

Zeitschrift: Tracés : bulletin technique de la Suisse romande
Herausgeber: Société suisse des ingénieurs et des architectes
Band: 130 (2004)
Heft: 06: Roches en AlpTransit

Artikel: Les minéraux du tunnel du Lötschberg en Valais
Autor: Ansermet, Stefan
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-99291>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 04.05.2025

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

Les **minéraux** du tunnel du Lötschberg en Valais

TUNNELS

Les travaux du tunnel de base du Lötschberg en Valais ont débouché sur la mise à jour de fissures minéralisées. Mandaté par l'Etat du Valais et sous les directives du Musée cantonal d'histoire naturelle, un géologue a récolté les minéraux remarquables du point de vue scientifique ou du patrimoine. Les minéraux des tunnels profonds présentent en effet un état de fraîcheur inconnu à la surface et permettent aux minéralogistes d'étudier la composition exacte d'une fissure isolée des perturbations de l'extérieur. La formation des fissures minéralisées est en relation avec la tectonique et la circulation de fluides hydrothermaux en profondeur lors de l'orogénèse alpine. Les minéraux découverts reflètent essentiellement la composition des roches traversées par les galeries.

La récolte des minéraux dans le tunnel

Dès avant le début des travaux pour le tunnel de base du Lötschberg, le Musée cantonal d'histoire naturelle s'est préoccupé de la récolte et de l'étude éventuelle des minéraux que le tunnel mettrait inmanquablement au jour pendant l'avancement. La nouvelle loi valaisanne sur la protection de

la nature, du paysage et des sites du 13 novembre 1998 fournissait par ailleurs une base légale pour mettre en place une structure chargée du prélèvement des minéraux, des relevés géologiques, de l'organisation du stockage des échantillons, de leurs analyses et enfin de leur incorporation dans la collection du musée.

C'est en mars 2002 qu'André Henzen, le géologue mandaté par le canton du Valais, a commencé le travail de surveillance minéralogique des différents chantiers. Les fronts de taille étant au nombre de cinq, il n'était pratiquement pas possible de les contrôler tous. Le géologue a donc noué de nombreux contacts avec les mineurs, qui sont la première source d'information en cas de découverte de fissures minéralisées, afin d'être prévenu dans les meilleurs délais.

Cela dit, un certain nombre de mineurs ramassent aussi pour leur propre compte les cristaux rencontrés pendant l'avancement du tunnel. Il s'agit parfois de collectionneurs à titre privé, mais le plus souvent, ces découvertes sont destinées à la vente à des particuliers. Très prisés des collectionneurs pour leur fraîcheur, les minéraux des tunnels peuvent en effet atteindre une grande valeur sur le marché.

Légalement, les minéraux découverts dans les tunnels appartiennent à l'Etat du Valais. Afin d'éviter que des pièces remarquables aboutissent en mains privées, André Henzen avait aussi la possibilité de racheter à un prix équitable les échantillons minéralogiques susceptibles de présenter un intérêt pour les collections cantonales. Ce type de dédommagement est similaire à celui accordé aux découvreurs de trésors archéologiques. Une confiscation pure et simple des échantillons découverts par les mineurs serait en effet absolument contre-productive et ne ferait qu'entraîner une forme de contrebande.

Le temps disponible pour la récolte des échantillons était en général assez court, parfois de quelques heures seulement dans le cas du percement au tunnelier. Les parois dans lesquelles s'ouvrent les fissures minéralisées sont en effet grillagées au fur et à mesure de l'avancement de la machine, puis gunitées au béton sous pression, ce qui exclut toute recherche ultérieure. Les conditions de travail étaient en outre

