

# **Cosmic shear avec le CFHTLS – Wide**

## **(Prévisions)**

**Ismael Tereno**

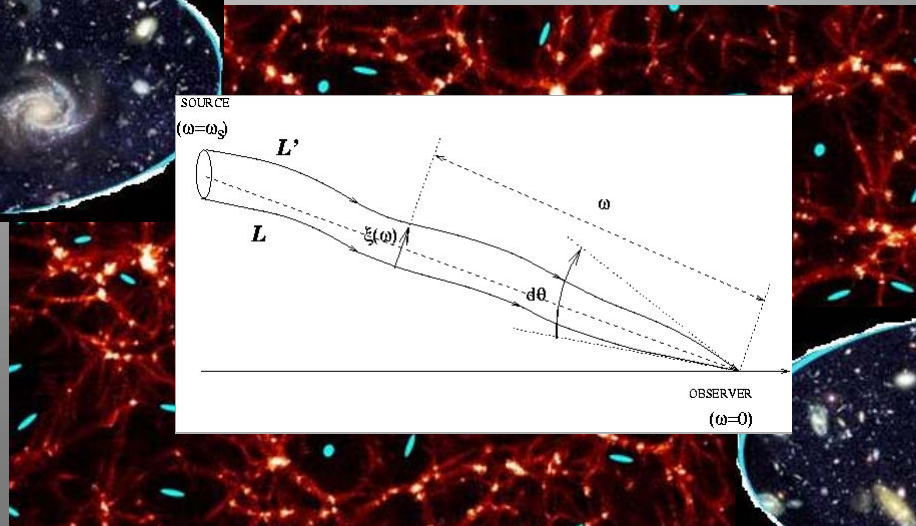
**Institut d'Astrophysique de Paris  
&  
Universidade de Lisboa**

**Paris, 4 Février 2005**

# 1. Introduction

Des corrélations entre la forme (**ellipticité**) des galaxies d'arrière plan (**Zs=0.8**) sont induites par le champ gravitationnel (projecté le long de la ligne de visée) de la distribution de matière à grande échelle (**matière noire**).

$$E[\gamma^2(\theta_i)] = \frac{\sum_{\alpha=1}^2 \sum_{k \neq l}^{N_i} w_k w_l e_{\alpha}^{\text{gal}}(\theta_k) e_{\alpha}^{\text{gal}}(\theta_l)}{\sum_{k \neq l}^{N_i} w_k w_l} = \frac{2}{\pi} \int ds s P_k(s) \left[ \frac{J_1(s\theta)}{s\theta} \right]^2$$



Ces distorsions cohérentes (le **cosmic shear**) ont de l'information sur l'évolution de l'univers (la **lentille**)

$$P_k(s) = \frac{9}{4} \left( \frac{H_0}{c} \right)^4 \Omega_0^2 \int_0^{\chi_s} d\chi \left( \frac{f_K(\chi_s - \chi)}{a(\chi) f_K(\chi_s)} \right)^2 P_\delta \left( \frac{s}{f_K(\chi)}, \chi \right)$$

• **Densité de matière**  $\Omega_0$

• **Fluctuations de densité :**

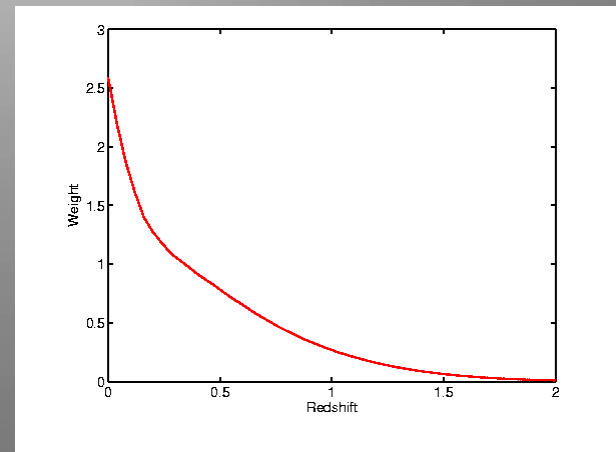
- Spectre primordial  $P(k) = A_s (k/k_0)^{n_s - 1 + \frac{\alpha_s}{2} \ln(\frac{k}{k_0})}$  *Inflation*

