

TEXTURE DES CHONDRES, ELEMENTS VOLATILS ET ACCRETION B. Zanda^{1,2}, M. Bourot-Denise¹, R. H. Hewins², M. Humayun³ et A. J. Campbell³. ¹CNRS/Minéralogie MNHN, 61, rue Buffon, 75005-Paris, FRANCE, ²Geological Sci., Rutgers University, Piscataway, NJ08855, ³Geophysical Sci., The University of Chicago, Chicago, IL 60637. (zandahew@rci.rutgers.edu)

Introduction: L'existence d'une complémentarité entre les compositions globales des matrices chondritiques et celles des chondres et inclusions qu'elles renferment a été mise en évidence dès 1985 par Wood [1], qui en a déduit que chondres et matrices avaient été formés de manière complémentaire à partir d'un même matériau de composition solaire puis accrétés en système fermé, c'est à dire sans perte d'une fraction de l'un ou de l'autre. Wood a ainsi proposé que le fer, perdu préférentiellement par évaporation à partir des chondres lors de leur formation s'était recondensé sur la matrice lors du refroidissement du système, sans perte significative. A l'opposé, Palme et Klerner (2000), interprètent cette complémentarité comme résultant de températures de condensation différentes pour les chondres et la matrice. Nous comparons ici deux chondrites primitives appartenant à des classes différentes (Renazzo, CR et Semarkona, LL3.0) et montrons qu'à des différences de répartition des volatils correspondent des différences de texture et de composition des chondres qui sont en accord avec les hypothèses avancées par Wood et impliquent des conditions d'accrétion très différentes pour les deux classes.

Observations: Les chondrites carbonées CR sont appauvries en volatils (cf Table 1 pour le S). Leurs chondres sont pauvres en volatils et ont fréquemment des formes contournées indiquant qu'ils ont été formés par la coalescence de goutelettes plus petites et de poussières (Fig. 1). Les compositions du métal et des silicates des chondres varient en fonction de leur texture : le métal des chondres les plus fondus est enrichi en Ni et P, tandis que les silicates sont appauvris en Fe [2]. Ces résultats impliquent que le Fe est massivement volatilisé lors de la formation des chondres, en accord avec les résultats de simulations expérimentales [3] et avec les données sur les éléments du groupe du Pt [4; 5] qui montrent un enrichissement en éléments réfractaires des grains situés à l'intérieur des chondres les plus réduits. Les autres éléments volatils sont évaporés en même

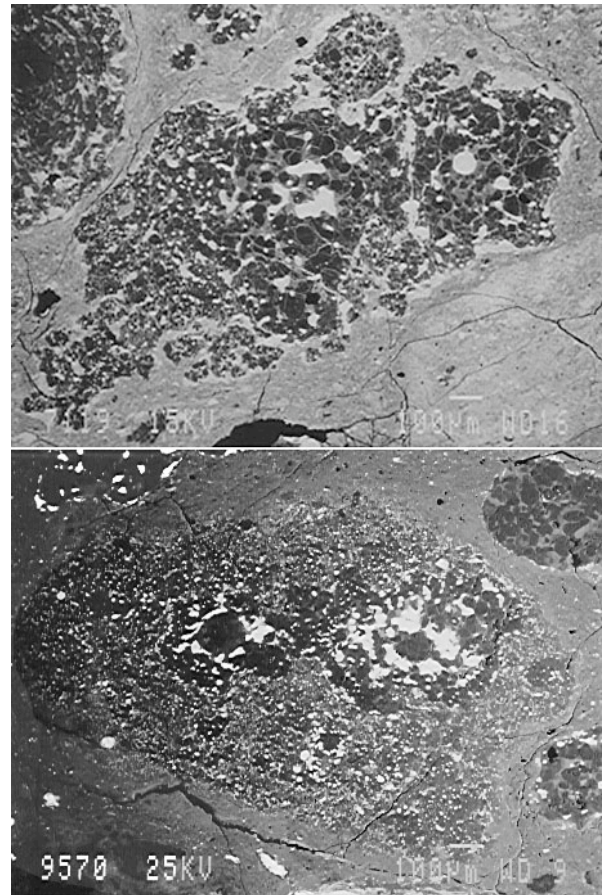


Figure 1 : Chondres peu fondus de Renazzo, formés de l'agglomération de goutelettes et de poussière.

