

# Weak lensing survey of galaxy clusters in the CFHTLS Deep (R. Gavazzi)

- ✓ Principe méthodologique
- ✓ Utilisation des données
- ✓ Reconstructions de masse
- ✓ Propriétés des pics de masse:
  - × « lens tomography »
  - × Propriétés optiques
  - × Propriétés X
- ✓ Conclusions
- ✓ Applications au Wide



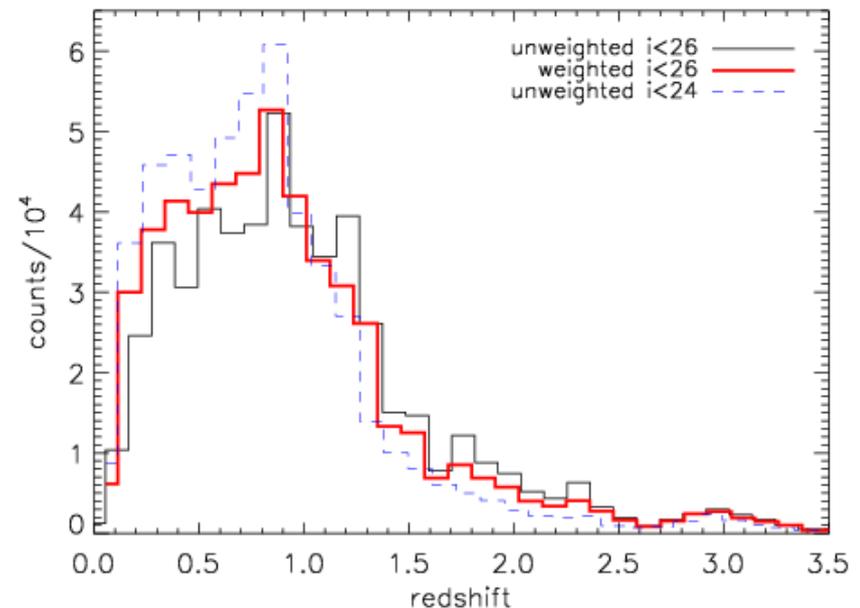
# “A weak lensing cluster survey”: Principe

- Mesure de la distorsion cohérente des galaxies d'arrière-plan par les structures d'avant-plan, et identification des pics de convergence avec des amas de galaxies
- Construction d'un échantillon de structures « sélectionné en masse » et directement comparable aux simulations cosmologiques.
- Prédications « standard »: détection possible de masse  $M > 5 \times 10^{13} M_{\odot}$  à  $z \sim 0.2$ , et  $M > 2 \times 10^{14} M_{\odot}$  à  $z \sim 0.7$ , avec un rapport S/B  $\sim 3$
- Masses atteintes par un survey weak lensing = masses d'*amas de galaxies*

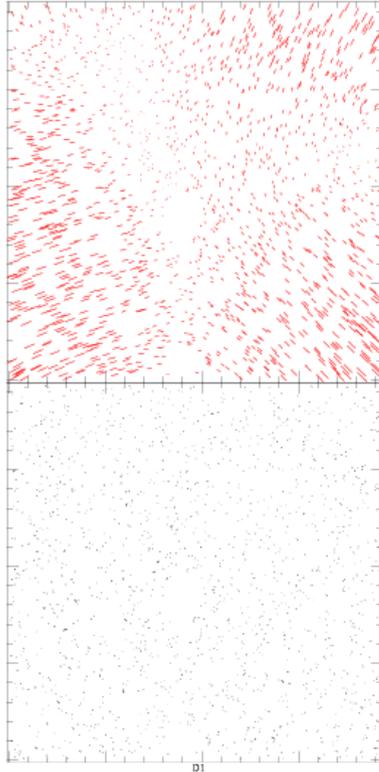


# Applications au CFHTLS - Deep

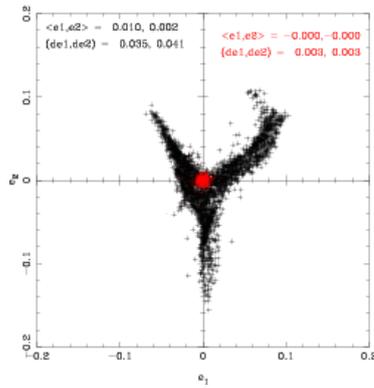
- Mesures de shear faites à partir des données du release T0002 en  $i'$ . Utilisation du release T0003 pour les données photométriques multi-couleur et les redshifts photométriques (Le Phare, Ilbert et al. 2006).
- Nouveau masques autour des étoiles et défauts: surface totale effective =  $3.6 \text{ deg}^2$
- Correction des effets de PSF par la méthode KSB. Résidus de distorsion sur les étoiles:  $\sigma_\gamma \sim 0.004$ .



