

Interaction entre le fond diffus cosmologique et les amas de galaxies : L'effet Sunyaev-Zel'dovich

Guillaume HURIER



Hurier Guillaume

Journées jeunes chercheurs

25 novembre, 2010

Interaction entre le fond diffus cosmologique et les amas de galaxies

Sommaire

- Le fond diffus cosmologique

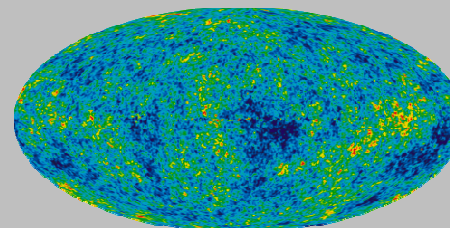
- Historique
- Origine physique

- Les amas de galaxies

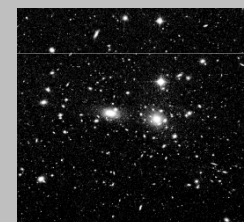
- Formation
- Observables

- L'effet SZ

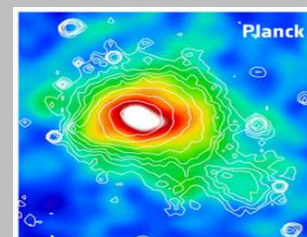
- Extraction du signal
- Physique des amas
- SZ diffus



