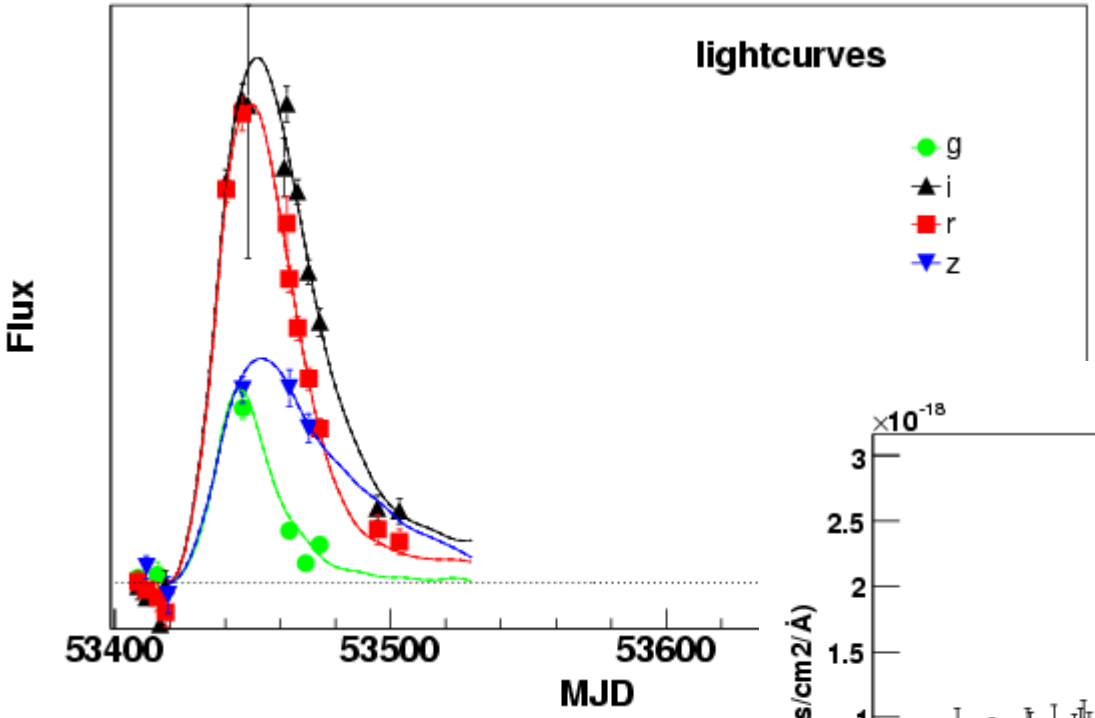


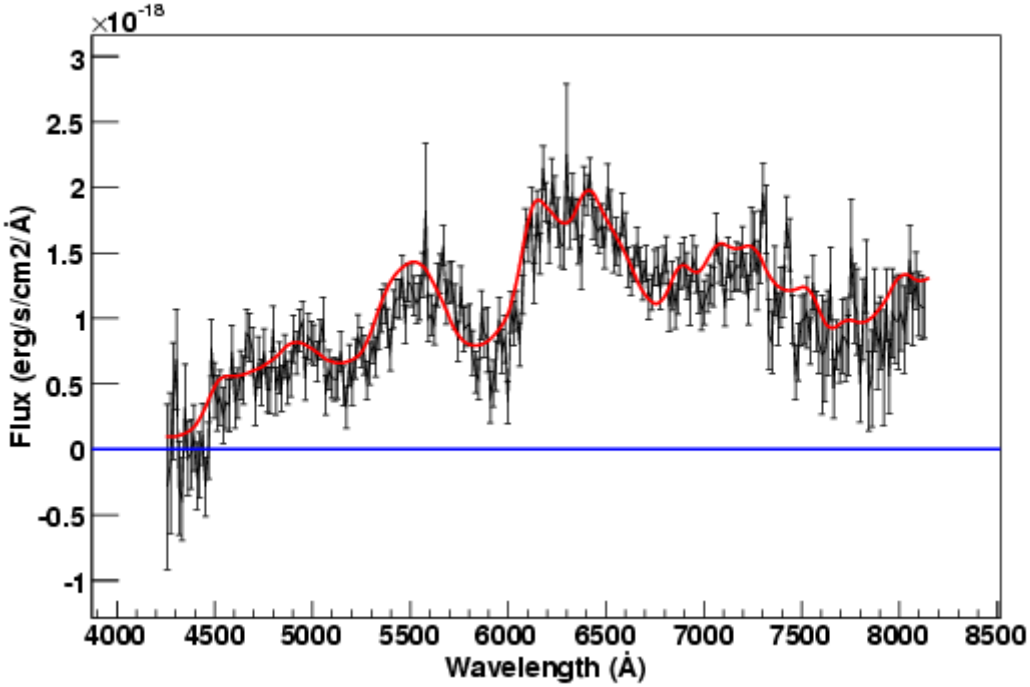




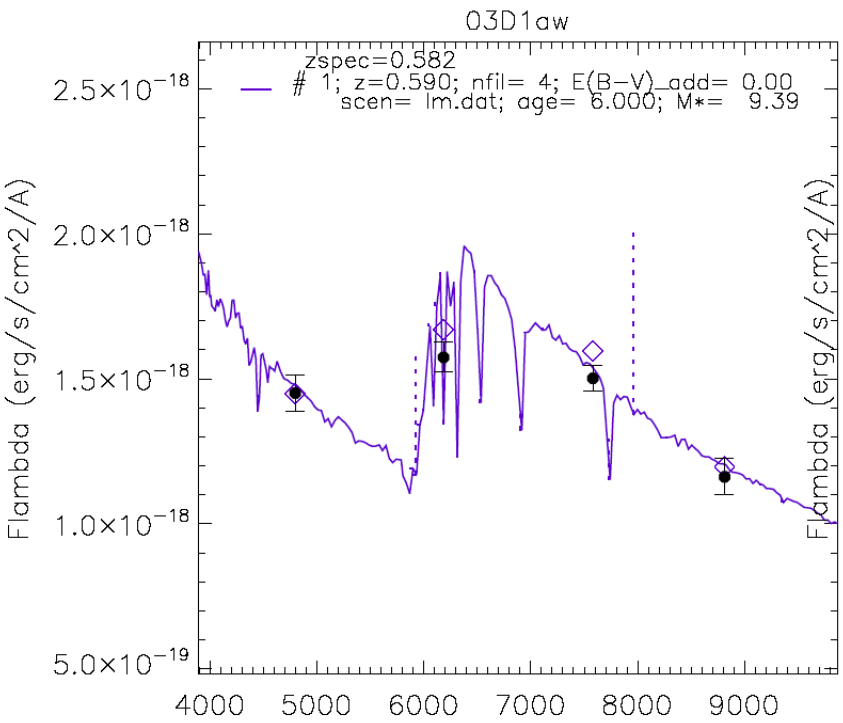
