

Prospective PNCG et astronomie X

M. Arnaud (CEA-Service d'Astrophysique)
consultation du CS du PNCG

24/09/13

Journee de Prospective X

Monique ARNAUD

Extrait document prospective INSU 2009

Tableau 1 : projets sol/espace à implication française de fort intérêt pour le PNCG d'ici 2025 et leurs priorités :
P0, top priorité Astronet soutenue par le PNCG, P1, stratégie/performances à évaluer, financé ou hors évaluation

Type de projet	CMB	Epoque de la réionisation et premiers objets	Gaz intra-amas et AGN	ISM, dynamique du gaz, formation d'étoiles dans les galaxies	Grandes structures et énergie noire : relevés grand champ	Evolution des populations de galaxies et des amas: grands relevés	Archéologie et dynamique galactique	Ondes gravitationnelles et détection de matière noire
Projets Espace acceptés	Planck	JWST SVOM	XMM	Herschel Planck		JWST Planck XMM	Gaia	LISA-PF
Projets Espace non encore acceptés		IXO	IXG	SPICA	EUCLID	IXG SPICA		LISA
Projets Sol financés		ALMA LOFAR	LOFAR	ALMA VLT/VLTI (2 nd Gen)*	SDSS-III Demo-HSHS VST/VISTA	VLT/VLTI (2 nd Gen)* VST/VISTA	VLT/VLTI (2 nd Gen)* SDSS-III VST/VISTA	LHC Pre-EURECA
Projets Sol non encore financés	Expériences polarisation	E-ELT [†] SKA	SKA Pre-SKA	E-ELT [†] SKA Pre-SKA NOEMA CCAT	MegaCam-u LSST BigBOSS SKA P-STARRS4 Pre-SKA IMAKA Next-Gen WFS	E-ELT [†] SKA Pre-SKA CCAT	Suivi Gaia LSST E-ELT [†] P-STARRS4 IMAKA Next-Gen WFS	EURECA
Simulations numériques	Simulations numériques post-HORIZON (JADE, Bluegene-P, Platine)							

* X-Shooter, KMOS, MUSE, GRAVITY, MATISSE

† EAGLE, CODEX, MICADO, HARMONI, METIS, OPTIMOS

24/09/13

Journee de Prospective X

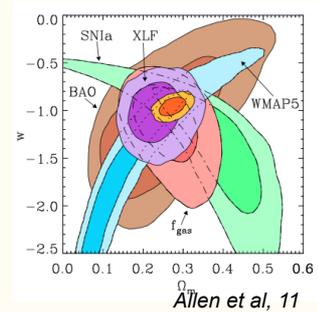
Monique ARNAUD

Les thèmes du PNCG

Physique et contenu de l'Univers

- Modèles de l'Univers primordial
- Matière baryonique
- Matière noire
- Énergie noire

Les amas
sonde cosmologique
& concentration de MN



Evolution des structures de l'Univers

- Fonds diffus (rayonnement de fond cosmologique)
- Populations de galaxies
- Groupes et amas de galaxies
- Milieu intergalactique

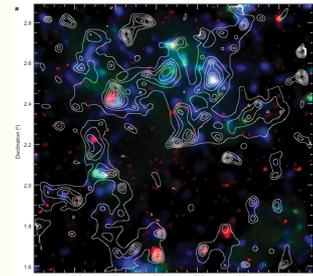
La composante chaude et énergétique
(MIA, WHIM, AGN, vents/halos)

Formation et évolution des galaxies

- Réionisation
- Premiers objets (NAG et galaxies à flambées d')
- Physique des galaxies à toute époque
- Rôle de l'environnement