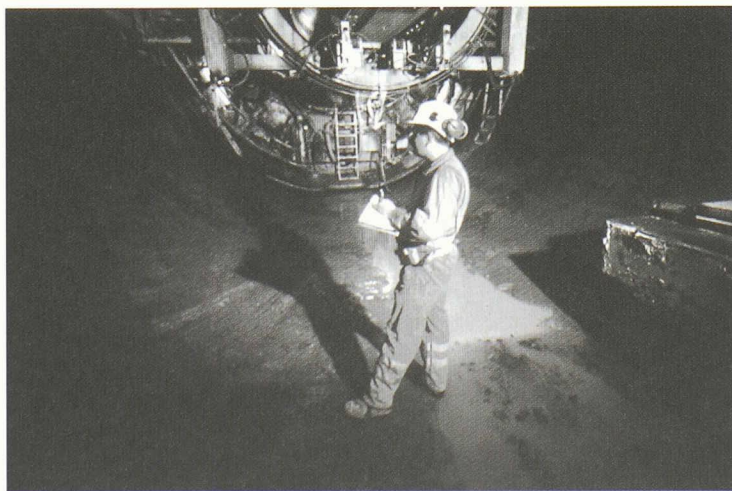


Fig. 1 : Géologue au travail dans l'espace qui sépare la tête foreuse du corps principal du tunnelier pendant un arrêt de la machine. La portion de roche observable et disponible pour des prélèvements d'échantillons est d'une quinzaine de mètres environ. Les parois courbes et lisses laissées par ce type de percement de tunnels sont particulièrement glissantes et inconfortables.

Fig. 2 : Cristal complexe de calcite limpide avec figures de croissance triangulaires. (Longueur du cristal : 7 cm) (Collection : Musée cantonal d'histoire naturelle, Sion, Valais)



rendues assez difficiles par les parois courbes et lisses du tube percé au tunnelier, qui n'offrent aucune prise pour la main ou le pied (fig. 1). La majorité des récoltes ont donc eu lieu à l'aide d'échelles, dans une température (autour de 30°C) et une humidité assez inconfortables. Plusieurs milliers d'échantillons ont ainsi été ramassés durant les travaux, mais un important travail de classement, d'analyses et d'étiquetage est encore nécessaire avant la mise en collection définitive.

L'importance des tunnels pour le minéralogiste

Les travaux souterrains profonds, tels le percement du tunnel de base du Lötschberg, permettent d'observer des minéraux dans un état de fraîcheur inconnu à la surface du sol. Beaucoup d'espèces minérales sont en effet très sensibles à l'action de l'eau et de l'atmosphère.

En surface, les minéraux naturellement solubles comme l'anhydrite (sulfate de calcium) disparaissent évidemment les premiers. Notons à ce propos que les cristaux d'anhydrite rose lilas découverts en 1904 durant le percement du tunnel du Simplon sont les meilleurs connus au monde pour cette espèce.

La calcite (carbonate de calcium) (fig. 2) et la plupart des autres carbonates comme la sidérite, l'ankérite, la dolomite ou la synschisite-(Ce) sont facilement corrodés par les eaux de surface, qu'elles soient faiblement acides ou non. Dans les fissures superficielles, ces minéraux ont en général presque totalement disparu ou ne sont plus visibles qu'à l'état de masses informes. Même les minéraux dont la solubilité dans l'eau est très faible, comme la fluorite (fluorure de calcium) ou la fluorapatite (fluorophosphate de calcium), finissent par montrer des traces de corrosion qui émoussent les arêtes des cristaux.

Fig. 3 : Cristal de pyrite sur quartz. Le plus connu des sulfures de fer montre ici une combinaison classique de deux dodécaèdres pentagonaux interpénétrés. (Diamètre du cristal : 2 cm) (Collection : Musée cantonal d'histoire naturelle, Sion, Valais)

Fig. 4 : Cristal prismatique de pyrrhotite, un sulfure de fer assez fréquent dans les fissures alpines des tunnels. Les irisations bleues et violacées à la surface sont caractéristiques d'un début d'oxydation du minéral. Cette espèce minérale très sensible à l'humidité ne se trouve jamais en surface, mais toujours dans des travaux souterrains profonds. (Collection : Musée cantonal d'histoire naturelle, Sion, Valais)

Fig. 5 : Cet échantillon du Musée cantonal de géologie de Lausanne permet de mesurer les effets spectaculaires de l'oxydation des sulfures de fer naturels comme la pyrite, la marcassite et la pyrrhotite. A droite, un fossile d'ammonite pyritisée où l'oxydation n'a fait que commencer, ce qui se marque par un gonflement et l'apparition de crevasses. A gauche, le fossile est réduit à un tas de poussière soudée par des sels cristallisés. Le spécimen s'est complètement décomposé sous l'effet de l'oxydation, de la formation d'acide sulfurique et de divers sulfates de fer et de calcium hygroscopiques.



