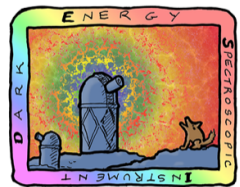


Information sur DESI

Christophe Balland
LPNHE & Sorbonne Université

Conseil Scientifique in2p3
27 Octobre 2020



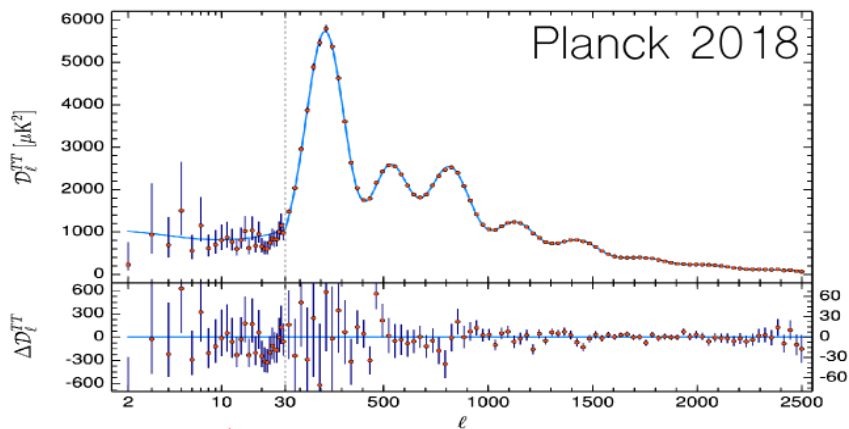


**DARK ENERGY
SPECTROSCOPIC
INSTRUMENT**

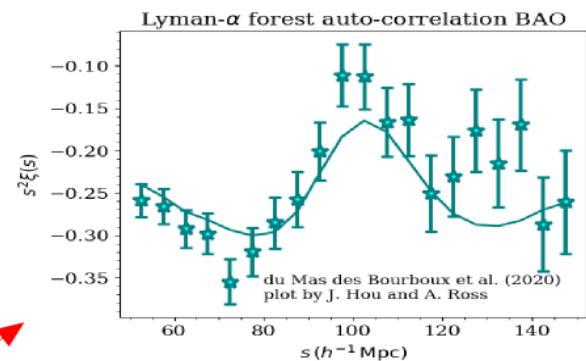
BAO: Oscillations Acoustiques de Baryons

U.S. Department of Energy Office of Science

dans le CMB à $z \sim 1000$

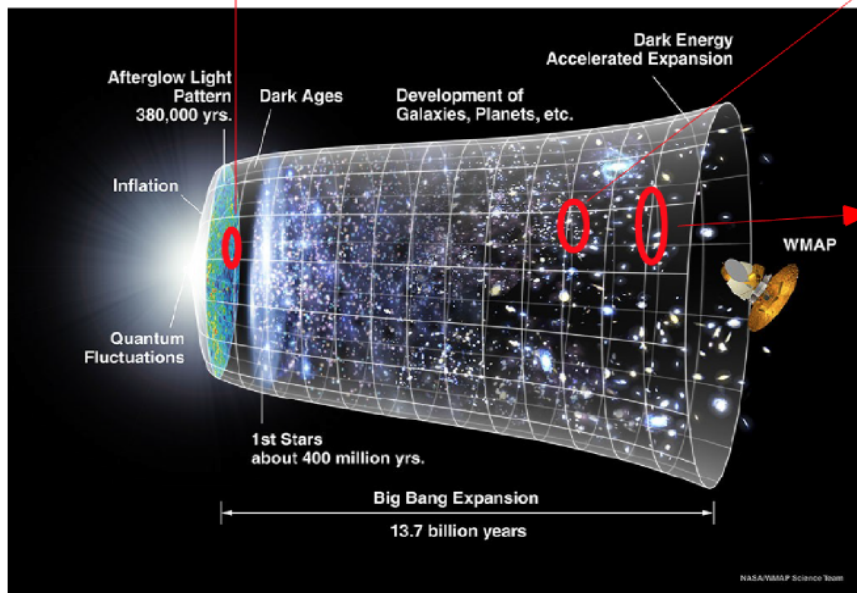
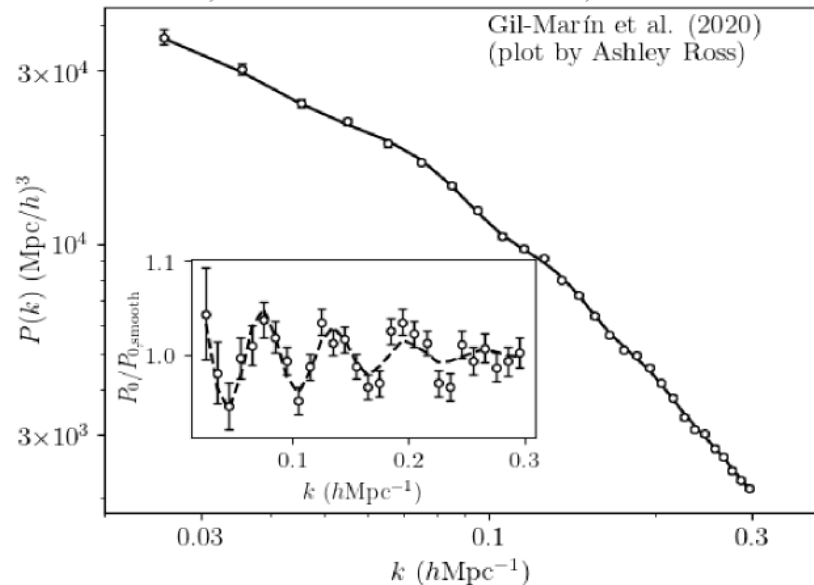