Galaxies résolues en étoiles

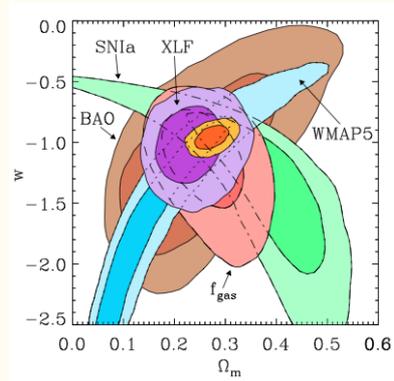
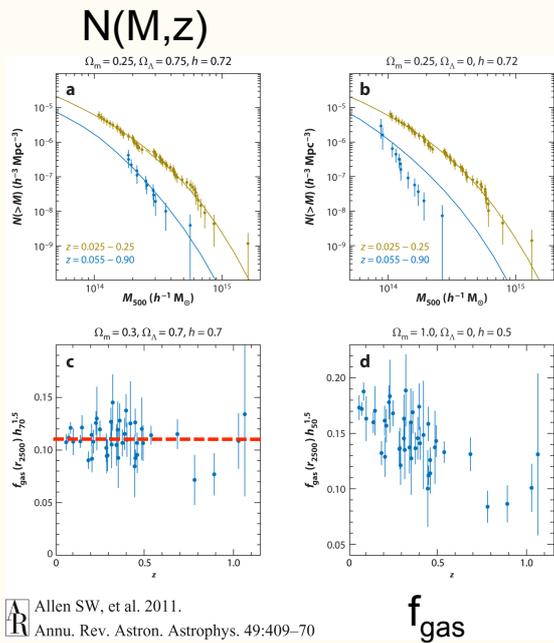
- Formation des étoiles à petite échelle (relation avec le MIS)
- Populations stellaires
- Dynamique et sous-structures



Massey et al, 07

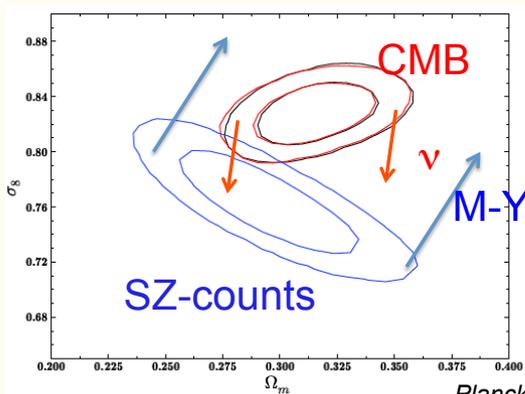
Physique et
contenu de l'Univers

Cosmologie avec les amas (en X)

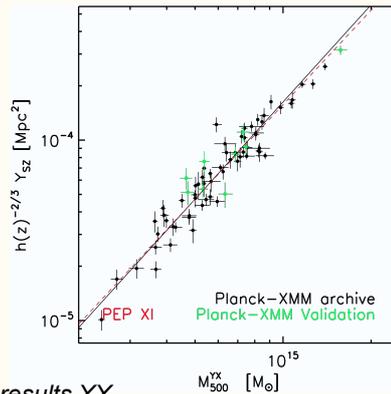


Sonde(S) complémentaires des BAOs, SN, CMB

aussi fonction de corrélation



Planck 2013 results XX

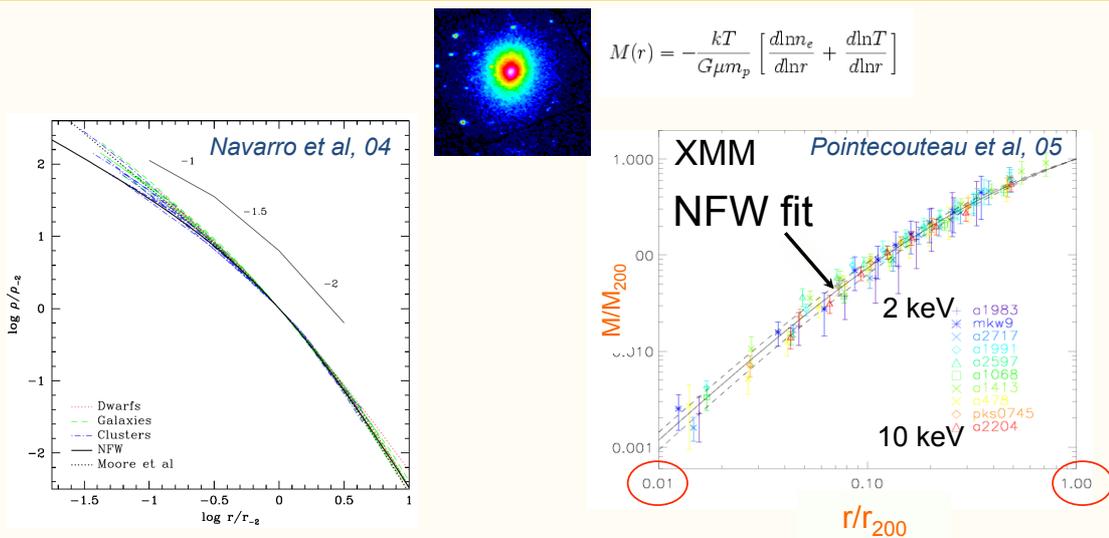


Nouveaux grands relevés SZ (Planck/SPT/ACT)

