

Equipe: COSMOLOGIE & ENERGIE NOIRE

Bilan 2018-2023 et Prospective

Thèmes de physique

Observation : Tests de précision du modèle standard de la cosmologie

Λ CDM

Expansion cosmique

Deux sondes *complémentaires*

- SNIa: luminosité SNe Ia vs z ($0 < z < 1$)
- BAO: taille angulaire pic baryons vs z ($0.5 < z < 2.5$)

⇒ EoS énergie noire (w, w_a)

Imagerie
Spectro

Formation des structures

Sondes directement sensibles à la matière noire:

- cosmic shear
- SNe Ia ($z < \sim 0.2$) peculiar velocity
- RSD

⇒ Test gravitation échelles cosmologiques

Nature Énergie noire

Théorie : mieux comprendre le régime non-linéaire de l'agrégation de la matière noire, afin de produire des prévisions plus précises et fiables pour les programmes observationnels (sondages de galaxies, lentillage faible, détection indirecte de matière noire)

Introduction- Historique du groupe

Le groupe de cosmologie du LPNHE existe depuis 1997, et a été précurseur en France sur l'étude de l'expansion de l'univers. Il est passé au premier plan international sur l'étude de l'énergie noire à l'aide de la sonde SNIa (SNLS, SNfactory) pendant les années 2000.

Pr M.Joyce a intégré le groupe (2003) en ouvrant une voie théorique: formation des structures cosmologiques.

Dès 2006 le groupe a été leader dans la mise en place d'une participation de l'IN2P3 à LSST. Ainsi l'IN2P3 est le seul institut non US qui ait participé à la construction du Rubin Observatory, avec aujourd'hui ~100 chercheurs et 10 laboratoires. Le LPNHE est leader dans les 2 contributions clefs de l'IN2P3 à la LSST-camera (Changeur de filtre + Plan Focal) soit ~ 40% de l'effort FTE-ITA de l'IN2P3 dans LSST.

En 2015, le groupe a fait évoluer sa stratégie, évolution qui a été validée par un CS au LPNHE et à l'IN2P3 :

1. Hors construction la meilleure préparation de la science dans LSST est de participer à des projets d'imagerie qui prennent des données
⇒ aujourd'hui StarDice & le diagramme de LEMAITRE (HSC/ZTF)
 2. Le groupe s'est ouvert à d'autres sondes
 - a. En imagerie-LSST une participation "à la sonde du futur" ⇒ le lensing .
 - b. L'ouverture d'une voie "spectroscopie" :
 - i. Avec une participation à la construction de DESI , unique à l'IN2P3
 - ii. Une participation aux études de BAO (BOSS, e-BOSS)
- => aujourd'hui analyse BAO/Galaxie clustering dans DESI

Composition actuelle de l'équipe

Liste des chercheurs de l'équipe : (couleurs : **LSST(HSC-ZTF)** , **DESI** , **Théorie**)

11 permanents + 1 délégation CNRS [HDR=*]

- DR[3] : Pierre Antilogus*, Pierre Astier*, Nicolas Regnault*
- PR[3]-PSU : Christophe Balland*, Michael Joyce*, Delphine Hardin*
- CR[3] : Marc Betoule, Sebastien Bongard, Pauline Zarrouk
- MCF[2]-PSU: Sylvain Baumont, Laurent Le Guillou
- Delegation CNRS [1] 2022-2024 , visiteur depuis 2018
: Jérémy Neveu (MCF PSaclay)

2 Post-doctorants

- ZTF II (ANR) Dec 2022-Nov 2024 : Thomas de Jaeger
- LSST-Lensing (IN2P3) Nov 2022-Oct 2024 : Anna Niemiec

7 doctorants

- StarDice/CBP/LSST Calibration - 2021 - 2024: Thierry Souverin (Dir : J.Neveu) - Step-up
- LSST-Lensing -2021 - 2024 : Enya Van De Nabeele (Dir : P.Astier)
 - IPI-SU
 - LPNHE & Suède
- ZTF II 2021-2024 : Leander Lacroix (Dir : N.Regnault)
 - IPI-SU
- ZTF II-HSC 2022-2025 : Dylan KUHN (Dir : M.Betoule)
 - Fondation CFM
- DESI 2021-2024 : Svyatoslav Trusov (dir : P.Zarrouk)
 - IN2P3
- ZTF-DESI 2023-2026 : Mahmoud Osman (dir : N.Regnault - P.Zarrouk)
 - DIM-ACAV - Ile de France
- LSST 1st Light Dec-2023-2026 : Yassine Faris (dir : P.Antilogus)

IR en charge des efforts techniques en cours (LSST-StarDice) :

- Instrumentation/elec : Claire Juramy
- Info/instrumentation : Eduardo Sepulveda
- Mécanique : Guillaume Daubard , Didier Laporte

Evolutions récentes:

Chercheurs :

+1 permanente : Pauline Zarrouk CR, Oct 2021 , BAO/DESI

-2 + 1 Visiteurs :

- -2 : Jean-Marc Legoff & James Rich (BAO) , CEA , 1/2 jours / semaine, 2018-2022 :
- +1 : Jérémy Neveu (MCF Paris Saclay) , visiteur 2018-22 , en délégation CNRS au LPNHE depuis 2022

6 thèses soutenues :

- Guy Augarde , HSC , Fund : Step-Up , dir: N.Regnault , Oct 2019 - Sep 2022, (Développement IT NewYork)
- François, Hazenberg, Calibration photométrique des supernovae de type Ia pour la caractérisation de l'énergie noire avec l'expérience StarDICE, Fund : Step-Up , dir : Marc Betoule, Nicolas Regnault, Oct 2016-Oct 2019, (Ingénieur R&D Startup)
- Sara, Maleubre , théorie, Fondation CFM, M. Joyce, Oct 2019, Mars 2023
- Azrul, Pohan, théorie , Gouvernement d'Indonésie, M. Joyce, Oct 2019, Sep 2023
- Juliana Stermer , eBOSS, Fund : StepUp , dir : C .Balland, Oct 2018 - Dec 2021
- Ting Tan, DESI, Fund: CNRS international, dir: C. Balland, Oct 2020 - Sep 2023

3 PostDoctorants ont fini leur PDoc entre 2018-2023 :

- Ignasi Perez Ràfols , DESI , IN2P3 , 2020-2021
- P.F Leget , LSST - SSP , IN2P3 , 2019-2021 (Startup Robotique , US)
- C.Saunders , LSST - SSP , ILP-Labex , 2016-2019(staff LSST , Princeton US)

Responsabilités scientifiques

Pierre Antilogus :

2009-2015&2022-2023 Responsable scientifique du master projet LSST pour l'IN2P3
depuis 2008 Représentant LPNHE au board LSST-France
depuis 2007 Responsable Scientifique IN2P3 du plan focal de LSST
depuis 2017 Responsable Scientifique IN2P3 du changeur de filtre LSST
2017-2021 Technical Coordinator LSST-DESC (coord. groupes "systématiques")
depuis 2021 Membre du Advisory Board de DESC
2019-2022 Conseil scientifique de DPhP, Saclay

Pierre Astier :

2016-20 Membre du publication board de LSST-DESC
2015-20 Conseil scientifique de l'IPNL/IP2I
depuis 2016 Conseil scientifique du LPNHE (président)
depuis 2018 Groupe de travail physique fondamentale du CNES

Christophe Balland :

2018-2023 Responsable scientifique du master projet DESI pour l'IN2P3
2020 Membre du comité HCERES d'évaluation du LAPP Annecy
2021 Rapporteur externe pour le Call to Scientific Employment Stimulus 4th ed., Fundação para a Ciência e a Tecnologia, Portugal

Pauline Zarrouk

depuis 2023 Responsable scientifique du master projet DESI pour l'IN2P3
depuis 2020 Co-responsable du DESI Key Project 5

Laurent Le Guillou :

2017 - 2020 Membre du Conseil Scientifique du LPNHE
2016 - 2020 Responsable construction système calibration DESI

Marc Betoule :

depuis 2021 Membre du conseil scientifique du PNCG
depuis 2016 Responsable StarDICE

Delphine Hardin :

depuis 2020 : Membre élue du Conseil scientifique du LPNHE
depuis 2021 : Membre nommée Conseil scientifique du LPSC (Grenoble)

Nicolas Regnault :

2018-2020 Membre du conseil scientifique du PNCG
depuis 2021 Co-responsable groupe de participation ZTF-IN2P3

Enseignement / Vie de l'Université 1/2

Christophe Balland (Pr):

- Depuis 2020: Co-directeur de l'Initiative Physique des Infinis (Alliance SU), budget 1,2 Meuros/an
- 2019 - 2021 directeur adjoint de la composante Physique de l'Univers pour SU de l'école doctorale STEPUP (ED560).
- Depuis 2019: Co-responsable des UE de Mécanique et Physique L1
- 2019-2021: coordinateur de la Physique en L1, responsable de la plateforme expérimentale du L1, UFR de Physique de SU
- Depuis 2022: membre invité du Conseil des Enseignements de l'UFR de Physique de la FSI/SU
- Depuis 2022: membre élu du Conseil de Département de Licence de l'UFR de Physique de la FSI/SU
- 2017 - 2020: membre du jury classique de l'agrégation de Sciences Physique, Option Physique
- 2019-2022: membre du jury spéciale de l'agrégation de Sciences Physique, Option Physique
- depuis 2023: Vice-président du concours spécial de l'agrégation de Sciences Physique, Option Physique

Michael Joyce (Pr) :

Enseignements dans les thématiques IN2P3 :

- 2018-2021, 2023 : Cosmologie Avancée (M2 NPAC);
- depuis 2021: Advanced Quantum Mechanics (M1, Paris Physics Master)

Laurent Le Guillou (Mcf) :

Enseignements dans les thématiques IN2P3 :

- Depuis 2019 Relativité restreinte (L2 SPRINT) (Auparavant aux L3-PHYTEM 2010–2018)
- Depuis 2019 Relativité restreinte (Agrégatifs préparation de Montrouge à l'agrégation)
- 2009–2018 puis depuis 2022 : Introduction à l'Energie Nucléaire puis Ingénierie Nucléaire. (M1).
- 2015–2019 Neutronique (M2)

Delphine Hardin (Mcf) :

- L2 - depuis 2020 : responsable Méthodes Mathématiques pour la physique (300 étudiants)
- UFR/SU - depuis 2015 : experte A section 29 pour la proposition de composition des comités de sélection recrutement MCF / PR
- depuis 2019 : 16 jurys de thèse (présidente / rapporteuse / examinatrice)

Enseignements dans les thématiques IN2P3 :

- M2 - depuis 2012 : co-responsable spécialité de Matser 2 NPAC (SU, UPC, UPS, INSTN)
- M2 - depuis 2022 : c-responsable Double diplôme de Master SU-Univ. Pise, parcours "Interactions Fondamentales et Physique de l'Univers"
- M1 - depuis 2011 : Cours-TD d'Introduction à l'Energie Nucléaire

Jérémy Neveu (Mcf Paris-Saclay) en délégation CNRS :

Enseignements dans les thématiques IN2P3 :

- 2023-... : Cosmologie (M2 NPAC)

Enseignement / Vie de l'Université 2/2

Pierre Astier (Dr) :

Ecoles d'été (1 à 2 par an).

Pierre Antilogus (Dr) :

Ecoles d'été (2 en 5 ans)

Comité d'attribution de bourse de thèse :

depuis 2021 : ED560 - Step-up

depuis 2023 : PT-CERN , Portugal

Nicolas Regnault (Dr) :

Enseignements dans les thématiques IN2P3 :

2017-2023 : Cosmologie (M2 NPAC)

Pauline Zarrouk (Cr) :

Enseignements dans les thématiques IN2P3 :

Février 2022, 2024 : Cosmologie (M2 NPAC)

Resp. Nationales / Vie du labo

Christophe Balland :

Depuis 2023: délégué scientifique auprès de la direction de l'IN2P3 pour la politique de sites

2017-2019: membre élu du conseil de laboratoire

Delphine Hardin :

Depuis 2023 : co-référente Enjeux Environnementaux LPNHE/SU

Depuis 2019 : membre élue du Conseil de Laboratoire

2016-2019 : CNU, membre élue collègue A section 29

Demandes et gestion de supports financiers spécifiques:

Nicolas Regnault : ANR ZTF (porteur) financement de l'entrée du groupe de participation IN2P3 a ZTF-II en tant de Major Partner: running costs (100k\$), 3 postdocs (510k), environnement postdocs + missions, 745k total.

Jérémy Neveu & Laurent Le Guillou :

- **ANR CARL (CALIBRATION atmosphérique pour RUBIN-LSST)** Financement d'un post-doc dédié à la mesure de la transmission atmosphérique par le télescope auxiliaire de LSST et de complément de matériel pour la construction d'un CBP de voyage pour calibrer la transmission de ce télescope (80k€)
- **DIM-ACAV (région) (Travel CBP)** : Contribution au financement pour un CBP de voyage pour calibrer la transmission de télescope.(57 k€)

Christophe Balland: lauréat de l'appel d'offre SU dans le cadre du SFRI (Stratégie pour la formation et la recherche des Idex). 312 keuros par an pendant 3 ans pour l'Initiative Physique des Infinis. Responsable de l'attribution sur appel d'offre de ces fonds.