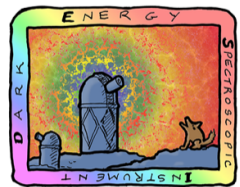
dans la forêt Lyman-alpha à $z \sim 2.3$



dans le champ de densité des galaxies

377,458 eBOSS+BOSS LRGs, $0.6 < z < 1$



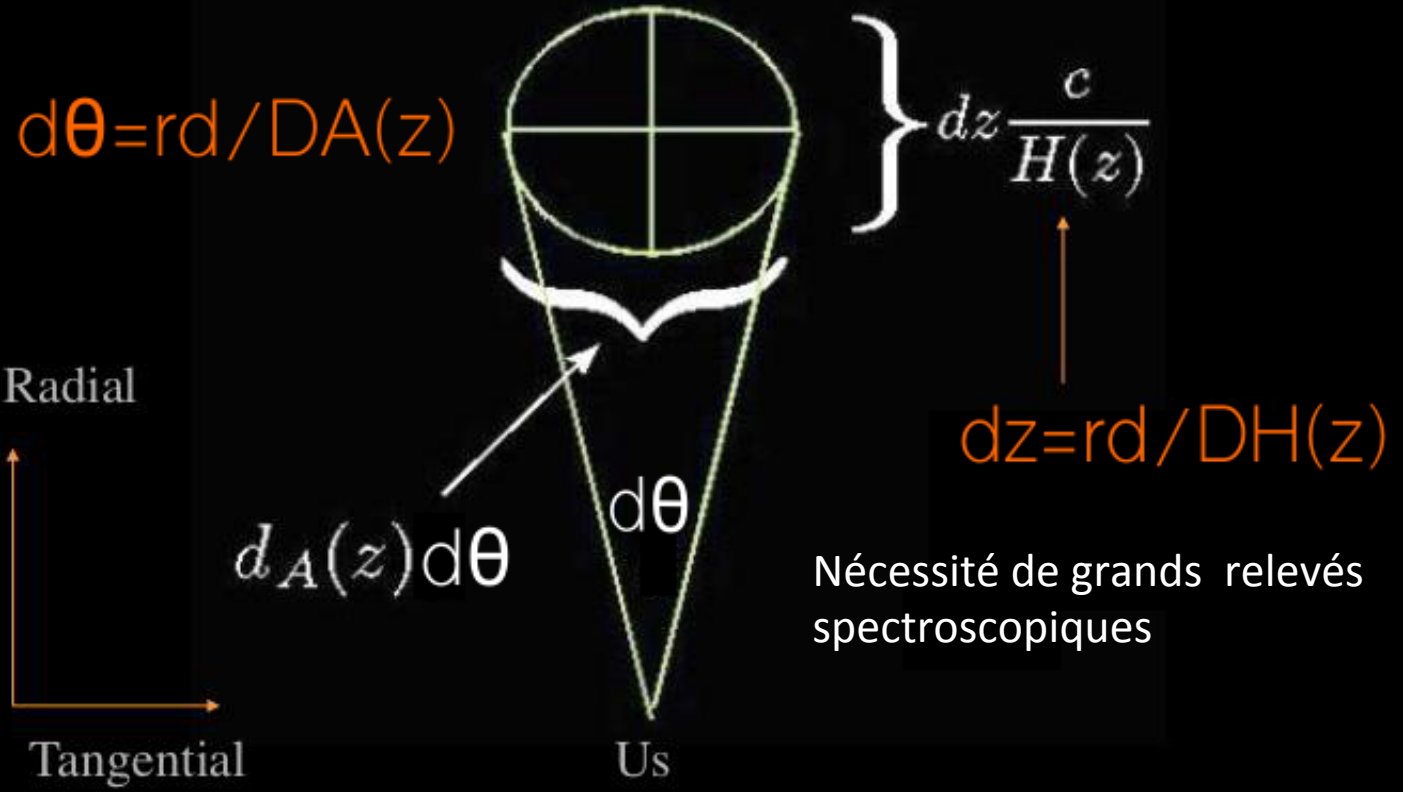


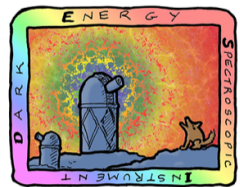
DARK ENERGY
SPECTROSCOPIC
INSTRUMENT

BAO: Oscillations Acoustiques de Baryons

U.S. Department of Energy Office of Science

rd: horizon du son au découplage

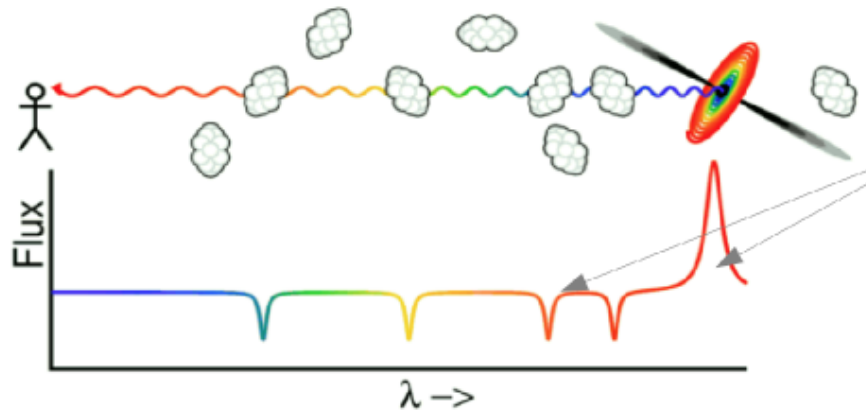




**DARK ENERGY
SPECTROSCOPIC
INSTRUMENT**

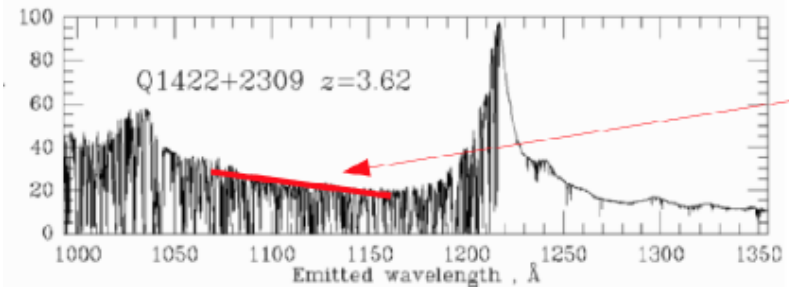
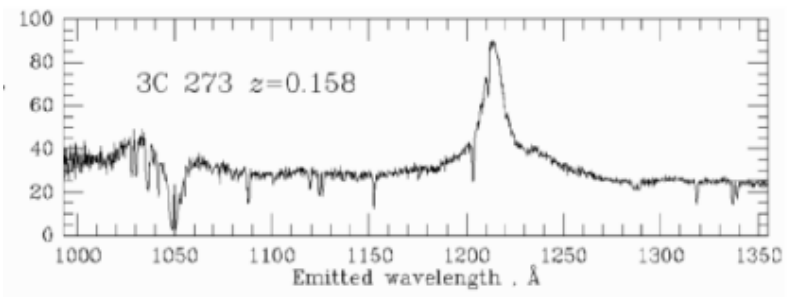
Traceur Lyman-alpha

