

**Zeitschrift:** Minaria Helvetica : Zeitschrift der Schweizerischen Gesellschaft für historische Bergbauforschung = bulletin de la Société suisse des mines = bollettino della Società svizzera di storia delle miniere

**Herausgeber:** Schweizerische Gesellschaft für Historische Bergbauforschung

**Band:** - (1998)

**Heft:** 18b

**Artikel:** La géologie et les concentrations minérales du Mont Chemin

**Autor:** Meisser, Nicolas

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1089718>

### **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:** 22.01.2026

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

## La géologie et les concentrations minérales du Mont Chemin

### Introduction

Dès 1978, j'ai eu l'occasion de me promener et de chercher des minéraux dans la magnifique région du Mont Chemin. Plus tard, en collaboration avec de nombreux amateurs de minéraux, les anciennes exploitations minières de la région ainsi que les affleurements de roche minéralisés ont été explorés et échantillonnés. Les importantes récoltes de minéraux faites à ces occasions ont fait l'objet d'analyses cristallographiques et chimiques afin d'établir un inventaire exhaustif des espèces minérales du Mont Chemin et de mieux en préciser les conditions de formation.

Le Mont Chemin est par excellence un terrain privilégié de recherche pour les amateurs de minéraux (Perroud & Meisser, 1987; Meisser, 1992b et 1992c; Meisser & Ansermet, 1993). A l'heure actuelle près de 155 espèces minérales y sont recensées. L'étude des gîtes minéraux a fait l'objet de travaux récents (Wutzler, 1983; Marshall, 1995; Marshall et al. 1988) et le Mont Chemin est entièrement couvert par la carte géologique 1:25'000 Sembrancher de l'Atlas géologique de la Suisse (Burri & Jemelin, 1983). Enfin, des études archéométriques récentes (Beck, 1997) ont mis en évidence l'importance archéologique des sites miniers.

### Aperçu géologique

Du point de vue tectonique, le Mont Chemin représente l'extrémité septentrionale du massif de Mont Blanc qui appartient au grand domaine Helvétique tout comme les massifs cristallins de l'Aar, du Gothard et des Aiguilles Rouges en Suisse et ceux de Belledonne, Lauzière, Pelvoux et Argentera en France. Avant le plissement alpin, ces socles cristallins et leurs couvertures sédimentaires constituaient la marge européenne bordant la Téthys.

### Chronologie des grands événements géologiques au Mont Chemin

Le Mont Chemin proprement dit a été l'objet que de peu d'études géochronologiques (Marshall, 1995; Marshall et al. 1998) et c'est en comparant des roches, présentes au Mont Chemin et aussi dans les autres massifs cristallins helvétiques où elles ont été étudiées et datées, que l'on peut tracer les grandes lignes de la longue histoire géologique de cette montagne (von Raumer et al. 1993; Bussy et von Raumer, 1995). Comme dans la plupart des anciens socles cristallins, cette évolution géologique est très complexe car au moins trois cycles métamorphiques et orogéniques ont modelé la texture et la minéralogie des roches.

*Protérozoïque supérieur à Paléozoïque inférieur (1000 à 453 millions d'années = Ma):* Dépôts de sédiments dans un milieu peu profond (marnes, argiles et quelques rares calcaires) qui seront par la suite métamorphisés en gneiss et marbre.

*Ordovicien moyen:* Mise en place d'un granite calco-alkalin à  $453 \pm 3$  Ma qui sera par la suite métamorphisé en gneiss ocellé et qui affleure dans la partie occidentale du Mont Chemin. Ce magmatisme calco-alkalin peut être mis en relation avec une situation de subduction d'une croûte océanique latérale.

*Silurien à Dévonien inférieur (435 à 385 Ma):* Le premier cycle orogénique affectant les roches anciennes du Mont Chemin est en œuvre. Des premiers stades de la collision entre une marge active au sud et une marge passive au nord, résultent de grandes nappes et la cristallisation de kyanite (un minéral indicateur de pressions élevées) dans les roches riches en aluminium.

*Dévonien à Carbonifère inférieur ou Viséen (385 à 325 Ma):* Le cycle orogénique hercynien (ou varisque) est actif. Le gradient géothermique augmente et des minéraux de haute température comme la sillimanite et la cordiérite cristallisent dans les roches alumineuses. La remontée des socles cristallins est intense tout comme l'érosion consécutive. Des sédiments s'accumulent dans de grands bassins perpendiculaires aux axes de compression et de grandes zones faillées dextres jouent en transformant les roches en mylonites.

*Carbonifère supérieur à Permien (325 à 295 Ma):* L'intense augmentation de la température due à l'anatexie provoque la production de magmas peralumineux vers 317 Ma. La cristallisation des magmas selon les grandes structures faillées produit les rhyolites et porphyres quartzifères de la bordure sud du massif à  $307 \pm 2$  Ma et le fameux granite (ou «protogine») du Mont Blanc à  $304 \pm 3$  Ma. Par la suite, l'érosion très active du massif hercynien fait peu à peu apparaître les roches magmatiques à la surface. Plus au nord, des sédiments fluviaux se déposent dans le bassin de Salvandorénaz et des émissions volcaniques ont encore lieu vers 297 Ma (Capuzzo & Bussy, 1998).

*Permo-Trias (295 à 205 Ma):* Pendant le Permien, l'érosion du socle est très intense, les reliefs hercyniens disparaissent peu à peu et les sols sont rubéfiés par l'oxydation du fer. Au Trias moyen la transgression marine se marque par le dépôt de quartzites et d'arkoses d'âge probable Ladinien (~230 Ma) en discordance sur le socle cristallin. Localement, dans de petits bassins du gypse se dépose; les dernières formations triasiques sont constituées de dolomies.

*Jurassique et Crétacé (205 à 65 Ma):* La sédimentation tant calcaire que marneuse est intense sur la marge nord de la Téthys. Au Mont Chemin, ces formations s'observent surtout dans la partie orientale, un peu à l'est du col des Planches, dans les grandes falaises de La Crevasse qui sont formées essentiellement de calcaires du Malm et de marno-calcaires du Crétacé inférieur.