Production scientifique

Contributions techniques

Faits Marquants

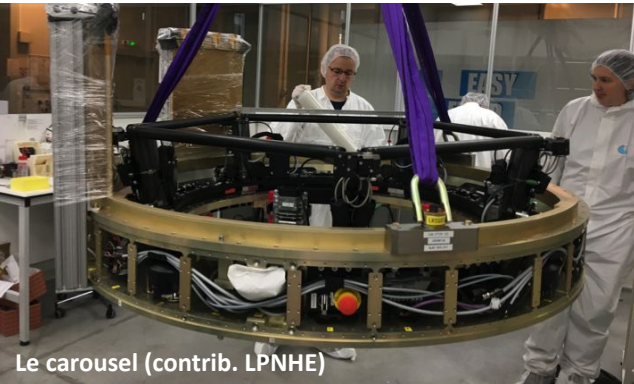
Le Changeur de Filtre de la caméra de LSST

- 1ère études fin 2006 (carrousel au LPNHE)
- 5 labos de l'IN2P3 impliqués
- un cout total à l'IN2P3 de 2.3 M€ + > 100 FTE
- Au LPNHE: ~ 40 ETP ITA (dont ~0.7 ETP en 2023)

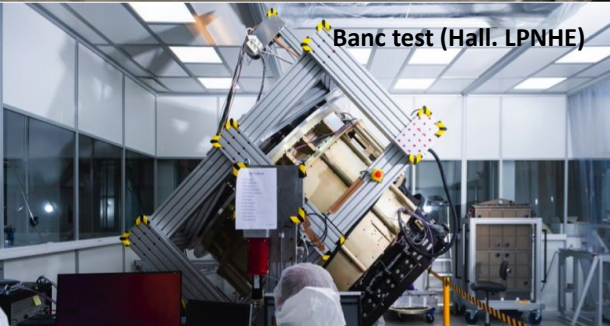
11 ITA des labos du changeur de filtre (APC,CCPM,LPC,LPNHE,LPSC)
(dont 4 du LPNHE) ont reçu le **Cristal Collectif 2021 !!!**



Changeur de filtre installé à
SLAC depuis fin 2019 : 100%
opérationnel aujourd'hui



Le carrousel (contrib. LPNHE)



Banc test (Hall. LPNHE)



Commissioning à
SLAC depuis fin 2019

CAUTION
Mechanical hazards:
Rotators may be in use
No entry while orange
lights are flashing

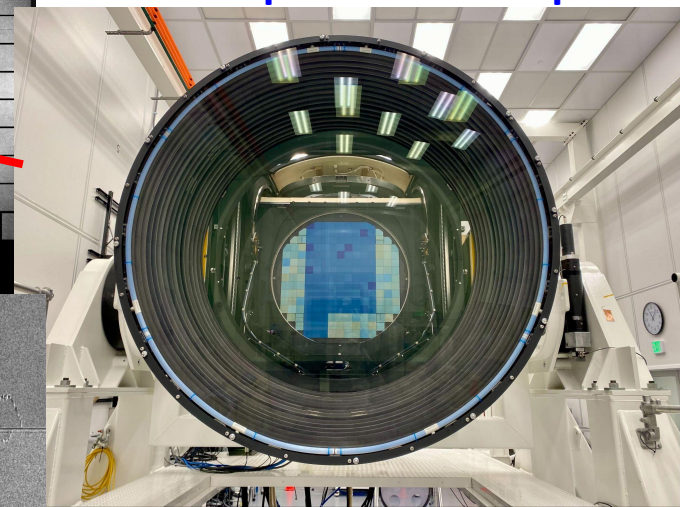
Contribution au Plan focal de LSST

C.Juramy , Cristal 2020
pour son travail sur les
CCD dans le cadre du
Plan focal de LSST

- Début de l'implication dans les ASICs du plan focal : fev 2007
- 2 labos (LPNHE , IJCLab) impliqués dans ces développements ASICS
- En plus au LPNHE : interaction CCD-vendeur , Optimisation lecture CCD & contrib. design readout , micro-code du plan focal
- Au LPNHE : un banc test CCD LSST dédié à l'optimisation de la lecture & études fines CCD
- Plan Focal au LPNHE: 35 ETP ITA (0.2 ETP ITA en 2023) pour un total IN2P3 ~3 M€ > 50 ETP ITA
- Participation au commissioning

Sep 2022 :

caméra + plan focal complets



Préparation aux études lensing (1/2)

Brighter-fatter - atmosphère ...

Trois domaines d'étude:

1) Distorsions d'images dynamiques dans les CCD:

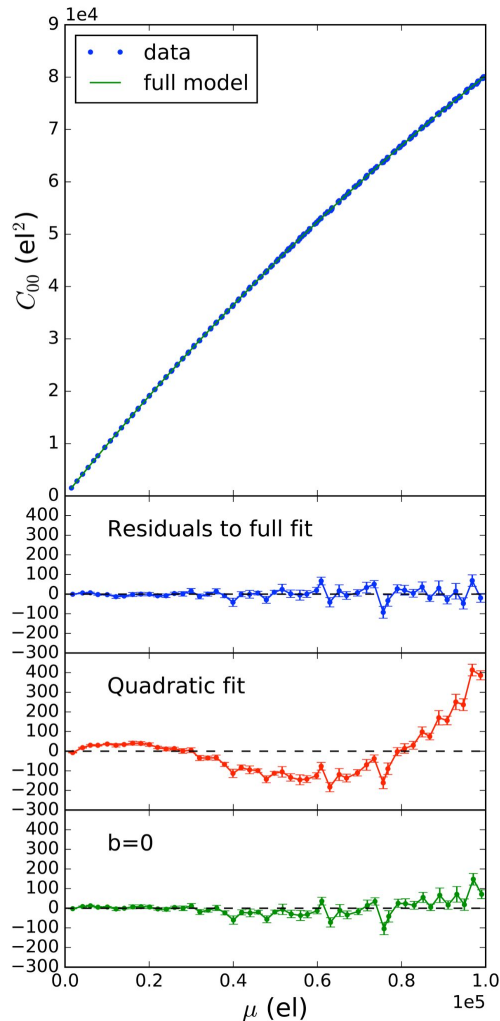
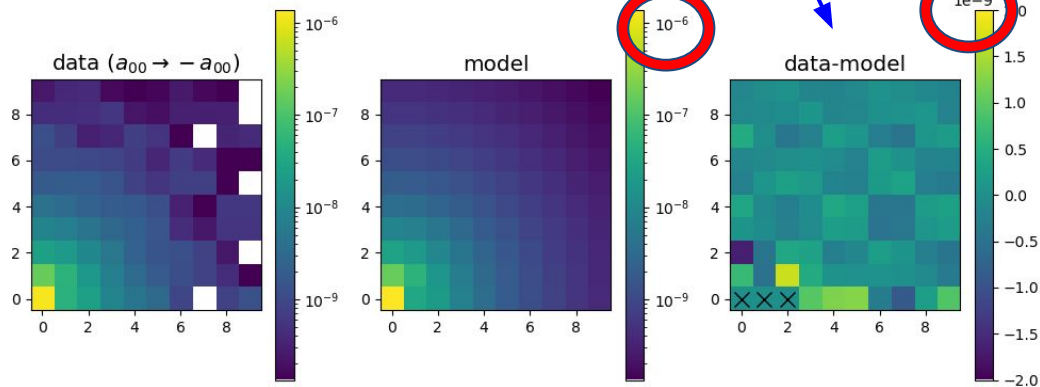
- Mise au point de la méthode avec le banc de test CCD du LPNHE: **"The shape of the photon transfer curve of CCD sensors"** P. Astier & al, A&A (2019)
- Caractérisation des CCD de la caméra HSC : **"Correction of the brighter-fatter effect on the CCDs of Hyper Suprime Cam"** P. Astier, N. Regnault, A&A (2023)
- Caractérisation des CCD de science de LSST: analyse des données de test de la caméra.

2) Mesure des formes des galaxies:

- développement d'un nouvel estimateur: thèse Enya van der Abeele
- Tests/études sur les images du Subaru: Anna Niemiec & Enya van der Abeele.

3) Distorsions astrométriques, instrument & atmosphère, avec HSC:

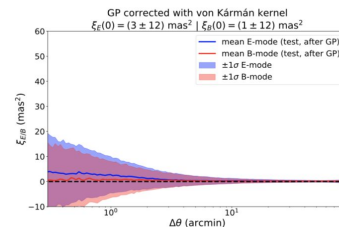
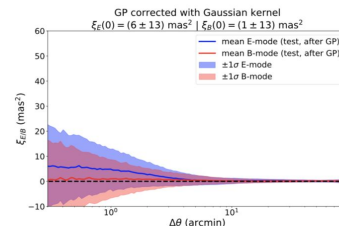
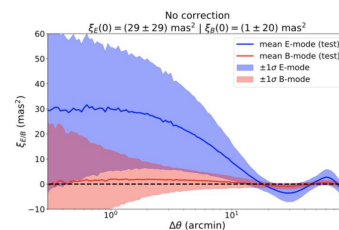
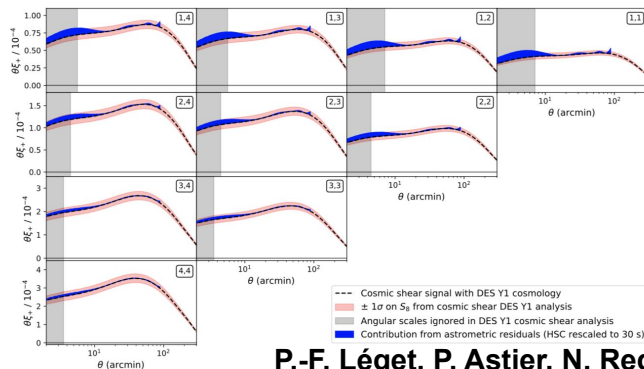
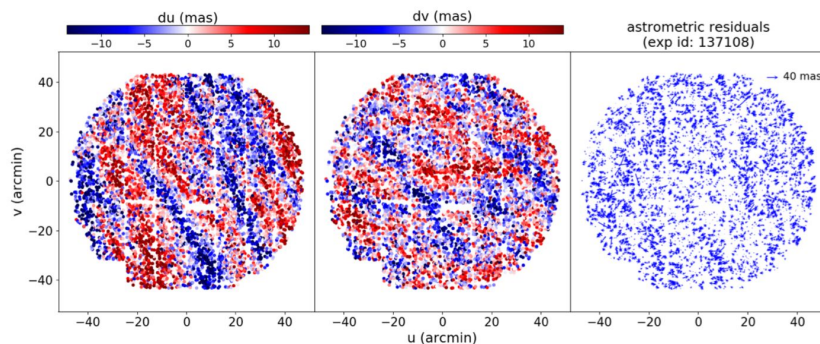
"Improving the astrometric solution of the Hyper Suprime-Cam with anisotropic Gaussian processes" PF. Léget et al, A&A (2021) (voir slide suivante)



Préparation aux études lensing (2/2):

Brighter-fatter - atmosphère ...

Astrométrie, CCD, & turbulence atmosphérique dans les **données HSC** + nouveau type de correction
+ **Forecast** de l'intensité de l'effet sur le cosmic shear **pour LSST** (pose courte/30s) $\Rightarrow$ Important !!!



P.-F. Léget, P. Astier, N. Regnault, M. Jarvis, P. Antilogus et al. "Improving the astrometric solution of the Hyper Suprime-Cam with anisotropic Gaussian processes " A&A 650, A81 (2021)

Supernovae : *préparation du relevé*

(P. Gris, LPC , N.Regnault LPNHE) ¹⁵

Mise en évidence pour le plan d'observation de LSST “initial” que

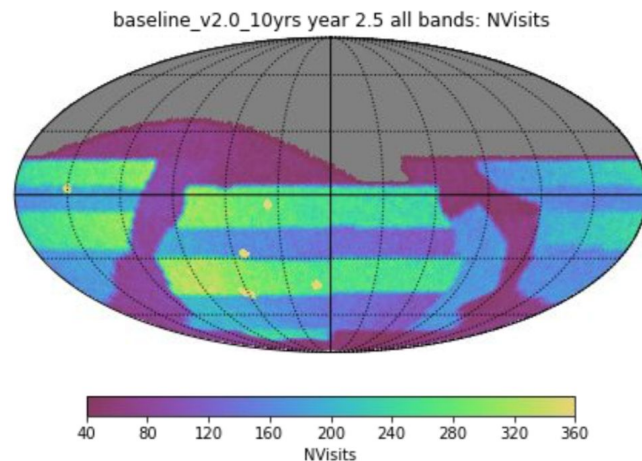
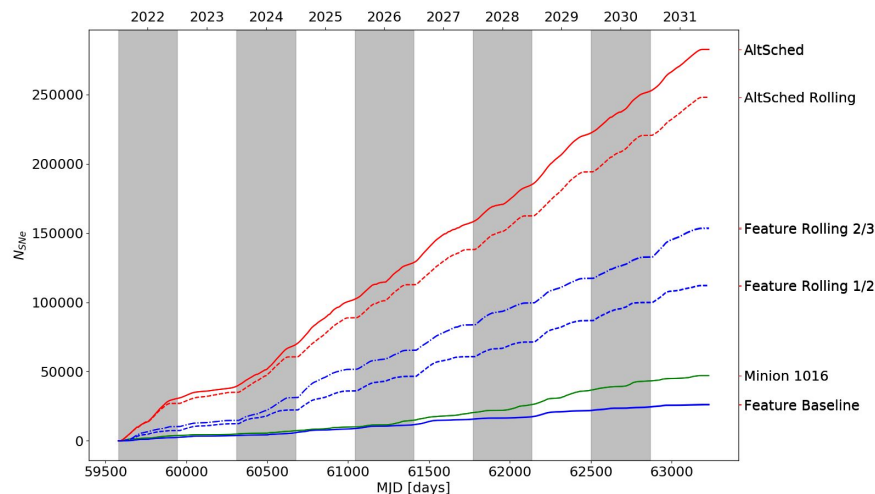
- le relevé principal est très inefficace : qualité des courbes de lumière médiocre / incompatible avec des mesures de cosmologie de précision.
- Les relevés profonds sont ...peu profond / peu efficace

Deux améliorations intégrées depuis $\Rightarrow$

- Rolling cadence dans le wide : 2 ou 3 bandes / 80-90% du survey wide ; début à T0+1an
- ~3 jours par mois le filtre U prend la place du filtre Y (= le filtre Z est toujours dans la camera !)