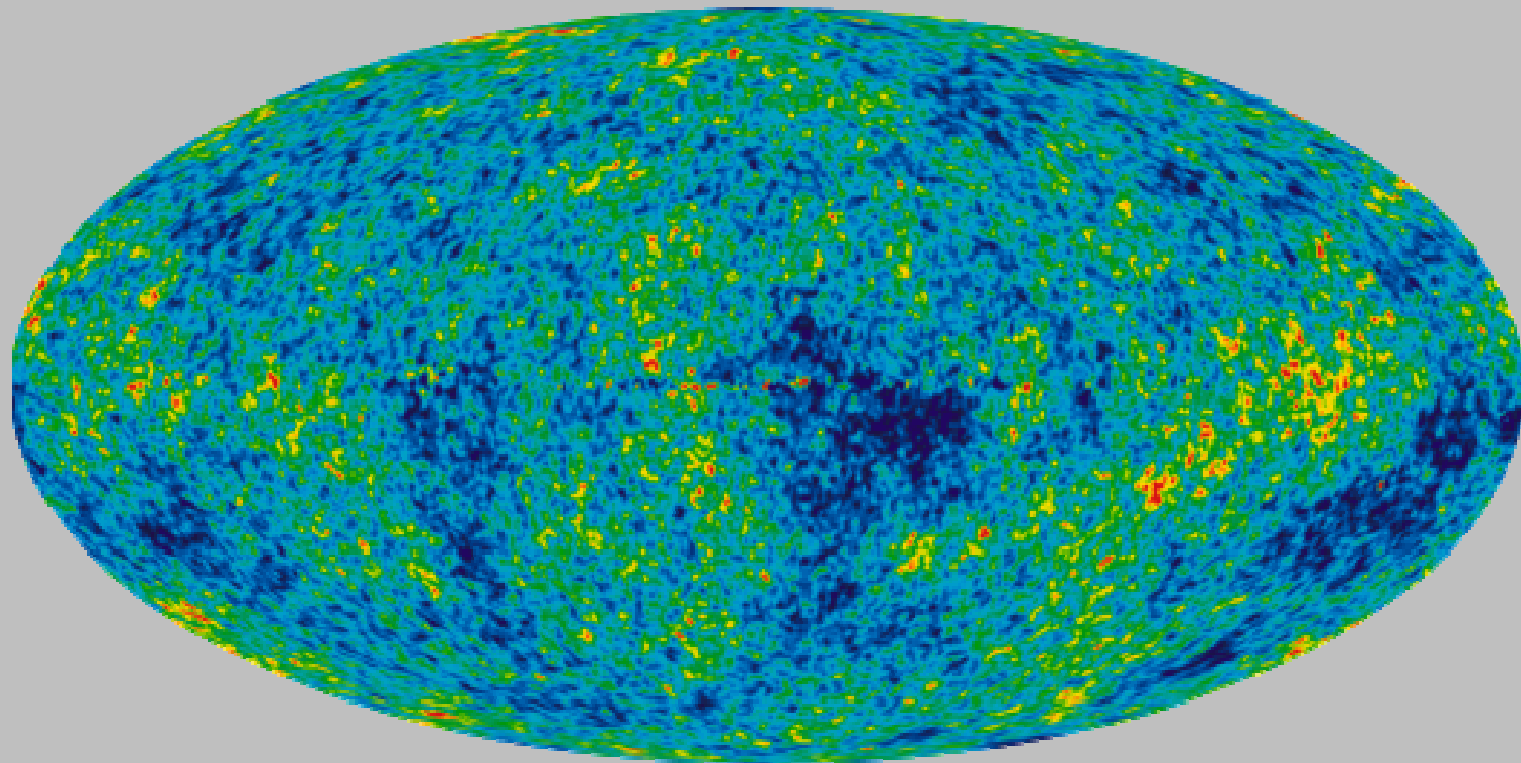
+



=



Le fond diffus cosmologique



Bref historique

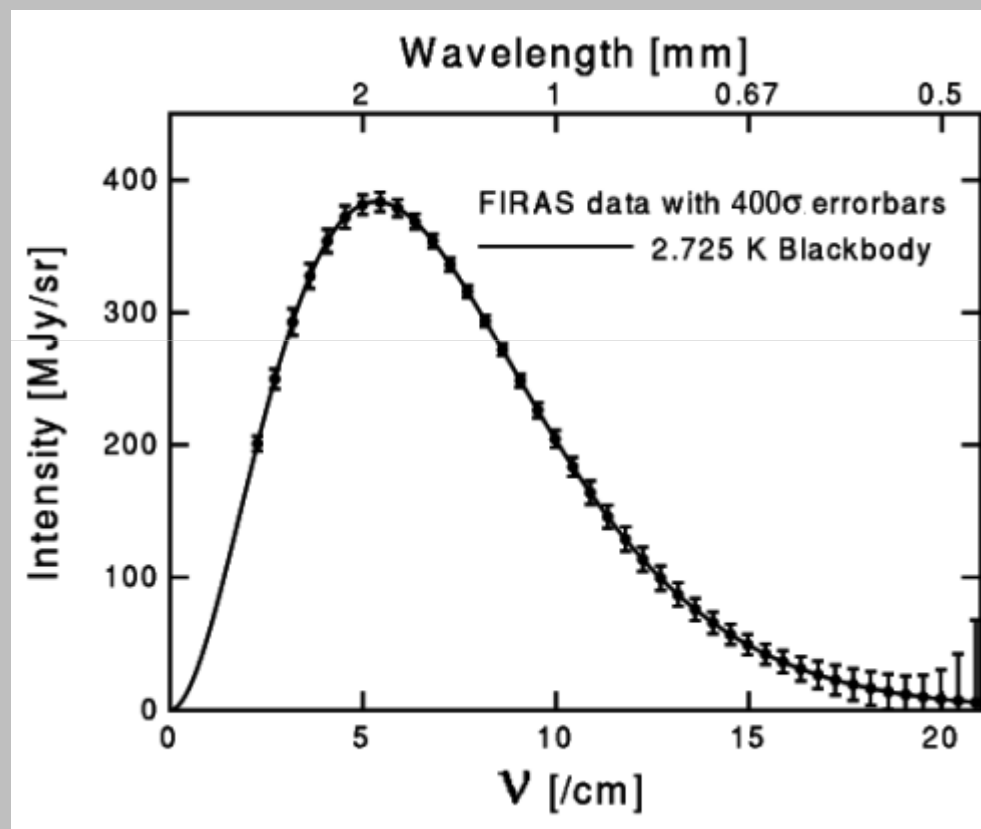
Prédit dès 1948 par G.Gamow



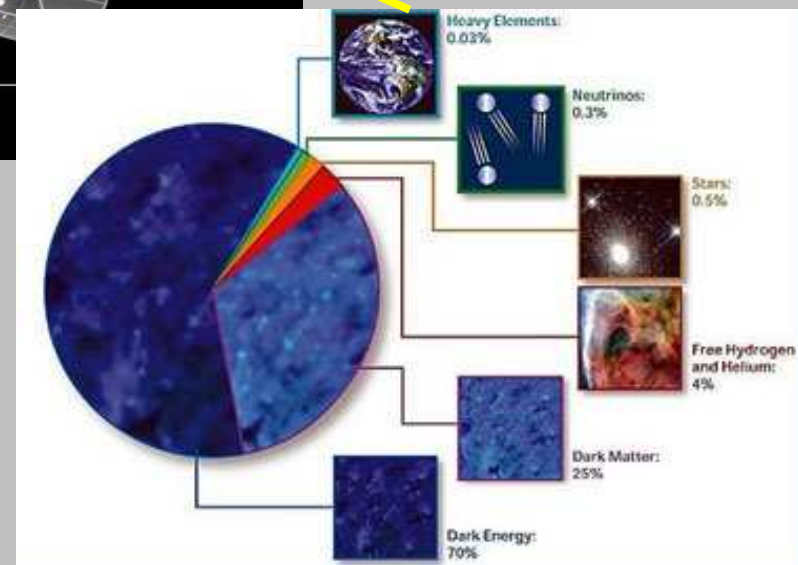
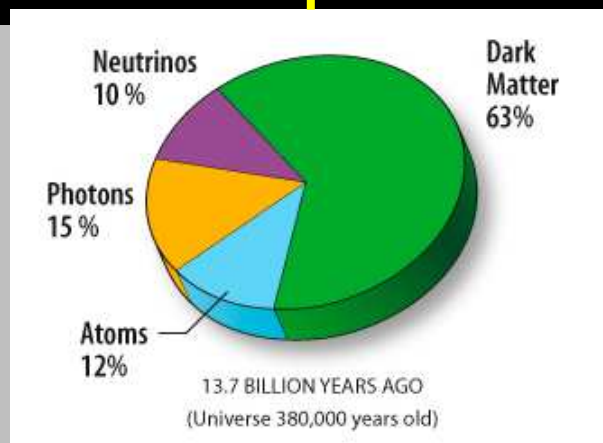
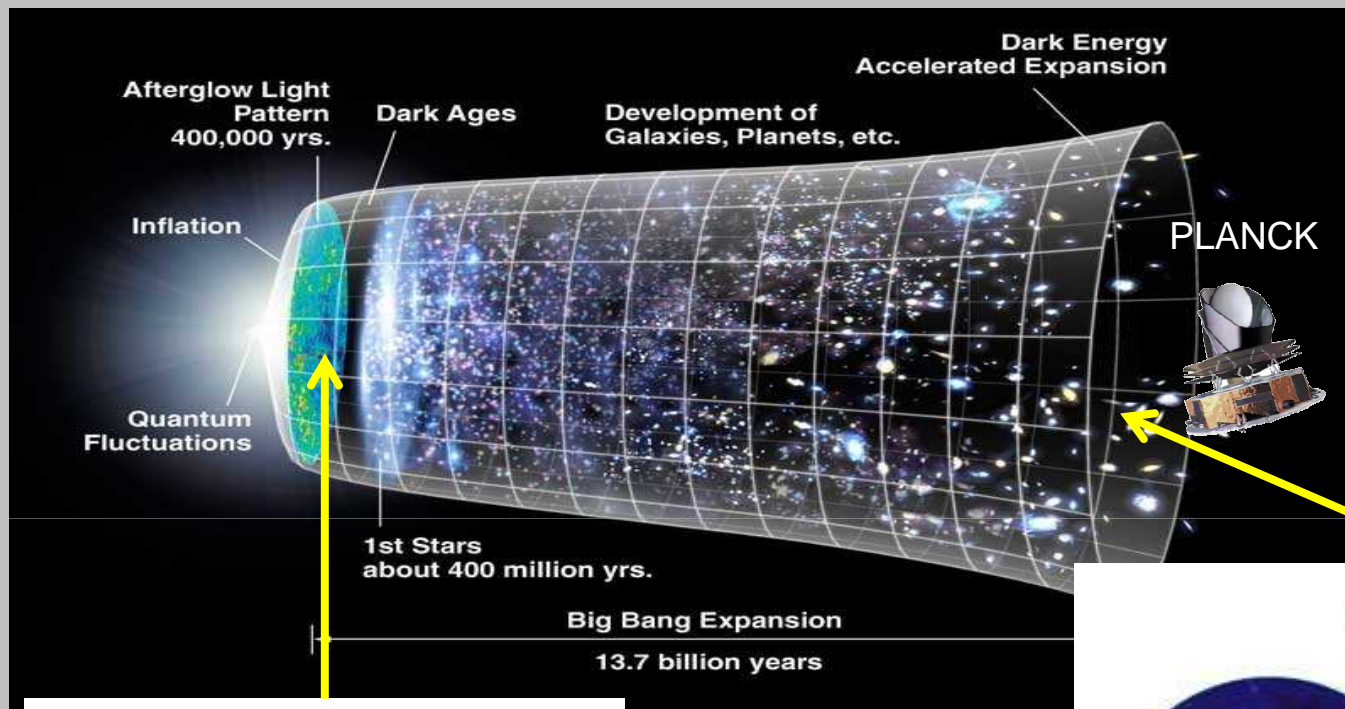
Découvert en 1964 par
A.Penzias et R.Wilson



