Zeitschrift: Horizons : le magazine suisse de la recherche scientifique
Herausgeber: Fonds National Suisse de la Recherche Scientifique
Band: - (2001)
Heft: 50

Artikel: Une ruée vers l'or par microscope interposé
Autor: Bucheli, Erika
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-556136

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 12.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Une ruée vers l'or par microscope interposé

De minuscules inclusions dans du minerai de cuivre, de zinc ou d'or, les géologues de l'EPF de Zurich tirent de longues histoires: l'origine et la façon dont ces minéraux ont fait leur apparition, et la provenance de leurs composantes. Grâce à ces connaissances, de nouveaux gisements de métaux exploitables un jour pourraient être circonscrits.

PAR ERIKA BUCHELI
PHOTOS EPF ZURICH

Le cuivre, le zinc, le plomb ou même l'or – des métaux dont on ne peut plus faire abstraction dans notre monde technologique – se trouvent dans la nature, le plus souvent sous forme d'oligo-éléments. Et dans des concentrations si faibles que leur exploitation n'en serait pas rentable. Font exception les minerais qui contiennent des métaux rares sous la forme concentrée de minéraux. Les gisements connus, exploités depuis plus de 4000 ans, pourraient être bientôt épuisés. La Suisse, elle seule, consomme dix mille tonnes de cuivre par an, et la moitié provient directement de l'exploitation de minerais.

Différents groupes de chercheurs essaient de comprendre la formation de tels minerais afin de trouver de nouveaux gisements. Une de ces équipes est dirigée par Christoph Heinrich, de l'Institut de géologie des isotopes et des matières brutes minérales de l'EPF de Zurich. «Nous nous concentrons sur les bases géologiques de ce domaine de recherche, plutôt orienté vers la pratique dans le monde entier», explique-t-il. Pour cela, les géologues zurichois combinent les techniques les plus modernes de la micro-analyse et de la simulation par ordinateur.

Traces de formation de minéraux

À l'aide de la micro-analyse, ils examinent de minuscules inclusions dans des minerais et leurs minéraux accompagnateurs. Ces cavités, de quelques centièmes de millimètre, contiennent des liquides, des gaz et de minuscules cristaux de sel. Les traces de la formation de minéraux apparaissent lorsque les métaux rares se détachent de la croûte terrestre pour se précipiter ensuite à nouveau dans une zone étroitement délimitée.

A l'intérieur de ces cavités se trouvent les résidus des moyens permettant aux métaux rares de se déplacer, le plus souvent une solution bouillante, aqueuse, contenant du sel, dans certains cas rares un mélange gazeux. La densité et les concentrations des éléments définies dans les inclusions permettent aux chercheurs de déterminer aujourd'hui – en remontant jusqu'à 4 milliards d'années – les circonstances et les processus qui ont été à la base de la formation des minéraux. «On croit toujours que la géologie est une science statique, et pourtant les processus de formation des minerais entraînent beaucoup de mouvements», affirme Christoph Heinrich, enthousiaste. Il n'en reste pas moins que la formation des gisements de minerais, sur une durée de 10 000 à un million d'années, est infiniment lente à la mesure de l'homme!

Afin de pouvoir analyser avec précision le contenu des inclusions liquides, les chercheurs ont dû tout d'abord mettre au point un appareil qui puisse mesurer de très petites quantités de substances dans différentes inclusions. Ils ont réussi en utilisant ce que l'on appelle un spectromètre de masse à ablation au laser (lire l'encadré), que l'on emploie également dans d'autres domaines tels que la chimie et les sciences des matériaux.

Grâce à cette nouvelle méthode, les géologues ont déjà obtenu quelques résultats intéressants. Ils peuvent mieux expliquer la formation de gisements de cuivre d'importance économique sous les volcans où règnent des températures élevées, rendant impossible une observation directe. Lors de

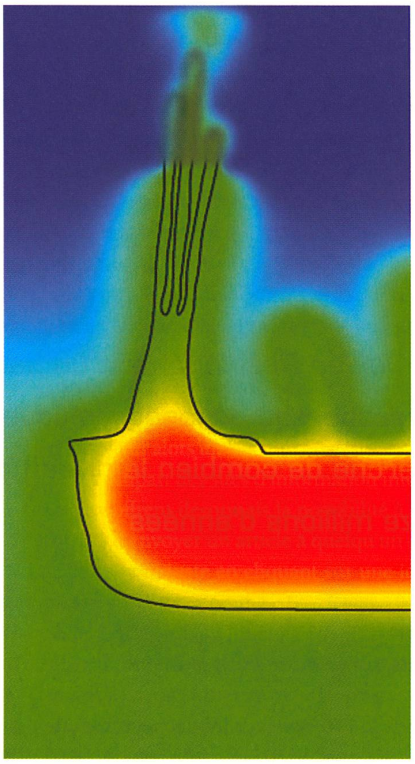
A g: Inclusion liquide avec une bulle ronde de gaz et divers cristaux de sel, agrandie environ 15 000 fois.