*Paléocène à Pliocène (65 à 1.65 Ma):* Cette période est marquée par la dernière orogénèse ayant affecté les roches du Mont Chemin, c'est à dire l'orogénèse alpine.

Vers 65 Ma la bordure sud de plaque européenne disparaît peu à peu sous la plaque Apulienne qui remonte du sud. La Téthys se retire peu à peu et vers 45 Ma la collision est totale. Vers 40 Ma une grande partie des roches sont enfouies, se superposent et se déforment: c'est la formation des nappes. Les minéraux anciens exposés à de nouvelles conditions de pression et de température recristallisent partiellement ou totalement. En surface, dans la bordure nord des premiers reliefs alpins en train de naître, des flyschs se déposent. Très localement, au Mont Chemin près des Econduits, une roche métamorphique de composition minéralogique exceptionnelle cristallise: l'amphibolite à magnésio-katophorite et paragonite. C'est vers 30 Ma que les Alpes se soulèvent, des montagnes apparaissent et s'érodent en formant les dépôts molassiques du nord des Alpes. En profondeur, des plis en retour se produisent. Vers 13 à 18 Ma sous des pressions de l'ordre de 2,5 à 3 Kbars et des températures de 400°C des fissures alpines se tapissent peu à peu de cristaux (Leutwein et al. 1970; Poty et al. 1974). Vers 10 Ma un ultime phénomène hydrothermal avec le dépôt d'or natif et de scheelite de la Tête des Econduits est actif au Mont Chemin.

*Pléistocène (1.65 à 0.01 Ma):* Cette courte période géologique se marque par un fort refroidissement qui fait naître puis croître les glaciers. Près de sept à huit périodes glaciaires d'environ 90000 ans chacune vont se succéder en alternance avec des périodes plus chaudes durant de 30000 à 35000 ans (Bergrlund et Björck, 1994). Dans la région de Martigny, la confluence d'énormes glaciers en provenance des massifs du Grand Combin et du Mont Blanc perce littéralement, à travers le massif des Aiguilles Rouges et les Hautes Alpes calcaires, un nouveau passage pour le Rhône. Les roches sont érodées par la pression et les mouvements de la glace rendue abrasive par la présence de fragments rocheux sertis en son sein. Vers 100000 ans, lors de l'interglaciaire Riss-Wurm, probablement les mêmes phénomènes que ceux qui ont été datés dans le massif des Aiguilles Rouges se produisent au Mont Chemin (Meisser et Ansermet, 1996): En fondant, la glace décomprime peu à peu le soubassement rocheux, des fissures se créent et de l'eau riche en oxygène pénètre dans la roche en y altérant certains minéraux primaires (galène, sphalérite, etc.) en minéraux secondaires (wulfénite, cérusite, smithsonite, etc.)

## **Les gîtes minéraux**

Avant de décrire sommairement les gîtes minéraux du Mont Chemin, il est primordial de bien saisir deux événements minéralisateurs importants.

La mise en place du granite du Mont-Blanc et des filons de porphyre quartzifère est d'âge carbonifère. L'intrusion de ces énormes masses de magma ont provoqué un intense réchauffement des gneiss environnants. De plus, de grandes quantités de fluides minéralisés ont circulé pendant, et certainement encore bien longtemps après la cristallisation de la roche, assurant ainsi son refroidissement. Cette circulation de fluides est très probablement à l'origine de la formation des filons de fluorite à galène et sphalérite ainsi que des skarns à magnétite.

Beaucoup plus tard, vers 40 à 30 millions d'années, la formation des Alpes

s'accompagna d'un intense réchauffement et d'une augmentation de la pression (métamorphisme régional de faciès «schistes verts»). Dans des fractures tardives (10 à 15 millions d'années), les minéraux dits «alpins» cristallisèrent: quartz, adulaire, chlorite, anatase, axinite, etc. Les filons à fluorite et les skarns plus anciens furent eux-mêmes affectés par ce métamorphisme: localement des minéraux se formèrent (épidote, actinolite et stilpnomélane dans les skarns) mais surtout recristallisèrent (galène, sphalérite, chalcoppyrite, fluorite, calcite dans les filons hydrothermaux).

Les occurrences de minéraux du Mont Chemin sont comprises dans cinq types de gisements bien différents que nous allons brièvement décrire:

#### Le filon de porphyre quartzifère aurifère de la Tête des Econduits

Le site de la Tête des Econduits est connu depuis une dizaine d'années par les amateurs de minéraux. Les cristaux de scheelite et de fluorite violette ainsi que les microminéraux associés y sont recherchés intensément. En 1989, Stefan Ansermet y découvrit pour la première fois un minuscule grain d'or inclus dans de la limonite. Plus tard, un second échantillon d'or natif fut trouvé et à la suite de cette découverte, la minéralogie et les conditions de formations de cet indice furent étudiées en détail (Meisser et Ansermet, 1993; Meisser, 1996; Marshall et al. 1998).

L'indice d'or de la Tête des Econduits est constitué par un gros filon de porphyre quartzifère (plus de 100 m de long et 40 m de largeur) qui est intrudé dans des gneiss mylonitisés. En comparaison avec les datations effectuées sur un même type de roche dans la bordure orientale du massif du Mont Blanc, l'âge de cette intrusion est de l'ordre de  $307 \pm 2$  Ma (Bussy & von Raumer, 1993). Les veines qui recoupent le porphyre quartzifère et qui recèlent l'or natif et la scheelite ont été datées à  $9.9 \pm 1.0$  Ma. Il s'agit d'un gisement d'or de type mésothermal; l'étude des inclusions fluides a permis de déterminer les conditions de dépôt suivantes: 265-285°C et 700-1400 bars. La proximité de la ligne Rhône-Simplon, une importante discontinuité tectonique, est certainement à l'origine de cette venue tardive de fluides minéralisés (Marshall et al., 1998).