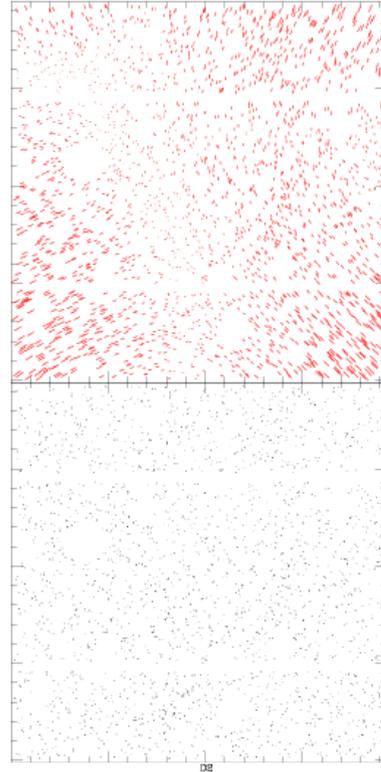
D1



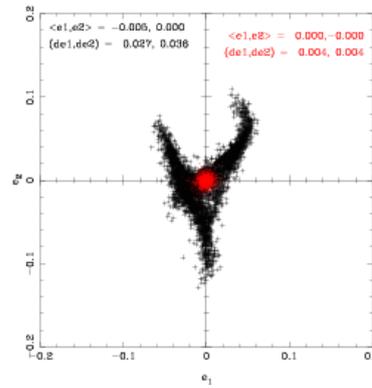
D1



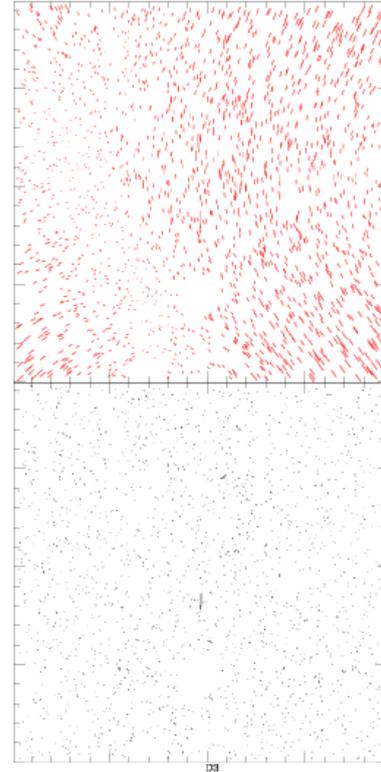
D2



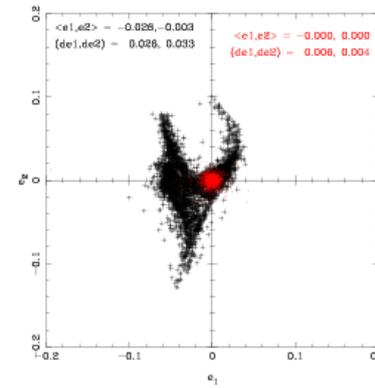
D2



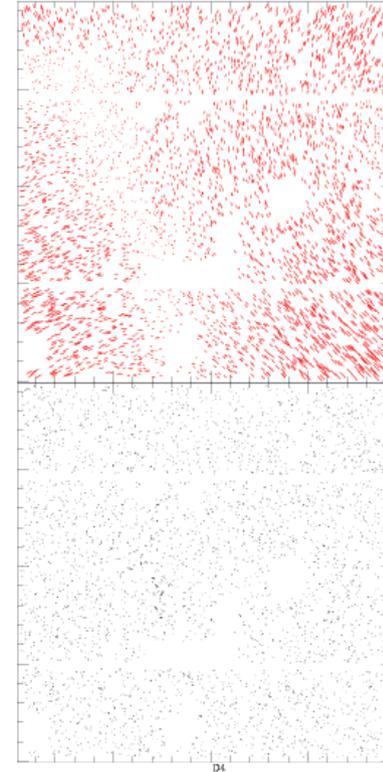
D3



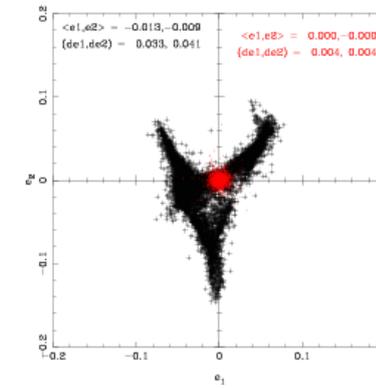
D3



D4



D4



CFHTLS

# Reconstructions de masse

Champ de convergence déduit du champ de distorsion:

$$\kappa(\theta) = \int_{\mathbb{R}^2} K(\theta - \vartheta)^* \gamma(\vartheta) d^2 \vartheta, \quad (K(\theta) = \text{noyau de convolution complexe})$$

+ Lissage gaussien (fenêtre de  $\theta_s = 1$  arcmin)

--> Niveau de bruit des cartes de convergence  $\sim \sigma_e (4\pi n_{bg} \theta_s^2)^{-1/2}$

(valeurs de 0.0196, 0.0225, 0.020, 0.221 pour D1, D2, D3 et D4 respectivement)

