Calibration photométrique pour DESC

N. Regnault

(LPNHE, Paris)

Outline

- Le groupe de calibration de DESC (PC WG)
- Thèmes & projets
  - Uniformité du survey
  - Échelle des flux
  - Transmission atmosphérique
  - Monitoring the l'instrument
  - Extinction Galactique
- DESC science roadmap

DESC PC Working Group

- Conveners:
  - Eli Rykoff (SLAC) – NR (LPNHE)
- Liste de distribution
  - lsst-desc-calib@slac.stanford.edu

    $\longrightarrow$ inscrivez-vous !
- Telecons
  - Every second Thursday @ 8am (CA) / 5 pm (France)
  - First meeting: Dec. 17th

DESC PC Working Group

- "fill gaps between the responsabilities of the LSST project and the needs of DESC for calibration"
- "the primary goal of efforts in this working group will be to work with the LSST project team as well as the SAWG to minimize systematic errors due to imperfect knowledge of instrumental throughput, atmospheric transmission and Galactic extinction"
- "this working group also provides a forum for experts in photometric calibration, who have experience with CFHT, DES, Pan-STARSS and other pre-LSST surveys, to assist with the LSST project calibration needs".

https://confluence.slac.stanford.edu/display/LSSTDESC/Photometric+Calibrations+Working+Group

Sujets d'étude

- Uniformité du survey
  - Ubercals ? Catalogue externe ?
- Étalonnage des flux
  - Calibrateurs stellaires ? Étalons de laboratoire ?
- Transmission atmosphérique
  - Monitoring temps réel (spectro / emission / GPS) ?
  - Approche data-driven ?
- Monitoring in-situ de l'instrument
  - Système développé par le Projet
- Extinction Galactique

Uniformité du survey

- But
  - Obtenir des mesures uniformes sur le ciel

    $\longrightarrow$ corrections variations atmosphere & instrument
- Science Requirement Document : ~ 1%

Quantity	Design Spec	Minimum Spec	Stretch Goal
PA3 (millimag)	10	15	5
PF2 (%)	10	20	5
PA4 (millimag)	15	20	15

~ 1%

Table 15: The specifications for the spatial uniformity of photometric zeropoints. The values for PA3 and PA4 may be somewhat worse in the u band (but not by more than a factor of two).

Uniformité du survey

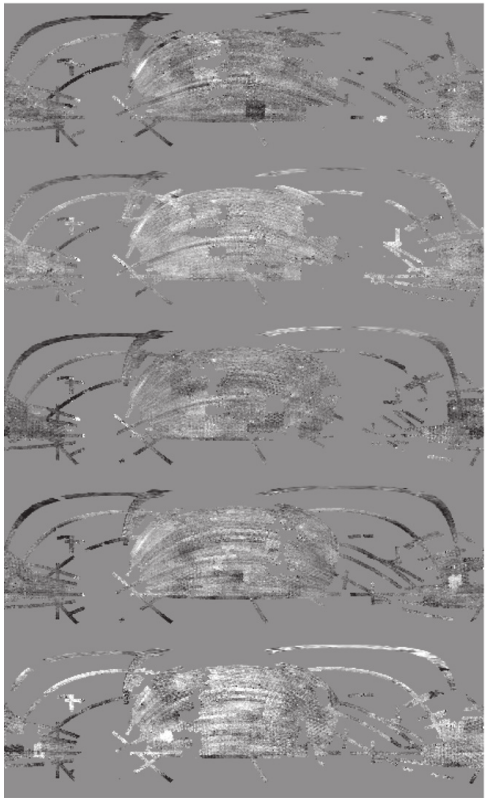
- "Ubercals" / "self-calibration"
  - Utiliser la redondance pour déterminer simultanément
    - Les magnitudes des étoiles
    - Les points zéros Z(t, x, y) [e.g. par ampli]
- État de l'art
  - SDSS (Padmanabhan, 2008)
  - Pan-STARRS (Schlafly, 2012)

  } ~ 1%

  - DES ? (in progress)

  ⟶ Méthode privilégiée aujourd'hui pour LSST
- Inconvénients
  - Dégenerescences: certains modes potentiellement mal contraints (cela dépend de la strategie de scan)