Combat pour 2024 ; optimisation du Deep Drilling : plus profond ($z \sim 0.8$) et courbes de lumière de meilleures qualités

Philippe Gris, Nicolas Regnault, et al.. Designing an Optimal LSST Deep Drilling Program for Cosmology with Type Ia Supernovae. *Astrophys.J.Suppl.*, 2023, 264 (1), pp.22.<https://arxiv.org/abs/2205.07651>



Programme LEMAITRE HSC/ZTF : Contraindre w

Programme LEMAITRE :

5.10³ SNIa :

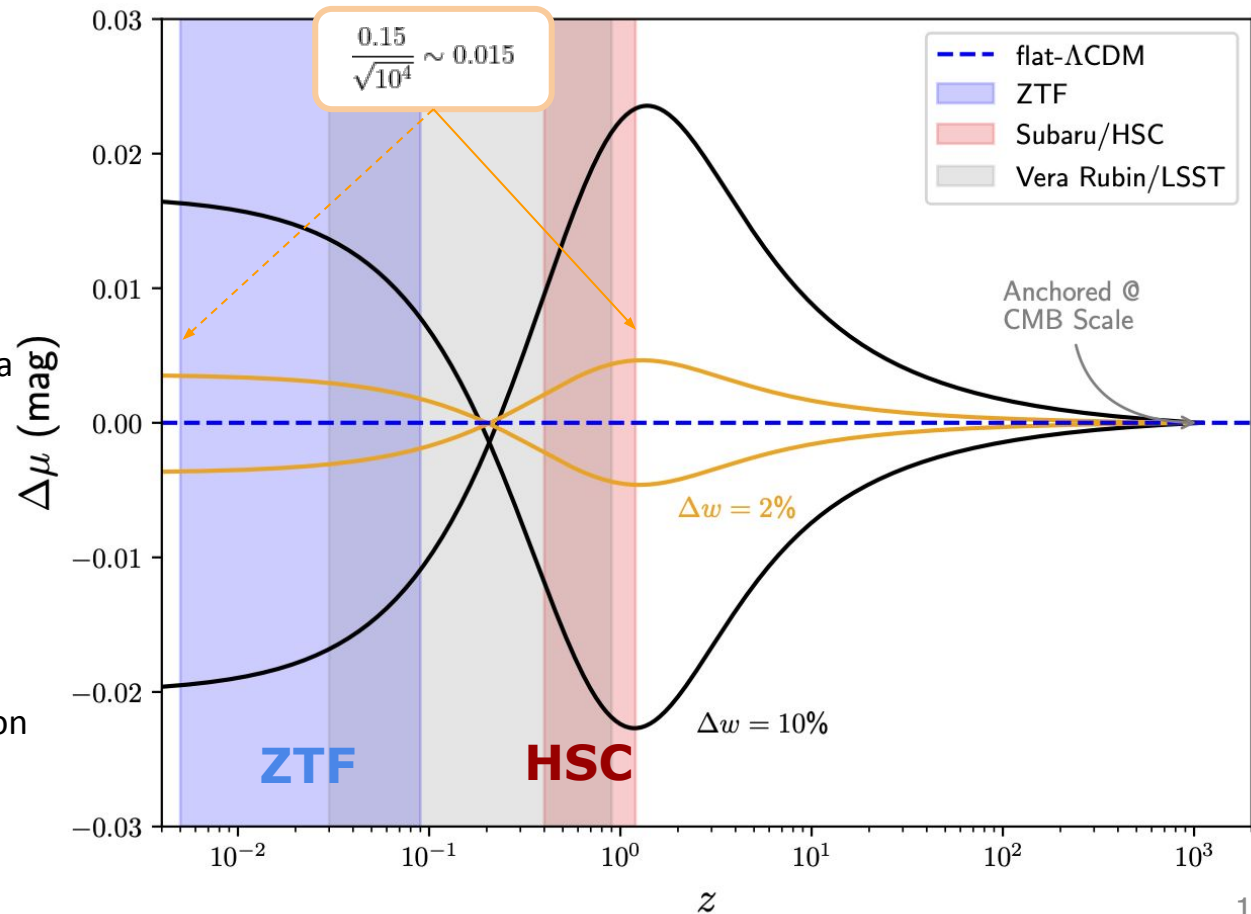
- ZTF-I + ZTF-II : $z < 0.1$ = bas redshift
- Subaru/HSC : $z > 0.8$ = haut redshift

Aujourd'hui Hubble diagram $\sim 10^3$ SNIa
Programme LEMAITRE $\sim 5.10^3$ SNIa

5.10³ SNIa = changement de paradigme
 $\Rightarrow$ nouvelles méthodes (NaCl, ...)
 $\Rightarrow$ calibration inter-bande à 0.1%

LSST wide $> 10^5$ SNIa ... vitesse propre

LSST deep $\sim$ quelques 10^4 SNIa au delà on ne gagne plus $\Rightarrow$ limite systématique / calib



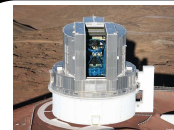
Ingredients



- **SNLS 4-5 year**
- 2008+
- 3.6-m, 1 deg²
- **179** SNe @ $0.3 < z < 0.8$

-Les SNIa HSC/ZTF sont sur disques !
 -Les redshifts sont en cours d'acquisition (~mi-2025)
 -Les outils de l'analyse dans le paradigme à grande statistique de SN sont près / en qualification finale .
 -StarDice démarre son survey en 2024

⇒ en place pour conclure d'ici fin 2025

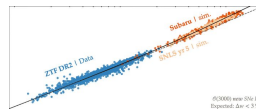


- **Subaru/HSC**
- 2017-2020
- 8.2-m, 1.8 deg²
- **500** SNe @ $z < 1.2$
- **50** SNe @ $z > 1.1$ (HST)

Hubble diagram "à la Lemaître"



- **ZTF** phases I & II
- 2017 - Otc 2023 (extension Mars 2025)
- 1.2-m, 47 deg²
- **O(3500)** SNe @ $z < 0.1$



New inference pipeline

- SN model training
 - Distance & cosmology inference
- LPNHE "action" ⇒ 2(+1) PhD , 1 PDoc



- **StarDice**
- Instrumental calibration of Primary flux standards



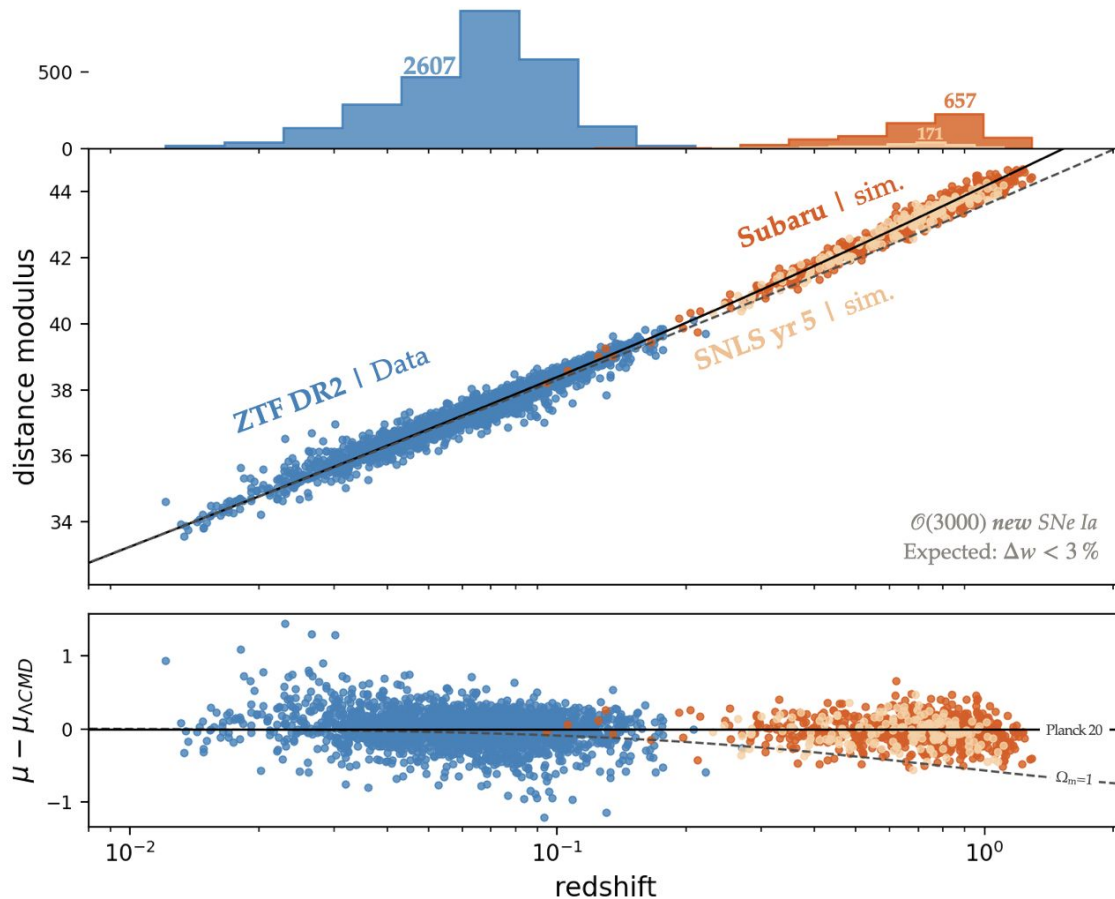
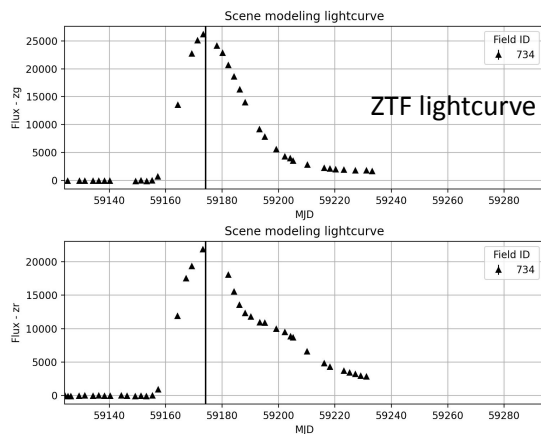
LPNHE "action" ⇒ 1 PhD

The “Lemaître” diagram

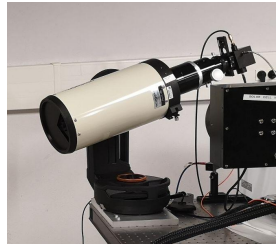
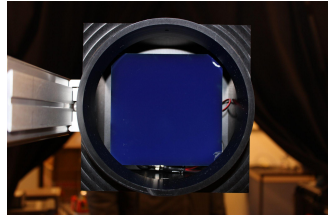
Latest Extended Mapping of
Acceleration with an
Independent Trove of
Redshifted Explosions

A fully independent measurement of w

- Fully new dataset
- Independent Supernova model
- Independent cosmological inference