U.S. Department of Energy Office of Science



$$\lambda_{Ly\alpha} = 121 \text{ nm}$$

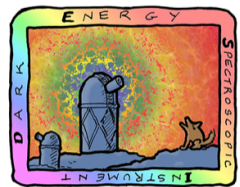
$$\lambda_{obs} = (1 + z)\lambda_{Ly\alpha}$$



Décrément de flux :

$$F(\lambda) \equiv \frac{f(\lambda)}{Continuum(\lambda)} = e^{-\tau(n_{HI})}$$

$$\delta_F(\lambda) = \frac{F(\lambda)}{\bar{F}(\lambda)} - 1$$

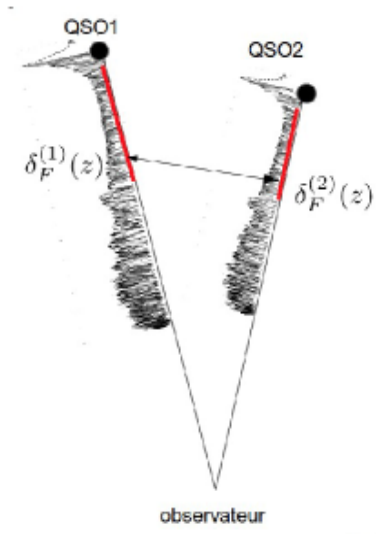
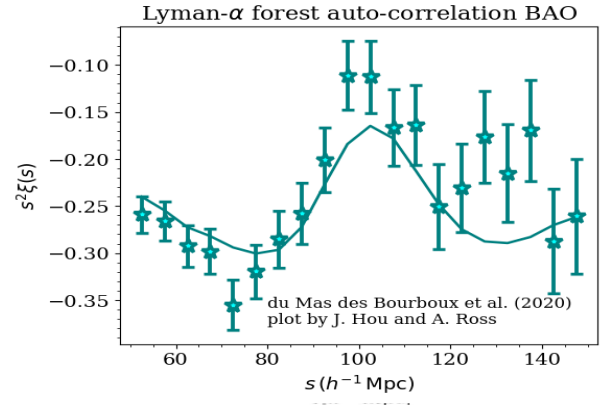


DARK ENERGY SPECTROSCOPIC INSTRUMENT

Traceur Lyman-alpha

U.S. Department of Energy Office of Science

Fonction d'auto-corrélation Lyman-alpha



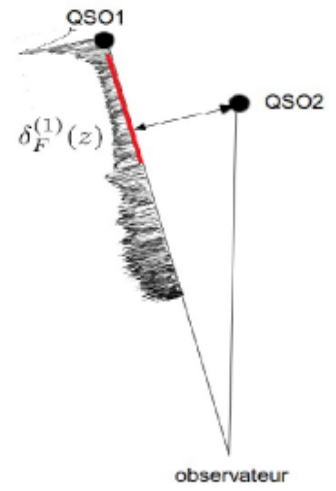
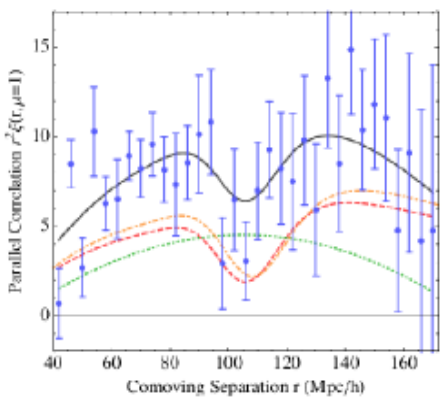
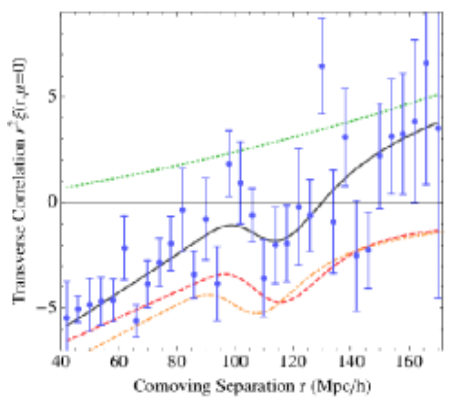
eBOSS collaboration (2020)

$$\xi(r_{\parallel}, r_{\perp}) = \langle \delta_1 \delta_2 \rangle (\Delta r_{1,2} \in r \text{ bin})$$

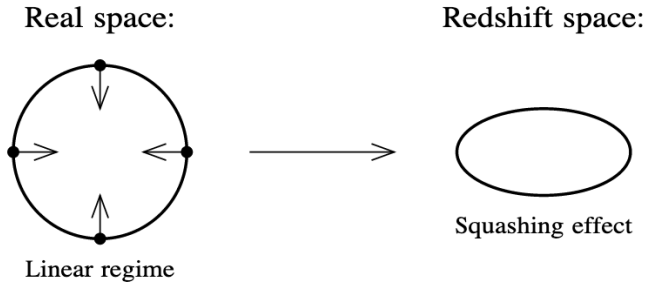
$$(\theta_{12}, z_1, z_2) \rightarrow (r_{\perp}, r_{\parallel})$$

