

# Grandes Structures

S.Plaszczynski pour LSS

March 22, 2017



## Intérêt

## DE

- expansion : SN1a, BAO
- croissance structure ::  $P(k,z)$ , RSD, WL, clusters...

$$P(k, z) = D^2(z)P(k, 0) \quad D(z) = \frac{g(z, \Omega_\Lambda \dots)}{(1+z)}$$

$$f(z) = \frac{d \ln D}{d \ln(1+z)} = \Omega_m(z)^\gamma$$

Stat  $\sigma[\hat{P}_k] \simeq \frac{2\pi}{k \sqrt{V \Delta k}} \left( P_k + \frac{1}{\bar{n}} \right)$

## Syst

- le prix a payer: photo-z...
- $\sigma(\bar{z}_b) \lesssim 2 \cdot 10^{-3}(1+z)$ ,  $\sigma(\bar{\sigma}_b) \lesssim 3 \cdot 10^{-3}(1+z)$
- pic BAO (= échelle standard) est (sera) bien connue  
→ contraintes sur les systes



# Papier(s) ”méthode”

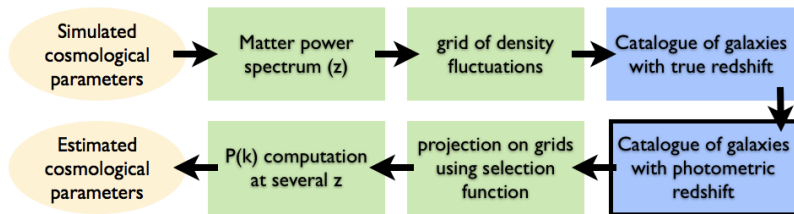
Impact de vrais photo-z sur  $P(k, z)$  , puis BAO

Gorecki et al. (2014)

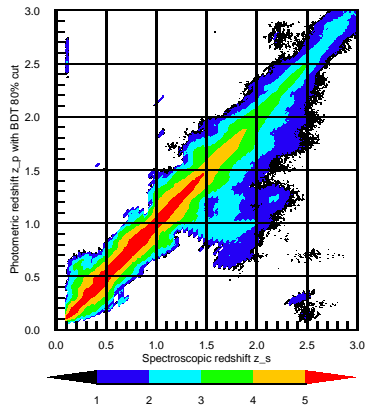
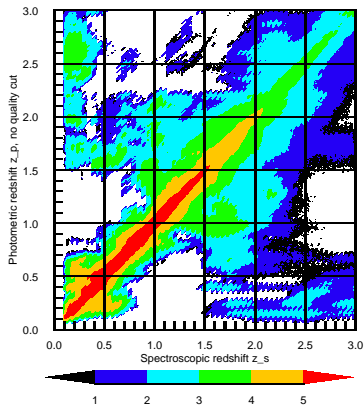
- 1 depuis amélioration photo-z coupure de qualité par BDT (Jean-Stéphane)
- 2 effet sur pic BAO (Cécile)
- 3 +surprises...

papier (presque...) prêt

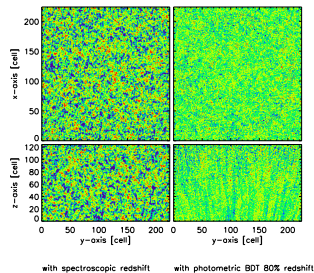
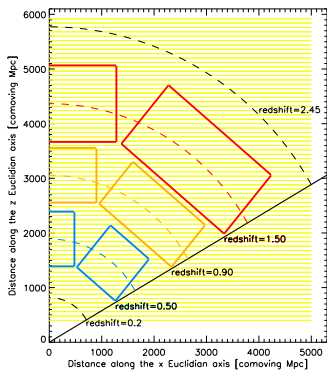
## Pipeline (@cc)