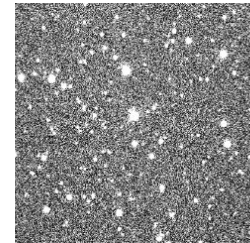
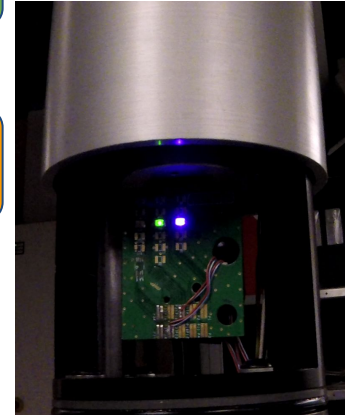
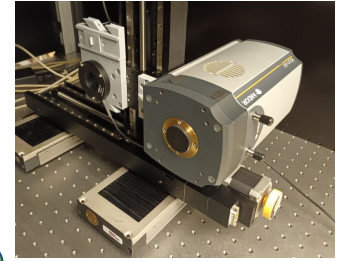
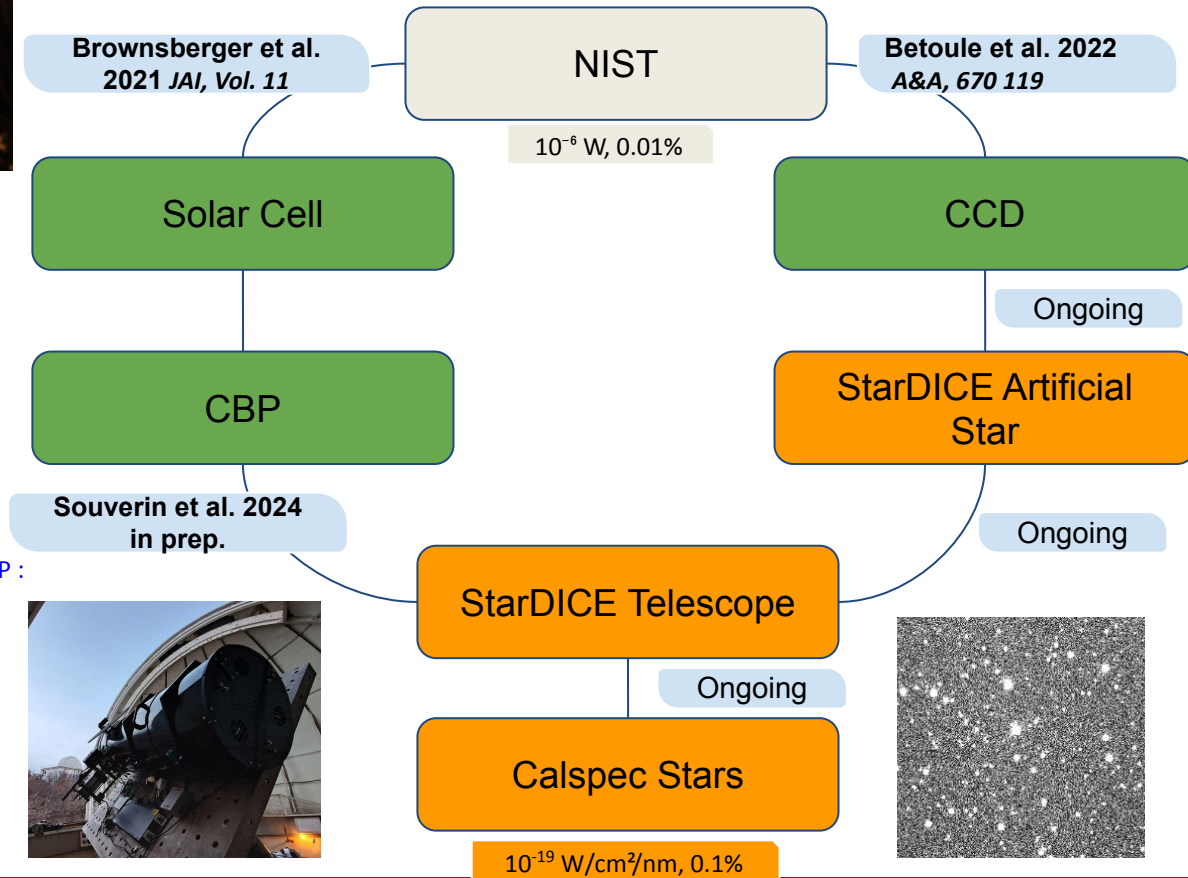
StarDICE + CBP: calibration pour LEMAITRE/LSST



2023 Financement Traveling CBP :

- 1 ANR (80k€)
- 1 Région (57k€)

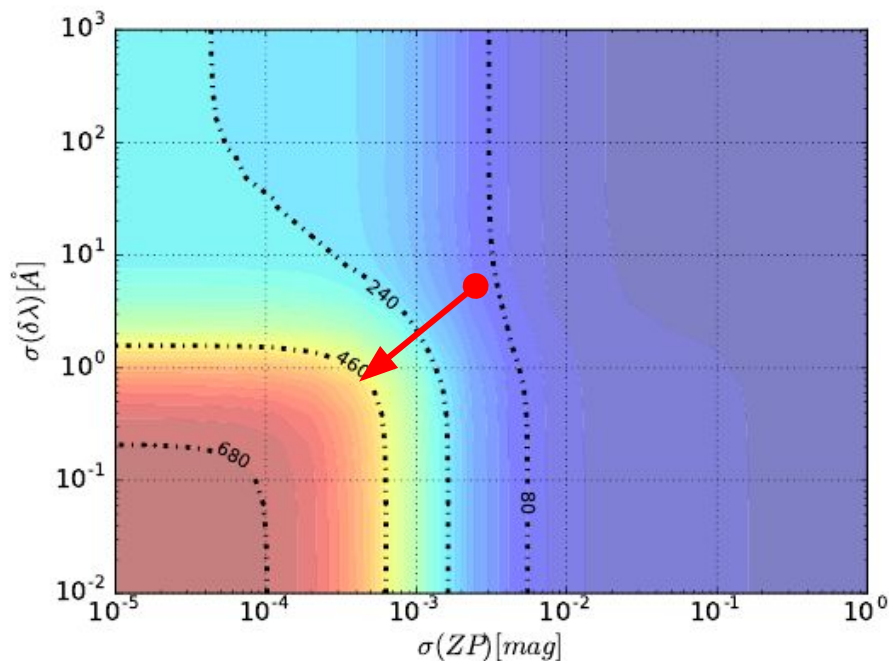
Groupe COEN



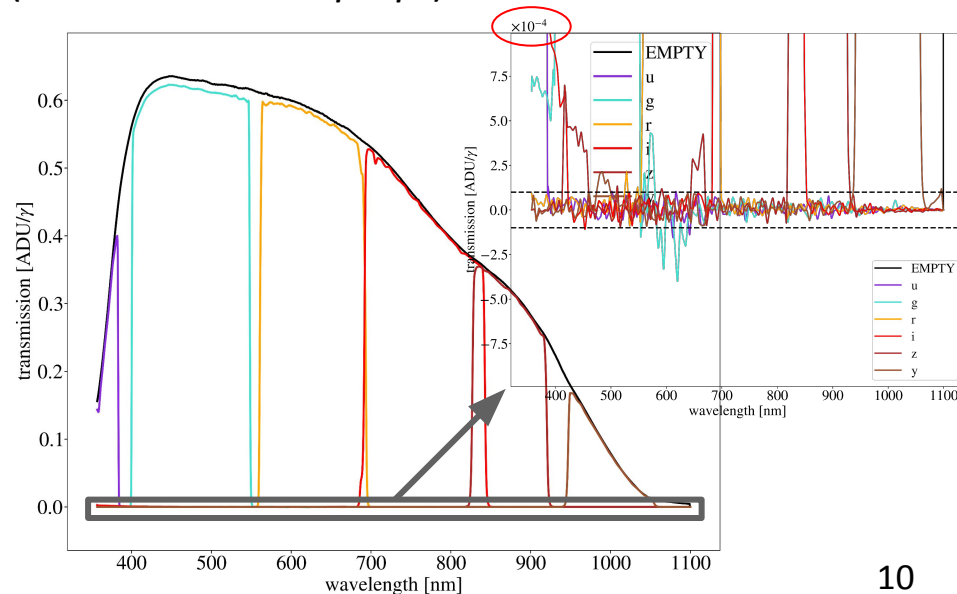
L'objectif de LSST $\Rightarrow$ une précision de 0.1% sur les flux et 0.1nm sur la longueur d'onde centrale

StarDICE est le premier télescope avec une bande passante mesurée avec une précision intégrée au niveau des objectifs de LSST pour établir ses standards de flux (10^{-4} stat, 10^{-3} sys)

(Souverin et al. in prep.)



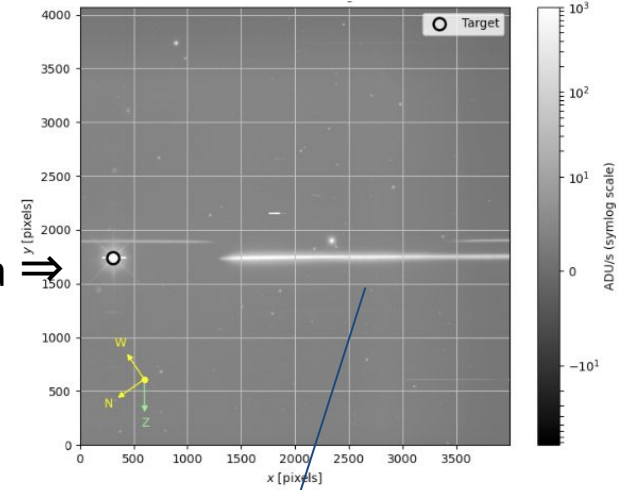
DETF FoM en fonction des incertitudes de calibration



Calibration Auxtel : Slitless spectroscopy



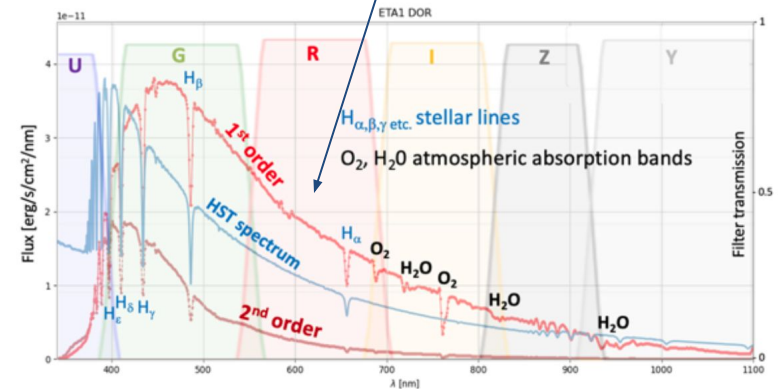
Slitless
spectra $\Rightarrow$



Auxtel en réalisant des spectres d'étoiles standards ,
à pour objectif de mesurer en temps réel la contribution
des différents absorbeurs dans l'atténuation atmosphérique.
La difficulté ? $\Rightarrow$ slitless spectroscopy .

Le code de référence de LSST pour l'extraction
spectro-photométrique :

accepté par A&A: J. Neveu et al. ***"Slitless spectrophotometry
with forward modelling: principles and application to
atmospheric transmission measurement"***



Algorithmes et imagerie grand champ

Ces 20 dernières années la cosmologie observationnelle a changé de paradigme pour adresser les questions associées à la mesure de précision en cosmologie. Le cadre d'aujourd'hui : des mesures toujours plus précises pour des contraintes sur les paramètres cosmologiques toujours plus poussées.

Cette évolution a un prix : toujours plus de données (stat.) et des traitements plus fins/complexes (syst.) . LSST est un aboutissement de cette évolution : 1-2 ordre de grandeur de statistique en plus (ex : ~25 000 SN bien mesurées par an à comparer à < 5 000 au total mondial actuel) , l'ensemble des mesures de cosmologie de LSST étant limitées par les systématiques.

Le groupe de cosmologie du LPNHE est un acteur reconnu de cette révolution depuis 1998. Au delà de l'aspect physique fondamentale, le groupe doit son succès à un effort toujours renouvelé au niveau des algorithmes et d'une implémentation optimale du code correspondant , le tout au service de ses objectifs scientifiques. Quelques exemples :

- **PTC & covariance** : Les travaux du LPNHE a mis la Photon - transfert - curve au 1er plan pour extraire un très grand nombre de paramètre de correction (gain, CTE, Brighter-fatter) ⇒ **P. Astier & al, A&A (2019)**
- **Brighter - Fatter** : correction dans l'espace réciproque (9 FFT) ⇒ développé par P.Astier cette année ,22s/ccd ⇒ 2s permet
- **Astrométrie** : Une correction de champ en 2 temps (une transformation statique décrivant l'instrument et une transformation par image qui inclut la flexion de l'instrument et la réfraction atmosphérique) par moindre carré pour extraire les ~ 2000 paramètres de la géométrie et les 20 coefficients par image (HSC) . Le nombre typique de sources dans le fits ~200 000 étoiles , dont quelques milliers sont contraintes par leur mesure par Gaia. ⇒ ex d'utilisation **PF. Léget et al, A&A (2021)**
- **Scene Modeling** : photometrie des SNIa "sur" galaxie , expertise historique (**plusieurs papiers SNLS**) revisitée pour ZTF .
- **Nacl** : Passer du fit de <1000 SNIa à 100 000 SNIa ⇒ **thèse de G.Augard (2019-2022 dir N.Regnault)**

⇒ Le developement&intégration des ces algos dans le cadre du software de LSST est un effort très important ,
La direction du LPNHE soutient un renfort par un "IR/IT" dans le calcul scientifique : Good !