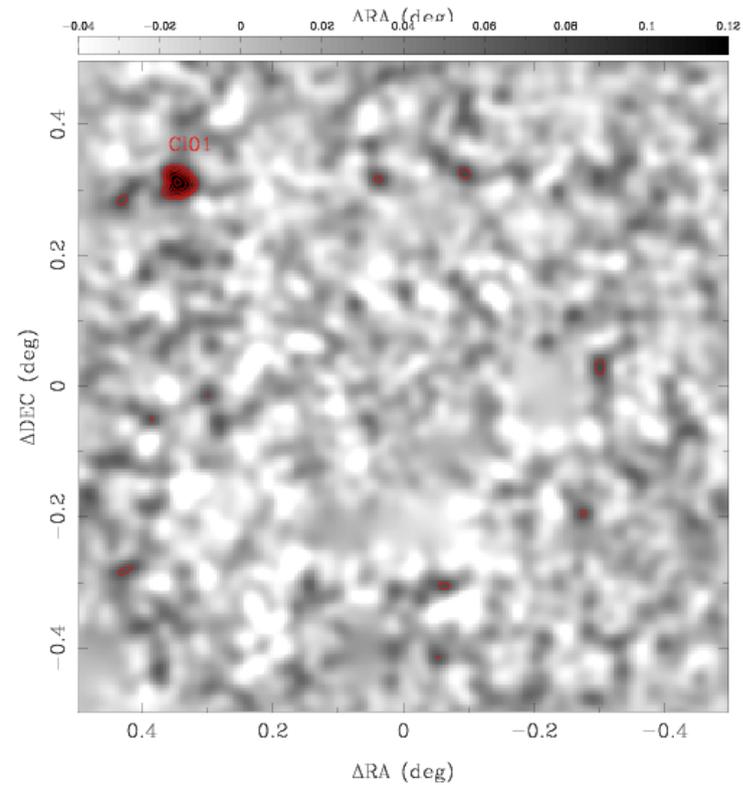
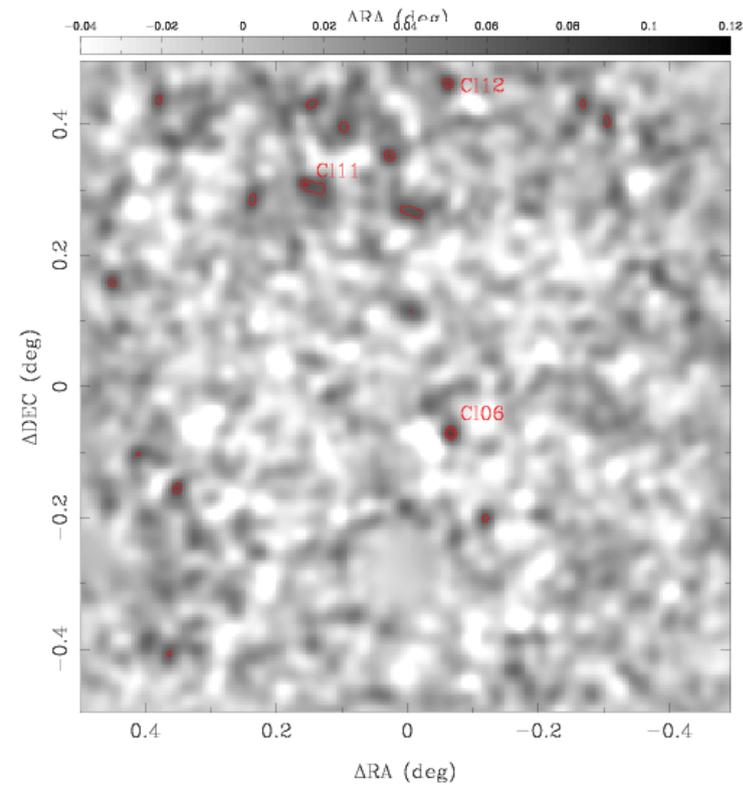
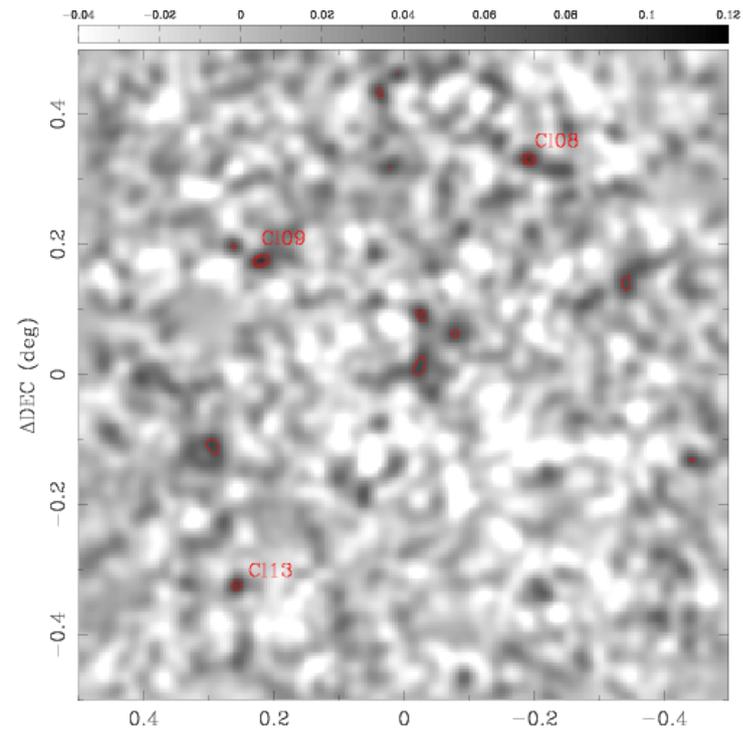
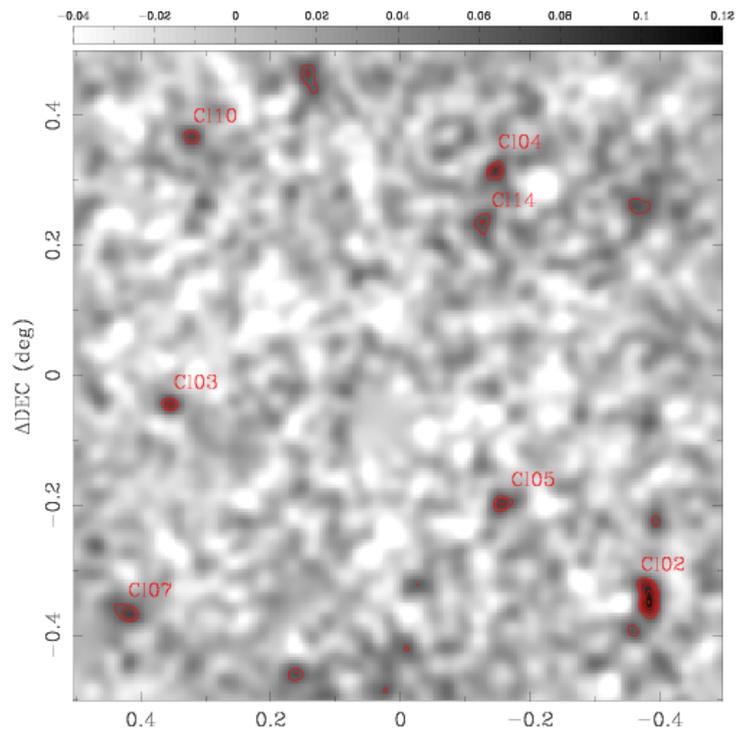
--> Rapport S/B des pics détectés:

