Rhéologie de sédiments de grotte et vermiculations

P. Freydier¹, J. Martin¹, B. Guerrier¹, P.Y. Jeannin² et F. Doumenc¹³

1 Laboratoire FAST, Université Paris-Sud, CNRS, Université Paris-Saclay, F-91405, Orsay, France

2 Institut Suisse de Spéléologie et de Karstologie (ISSKA), La Chaux-de-Fonds, CH-2301, Suisse

3 Université Sorbonne, UFR 919, 4 place Jussieu, F-75252, Paris Cedex 05, France

Résumé :

Les vermiculations sont de petits amas (d'une taille caractéristique de quelques centimètres) composés de particules (argile, calcite, minéraux, matière organiques,...) présents sur les parois des grottes. Lorsque les particules s'agglomèrent, par un mécanisme que nous cherchons à comprendre, les pigments de peintures préhistoriques peuvent être entraînés avec elles, détériorant ces vestiges du passé.

Bien que connues depuis longtemps par les spéléologues, peu d'études ont été consacrées aux vermiculations, comme l'atteste la revue de Bini et al. (Bini A., Cavalli Gori M., Gori S. A critical review of the hypotheses on the origin of vermiculations. *International Journal of Speleology* 10 (1978), 11-33). La plupart des auteurs mentionnent la présence d'un film d'eau à la paroi, alimenté par la percolation ou la condensation, qui peut induire la « mobilisation », le déplacement et l'agrégation des particules formant les vermiculations.

Pour mieux caractériser et prévenir la dégradation des peintures rupestres par les vermiculations, une compréhension des mécanismes de formation est aujourd'hui nécessaire. Jusqu'à présent, ce problème n'avait fait l'objet d'aucune étude expérimentale bien contrôlée. C'est le but du travail que nous présentons ici : identifier les conditions requises pour déplacer des sédiments et former des vermiculations.

Notre étude repose sur la mesure de la contrainte seuil de sédiments naturels, prélevés au pied d'une paroi de grotte vermiculée. Dans son état de prélèvement, le matériau est une pâte présentant une contrainte seuil relativement élevée : 6000Pa pour une fraction volumique solide de 45%. Il est donc vraisemblable qu'une diminution de cette contrainte seuil soit nécessaire pour rendre le matériau mobilisable et permettre l'apparition de vermiculations. Le sédiment déposé sur les parois est susceptible d'être humidifié par de l'eau de condensation ou de « l'eau de percolation », plus ou moins minéralisée. Dans ce contexte, deux scénarii menant à une diminution potentiellement critique de la contrainte seuil ont pu être identifiés :

- 1) Quand le sédiment est immergé dans de l'eau faiblement minéralisée, la contrainte seuil décroît, d'abord rapidement pendant quelques heures, puis plus lentement. Cette lente décroissance, prolongée durant plusieurs mois, pourrait affaiblir le matériau au point de le rendre mobilisable.
- 2) Une chute spectaculaire de la contrainte seuil (2 ordres de grandeur) est observée lorsque le sédiment est immergé dans une eau faiblement minéralisée, après avoir été préalablement immergé dans une solution concentrée en cations monovalents.

Ces scénarios menant à une perte de cohésion, tout comme l'existence d'une contrainte seuil initiale relativement élevée pour des fractions volumiques solides assez faibles peuvent s'expliquer par les propriétés des minéraux argileux (smectiques) contenus dans le sédiment, et qui constituent vraisemblablement le liant du matériau.

Mots-clés : rhéologie, contrainte seuil, argile, smectite, vermiculations.