temps que le Fe et tous ces éléments sont ensuite recondensés : les éléments moyennement volatils (Fe, Co, Ni, Pd, Cu...) dans les grains métalliques qui ornent les surfaces des chondres [6] tandis que les éléments plus volatils Ga, Ge [6] et S [Table 1], sont enrichis dans la matrice, laquelle représente une fraction importante de la météorite (31.1% dans Renazzo).

Les chondrites ordinaires sont moins appauvries en volatils que les CRs et une fraction importante de leurs chondres ont des compositions en volatils chondritiques ou super-chondritiques [7]. Certains chondres ont néanmoins perdu leurs volatils par évaporation lors de leur formation [8]. Les chondrites ordinaires contiennent moins de matrice que les CRs (15.6% dans Semarkona) et celle-ci est appauvrie en S par rapport à la chondrite globale, tandis qu'une fraction importante du S (environ 1/3) se retrouve à la périphérie des chondres sous la forme de manchons opaques recouvrant leur surface [9]. Ceci montre que la recondensation du S évaporé à l'issue de la formation des chondres s'est produite

S (poids %)	Analyse globale (voie humide)	Matrice (EMP)	% matrice
Orgueil	5.0		100
Renazzo	1.31	4.6	37.5
Semarkona	1.93	3.0	15.6

Table 1 Abondance globale du S (poids %) dans les chondrites (Jarosevich, 1991 ; Mason and Wiik, 1962) et dans leur matrice (McSween and Richardson, 1977; ce travail) ; volume de matrice (% - Weisberg et al., 1993 ; Huss et al., 1981). Des corrections de densité ont été effectuées sur les données de microsonde pour les rendre comparables aux analyses par voie humide.

sur les chondres plutôt que sur la matrice. De plus, les textures des chondres diffèrent très radicalement de ceux des CRs: ces chondres sont généralement sphériques, mais ils sont aussi fréquemment moulés les uns autour des autres (Fig. 2), ce qui indique qu'ils se sont agglomérés à des températures élevées (supérieures à la température de transition du verre).

Discussion: Les CRs et les chondrites ordinaires ont des compositions globales différant peu de la composition chondritique solaire. La complémentarité chimique entre les chondres et la matrice existe donc dans les deux classes d'objets, mais elle y est obtenue de manière très différente. Dans les CRs, les chondres sont très appauvris en volatils et la matrice abondante (2 fois plus que dans les chondrites ordinaires) et enrichie en volatils (Table 1). Dans les chondrites ordinaires, en revanche, les chondres sont nettement moins appauvris en volatils que dans les CRs, mais la matrice y est à la fois moins abondante et plus pauvre en volatils (Table 1). En accord avec les hypothèses avancées par Wood [1] ces observations indiquent (1) que la matrice était présente au voisinage des chondres avant le refroidissement de ceux-ci; (2) que les premières étapes de l'accrétion se sont déroulées suffisamment peu de temps après la formation des chondres pour que le système reste fermé.

Aux différences chimiques entre les chondres des deux classes de chondrites correspondent des différences de texture. Les chondres des CRs sont formés à partir de fines gouttelettes qui ont coalescé à haute température dans un environnement riche en poussières sur lesquelles se sont recondensés les éléments volatils perdus par les chondres. Les chondres des chondrites ordinaires portent eux aussi la marque d'une coalescence avant leur refroidissement total, mais leurs chondres les moins fondus sont des agrégats de fines poussières [10, 8] plutôt que de gouttelettes. La formation de tels agrégats piégeant les poussières nébulaires avant la fusion des chondres des chondrites ordinaires pourrait expliquer la plus faible quantité de matrice de celles-ci et, en conséquence, la recondensation des éléments volatils sur les chondres eux-mêmes.

