

Effets de la congélation sur la microstructure de tourbes. Apport de la microtomographie X à révéler tels effets de congélation

Hassan Al Majou^{1,2}, Olivier Rozenbaum⁴, Fatima Laggoun-Défarge¹, Sébastien Gogo¹, Emmanuel Le Trong¹, Julien Sobilo³, Stéphanie Lerondel³, Ary Bruand¹

¹: Institut des Sciences de la Terre d'Orléans (ISTO), Université d'Orléans, CNRS/INSU, BRGM, 1A rue de la Férellerie, 45071 Orléans Cedex 2, France.

²: Université de Damas, Département des Sciences du Sol, Faculté Agronomique, PO Box 30621.

³: Centre d'Imagerie du Petit Animal (CIPA), TAAM-CIPA, Phenomin CNRS UPS 44 3B rue de la Férellerie, 45071 Orléans Cedex 2.

⁴: CNRS, CEMHTI UPR3079, Université d'Orléans, F-45071 Orléans, France.

Mots clés : Tourbe, Congélation, Structure, Micro-tomographie X.

Résumé : Les tourbes résultent d'une accumulation nette de la matière organique dans des contextes de bilan hydrique positif conduisant à un excès d'eau permanent. Ainsi, on enregistre une accumulation de la biomasse végétale produite chaque année par la photosynthèse, cette biomasse s'accumule plus rapidement qu'elle ne se décompose, (Limpens *et al.*, 2008, Bragazza, 2008). La tomographie X, souvent appliquée pour le diagnostic médical, l'est aussi pour l'étude des tourbes depuis des années pour la connaissance de leur structure. Peu d'études portant sur les propriétés physique (porosité, densité apparente et degré de décomposition) et hydrauliques (rétention en eau et conductivité hydraulique) des tourbes ont été effectuées. Certaines d'entre elles mettent en œuvre la tomographie X sur des échantillons de taille très variable (entre 100 et 200 cm³), (Quinton *et al.*, 2009, Rezanezhad *et al.*, 2010, Turberg *et al.*, 2014). Plus récemment, de telles études ont cherché à préciser la structure fine des tourbes (organisation des débris organiques et géométrie des vides qui en résulte) afin de mieux comprendre les propriétés physico-hydriques en mettant en œuvre la micro-tomographie X à haute résolution (Gerke *et al.*, 2012 ; Rezanezhad *et al.*, 2016).

Objectif : La caractérisation de matériaux tourbeux par la micro-tomographie X nécessite, pour minimiser la perturbation structurale lors de la préparation des échantillons qui se doivent d'être de petite taille, un protocole conduisant à congeler l'échantillon afin de le découper à l'état solide avant qu'il ne soit scanné. Cette étude a pour objectif de vérifier si la congélation d'échantillons de tourbe, avant leur analyse en micro-tomographie X, provoque une modification de sa structure originelle.

Matériel et méthodes : Plusieurs échantillons de deux types de tourbe (tourbe à *Sphaigne* et à *Molinie*) ont été prélevés dans deux sites appartenant Service National d'Observations Tourbières (D'Angelo *et al.*, 2016). Pour chaque bloc (15x15 cm² et 40 cm de profondeur) et selon le degré de décomposition de la tourbe, 6 tranches de 5 cm de long ont été découpées. Des mesures physico-hydriques (densité apparente, porosité et teneur en eau) ont été réalisées. Des sous-échantillons (5 cm de diamètre et 7 cm de long) ont été analysés en micro-tomographie X, puis congelés à -10 C° pendant 48h, décongelés sans que la teneur en eau ne varie, et analysés à nouveau en micro-tomographie X avec une résolution de 50-60 µm.

Résultats et discussion : Les images 2D et 3D acquises avant et après congélation montrent que le gel affecte la structure des tourbes étudiées. Cette modification de la structure se caractérise en particulier par de nombreuses ruptures dans le réseau de vides tubulaires correspondant vraisemblablement à d'anciennes racines décomposées et l'apparition d'un très grand nombre de vides de beaucoup plus petite taille dispersés au sein de chaque échantillon de tourbe. Ces derniers pouvant correspondre à l'apparition de cristaux de glace lors de la phase de congélation.

Références:

- D'Angelo B., Gogo S., Laggoun-Défarge F., Le Moing F., Jégou F., Guimbaud C. 2016. Soil Temperature Synchronisation improves representation of diel variability of Ecosystem Respiration in *Sphagnum* Peatlands. *Agricultural and Forestry Meteorology*, 223: 95-102.
- Bragazza, L. 2008. A climatic threshold triggers the die-off of peat mosses during an extreme heat wave. *Global Change Biology*, 14, 2688–2695.
- Gerke, K.M., Skvortsova, E.B. and Korost, D.V. 2012. Tomography method of studying soil pore space: current perspectives and results for some Russian soils. *Eurasian Soil Science*, 45, 7, 700-709.
- Limpens, J., Berendse, F., Blodau, C., Canadell, J.G., Freeman, C., Holden, J., Roulet, N., Rydin, H. and Shaepman-Strub, G. 2008. Peatlands and the carbon cycle: from local processes to global implications – a synthesis. *Biogeosciences*, 5, 1475–1491.
- Quinton, W.L., Elliot, T., Price, J.S., Rezanezhad, F. and Heck, R. 2009. Measuring physical and hydraulic properties of peat from X-ray tomography. *Geoderma*, 153, 269–277.
- Rezanezhad, F., Quinton, W.L., Price, J.S., Elliot, T.R., Elrick, D. and Shook, K.R. 2010. Influence of pore size and geometry on peat unsaturated hydraulic conductivity computed from 3D computed tomography image analysis. *Hydrological Processes*, 24, 2983-2994.
- Rezanezhad, F., Price, J.S., Quinton, W.L., Lennartz, B., Milojevic, T. and Van Cappellen, P.V. 2016. Structure of peat soils and implications for water storage, flow and solute transport: A review update for geochemists. *Chemical Geology*, 429, 75-84.
- Turberg, P., Zeimet, F., Grondin, Y., Elandof, C. and Buttler, A. 2014. Characterization of structural disturbances in peats by X-ray CT based density determinations. *European Journal of Soil Science*, 65, 613-624.