

<https://www.observatoiredeparis.psl.eu/parametres-cosmologiques.html>



Paramètres cosmologiques dérivés de la densité des amas de galaxies

Date de mise en ligne : lundi 8 mars 2021

Observatoire de Paris - PSL Centre de recherche en astronomie et
astrophysique

Une équipe d'astrophysiciens de l'Observatoire de Paris et de l'INAF-Bologne a effectué une estimation des paramètres cosmologiques à partir d'une nouvelle méthode basée sur les mesures de densité des amas de galaxies. Les chercheurs ont pu déterminer la densité cosmique de matière, son niveau de structuration et le taux d'expansion de l'univers qui, contrairement aux estimations basées sur les comptages d'amas, sont en très bon accord avec les résultats des analyses du fond diffus du satellite Planck.

Les amas de galaxies comptent parmi les structures les plus grandes et massives de l'univers. En regroupant plusieurs dizaines voire des milliers de galaxies à l'intérieur de vastes halos de matière noire, les amas sont le résultat ultime du processus hiérarchique de formation de structures cosmiques. Déclenché par l'effondrement gravitationnel de la matière, le gaz baryonique s'effondre dans les halos de matière noire pour former les étoiles et les galaxies que nous observons aujourd'hui. Le fusionnement successif de ces halos au cours de l'expansion de l'univers amène la formation des halos plus grands et massifs qui constituent l'essentiel des amas de galaxies.

L'observation de ces grandes structures peut nous renseigner sur les propriétés globales de l'univers, tels que la densité de matière et son niveau de structuration. La réalisation de plusieurs relevés d'amas de galaxies ces dernières années en a permis l'estimation à partir des mesures de comptages d'amas. De façon surprenante, la plupart de ces études ont trouvé des valeurs légèrement inférieures aux analyses des cartes du fond diffus cosmologique (CMB) du satellite Planck. Cependant, il se peut que plusieurs effets systématiques inhérents aux mesures des comptages d'amas soient à l'origine de ce désaccord.

Une équipe de chercheurs de l'Observatoire de Paris et de l'Institut National d'Astrophysique de Bologne vient de réaliser pour la première fois une analyse cosmologique basée sur une nouvelle méthode qui permet d'estimer les paramètres cosmologiques à partir des mesures de la distribution de masse à l'intérieur des amas telle qu'estimée par un indicateur de leur densité. En utilisant ces mesures dans un échantillon de 317 amas, les chercheurs ont pu estimer la densité de matière dans l'univers, ainsi que son niveau de structuration à l'échelle de 12 Mpc avec une précision comparable à celle d'autres méthodes standards (voire figure en attachement). Les résultats concordent avec ceux du CMB. A noter que cette méthode permet aussi d'estimer le taux d'expansion de l'univers, qui est aussi en accord avec les résultats des analyses de Planck et inférieur aux mesures issues des distances dans l'univers local, obtenues par les observations du télescope spatial Hubble.