Mesuré pour la première fois
avec précision en 1991 par
le satellite COBE

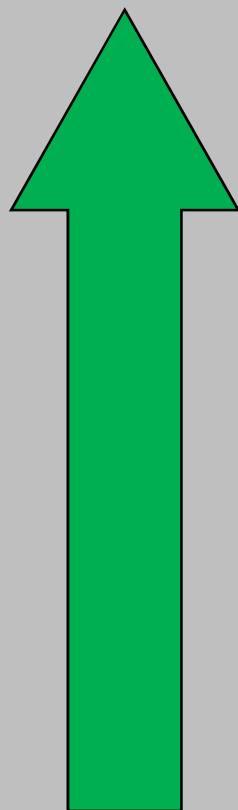


Une brève histoire de univers

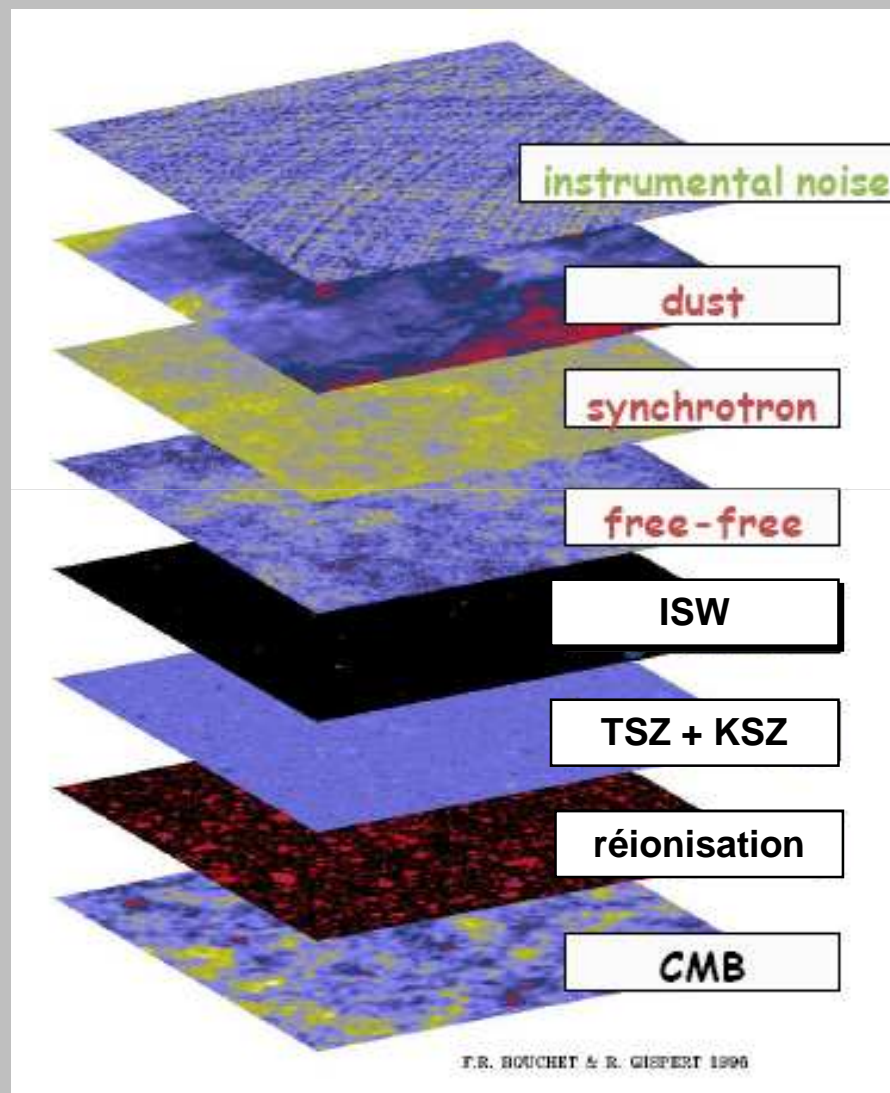


Le sandwich cosmique

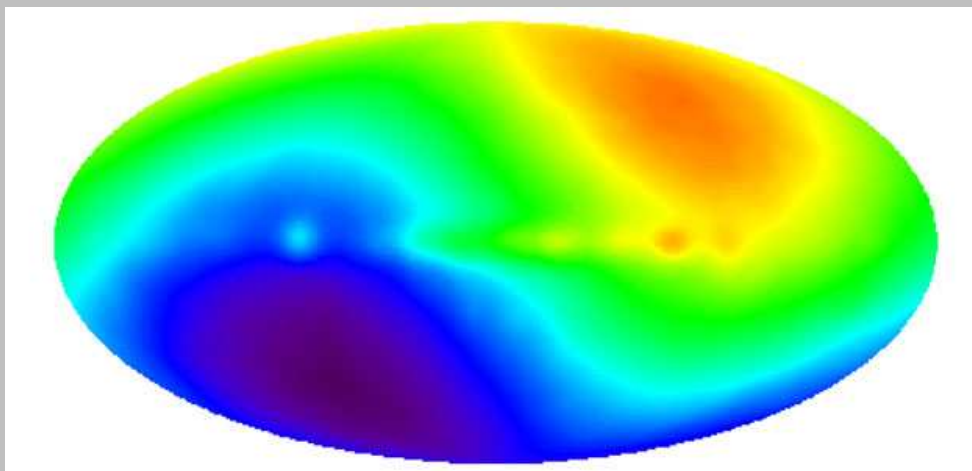
Observation



Émission



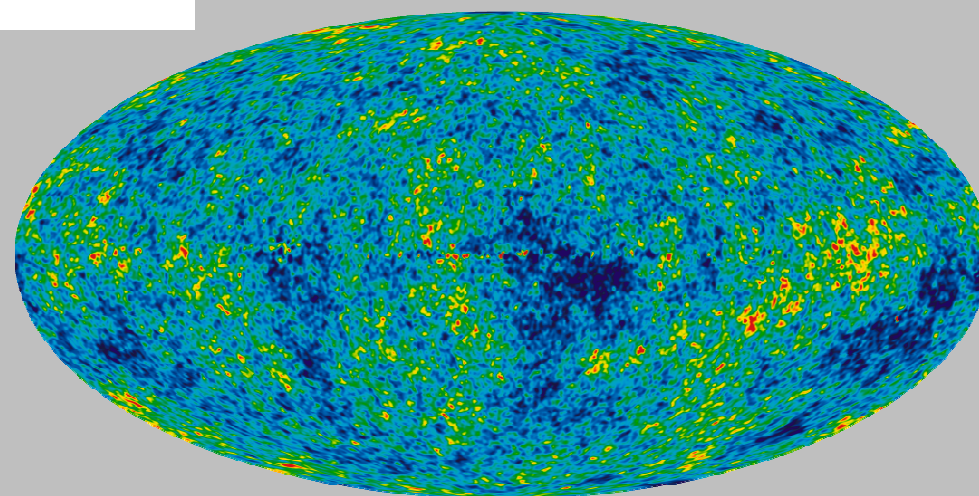
Les anisotropies en température du CMB



~3.0 mK

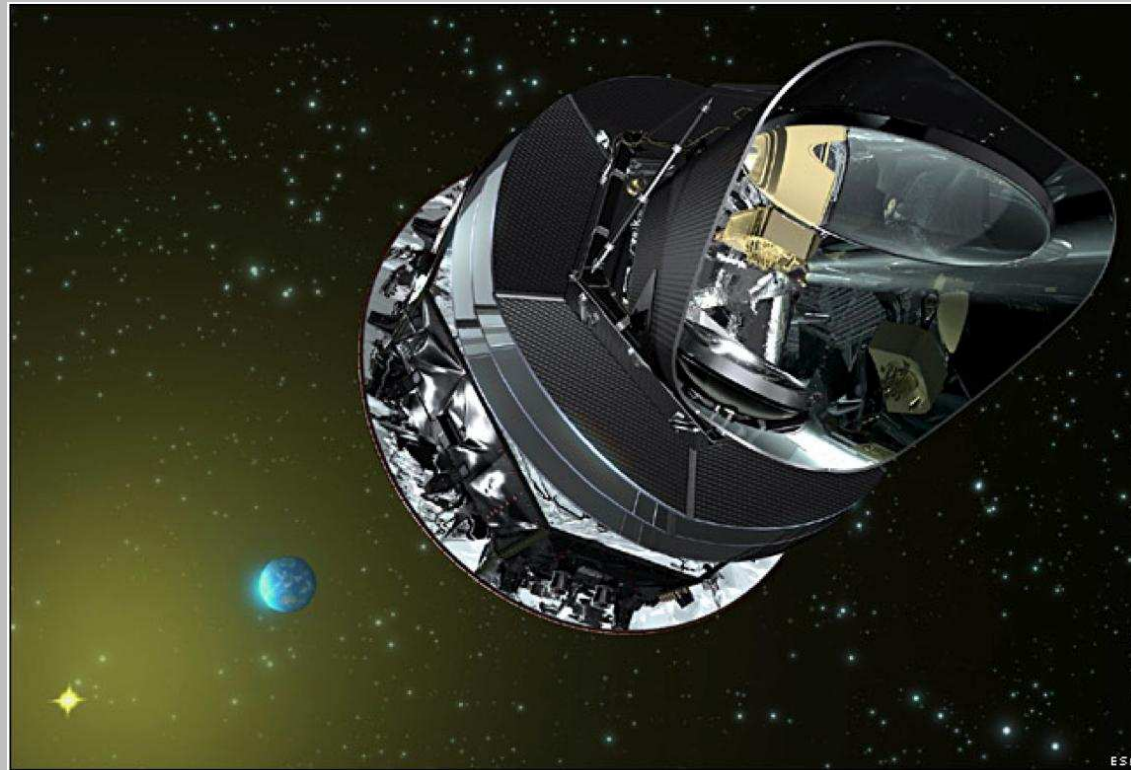
Le dipôle : Produit par le mouvement de la terre par rapport à la surface de dernière diffusion