3

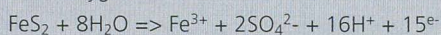


4

L'oxygène dissous dans les eaux météoritiques exerce lui aussi une action néfaste sur beaucoup d'autres minéraux. Les sulfures, comme la pyrite (fig. 3), la pyrrhotite (fig. 4), la galène, la chalcopyrite ainsi que certains sulfosels (cannizzarite, etc.) sont très sensibles à l'oxydation. La plupart se recouvrent d'une patine rouillée plus ou moins poreuse sous laquelle l'oxydation peut se poursuivre jusqu'à disparition totale du minéral originel. Combinée à l'activité bactérienne, l'oxydation de la pyrite (voir encadré) et de la pyrrhotite, déclenche en outre la formation d'acide sulfurique extrêmement corrosif. Ce phénomène se produit d'ailleurs parfois dans les collections des musées, détruisant en totalité les échantillons, leurs boîtes et faisant rouiller les éléments métalliques des meubles de rangement (fig. 5).

Le contenu d'une fissure de surface se réduira donc le plus souvent aux substances minérales déjà oxydées, soit aux oxydes (quartz, rutile, anatase, etc.) et aux silicates (adulaire, albite, clinocllore, etc.). C'est pourquoi les travaux du Lötschberg constituent une occasion unique pour les minéralogistes d'étudier la composition exacte d'une fissure et ses relations avec la roche encaissante, sans que celle-ci ait subi la moindre perturbation ni influence de l'extérieur.

L'oxydation de la pyrite se produit naturellement en présence d'oxygène et d'humidité selon la réaction suivante :



Mais ces réactions et bien d'autres sont fortement stimulées par des bactéries du genre *Thiobacilli*, qui sont présentes dans tous les sols et les roches. Ce sont des organismes sans chlorophylle qui utilisent l'oxydation des sulfures comme source d'énergie. Ils sont capables de prospérer dans des milieux rendus mortellement toxiques par les métaux lourds et l'acidité extrême, là où aucun autre être vivant ne pourrait survivre.



Qu'est-ce qu'une fissure alpine ?

Avant de passer à la description des minéraux découverts dans le tunnel du Lötschberg, quelques mots d'explication s'imposent sur le principal mode d'occurrence des espèces minérales dans les Alpes : les fissures alpines.

Une fissure alpine se présente comme une fente ouverte ou une craquelure profonde de la roche, de forme généralement allongée s'amincissant aux extrémités. Elle est appelée four à cristaux ou poche par les cristalliers. En trois dimensions, une fissure peut être représentée comme un disque plus ou moins renflé en son centre. Il existe bien entendu des fissures de forme plus proche d'une sphère, ainsi que des cavités complexes résultant de déformations ultérieures ou du croisement de plusieurs fissures.

Pour le scientifique, les fissures alpines offrent la possibilité d'étudier les formes de minéraux souvent parfaitement cristallisés et se présentant en échantillons de grande taille. De plus, les inclusions fluides enfermées dans certains cristaux donnent de précieuses informations sur la profondeur, la température et la pression subie par la roche environnante.

La formation de la fissure

L'explication qui suit est très schématique, et se propose juste de poser les principes de base de la formation d'une fissure sans entrer dans les détails de la composition des fluides, de leur origine, de l'équilibre pression-température et des réactions chimiques entre les composants en présence.

Prenons pour exemple une fissure qui se forme dans le granite, une roche cristalline composée d'un mélange granulaire massif de quartz, de feldspath et de mica. Sous l'effet des contraintes mécaniques liées à la formation des Alpes, des fissures commencent à se produire dans la masse rocheuse, à plusieurs kilomètres sous la surface. En s'ouvrant, la cavité se remplit ensuite d'une eau soumise à des conditions de très hautes pression et température en raison de la profondeur. Maintenu à l'état liquide par la pression en dépit d'une température de plusieurs centaines de degrés, cette eau dissout alors une partie des parois rocheuses de la fissure.