Cross-corrélation QSO Lyman-alpha

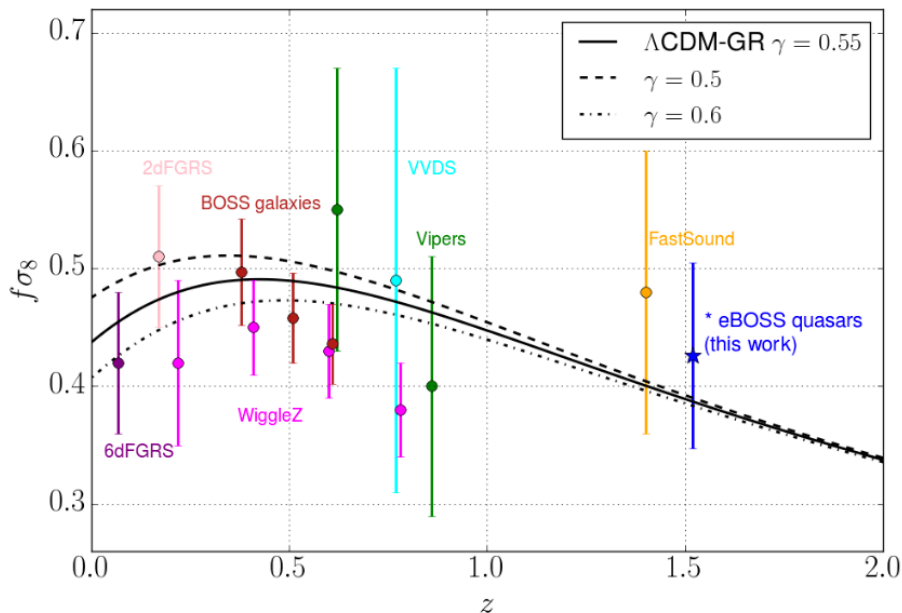
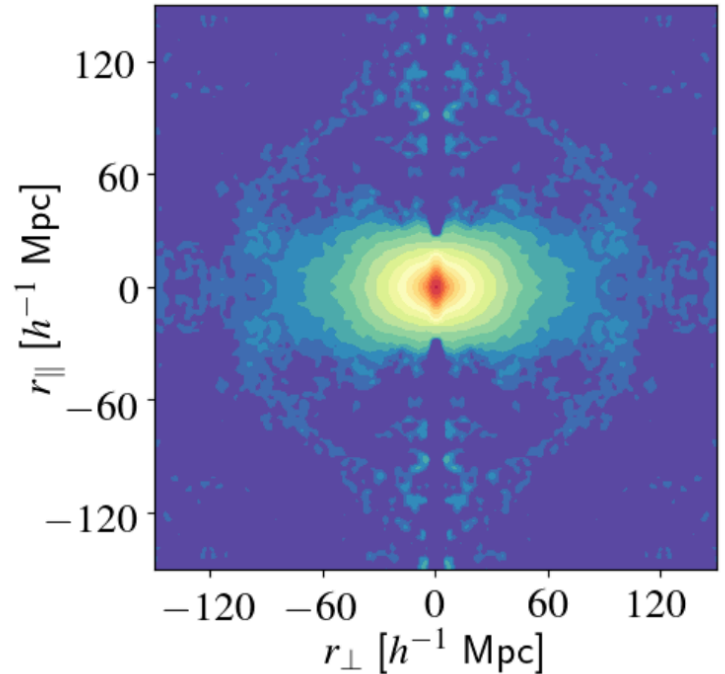
Font-Ribera et al 2014



Redshift Space Distorsion



Bautista 2020
Pre-reconstruction



Zarrouk+ 2018

Mesure du taux de croissance des structures:
 $f(z)=[\Omega_m(z)]^\gamma$
 Test de la relativité générale ($\gamma=0,55$)
 Contrainte sur Ω_{m}

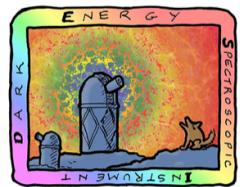


DARK ENERGY
SPECTROSCOPIC
INSTRUMENT

BAO: Oscillations Acoustiques de Baryons

U.S. Department of Energy Office of Science

- Les BAO sont une sonde incontournable pour la physique l'Energie Noire
- Sonde complémentaire aux SNe Ia :
 - mesure absolue de distance (avec CMB)
 - mesure « instantanée » du taux d'expansion $H(z)$
 - précision statistique plus faible que les SNe à bas z ($z < 0.2$) et plus performant à $z > 0.8$
- Les BAO dans les forêts Lyman-alpha des quasars donne accès aux $z > 2$
- Les BAO ont de faibles incertitudes systématiques
- Les grands relevés spectroscopiques offrent d'autres observables :
 - les distorsions de redshift permettent de tester la relativité générale
 - contraintes sur la masse des neutrinos (avec le clustering des galaxies et Lyman-alpha)



DARK ENERGY
SPECTROSCOPIC
INSTRUMENT

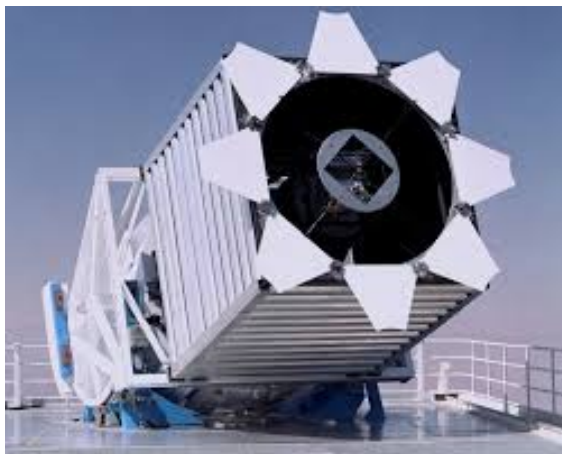
L'héritage SDSS

U.S. Department of Energy Office of Science

Les relevés spectroscopiques de première génération et BOSS (2009-2014) et eBOSS (2014-2019) représentent deux décennies de mesures des signaux BAO et RSD.

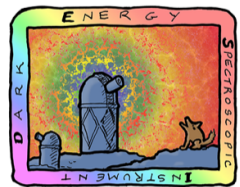
Différents échantillons de cibles (galaxies à bas redshift, LRG, ELG, QSO, Lyman-alpha) de $z=0.3$ à $z=3.5$ pour les mesures BAO et RSD

Parameter	MGS	BOSS Galaxy	BOSS Galaxy	eBOSS LRG	eBOSS ELG	eBOSS Quasar	Ly α -Ly α	Ly α -Quasar
Sample Properties								
redshift range	$0.07 < z < 0.2$	$0.2 < z < 0.5$	$0.4 < z < 0.6$	$0.6 < z < 1.0$	$0.6 < z < 1.1$	$0.8 < z < 2.2$	$z > 2.1$	$z > 1.77$
N_{tracers}	63,163	604,001	686,370	377,458	173,736	343,708	210,005	341,468
z_{eff}	0.15	0.38	0.51	0.70	0.85	1.48	2.33	2.33
V_{eff} (Gpc 3)	0.24	3.7	4.2	2.7	0.6	0.6		



BOSS/eBOSS
Télescope SDSS de 2,5m
1000 fibres

eBOSS French Participating
Group (CEA, CPPM+LAM, IAP,
APC, LPNHE)



