



Société Française d'Exobiologie

7 – 10 novembre 2023, Grenoble, France

Altération aqueuse dans les météorites : quel impact sur la matière organique et l'assemblage organo-minéral ?

C. SERRA¹, V. VINOGRADOFF¹, P. POINOT², P. SCHMITT KOPLIN^{3,4,5}, O. GRAUBY⁶, G. DANGER¹, F. DUVERNAY¹

¹PIIM, Aix-Marseille Université, Marseille, France, coline.serra@univ-amu.fr; ²IC2MP, Université de Poitiers, Poitiers, France; ³Helmholtz Munich, Analytical BioGeoChemistry, Neuherberg, Germany; ⁴Technische Universität München, Analytische Lebens-mittel Chemie, Freising, Germany; ⁵Max Planck Institute for Extraterrestrial Physics, München, Germany; ⁶CINAM, Aix-Marseille Université, Marseille, France.

Les astéroïdes sont des corps complexes composés des premiers solides et de la matière organique (MO) primitive du disque protoplanétaire. L'étude des météorites carbonées, dites primitives et non différenciées a révélé que leurs corps parents, les astéroïdes, avaient évolué une fois formés, notamment avec des épisodes d'altération aqueuse, comme en témoignent les assemblages minéralogiques. Dans quelle mesure la MO, également présente, a-t-elle évolué pendant cette altération ? Cette altération explique-t-elle la diversité moléculaire retrouvée aujourd'hui dans ces objets ? Nous avons exploré ces questions d'une part à l'aide d'échantillons naturel en comparant des échantillons de météorites primitives à d'autres présentant un degré d'altération plus important, puis en simulant expérimentalement les conditions d'altération en laboratoire à partir de composés modèles.

Nous avons étudié une chondrite carbonée de très faible degrés d'altération : Asuka 12236 (classée CM2.9 [1]). Sa matière organique soluble (SOM) a été caractérisée et comparée à 3 autres chondrites plus altérées: Paris, Murchison et Aguas Zarcas. Les analyses non ciblées en spectrométrie de masse révèlent des conditions d'altération et une diversité moléculaire de la SOM d'Asuka similaire à celle de Murchison, bien que l'analyse élémentaire d'Asuka 12236 montre une faible teneur en H, témoin d'une faible altération. L'analyse de la teneur en acides aminés par chromatographie liquide couplée à la spectrométrie de masse a montré une concentration plus élevée en acides aminés, en particulier de la forme alpha, ce qui est concordant avec une faible teneur en eau et des processus de formation spécifiques telle que la réaction de Strecker [2]. Cette première étude sur échantillon naturel souligne que les composés organiques chondritiques peuvent subir une transformation rapide lors d'un court processus d'altération aqueux tandis que la minéralogie a été à peine affectée.

Afin de mieux appréhender les mécanismes d'interactions entre MO et minéral au sein de ces objets naturels, nous avons développé des expériences en laboratoire. Les effets de l'altération aqueuse sur les minéraux sont relativement bien documentés [3], mais celui sur la matière organique et l'effet simultané de l'altération sur un système organo-minéral ont été peu étudiés [4,5,6]. Nos expériences ont pour but d'étudier l'évolution d'une matière chondritique (organique et minéral) soumis à des conditions hydrothermales. Ces dernières ont particulièrement exploré le rôle joué par des minéraux primaires dans l'évolution des composés organiques. Pour cela nous avons choisi des silicates anhydres avec différentes sources de matière organique, y compris issues de la nébuleuse protosolaire et du milieu interstellaire. Les mélanges des divers minéraux avec ces sources de matière organique ont clairement modifié la MO, formant une grande diversité moléculaire, influencée par la nature des minéraux. Par ailleurs, la formation in-situ des phyllosilicates a également été modifiée par la présence de MO. L'évolution du système organo-minéral ne découle pas simplement de la somme des deux systèmes. En effet, durant le processus d'altération, les deux matières interagissent et évoluent mutuellement. Par ailleurs, plus le système organo-métal est initialement diverse (plusieurs minéraux et organiques), plus celui-ci se complexifie et donne des résultats nouveaux et inattendus comparé au système binaire.

Références [1] Kimura. M. et al., *Polar Science*, 26, (2020). ; [2] Serra. C. et al., *in review in ACS Earth and Space Chemistry*.; [3] Brearley. A.J. et al., *Meteorite and the early solar system II*, university of Arizona press, 587-624, (2006).;



Société Française d'Exobiologie

7 – 10 novembre 2023, Grenoble, France

[4] Vinogradoff V. et al., *Icarus*, 305:358-370, (2018). ; [5] Vinogradoff V. et al., *Geochimica et cosmochimica acta*, 269:150-166, (2020).; [6] Kebukawa Y.et al., *Icarus*, 347, (2020).