$$\nu = \text{SNR} = \frac{\kappa}{\sigma_e} \sqrt{4\pi n_{bg} \theta_s^2}$$

46 pics à  $\text{SNR} > 3$

5 pics à  $\text{SNR} > 5$

**Seuil fixé à  $\text{SNR}=3.5$  : 14 détections**



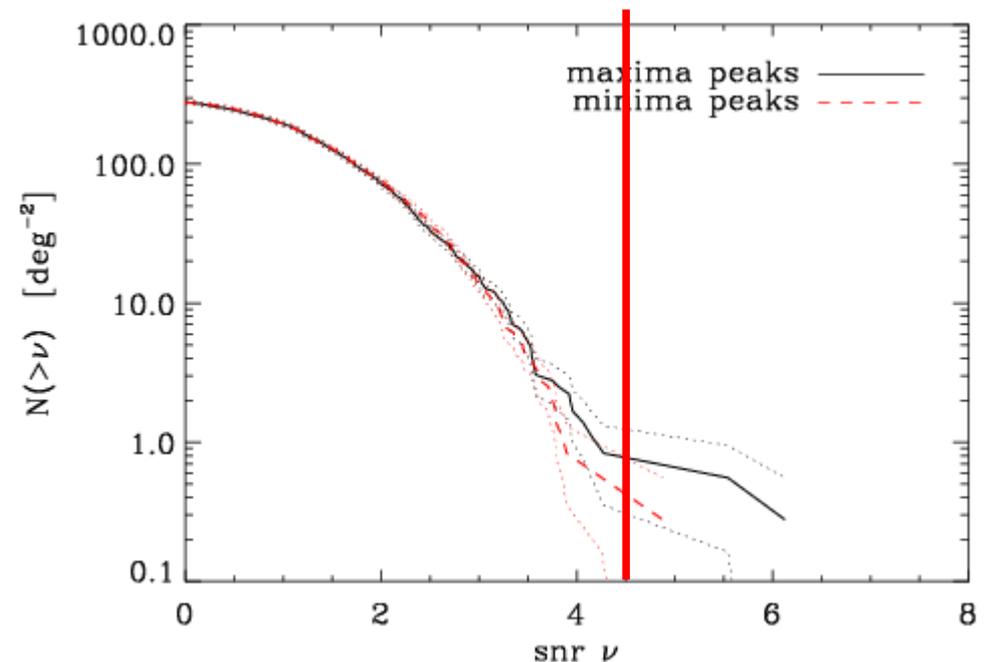
**CFHTLS**

# Statistique des pics de masse

- Comptages cumulatifs des pics de densité positifs et négatifs
- Non-gaussianité du champ de convergence
- Excès peu significatif (variance cosmique élevée et absence d'amas massifs dans les champs Deep)

À explorer plus en détails dans le CFHTLS-Wide, pour une analyse cosmologiques.

Dans le Deep, on se focalise sur l'identification des pics de masse et leurs propriétés (redshift, contre-parties optiques et X)



# “Lens tomography”

- Méthode purement photométrique d'estimation du redshift du déflecteur, basée sur ses propriétés de lentille
- Proposée par Wittman (2001, 2003) puis Hennawi & Spergel (2005).
- *Principe: dans le cas d'un déflecteur réel au redshift  $z_L$ , le signal de shear augmente avec le redshift de la source en fonction du terme*  
 $w(z_l, z_s) = D_{ls} / D_{os}$
- L'ajustement de cette fonction permet d'en déduire une valeur du redshift de la lentille.
- Méthode qui permet de tester la réalité du pic détecté

# “Lens tomography”

Implémentation: autour de chaque pic, le profil de shear est construit avec des sources dont le  $z(\text{phot})$  est connu.

En ajustant la lentille avec un profil de SIS ( $\sigma_v = 186.2 \text{ km s}^{-1} (\theta_E/1'')^{1/2}$ ) au redshift  $z_L$ , le shear s'écrit:

$$\gamma(\theta, z_s) = w(z_L, z_s) \frac{\theta_E}{2\theta}.$$

Application:

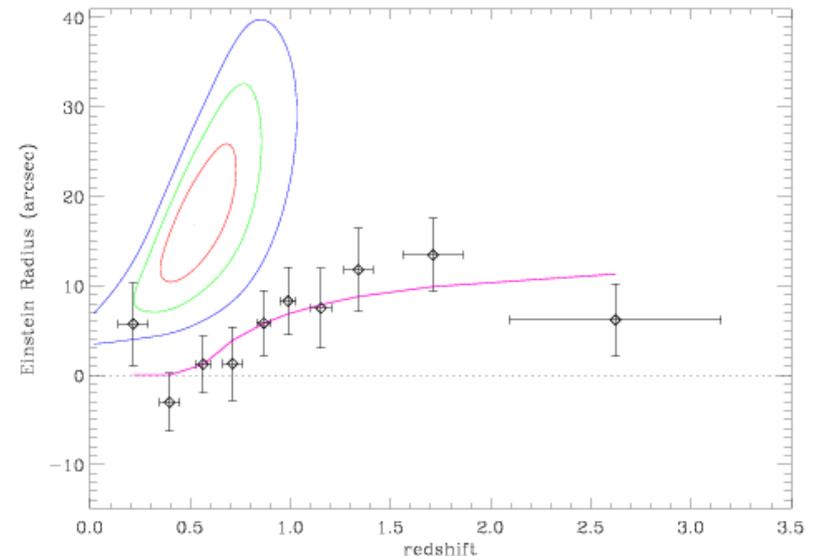
10 bins de redshift pour les sources ( $i' < 26$ )

