

It remains obvious that this microbiological tool has to be still associated with more classical techniques such as geochemistry. The low cost of the geomicrobial method compared to the elevated cost of a mineral exploration project involves that geomicrobial tests could be carried out in target areas exhibiting a high mineral potential.

### **RESUME (présentation de A. Melchior & L. Dejonghe)**

La méthode géomicrobiologique basée sur l'énumération des spores de *Bacillus* réagissant à la lécithine [*Bacillus* (L.) + sp.] a été proposée pour la première fois par des chercheurs américains. Plusieurs essais ont été effectués au Nevada et en Californie. Les résultats se sont révélés prometteurs.

L'échantillonnage consiste à prélever du sol de l'horizon A en dessous des racines de la végétation locale. En laboratoire, les sols sont mis en suspension et placés en culture dans un milieu contenant du jaune d'oeuf (lécithine). Après environ 20 heures d'incubation, les colonies sporulées identifiées par leur halo translucide sont comptées [voir (1) et (2) ci-dessous]. A partir de 1992, le Service géologique de Belgique a réalisé deux études sur le sujet au Mexique et en Argentine.

Les résultats de la première étude effectuée au Mexique (sur 5 sites minéralisés) ont souligné une relation spatiale entre *Bacillus* L.(+) sp. et les minéralisations, surtout aurifères. Cette relation a également été trouvée grâce à l'analyse factorielle (n=325). Bien qu'une relation quantitative entre *Bacillus* L.(+) sp. et le degré de minéralisation existe pour les échantillons du Mexique, ce n'est pas une règle générale. En effet, les résultats des échantillons d'Argentine ne montrent pas ce type de relation quantitative. Par ailleurs, l'étude a également montré une possible microbiotoxicité exercée par des concentrations élevées en certains éléments, particulièrement As. Finalement, des analyses microbiologiques réalisées en Belgique trois mois après l'échantillonnage au Mexique ont mis en évidence une forte diminution du nombre de spores dans la plupart des échantillons.

La seconde étude a été réalisée en Argentine (Patagonie). De bons résultats ont été obtenus dans les deux zones où la minéralisation affleure parfaitement. Le contenu de *Bacillus* L.(+) sp. est lié aux métaux chalcophiles (Au, As, Pb, Cu), mais plus particulièrement à Au. Les résultats d'une analyse factorielle réalisée sur 128 échantillons indique clairement une relation entre *Bacillus* L.(+) sp. et le groupe Au-As-Y caractérisant l'horizon A des minéralisations étudiée. Les résultats dans les autres sites, où les structures minéralisées affleurantes sont peu claires, ne suggèrent pas une relation spatiale entre *Bacillus* L.(+) sp. et minéralisation. La présence de structures minéralisées masquées pourraient expliquer la distribution de *Bacillus* L.(+) sp. dans les deux zones en question. *Bacillus* L.(+) sp. a été réanalysé en Belgique quatre mois plus tard. La plupart des résultats (85%) sont supérieurs à ceux obtenus en Argentine. Les données de l'étude effectuée au Mexique nous suggèrent l'influence possible de la variation de température entre la première analyse réalisée peu après l'échantillonnage et la seconde analyse réalisée dans des conditions climatiques très différentes.

Du point de vue strictement analytique, la méthode géomicrobiologique n'est pas une technique reproductible pour les raisons évoquées ci-dessus. Cependant, les données analytiques d'Argentine et de Belgique montrent que le contraste entre valeurs anormales et fond microbiologique ne varie que très peu. Ce constat autorise l'interprétation des résultats en terme de définition et de localisation des zones anormales. Par ailleurs, les analyses dupliquées durant la même session analytique présentent une reproductibilité remarquable. Pour cette raison, *Bacillus* L.(+) sp. doit être considéré comme un microbiotraceur potentiel de zones minéralisées et non comme une variable analytiquement reproductible tel qu'un métal. Parallèlement, on peut signaler les difficultés à reproduire correctement de

nombreux résultats analytiques d'or dans les sols et les roches recueillies en prospection. L'association entre *Bacillus* L.(+) sp. et l'or pourrait expliquer partiellement la mauvaise reproductibilité des résultats géomicrobiologiques.

Les avantages de cette méthode microbiologique sont son coût extrêmement bas, sa rapidité (possibilité d'effectuer les analyses sur le terrain) et sa simplicité. Les données acquises suggèrent également la potentialité d'utilisation de la méthode pour détecter des minéralisations masquées. Des travaux de fonçage de puits et de tranchées et éventuellement des forages dans quelques sites du Mexique et d'Argentine nous éclaireraient sur cette potentialité. Les désavantages de la méthode résident dans la faible reproductibilité et la toxicité de certains métaux souvent associés à l'or. Idéalement, les analyses devraient être réalisées dans des conditions climatiques identiques à celles régnant lors de l'échantillonnage.

Il est évident que la méthode microbiologique doit être associée à d'autres méthodes d'exploration plus classiques et qui ont fait leurs preuves dans le passé (géochimie, géophysique, ...). L'intérêt représenté par le faible coût de l'outil géomicrobiologique vis-à-vis du coût élevé d'une campagne de prospection implique que des tests géomicrobiologiques pourraient être menés sur les cibles potentiellement les plus riches.

(1) Melchior, A., Cardenas J., Dejonghe L., 1994. Geomicrobiology applied to mineral exploration in Mexico. *J. Geochem. Explor.* 51: 193-212.

(2) Melchior, A., Cardenas J., Dejonghe L., 1994. Etude géobactériochimique de minéralisations aurifères du Mexique. *Chron. Rech. Minière*, n° 517, pp. 3-21.