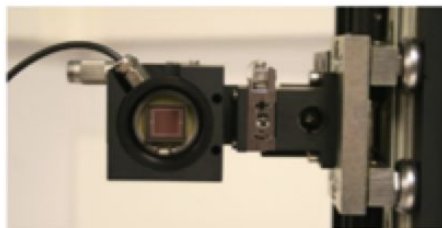
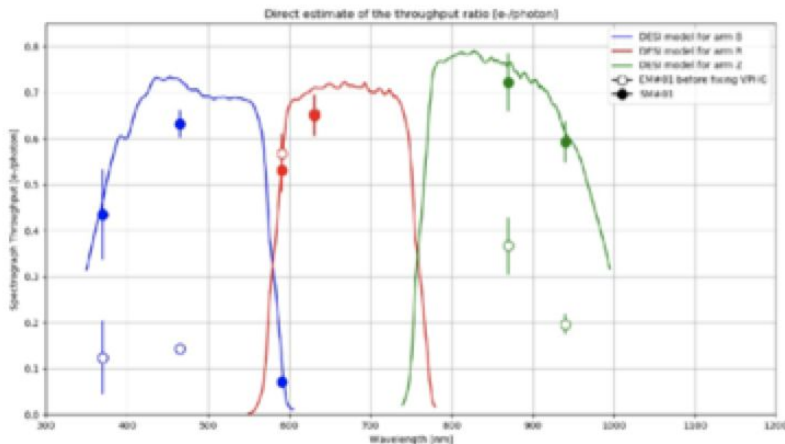
Contribution à la construction de DESI (1 / 2)

1ère Lumière: 2019, Début du relevé scientifique: Mai 2021

Droit d'entrée dans la collaboration DESI en 2016 pour le LPNHE grâce à deux contributions instrumentales.
Pour ces deux contributions, Sonia Karkar et Laurent Le Guillou sont *DESI Builders*.

1) Transmission : tests des 10 spectrographes

- Participation aux tests de validation chez Winlight Systems
- Développement d'un instrument dédié à la mesure absolue du flux injecté
- Détermination de la transmission pour 6 longueurs d'onde
- Détection d'une grave erreur de montage optique sur les première spectrographe, validation sur les 10



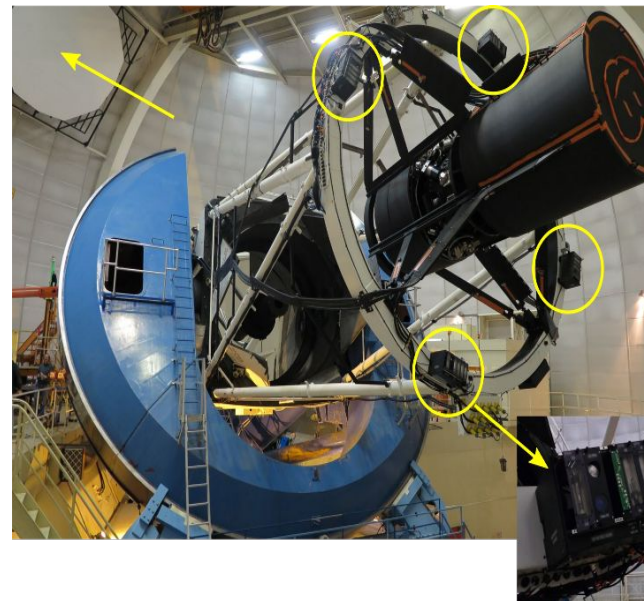
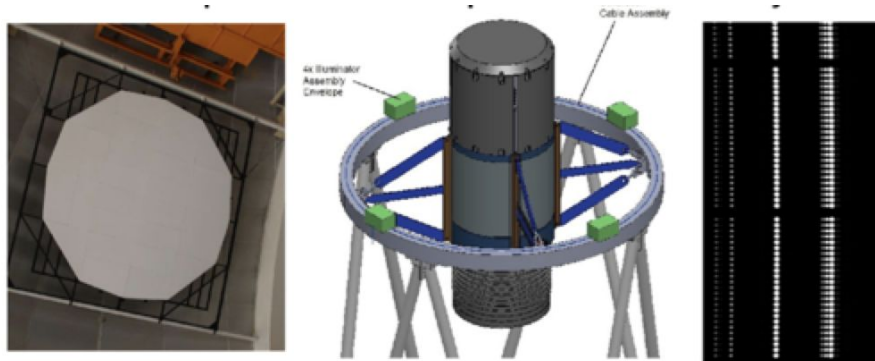
Contribution à la construction de DESI (2 / 2)

1ère Lumière: 2019, Début du relevé scientifique: Mai 2021

Droit d'entrée dans la collaboration DESI en 2016 pour le LPNHE grâce à deux contributions instrumentales.
Pour ces deux contributions, Sonia Karkar et Laurent Le Guillou sont *DESI Builders*.

2) Système de calibration in-situ

- Construction du système d'illumination pour l'ensemble du plan focal
- Calibration en longueur d'onde avec lampes spectrales
- Uniformisation du plan focal avec lampes de continuum
- Conception, fabrication et test au LPNHE, installation au Mayall en 2019
- Calibration quotidienne de DESI pour les 5 ans du relevé



eBOSS: BAO avec les Lyman-alpha

•2 thèses

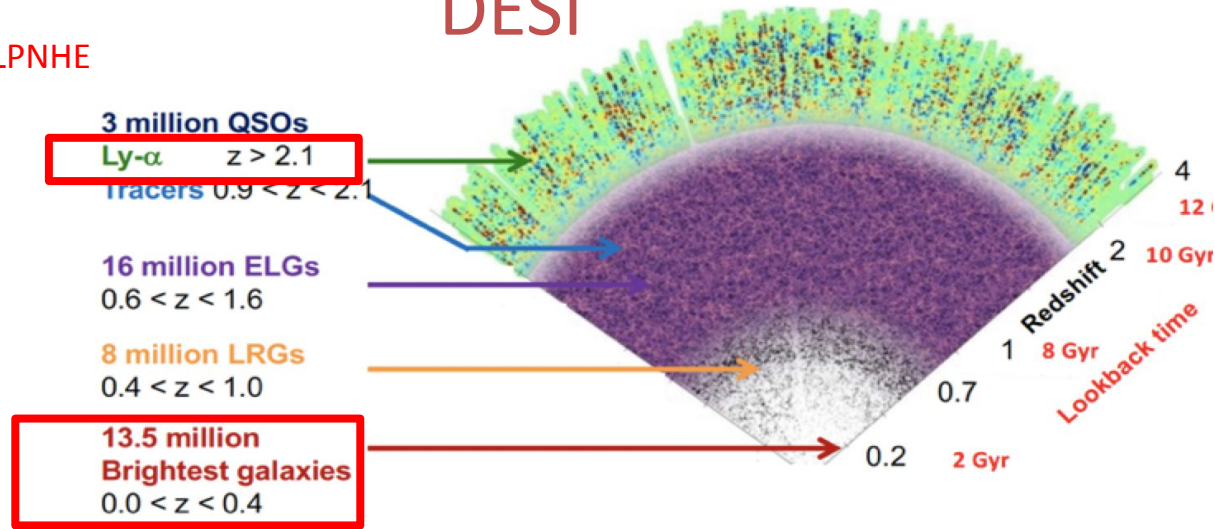
- Victoria de Sainte Agathe, "Mesure de la position du pic acoustique baryonique dans les forêts Ly-alpha et Ly-beta des spectres de quasars du relevé eBOSS-SDSS", dir C. Balland & N. Busca, bourse doctorale du Labex ILP, sep. 2016/sep. 2019, dans le privé
- Julianna Stermer, "Using simulated catalogs for the Ly-alpha BAO analysis of the eBOSS survey", dir C. Balland & J. Rich, sep. 2018/avr 2022

•2 publications majeures

- *Mesure et analyse de la fonction d'auto-correlation des absorptions Lyman-alpha dans les données SDSS IV DR14. Meilleures contraintes à l'époque sur la position du pic acoustique*
 - de Sainte Agathe, Balland, Rich et al, "Baryon acoustic oscillations at $z = 2.34$ from the correlations of Ly-alpha absorption in eBOSS DR14", A&A 629, 85 (2019)
- *Mesure et analyse des fonctions de correlation des absorptions Lyman-alpha avec le lot de données complet de l'expérience eBOSS*
 - Du Mas des Bourboux et al, "The Completed SDSS-IV Extended Baryon Oscillation Spectroscopic Survey: Baryon Acoustic Oscillations with Ly α Forests", ApJ 901, 153 (2020)

DESI

 contributions du LPNHE



BAO avec les Ly-alpha

- Thèse de Ting Tan "[Constraints on dark energy from Lyman-alpha data from the DESI experiment](#)"

Modeling of the High Column Density systems in The Lyman-Alpha Forests (Tan et al. to be submitted)

BGS: from survey design to cosmological constraints

- Design et caractérisation du relevé BGS, 1ères propriétés de clustering (Zarrouk et al. 2021)
- Thèse de Svyatoslav Trusov "[Cosmological analysis of the DESI BGS to constrain dark energy and gravity](#)" 2021-2024
 - Méthode hybride d'estimation des erreurs (Trusov, Zarrouk et al. 2023)
 - NN-model pour accélérer la prédiction du modèle de la statistique à 2-points (Trusov, Zarrouk et al. in prep)
- Au-delà de l'analyse standard: multi-tracer (Trusov, Zarrouk et al. in prep), density-split (e.g. Paillas, Cuesta-Lazaro, Zarrouk et al. 2023)

Depuis septembre 2023, P. Zarrouk est *DESI Builder*.

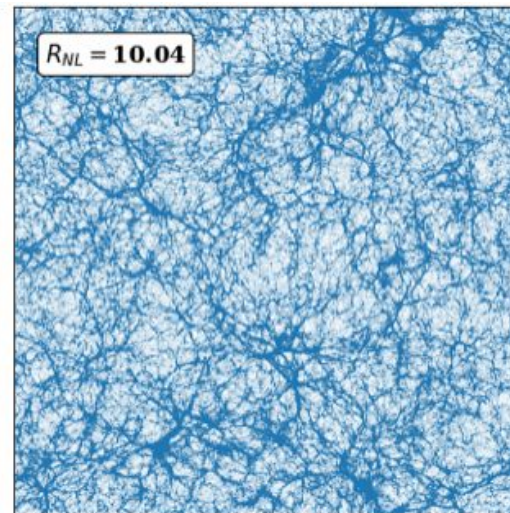
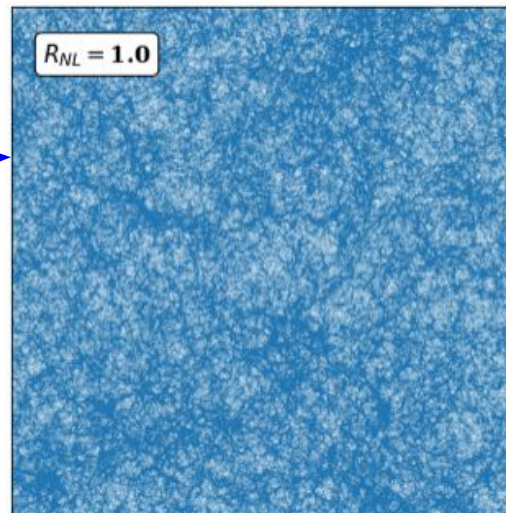
Théorie

Un permanent (**M. Joyce**) + étudiants en thèse + collaborations internationales
Recherche sur la **théorie de la formation des structures cosmologiques**, centrée actuellement et depuis quelques années sur la compréhension et modélisation des simulations à N corps
Depuis 2018 collaboration avec D. Eisenstein (CfA, Harvard), L. Garrison (Flatiron Inst), B. Diemer (U. Maryland)

11 publications depuis 2019 (dans des revues internationales à comité de lecture)

2018-2023 , 2 thèses:

- Sara Maleubre, "Cosmological structure with N body simulations: the path to percent accuracy with scale-free models", dir M. Joyce, financement de la fondation CFM (3 ans) et DAAD (6 mois), soutenue le 31 mars 2023, actuellement Beecroft fellow à Oxford University
- Azrul Pohan , "Cosmological perturbation theory: scale-free models and cosmology dependence", dir M. Joyce, soutenance le 27 sept 2023, financement du gouvernement d'Indonésie (4 ans), après thèse retour en Indonésie en tant que Maître de Conférences.



Scale-free simulation (with spectral index $n = -2.0$; $R_{NL} \propto a^2$ for $n = -2$)

Organisation-fonctionnement du groupe

En interne dans l'équipe

- 1 réunion générale de l'équipe par semaine :
 - coordination générale & news
 - présentation sur 1 de nos activités
- Coordination Réunion (programmation...) : P.Zarrouk
- Responsable de groupe P.Antilogus (Photométrie/LSST) & P.Zarrouk (BAO/DESI)
- Chefs d'équipes / lignes budgétaires :
 - LSST : P.Antilogus
 - StarDICE : M.Betoule
 - SSP/ZTF : N.Regnault
 - DESI : P.Zarrouk
 - Théorie : M.Joyce

Dans le laboratoire : relations avec les services, autres équipes

- Collaborateurs/Coordinations techniques intégrés dans la vie du groupe
 - LSST : C.Juramy & D.Laporte
 - StarDice : C.Juramy & E.Sepulveda
- co-Organisation des séminaires du laboratoire (P.Zarrouk , A.Niemiec)
- Aide/collaboration instrumentale avec les autres groupes du laboratoire (achat de matériel commun , don/récupération de matériel , partage d'expertise ...)

Organisation-fonctionnement scientifique du groupe

Approche Multi-sondes avec deux axes, LSST (SN,Lensing) & DESI

- Supernovae / diagramme de Hubble
 - Subaru & ZTF & LSST (N. Regnault et al)
- Lentilles gravitationnelles
 - Mesure du cisaillement (Subaru , LSST) (P. Astier et al)
- Photometrie de Précision (SN Ia & Lensing - LSST)
 - Physique des CCD : effets non linéaires et correction (P. Astier et al)
 - Standard Photométrie : StarDICE (M. Betoule et al)
 - LSST : CBP/Calibration (J. Neveu et al)
- DESI
 - BAO avec les Lyman-alpha (C. Balland et al.)
 - Clustering des galaxies (P. Zarrouk et al.)