Les anisotropies multipolaire qui nous renseigne sur la cosmologie



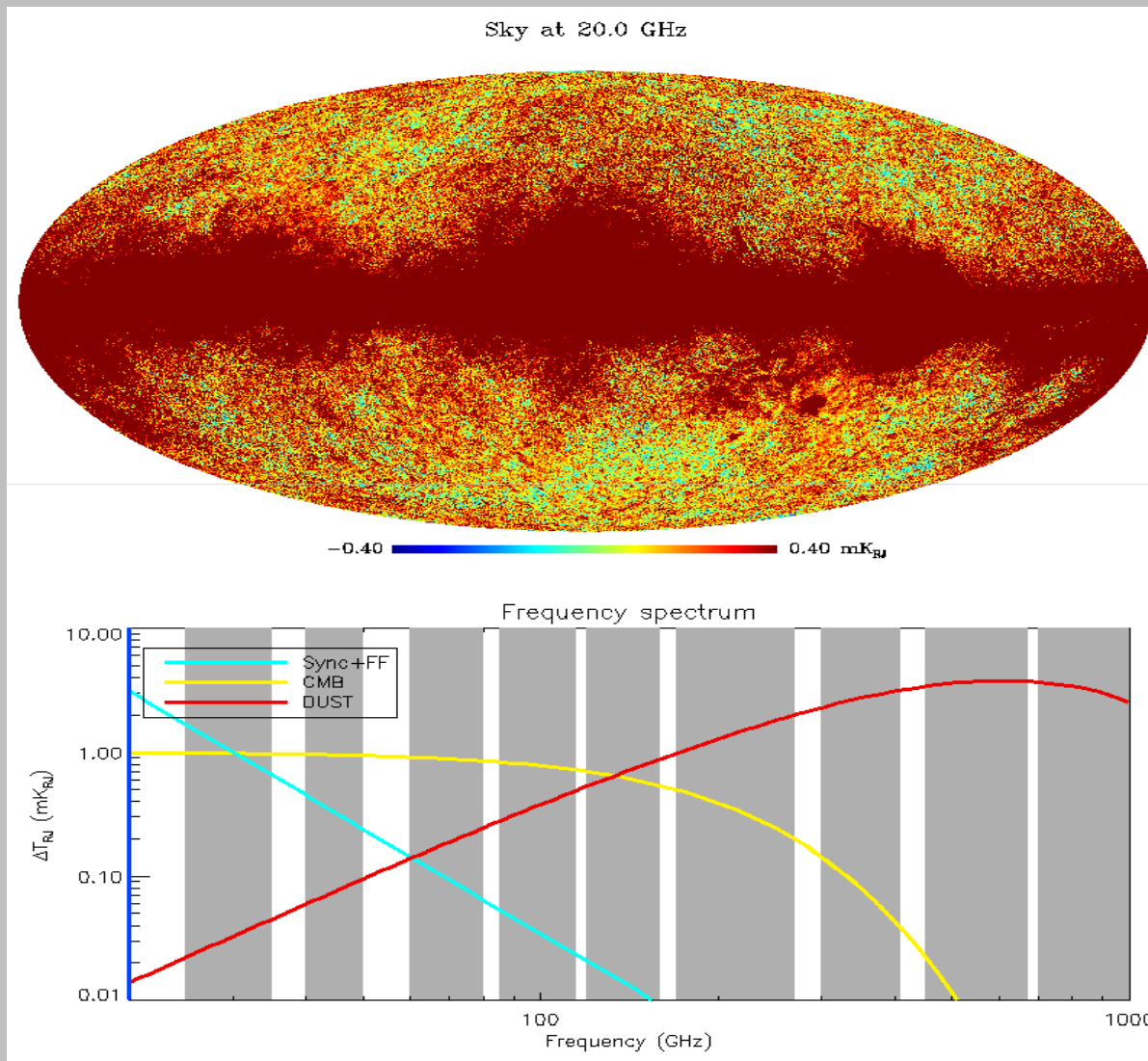
~300 μ K

La Mission PLANCK

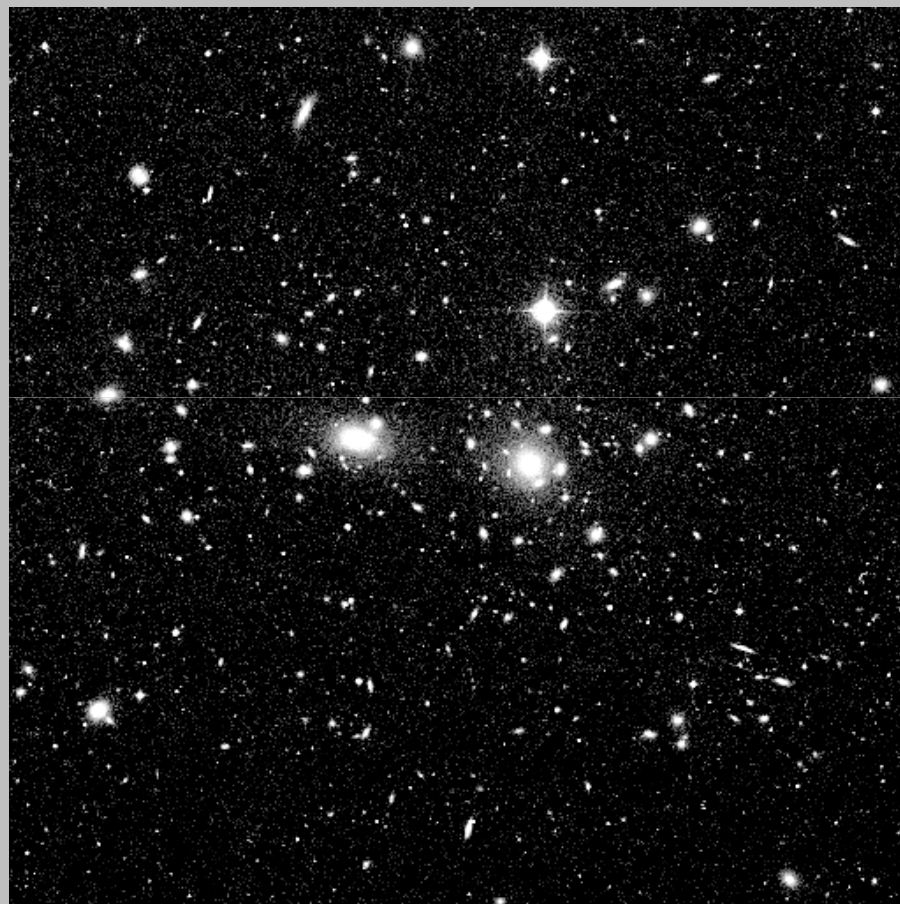


Maintenant vous connaissez parfaitement :
Special Thanks to Mr. Filliard

Le ciel en fonction de la fréquence



Les amas de galaxies

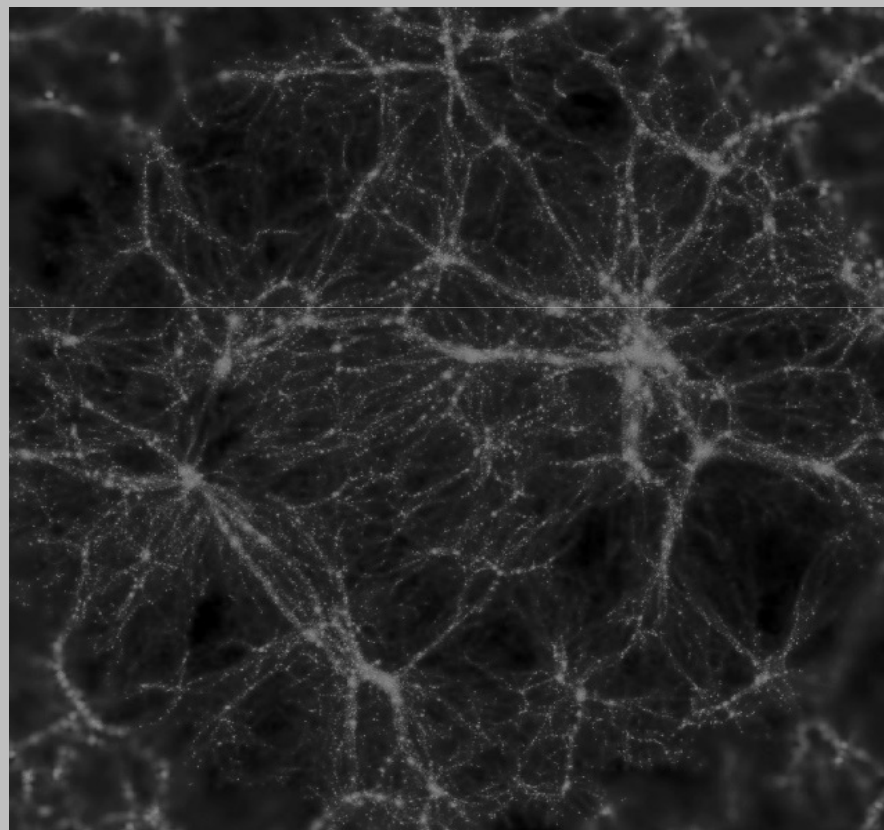


Les amas de galaxies Formation

Les grandes structures dans
l'univers se forment par l'absorption
de structures plus petites

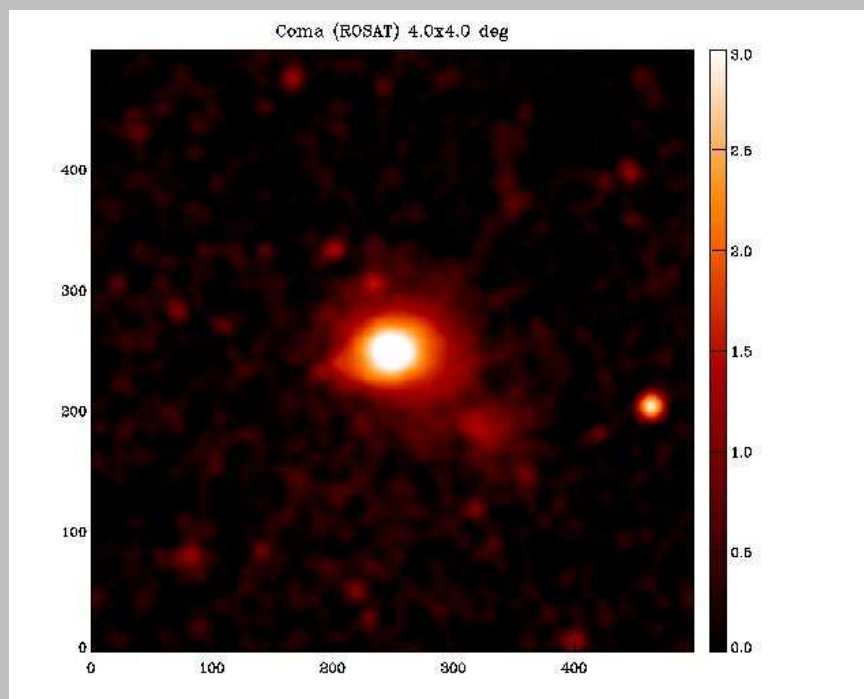
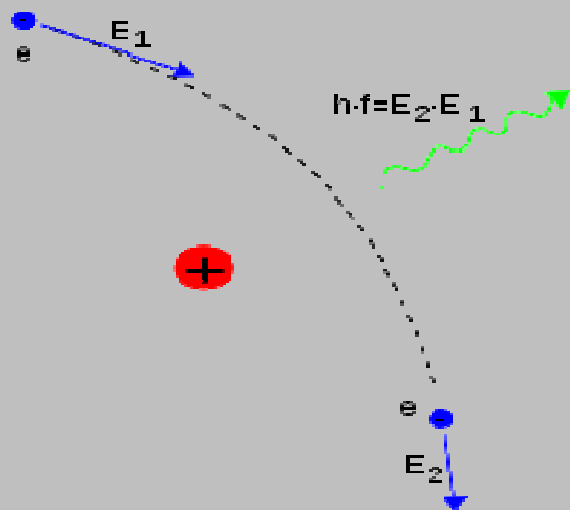
Les simulations prédisent l'existence
de filaments de matière entre les
Surdensités (amas)

Simulations N-corps



Les amas de galaxies : X-ray

Emission Bremsstrahlung :



Sensible au carré de la densité électronique, favorise les zones très denses
 -> Possible biais dans l'estimation de la masse.

Les amas de galaxies : Richesse

Coma (DSS) $\sim 1.0 \times 1.0$ deg

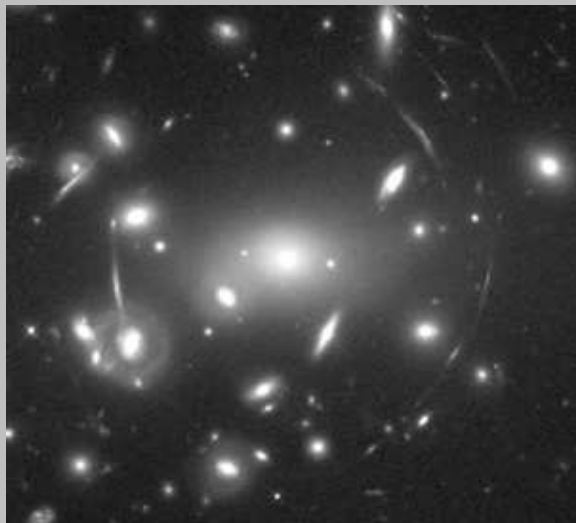


Donne seulement accès à 10% de la matière baryonique, soit environ 0.5% du contenu énergétique total de l'univers

Trace la matière « condensé » sous forme de galaxies

Les amas de galaxies : Lensing

Abell 2218

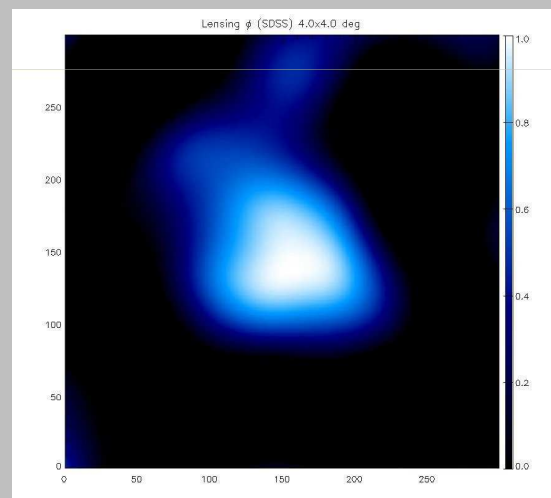


Sensible à la densité intégrée sur
la ligne de visée

Mesuré grâce à l'ellipticité des galaxies
citué «derrière» l'amas

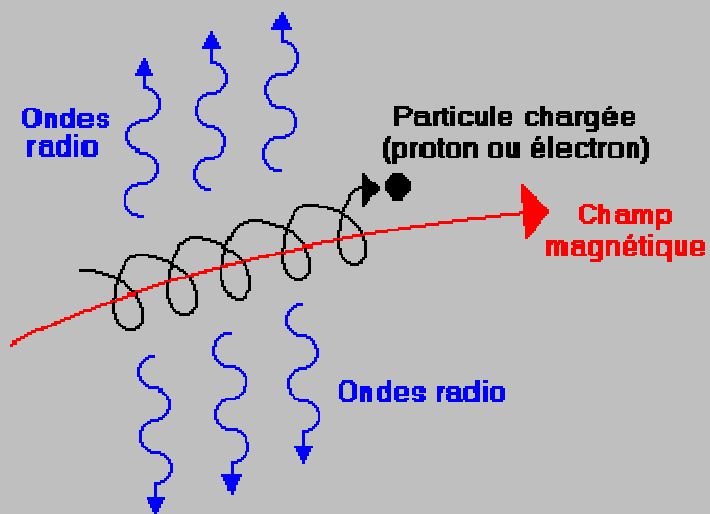
La déformation des galaxies d'arrière plan, permet de
reconstruire le profil de densité total des amas

Carte reconstruite de Coma



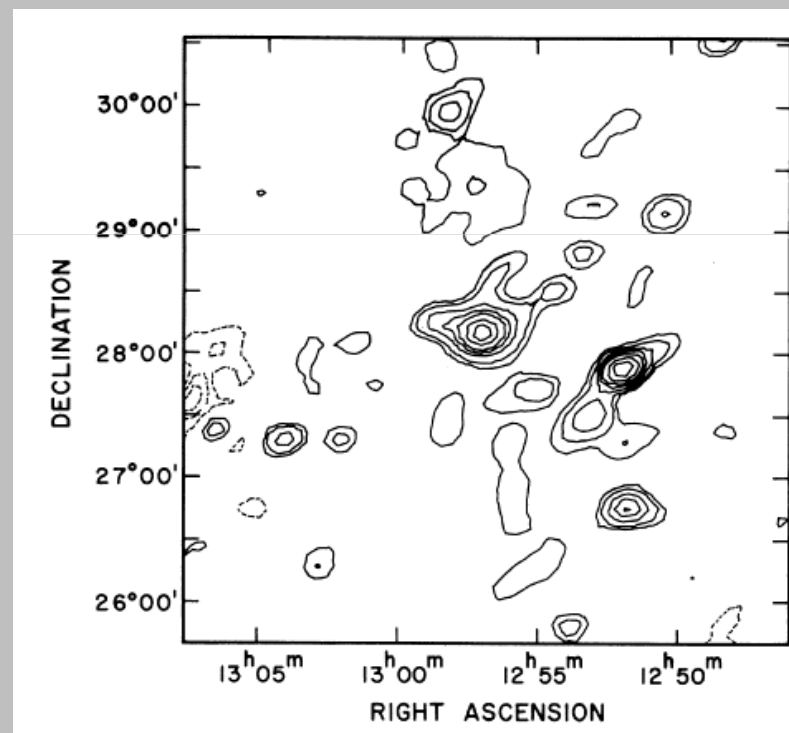
Trace indifféremment matière sombre et matière baryonique, peu
adapté pour tracés la matière baryonique.