## Des photo-z en vrai



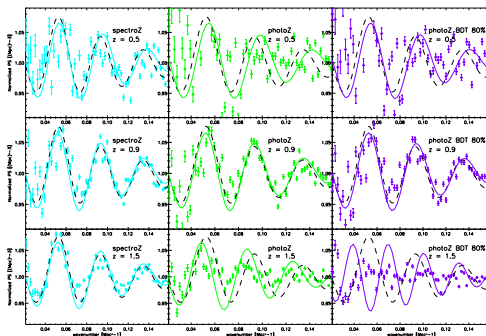
# Projections dans des grilles



redshift	vol ( $Gpc^3$ )	N/cell (z-spec)	N/cell (photo-z)	N/cell (BDT80%)
z=0.5	4.6	13.1	11.7	10.3
z=0.9	16.2	4.6	4.5	4.2
z=1.5	45.9	0.75	0.66	0.54

## Effet des photo-z sur pic BAO

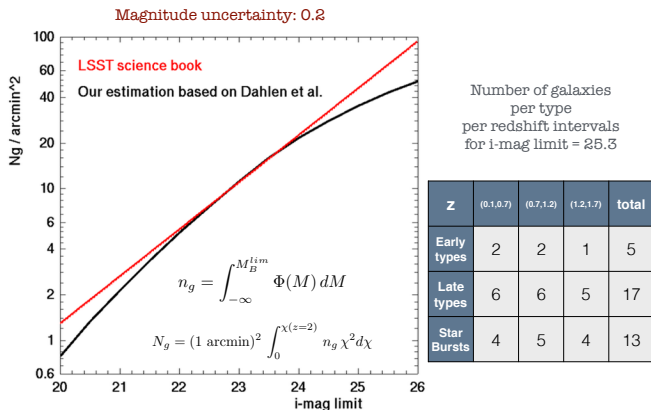
chaîne complète  $\rightarrow P_{wig} = \frac{P_{BAO}}{\langle P_{noBAO} \rangle}$



echelle BAO (Mpc): (prel)

redshift	spectro	photo-z	BDT80%
z=0.5	$147.1 \pm 1.5$	$143.0 \pm 2.5$	$144.3 \pm 2.4$
z=0.9	$150.6 \pm 0.8$	$150.6 \pm 1.4$	$149.2 \pm 0.8$
z=1.5	$144.3.6 \pm 2.4$	$149.2 \pm 0.8$	—

# Surprise: fonction de luminosité



(Fahrang, Jean-Stéphane, Reza)

K-correction? atm? extrapolation "astro"?...





# On ne mesure pas (que) des sur-densités...

$$\Delta(\hat{n}, z) = \frac{N(\hat{n}, z) - \bar{N}(z)}{\bar{N}(z)} = \frac{\rho(\hat{n}, z) - \bar{\rho}(z)}{\bar{\rho}(z)} + \frac{\delta V(\hat{n}, z)}{\bar{V}(z)}$$

$$\begin{aligned} \Delta^{(N)}(\mathbf{n}, z, m_*) = & D_g(L > \bar{L}_*) + (1 + 5s)\Phi + \Psi + \frac{1}{\mathcal{H}} [\Phi' + \partial_r(\mathbf{V} \cdot \mathbf{n})] + \\ & \left( \frac{\mathcal{H}'}{\mathcal{H}^2} + \frac{2-5s}{r_S \mathcal{H}} + 5s - f_{\text{evo}}^N \right) \left( \Psi + \mathbf{V} \cdot \mathbf{n} + \int_0^{r_S} dr (\Phi' + \Psi') \right) \\ & + \frac{2-5s}{2r_S} \int_0^{r_S} dr \left[ 2 - \frac{r_S - r}{r} \Delta_\Omega \right] (\Phi + \Psi). \end{aligned}$$

$$D_g \rightarrow \underline{bD} + (f_{\text{evo}}^N - 3)\mathcal{H}V/k - \underline{3\Phi}$$

- Density
- Potential (ou « relativistic corr. »)
- RSD (Kaiser)
- - - Doppler
- lensing

Si pas dévolution en ft de la Luminosité:  $s(z) = f_{\text{evo}}(z) = 0$

C. Bonvin R. Durrer Di Dio Montarini Lesgourgues Durrer

K=0

7

(cours Jean-Eric)