Ajustement de la fonction de shear:

$z_L = 0.52 (+0.14, -0.11)$

$\theta_E = 17'' (+5.5'', -4.5'')$

$\sigma_V = 760 \pm 110 \text{ km/s}$



# “Lens tomography”

Résultats sur les 14 pics:

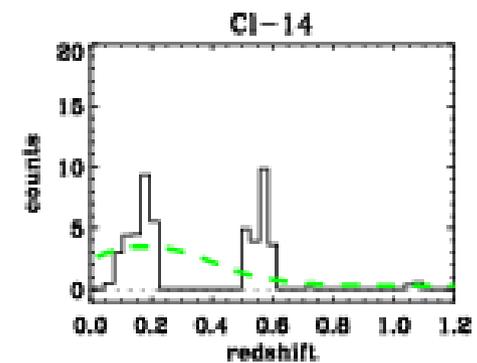
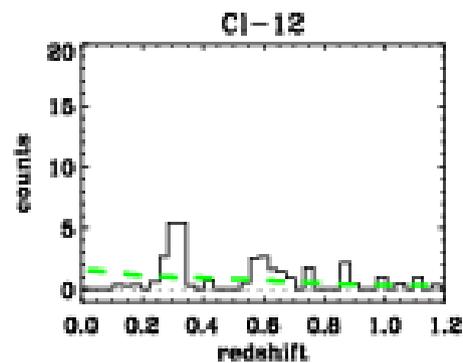
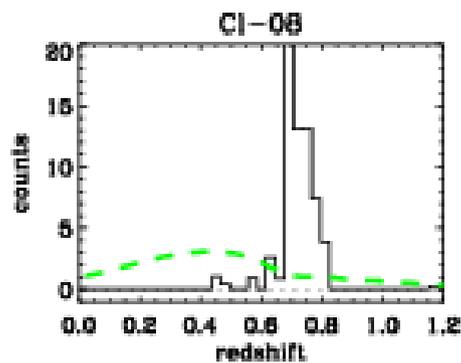
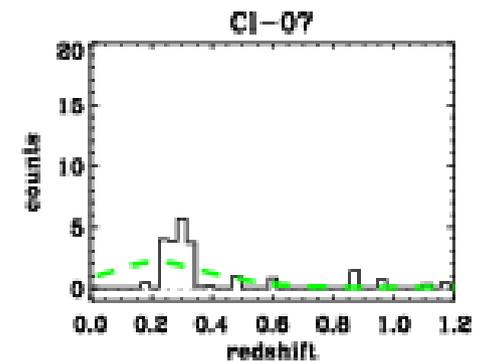
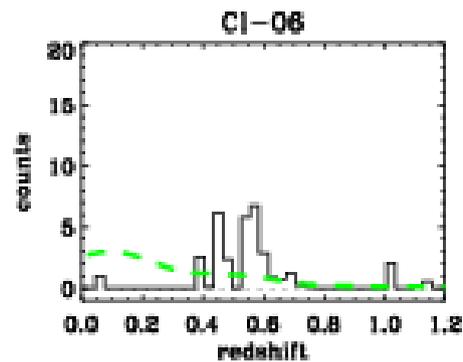
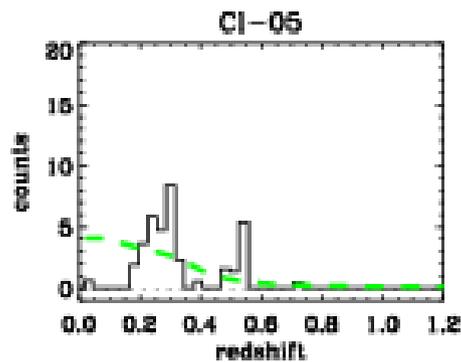
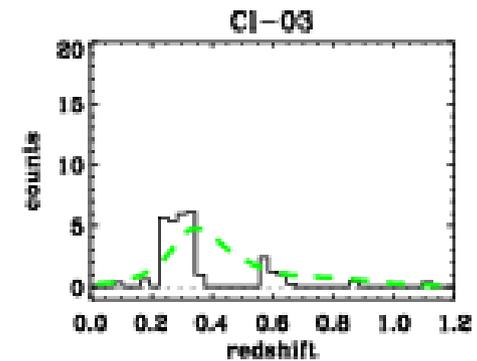
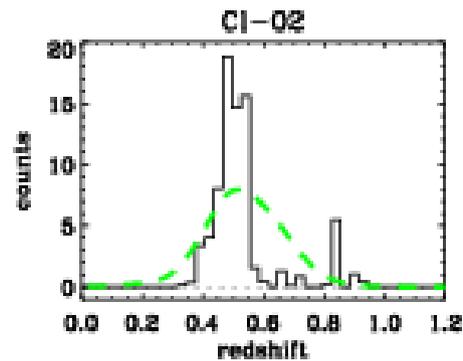
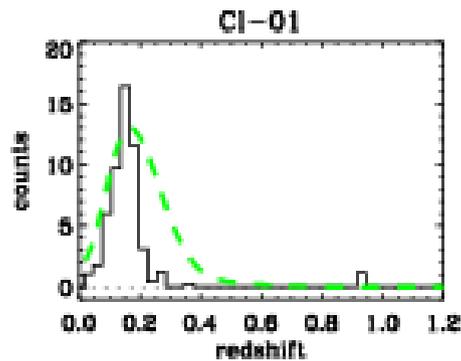
Aucun amas massif avec  $\sigma_V > 800$  km/s (pas d'amas d'Abell dans les champs Deep)