Les amas de galaxies Halo radio

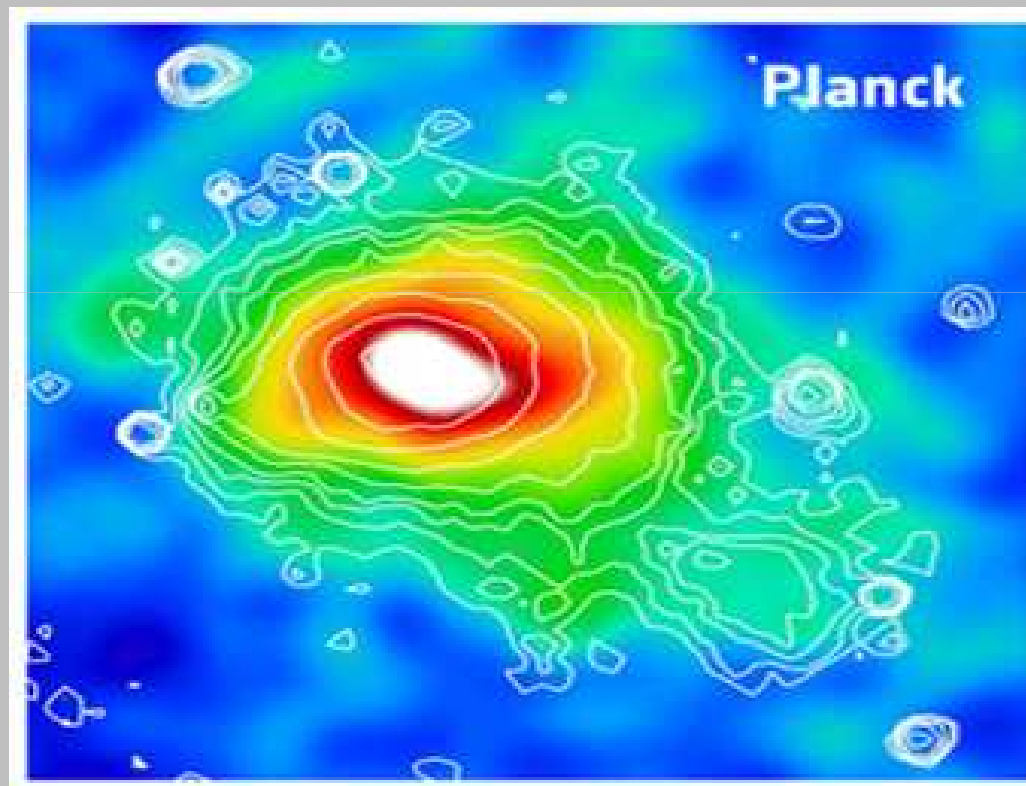


Rayonnement Synchrotron
produit par des électrons semi-
relativistes re-accélérés lors d'une
fusion de deux amas.

Radio continuum à 30.9 MHz



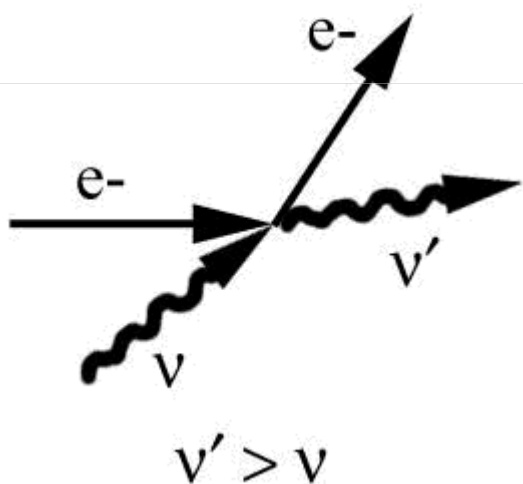
L'effet Sunyaev Zel'dovich



Interaction entre les amas et le CMB : L'effet SZ thermique

L'intensité de l'effet SZ est proportionnelle à l'intégration de la pression ($T_e n_e$) sur la ligne de visée

Inverse Compton scattering



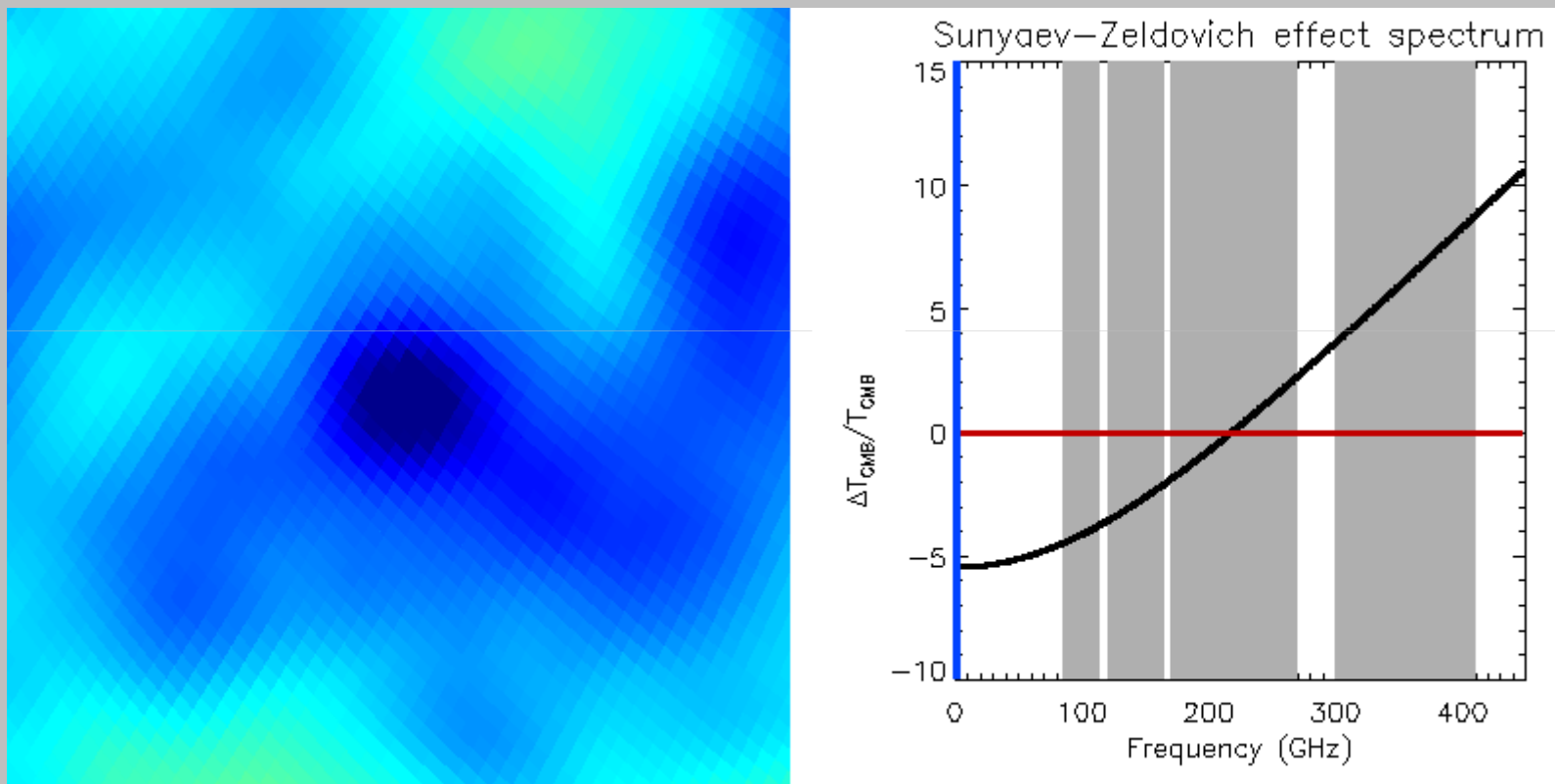
Pression du gaz d'électrons

Ligne de visée

$$y = \int_{los} \frac{kT_e}{m_e c^2} n_e(r) \sigma_T dl$$

Section efficace de Thomson

L'effet SZ thermique : Comportement fréquentiel

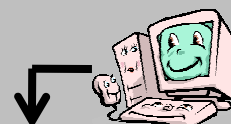
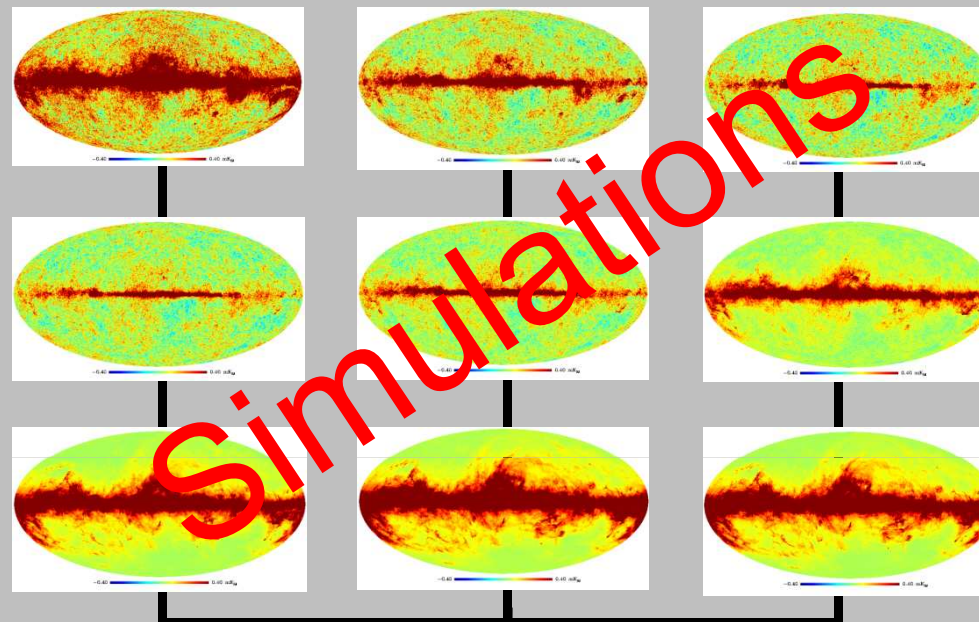