Projet scientifique, anticipation (1 / 3)

Oui ! La science avec LSST va démarrer d'ici fin 2025 et c'est notre horizon depuis longtemps .

StarDICE :

- Prise de donnée : près run-2023 (en cours) , full run 2024 .
- Première publication avec les données de 100 nuits de bonne qualité & utilisation dans LEMAITRE (1-2 ans)
- application à LSST + extension de StarDice suivant les résultats

Calibration - CBP :

- Construction d'un CBP portable (financement acquis en 2023 , construction 2023-2024)
- Calibration StarDICE , ZTF (2024-2025)
- Participation à la mise en service du CBP de LSST (depuis 2022)

SNla : Conclusion SNLS, HSC+HST,ZTF . Démarrage de LSST

- SNla , Diagramme de Hubble / programme LEMAITRE : publication SNLS 5 ans , HSC+HST, ZTF résultat majeur , pas de compétiteur avant longtemps .
- Transfert de code/d'expérience vers DESC-LSST , basculement sur LSST-DESC
- Participation à la sonde "SNla-vitesse propre" ?
- Préparation follow-up de SN la LSST (=id spectrale & redshift) : DESI, Tide-4Most: des atouts mais manque de FTE.

Lensing methode / systématiques :

- Continuer l'effort sur le contrôle de forme (effet brighter-fatter, atmosphère , ...) : les systématiques sont la clef du succès de LSST (participation au commissioning et retour vers le code LSST)
- WL publication d'une méthode d'auto calibration du cisaillement. Application sur les données HSC publiques (+ imagerie HST).

Projet scientifique, anticipation (2 / 3)

Groupe DESI

BAO avec les Ly-alpha

- Implication dans la caractérisation et le traitement des effets systématiques (thèse Ting Tang 2020-2023)

Clustering des galaxies

- Implication forte dans les analyses clé pour Y1 (Key Project 5) : contrôle des effets systématiques, contraintes cosmo
- Développement de l'analyse cosmologique pour le Bright Galaxy Survey (thèse Svyatoslav Trusov 2021-2024)
- Développement de méthodes d'analyse au-delà des méthodes standard

DESI-II

- discussion en cours pour contribution technique

Collaboration avec l'IAP

- co-encadrement de la thèse d'Axel Lapel (2021-2024) avec G. Lavaux et K. Benabed
- projets en cours (développement de méthodes d'analyse au-delà des méthodes standard)

DESI x ZTF

- **Combinaison de sondes** : galaxies BGS de DESI avec les SN Ia de ZTF pour tester l'énergie noire et la gravité

Nouvelle thèse (2023-2026) : Mahmoud Osman

DESI x LSST

- **Combinaison de sondes** : galaxy clustering (DESI) avec le lensing (LSST) pour tester l'énergie noire et la gravité

→ sujet de thèse pour 2024 ? PostDoc IN2P3 ? Poste CR ?

Projet scientifique, anticipation (3 / 3)

Projets Techniques

- Après de nombreuses années (depuis 2006 pour LSST , 2015 pour DESI) d'effort à contribuer au hardware de la nouvelle génération de survey (LSST, DESI) , avec le début du survey LSST nous allons clore ce long processus de construction / mise en service .
- Les besoins de support technique sur ces contributions hardwares (LSST, StarDICE, CBP , DESI) ont fortement diminué , mais de part nos engagements vis à vis des projets, nos besoins sont non nul . (commissioning / support)
- DESI , LSST , Euclid sont là !!! mais après ? : Vu la durée de construction de ce type de projet , il faut dès à présent nous préoccuper de la suite ; nous en sommes conscients / ouvrons nos oreilles / yeux. On a des appels du pied (DESI II , ZTF III) mais ce n'est pas une "marche" de la taille de DESI , LSST , Euclid . Au vu des forces du groupe aujourd'hui , se concentrer sur le retour scientifique DESI-LSST est l'objectif 1er .

Points forts:

- Le groupe a une reconnaissance internationale de longue date en cosmologie observationnelle . Il est une référence mondiale sur la sonde SNIa et les efforts actuels (projets LEMAITRE et StarDice) devraient apporter sous peu de nouveaux résultats à la hauteur de son statut.
- Expertise mondialement reconnue en photométrie (CCD, calibration, astrométrie , scene modeling ...)
- Expertise instrumentale en CCD également internationalement reconnue.
- L'intégration à LSST via une contribution unique depuis 2006 à la construction est enviée .
- Le choix en 2015 de diversification des sondes , au-delà des SNIa seules (Lensing , BAO, Galaxy clustering) , reste un choix d'actualité , et le succès de l'activité DESI en est le premier retour scientifique.
- L'équipe est au coeur de LSST et DESI, deux projets énergie noire majeurs de la décade.
- Le groupe est re-devenu très attractif pour les étudiants et arrive à avoir les financements nécessaires : 7 thèses en cours (7 soutenues de 2012-2017 , 6 de 2018-2023)
- ZTF est un succès scientifique , mais aussi humain , de collaboration inter-IN2P3 : l'expertise SNIa à l'IN2P3 en est renforcée pour la participation à LSST.

Points faibles:

L'ensemble de l'activité de recherche est très cohérent mais nous surestimons probablement notre capacité de maintenir tous les fronts actuels en l'état, sans un croissance.

Auto analyse du groupe 2/2

Opportunités:

- Nous continuons à renforcer le travail inter-IN2P3 , depuis 2022 par exemple nous avons mis des efforts pour partager notre expertise sur le plan focal (LAPP, LPSC , LPC) avec succès . Cet effort est à poursuivre afin d'avoir une masse critique pour le travail de commissioning / expertise sur les systématiques.
- L'objectif multi-sonde que l'on a démarré en 2015 , reste un objectif clef de nos futurs succès , et nous essayons de le développer (ex récent : DESI Y1 , thèse en co-tutelle Regnault-Zarrouk , thèse+PDoc lensing), mais beaucoup reste à faire.
- Le paysage en cosmologie observationnelle est aujourd'hui unique : DESI , Euclid, bientôt LSST . Le groupe, de part son investissement dans ces projets (Euclid compris) , y joue / peut y jouer un rôle scientifique fort . Une telle situation ne se reproduira pas de sitôt ! **GO ! GO !**

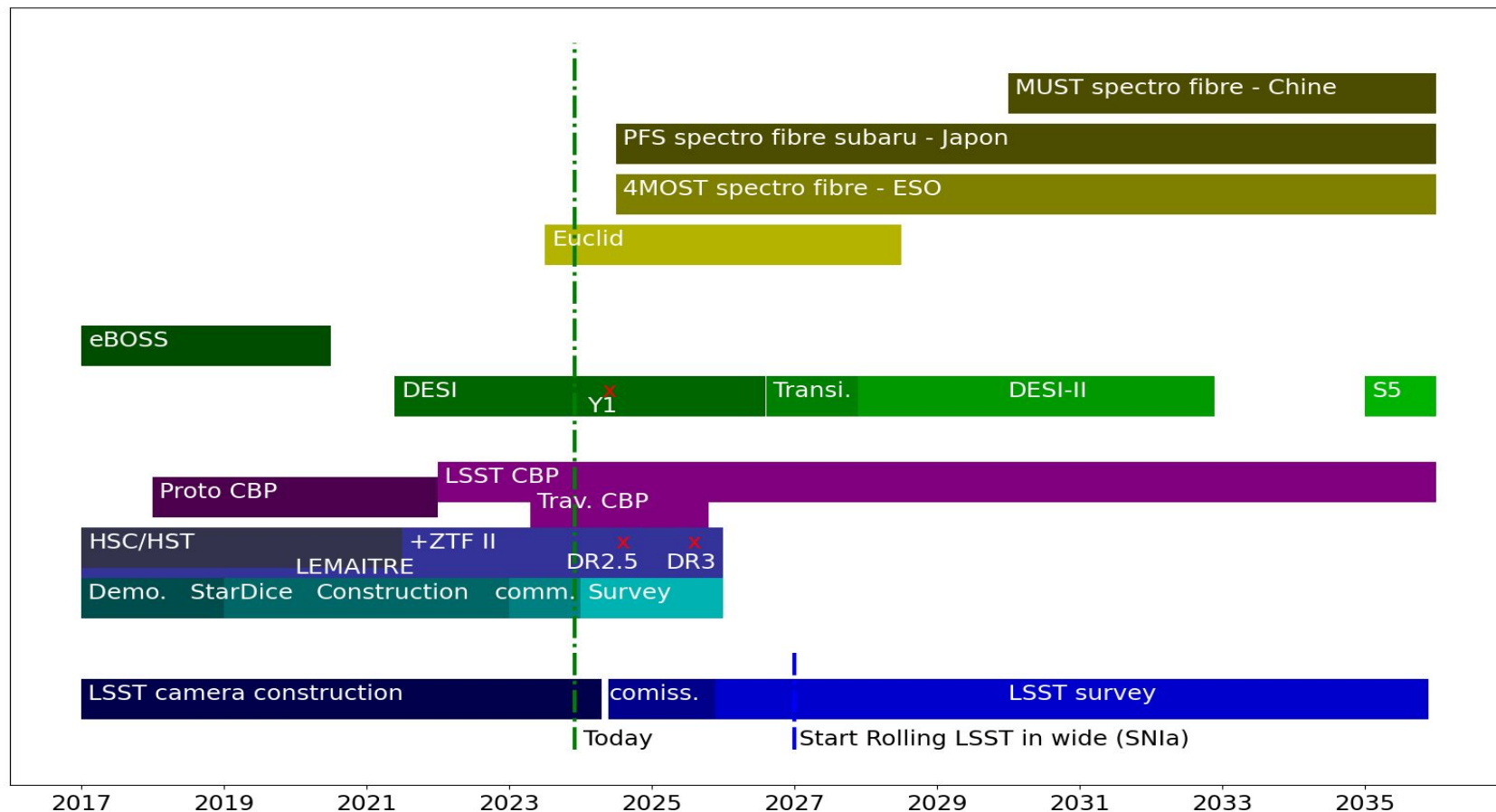
Risques:

En 2015 le groupe fait le pari du futur/de la croissance (multi-sonde : SNIa + lensing & BAO) et a été leader à l'IN2P3 dans les investissements hardwares des projets clefs de cette décennie (LSST, DESI) . Efforts peu récompensés ; ex : si LSST compte plus de 100 chercheurs en France , le groupe est en décroissance.

2015 - 2023 : 14 $\Rightarrow$ 11 permanents; -4 : R.Pain(IN2P3), J.Guy (BNL), E.Barrelet(retraite), K.Shahanameche (maladie)
+1 : P.Zarrouk

- Le soutien/expertise chercheur sur le long terme (10 ans) pour les contributions hardwares du LPNHE à la caméra de LSST ne sont pas garantis (les 2 chercheurs impliqués : P.Astier, P.Antilogus ont + de 60 ans)
 - La viabilité des activités lensing (LSST) et clustering (DESI) est fragile, l'activité SN est en surchauffe.
- Le risque n'est pas que pour le groupe du LPNHE , mais aussi pour l'IN2P3 de perdre en force motrice / en visibilité.

