



Geochemical Trends for Groundwaters from the Canadian Shield

S.K. Frape and P. Fritz

Department of Earth Sciences, University of Waterloo, Waterloo, Ontario, Canada, N2L 3G1

Frape, S.K. and Fritz, P., Geochemical trends for groundwaters from the Canadian Shield; in Saline water and gases in crystalline rocks, Editors: Fritz, P., and Frape, S.K.; Geological Association of Canada Special Paper 33, 1987. p. 19–38.

Abstract

Deep groundwaters from the Canadian Shield are highly saline Ca-Na-Cl brines. The stable isotopic signature of the most concentrated brines, found at sites from across the Shield, is very similar. The hydrogen and oxygen stable isotope signature of these brines is very different from saline waters or brines collected in sedimentary or hydrothermal environments. The water component of the Shield brines may have a very different origin than the majority of the solute component. Most of the salinity associated with these brines appears to be derived from intense water-rock interaction with local host rocks, rather than being derived from external sources. Although major ion ratios such as Ca/Cl are uniform from site to site across the Canadian Shield; many minor and trace element ratios reflect differences in host chemistry between sites. It is proposed that the similar major element chemistries for brines could only be achieved if the same primary and secondary mineral equilibrium controls were to occur in each area. Such water-rock interaction, coupled with solubility controls of most ionic species in Ca-Na-Cl brines, exert the major influence on the evolution of these waters.

The stable isotopic signature of shallow fresh and brackish groundwaters is meteoric in origin. These waters derive the majority of their solutes from intense rock-water interaction. As most sites sampled are disturbed environments, the influence of these shallower groundwaters is seen in the form of mixing or dilution trends with the more concentrated brines.

Résumé

Les eaux souterraines profondes du bouclier canadien sont des solutions sursalées riches en Ca-Na-Cl et, dans l'ensemble du bouclier, la concentration des isotopes stables des eaux les plus concentrées est très semblable. Celle de l'hydrogène et de l'oxygène diffère fortement de ce qui est mesuré dans les eaux salées et sursalées en milieu sédimentaire ou hydrothermal. La composante aqueuse des saumures du bouclier pourrait avoir une origine très différente de celle de la plupart des composants dissous. La majeure partie du contenu salin de ces saumures semble provenir d'une interaction intense entre l'eau et les encaissants locaux, plutôt que de sources externes. Bien que les rapports d'ions majeurs, comme Ca/Cl, soient semblables d'un site à l'autre dans l'ensemble du bouclier, ceux d'un grand nombre d'éléments mineurs et d'éléments traces reflètent une variation de la composition chimique des encaissants. On a suggéré que la similitude des caractéristiques chimiques des éléments majeurs de ces saumures n'était possible que si chaque secteur était régi par des contraintes d'équilibre minéralogique primaires et secondaires identiques. Une interaction de ce genre entre l'eau et l'encaissant, à laquelle s'ajoutent les conditions de solubilité de la plupart des ions des saumures riches en Ca, Na et Cl, sont les principaux facteurs influant sur l'évolution de ces eaux.

La concentration des isotopes stables dans les eaux souterraines douces et saumâtres de faible profondeur a une origine météorique. La plupart des composants dissous de ces solutions dérivent d'une interaction intense entre l'eau et la roche. Comme la plupart des échantillons proviennent d'environnements perturbés, l'influence des eaux souterraines moins profondes prend la forme d'un mélange avec les eaux plus concentrées ou de leur dilution dans des proportions variables.