Séparation de composantes

Principe

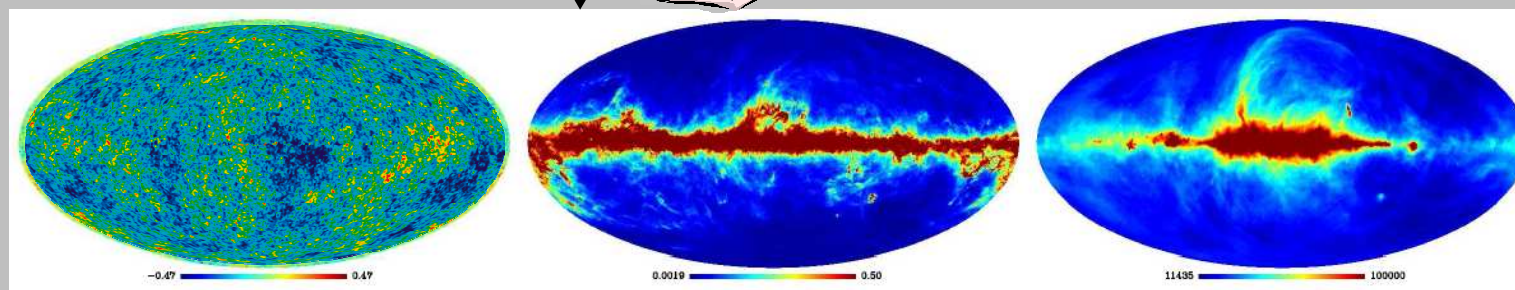
LFI : 30, 44, 70 GHz

HFI : 100, 143, 217,
353, 545, 857 GHz



séparation

Composantes
Physique :



MILCA (MODIFIED INTERNAL LINEAR COMBINATION ALGORITHM) :
ON CHERCHE À EXTRAIRE UNE COMPOSANTE PHYSIQUE VIA UNE
COMBINAISON LINÉAIRE DES DIFFÉRENTS CANNAUX D'OBSERVATION

1) Contrainte sur le spectre en fréquence de la carte final

4) Minimisation de la variance Dans un sous espace des composantes extractible

3) Réduction du biais en utilisant un a priori sur le bruit instrumental

2) Contrainte sur le/les spectres à Supprimer de la carte final

5) Minimisation du bruit instrumental Sur les degrés de libertés restant

Contrainte(s)

Carte reconstruite

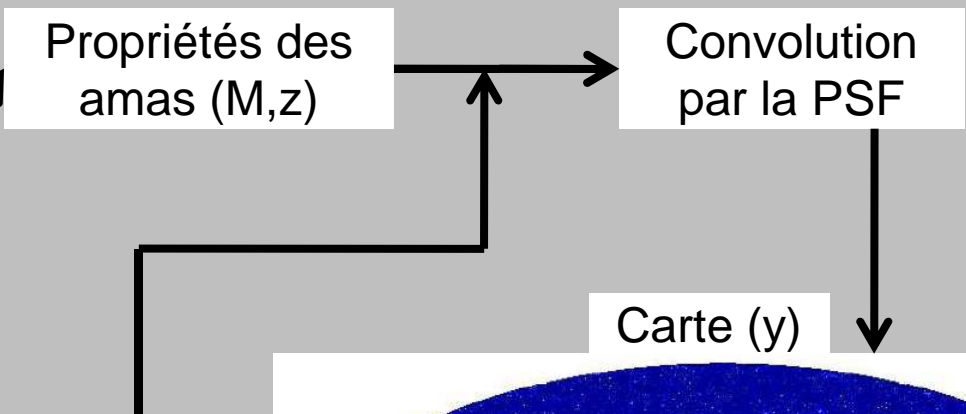
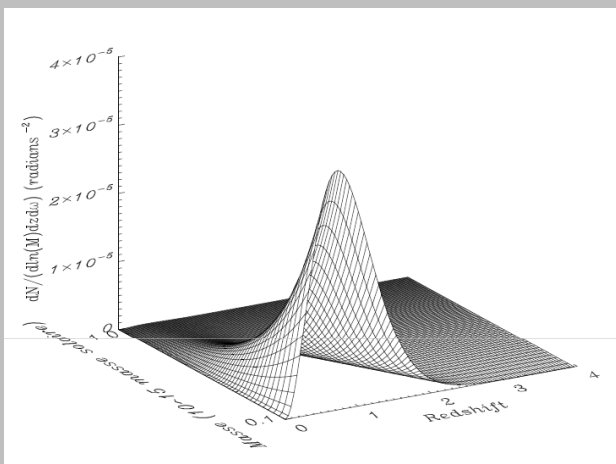
$$\widehat{S}_c = \frac{f^T \cdot \widehat{C}_T^{-1} \cdot T}{f^T \cdot \widehat{C}_T^{-1} \cdot f}$$

Canaux d'observation

Matrice de covariance

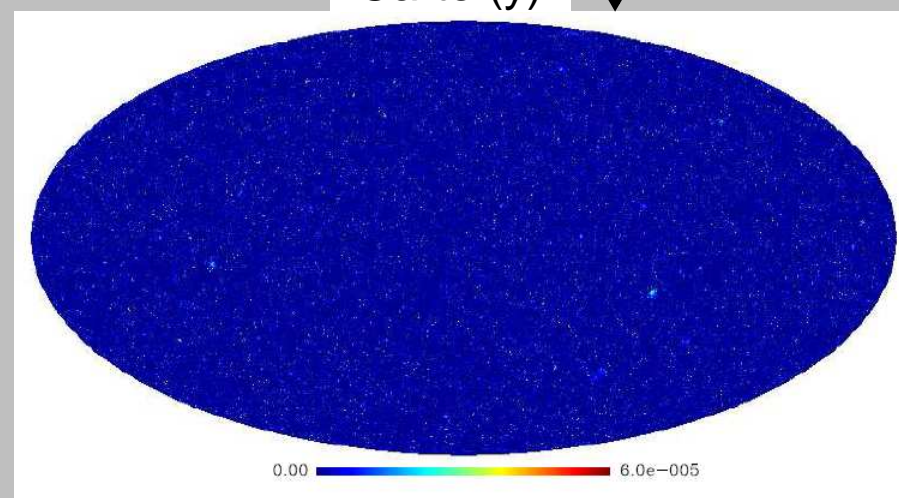
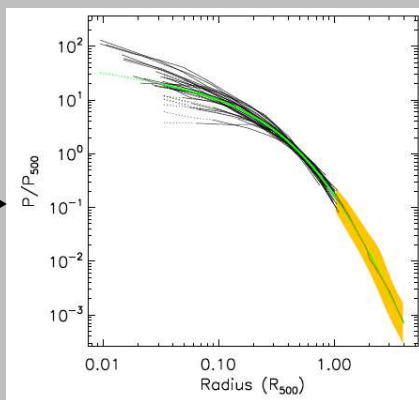
Simulation de l'interaction

Fonction de masse :



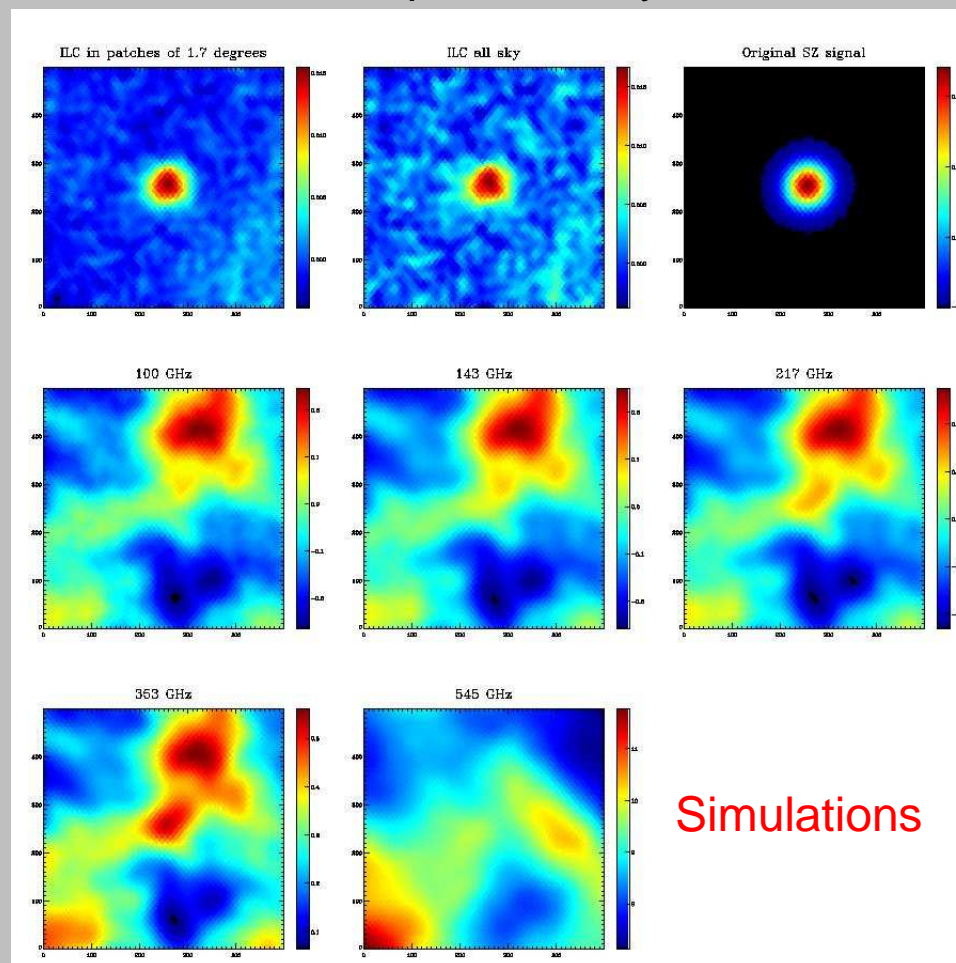
Profil de pression :