Identification des SNe avec SALT2 (Christophe+Sylvain)

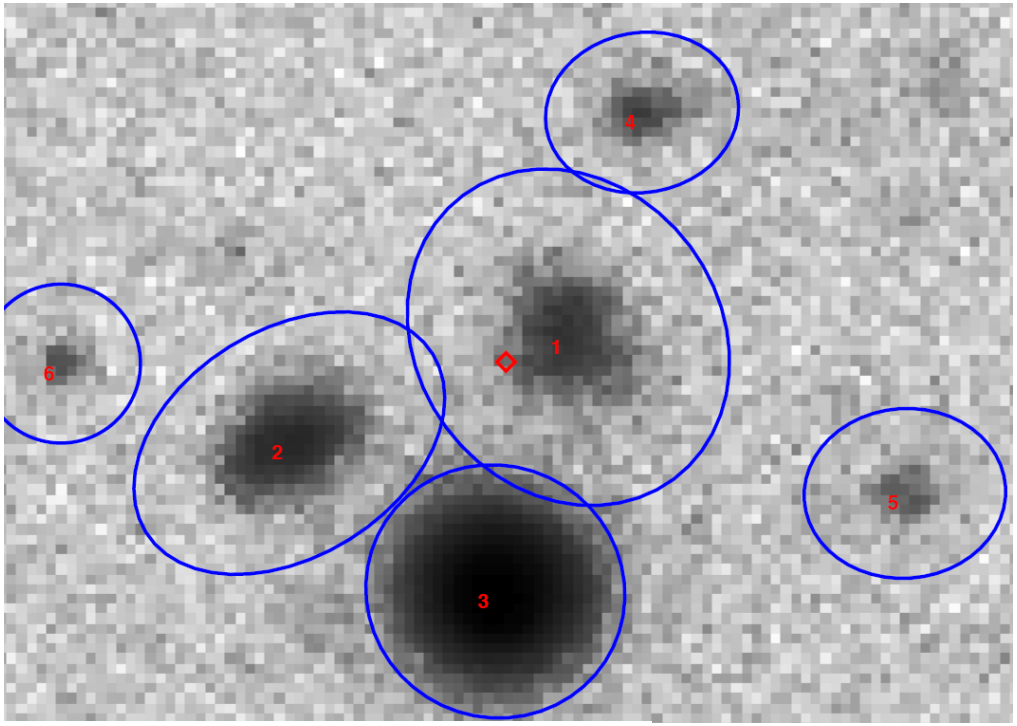
Ajustement combiné des courbes de lumière et spectres