- Croissance linéaire  $D^+ \Omega_m, \Omega_k, w(z)$

- Fonction de Transfer

- Fit non-linéaire  $\sigma_8, \Gamma, \text{ autres } \Omega$

• **Factor geometrique**  $\Omega_m, \Omega_k, w(z)$  *Energie sombre*



(Simpson and Bridle 04)

## 2. Méthode

Correlations 2pt calculées sur 20 echelles angulaires,  
entre  $0.6 \text{ arcmin}$  et  $2 \text{ deg}$  (régime **linéaire et non-linéaire**)  
en utilisant un **modèle de reference**.

Les **barres d'erreur** sont calculées analytiquement

$$C_{ij} = \langle (\hat{\gamma}^2(\theta_i) - \gamma^2(\theta_i)) (\hat{\gamma}^2(\theta_j) - \gamma^2(\theta_j)) \rangle$$

- **Bruit de Poisson**

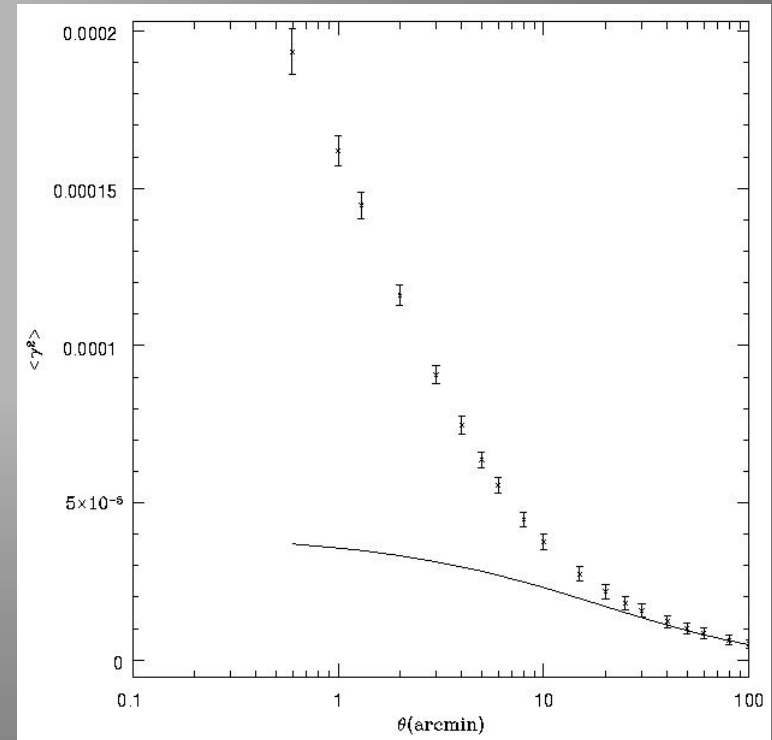
- $n = 20 \text{ arcmin}^{-2}$  (densité de galaxies)
  - $\sigma = 0.4$  (ellipticité intrinsèque)
  - $A = 170 \text{ deg}^2$  (taille maximal du Wide)

- **Variance Cosmique**

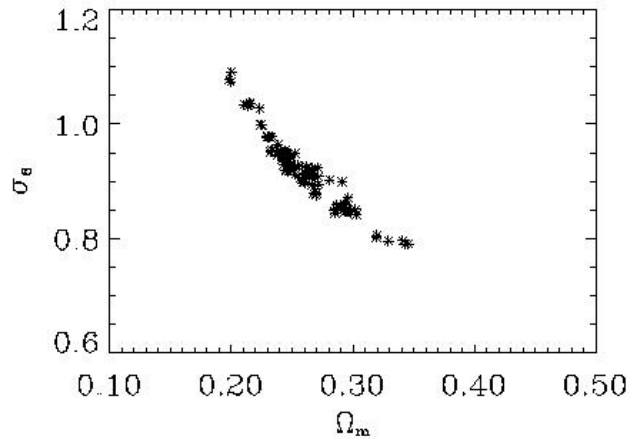
- A
  - correlations (echelle maximal / taille maximal)
  - nombre de champs

