

---

# Le quartz comme archive insoupçonnée : un nouvel éclairage sur la transition magmatique-hydrothermale au sein des granites à métaux rares

Océane Rocher<sup>\*1</sup>, Christophe Ballouard<sup>†‡1</sup>, Julien Mercadier<sup>1</sup>, Antonin Richard<sup>1</sup>, Lorenzo Tavazzani<sup>2</sup>, Cyril Chelle-Michou<sup>2</sup>, Nicolas Esteves<sup>3</sup>, Laurent Tissandier<sup>3</sup>, Nordine Bouden<sup>3</sup>, Johan Villeneuve<sup>3</sup>, Benjamin Barré<sup>4</sup>, and Patrick Fullenwarth<sup>4</sup>

<sup>1</sup>GeoRessources – Université de Lorraine, Centre National de la Recherche Scientifique – France

<sup>2</sup>Institute of Geochemistry and Petrology [ETH Zürich] – Suisse

<sup>3</sup>Centre de Recherches Pétrographiques et Géochimiques – Université de Lorraine, Centre National de la Recherche Scientifique, Centre National de la Recherche Scientifique : UMR7358 – France

<sup>4</sup>Imerys Ceramics France - Kaolins de Beauvoir, Echassières – Imerys – France

## Résumé

Lors de la différenciation, la saturation en volatils induit l'évolution des magmas granitiques vers des systèmes physico-chimiquement hétérogènes où coexistent cristaux, liquides résiduels enrichis en volatils, fluides magmatiques, voire liquides silicatés immiscibles. Cette étape, appelée transition magmatique-hydrothermale, contrôle une part essentielle de la mobilisation des éléments dans la croûte continentale et influence significativement les processus de minéralisation en métaux rares. Pourtant, la nature, la chronologie et l'impact de ces processus restent partiellement contraints.

Le quartz, par sa géochimie élémentaire, isotopique (O) et les inclusions fluides et magmatiques piégées lors de sa croissance, constitue un traceur précieux des processus magmatiques-hydrothermaux. Cet outil apparaît particulièrement pertinent dans les granites peralumineux à métaux rares (PRMGs), produits parmi les plus différenciés du magmatisme felsique terrestre, marqués par des teneurs élevées en métaux lithophiles (Li, Ta, Nb, Sn, W, Be). Leur ascension rapide, en lien avec leur faible viscosité combinée à une faible pression de mise en place, et leur enrichissement extrême en fluor, favorise une dévolatilisation intense des magmas et une cristallisation précoce du quartz, offrant un enregistrement détaillé de la transition magmatique-hydrothermale.

Le granite de Beauvoir (Massif central) représente un PRMG emblématique et un laboratoire naturel idéal pour explorer ces processus. La pétrographie, géochimie in situ élémentaire et isotopique (O) du quartz magmatique, et l'étude de ses inclusions fluides révèlent un comportement contrasté selon les unités magmatiques. Tandis que le quartz des unités moins différenciées présente des textures et signatures isotopiques précoces purement magmatiques, le quartz de l'unité la plus évoluée semble enregistrer l'ensemble de l'évolution du système : cristallisation précoce suivie de bordures tardives à textures " boule de neige ". Ces textures, associées à la coexistence d'inclusions fluides et magmatiques primaires, confirment

---

\*Auteur correspondant: [oceane.rocher@univ-lorraine.fr](mailto:oceane.rocher@univ-lorraine.fr)

†Intervenant

‡Auteur correspondant: [christophe.ballouard@univ-lorraine.fr](mailto:christophe.ballouard@univ-lorraine.fr)

une cristallisation dans un liquide résiduel saturé en volatils. Une zonation isotopique inédite pour les PRMGs est observée, avec des cœurs à signature magmatique typique, mais des bordures à  $\delta^{18}\text{O}$  exceptionnellement faibles, témoignant d'un possible fractionnement isotopique de l'O lors de la dévolatilisation.

Ces résultats apportent de nouvelles contraintes sur la transition magmatique-hydrothermale, soulignant son rôle clé dans l'évolution texturale, géochimique et probablement métallogénique des granites à métaux rares.

**Mots-Clés:** Granite à métaux rares, transition magmatique hydrothermale, dévolatilisation, isotopie de l'oxygène, inclusions fluides, quartz