

Comparaison des propriétés de diffusion d’analogues de poussières de disques protoplanétaires

Remi Zerna¹, François Ménard¹, Jean-Michel Geffrin², Elio Samara², Amélie Litman² et Alexandre Aguila³

¹Univ. Grenoble Alpes, CNRS, IPAG, F-38000 Grenoble, France,

²Aix Marseille Univ, CNRS, Centrale Med, Institut Fresnel, Marseille, France,

³SCALAE Maquette, Saint-Martin-d’Hères, France

Afin de mieux interpréter les images de disques protoplanétaires obtenues avec ALMA ou JWST, il est essentiel de caractériser les propriétés de diffusion des particules qui les composent. Pour contraindre leur morphologie, on peut s’appuyer sur des analogues issus du Système solaire. En effet, dans le milieu interplanétaire ou à la surface des comètes, on trouve par exemple des particules fractales [1, 2]. On peut également se baser sur les météorites chondritiques, qui contiennent une matrice (poussière fine submicronique) ainsi que des chondres et des inclusions millimétriques, formées dès les premiers millions d’années du Système solaire [3]. Il est raisonnable de penser que des objets similaires existent dans les disques que nous observons, où astéroïdes et planètes sont encore en cours de formation.

Dans cette conférence, j’expliquerai notre étude des propriétés de diffusion de plusieurs analogues de ces particules, dans le but d’évaluer si leur morphologie peut produire une signature observable dans les images de disques jeunes. Une méthode non destructive, la tomographie aux rayons X, a permis de reconstruire la morphologie de chondres dans une météorite carbonée. Les analogues sont ensuite imprimés en 3D à l’échelle centimétrique avec des matériaux dont l’indice de réfraction est proche de celui des silicates astrophysiques. Leurs propriétés de diffusion sont mesurées par analogie micro-onde à l’Institut Fresnel via la plateforme MIMOSA (Mesures multi-Incidences Multi-Orientations de SER/diffraction/diffusion en chambre anéchoïque, [4]). Elles sont complétées par des simulations numériques utilisant la méthode de Discrete Dipole Approximation avec le code ADDA [5].

Pour chaque analogue, nous mesurons et calculons la fonction de phase de diffusion (SPF) ainsi que le degré de polarisation linéaire (DLP) entre 3 GHz et 18 GHz (correspondant à des paramètres de taille allant de l’unité à la dizaine). Je présenterai une comparaison de nos résultats à la théorie de Mie, montrant tout d’abord que la SPF des chondres présente un comportement proche de celui de sphères de masse équivalente. En revanche, lorsque l’élongation ou l’aplatissement de ces objets augmente, leur DLP diminue significativement, ce qu’une sphère ne permet pas de reproduire [6].

Remerciements : Ce travail a été soutenu par le projet ERC-ADG-101053020 Dust2Planets. Nous remercions également Yves Marrocchi (CRPG, Nancy) pour la tomographie aux rayons X et la morphologie des analogues.

References

- [1] S. Messenger, L. P. Keller, A. N. Nguyen, *Dust in the Solar System: Properties and Origins*, Proc. The Life Cycle of Dust in the Universe, PoS(LCDU2013), 040 (2014)
- [2] M. S. Bentley et al., *Aggregate dust particles at comet 67P/Churyumov–Gerasimenko*, Nature, 537, 73–75 (2016)
- [3] M. Piralla, J. Villeneuve, N. Schnuriger, D. V. Bekaert, Y. Marrocchi, *A unified chronology of dust formation in the early solar system*, Icarus, 394, 115427 (2023)
- [4] V. Tobon Valencia et al., *Scattering properties of protoplanetary dust analogs with microwave analogy: aggregates of fractal dimensions from 1.5 to 2.8* A&A 666, A68 (2022)
- [5] M. A. Yurkin, V. P. Maltsev, A. G. Hoekstra, *The discrete dipole approximation for simulation of light scattering by particles much larger than the wavelength*, JQSRT, 106, 546–557 (2007)
- [6] R. Zerna, F. Ménard, J.-M. Geffrin et al., in prep.