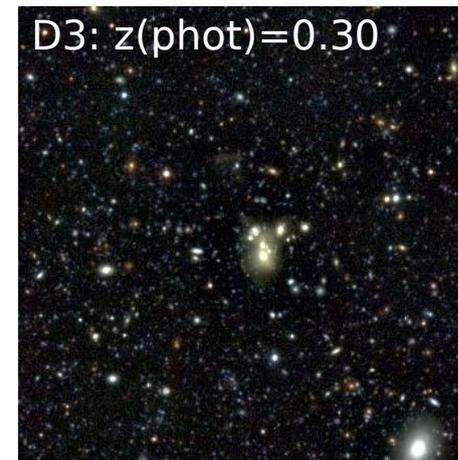
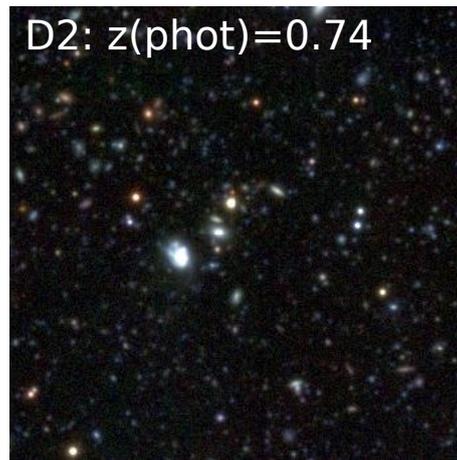
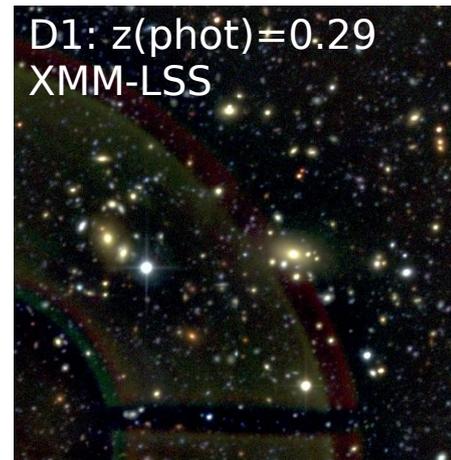
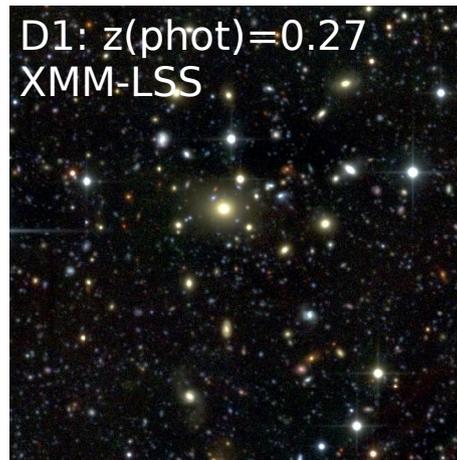
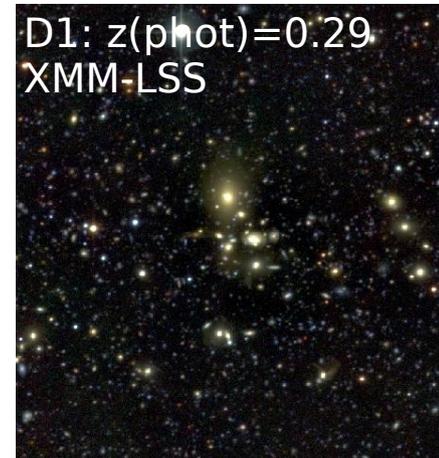
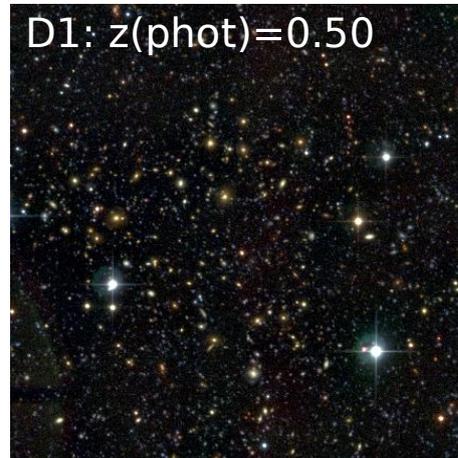
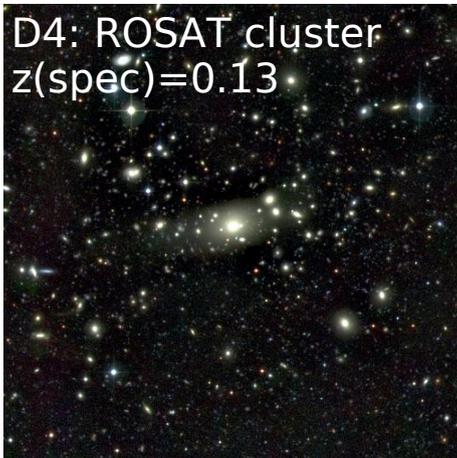
• 2 pics où la tomographie de converge pas (Cl-04 et Cl-12). Pics de bruit ou superpositions d'amas?