Parmi les minéraux spectaculaires des cavités et des fractures du porphyre quartzifère, citons:

la *scheelite*, en cristaux octaédriques oranges, dépassant rarement 1 cm;

la *fluorite*, en cristaux violets, centimétriques résultant de combinaisons complexes du cube et de l'octaèdre;

la *parisite-(Ce)*, en petits tonnelets orangés, de quelques millimètres;

l'*or natif*, qui forme des inclusions inférieures à 1 mm dans la pyrite. Comme cette dernière est souvent oxydée en limonite et en lépidocrocite, l'or natif reste intact et le métal noble apparaît alors sous la forme de fines lamelles dans les cavités d'altération de la pyrite. Au microscope, l'examen des pyrites aurifères montre que l'or natif forme des inclusions tardives le long de fractures.

## Les filons à fluorite, quartz, galène et sphalérite

Ces minéralisations sont visibles dans de nombreux endroits du Mont Chemin, mais c'est essentiellement aux Trappistes, aux Econduits et à Botzi qu'ils sont importants et où ils furent anciennement exploités (Wehrli, 1921; Ladame 1930 & 1935; Hubacher, 1982; Wutzler, 1983). Certains filons, comme ceux des Valettes et de Botzi près de Charrat sont dépourvus de fluorite. De minces filons à galène, sphalérite et fluorite ont été recoupés lors du percement du tunnel routier de Martigny.

Ces filons sont très probablement liés aux événements thermiques ayant accompagné la mise en place du porphyre quartzifère et du granite du Mont Blanc au Carbonifère. Un système hydrothermal se serait mis en place lors du refroidissement de ces masses de roches magmatiques en profondeur, assurant ainsi leur refroidissement et extrayant les éléments rares qui se seraient déposés dans des conditions de pression et de température plus favorables. Dans des massifs du même âge, comme par exemple dans le Massif Central et en Cornouailles, les filons minéralisés à proximité des granites carbonifères ont souvent des âges triasiques et liasiques. Le travail de thèse de Marshall (1995) n'a malheureusement pas pu préciser de manière certaine les conditions de dépôt de ces gisements de par le fait que le métamorphisme alpin a fortement affecté ces filons et a fait disparaître de précieuses indications, comme les inclusions fluides primaires, indispensables à la détermination de la pression et de la température de cristallisation des minéraux. Cependant, les simples observations de terrain permettent de constater que ces filons ne recoupent pas la couverture sédimentaire mésozoïque, un âge Permien à Trias inférieur semble donc très probable.

Parmi les espèces remarquables de ces filons citons:

la *wulfénite*, en petits cristaux tabulaires ou bipyramidaux, localement très abondants;

la *smithsonite*, en cristaux arrondis parfois vert d'eau et formant des agrégats centimétriques;

la *césarolite*, un rare oxyde de plomb et de manganèse en croûtes noires;

le *minium*, résultant de l'altération de la galène et formant des agrégats de cristaux orange;

des *minéraux secondaires de cuivre* (azurite, malachite, agardite-(Y), bayldonite, duftite, etc.) en magnifiques microcristaux dans les cavités du quartz et de la fluorite (Ansermet & Meisser, 1996);

des *minéraux de terres rares* (allanite-(Ce), agardite-(Y), xénotime-(Y), synchysites-(Ce) et -(Y), kaïnosite-(Y) et aeschynite-(Y)) souvent en cristaux bien développés (Ansermet et al, 1996; Brugger, 1996);

des *sulfates solubles dans l'eau* (zincocopiapite, voltaïte, dietrichite, boyleite, wilcoxite, etc.) en masses ou en microcristaux et qui constituent les produits d'altération du filon des Valettes rendant ainsi cette localité remarquable sur le plan mondial pour la rareté des espèces présentes (Perroud et al. 1987; Perroud et Meisser, 1987; Meisser & Frey, 1996).

## Les skarns à magnétite

Ces roches sont visibles presque exclusivement dans les galeries qui furent creusées pour exploiter la magnétite. Au Mont Chemin, les principaux skarns ont été exploités dans le secteur du Couloir Collaud au-dessus de Bovernier, à Chez Larze, aux Planches sur le versant nord du Mont Chemin et à l'ouest du petit village de Vens (Hügi et al. 1948; Tissières, 1988 & 1992).

Les skarns sont des roches métamorphiques qui résultent de l'action de fluides magmatiques sur des calcaires ou des dolomies. Sous l'action de ces fluides, les roches carbonatées sont peu à peu transformées par métasomatisme: elles s'enrichissent en silicium, aluminium et fer et en éléments rares comme le bore, le fluor, le tungstène, etc. Il se forme essentiellement des silicates calco-magnésiens sombres (grenat, pyroxènes, amphiboles, etc.) et lorsque le fer ne peut plus entrer dans la structure de ces minéraux, il cristallise sous la forme de magnétite.

Au Mont Chemin, on constate que les lentilles de marbre, ces calcaires anciens du Paléozoïque inférieur, sont partiellement transformées en skarn à proximité immédiate de l'intrusion de porphyre quartzifère: un lien génétique avec l'intrusion du granite du Mont Blanc est ainsi établi par cette observation. Les lentilles de skarn atteignent jusqu'à 2 m d'épaisseur sur une longueur de plusieurs dizaines de mètres. Parfois, on constate également que le gneiss et les niveaux amphibolitiques bordant les lentilles de marbre ont aussi été transformés en skarn. Dans la chronologie de cristallisation, on peut distinguer nettement deux assemblages de minéraux:

un assemblage hercynien, contemporain de la formation du skarn (d'âge probable Carbonifère inférieur) et qui comprend: andradite, hornblende, apatite et magnétite; un assemblage alpin (d'âge Oligocène à Pliocène), résultant de l'action des fluides métamorphiques sur les minéraux d'âge hercynien et qui comprend: épidote, ferro-actinolite, chlorite, pyrite, stilpnomélane, etc.).

