
Finding the best tracers of the ionization fraction in the ISM : an automated, model-based method.

Emeric Bron^{*1}, Evelyne Roueff², Maryvonne Gérin¹, Jérôme Pety^{3,1}, Pierre Gratier⁴, Franck Le Petit⁵, and Viviana Guzman⁶

¹Laboratoire d'Étude du Rayonnement et de la Matière en Astrophysique – Institut National des Sciences de l'Univers, Observatoire de Paris, Université de Cergy Pontoise, Sorbonne Université, Centre National de la Recherche Scientifique : UMR8112 – France

²Laboratoire d'Études du Rayonnement et de la Matière en Astrophysique et Atmosphères (LERMA) – Université Pierre et Marie Curie [UPMC] - Paris VI, Observatoire de Paris, Université de Cergy Pontoise, Université Pierre et Marie Curie (UPMC) - Paris VI, INSU, CNRS : UMR8112, École normale supérieure [ENS] - Paris, PSL Research University – France

³Institut de RadioAstronomie Millimétrique – Centre National de la Recherche Scientifique : UPS2074 – France

⁴Laboratoire d'Astrophysique de Bordeaux (LAB) – CNRS : UMR5804, INSU, Université Sciences et Technologies - Bordeaux I – 2 rue de l'Observatoire B.P. 89 33270 FLOIRAC, France

⁵Laboratoire d'Étude du Rayonnement et de la Matière en Astrophysique (LERMA) – Université Pierre et Marie Curie [UPMC] - Paris VI, Observatoire de Paris, Université de Cergy Pontoise, Université Pierre et Marie Curie (UPMC) - Paris VI, INSU, CNRS : UMR8112, École normale supérieure [ENS] - Paris – 61, avenue de l'Observatoire - 75014 PARIS, France

⁶Pontificia Universidad Católica de Chile – Chile

Abstract

The ionization fraction controls several key processes in giant molecular clouds (GMC): fast ion-neutral reactions driving interstellar chemistry, gas coupling to the magnetic field, excitation of key tracers. Estimating the ionization fraction in the different regions of a GMC, from its diffuse envelope to its dense cores, is thus a key step towards understanding its chemico-physical structure, and their link to star formation. However, classical tracers (e.g., DCO+/HCO+) are only detectable in the densest cores.

We propose a statistical approach based on Random Forests, a flexible machine learning model, exploiting large grids of astrochemical models to automatically find the best tracers of the ionization fraction among hundreds of species (Bron et al., 2020). We find several new tracers detectable in the extended envelope of the cloud.

Keywords: Giant molecular clouds, machine learning

*Speaker