# Tomographie

Auto/cross corrélations entre coquilles iso-redshift:  $C_\ell^{z_i \times z_j}$

- ❶ aucune information perdue en photo-z (pas le cas en spectro)
- ❷ tous les outils CMB
- ❸  $b(z)$
- ❹ syst: outil de diagnostic entre différentes régions du ciel
- ❺  $P(k) + \dots \rightarrow C_\ell^{z_i \times z_j}, C^{z_i \times z_j}(\theta)$  (Jean-Eric)
- ❻ inclusion dans TJP::Core Cosmological Library (Jeremy)
- ❼ likelihood: CCL +CAMEL (SP)
- ❽ autres termes: Doppler, magnification (thèse Theodore)



## Au delà des forecasts

- **ClassGal** inclue tous les termes  $\rightarrow$  très lourd, OK Fisher mais pas +
- likelihood: modèle vs mesures puis inférence paramètres (incl. nuisance)
- règle d'or des stats:

modifier le modèle pas les données (si possible)

$$\chi^2(a) = \sum_i \left[ \frac{(y_i - f(x_i, a))}{\sigma_i} \right]^2$$

- 1 exp: data en  $(z, \theta, \phi) \rightarrow C_\ell, C(\theta)$
- 2 théorie: cosmo :  $P(k), f(z) \dots$

Transformer cosmo  $\rightarrow$  data précisément/rapidement:  $\mathcal{O}(s)$  pour MCMC

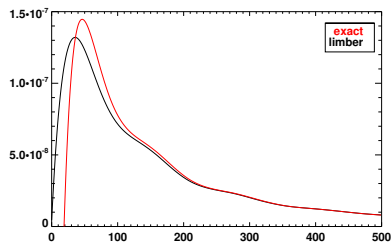


## Densité

$$C_\ell^{\text{thick}}(z_1, z_2) \propto \int \int_0^\infty dz dz' W_1(z; z_1) W_2(z'; z_2) \times \int_0^\infty dk k^2 P(k) D(z_1) D(z_2) b^2 j_\ell(k r(z_1)) j_\ell(k r(z_2))$$

- $j_\ell$  très oscillant (+battements en cross)
- Limber:  $j_\ell(x) \approx \sqrt{\frac{\pi}{2\ell+1}} \delta^D(x - (\ell + \frac{1}{2}))$

## Calcul exact + rapide



algorithme "3C": quadratures +FFT

# threads	1	2	4	8	16
$\delta(z_1 \times z_1)$	0.38	0.21	0.13	0.09	0.08
$\delta(z_1 \times z_2)$	0.76	0.41	0.23	0.15	0.11
$G(z_1 \times z_1)$	3.72	1.96	1.05	0.64	0.44
$G(z_1 \times z_2)$	9.97	5.25	2.79	1.60	1.01

**Table:** temps de calcul  $C_\ell^{z_1 \times z_2}$  mesure au cc (en sec):

$$z_1 = 1 \quad z_2 = 1.05 \quad G(\sigma = 0.02)$$

Campagne et al. (2017a)

code publique: <https://gitlab.in2p3.fr/campagne/AngPow>



## Densité+RSD

$$C_\ell^{z_1 \times z_2} = \dots \int_0^\infty dk k^2 P(k) D(z_1) D(z_2) [bj_\ell(x_1) + f(z_1)j_\ell''(x_1)] \\ \times [bj_\ell(x_2) + f(z_2)j_\ell''(x_2)]$$

Espace réel =  $C^{z_1 \times z_2}(\theta) = \langle \Delta N(\hat{n}_1, z_1) \Delta N(\hat{n}_2, z_2) \rangle_{\hat{n}_1 \cdot \hat{n}_2 = \cos \theta}$