Parmi les minéraux remarquables des skarns du Mont Chemin citons:

le *stilpnomélane*, en cristaux micacés noirs ou cuivrés souvent centimétriques. Le Mont Chemin compte parmi les meilleures localités mondiales pour cette espèce;

l'*épidote*, en cristaux vert-bouteille, prismatiques, parfois centimétriques, généralement inclus dans la calcite d'où ils peuvent être dégagés à l'aide d'acides;

la *ferro-actinolite*, en cristaux aciculaires très fins, vert bouteille à blanc et qui constituent des veines d'asbeste;

l'*érythrite*, en splendides rosettes de cristaux roses sur la magnétite;

l'*azurite*, la *malachite* et la *cyanotrichite*, en magnifiques placages centimétriques composés de cristaux millimétriques dans les fractures de la magnétite dans les mines des Planches;

une association de rares oxydes de zinc et de manganèse comprenant la *woodruffite*, l'*heaterolite*, l'*hydrohetaerolite* et la *rhodochrosite* et qui forme des remplissages microcristallins bruns noirâtres dans de la calcite (Meisser & Perseil, 1993);

de la *galénobismutite*, un sulfosel aciculaire gris acier dans la calcite altérée parfois en *beyerite* jaune-beige (Meisser, 1997).

## Les dépôts sédimentaires de barytine dans l'arkose du Trias

Lors de la transgression marine du Trias moyen, le socle cristallin a été fortement lessivé et altéré par les eaux salines. Des dépôts d'arkose et de quartzite ont peu à peu recouvert les roches cristallines. L'arkose qui atteint 2 à 4 mètres d'épaisseur et qui repose stratigraphiquement en discordance sur le socle cristallin est constituée essentiellement de fragments de porphyre quartzifère cimentés par un sable de quartz et, localement, par de la barytine. L'origine de ce minéral est à rechercher dans le démantèlement et l'altération de filons hydrothermaux minéralisés en barytine et dans les feldspaths du porphyre quartzifère qui sont enrichis en baryum (Marro, 1987). Ces concentrations pelliculaires de barytine s'observent systématiquement dans les quartzites et l'arkose des socles cristallins des Alpes centrales. Dans la région du Mont Chemin, les concentrations les plus importantes de barytine se situent à Jeur Verte au-dessus de Charrat ainsi que dans la région de Vens. A Jeur Verte, de l'arkose à barytine affleure sur une longueur d'une centaine de mètres pour une épaisseur d'environ 10 mètres. La barytine est facilement reconnaissable à son aspect blanc porcelané et à son fort clivage.

## Les fissures alpines

Répondues dans l'ensemble de la région, ces diaclases ont un remplissage qui dépend de la roche encaissante. Ainsi, les fissures des gneiss montreront plutôt: quartz, adulaire, chlorite, anatase, etc., dans un skarn on trouvera: calcite, ferro-actinolite, stilpnomélane, épidote, etc., dans les filons métallifères: fluorite, quartz, adulaire, minéraux de terres rares, etc. et dans les roches de la couverture sédimentaire: calcite, dolomite, muscovite, cookéite, etc.

Au Mont Chemin la formation des fissures alpines a certainement débuté avec la remontée des massifs cristallins vers 30 Ma et a été maximale vers 15 Ma, les dernières manifestations sont datées de 10 Ma. La remontée progressive des roches cristallines n'a pas été uniforme et, localement, des tensions se sont produites entre les différents panneaux: des fissures, généralement horizontales, se sont ouvertes et se sont progressivement tapissées de minéraux dont l'ordre de cristallisation varie en fonction des conditions décroissantes de pression et de température. Ainsi l'adulaire, le quartz hyalin et la muscovite sont précoces, ils sont suivis par l'épidote, l'ilménite, l'hématite, le quartz améthyste, les sulfures et sulfosels, puis par la chlorite et la calcite et enfin, très tardivement, par des minéraux argileux comme la nontronite.

Parmi les espèces remarquables des fissures alpines du Mont Chemin (à l'exception de celles qui recoupent les gîtes minéraux cités précédemment) citons:

le *quartz*, en cristaux souvent très limpides d'habitus normal prismatique, jamais fumés mais parfois améthystes et sceptres dans la région du Planard;  
l'*anatase*, en cristaux bipyramidaux bien formés, généralement bruns;  
la *monazite-(Ce)*, en beaux cristaux orangés tabulaires atteignant plus de 5 mm (Lüscher, 1986; Perroud et Meisser, 1987);

la *pyrrhotite*, en belles rosettes de cristaux hexagonaux millimétriques trouvées dans le tunnel de Martigny;  
la *cosalite*, en cristaux aciculaire gris métallique centimétriques récoltés dans le tunnel de Martigny (Meisser 1992a; Meisser & Ansermet, 1993);  
l'*hématite*, en belles rosettes ou en paillettes de taille centimétrique;  
la *cookéite*, une chlorite à lithium en paillettes micacées incolores dans les veines quartzeuses des schistes de l'Aalénien.

### Expression minéralogique des éléments chimiques au Mont Chemin

Les différents événements géologiques qui se sont succédés dans la région du Mont Chemin ont produit des concentrations remarquables d'éléments chimiques, tout à fait inhabituelles en Suisse. Dans le texte qui suit, seuls sont présentés les éléments rares ou ayant eu un intérêt minier, ceci à l'exclusion des éléments très fréquents comme par exemple le silicium, le sodium, le potassium, le magnésium, le calcium, l'aluminium et le soufre qui sont les constituants majeurs des roches. Les éléments sont groupés selon les colonnes du tableau périodique des éléments, ce type de présentation reflète bien les propriétés géochimiques de ces derniers.

#### Lithium

Comme l'étude de Jullien & Goffé (1993) l'avait montré dans les Alpes françaises, la *cookéite*, une chlorite à lithium, est très répandue dans les veines alpines quartzeuses recoupant les schistes de l'Aalénien du domaine Helvétique. Le 13 août 1998, comme prévu, ce minéral a été retrouvé dans un même type d'occurrence dans la région de Jeur Durant au nord-est du Mont Chemin.

#### Béryllium, strontium et baryum

Au Mont Chemin, le *béryllium* s'exprime très rarement sous la forme de bavénite dans les fissures alpines recoupées lors du percement du tunnel de contournement de Martigny et de bertrandite très rarement observée dans la minéralisation aurifère de la Tête des Econduits.

Un peu de *strontium* se substitue au baryum dans la barytine du filon de fluorite des Econduits.

