Cartographie de la montmorillonite par démélange d'images hyperspectrales à l'échelle centimétrique : cas de champs agricoles labourés

Karine Adeline*[1], Etienne Ducasse[2,3], Audrey Hohmann[4], Véronique Achard[3], Anne Bourguignon[4], Gilles Grandjean[5], and Xavier Briottet*[3]

[1]ONERA / DOTA, Université de Toulouse [Toulouse] – PRES Université de Toulouse – France
[2]Université Fédérale Toulouse – Midi-Pyrénées – France
[3]ONERA / DOTA, Université de Toulouse [Toulouse] – PRES Université de Toulouse – France
[4]Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM) – DRP – France
[5]Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM) – DRP – France

Résumé

L'estimation de la montmorillonite est un facteur clé pour quantifier le phénomène de retrait-gonflement des argiles qui occasionne chaque année de nombreux dommages infrastructurels et qui peut perturber la traficabilité des véhicules sur le terrain. Par télédétection optique, déterminer l'abondance de la montmorillonite dans les sols est une tâche complexe car (i) les minéraux de la famille des argiles ont des signatures spectrales très proches autour de 2,2 μm, (ii) le sol est un mélange intime de différents types de minéraux, de matière organique et est sensible à l'humidité, ce qui conduit à plusieurs combinaisons spectrales. A l'échelle centimétrique, de nombreux autres facteurs viennent s'ajouter tels que la rugosité fine de surface et le mélange surfacique du fait de la présence d'autres éléments dans la scène observée (affleurement de roches, végétation, litière, etc.). Des travaux précédents menés à l'échelle laboratoire avec des échantillons préparés et composés de calcite, quartz et trois argiles minéralogiques (montmorillonite, kaolinite et illite) et des images hyperspectrales SWIR (1 – 2.5 μm) ont montré des performances encourageantes pour l'estimation de la montmorillonite (RMSE entre 8,8% et 13,9%) avec des mélanges sans quartz et des méthodes de démélange linéaire et non linéaire (1).
Dans cette présentation, nous présentons une étude d'estimation de la montmorillonite, cette fois-ci en conditions extérieures, pour des sols réels de champs agricoles labourés. Trois sites localisés au nord-est d'Orléans soumis à différents aléas de retrait-gonflement argileux ont été sélectionnés. Des acquisitions hyperspectrales Vis-NIR-SWIR (0,4 - 2,5 μm) à partir d'une nacelle ont été effectuées à la résolution spatiale de 1,5 cm. Un premier masquage a consisté à identifier les pixels purs de sols en s'affranchissant des contributions de la végétation (verte et sénescente) et des ombres. Plusieurs analyses laboratoires ont été faites sur des échantillons de sol afin de connaître la composition minéralogique, granulométrique et en matière organique, ainsi que des mesures d'humidité du sol. Une première étape avant le démélange a consisté à évaluer deux stratégies : soit on connaît les minéraux présents dans le sol et donc on s'appuie sur des librairies spectrales existantes, soit on ne les connaît pas et on teste des algorithmes de détection automatique. La deuxième stratégie ne s'est pas révélée concluante et par conséquent nous nous sommes appuyés sur les librairies USGS et provenant

*Intervenant

de (1). Plusieurs pré-traitements spectraux ont été étudiés, ainsi que quatre méthodes de démélange, deux linéaires (FCLS et MESMA) et deux non linéaires (GBM et MLM). Les résultats montrent que seule la méthode non linéaire MLM sans pré-traitement (réflectance) ou avec l'application de la dérivée première Savitzky-Golay montrent des estimations satisfaisantes pour la librairie USGS (RMSE entre 2.2 et 19.7%).
(1) Ducasse, E., Adeline, K., Briottet, X., Hohmann, A., Bourguignon, A., & Grandjean, G. (2020). Montmorillonite estimation in clay–quartz–calcite samples from laboratory SWIR imaging spectroscopy: A comparative study of spectral preprocessings and unmixing methods. Remote Sensing, 12(11), 1723. (2) J.B. Féret, A .A . Gitelson, S.D. Noble, S. Jacquemoud, PROSPECT-D: towards modeling leaf optical properties through a complete lifecycle, Remote Sens. Environ. 193 (2017), doi: 10.1016/j.rse.2017.03.004