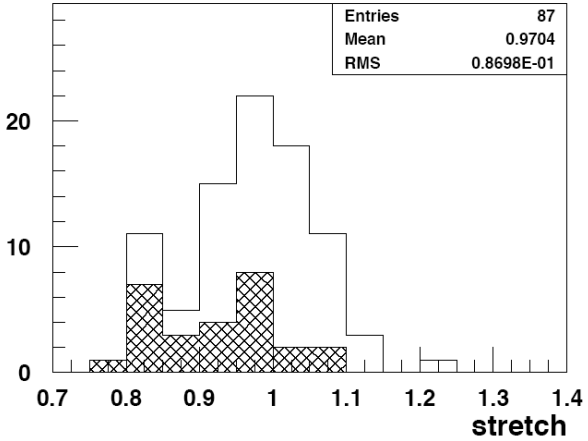


Identification photométrique des galaxies Hôte (Delphine)

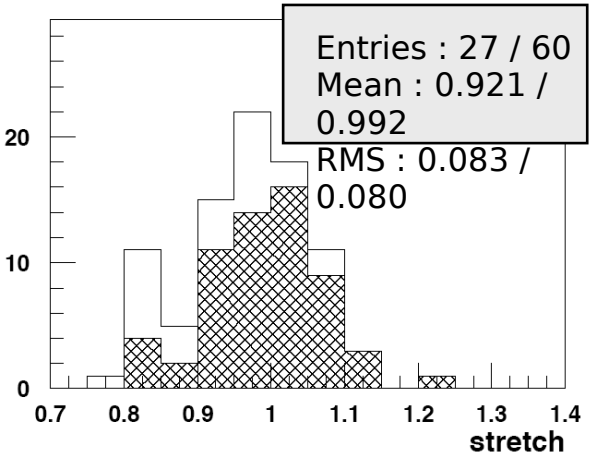




stretch distribution wrt. host type

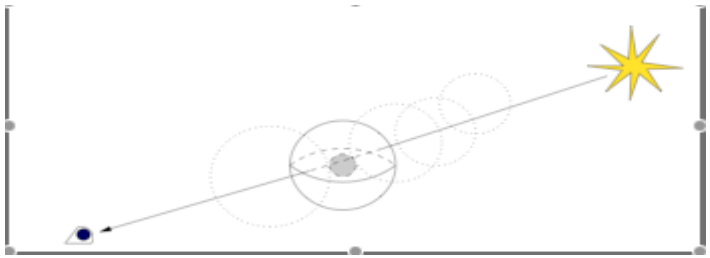


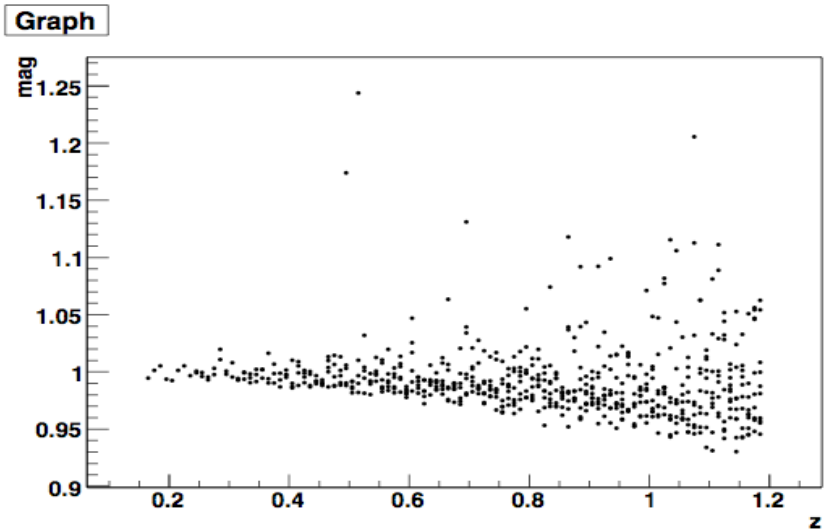
Elliptic



Spirals

Magnification gravitationnelle des SNe Ia du SNLS (Taia)





1) <u>Etude à partir de simulations :</u>
-> Pour une cosmologie $w = w_0 + w'(a - a_0)$
le lensing est responsable de 7.5% de l'incertitude
-> signal détectable dans le lot de données SNLS