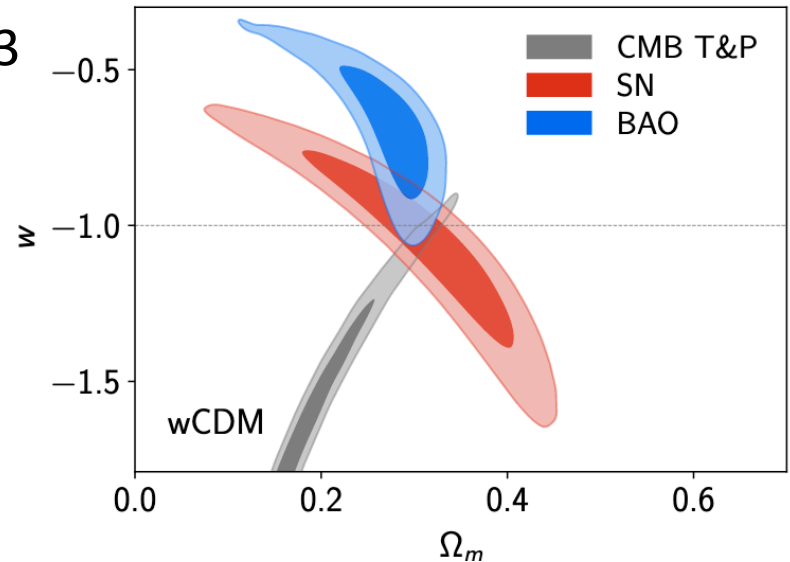
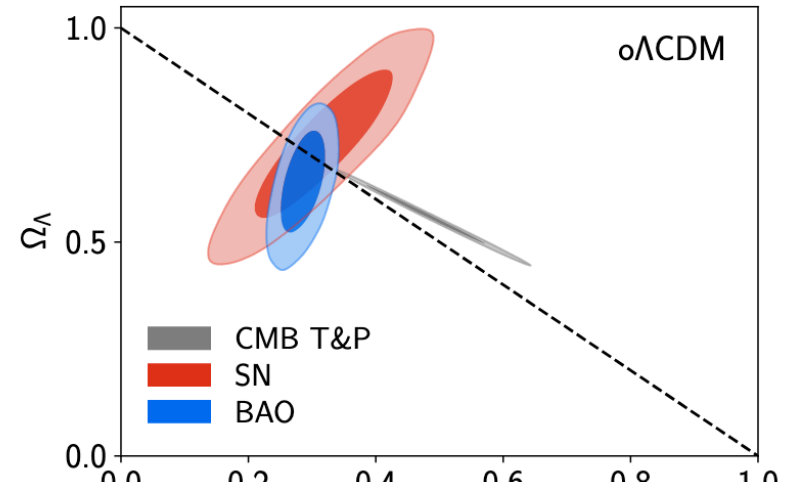
DARK ENERGY
SPECTROSCOPIC
INSTRUMENT

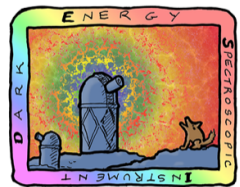
L'héritage SDSS

U.S. Department of Energy Office of Science

- eBOSS terminé depuis février 2019
 - 2 millions de spectres
 - Résultats de cosmologie:
 - BAO éliminent les modèles sans Energie Noire à 8 sigma
 - Contraintes combinées:
 - $\Omega_k = -0.0023 \pm 0.0022$,
 - $w_0 = -0.912 \pm 0.081$, $w_a = -0.48 \pm 0.33$
 - $H_0 = 68.20 \pm 0.81$ km/s/Mpc

eBOSS collaboration 2020





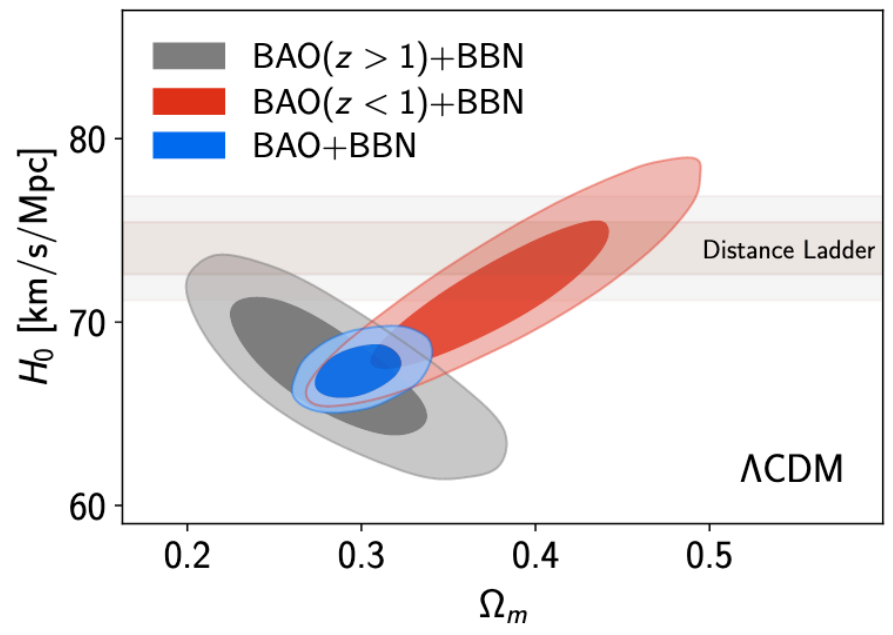
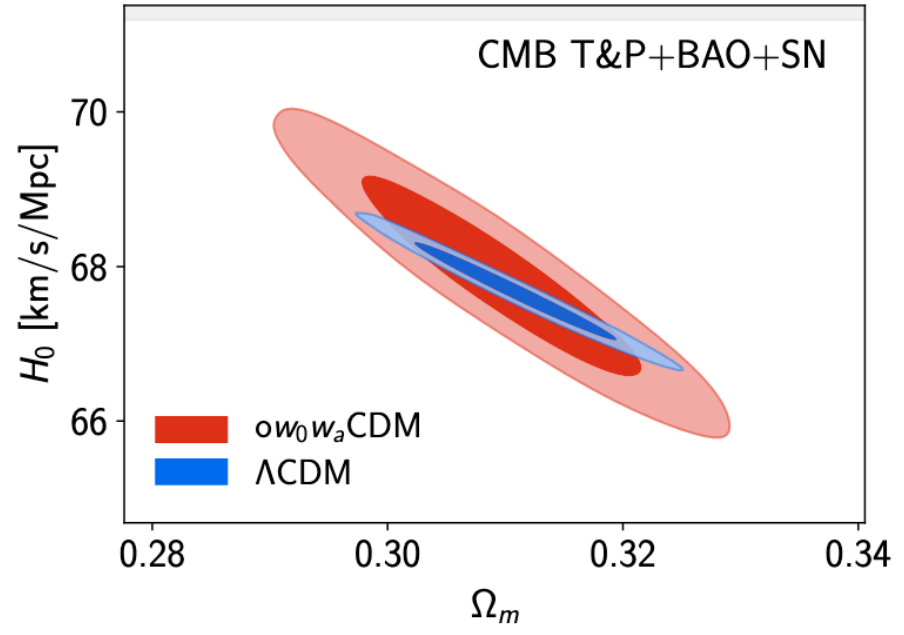
DARK ENERGY
SPECTROSCOPIC
INSTRUMENT