Conclusions: La complémentarité chimique entre chondres et matrice décrite par Wood [1] pour les CMs se retrouve du point de vue des volatils dans les LLs et les CRs, mais elle recouvre des répartitions très différentes dans les deux cas, auxquelles correspondent des différences de textures des chondres. Ces observations impliquent une accrétion en système fermé des chondres et de la matrice et elles réfutent donc l'hypothèse d'un "vent-x" à l'origine de la formation des chondres car ce modèle prédit que les volatils perdus par les chondres devraient en être découplés.

References: [1] Wood J.A. (1985) *Protostars and Planets II*, 687-702. [2] Zanda B. et al. (2002),

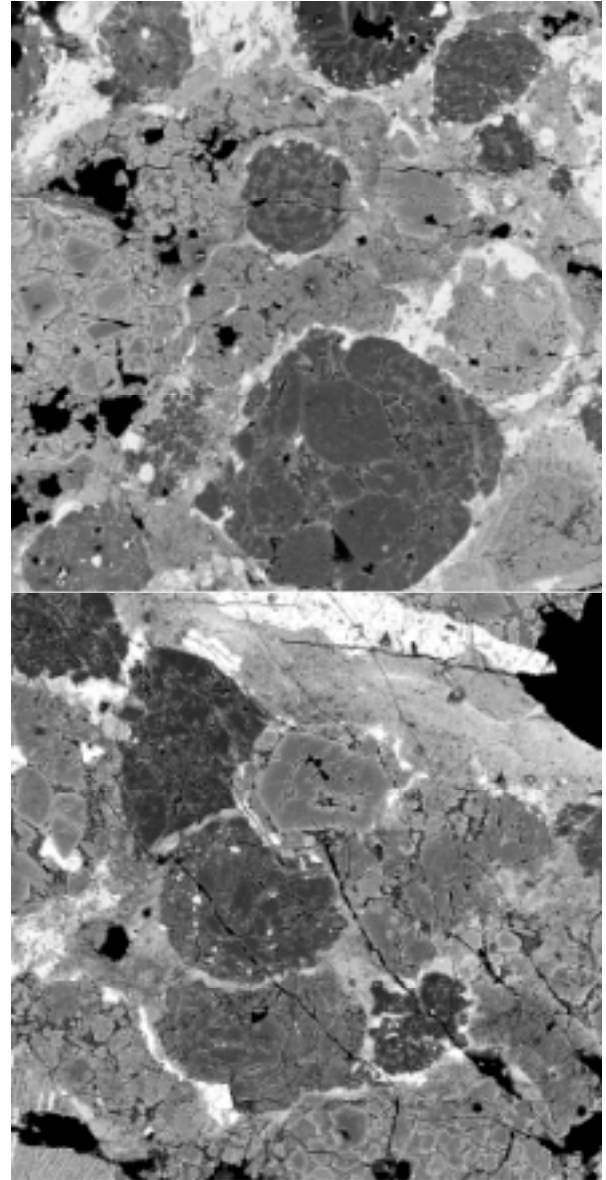


Figure 2: Chondres de Semarkona, dont certains apparaissent « moulés » autour des autres.

LPS XXXII (1852.pdf). [3] Cohen B. et al. (2000), *Nature* **406**, 600-602. [4] Connolly H.C. Jr. et al. (2001), *GCA* **65**, 4567-4588. [5] Humayun M. et al. (2002), *LPS XXXII (1965.pdf)*. [6] Campbell A. et al. (2002), *Goldschmidt Conf.* [7] Yu Y. et al. (2002), *GCA*, soumis. [8] Hewins R.H. et al. (1997) *Antarct. Met. Res.* **10**, 294-317. [9] Zanda B. et al. (1995), *Meteoritics* **30**, 605. [10] Weisberg M. K. et Prinz M. (1996) in *Chondrules and the Protopl. Disk*, 119-127.