2) <u>Analyse SNLS en cours</u>
-> Photometrie des galaxies du champ
-> Magnitude absolue et caracteristiques (spirale, elliptique ..) avec PEGASE
-> Estimation de la masse du halo (via mesures galaxy-galaxy lensing)
-> Calcul de magnification (avec QLET)

Analyse de cosmologie 3 ans

-> Synthèse de l'ensemble des éléments d'analyse décrits précédemment

-> Incertitudes systématiques > incertitudes statistiques (aujourd'hui)

<u>Production de courbes de lumière :</u>
- Photométrie (biais de mesure, linéarité de l'instrument)
- Calibration

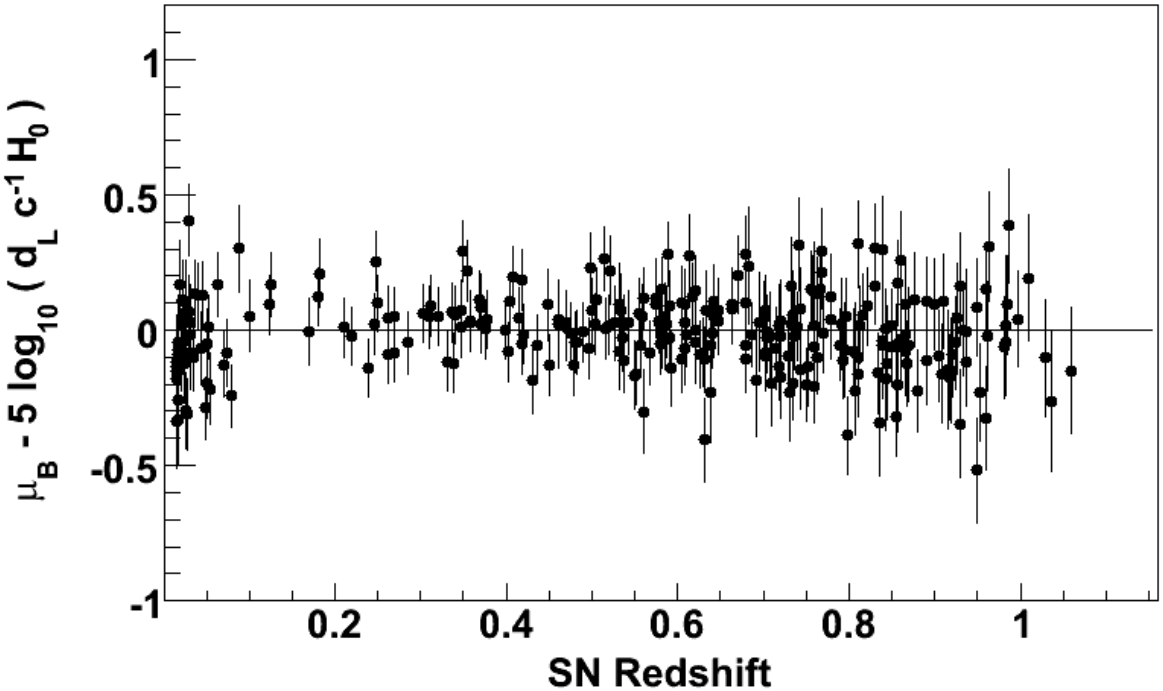
<u>Mesure de distance :</u>
- Identification des SNe Ia
- « Corrections-k » :
    * modèle de séquence spectrale
    * modèle d'instrument

<u>Évolution avec le redshift :</u>
- Biais de sélection
- Degré de contamination
- Évolution des propriétés du progéniteur
- Plusieurs types de SNe Ia?
- Évolution des propriétés de la ligne de visée
    * Poussières grises
    * Nature des poussières de la galaxie hôte
    * Lentilles gravitationnelles

-> Comparaison détaillée avec analyse canadienne

On y travaille ...

SNLS : Perspectives

- Papier calibration en préparation
- Analyse de cosmologie 3 ans en cours
- Fin acquisition de données CFHT deep : été 2008
  (+ données complémentaires de calibration ~ 2009)

Futur,
- Analyse de cosmologie avec statistique finale (~2009-2010)
  - calibration renforcée par l'observation d'étoiles standard HST
    et meilleure comprehension de l'instrument avec SNDICE
  - combinaison avec les données du SDSS
  - données de SNe proches (SNFactory, SkyMapper ...)
    -> amélioration de l'estimateur de distance
    -> meilleur point d'ancrage à bas redshift pour la cosmologie