
Chimie du soufre dans les atmosphères d'exoplanètes à forte métallicité à partir d'expériences de laboratoire

Véronique Vuitton^{*1}, Sarah Moran², Chao He², Cédric Wolters¹, Laurène Flandinet¹, François-Régis Orthous-Daunay¹, Julianne I. Moses³, Jeff A. Valenti⁴, Nikole K. Lewis⁵, and Sarah M. Hörst²

¹Institut de Planétologie et d'Astrophysique de Grenoble – UGA-CNRS – France

²Johns Hopkins University – États-Unis

³Space Science Institute – États-Unis

⁴Space Telescope Science Institute – États-Unis

⁵Cornell University – États-Unis

Résumé

Les spectres de transit suggèrent la présence d'aérosols dans l'atmosphère des exoplanètes de type sub-neptunes. Selon les modèles d'équilibre chimique, les atmosphères des exoplanètes chaudes (800 K) à forte métallicité ($10^4 \times$ solaire) contiennent une fraction de sulfure d'hydrogène. Cependant, très peu de travaux expérimentaux ont été réalisés pour explorer les propriétés des aérosols photochimiques formés dans des atmosphères dont la composition ou la température sont très différentes de celles du système solaire externe ou de la Terre primitive et de nombreux aspects du processus de fixation du soufre par photochimie dans les atmosphères planétaires ne sont pas entièrement compris.

Nous avons analysés par spectrométrie de masse à très haute résolution (HRMS) les tholins produits lors de l'irradiation d'un mélange de gaz contenant 47% CO₂, 23% CO, 11% N₂, 8.7% H₂, 4.4% He, 4.3% H₂O et 1.6% H₂S et maintenu à 800 K. L'analyse des spectres de masse montre que la fraction organique soluble des particules solides contient plus de 2500 formules moléculaires de composés organo-soufrés (CHS/CHOS/ CHNS/CHNOS) dans une gamme de masse comprise entre 50 et 400 u. En particulier, 14 dérivés de l'acide sulfurique ont été détectés et 13 formules moléculaires qui pourraient correspondre à des dérivés d'acides aminés ont été identifiées. La composition élémentaire moyenne (% en poids) de la fraction soluble des particules est de 40 %C, 30 %O, 21 %S, 6 %H et 3 %N, ce qui rend l'abondance du soufre un facteur ~ 14 plus important que dans la composition initiale du gaz. Nos simulations expérimentales montrent que les espèces organo-soufrées sont probablement un composant important de la brume dans les atmosphères des exoplanètes à forte métallicité.

Vuitton, V., Moran, S.E., He, C., Wolters, C., Flandinet, L., Orthous-Daunay, F.-R., Moses, J.I., Valenti, J.A., Lewis, N.K., Hörst, S.M., H₂SO₄ and organosulfur compounds in laboratory analogue aerosols of warm high metallicity exoplanet atmospheres, (The Planetary Science Journal) 2:2 (2021), doi:10.3847/PSJ/abc558

^{*}Intervenant