Clé: les systématiques ! Fonction de sélection et relation masse-observable

Comparer/combiner - relevés SZ ; optique/lensing (Euclid), X (eRosita)
- masse HE, lensing, optique, simulés...

Matière Noire



Test scenario Λ CDM de structuration de MN
Nature de la MN (eg self interaction cross section)

Questions: cohérence lensing/X-ray (eg c-M) systématiques!
Test sur toute population et versus z

X-ray/EUCLID

et aussi

- Contrainte sur H_0 et/ou la variation de la constante de structure fine à partir des mesures SZ et X des amas (Galli et al, 2013)

$$\frac{Y_{SZ} D_A^2}{Y_X} = C_{X SZ} \frac{\int n_e(r) T(r) dV}{T_X(R) \int n_e(r) dV}$$

$$C_{X SZ} = \frac{\sigma_T}{m_e c^2} \frac{1}{\mu_e m_p}$$

$$\sigma_T = \frac{8\pi}{3} \frac{\hbar^2}{m_e^2 c^2} \alpha^2$$

- Test de GR à partir de la fonction de masse des amas ou de la raie du Fer émise au voisinage des trous noirs

Evolution des structures de l'Univers

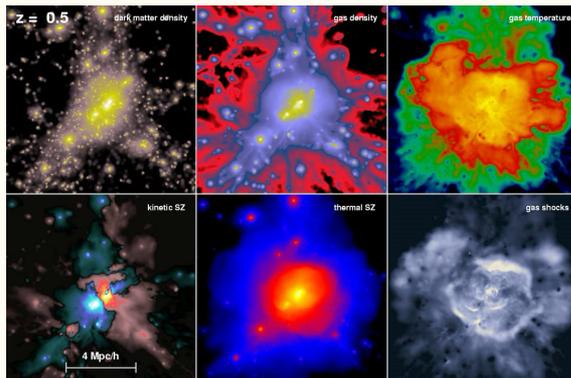
Formation et évolution des galaxies

24/09/13

Journee de Prospective X

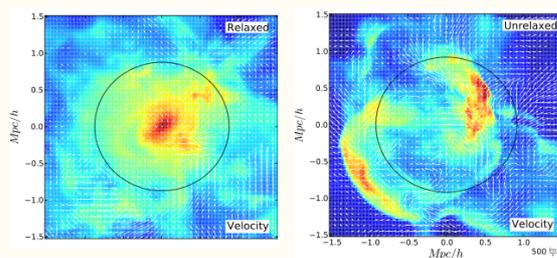
Monique ARNAUD

Les amas de galaxies



Physique de la formation et évolution des groupes et des amas de galaxies

- Distribution de matière noire versus z !
- Evolution (thermo) dynamique des baryons dans potentiel MN
 - ⇒ Origine de l'excès entropie
 - ⇒ Composante thermique et non thermique
 - ⇒ Effet environnement sur histoire des galaxies



- Production et circulation des métaux

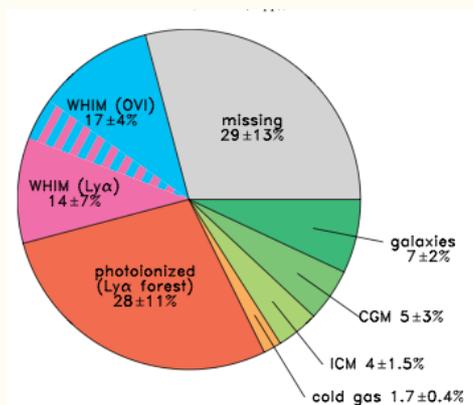
mesures X: densité, température; vitesses, abondances