ID	Convergence peak					Optical counterpart(s)				X-ray counterpart	
	$\alpha$ J2000	$\delta$ J2000	$\nu$	$\sigma_{v,lens}$ km s <sup>-1</sup>	$z_{tomo}$	$\Delta(\alpha, \delta)$ arcsec	$z_{phot}$	$\sigma_{v,lens}$ km s <sup>-1</sup>	$\Lambda$	$L_X[0.5-2.0]$ 10 <sup>43</sup> erg/s	$T_X$ keV
Cl-01	22 <sup>h</sup> 16 <sup>m</sup> 58 <sup>s</sup>	-17° 25' 10"	6.2	680 <sup>+80</sup> <sub>-70</sub>	0.16 <sup>+0.10</sup> <sub>-0.08</sub>	(-8, 1)	0.139 <sup>+0.007</sup> <sub>-0.007</sub>	600 <sup>+85</sup> <sub>-105</sub>	56 <sup>+8</sup> <sub>-8</sub>	14.5 <sup>+0.2</sup> <sub>-0.2</sub> <sup>a</sup>	
Cl-02	02 <sup>h</sup> 24 <sup>m</sup> 27 <sup>s</sup>	-04° 50' 34"	5.5	760 <sup>+125</sup> <sub>-105</sub>	0.52 <sup>+0.14</sup> <sub>-0.11</sub>	(34, 13)	0.497 <sup>+0.011</sup> <sub>-0.011</sub>	683 <sup>+113</sup> <sub>-142</sub>	69 <sup>+9</sup> <sub>-9</sub>		
Cl-03	02 <sup>h</sup> 27 <sup>m</sup> 24 <sup>s</sup>	-04° 32' 19"	4.1	680 <sup>+110</sup> <sub>-100</sub>	0.35 <sup>+0.11</sup> <sub>-0.10</sub>	(2, -11)	0.286 <sup>+0.012</sup> <sub>-0.012</sub>	611 <sup>+88</sup> <sub>-108</sub>	27 <sup>+6</sup> <sub>-6</sub>	~ 1.5 <sup>b</sup>	1.02 <sup>+0.19</sup> <sub>-0.15</sub>
Cl-04	02 <sup>h</sup> 25 <sup>m</sup> 24 <sup>s</sup>	-04° 10' 48"	4.1	460 <sup>+90</sup> <sub>-90</sub>	0.00 <sup>+0.20</sup> <sub>-0.50</sub>	-	-	-	-	X	X
Cl-05	02 <sup>h</sup> 25 <sup>m</sup> 21 <sup>s</sup>	-04° 41' 33"	4.0	460 <sup>+155</sup> <sub>-100</sub>	0.06 <sup>+0.25</sup> <sub>-0.20</sub>	(27, 38)	0.269 <sup>+0.014</sup> <sub>-0.014</sub>	457 <sup>+116</sup> <sub>-159</sub>	21 <sup>+5</sup> <sub>-5</sub>	~ 5.2 <sup>c</sup>	2.02 <sup>+0.49</sup> <sub>-0.28</sub>
Cl-06	14 <sup>h</sup> 19 <sup>m</sup> 01 <sup>s</sup>	+52° 36' 43"	3.8	490 <sup>+120</sup> <sub>-120</sub>	0.09 <sup>+0.18</sup> <sub>-0.18</sub>	(-1, 2)	0.533 <sup>+0.025</sup> <sub>-0.025</sub>	654 <sup>+132</sup> <sub>-175</sub>	19 <sup>+5</sup> <sub>-5</sub>		
Cl-07	02 <sup>h</sup> 27 <sup>m</sup> 40 <sup>s</sup>	-04° 51' 38"	3.8	570 <sup>+130</sup> <sub>-120</sub>	0.22 <sup>+0.17</sup> <sub>-0.16</sub>	(-25, 11)	0.292 <sup>+0.019</sup> <sub>-0.019</sub>	521 <sup>+114</sup> <sub>-154</sub>	33 <sup>+7</sup> <sub>-7</sub>	~ 6.5 <sup>d</sup>	1.71 <sup>+0.15</sup> <sub>-0.11</sub>
Cl-08	10 <sup>h</sup> 01 <sup>m</sup> 21 <sup>s</sup>	+02° 22' 58"	3.7	635 <sup>+215</sup> <sub>-215</sub>	0.44 <sup>+0.18</sup> <sub>-0.29</sub>	(-3, -27)	0.735 <sup>+0.012</sup> <sub>-0.012</sub>	416 <sup>+331</sup> <sub>-416</sub>	156 <sup>+13</sup> <sub>-13</sub>		
Cl-09	09 <sup>h</sup> 59 <sup>m</sup> 42 <sup>s</sup>	+02° 32' 20"	3.7	680 <sup>+270</sup> <sub>-220</sub>	0.47 <sup>+0.17</sup> <sub>-0.20</sub>	-	-	-	-		
Cl-10	02 <sup>h</sup> 27 <sup>m</sup> 16 <sup>s</sup>	-04° 07' 37"	3.7	480 <sup>+90</sup> <sub>-90</sub>	0.16 <sup>+0.14</sup> <sub>-0.18</sub>	-	-	-	-	X	X
Cl-11	14 <sup>h</sup> 20 <sup>m</sup> 28 <sup>s</sup>	+52° 59' 22"	3.6	400 <sup>+170</sup> <sub>-150</sub>	0.35 <sup>+0.15</sup> <sub>-0.50</sub>	-	-	-	-		
Cl-12	14 <sup>h</sup> 19 <sup>m</sup> 02 <sup>s</sup>	+53° 08' 44"	3.6	330 <sup>+110</sup> <sub>-110</sub>	0.00 <sup>+0.36</sup> <sub>-0.50</sub>	(42, -14)	0.296 <sup>+0.023</sup> <sub>-0.023</sub>	401 <sup>+149</sup> <sub>-272</sub>	35 <sup>+7</sup> <sub>-7</sub>		
Cl-13	10 <sup>h</sup> 01 <sup>m</sup> 30 <sup>s</sup>	+01° 53' 04"	3.6	530 <sup>+80</sup> <sub>-110</sub>	0.18 <sup>+0.11</sup> <sub>-0.15</sub>	-	-	-	-		
Cl-14	02 <sup>h</sup> 25 <sup>m</sup> 29 <sup>s</sup>	-04° 15' 34"	3.6	460 <sup>+150</sup> <sub>-140</sub>	0.16 <sup>+0.50</sup> <sub>-0.20</sub>	(23, 72)	0.153 <sup>+0.011</sup> <sub>-0.011</sub>	289 <sup>+144</sup> <sub>-289</sub>	2.0 <sup>+1.4</sup> <sub>-1.4</sub>	~ 2.4 <sup>e</sup>	1.34 <sup>+0.21</sup> <sub>-0.10</sub>
						(3, -10)	0.569 <sup>+0.024</sup> <sub>-0.024</sub>	479 <sup>+184</sup> <sub>-351</sub>	25 <sup>+5</sup> <sub>-5</sub>	X	X