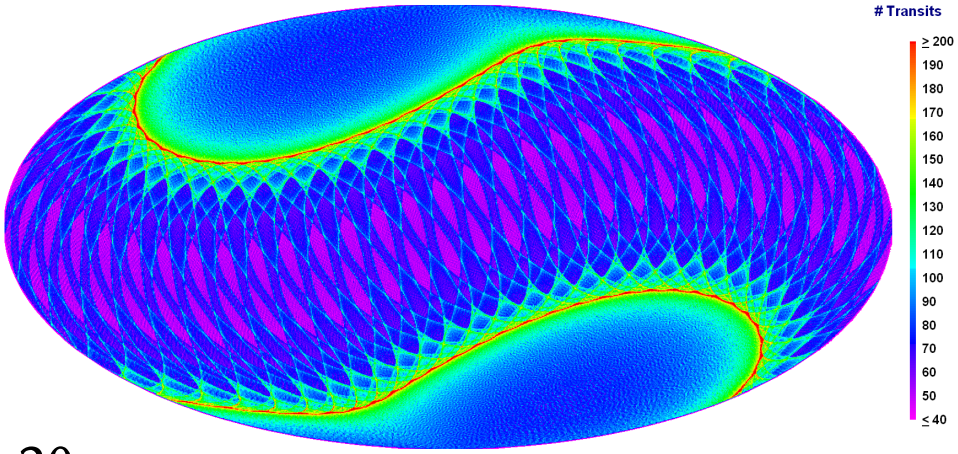
    ⟶ requirements forts sur la stratégie de scan



Uniformité du survey

See talk by
F. Feinstein

- Alternativement:
  - utiliser un catalogue externe pour rigidifier la solution
- GAIA
  - all-sky catalog
  - 40 – 200 visites
  - stabilité instrument
  - uniformité ~ 0.1%
  - Magnitude large bande (G) ⟶ G<20
  - Spectro basse résolution (RP & BP)

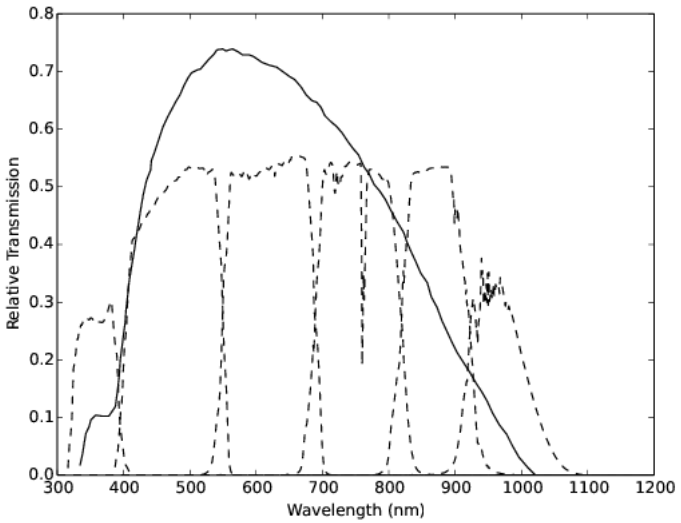


- Utiliser GAIA pourrait permettre d'obtenir une uniformité de l'ordre de 0.1% (en relachant les contraintes sur la stratégie de scan)

Note ...

- Papier (Axelrod et al, 2012)
  - Part du principe qu'il faut utiliser la bande G (large) pour uniformiser le survey LSST

    ⟶ essaye de prédire magnitudes LSST d'après GAIA-G (dur)
  - N'utilise la spectro GAIA que pour avoir infos sur le type spectral des étoiles
  - Intercale une modélisation spectro photométrique des étoiles (Phoenix)
  - Aboutit à la conclusion que “ca ne marche pas”



L'idée du projet de Fabrice est d'utiliser en priorité l'information des spectros basse résolution BP et RP pour prédire les magnitudes LSST

Étalonnage des flux

See talk by M. Betoule

- Connecter les magnitudes instrumentales (uniformisées)