24/09/13

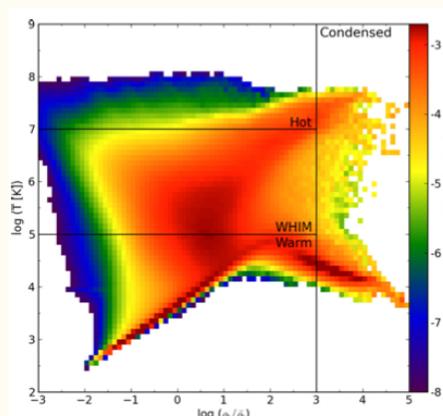
Journee de Prospective X

Monique ARNAUD

Le Milieu intergalactique



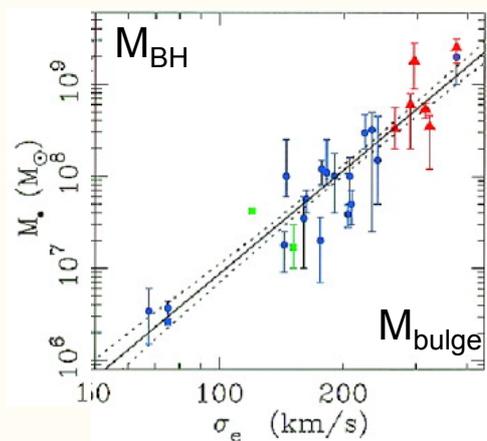
Shull et al., 12



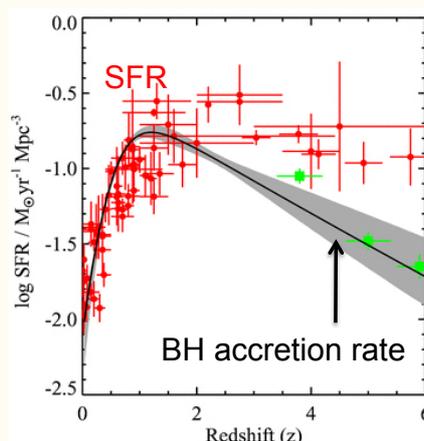
Missing baryons @ z=0
Only upper limit in X-ray absorption

2012). The most critical observations for the WHIM census may require a next generation of X-ray spectrographs to measure the weak absorption lines of O VII λ 21.602, O VIII λ 18.969, and other He-like and H-like lines of abundant metals (C V, C VI, N VI, N VII). As discussed by Yao et al. (2012), this requires high-throughput spectrographs ($E \approx 0.3$ – 1.0 keV) with energy resolution $E/\Delta E > 4000$ sufficient to resolve O VII absorbers with mÅ equivalent width. For weak lines, the predicted O VII equivalent widths are $W_\lambda = (2.88 \text{ mÅ}) (N_{\text{O VII}}/10^{15} \text{ cm}^{-2})$.

Formation et évolution des galaxies



Gebhardt et al., 2000



Aird et al., 2010

Coévolution des trous noirs centraux et de la population stellaire des galaxies

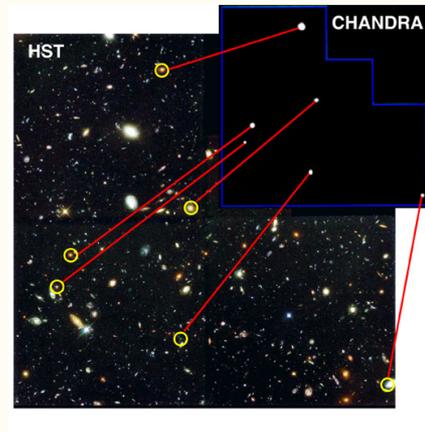
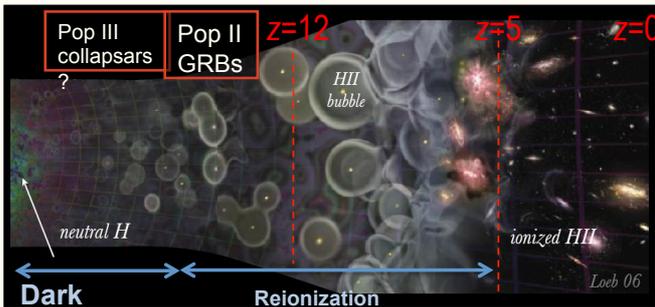
Histoire cosmologique de la croissance des SMBH