Au Mont Chemin, le *baryum* s'exprime uniquement sous la forme de barytine. Ce minéral se rencontre comme constituant accessoire du filon de fluorite des Econduits et de la minéralisation aurifère de la Tête des Econduits. Cependant, les concentrations en barytine les plus importantes sont localisées dans les quartzites et l'arkose du Trias qui reposent stratigraphiquement en discordance sur le socle cristallin, et ceci essentiellement à Jeur Verte au dessus de Charrat ainsi que dans la région de Vens.

## Titane

Cet élément s'exprime sous la forme de rutile, brookite, anatase et titanite, des minéraux qui sont les accessoires fréquents des fissures alpines. Le rutile noir présent dans la minéralisation d'or et de tungstène des la Tête des Econduits montre très fréquemment la macle dite «en bec d'étain», de ce fait ce minéral a d'abord été confondu à tort avec de la cassitérite. De beaux cristaux de titanite sur de l'adulaire ont été trouvés lors du percement de la galerie d'amenée d'eau Les Trappistes-Martigny au début de ce siècle. De la titanite rose vif, dont l'origine de la couleur reste encore mystérieuse, a été découverte dans le secteur de Chez Larze. L'ilménite, un minéral qui se présente sous la forme de lamelles noires est qui de ce fait est très souvent confondu avec l'hématite s'est avérée être très fréquente dans les fissures alpines rencontrées lors du percement du tunnel de contournement de Martigny. Des traces de senaite, un rare oxyde complexe de titane, fer et plomb et de brannérite, un oxyde de titane et d'uranium, ont été trouvées dans le porphyre quartzifère de la Tête des Econduits.

## Vanadium

Cet élément a été rencontré sous la forme de l'ion vanadate en remplacement partiel de l'ion arséniate d'une duftite du filon de fluorite des Econduits (Ansermet & Meisser, 1996). Relevons que ce métal de transition n'est pas enrichi dans la magnétite des skarns.

## Chrome, molybdène et tungstène

Dans le filon de fluorite des Econduits, *le chrome* est présent en faible pourcentage dans certaines muscovites, conférant à ce mica une couleur verte (variété fuchsite).

Dans l'ensemble des minéralisations métalliques du Mont Chemin, *le molybdène* est discrètement mais systématiquement exprimé sous la forme de petits cristaux orangés de wulfénite, un molybdate de plomb. Dans le cas du filon de fluorite des Econduits, la wulfénite est particulièrement abondante et présente une grande variété de formes quadratiques allant du cristal tabulaire au cristal bipyramidal. Dans la minéralisation aurifère de la Tête des Econduits, un peu de tungstène se substitue au molybdène dans la wulfénite. Toutefois, la stolzite qui est un tungstate de plomb isomorphe de la wulfénite n'a jamais été observée et ceci malgré de nombreuses analyses. L'origine du molybdène reste encore inconnue. En effet, aucune trace de minéral primaire, en l'occurrence de la molybdénite n'a été observée à ce jour au Mont Chemin; par contre, ce minéral est fréquemment observé dans la bordure orientale du massif du Mont Blanc, en particulier dans des filons aplitiques recoupant des porphyres quartzifères semblables à celui de la Tête des Econduits. Comme la molybdénite est un minéral lamellaire d'éclat argenté, il est très souvent confondu au premier abord avec du mica blanc ou du graphite, c'est peut-être là une explication au fait qu'il ait échappé à la sagacité des minéralogistes et géologues.

Comme les deux grandes occurrences de wulfénite (filons de fluorite des Econduits et minéralisation d'or de la Tête des Econduits) du Mont Chemin sont situées dans des régions où la végétation est abondante, on peut également avancer l'hypothèse que l'humus des sols ait joué un rôle dans la concentration du molybdène. En effet, la nitrogénase, une enzyme bactérienne contenant du molybdène et qui permet la fixation et l'assimilation de l'azote atmosphérique par les plantes, se trouve en abondance dans les colonies de bactéries vivant en symbiose dans les racines des végétaux. Le molybdène ainsi concentré serait libéré sous la forme de l'ion molybdate lors de la décomposition des végétaux et migrerait en profondeur grâce à l'eau de pluie ou de fonte pour réagir avec les minéraux de plomb et produire ainsi de la wulfénite.

*Le tungstène* s'exprime uniquement sous la forme de scheelite au Mont Chemin. La concentration la plus importante se situe à la Tête des Econduits où ce minéral se présente en magnifiques cristaux bipyramidaux de couleur ambrée. Plus rarement, la scheelite s'observe dans des fissures alpines recoupant le gneiss ou le skarn. Une étude remarquable sur la géochimie des terres rares dans la scheelite, et qui inclut de nombreux échantillons du Mont Chemin, a été effectuée par Upenski et al. (1998).

#### Manganèse, fer et cobalt

De faibles teneurs en *manganèse*, n'excédant pas un pour-cent ont été observées dans la magnétite des skarns. La galerie inférieure de la mine des Planches recoupe une grosse lentille de dolomite et de calcite rosées dont la couleur est attribuée à des traces de manganèse. Localement, ces carbonates altérés et dissous laissent un résidu poudreux brun, tachant les doigts, constitué par un oxyde complexe de manganèse amorphe (analyse NM 1854). Au début des années 1990, une minéralisation exceptionnelle du point de vue minéralogique, constituée d'oxydes de manganèse et de zinc a été découverte dans le skarn de la mine de Chez Larze (Meisser et Perseil, 1993). Au sein du filon de fluorite des Econduits, la césarolite, un minéral très rare de manganèse et de plomb a été identifié (Ansermet et Meisser, 1996). Les dendrites manganésifères sont fréquentes dans ce filon, le minéral les composant n'a pas pu être identifié mais il est possible qu'il s'agisse également de césarolite de par la présence des mêmes constituants et éléments traces dans les analyses chimiques. Certains sulfates néoformés dans le filon de sphalérite des Valettes contiennent un peu de manganèse, c'est le cas des minéraux de la série apjohnite-dietrichite-pickéringite.