- **Systématiques**

- non considerés



Determination de la forme de la vraisemblance (**likelihood**) par rapport au modèle de référence dans l'espace des paramètres cosmologiques.



$$-2 \ln L_i = \left( \langle \gamma^2 \rangle_i - \langle \gamma^2 \rangle_f \right)^T C^{-1} \left( \langle \gamma^2 \rangle_i - \langle \gamma^2 \rangle_f \right)$$

Méthode de **Markov Chain Monte Carlo** (MCMC)

Modeles  $m_i$  generés (pas pre-établis sur une grille) par l'algorithme de Metropolis-Hastings :

Modèle initial aléatoire

$$L(m_{i+1}) \geq L(m_i)u \Rightarrow m_{i+1} = m_{i+1}$$

$$L(m_{i+1}) < L(m_i)u \Rightarrow m_{i+1} = m_i$$

$0 < u < 1$ , aléatoire

Les pas suivent les directions propres de la matrice covariance obtenu.

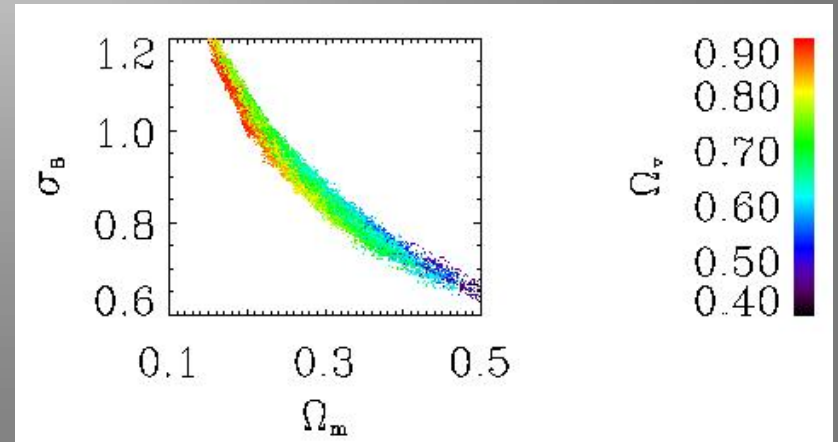
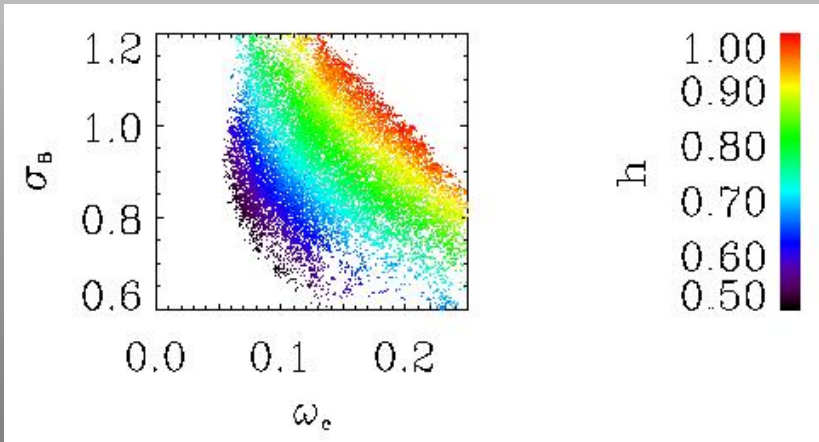
# 3. Resultats

Pour un espace de 7 paramètres :

	$\omega_b$	$\omega_c$	$h$	$n_s$	$\Omega_\nu$	$\alpha_s$	$\sigma_8$
Ref.	0.022	0.114	0.71	0.93	0.73	-0.04	0.9
$1\sigma$	0.020	0.047	0.129	0.176	0.155	0.073	0.104

Resultats marginalisés – incluent l'effet combiné de tous les paramètres (les **dégénérescences**)