XMM-Newton

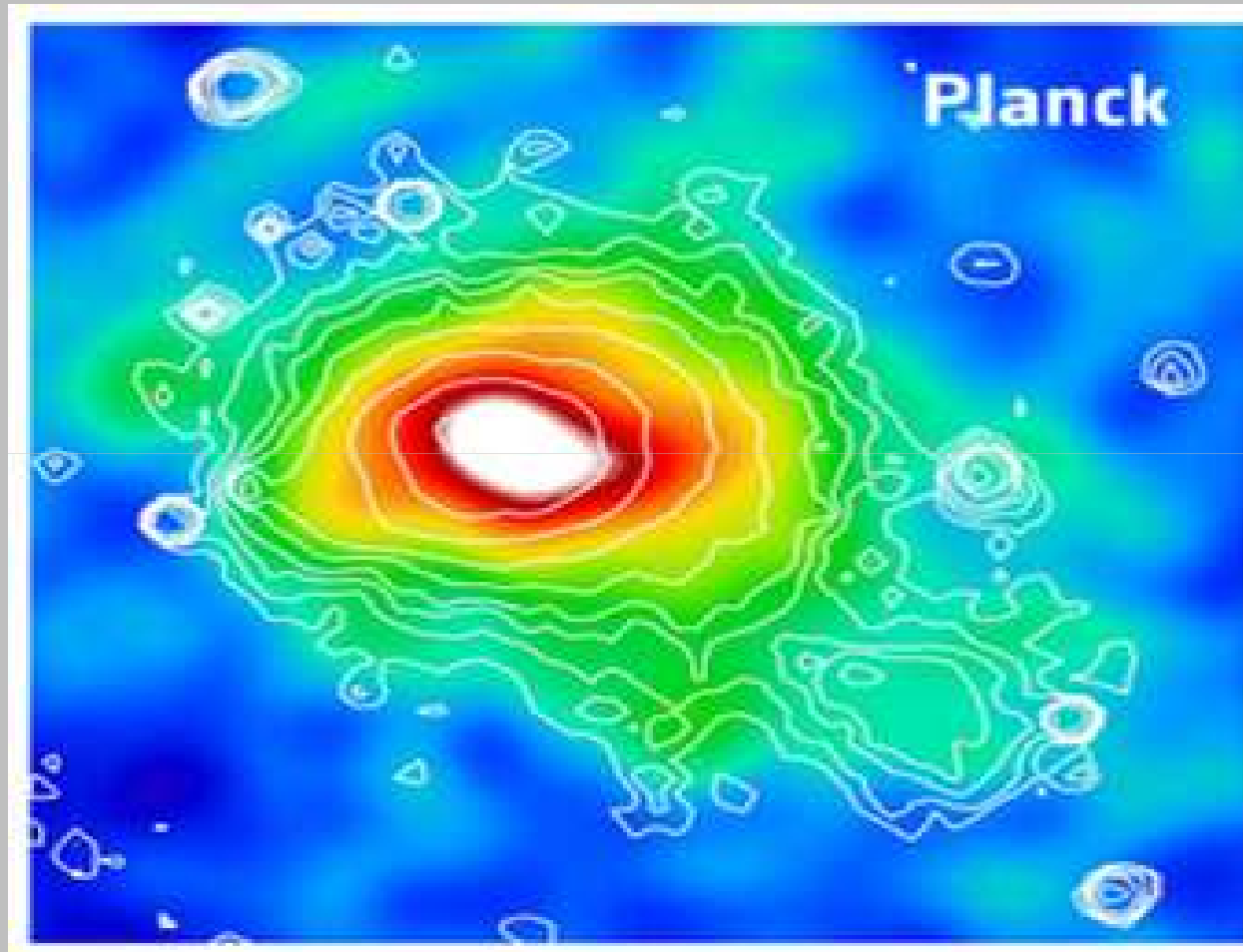


Reconstruction de l'effet SZ thermique sur des simulations

Carte de paramètre γ obtenu



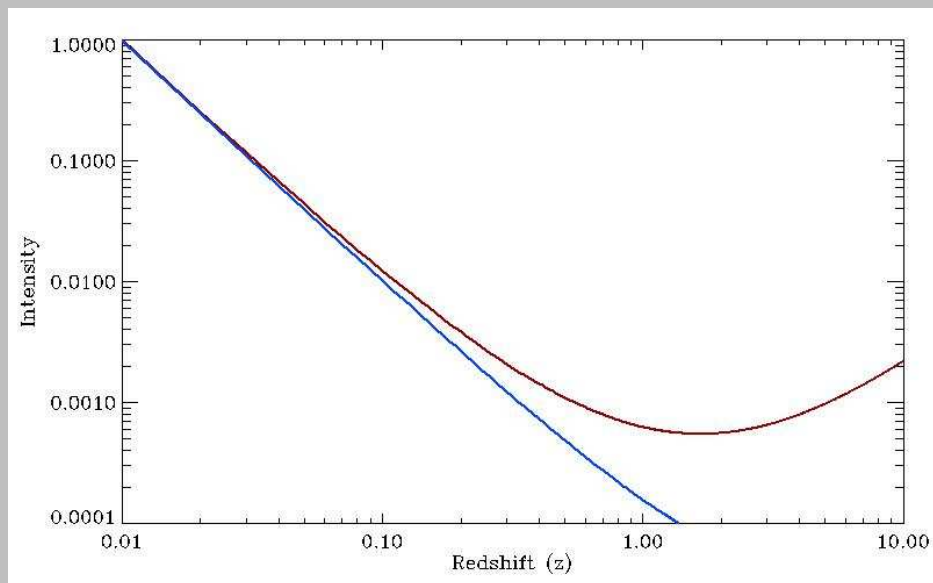
Coma en SZ, Press release



Physique lié à l'effet SZ :

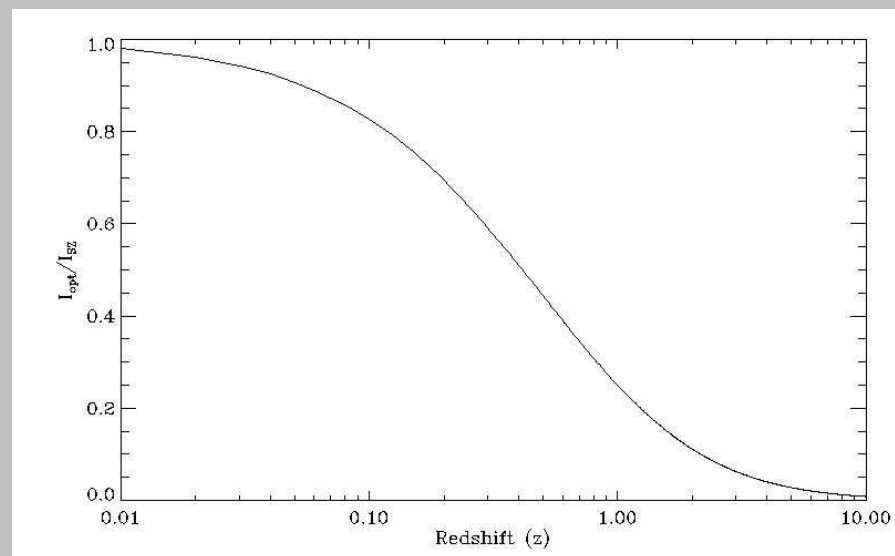
- Une meilleur profondeur en redshift que l'émission X
- Accès direct au profil de pression des amas de galaxies
- Information sur la formation des grandes structures
- Recherche de SZ diffus prédit par les simulations N-corps
- Accès à la distribution de matière ($P(k)$ et σ_8)
- ...