- Relevés X

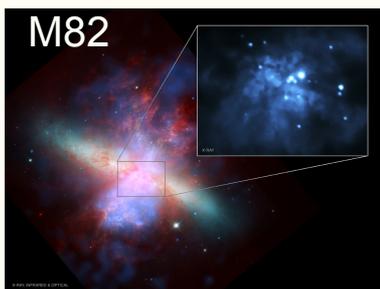
Seul diagnostic non ambigu de NAG, incl *enfouis*, et mesure de puissance
 ⇒ détection des premiers SMBH ($z > 6$)
 ⇒ évolution de la fonction de luminosité X et absorption intrinsèque
 (y compris 'Compton thick' AGN)

- GRB: localisation X et spectre en absorption

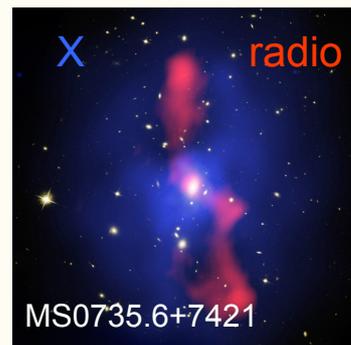
⇒ Galaxies et MIG à grand z
 ⇒ re-ionisation et enrichissement
 ⇒ par les premières étoiles



Physique du 'feedback'



Par les AGNs et les SN dans les galaxies



Au centre (cœur froids) des amas

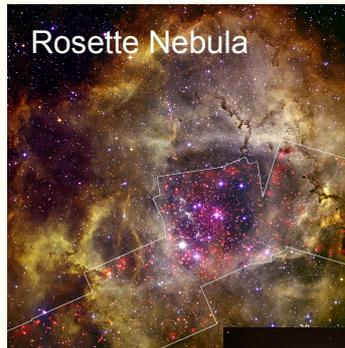
propriétés thermo-dynamique du MIS (inc vitesses, ionisation)

- Dissipation et distribution de énergie dans le MIS et MIA (via jets et vent) ?
- Processus d' auto régularisation ?
 Refroidissement, formation stellaire, 'nourriture' BH

Galaxies résolues en étoiles

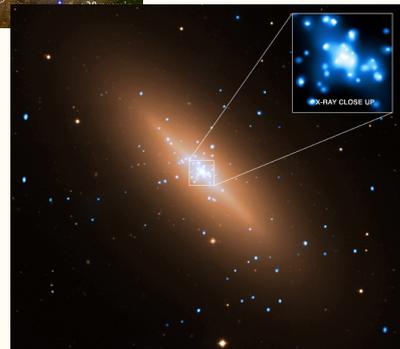
- Formation des étoiles à petite échelle (relation avec le MIS)
- Populations stellaires
- Dynamique et sous-structures

Regions de formation d étoiles
Interface PNPS



Population des systèmes binaires
(avec trou noir ou étoile à Neutron)
interface PNHE

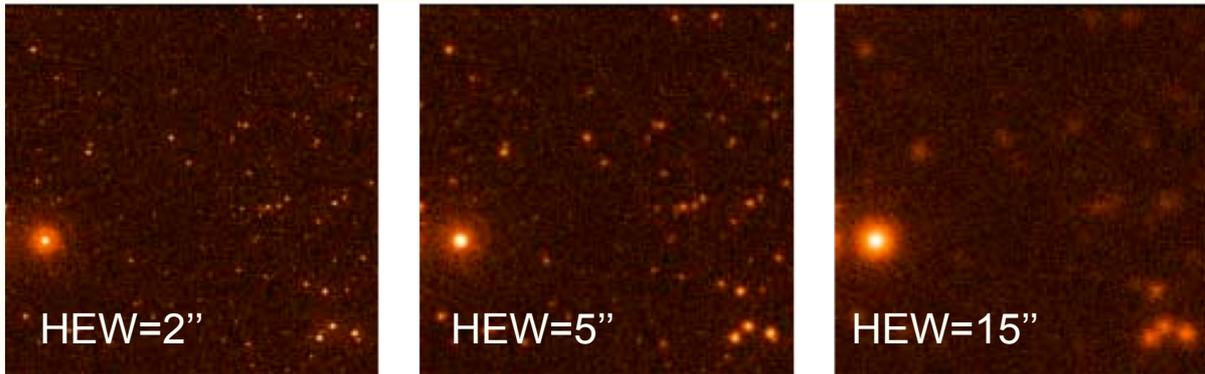
Phase chaude du MIS
Interface PCMI (et cf plus haut)