En remontant avec le mouvement général de surrection des Alpes, les conditions de pression et température reviennent graduellement à la normale dans la cavité et les minéraux dissous commencent à se redéposer en cristallisant sur les

Fig. 6 : Cristal complexe de pyrrhotite, résultant de la croissance simultanée de plusieurs individus cristallins. Cet échantillon, d'une longueur de 12,7 cm, est considéré comme la plus grande pyrrhotite de qualité jamais trouvée dans les Alpes. Ce cristal est un « flottant », ce qui signifie qu'il n'était pas attaché aux parois rocheuses de la fissure lors de sa croissance, qui s'est déroulée en reposant dans le sable de clinochlore (chlorite) qui remplissait la cavité. Les germanophones utilisent le terme imagé de « schwimmer », c'est-à-dire de « nageur », pour désigner ce genre de phénomène. (Collection : Musée cantonal d'histoire naturelle, Sion, Valais)

Fig. 7 : Grand cristal de calcite limpide, partiellement recouvert de fluorapophyllite, de clinochlore (chlorite) et de quartz. Cet échantillon a été découvert par un mineur dans une fissure et confié ensuite au géologue responsable. Des pièces de ce type sont impossibles à découvrir en surface à cause de la trop grande solubilité de la calcite. (Collection : Musée cantonal d'histoire naturelle, Sion, Valais)

(Tous les documents illustrant cet article ont été fournis par l'auteur)

parois. Ce processus, qui peut durer plusieurs millions d'années, permet aux trois minéraux (quartz-feldspath-mica) du granite de former des cristaux libres. Si le feldspath du granite est une orthose, il se formera de l'adulaire en cristaux, le mica se déposera sous forme de sable microcristallisé de clinochlore (chlorite) et le quartz se développera lui aussi en cristaux. Les minéraux contenus en traces dans le granite seront également dissous par le fluide sous pression et s'exprimeront ensuite sous une forme cristallisée. Les plus communs sont la calcite, la fluorite, la titanite, l'anatase et le rutile.

Minéralogie des fissures alpines du Lötschberg

Les minéraux trouvés dans les fissures du tunnel du Lötschberg reflètent la composition de la roche dans laquelle ils se trouvent.

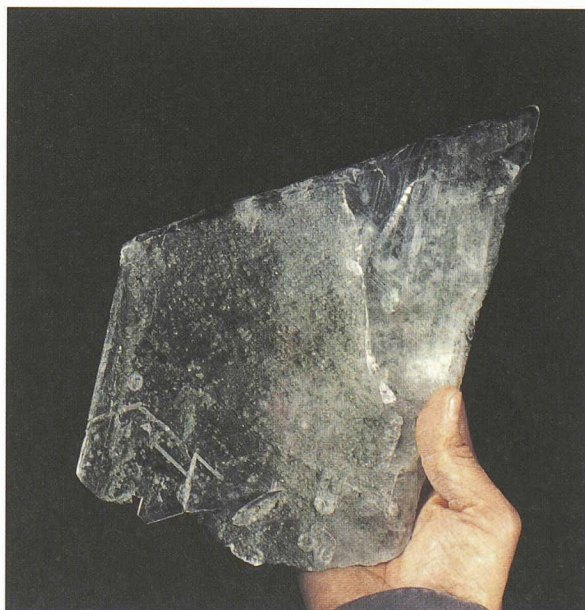
Les galeries venant du sud ont traversé tout d'abord les calcaires mésozoïques, qui contenaient des fissures essentiellement à cristaux de calcite, avec parfois de la dolomite, ankérite, célestine, barytine et quelques sulfures comme la pyrite ou la galène.

La plus grande partie du percement s'est toutefois faite dans le granite et le gneiss du massif central de l'Aar. Les espèces minérales principales sont donc, par ordre relatif d'importance : quartz, adulaire, clinochlore (chlorite), albite, calcite, dolomite, fluorite, fluorapatite, fluorapophyllite, titanite, rutile et différents sulfures, principalement la pyrrhotite, la pyrite, la chalcopryrite, la shalérite (blende), la molybdénite et la galène. Dans certaines zones, l'amiante et l'épidote accompagnés de calcite pouvaient constituer l'essentiel du remplissage.

Parmi les pièces les plus remarquables, il faut citer un cristal brillant de pyrrhotite de 12,7 cm de long, considéré comme le plus grand de cette qualité jamais trouvé en Suisse (fig. 6). Une calcite absolument limpide de 30 cm de long pour une épaisseur de moins d'un demi-centimètre et recouverte de cristaux de fluorapophyllite est également exceptionnelle (fig. 7). Ces minéraux sont déposés et exposés au Musée cantonal d'histoire naturelle à Sion.



6



7

Stefan Ansermet
Musée cantonal d'histoire naturelle, CH - 1950 Sion