Timeline 2017-2036



Annexes

Visibilité et rayonnement

LSST et al. présentations à des conférences et séminaires (membres et doctorants):

- **2022:** P.Antilogus "LSST" Action Dark Energie, Marseille; Rencontres de Moriond, La Thuile, Italie (posters): T.Souverin "Measurement of telescope transmission using a CBP"; J.Nevu "How measuring in situ atmospheric transmission improves cosmological constraints"
- **2021:** C.Juramy: « Tearing and Mitigation in the LSST Focal Plane », Detector Modelling workshop cyberspace; « Retour d'expérience sur la construction de la caméra CCD de LSST », Réseau des électroniciens d'Ile-de-France, P.Antilogus "LSST transients" Collège de France
- **2020:** P.Astier (« LSST », cyberspace)
- **2019:** P.Astier « LSST VLT in the 2030 », Garching, Allemagne, P-F Léget: « Cosmic shear with LSST: Challenges of shear measurement », Rencontres du Vietnam; "Improved description of Type Ia Supernovae variability for a better understanding of dark energy properties", CPPM, Marseille; « Improved description of Type Ia Supernovae variability for a better understanding of dark energy properties », IPNL, Lyon & LPNHE, Paris & University of Rochester USA « Modeling atmospheric turbulence for optical wide field surveys in astronomy », SLAC, Menlo Park, États-Unis, « Challenges for constraining dark energy properties using LSST: reducing instrumental and astrophysical systematic effects », Duke University, USA; « Cosmic shear with the Vera Rubin Observatory (LSST): Challenges of shear measurement », LPC, Clermont-Ferrand. Clare Saunders: « Improving Type Ia Supernovae as Cosmological Indicators », ICG, Portsmouth, Royaume Uni; « New Models for Type Ia Supernovae with Spectrophotometric Data from the Nearby Supernova Factory », EWASS 2018, Liverpool, Royaume Uni
- **2018:** ISPA Pasadena, États-Unis: P.Antilogus « Introduction for Image Sensors for Precision Astronomy »; P.Astier « Shape of the Photon transfer curve of CCD sensors » C.Juramy « Tearing and related field distortions in deep-depletion CCDs »; Marc Betoule « StarDICE: preliminary results from the proof of concept », IAU, Vienne, août 2018; Clare Saunders: « Improving the Standardization of Type Ia Supernovae », Rencontres de Moriond, La Thuile, Italie; « New Models for Type Ia Supernovae with Spectrophotometric Data from the Nearby Supernova Factory », EWASS 2018, Liverpool, Royaume Uni; « SNEMO: Type Ia Supernova Modeling with Spectrophotometric Data from the Nearby Supernova Factory », AAS Meeting #231, Washington, États-Unis; P.Antilogus: « La R&D pour les CCD dédiée à l'astronomie », Journée semi-conducteur IN2P3&IRFU, Grenoble, France; « LSST », SF2A, Bordeaux, France, juillet 2018

Visibilité et rayonnement

- **DESI&eBOSS présentations à des conférences et séminaires**
 - **2023:** S. Trusov "BGS GLAM mocks" & "2-point statistics with fewer mocks" DESI collaboration meetings, S. Trusov "BGS GLAM mocks pipeline" DESI Granada workshop, T. Tan "" Shanghai Astronomical Observatory, National Astronomical Observatories of Chinese Academy of Sciences (NAOC), Tsinghua University
 - **2022:** P. Zarrouk "Galaxy clustering with DESI" Euclid France Theory and Likelihood Workshop, P. Zarrouk "Precision cosmology at all scales with the DESI BGS" Berkeley AstroSeminar; P. Zarrouk "Cosmological spectroscopic surveys: past (SDSS) and current/future (DESI)" European Astronomical society; P. Zarrouk "KP5 updates" DESI France meeting; P. Zarrouk "Updates from DESI: Towards Y1 analyses" Colloque Action Dark Energy; S. Trusov "Cosmological analysis with the DESI BGS" European Astronomical society; S. Trusov "Multi-tracer analysis with the DESI BGS" & "KP5 theoretical systematics for BGS" DESI collaboration meetings; S. Trusov "Cosmological analysis with the DESI BGS" DESI France meeting; T. Tan DESI France meeting, T. Tan Moriond meeting (poster)
 - **2021:** P. Zarrouk "The DESI BGS: from target selection to scientific analyses" Waterloo AstroSeminar & American Astronomical Society, P. Zarrouk "Full-shape cosmology with DESI galaxies" Colloque action Dark Energy, T. Tan "" ML-IAP, talk & poster
 - **2018 :** H. Gil-Marin "eBOSS quasar sample: growth rate measurement in Fourier space", Mainz, Allemagne & Oxford, Royaume Uni & Rencontres de Moriond

Visibilité et rayonnement

Théorie : présentations à des conférences et séminaires (membres et doctorants):

Michael Joyce :

- « Dark matter clustering in the dissipationless limit », at Center for Astrophysics, Harvard University, Cambridge, février 2018; University of Pennsylvania, mars 2018; Department of Physics, New York University, mai 2018
- «Towards high precision predictions for non-linear clustering of dark matter » LUPM , Montpellier, France, octobre 2019
- « Structure formation and scale-free models», at the workshop «A journey through the theoretical universe», Univ. P. Sabatier, Toulouse, juin 2023

Visibilité et rayonnement

- *Highlights récents:*
 - voir les highlights dans le coeur du document
- **Accueil de la réunion annuelle de la Collaboration**
 - au LPNHE, Réunion LSST-France , 3 jours à l'automne (2021 & 2022)
 - au LPNHE, Réunion de collaboration ZTF-II , 1 semaine en Juillet 2022
 - à l'APC avec un support de l'équipe du LPNHE , DESC-LSST , 1 semaine , Juillet 2019
 - au LPNHE, Réunion de collaboration eBOSS, 1 semaine en décembre 2018
 - au LPNHE, Réunion DESI France, 1 journée en 2019

Evolution du groupe à venir

(FTE estimés)

Des renforts avec le démarrage de LSST + contribution au multi-sonde
indispensable mais ...: voir SWOT

Production scientifique

- Bilan des Publications 2018-2023 du groupe COEN

SNFactory ====

L. Aldoroty et al. . Bump Morphology of the CMAGIC Diagram. *Astrophys.J.*, 948(1):10, 2023. doi: 10.3847/1538-4357/acad78. URL <https://hal.science/hal-03833572>.

George Stein et al. A Probabilistic Autoencoder for Type Ia Supernova Spectral Time Series. *Astrophys.J.*, 935 (1):5, 2022. doi: 10.3847/1538-4357/ac7c08. URL <https://hal.science/hal-03759664>.

David Rubin et al. Uniform Recalibration of Common Spectrophotometry Standard Stars onto the CALSPEC System using the SuperNova Integral Field Spectrograph. *Astrophys.J.Supp.*, 263(1):1, 2022. doi: 10.3847/1538-4365/ac7b7f. URL <https://hal.science/hal-03672348>.

K. Boone et al. . The Twins Embedding of Type Ia Supernovae II: Improving Cosmological Distance Estimates. *Astrophys.J.*, 912(1):71, 2021a. doi: 10.3847/1538-4357/abec3b. URL <https://hal.science/hal-03229362>.

K. Boone et al. . The Twins Embedding of Type Ia Supernovae I: The Diversity of Spectra at Maximum Light. *Astrophys.J.*, 912(1):70, 2021b. doi: 10.3847/1538-4357/abec3c. URL <https://hal.science/hal-03235654>.

M. Rigault et al. . Strong dependence of Type Ia supernova standardization on the local specific star formation rate. *Astronomy and Astrophysics - A&A*, 644:A176, December 2020. doi:10.1051/0004-6361/201730404. URL <https://hal.science/hal-03080850>.

P.F. Léget et al. . SUGAR: An improved empirical model of Type Ia Supernovae based on spectral features. *Astronomy and Astrophysics - A&A*, 636:A46, 2020. doi: 10.1051/0004-6361/201834954. URL <https://hal.science/hal-02371622>.

G. Aldering et al. . The SNEMO and SUGAR Companion Data Sets. *Res.Notes AAS*, 4(5):63, 2020. doi: 10.3847/2515-5172/ab8fa5. URL <https://hal.science/hal-02628059>.

S. Taubenberger, et al.. SN 2012dn from early to late times: 09dc-like supernovae reassessed. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 488(4):5473–5488, 2019. doi:10.1093/mnras/stz1977. URL <https://hal.science/hal-02279097>.

Production scientifique

- Bilan des Publications 2018-2023 du groupe COEN

SSNLS-HSC-ZTF ==

P.-F. Léget, et al. . Improving the astrometric solution of the Hyper Suprime-Cam with anisotropic Gaussian processes.

Astronomy and Astrophysics - A&A, 650:A81, 2021. doi: 10.1051/0004-6361/202140463. URL <https://hal.science/hal-03191143>.

R. Graziani et al. Peculiar velocity cosmology with type Ia supernovae. White paper CNRS/IN2P3 Prospectives 2020, December 2020. URL <https://cnrs.hal.science/hal-03045617>.

Naoki Yasuda et al. . The Hyper Suprime-Cam SSP Transient Survey in COSMOS: Overview. Publ.Astron.Soc.Jap., 71(4):74, 2019. doi: 10.1093/pasj/psz050. URL <https://hal.science/hal-02193923>.

C. Balland et al. . The ESO's VLT type Ia supernova spectral set of the final two years of SNLS. Astronomy and Astrophysics - A&A, 614:A134, 2018. doi: 10.1051/0004-6361/201731924. URL <https://hal.science/hal-01833671>

M. Roman, et al. Dependence of Type Ia supernova luminosities on their local environment. Astronomy and Astrophysics - A&A, 615:A68, 2018. doi: 10.1051/0004-6361/201731425. URL <https://hal.science/hal-01953094>.

Benoît Sassolas et al. . High precision metrology for large bandpass filters. In SPIE Astronomical Telescopes + Instrumentation 2018, volume 10706, page 107064E, Austin, United States, June 2018. doi: 10.1117/12.2312003. URL <https://hal.science/hal-01945492>.

P.Astier et al. . Correction of the brighter-fatter effect on the CCDs of Hyper Suprime-Cam , A&A 670, A118 (2023) <https://arxiv.org/abs/2301.03274>

Production scientifique

- Bilan des Publications 2018-2023 du groupe COEN

LSST ==

Pierre Antilogus. Image sensors for precision astronomy: an introduction. Journal of Astronomical Telescopes Instruments and Systems, 5(04):041506, October 2019. doi: 10.1117/1.JATIS.5.4.041506. URL <https://hal.science/hal-02391136>.

Pierre Astier et al. . The shape of the photon transfer curve of CCD sensors. Astronomy and Astrophysics - A&A, 629:A36, 2019. doi: 10.1051/0004-6361/201935508. URL <https://hal.sorbonne-universite.fr/hal-02286976>.

Željko Ivezić et al. LSST: from Science Drivers to Reference Design and Anticipated Data Products. The Astrophysical Journal, 873(2):111, 2019. doi: 10.3847/1538-4357/ab042c. URL <https://hal.science/hal-02080729>.

A.G. Kim et al. . Testing Gravity Using Type Ia Supernovae Discovered by Next-Generation Wide-Field Imaging Surveys. Bulletin of the American Astronomical Society, 51(3):140, 2019. URL <https://hal.science/hal-02097237>.

Claire Juramy, et al. . Tearing and related field distortions in deep-depletion charge-coupled devices. Journal of Astronomical Telescopes Instruments and Systems, 5(04):041505, 2019. doi: 10.1117/1.JATIS.5.4.041505. URL <https://hal.science/hal-02391126>.

Pierre Antilogus et al. . Design, assembly and validation of the Filter Exchange System of LSSTCam. In SPIE Astronomical Telescopes + Instrumentation 2022, volume 12182, page 121823A, Montréal, Canada, July 2022. doi: 10.1117/12.2629336. URL <https://hal.science/hal-03838583>.

J Neveu et al. . Slitless spectrophotometry with forward modelling: principles and application to atmospheric transmission measurement. working paper or preprint, July 2023. URL <https://hal.science/hal-04160406>.

Phil Marshall et al. . Science-Driven Optimization of the LSST Observing Strategy. working paper or preprint, September 2019. URL <https://hal.science/hal-02277846>.

Michelle Lochner et al. . The Impact of Observing Strategy on Cosmological Constraints with LSST. Astrophys.J.Supp., 259(2):58, 2022. doi: 10.3847/1538-4365/ac5033. URL <https://hal.science/hal-03210342>.

Thierry Souverin et al. . Measurement of telescope transmission using a Collimated Beam Projector. In 56th Rencontres de Moriond on Cosmology, La Thuile, Italy, January 2022. URL <https://hal.science/hal-03710326>.

A. Amon, et al. . Recommended Target Fields for Commissioning the Vera C. Rubin Observatory. working paper or preprint, November 2020. URL <https://hal.science/hal-03010974>.

Michelle Lochner et al. . Optimizing the LSST Observing Strategy for Dark Energy Science: DESC Recommendations for the Wide-Fast-Deep Survey. working paper or preprint, December 2018. URL <https://hal.science/hal-01965376>.

Daniel M. Scolnic et al. . Optimizing the LSST Observing Strategy for Dark Energy Science: DESC Recommendations for the Deep Drilling Fields and other Special Programs. working paper or preprint, December 2018. URL <https://hal.science/hal-01959956>.