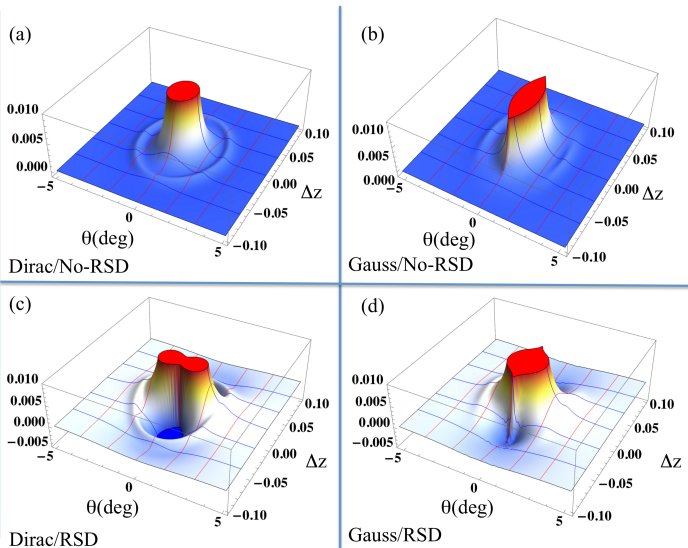
-calculable a partir de  $C_\ell$  mais pas efficace

-Mieux: calcul **direct**: Angcor Campagne et al. (2017b)

$$C^{z_1 \times z_2}(\theta) = \frac{1}{2\pi^2} \int dk k^2 P(k) D(z_1) D(z_2) \\ \times \{b^2 A(x_1, x_2) + bf(z_2) \partial_2^2 A(x_1, x_2) + bf(z_1) \partial_1^2 A(x_1, x_2) \\ + f(z_1) f(z_2) \partial_1^2 \partial_2^2 A(x_1, x_2)\}$$

$$x_i = kr(z_i) \quad A = \text{sinc}(kR) \quad R = |r_2 - r_1|$$





même en photo- $z$  (cf. Asorey et al. (2012) pour DES)

# Cross-correlation WL

cf: DE school J. Dunkley et Rhodes et al. (2013)

- $C_{\ell}^{gg}(b^2, b, 1)$
- $C_{\ell}^{g\gamma} = b \int \frac{d\chi}{\chi^2} W_g(\chi) W_{\gamma}(\chi) P(\ell/\chi, \chi)$
- biais+des systes sautent
- gain stat  $\equiv$  50% de survey en plus!

RSD  $\times$  WL: Zhang et al. (2007)

$$\nabla^2 \Phi = -4\pi G_{\text{eff}} \bar{\rho} \delta$$





# LSS-France

court terme

- ① finir le papier BAO(!!!)
- ② comprendre les fonctions de luminosité →interlocuteur?
- ③ optimisations Angpow/Angcor

puis

- tomographie (revoir le pipeline)
- analyse likelihood complète (cf CCL)+CAMEL
- estimation du biais (gal)
- magnification
- cross-WL

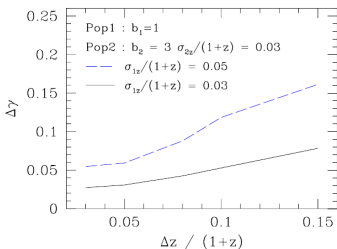
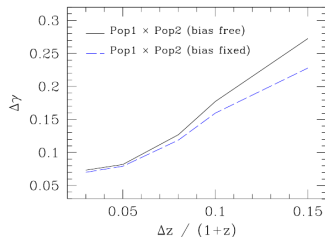
Relations DESC (LSS/TJP)

- un pied en travers de la porte CCL avec Angpow
- comment valoriser les papiers méthodes?
- papiers vs contribution?



RSD en  $\gamma$ -z?

DES-like (1/8 ciel): Asorey et al. (2012)

*RSD from photometric populations*

# References

- Asorey, J., Croce, M., Gaztañaga, E., & Lewis, A. 2012, MNRAS, 427, 1891, arXiv:1207.6487
- Campagne, J.-E., Neveu, J., & Plaszczynski, S. 2017a, ArXiv e-prints, arXiv:1701.03592
- Campagne, J.-E., Plaszczynski, S., & Neveu, J. 2017b, ArXiv e-prints, arXiv:1703.02818
- Gorecki, A., Abate, A., Ansari, R., et al. 2014, A&A, 561, A128, arXiv:1301.3010
- Rhodes, J., Allen, S., Benson, B. A., et al. 2013, ArXiv e-prints, arXiv:1309.5388
- Zhang, P., Liguori, M., Bean, R., & Dodelson, S. 2007, Physical Review Letters, 99, 141302, arXiv:0704.1932