$$m = -2.5 \log_{10} f_{\mathrm{ADU}} + Z$$

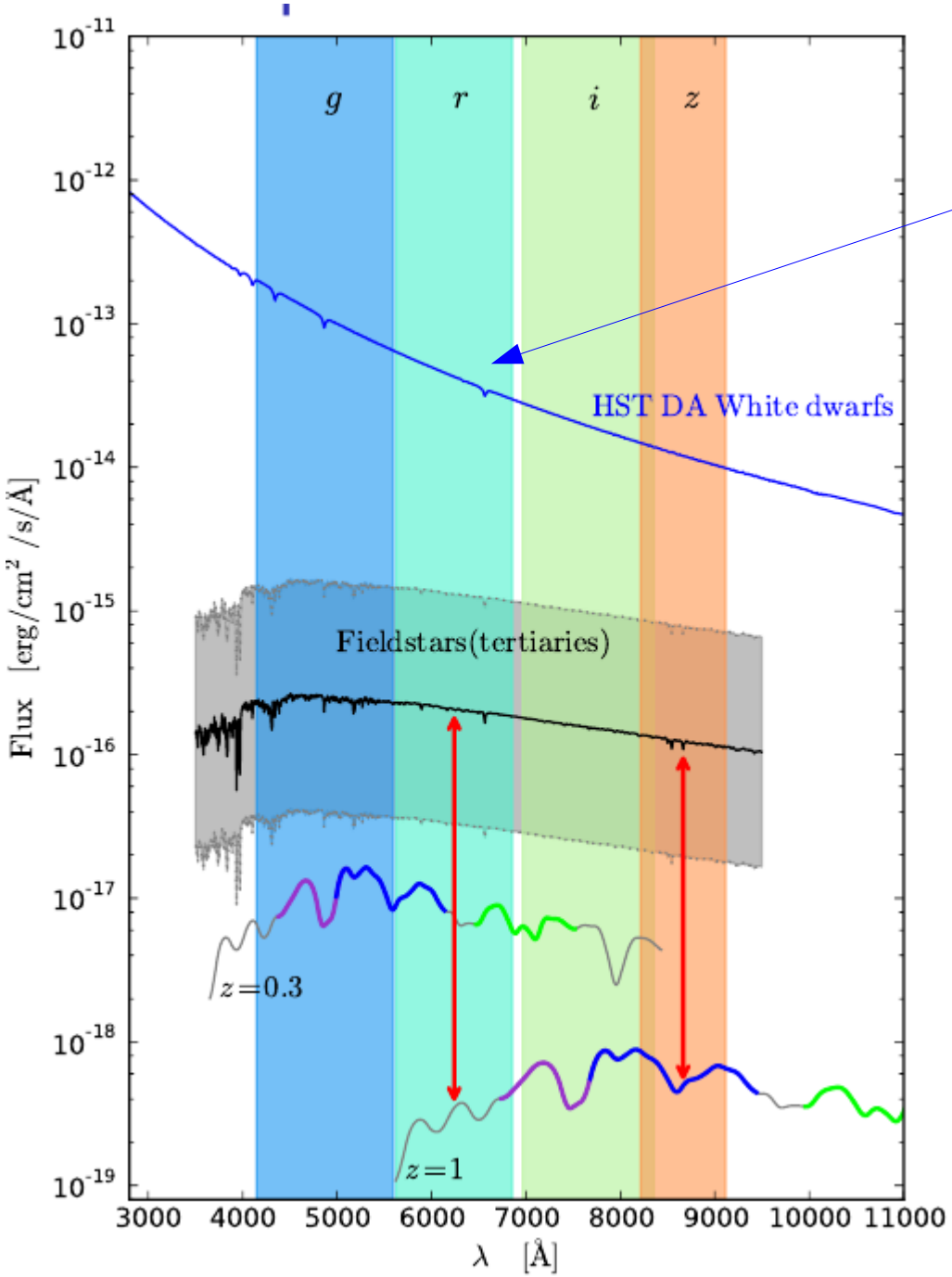
- à des flux physiques (à une échelle grise près)

$$m = -2.5 \log_{10} \frac{f}{f_{\mathrm{AB}}}$$

Quantity	Design Spec	Minimum Spec	Stretch Goal
PA5	5	10	3
PA5 (with u)	10	15	5

Table 16: The accuracy of color zero-points (in millimag). The second row applies to colors constructed using the u band photometry.

La manière traditionnelle



- Étalon de flux primaire

  ⟶ naine blanche pure-hydrogène (DA WD)

  ⟶ modèle stellaire

  ⟶ incertitudes théoriques mal connues.