Exemples 3d :



7d :

$$Y_i = \sum_{j=1}^7 b_{ij} \frac{p_j - \bar{p}_j}{\bar{p}_j}$$

sont les **directions propres** de la matrice covariance

$$\frac{C_{ij}}{\bar{p}_i \bar{p}_j}$$

pc	$1\sigma$	$\Omega_b$	$\Omega_m$	h	$n_s$	$\Omega_\Lambda$	$\alpha_s$	$\sigma_8$
$Y_1$	0.007	0.009	0.404	-0.040	-0.070	0.207	0.000	0.887
$Y_2$	0.022	-0.082	0.167	0.388	0.889	-0.143	0.027	0.046
$Y_3$	0.103	0.084	-0.490	-0.287	0.088	-0.714	0.068	0.384
$Y_4$	0.193	0.124	-0.231	0.872	-0.357	0.141	0.003	0.148
$Y_5$	0.302	0.175	-0.677	-0.031	0.246	0.634	0.124	0.176
$Y_6$	0.811	-0.904	-0.235	0.041	-0.044	0.055	-0.332	0.102
$Y_7$	1.936	0.350	-0.038	-0.025	0.080	0.007	-0.932	0.176

Les paramètres les mieux déterminés sont :

$Y_1 \rightarrow \sigma_8, \Omega_m$        $\sigma_8 \Omega_m^{0.52} = 0.467 \pm 0.008$

