

THE APPLICATION OF ATMOSPHERIC PARTICULATE GEOCHEMISTRY IN MINERAL EXPLORATION

A.R. Barringer

Barringer Research Ltd., Rexdale, Ontario

Barringer, A.R., The application of atmospheric particulate geochemistry in mineral exploration; in Geophysics and Geochemistry in the Search for Metallic Ores; Peter J. Hood, editor; Geological Survey of Canada, Economic Geology Report 31, p. 363-364, 1979.

Abstract

The atmospheric layer close to the earth's surface carries extensive geochemical information relating to the composition of the underlying terrain. During active mixing, there is an upward flux of both gaseous and particulate material from the surface. Gaseous forms of atmospheric geochemical interest include mercury vapour, halogen vapours, sulphur compounds, and radon. These gases diffuse rapidly and need to be measured very close to the surface to be of value. In general, experiments on the atmospheric geochemical measurement of trace gases have been mainly confined to mercury and radon, and have not led to the development of techniques that have been widely applied. This is due to the inherent problems relating to sensitivity requirements and the effects of rapid dilution.

In the case of atmospheric particulates, comparatively large fluxes of material rise into the atmosphere when mixing conditions are good and with appropriate instrumentation it has been shown feasible to carry out atmospheric geochemical surveys using this material. If it is desired, however, to collect particulate material that relates closely to the underlying terrain, it is important to separate material carried in parcels of rapidly rising air from particulates associated with neutral or sinking conditions. It is also advantageous to use coarse particulate fractions in size ranges larger than 30 microns to minimize the effects of lateral migration and the re-entrainment of particles that have been previously translocated by wind.

Atmospheric particles can be of both inorganic and organic origin, much of the latter arising from vegetation. It has been established both in the laboratory and in the field that there can be movement of elements through vegetation to leaf surfaces followed by dispersion of these elements into the atmosphere as particulate material. Particulates derived from vegetation are, therefore, related geochemically to the composition of the underlying soils. In practice, material arising from both vegetation and residual soil surfaces can be utilized for geochemical exploration purposes.

Several types of airborne equipment have been developed for carrying out systematic atmospheric geochemical surveys. The spatial resolution of these systems varies according to design between 100 metres and several kilometres. Analytical methods employed have included conventional emission spectroscopy, laser vapourization coupled with emission spectroscopy, x-ray fluorescence spectroscopy, and fission track-etch counting. The spectroscopic measurements provide analyses for 20 or more elements, including all of the base metals while fission track-etch methods give exceptionally high sensitivity and specificity for uranium alone, and are insensitive to radon and bismuth 214.

Optical monitoring and fluidic switching devices have been used to provide for separation of upwelling particulates from material in stagnant and sinking air.

Atmospheric airborne geochemical prospecting appears to offer important potential as a complementary tool to a variety of airborne geophysical methods. In the case of uranium exploration, it can provide information that is unaffected by surface disequilibrium effects and the fine size aerosol interference that can considerably modify airborne gamma-ray spectrometer results.

Résumé

La couche atmosphérique proche de la surface de la terre contient des renseignements géochimiques importants en ce qui a trait à la composition du terrain sous-jacent. Au cours d'une phase active de mélange, il se produit un flux ascendant de matières gazeuses et de particules à partir de la surface. Les formes gazeuses qui sont d'un intérêt particulier pour la géochimie de l'atmosphère comprennent la vapeur de mercure, les vapeurs d'halogène, des composés de soufre et le radon. Ces gaz se diffusent rapidement et l'on doit effectuer leur mesure très près de la surface pour que les données aient une certaine valeur. En général, les expériences sur la mesure par géochimie atmosphérique des gaz à l'état de trace ont été surtout limitées au mercure et au radon; elles n'ont pas conduit à la mise au point de techniques qui ont été utilisées sur une grande échelle. Cette situation est due aux problèmes particuliers concernant les exigences de sensibilité et les effets d'une dilution rapide.

En ce qui concerne les particules atmosphériques, des flux relativement importants de matière s'élèvent dans l'atmosphère lorsque les conditions de mélange sont bonnes et, à l'aide des instruments appropriés, il s'est avéré possible d'effectuer des levés géochimiques de l'atmosphère en se servant de cette matière. Toutefois, si l'on désire recueillir des particules qui ont une relation étroite avec le terrain sous-jacent, il est important de séparer la matière transportée par vagues d'air à ascension rapide des particules en condition neutre ou en retombée. Il est également préférable d'utiliser des fractions granulométriques de particules grossières supérieures à 30 microns afin de minimiser les effets de migration latérale et le rechargement de particules qui ont été préalablement déplacées par le vent.

Les particules atmosphériques peuvent être d'origine inorganique et organique; la majorité de celles de la dernière catégorie proviennent de la végétation. Il a été établi tant en laboratoire que sur place qu'il peut y avoir un mouvement d'éléments passant par la végétation jusqu'à la surface des feuilles, suivi par la dispersion de ces mêmes éléments dans l'atmosphère sous forme de particules. Des particules provenant de la végétation sont, par conséquent, reliées géochimiquement à la composition des sols sous-jacents. Sur le plan pratique, des matières provenant de la végétation aussi bien que des surfaces résiduelles du sol peuvent être utilisées à des fins d'exploration géochimique.

Plusieurs types de dispositifs aéroportés ont été mis au point pour effectuer des levés géochimiques atmosphériques systématiques. La résolution spatiale de ces systèmes varie selon leur conception entre 100 mètres et plusieurs kilomètres. Les méthodes analytiques utilisées comprenaient: la spectroscopie d'émission classique, la vaporisation au laser alliée à la spectroscopie d'émission, la spectroscopie par fluorescence de rayons X, et le calcul par des techniques apparentées à la méthode des traces. Les mesures spectroscopiques fournissent des analyses de 20 éléments ou plus, y compris tous les métaux non précieux, tandis que les techniques apparentées à la méthode des traces donnent une sensibilité et une spécificité exceptionnellement élevées seulement pour l'uranium et sont insensibles au radon et au bismuth 214.

Des dispositifs de contrôle optique et de commutation fluide ont été utilisés pour permettre la séparation des particules ascendantes de la matière obtenue dans l'air stagnant et descendant.

La prospection géochimique aéroportée des particules atmosphériques semble offrir un potentiel important comme outil complémentaire à une grande variété de méthodes géophysiques aéroportées. En ce qui concerne la recherche de l'uranium, ce genre de prospection peut fournir des renseignements qui ne sont pas touchés par les effets de déséquilibre de surface et l'interférence des aérosols stratosphériques à particules fines qui peuvent modifier considérablement les résultats obtenus à l'aide d'un spectromètre aéroporté à rayons gamma.