Mondrik et al. « Measurement of telescope transmission using a Collimated Beam Projector » 2023 PASP 135 035001 <https://arxiv.org/abs/2302.11397> (voir aussi T.Souverin et al <https://arxiv.org/abs/2206.07530>)

M.Betoule et al. « StarDICE I: sensor calibration bench and absolute photometric calibration of a Sony IMX411 sensor » A&A 670, A119 (2023) <https://arxiv.org/abs/2211.04913>

M. Moniez et al.. « A transmission hologram for slitless spectrophotometry on a convergent telescope beam. 1. Focus and resolution ». MNRAS 506.4 (oct. 2021), p. 5589-5605. doi : 10.1093/mnras/stab2109. arXiv : 2106.08802 [astro-ph.IM]

Production scientifique

- Bilan des Publications 2018-2023 du groupe COEN

=eBOSS

Hélien du Mas des Bourboux, et al. « The Completed SDSS-IV Extended Baryon Oscillation Spectroscopic Survey : Baryon Acoustic Oscillations with Ly α Forests ». *ApJ* 901.2, 153 (oct. 2020), p. 153. doi : 10.3847/1538-4357/abb085. arXiv :2007.08995 [astro-ph.CO]

Romina Ahumada et al. . « The 16th Data Release of the Sloan Digital Sky Surveys : First Release from the APOGEE-2 Southern Survey and Full Release of eBOSS Spectra ». *ApJS* 249.1, 3 (juil. 2020), p. 3. doi : 10.3847/1538-4365/ab929e. arXiv : 1912.02905 [astro-ph.GA]

Brad W. Lyke et al. « The Sloan Digital Sky Survey Quasar Catalog : Sixteenth Data Release ». *ApJS* 250.1, 8 (sept. 2020), p. 8. doi : 10.3847/1538-4365/aba623. arXiv : 2007.09001 [astro-ph.GA]

James Farr, et al. « Ly α CoRe : synthetic datasets for current and future Lyman- α forest BAO surveys ». *J. Cosmology Astropart. Phys.* 2020.3, 068 (mar. 2020), p. 068. doi : 10.1088/1475-7516/2020/03/068. arXiv : 1912.02763 [astro-ph.CO]

Ignasi Pérez-Ràfols et al. « Spectroscopic QUasar Extractor and redshift (z) Estimator SQUEZE - I. Methodology ». *MNRAS* 496.4 (août 2020), p. 4931-4940. doi : 10.1093/mnras/stz3467. arXiv : 1903.00023 [astro-ph.GA]

Ignasi Pérez-Ràfols et al. . « Spectroscopic QUasar extractor and redshift (z) estimator SQUEZE - II. Universality of the results ». *MNRAS* 496.4 (août 2020), p. 4941-4950. doi : 10.1093/mnras/staa1786. arXiv : 1911.04891 [astro-ph.GA]

Jiamin Hou et al. « The completed SDSS-IV extended Baryon Oscillation Spectroscopic Survey : BAO and RSD measurements from anisotropic clustering analysis of the quasar sample in configuration space between redshift 0.8 and 2.2 ». *MNRAS* 500.1 (jan. 2021), p. 1201-1221. doi : 10.1093/mnras/staa3234. arXiv :2007.08998 [astro-ph.CO]

Pauline Zarrouk et al. « Baryon acoustic oscillations in the projected cross-correlation function between the eBOSS DR16 quasars and photometric galaxies from the DESI Legacy Imaging Surveys ». *MNRAS* 503.2 (mai 2021), p. 2562-2582. doi : 10.1093/mnras/stab298. arXiv : 2009.02308 [astro-ph.CO]

Mehdi Rezaie et al. « Primordial non-Gaussianity from the completed SDSS-IV extended Baryon Oscillation Spectroscopic Survey - I : Catalogue preparation and systematic mitigation ». *MNRAS* 506.3 (sept. 2021), p. 3439-3454. doi : 10.1093/mnras/stab1730. arXiv : 2106.13724 [astro-ph.CO]

Sean Morrison, et al. « Probing large-scale UV background inhomogeneity associated with quasars using metal absorption ». *MNRAS* 506.4 (oct. 2021), p. 5750-5763. doi : 10.1093/mnras/stab2091. arXiv : 2012.00772 [astro-ph.CO]

Shadab Alam, et al. « Completed SDSS-IV extended Baryon Oscillation Spectroscopic Survey : Cosmological implications from two decades of spectroscopic surveys at the Apache Point Observatory ». *Phys. Rev. D* 103.8, 083533 (avr. 2021), p. 083533. doi : 10.1103/PhysRevD.103.083533. arXiv : 2007.08991 [astro-ph.CO]

Solène Chabanier et al. « The Completed SDSS-IV extended Baryon Oscillation Spectroscopic Survey : The Damped Lyman- α systems Catalog ». arXiv e-prints, arXiv :2107.09612 (juil. 2021), arXiv :2107.09612. arXiv : 2107.09612 [astro-ph.CO]

Lauren Ennesser et al. « The impact and mitigation of broad absorption line quasars in Lyman- α forest correlations ». arXiv e-prints, arXiv :2111.09439 (nov. 2021), arXiv :2111.09439. arXiv : 2111.09439 [astro-ph.CO]

V. de Sainte Agathe, et al., “Baryon acoustic oscillations at $z = 2.34$ from the correlations of Ly α absorption in eBOSS DR14”, *Astron. Astrophys.* 629 (Sep, 2019) A85, arXiv:1904.03400. doi:10.1051/0004-6361/201935638

H. du Mas des Bourboux et al., “The Extended Baryon Oscillation Spectroscopic Survey: Measuring the Cross-correlation between the Mg II Flux Transmission Field and Quasars and Galaxies at $z = 0.59$ ”, *Astrophys. J.* 878 (Jun, 2019) 47, arXiv:1901.01950. doi:10.3847/1538-4357/ab1d49.

D. S. Aguado et al., “The Fifteenth Data Release of the Sloan Digital Sky Surveys: First Release of MaNGA-derived Quantities, Data Visualization Tools, and Stellar Library”, *Astrophys. J. Suppl.* 240 (February, 2019) 23, arXiv:1812.02759. doi:10.3847/1538-4365/aaf651.

M. Blomqvist, et al., “The triply-ionized carbon forest from eBOSS: cosmological correlations with quasars in SDSS-IV DR14”, *JCAP* 2018 (May, 2018) 029, arXiv:1801.01852. doi:10.1088/1475-7516/2018/05/029

B. Abolfathi et al., “The Fourteenth Data Release of the Sloan Digital Sky Survey: First Spectroscopic Data from the Extended Baryon Oscillation Spectroscopic Survey and from the Second Phase of the Apache Point Observatory Galactic Evolution Experiment”, *Astrophys. J. Suppl.* 235 (Apr, 2018) 42, arXiv:1707.09322. doi:10.3847/1538-4365/aa9e8a.

Production scientifique

- Bilan des Publications 2018-2023 du groupe COEN

== DESI

Svyatoslav Trusov et al. "2-point statistics covariance with fewer mocks" (2023), MNRAS arXiv:2306.16332

Moon et al. "First detection of the BAO signal from DESI Early Data" (2023) arXiv:2304.08427

Cheng-Zong Ruan et al. "An emulator-based halo model in modified gravity -- I. The halo concentration-mass relation and density profile" (2023) MNRAS arXiv:2301.02970

Enrique Paillas et al. "Constraining Λ CDM with density-split clustering" (2023) MNRAS arXiv:2209.04310

Chi-An Dong-Paez et al. "The Uchuu-SDSS galaxy lightcones: a clustering, RSD and BAO study (2023) MNRAS arXiv:2208.00540

Ting-Wen Lan et al. "The DESI Survey Validation: Results from Visual Inspection of Bright Galaxies, Luminous Red Galaxies, and Emission Line Galaxies" (2023) ApJ arXiv:2208.08516

ChangHoon Hahn et al. DESI Bright Galaxy Survey: Final Target Selection, Design, and Validation (2022) MNRAS arXiv:2208.08512

Cuesta-Lazaro et al. "Galaxy clustering from the bottom up: A Streaming Model emulator I" (2022) MNRAS arXiv:2208.05218

Alexander Smith et al. "A lightcone catalogue from the Millennium-XXL simulation: improved spatial interpolation and colour distributions for the DESI BGS" (2022) MNRAS arXiv:2207.04902

Alexander Smith et al. "Solving small-scale clustering problems in approximate lightcone mocks" (2022) MNRAS arXiv:2206.08763

Pauline Zarrouk et al. "Preliminary clustering properties of the DESI BGS bright targets using DR9 Legacy Imaging Surveys" (2021) arXiv:2106.13120

Shadab Alam et al. « Testing the theory of gravity with DESI : estimators, predictions and simulation requirements ». arXiv e-prints, arXiv :2011.05771

(nov. 2020), arXiv :2011.05771. arXiv : 2011.05771 [astro-ph.CO]

Omar Ruiz-Macias et al. « Preliminary Target Selection for the DESI Bright Galaxy Survey (BGS) ». Research Notes of the American Astronomical Society 4.10, 187 (oct. 2020), p. 187. doi : 10.3847/2515- 5172/abc25a. arXiv : 2010.11283[astro-ph.GA]

Carolina Cuesta-Lazaro et al. « Towards a non-Gaussian model of redshift space distortions ». MNRAS 498.1 (oct. 2020), p. 1175-1193. doi : 10.1093/mnras/staa2249. arXiv : 2002.02683 [astro-ph.CO]

Omar Ruiz-Macias et al. « Characterizing the target selection pipeline for the Dark Energy Spectroscopic Instrument Bright Galaxy Survey ». MNRAS 502.3 (avr. 2021), p. 4328-4349. doi : 10.1093/mnras/stab292. arXiv : 2007.14950 [astro-ph.GA]

A. Dey, et al., "Overview of the DESI Legacy Imaging Surveys", Astron. J. 157 (May, 2019) 168, arXiv:1804.08657. doi:10.3847/1538-3881/ab089d.

S. Perruchot et al., "Integration and testing of the DESI multi-object spectrograph: performance tests and results for the first unit out of ten", in Proceedings, SPIE Astronomical Telescopes + Instrumentation 2018:

Modeling, Systems Engineering, and Project Management for Astronomy VIII: Austin, USA, June 10-15, 2018, volume 10702 of Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE) Conference Series, p. 107027K. July, 2018.

Production scientifique

- Bilan des Publications 2018-2023 du groupe COEN

Theory ==

F. Sylos Labini et M. Joyce. « Gravitational collapse from cold uniform asymmetric initial conditions ». A&A 652, A8 (août 2021), A8. doi : 10 . 1051 / 0004 - 6361 / 202141040. arXiv : 2106.02388 [astro-ph.CO]\

Michael Joyce et al. . « Quantifying resolution in cosmological N-body simulations using self-similarity ». MNRAS 501.4 (mar. 2021), p. 5051-5063. doi : 10.1093/mnras/staa3434. arXiv : 2004.07256 [astro-ph.CO]

M. Leroy, et al. « Testing dark matter halo properties using self- similarity ». MNRAS 501.4 (mar. 2021), p. 5064-5072. doi : 10.1093/mnras/staa3435. arXiv : 2004.08406 [astro-ph.CO]

Lehman H. Garrison et al.. « Good and proper : self-similarity of N-body simulations with proper force softening ». MNRAS 504.3 (juil. 2021), p. 3550-3560. doi : 10.1093/mnras/stab1096. arXiv : 2102.08972 [astro-ph.CO]

M. Joyce, J. Morand, and P. Viot, “Synchronized states of one dimensional long-range systems induced by inelastic collisions”, Journal of Physics A Mathematical General 52 (Dec, 2019) 494001. doi:10.1088/1751-8121/ab5032.

B. Diemer and M. Joyce, “An Accurate Physical Model for Halo Concentrations”, Astrophys. J. 871 (Feb, 2019) 168. doi:10.3847/1538-4357/aafad6.

D. Benhaïem, F. Sylos Labini, and M. Joyce, “Long-lived transient structure in collisionless self-gravitating systems”, Phys. Rev. E 99 (Feb, 2019) 022125, arXiv:1901.04456. doi:10.1103/PhysRevE.99.022125.

D. Benhaïem, M. Joyce, F. Sylos Labini et al., “Particle number dependence in the non-linear evolution of N-body self-gravitating systems”, Mon. Not. Roy. Astron. Soc. 473 (Jan, 2018) 2348–2354, arXiv:1709.06657. doi:10.1093/mnras/stx2444.

D. Benhaïem, M. Joyce, and F. Sylos Labini, “Transient Spiral Arms from Far Out-of-equilibrium Gravitational Evolution”, Astrophys. J. 851 (Dec, 2017) 19, arXiv:1711.01913. doi:10.3847/1538-4357/aa96a7.

B. Marcos, A. Gabrielli, and M. Joyce, “Formation and relaxation of quasistationary states in particle systems with power-law interactions”, Phys. Rev. E 96 (Sep, 2017) 032102, arXiv:1701.01865. doi:10.1103/PhysRevE.96.03210

Chercheurs, qui Fait quoi en "imagerie" :

Les chercheurs sur un fond grisé ont une majorité de leurs activité dans StarDice/LSSTCalib ou SNIa ZTF-HSC , qui vous seront présentés ultérieurement

Qui	Status	Quoi			
		StarDice	SNIa ZTF-HSC	Lensing	LSST
P.Antilogus	DR		👍	👍	👍
P.Astier	DR			👍	👍
S.Baumont	MCF		👍		👍
M.Betoule	CR	👍	👍		👍
S.Bongard	CR	👍	👍		👍
D.Hardin	PR	👍	👍		👍
L.LeGuillou	MCF	👍			👍
J.Neveu	MCF	👍			👍
N.Regnault	DR		👍		👍

Groupe COEN

Qui	Status	Quoi			
		StarDice	SNIa ZTF-HSC	Lensing	LSST
T.DeJaeger	PDoc		👍		👍
A.Niemiec	PDoc			👍	👍
Y.Faris	Doc		👍	👍	👍
D.Kuhn	Doc		👍		👍
L.Lacroix	Doc		👍		👍
M.Osman	Doc		👍		👍
T.Souverin	Doc		👍		👍
E.Van Den Abbele	Doc			👍	👍

Diagramme de Hubble : HSC - ZTF

- **Diagramme de Hubble SNela pre-LSST**

- bras de levier en redshift étendu
 - grace à deux jeux de données clef:
 - ZTF-I + ZTF-II : $z < 0.1$
 - Subaru/HSC : $z > 0.8$
- chaine de metrologie des flux (critique pour la mesure plus simple et plus robuste)
- renouvellement chaine d'analyse cosmologique
 - modelisation empirique des SNe (NaCl)
 - estimation des distances standardisées immune aux biais de sélection (EDRISS)

- **Contributions de l'équipe**

- initiation & design projet
- analyse des pixels ZTF (caractérisation senseurs et caméra, calibration photometrique, courbes de lumiere scene modeling)
- analyse des pixels Subaru/HSC (idem)
- développement de NaCl et EDRISS
- caracterisation filtres ZTF (CBP)
- coordination analyse et inférence cosmologique