Les skarns du Mont Chemin furent exploités intensément pour la magnétite, un riche minerai de *fer* contenant 72,4% de fer métallique. Les concentrations de magnétite du Mont Chemin sont actuellement les plus importantes de Suisse, elles ont fait l'objet d'exploitations importantes jusqu'en 1945. Dans la forêt du Goilly et à la Croix du Clou, des petites concentrations d'hématite, dont l'origine est probablement liée à l'érosion et à la rubéfaction permienne du socle cristallin, ont fait l'objet de grattages. L'hématite se rencontre en concentrations parfois importantes dans les fissures alpines à l'est du Couloir Collaud près du point topographique 1253,8 ainsi que dans le secteur de La Médille au-dessus de la mine des Trappistes. Des cristaux d'un car-

bonate de fer, probablement de la sidérite, complètement transformés en limonite brun rouille se rencontrent dans la minéralisation aurifère de la Tête des Econduits.

Très localement, le minerai de fer des skarns recèle de petites concentrations de *cobalt*. Cet élément s'exprime essentiellement sous la forme d'érythrite, une espèce minérale formant parfois de magnifiques rosettes de cristaux lamellaires rose intense. Au sein de la minéralisation, les minéraux de cobalt primaires sont la cobaltite en grains blancs métalliques et la safflorite dont l'identification reste incertaine (Hügi et al. 1948). Un peu de cobaltite microscopique a également été observée, associée à la stéphanite, dans la sphalérite du filon des Valettes. Le cobalt apparaît également en faibles quantités dans les oxydes de manganèse, entre autres dans la césarolite et les dendrites du filon de fluorite des Econduits et dans la woodruffite du skarn de Chez Larze.

### Cuivre, argent et or

*Le cuivre* exprimé sous la forme de chalcoppyrite apparaît de manière systématique dans les minéralisations du Mont Chemin. Plus sporadiquement, la tennantite est également un porteur de cuivre dans quelques minéralisations. De nombreux minéraux secondaires de cuivre (carbonates, sulfates et arséniates) reconnaissables par leurs intenses couleurs bleue ou verte font la richesse minéralogique de certaines minéralisations. De magnifiques exemplaires cristallisés d'azurite, de malachite et de cyanotrichite ont été récoltés dans les mines de magnétite des Planches et dans le Couloir Collaud, le skarn a livré localement de beaux échantillons de devillite associée à la brochantite et à l'aurichalcite. Dans la galerie de prospection de fluorite des Econduits une riche association de minéraux secondaires a été mise en évidence, elle comprend les espèces suivantes: agardite-(Y) plombifère, aurichalcite, azurite, bayldonite, brochantite, claraite, duftite, langite, linarite, malachite, posnjakite et rosasite.

Un seul minéral *d'argent* a été observé à ce jour au Mont Chemin, il s'agit de stéphanite qui forme des grains microscopiques au sein de la sphalérite du filon des Valettes, de ce fait, l'analyse chimique de ce dernier minéral montre une teneur exceptionnellement élevée en argent de l'ordre de 7000 ppm (Perroud et Meisser 1987). Dans le filon de fluorite des Econduits, la tennantite recèle jusqu'à 1.9% d'argent et, selon Wutzler (1983), la galène en contient 800 à 2000 ppm. Cependant, les plus importantes concentrations d'argent dans la galène du Mont Chemin ont été observées à Botzi et dans le tunnel de contournement de Martigny. Ces deux sites ont fourni de petites quantités de galène montrant un clivage octaédrique (111) très marqué et dont l'analyse chimique a montré des teneurs en argent de l'ordre de 0.5% corrélables avec les teneurs en bismuth également présent (solution solide de  $\text{AgBiS}_2$  dans la galène). Les sulfosels de bismuth rencontrés dans les fissures alpines du tunnel de contournement de Martigny contiennent un peu d'argent: une teneur de 0.9% a été observée dans la cosalite. La lillianite, un sulfosel de bismuth présent en faibles quantités dans les veines alpines recoupant le skarn de Chez Larze recèle près de 4.6% d'argent (Meisser & Ansermet, 1993).

Une seule occurrence *d'or natif* est connue actuellement au Mont Chemin, elle se situe à la Tête des Econduits. Le précieux métal apparaît sous la forme de fines lamelles atteignant rarement 1 mm, toujours associé à de la limonite (lépidocrocite) et qui résulte de l'altération de la pyrite. Les analyses à la microsonde de l'or natif de la Tête des Econduits montrent que ce dernier contient près de 20% d'argent. Il est probable que de l'or disséminé existe dans les nombreuses veines alpines du Mont Chemin, cependant, l'absence de tout cours d'eau, permettant l'accumulation dans les alluvions de ce métal de densité élevée, empêche sa prospection par orpillage.

### Zinc et cadmium

Sous la forme de son minéral primaire la sphalérite, *le zinc* est un métal très répandu dans les formations métallifères du Mont Chemin. Les plus grandes concentrations se situent dans le filon des Valettes, dans les filons à fluorite des Trappistes et des Econduits ainsi que dans le petit skarn de Vens. Toutefois, les minéraux de zinc les plus intéressants du Mont Chemin sont les espèces secondaires issues de l'altération de la sphalérite. On peut citer en particulier les magnifiques échantillons d'aurichalcite, d'hémimorphite, d'hydrozincite et de smithsonite, récoltés dans la galerie de recherche de fluorite des Econduits. Le filon zincifère des Valettes est réputé scientifiquement pour sa richesse en sulfates de zinc néoformés et solubles dans l'eau (Perroud et Meisser, 1987). Parmi ces derniers, citons la dietrichite en cristaux aciculaires, la boyleite en masse neigeuse de plusieurs centaines de grammes, la gunningite, et surtout la zincocopiapite en agrégats centimétriques constitués de petits cristaux micacés (Perroud et al. 1987). Signalons enfin qu'un peu de zinc entre dans la composition chimique de la senaite de la Tête des Econduits.

