

La spectrométrie de masse en Sciences de la Terre : origine et chronologie des magmas

Jean-Louis Paquette • CNRS Laboratoire Magmas & Volcans UMR 652a, Clermont-Ferrand

Dans la gamme très étendue des spectromètres de masse, les appareillages de très loin les plus diffusés sont les spectromètres de masse organiques qui détectent ou identifient des molécules d'intérêt afin notamment de pouvoir caractériser leur structure chimique.

En géosciences, de nombreux types de spectromètres de masse sont utilisés en fonction d'applications qui peuvent être très variées. Le laboratoire Magmas et Volcans (LMV) de Clermont-Ferrand étudie les phénomènes magmatiques depuis leurs zones sources profondes jusqu'aux interactions avec l'atmosphère. L'équipe de Géochimie utilise principalement deux types de spectromètres de masse inorganiques différents : le TIMS ou spectromètre de masse à thermo-ionisation et le LA-ICPMS ou spectromètre de masse à source de plasma inductif couplé à un dispositif d'échantillonnage par ablation laser. Les principales applications développées sur ces appareils permettent de caractériser les sources des magmas étudiés et de retracer la chronologie des événements qui les ont affectés. La géologie étant une science historique, le volet mesure du temps constitue une de nos applications importantes.

A l'aide de ces appareils nous mesurons très précisément des rapports d'isotopes radiogéniques, qui sont les produits -ou éléments-fils - de la désintégration naturelle des isotopes radioactifs - ou éléments pères. Le principe général en est décrit par l'équation de la radioactivité : $NF = NP e^{-\lambda t}$ dans laquelle NF et NP représentent respectivement le nombre d'atomes fils et père, λ est la constante de désintégration de l'isotope considéré et t le temps en années. C'est à partir de ce concept que beaucoup de nos études sont menées.

L'exposé débutera par une description technique des chacun des deux appareillages qui apparaissent bien évidemment pour bon nombre d'utilisateurs de spectromètres de masse organiques comme des matériels un peu exotiques. Les contraintes d'utilisation, très différentes pour l'un et l'autre des deux systèmes, ainsi que le niveau de performances seront exposés. L'analyse par TIMS nécessite au préalable une séparation chimique fine par chromatographie ionique réalisée en salle blanche afin d'isoler l'élément chimique que l'on souhaite analyser. L'analyse par LA-ICPMS impose quant à elle une caractérisation

préalable de l'échantillon avant analyse in-situ, soit par cartographie chimique à la microsonde électronique soit par imagerie au microscope électronique à balayage (électrons rétrodiffusés ou cathodo-luminescence). Les applications mises en œuvre au LVM, mesures isotopiques, datation in situ des minéraux et mesures des teneurs en éléments en traces, seront illustrées. Enfin, afin d'enrichir la discussion, quelques applications hors Géosciences de ces instruments seront proposées.