Performances instrumentales

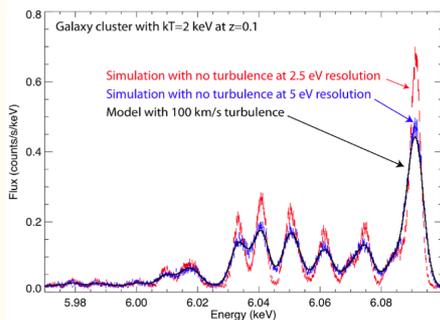
- Pas/peu important: aspect temporel
 - resolution (cf PNHE pour ejection/accretion NAG)
 - Taux de comptage maximum
 - Observation ininterrompue
 - Rapidité de pointage (sauf GRB)
- Essentiel spectro-imagerie de (amas, WHIM, NAG, galaxies)
 - Résolution spatiale et spectrale
 - Bande passante, surface effective et niveau de fond
 - Champ de vue
-

Résolution spatiale

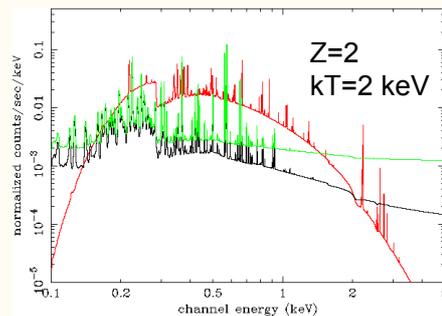


- Limite de confusion des relevés
- Séparer AGN dans amas (centre à grand z; périphérie)
- Résoudre les galaxies
 - Séparer Binaires/ISM dans galaxies proches
 - Résoudre à « grand » z ($5'' = 5 \text{ kpc} @ z=0.05$)

Résolution spectrale

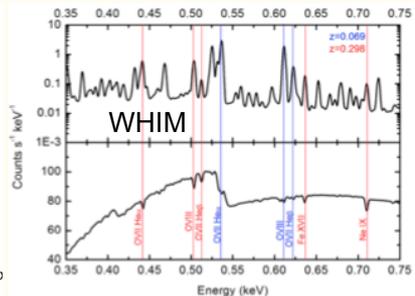
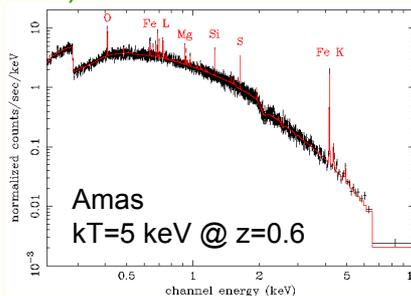
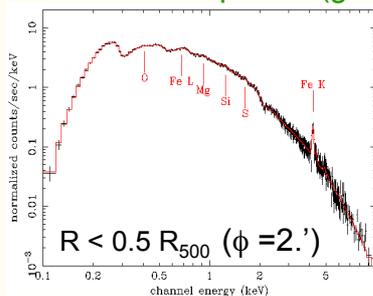