L'héritage SDSS

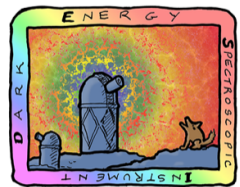
U.S. Department of Energy Office of Science

- Tension des valeurs de H_0

eBOSS Collaboration



eBOSS collaboration 2020

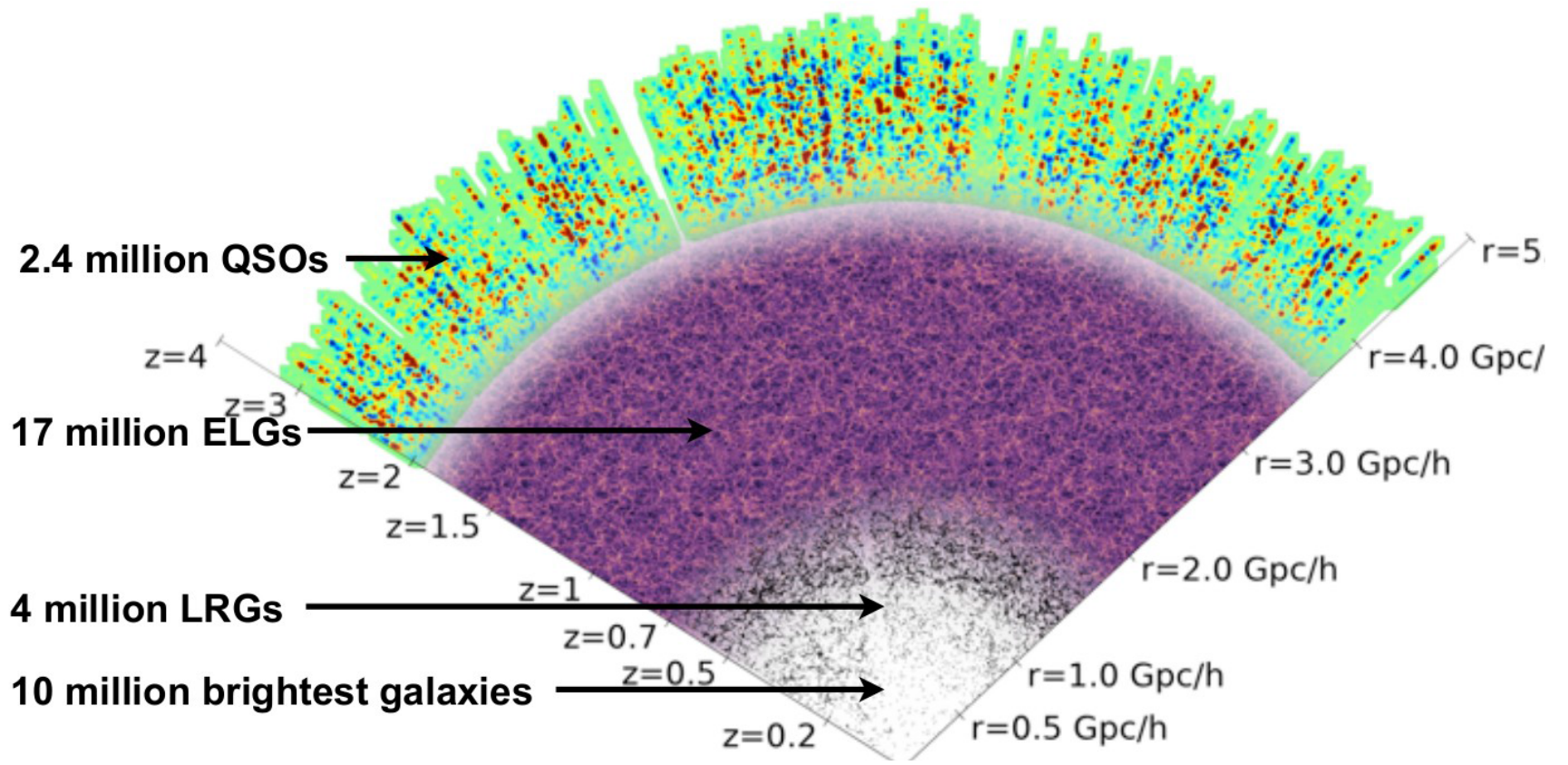


DARK ENERGY
SPECTROSCOPIC
INSTRUMENT

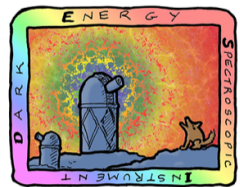
DESI: le relevé

U.S. Department of Energy Office of Science

DESI will explore a x30 larger map over a x10 larger volume than SDSS
DESI is the first Stage-IV Dark Energy Experiment to go on-sky