Transfert ~ 0.3%
(see Betoule et al, 2013)

(Bohlin 2014 and refs therein, Betoule et al 2013)

Standards de laboratoire

DETECTORS | SOURCES

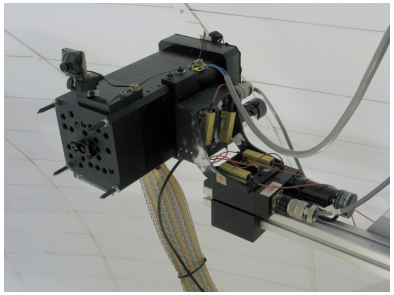
POWR (NIST)
(Houston & Rice 2006)

SIRCUS/SCF (NIST)
(Brown et al. 2006, 2000)
(Larason & Houston 2008)

Calibrated
Si photodiode

❶

Calibrated source
(in the telescope enclosure)



❷

Imager

Back to the stars...

Très nombreux projets...

- Tous (ou presque) motivés par la science de DESC
  - (Stubbs et al, 2010) [Pan-STARRS]
  - (Kaiser et al, 2010) [ACCESS]
  - (Marshal et al, in prep) [DES/DECal] (?)
  - (Regnault et al, 2015) [SNLS/DICE]
  - ...
- Au moins deux projets initiés par des membres de DESC (avec l'idée de démontrer la technique d'ici la première lumière)
  - DICE (cf. talk de Marc Betoule)
  - Design alternatif source étalon de laboratoire (C. Stubbs et al.)

Très nombreux projets...

- Projet LSST (C. Stubbs)
  - télescope auxiliaire LSST (f/18 beam, grating)
  - source de calibration ponctuelle @ 40-m
  - lentille sur l'ouverture du télescope
  - But: transporter calibration source sur le ciel

Atmosphère

See talk by
S. Dagoret-Campagne

- Transmission atm. moyenne (pour tout le survey)
- Transmission atm. temps réel, pose par pose
- Méthode “standard”
  - Contraindre un modèle de la transmission atmosphérique avec
    - la pression (rayleigh scattering)
    - O_2, O_3, H_2O etc... le long de la ligne de visée
    - dust + aerosols

    } + modèle (MODTRAN) simplifié
  - Spectroscopie (e.g. Burke et al, 2010, 2014, Buton et al, 2013)
  - Photométrie (e.g. aTmcam for DES, Li et al, 2013, 2014)
  - En déterminant l'extinction grise (nuages) dans le champ

Atmosphère

- Démonstrateur ?
  - Il existe déjà (C. Stubbs)

    ⟶ un design

    ⟶ un plan à court terme pour tester ce design
  - Activités en cours au LAL et à l'APC
  - Opportunité de définir un plan redondant / collaborer avec C. Stubbs ?
- Question: qu'est-ce que l'on peut directement déterminer
  - à l'aide des données LSST broadband elles-mêmes ...
  - sachant qu'on a

    ⟶ O(1000) visites

    ⟶ les infos de GAIA (uniformité et types spectraux)

Monitoring in-situ

- Suivre les variations de la transmission de l'instrument au cours de la vie du survey
  - Fronts & normalisation bandes-passantes
  - Uniformité réponse du plan-focal
  - Stabilité des gains
- Design en cours d'élaboration au sein du projet
- Expertise en France
  - DICE, CCOB, métrologie des filtres au LMA...
  - Volonté de s'impliquer sur un système de monitoring in-situ pour LSST (?)

See talks by B, Sassolas & A. Barreau

DESC Science roadmap

- Science Roadmap
  - http://lsst-desc.org/sites/default/files/DESC_SRM_V1.pdf
  - See §4.5 pp. 186
- "Tâches" et "Projets clef" (actuellement définis)
  - Orientés "data challenge", lien avec les WG de science

    $\longrightarrow$ PC1 : "required precision"

    $\longrightarrow$ PC2 "Galactic extinction"

DESC Science Roadmap

- Plusieurs projets présentés à différents stades de maturation
  - orientés démonstrateurs
  - privilégient l'étude de **vraies données**
- But
  - doivent pouvoir être présentés au PC WG d'ici DESC Collab meeting (slides + note)
  - doivent être défendus devant DESC

    $\longrightarrow$ intégrer la DESC Science Roadmap
    - Tâches, deliveries, deadlines etc...
    - reconnaissance contribution à l'effort de calib

Conclusion

- Calibrer LSST à 0.1% requirements officieux DESC
  - entre dans le domaine du possible
  - reste à démontrer en pratique
- Plan de calibration cohérent
  - plusieurs contributions (FR) identifiées
  - d'ici 2018 : projets de démonstration $\longrightarrow$ publis
  - 2018+ : plan de calibration effectif