ET



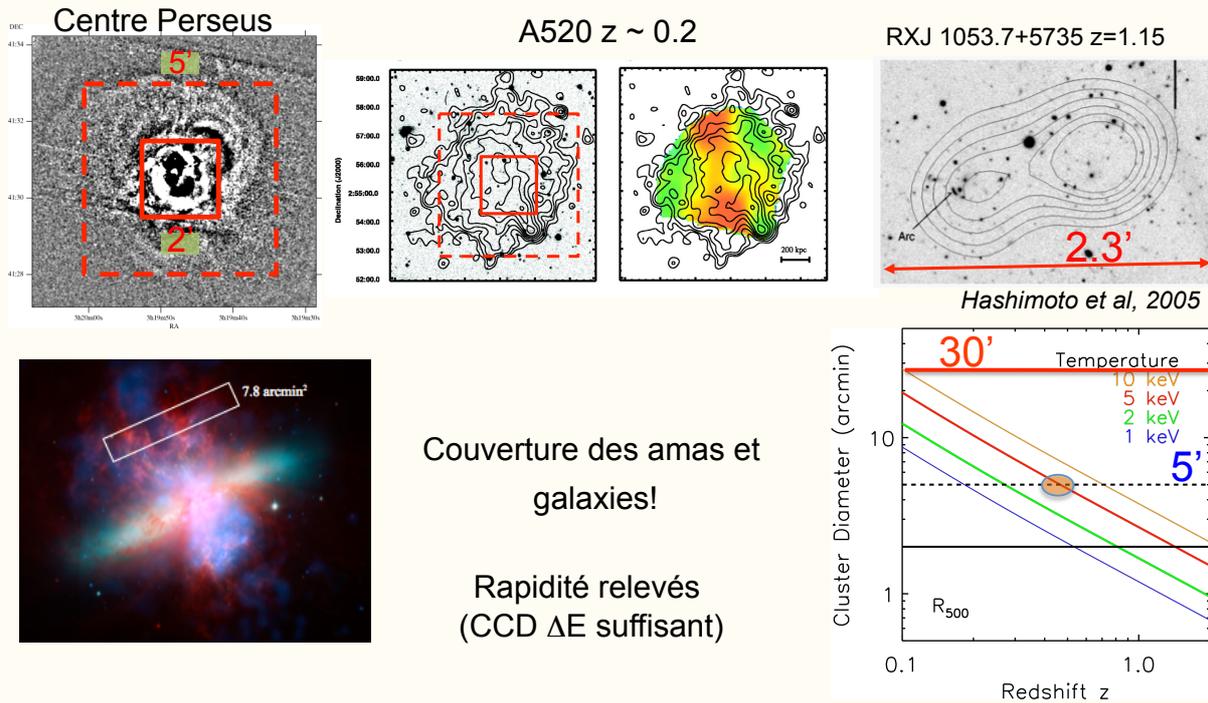
Mesure de vitesses/turbulence
Plasmas complexes (galaxies)

Séparer raie/CXB
Bas fond particule essentiel!



S/N de raie (sur continu en emission ou en absorption)

Champ de vue

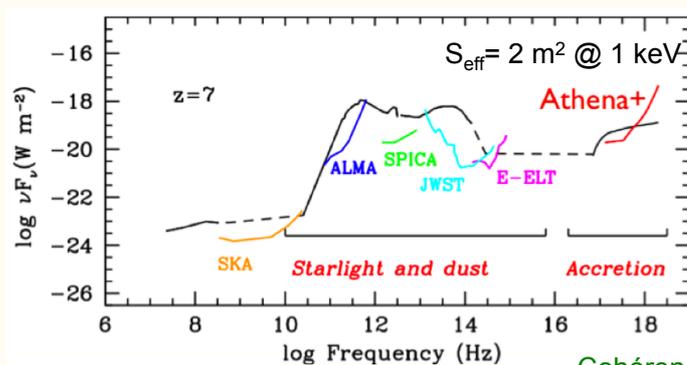


24/09/13

Journee de Prospective X

Monique ARNAUD

Bande énergie & surface effective



Cohérence grands observatoires

- Surface effective
 - étude de univers lointain (amas, AGN)
 - 'remplir' les bins de résolution
- Bande énergie
 - E -> 10 keV raie du Fer et continu
 - E > 10 keV: non thermique amas; AGN très enfouis

24/09/13

Journee de Prospective X

Monique ARNAUD

Conclusion

Physique et contenu de l'Univers

- Les amas sonde cosmologique
- Test modèle LCDM de structuration de MN

Evolution des structures de l'Univers

Formation et évolution des galaxies

- La composante chaude et énergétique (MIA, WHIM, AGN, vents/halos)
- Les baryons manquants
- Formation et évolution des amas
- Co evolution du trou noir central et des étoiles dans les galaxies

Performances instrumentales essentielles

- spectro-imagerie galaxies/amas
- Résolution spatiale et spectrale
- Bande passante, surface effective et niveau de fond
- Champ de vue