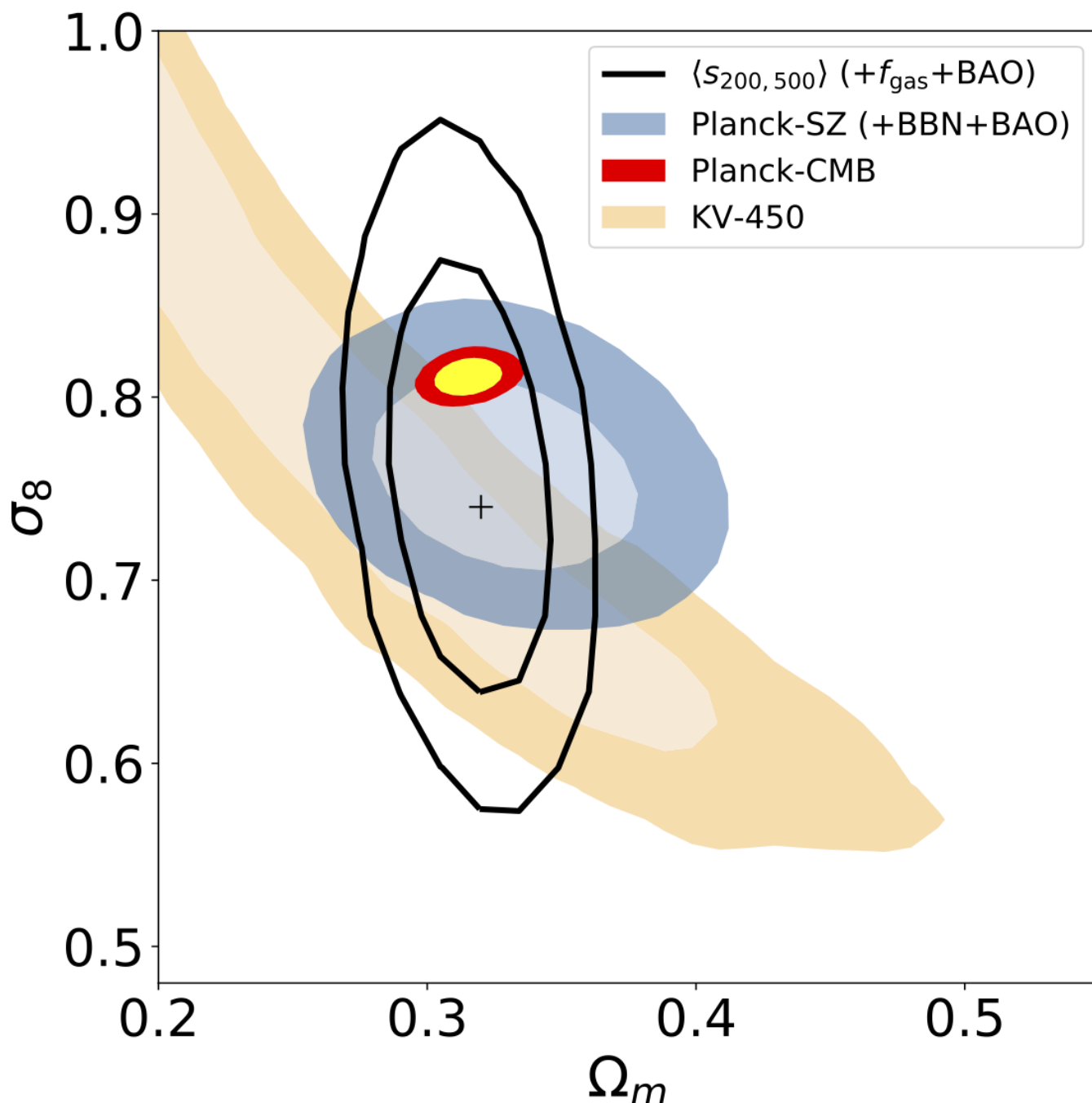


Figure : Contours de vraisemblance délimitant les combinaisons de valeurs des paramètres cosmologiques (densité de matière cosmique Ω_m , et amplitude des fluctuations de densité σ_8) en accord avec les données, respectivement avec une probabilité de 68% (contours internes) et 95% (contours externes). Les résultats de l'analyse de la densité des amas (en combinaison avec la fraction de gaz des amas et le BAO) correspondent aux contours en trait plein noir, ceux obtenus à partir des comptages des amas par Planck-SZ (en combinaison avec les contraintes de la Nucléosynthèse Primordiale et le BAO) correspondent aux contours en bleu clair et foncé, ceux de l'analyse des cartes du fond diffus cosmologique de Planck en rouge-jaune, et ceux issus des analyses de la structuration de la matière à partir des mesures de cisaillement gravitationnel de galaxies en beige clair et foncé.

L'utilisation de leur densité ouvre de nouvelles pistes d'étude sur les propriétés des amas de galaxies. Dans le futur, l'analyse de très grands échantillons, comme ceux attendus par le projet spatial Euclid, permettront des estimations encore plus précises des paramètres cosmologiques.

Référence

P.S. Corasaniti, M. Sereno, S. Ettori, « Cosmological constraints from galaxy cluster sparsity, cluster gas mass fraction and baryon acoustic oscillations data »,

Astrophys. J., 2021, in press