la formation des gisements de minerais, il existait à de grandes profondeurs un liquide contenant du sel ainsi que de la vapeur riche en souffre. On croyait que le liquide était seul responsable du transport des métaux. L'équipe de Christoph Heinrich a analysé les inclusions de minéraux de cuivre et a pu démontrer, grâce à la méthode très précise de l'ablation au laser, que la vapeur riche en soufre s'enrichit de cuivre et d'autres éléments dans certaines conditions. En raison de sa faible densité, elle monte à la surface et se mélange aux eaux souterraines froides, ce qui fait précipiter les métaux en composés soufrés. Ce processus est probablement à l'origine de la formation des gisements d'or, de cuivre et d'arsenic, souvent observés entre les gisements magmatiques de minerais de cuivre et la surface de la terre, selon les géologues.

Des modèles réalistes

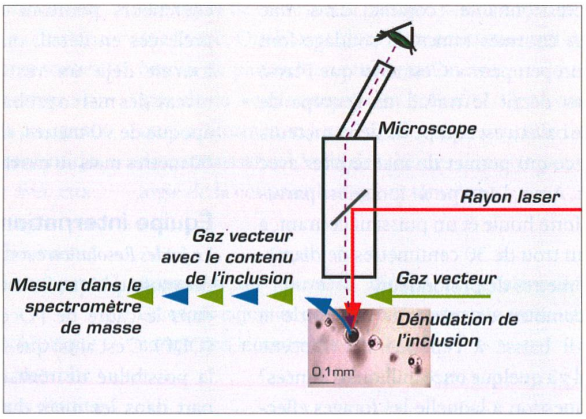
La simulation de processus d'écoulement et de précipitation sur ordinateur a également permis d'obtenir des informations précises sur la composition des solutions et des gaz qui participent à la formation des minéraux: «Nous pouvons enfin calculer des modèles géologiques réalistes avec des compositions de solutions réellement mesurées», dit Christoph Heinrich. La mise au point de nouvelles méthodes de modelage pour les processus de déplacement à l'intérieur du globe terrestre est le deuxième point fort de la recherche du groupe de Zurich. À l'aide des simulations sur ordinateur, les géologues sont en mesure de trouver les facteurs décisifs lors de la formation de minéraux. «De tels modèles seront de plus en plus utiles à l'avenir lors de la recherche pratique sur de nouveaux gisements de matières brutes», estime Christoph Heinrich.

Les géologues suisses analysent les gisements de minerais en collaboration avec l'industrie et des groupes de recherche aux Etats-Unis, en Amérique du Sud, en Australie et dans les Balkans. La dernière région citée fait partie du programme européen GEODE, qui s'attache à l'étude de la formation de minerais en se fondant sur l'exemple des chaînes de montagnes des Alpes et des Carpates (projet soutenu par le Fonds national suisse dans le cadre du programme de collaboration avec l'Europe de l'Est SCOPES). Une coopération intensive a vu le jour: si les Roumains et les Bulgares peuvent utiliser des laboratoires très modernes et apprendre de nouvelles techniques, les géologues suisses pour leur part ont accès à des objets d'études géologiques idéaux. ■



Simulation de l'écoulement dans un environnement de chambre à magma, comme il se produit dans les sous-sols d'un volcan. Les couleurs restituent la répartition de la température, au moment où le magma granitique presse contre les roches de la croûte terrestre puis se congèle.

ANALYSE AU LASER

Méthode issue de la micro-technologie

Afin de pouvoir analyser avec une grande précision les inclusions liquides dans les minéraux, les chercheurs de l'EPF ont combiné deux technologies différentes: les rayons laser focalisés et un spectromètre de masse à haute sensibilité. À l'aide du laser focalisé, mis au point avant tout pour usiner des pièces très petites, les géologues peuvent percer les échantillons minéraux avec une résolution de quelques millièmes de millimètres et ainsi libérer une seule inclusion. Le matériel érodé sera transporté par un flux gazeux dans un spectromètre de masse à plasma, ce qui permet d'analyser sa composition chimique. Durant tout le processus d'érosion, le spectromètre de masse mesure les éléments. Le prototype a été construit en collaboration avec une société allemande, l'analyse au laser sera perfectionnée sur la base d'une coopération entre géologues et chimistes de l'EPF.