Dans les filons métallifères du Mont Chemin, le *cadmium* est le compagnon du zinc. En effet, un peu de cadmium se substitue au zinc dans la structure de la sphalérite et des teneurs atteignant 0,23% ont été analysées dans la sphalérite des Valettes (Perroud et Meisser, 1987). Aux Valettes, dans le filon de fluorite des Econduits et aux Trappistes, le cadmium s'exprime minéralogiquement sous la forme des deux dimorphes de son sulfure: la greenockite et l'hawleyite, qui forment de minces placages poudreux jaune vif. Des teneurs atteignant respectivement 0.16% et 0.11% de cadmium ont été observées dans la tennantite du filon de fluorite des Econduits et dans la cosalite des fissures alpines du tunnel de contournement de Martigny. Un fait intéressant, et semble-t-il inédit, a été constaté dans les sulfates néoformés du filon des Valettes: un peu de cadmium se substitue au zinc et au manganèse dans les minéraux de la série dietrichite-apjohnite-pickéringite (Meisser et Frey, 1996).

### Etain et plomb

Aucun minéral *d'étain* n'a été identifié à ce jour au Mont Chemin. Néanmoins, il est intéressant de signaler que des teneurs atteignant jusqu'à 242 ppm ont été observées dans la magnétite des skarns (Beck, 1997).

Exprimé essentiellement sous la forme de galène, *le plomb* est un élément très répandu dans les gîtes métallifères du Mont Chemin. Seuls les skarns en recèlent de très faibles quantités. Les principales concentrations de galène sont liées aux filons hydrothermaux à fluorite des Trappistes et des Econduits. Localement, ce minéral s'altère et forme de nombreuses espèces souvent bien cristallisées (anglésite, bayldonite, cérusite, linarite, wulfénite et minium). Le plomb est un élément constitutif des sulfosels parfois présents dans les fissures alpines.

#### Arsenic, antimoine et bismuth

L'*arsenic* s'exprime surtout sous la forme de tennantite d'apparition sporadique dans la minéralisation aurifère de la Tête des Econduits, dans le filon à fluorite des Econduits et dans le grand filon de quartz de Botzi. L'altération de la tennantite produit localement des minéraux secondaires intéressants (agardite-(Y), bayldonite,  $\pm$  beavérite, théisite, duftite et olivénite). Deux autres porteurs d'arsenic: l'arsénopyrite et la cobaltite, sont beaucoup plus rares. Quelques cristaux isolés de cobaltite et d'arsénopyrite ont été observés dans le skarn de Chez Larze et un peu d'arsénopyrite massive a été trouvée dans le filon de Botzi.

L'*antimoine* se substitue à l'arsenic dans la tennantite à raison de 2.7% à Botzi et 14.1% dans le filon de fluorite des Econduits. Les sulfosels des fissures alpines du tunnel de Martigny recèlent jusqu'à 2% d'antimoine en substitution du bismuth alors que les sulfosels des skarns (lillianite, galénobismutite, krupkaite et gladite) en sont pratiquement dépourvus.

Discret mais assez répandu, *le bismuth* apparaît dans presque toutes les formations métallifères du Mont Chemin. Les sulfosels galénobismutite, lillianite, gladite et krupkaite ainsi que leurs produits d'altération, bismutite et beyerite, apparaissent localement dans les skarns du Couloir Collaud et de Chez Larze. Des traces de bismutite ont été observées dans le filon de fluorite des Econduits mais le sulfosel primaire reste inconnu. Les plus beaux minéraux de bismuth du Mont Chemin ont été découverts lors du percement du tunnel de contournement de Martigny. Il s'agit de cosalite en cristaux aciculaires, de giessénite, de cannizzarite et de bismuth natif. Le bismuth a également été observé dans certaines galènes à clivage octaédrique marqué: jusqu'à 1.8% dans le tunnel de Martigny et 1% à Botzi.

#### Sélénium et tellure

Ces deux éléments, dont le comportement chimique est proche de celui du soufre, sont présents à l'état de traces dans les sulfosels. Ainsi des teneurs de l'ordre de 0.5% de sélénium et de 0.1% de tellure ont été observées dans la cosalite du tunnel de Martigny. La galène à clivage octaédrique du même gîte recèle 1% de sélénium et la lillianite du skarn de Chez Larze recèle 0.7% de sélénium et 0.3% de tellure.

## Fluor

Cet halogène, exprimé sous la forme de fluorite, est systématiquement présent dans les filons plombo-zincifères des Trappistes et des Econduits où il a fait l'objet dans le passé de tentatives d'exploitation et d'intenses prospections. D'autres filons de fluorite du même type ont été découverts à l'extrémité occidentale du Mont Chemin, en face du Brocard et dans le tunnel de contournement de Martigny. La fluorite violette est abondante dans la minéralisation aurifère de la Tête des Econduits. Beaucoup plus rarement, de petits cristaux de fluorite rose ont été observés dans les veines alpines du tunnel de contournement de Martigny. Enfin, des concentrations sédimentaires de fluorite associées à la barytine existent dans la couverture triasique du Mont Chemin. Le fluor entre également dans la composition de la fluorapatite, un minéral accessoire, très répandu dans les roches cristallines du Mont Chemin. La présence unique en Suisse d'un minéral supergène contenant du fluor a été récemment identifiée. Il s'agit de wilcoxite, un fluorosulfate de magnésium et d'aluminium formant de minuscules cristaux incolores associés à la dietrichite dans la minéralisation des Valettes. Ce minéral est probablement issu de l'action de solutions aqueuses riches en acide sulfurique, qui résultent de l'oxydation des sulfures primaires, sur de la fluorapatite contenue dans la roche.

