

STABLE ISOTOPE VARIATIONS IN RECHARGE TO A KARSTIC AQUIFER, YORKSHIRE DALES, ENGLAND

PRELIMINARY NOTE

by

Timothy C. ATKINSON¹, John W. HESS² & Russel S. HARMON³

RESUME. – Variations des isotopes stables de l'oxygène et de l'hydrogène dans la zone de recharge d'un aquifère karstique des Yorkshire Dales, Angleterre. Note préliminaire.

Des échantillons d'eau de pluie, d'eau du sol, de pertes karstiques, de percolation et d'égouttement au plafond de grottes et de résurgences ont été prélevés mensuellement. Les analyses D/H et ¹⁸O/¹⁶O montrent que les variations de la composition isotopique des eaux de pluie se retrouvent, durant les mêmes mois, dans les eaux de drainage de surface et dans l'eau du sol. La composition isotopique des eaux des résurgences varie aussi de la même façon, ce qui indique la contribution importante des eaux allogènes à leur débit. Les eaux de percolation et d'égouttement au plafond des grottes ont un comportement variable. Certaines d'entre elles ont une composition isotopique constante indiquant qu'elles proviennent d'une source bien homogénéisée. Dans d'autre cas, ces eaux montrent des variations parfois très fortes, qui peuvent avoir un retard atteignant deux mois.

Les eaux de percolation et d'égouttement sont reliées à un modèle simple et fonctionnel qui conduit les eaux de pluie à travers deux réservoirs : l'un est un réservoir à volume-piston de débit constant qui induit un retard entre l'entrée et la sortie; l'autre est un réservoir bien homogénéisé dont la composition isotopique est constante. Les paramètres de ce modèle sont le rapport (R) des écoulements entre ces deux réservoirs, le retard dans le temps et la composition (Cm) du réservoir homogénéisé. Les calculs de régression et de corrélation montrent l'ajustement du modèle. En utilisant les valeurs des eaux de pluie comme entrée, les valeurs de R montrent que plus de 75 % du mélange isotopique se fait dans la zone vadose. Les valeurs de Cm se rapprochent de la composition isotopique moyenne des eaux de pluie. L'interprétation du modèle montre que les eaux de recharge se déplacent à travers un réseau de fentes et de petites fissures, avec de hauts coefficients de dispersion dus à des différences locales de débit. En surimposition à ce réseau, on trouve des fissures plus larges dans lesquelles se produisent les écoulements-pistons. L'étude a été appuyée par des expériences de traçage par coloration.

Monthly samples were collected of precipitation, seepage from soil, allogenic sinking streams, drip and flow waters from cave roofs, and karst springs. D/H and oxygen 18/16 analyses of springs show that the variation in precipitation composition is reflected in the same month, reflecting the large contribution of allogenic streams to their flow. Drips and flows show a variable behaviour; some are constant, indicating an already well-mixed source, and others show variations from a few percent up to almost half the range seen in precipitation with a time lag of up to two months.

The drip and flow waters were related to a simple functional model which routes precipitation through two reservoirs; a constant-volume piston-flow reservoir which creates a lag between input and output, and a well-mixed, constant-composition reservoir. Model parameters are the ratio (R) of the flows through the two reservoirs, time-lag and composition (Cm) of the mixed reservoir. Model fitting is by lag-correlation and regression. With precipitation as input, values of

R range from 0.06-0.5 implying that over 75 % of isotopic mixing occurs in the vadose zone. Values of Cm are realistically close to the average composition of precipitation. The model results are interpreted as showing that recharge waters move through an intersecting net of cracks and small fissures, with a high dispersion coefficient due to local differences in flow rates. Superimposed on this are wider fissures with branching tributary patterns similar to those of cave systems, but at a smaller scale, in which piston flow occurs. Dye tracer tests have been used to confirm the main features of this interpretation.

1 University of East Anglia, Norwich, NR4 7TJ, England.

2 Water Resources Center, Desert Research Institute Las Vegas, NV 89109, U.S.A.

3 Southern Methodist University, Dallas, Texas, U.S.A.