+ imaging survey :
14000 deg² in g,r,z at a depth of 24, 23.6, 23.0 mags



DARK ENERGY
SPECTROSCOPIC
INSTRUMENT

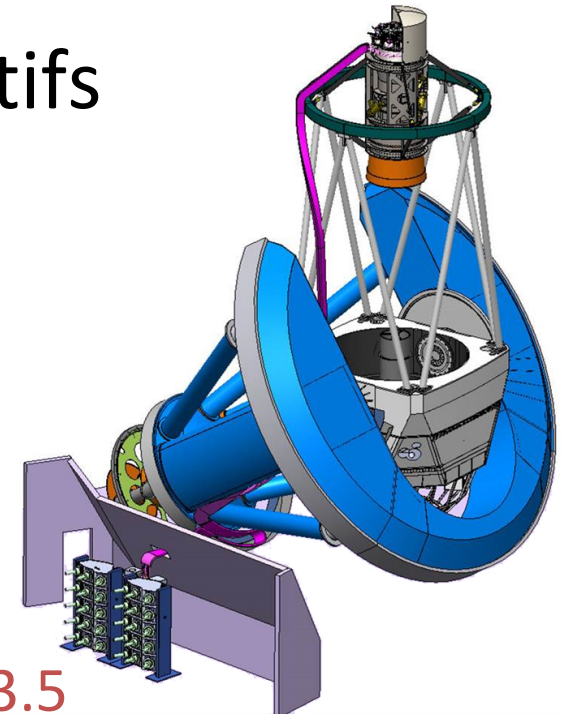
DESI: projet et objectifs

U.S. Department of Energy Office of Science

Dark Energy Spectroscopic Instrument (DESI)

- « Stage IV dark energy measurement »
- Relevé spectroscopique massif de galaxies et de quasars (30×10^6 redshifts) sur $14\,000 \text{ deg}^2$ pour la mesure du signal BAO

jusqu'à $z \sim 3.5$



Instrument:

4m Mayall @ KPNO
8 deg^2 FOV
5000 fibres
positionnées
robotiquement
10 spectros de 500
fibres
3 voies lecture: B, R,
NIR

Agenda:

- DOE Cosmic Frontier
 - 1^{ère} lumière fin-2019
 - 8 mois délai COVID
 - 1^{ers} résultats en 2022
- Fin en 2026

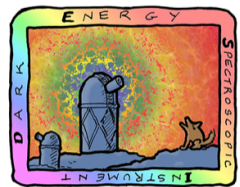
Equipes françaises

CEA
AMU
LPNHE

Mesure de l'échelle BAO isotrope à 0.3% jusqu'à $z=1.1$, 0.4% entre $1.1 < z < 1.9$

Mesure de H_0 à 1% entre $1.9 < z < 3.5$

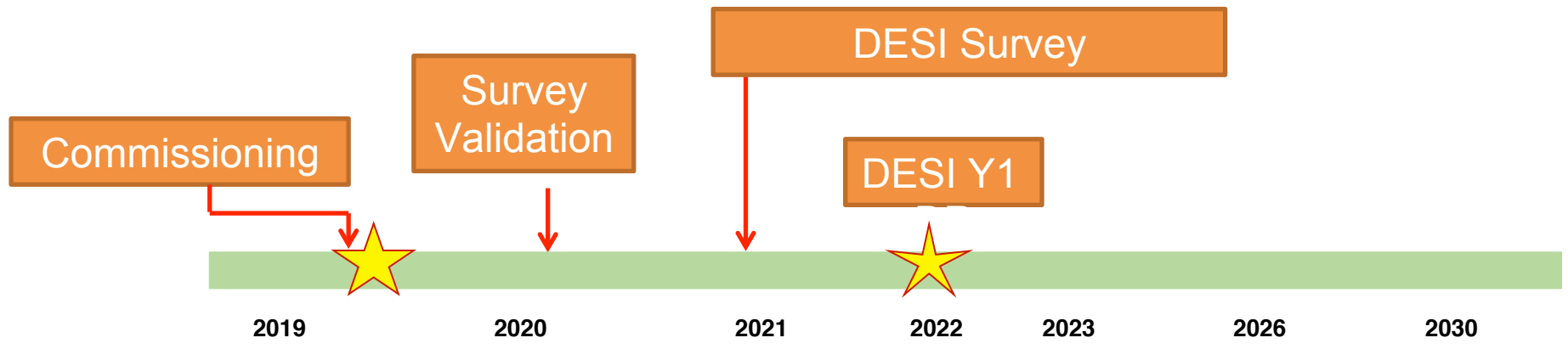
Contrainte sur le taux de croissance des structures à qq % entre $0.6 < z < 1.6$



DARK ENERGY
SPECTROSCOPIC
INSTRUMENT

DESI: le planning

U.S. Department of Energy Office of Science





DARK ENERGY
SPECTROSCOPIC
INSTRUMENT

DESI: La collaboration et le paysage français

U.S. Department of Energy Office of Science

DESI : collaboration

- Grande collaboration internationale (600 membres)
- Projet porté par le LBNL, Berkeley.

Participation française dans sa configuration actuelle :

- *CEA-Saclay* : 8 permanents recherche, 2 IR
 - Cryogénie des caméras des spectromètres
 - Sélection des cibles
 - Spectre de puissance 1D et contraintes sur la masse des neutrinos
 - Clustering des galaxies et quasars, lyman-alpha
- *Aix Marseille Université* :
 - **CPPM**: 2 permanents recherche, 1 IR
 - OHP: 2 IR
 - LAM: 3 permanents recherche
- **LPNHE** : 3 permanents recherche



DARK ENERGY
SPECTROSCOPIC
INSTRUMENT

La participation de l'IN2P3

U.S. Department of Energy Office of Science

- Aujourd'hui, deux laboratoires in2p3 impliqués:
 - CPPM
 - 3 permanents dont 1 Pr. Émérite et 1 IR
 - 1 postdoc, 3 PhD
 - LPNHE
 - 3 permanents (2 EC, 1 CNRS)
 - 1 postdoc, 2 PhD
- *Plus de collaborateurs à l'APC aujourd'hui*



DARK ENERGY
SPECTROSCOPIC
INSTRUMENT

La participation de l'IN2P3

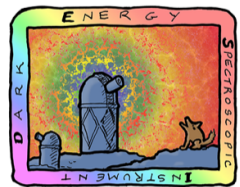
U.S. Department of Energy Office of Science

- **Activités techniques**

- Mesures de la transmission des spectrographes (LPNHE, AMU)
- Système de calibration du télescope sur site (LPNHE)
- Développement software du pipeline DESI (pipeline spectro, redshifts) (LPNHE)

- **Activités d'analyse:**

- Lyman-alpha BAO (LPNHE)
- Clustering QSO, BGS (LPNHE)
- Clustering LRG et ELG , vides cosmiques (CPPM)



