

Caractérisation multidimensionnelle des vestiges de supernova en rayons X

Contact : fabio.acero@cea.fr; gabriel.pratt@cea.fr. Plus d'infos sur: www.github.com/facero/sujets2020

Contexte: Avec les observations profondes obtenues par les satellites en rayons X XMM-Newton et Chandra, les données à haute résolution spectrale d'Hitomi et les télescopes XRISM et Athena en préparation, la richesse croissante des données en rayons X est entrain de transformer notre vision de l'Univers chaud et énergétique mais au prix d'une difficulté croissante à analyser ces données. En dépit de la richesse des données d'archives et à venir, nos méthodes d'analyses n'ont que trop peu évoluées dans les dernières décennies et ne peuvent extraire la richesse d'information scientifique contenue dans ces données. En effet les méthodes d'analyse actuelles se limitent à des analyses spectrales à 1D d'un côté et à des analyses spatiales 2D de l'autre et n'exploitent pas la nature multi-dimensionnelle des données en rayons X.

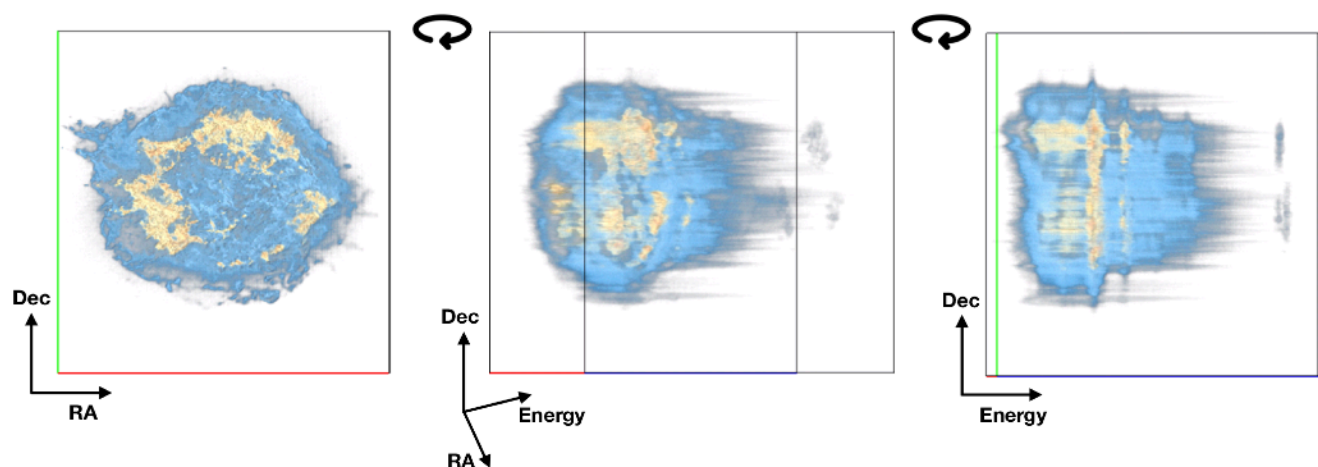


Figure 1: rendu volumétrique du cube de données en rayons X du vestige de supernova Cassiopeia A. L'image de face (gauche) montre la distribution spatiale des photons alors que l'image de côté (droite) montre leur distribution en énergie. Les nouveaux outils d'analyses proposés exploiteront la nature multidimensionnelle des données pour cartographier les paramètres physiques sous jacents.

Description du projet: Ce projet se propose de transformer la façon dont nous pouvons analyser les données en rayons X en se basant sur l'expertise acquise par le groupe de mathématiques appliquées au sein de notre laboratoire et en particulier sur les méthodes d'apprentissage à l'aveugle (blind source separation) initialement développées pour séparer les avant-plans du CMB dans les données Planck. Ces méthodes se basent sur la diversité spectrale et morphologique des données dans le domaine ondelettes pour séparer les sources. Une nouvelle version de cet algorithme permet désormais d'ajouter des contraintes physiques spectrales (spectres thermiques ou loi de puissance par exemple) par le biais de machine learning (feature learning dans notre cas). Ceci ouvre alors la possibilité à une séparation de sources donnant des résultats plus robustes et à une cartographie à petite échelle des paramètres physiques.

Sujet du stage: Le sujet du stage se focalisera sur la prise en main des outils d'apprentissage à partir d'une base de données de spectres théoriques (lois de puissance associée à l'émission synchrotron des électrons accélérés dans les vestiges de supernova). Les performances de la qualité de reconstruction en fonction de la taille de l'échantillon d'apprentissage et la capacité à revenir aux paramètres physiques seront étudiés. Dans un deuxième temps l'implémentation de cet apprentissage dans un algorithme de séparation de source permettra de cartographier l'indice spectral de ces lois de puissance dans pour étudier l'efficacité de l'accélération de particules au choc des vestiges de supernova en fonction des conditions environnementales. Le code est déjà développé et permettra à l'étudiant(e) de se concentrer sur sa compréhension et l'application à des données d'archives. Ce sujet pourra se prolonger en thèse à l'apprentissage sur des modèles thermiques plus complexes et sur des données à très haute résolutions spectrales que fournira le futur satellite Athena.

Références:

Cosmic microwave background reconstruction from WMAP and Planck PR2 data; [Bobin et al., 2016](#)

Novel method for component separation of extended sources in X-ray astronomy; [Picquenot, Acero, Bobin, Maggi, Ballet & Pratt, 2019](#).

Mot clés: astronomie en rayons X, XMM-Newton, Athena, traitement du signal, blind source separation, machine learning, amas de galaxies, vestige de supernovae.