# Contre-parties optiques et redshifts photométriques





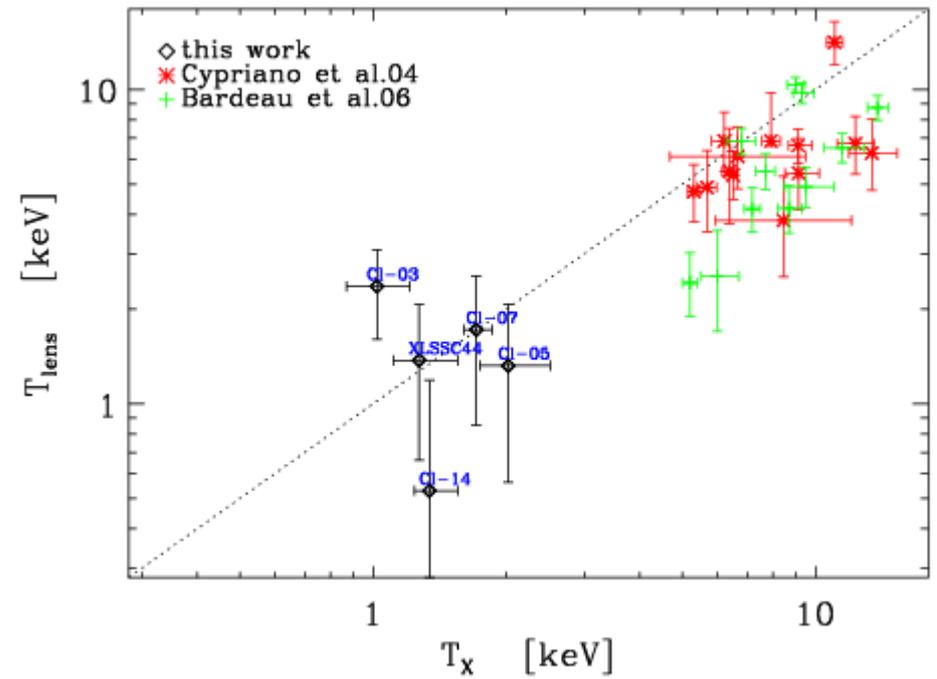
# Comparaison D1 / XMM-LSS

- Sur les 7 pics à  $\text{SNR} > 3.5$  de D1, 4 sont détectés en X, un est situé dans une région non-observée par XMM et 2 n'ont pas de contre-partie optique (pics de bruit?)
- Sur les 9 amas de XMM-LSS situés dans D1, 4 sont détectés en weak lensing, un 5ème correspond à un pic à  $\text{SNR}=3.4$ , 4 correspondent à des redshifts trop bas ( $\sim 0.05$ ) ou trop haut ( $\sim 1$ ) pour une détection efficace en WL

- Comparaison  $T_X / T_{\text{lens}}$  :

$$k_B T_{\text{lens}} = \mu m_H \sigma_v^2$$

amas WL = amas peu massifs  
propriétés lensing  $\sim$  propriétés X  
(DM vs gaz/baryons)



# Conclusions

- Amas détectés par WL dans le CFHTLS-Deep: amas peu massifs (pas d'amas connus), de redshift  $\sim 0.3$  (1 seule détection à  $z \sim 0.7$ ), de dispersion de vitesse comprise entre 400 et 700 km/s.
- Détection réaliste avec un seuil en rapport S/B de l'ordre de 3.5 (environ 35% de fausses détections)
  - Plus de la moitié des pics situés dans D1 à  $z \sim 0.3$  (variance cosmique + meilleure qualité des données)
- Mise en place de la méthode de tomographie: efficace à condition que les redshifts photométriques soient utilisables pour les sources d'arrière-plan

# Extrapolation au Wide

- Extrapolation au Wide: données moins profondes, densité de sources moins élevée --> détection de pics de masses plus grandes, et seuil de détection relevé à 4-4.5 (structures de masse intermédiaires perdues).
- Premières cartes de densité de masse et analyse des pics en cours

W1