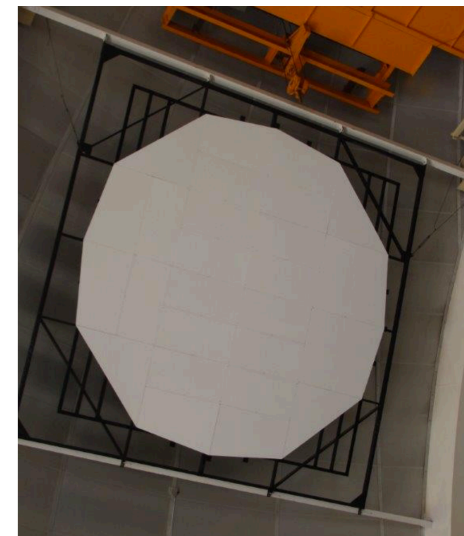
DARK ENERGY
SPECTROSCOPIC
INSTRUMENT

DESI: activités techniques In2p3

U.S. Department of Energy Office of Science

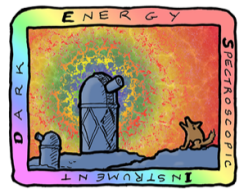
LPNHE

Design et installation d'un écran lambertien 5m (2017)



Design et installation du systèmes de calibration de DESI



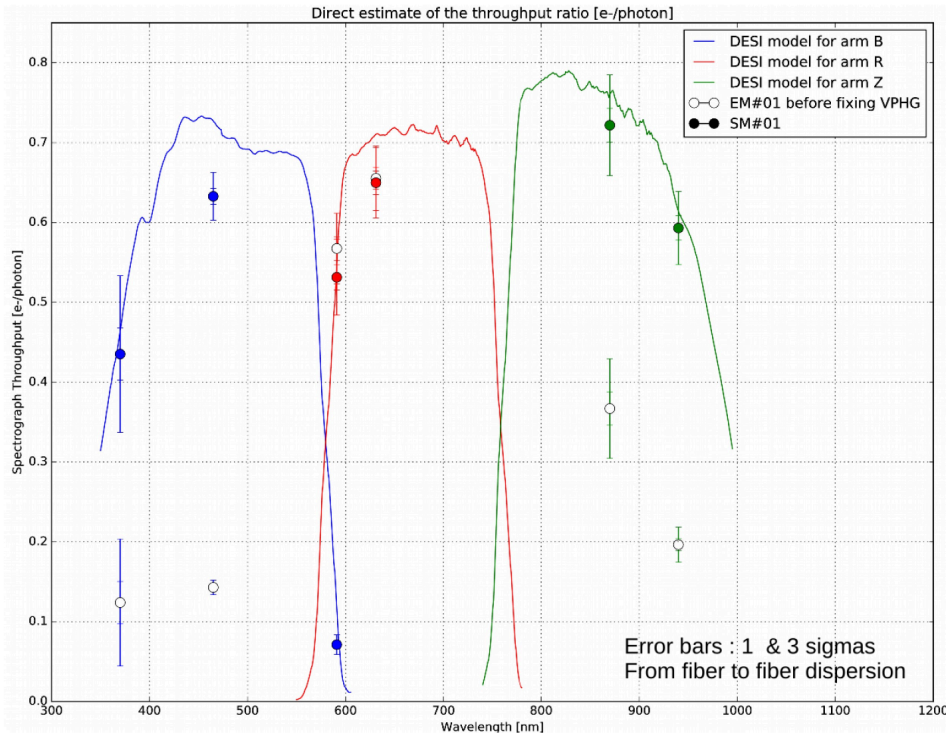


DARK ENERGY
SPECTROSCOPIC
INSTRUMENT

DESI: activités techniques In2p3

U.S. Department of Energy Office of Science

LPNHE



Mesure de la transmission
des spectrographes à Winlight

Développements software:

- Pipeline spectro
- Mesure des redshifts (participation à l'élaboration du code de redshift de DESI)



DESI: activités d'analyse In2p3

U.S. Department of Energy Office of Science

Analyses Lyman-alpha:

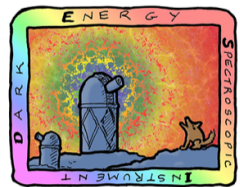
- Expérience acquise dans BOSS et eBOSS (première mesure en 2013, analyses intermédiaires et finale eBOSS)
- Très forte visibilité des groupes français
- Préparation des analyses BAO lyman-alpha pour DESI:
 - Développement d'algorithmes de classification des QSO
 - Développement du code d'analyse BAO avec les lyman-alpha (Picca)
 - Etude fine des systématiques de l'analyse
 - développement de mocks
 - étude de la distorsion introduite par l'ajustement du continu des spectres QSO
 - impact des contaminants (métaux, systèmes à haute densité de colonne)

Analyse galaxies:

- Implication dans l'analyse des BGS (sélection des cibles, caractérisation du clustering)
- Coordination de l'analyse Full-Shape DESI 1yr Participation au Survey Validation

Analyse vides cosmiques

- Contraintes sur le facteur de croissance en utilisant les RSD autour des vides cosmiques



DARK ENERGY
SPECTROSCOPIC
INSTRUMENT

Conclusion

U.S. Department of Energy Office of Science

Les BAO sont une observable majeure de la physique de l'Energie Noire

- faibles systématiques
- mesure de l'histoire de l'expansion à haut redshift

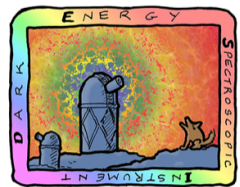
Les grands relevés spectroscopiques optimisés pour les BAO donnent accès à d'autres observables :

- taux de croissance des structures avec les distorsions de redshift (test de la relativité générale)
- contraintes sur la masse des neutrinos

DESI: capitalisation de l'implication des groupes IN2P3 dans BOSS/eBOSS: [CPPM](#) et [LPNHE](#) (+ INSU (LAM) et CEA)

- participation technique importante au projet
- grande visibilité des groupes français en Lyman-alpha, cosmic voids
- complémentarité à Rubin Observatory/LSST (spectroscopie)
- complémentarité à Euclid-BAO : gamme en redshift, prise de données imminente
- 7 DESI Year 1 key projects (dont Lyman alpha BAO, full shape analysis, cosmology)

Vers DESI-II à partir du milieu de la décennie !



DARK ENERGY SPECTROSCOPIC INSTRUMENT

U.S. Department of Energy Office of Science