Avantage du SZ pour la profondeur en redshift

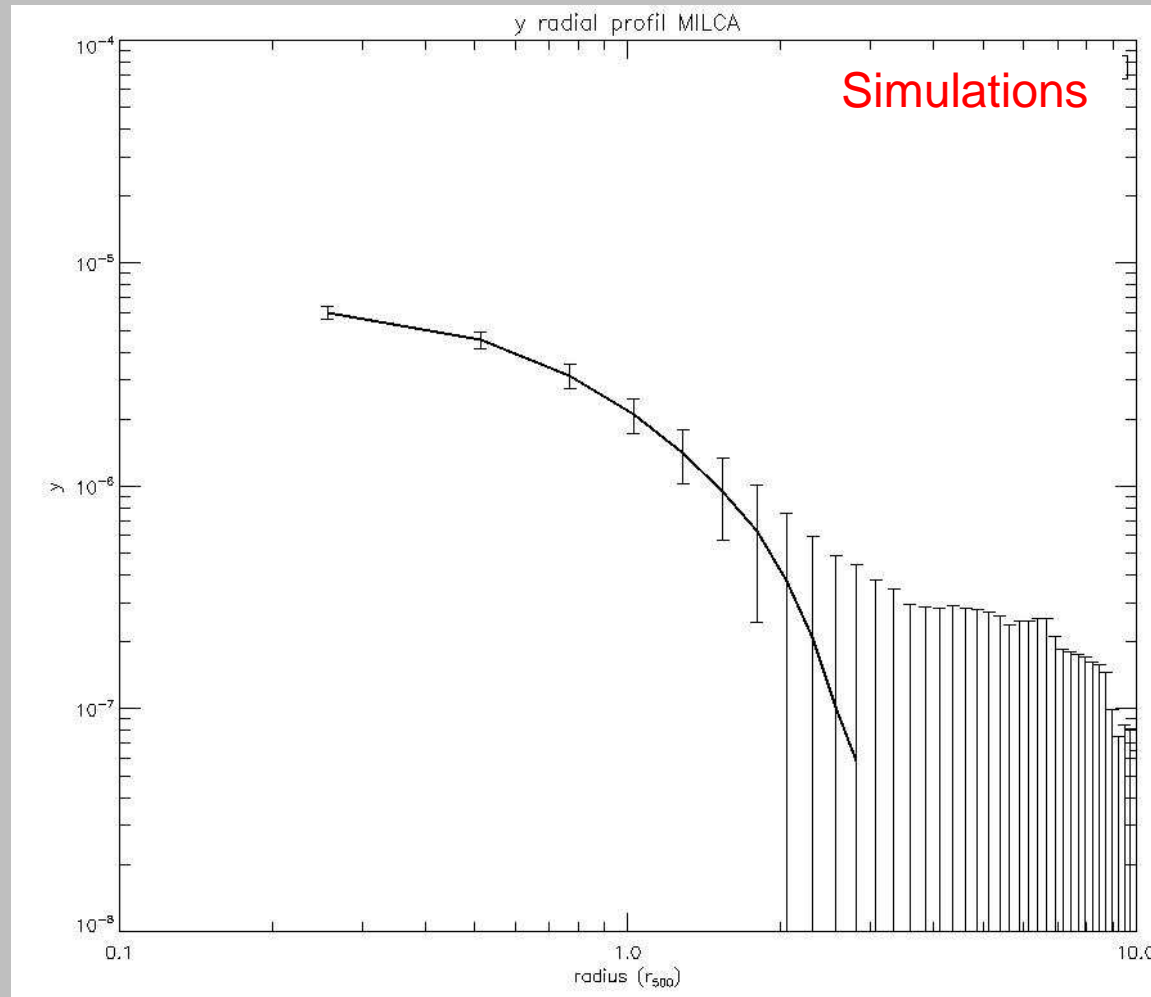


L'Intensité **SZ** diminue moins vite avec le redshift que les émissions de type **optique** ou **X**

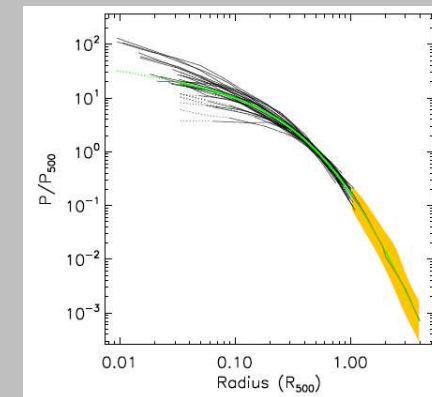
TSZ :
 sensible à la distance angulaire
X et optique :
 sensible à la distance de luminosité



Profil de pression via l'effet TSZ

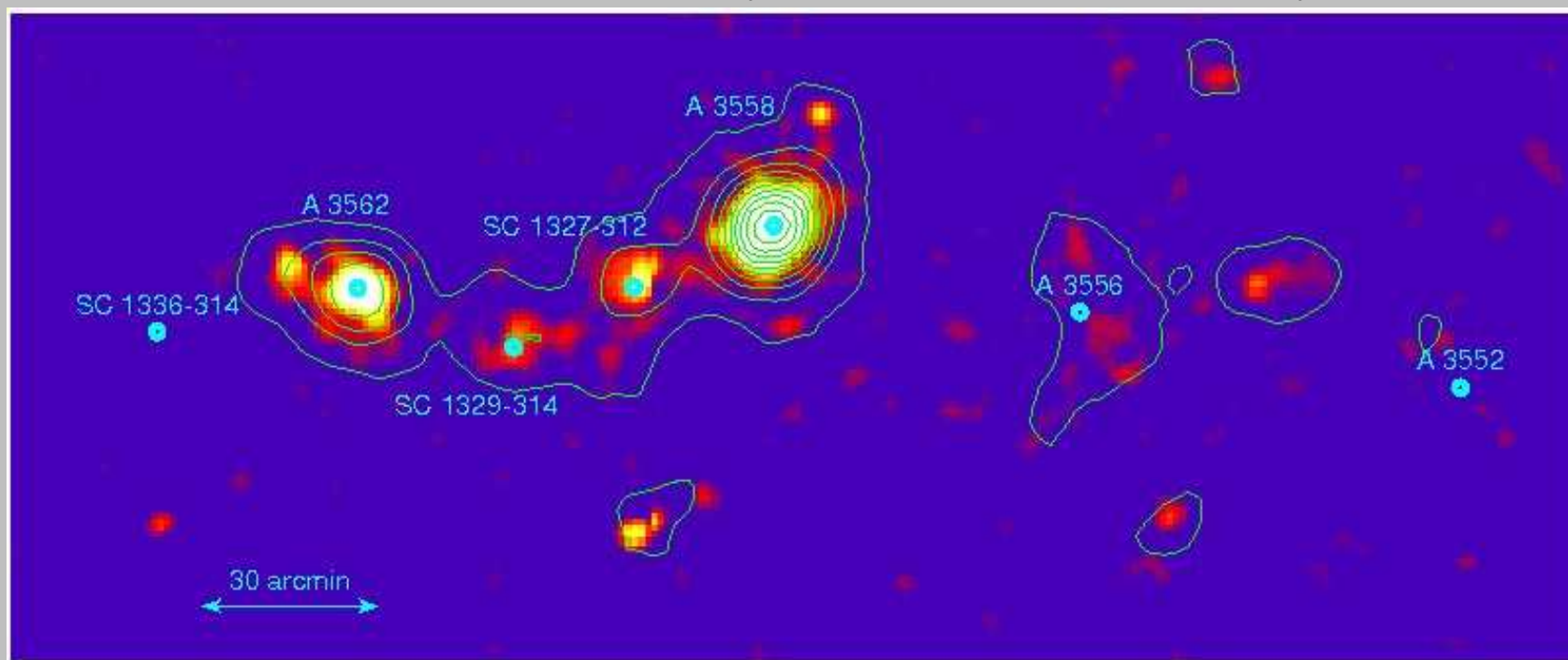


Grace à l'effet TZ,
 on pourra cartographier le
 profil de pression des
 amas bien plus loin qu'avec
 les emission X



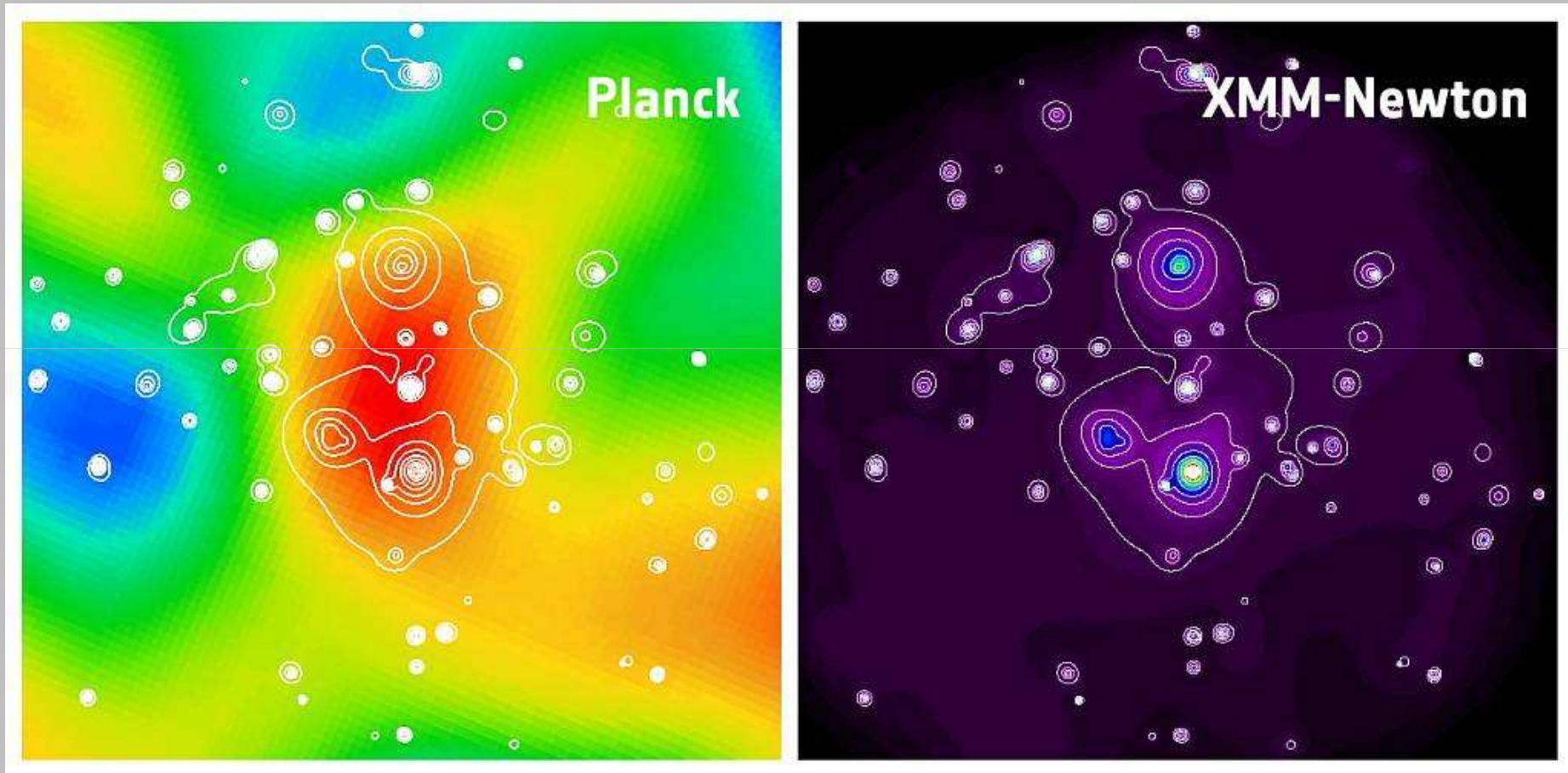
Super-amas

ROSAT (RASS) carte X-ray du super-amas du Shapley



PLANCK offrira une meilleur caractérisation du milieu inter-amas.

Press release : Un super-amas découvert par PLANCK



MERCI
Questions