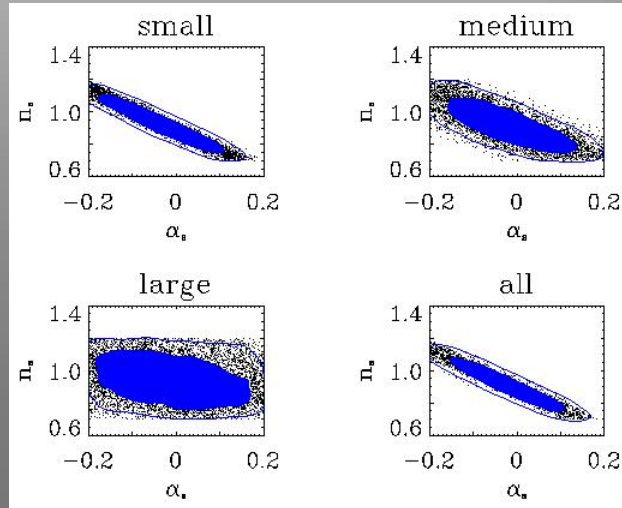
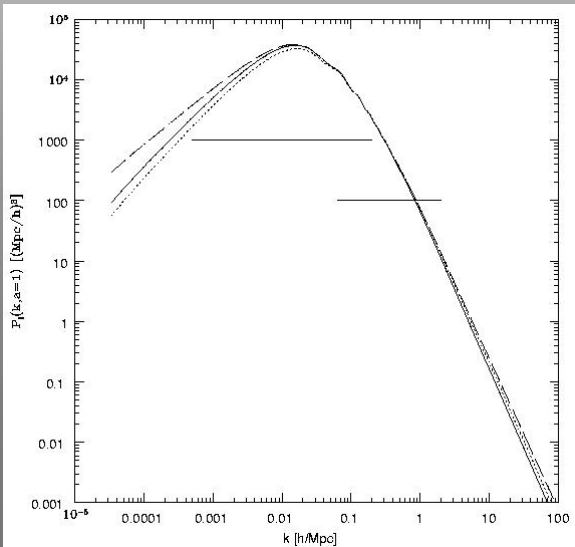
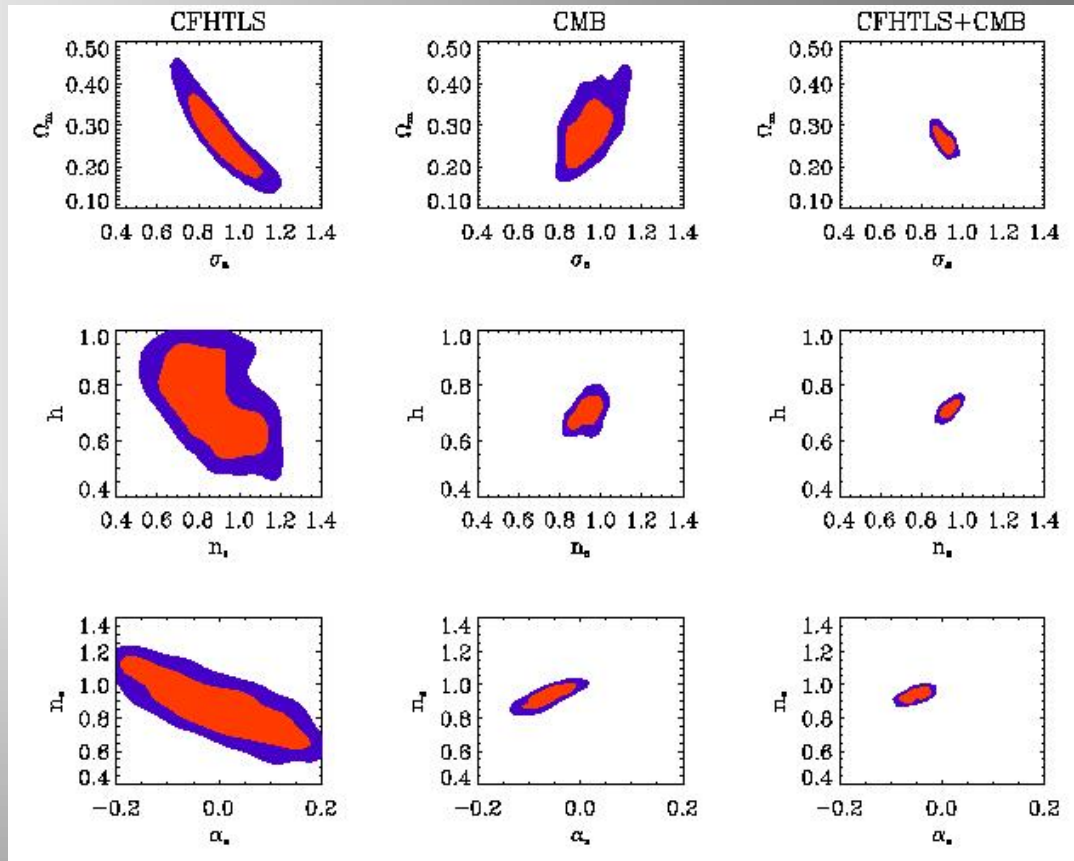
$Y_2 \rightarrow h, n_s$        $n_s^{0.6} \Omega_m h = 0.187 \pm 0.037$       La pente du spectre (primordial et actuel)

$Y_3 \rightarrow \sigma_8, \Omega_m, \Omega_\Lambda$       Courbure (prior)

# Comparaison avec le CMB

	Gain
$\omega_b$	1.4
$\omega_c$	3.6
$h$	1.9
$n_s$	1.7
$\alpha_s$	1.7
$\sigma_8$	2.5
$\Omega_m$	2.8

gain =  $1\sigma(\text{WMAP}) / 1\sigma(\text{CFHTLS-wide+WMAP})$





# 4. Conclusions

Nous avons étudié la sensibilité du cosmic shear à l'effet combiné de plusieurs paramètres cosmologiques. Les déterminations les plus précises ont été obtenues pour

$$\sigma_8 \Omega_m^{0.52} \quad \text{et} \quad n_s^{0.6} \Omega_m h$$

La précision du CFHTLS-Wide semble être déjà suffisante pour permettre l'utilisation de la complémentarité fondamentale entre le cosmic shear et le CMB.

Cette conclusion reste valable si on rajoute quelques systématiques raisonnables :

- Masking de 20% -- 1.15
- $Z_s$  paramètre libre -- 1.15 – 1.40
- $\Delta P_{\text{non-linéaire}}$  5% -- 1.15 – 1.35

Dans ce cas, les contours combinés seront 25% à 45% plus grands.