## Terres rares

Bien que l'*yttrium* ne soit pas un élément du groupe des terres rares au sens strict, son comportement cristallographique est très semblable, de ce fait, il est inclus dans ce paragraphe. Cet élément apparaît sous la forme de xénotime et d'agardite dans la minéralisation aurifère de la Tête des Econduits. Le filon de fluorite des Econduits montre localement des concentrations importantes en minéraux d'yttrium. Les espèces suivantes y ont été signalées: aeschynite, agardite, kaïnosite, synchysite et xénotime. Ces minéraux d'yttrium contiennent également de faibles quantités de terres rares lourdes comme le *gadolinium*, l'*ytterbium*, le *dysprosium*, le *terbium* et l'*erbium*. Le *cérium*, systématiquement associé au *lanthane* et au *néodyme*, est le constituant essentiel de la parisite et de la synchysite de la Tête des Econduits ainsi que de l'allanite qui apparaît sporadiquement dans les filons à fluorite des Trappistes et des Econduits. Les fissures alpines, en particulier celles qui ont été recoupées lors du percement du tunnel de contournement de Martigny ont livré des traces d'aeschynite, de kaïnosite et de synchysite. Dans le secteur des Valettes, les veines alpines livrent encore de magnifiques cristaux orangés de monazite pouvant atteindre plusieurs millimètres. Signalons enfin la répartition des terres rares dans la scheelite du Mont chemin a fait l'objet d'une étude par Upensky et al. (1998).

## Thorium et uranium

A part une seule mesure de radioactivité dans le premier tronçon de la galerie d'amenée d'eau Les Trappistes-Martigny, le Mont Chemin n'a pas fait l'objet de prospections

radiométriques détaillées en surface par l'«Arbeitsausschuss für die Untersuchung schweizerischer Mineralien und Gesteine auf Atombrennstoffe und seltene Elemente» (1956-1984). Il est probable que des anomalies radioactives existent dans les zones de contact entre le porphyre quartzifère et les gneiss.

La seule occurrence de minéraux radioactifs au Mont Chemin actuellement connue est constituée par les veines alpines à scheelite et or du porphyre quartzifère de la Tête des Econduits. Le *thorium* est exprimé sous la forme de minuscules grains de thorite inclus dans la pyrite aurifère, il semble que certaines parsites-(Ce) soient également thorifères.

Certains cristaux de quartz de la Tête des Econduits, légèrement fumés par la radioactivité recèlent parfois des inclusions de cristaux noirs associées à de l'anatase. Une analyse à la microsonde électronique réalisée en mai 1998 a révélé que ces inclusions radioactives sont constituées de brannérite, un oxyde d'*uranium* et de titane contenant près de 55% d' $\text{UO}_2$ .

## Bibliographie

- ANSERMET, S., MEISSER, N. et BRUGGER, J. (1996): Unusual mineral associations of the Mont Chemin, Valais, Switzerland. Acta. Mineralogica-Petrographica, Szeged, XXXVII, Supplementum, p. 9. M&M 3 conference, Budapest.
- ANSERMET, S. et MEISSER, N. (1996): La galerie de recherche de fluorine du Mont Chemin (VS). Schweizer Strahler, 10/11, 459–479.
- BECK, B. (1997): Réduction de la magnétite dans un bas fourneau au Mont Chemin (Valais-Suisse). Travail de diplôme inédit. Université de Lausanne; 177 pp.
- BERGLUND, B. E. et BJÖRCK, S. (1994): La glace à travers les âges, in: Burenhult, G. et al. les premiers hommes, Bordas, Paris. p. 82.
- BRUGGER, J. (1996): La synchysite-(Ce) du Mt Chemin-Valais: une casse-tête cristallographique. Schweizer Strahler, 10/11, 479–484.
- BURRI, M. et JEMELIN, L. (1983): Atlas géologique de la Suisse, feuille 1325, Sembrancher. Commission géologique suisse, Bâle.
- BURRI, M. (1987): Connaître la nature en Valais: les Roches. Ed. Pillet, Martigny.
- BUSSY, F. et von RAUMER, J. (1993): U-Pb dating of Palaeozoic events in the Mont Blanc crystalline massif, Western Alps. Terra abstracts. EUG VII, Strasbourg, 4-8 April 1993. 382–383.
- CAPUZZO, N. et BUSSY, F. (1998): Primary to reworked volcanic material within the late carboniferous fluvial deposits of the Salvan-Dorénaz Basin (South-Western Switzerland): implication for basin formation and development from U-Pb géochronology. Terra Nostra, abstracts. University of Bern.
- HUBACHER, W. (1982): L'exploration de 1971 à 1976 de fluorine à la Tête des Econduits. Minaria Helv. 3, 9–20.
- HUGI, E., HUTTENLOCHER, H. F., GASSMANN, F. et FEHLMANN, H. (1948): Die Eisen- und Manganerze der Schweiz - Die Magnetit-Lagerstätten. Betr. Geol. Schweiz, Geotechnische Serie, XIII/4.

- JULLIEN, M. et GOFFE, B. (1993): Occurrences de cookéite et de pyrophyllite dans les schistes du Dauphinois (Isère, France): conséquences sur la répartition du métamorphisme dans les zones externes alpines. *Schweiz. Mineral. Petrogr. Mitt.* 73, 357–363.
- LADAME, G. Ch. (1935): La mine de galène des Trappistes, les gîtes similaires du Catogne et de la Tête des Econduits. *Mat. géol. suisse, sér. géotechnique.* 19.
- LADAME, G. Ch. (1930): Le Mont Chemin: étude géologique et minière. Thèse de doctorat n° 884 de la Faculté des sciences de l'Université de Genève.
- LEUTWEIN, F., POTY, B., SINET, J. et ZIMMERMANN, J. L. (1970): Age des cavités du granite du Mont Blanc. *C. R. Acad. Sci. Paris*, 271, 156–158.
- LUSCHER, B. (1986): Les minéraux du Mont Chemin, Valais, Suisse. *Bull. Soc. genevoise minéral.* 2, 11–14.
- MARRO, Ch. (1986): Les granitoïdes du Mont Blanc en Suisse. Thèse, Université de Fribourg, 145 pp.
- MARRO, Ch. (1987): Histoire des granitoïdes du Mont Blanc en Suisse. *Bull. Soc. frib. Sci. Nat.* 76, 73–128.
- MARSHALL D. D. (1995): Alpine and Variscan Pressure-Temperature-Time Paths, N-E Mont Blanc Massif, Valais, Switzerland. Thèse inédite, Université de Lausanne, 208 pp.
- MARSHALL D. D., MEISSER, N. et TAYLOR R. P. (1998): Fluid Inclusion, Stable Isotope and Ar-Ar Evidence for The Age and Origin of Gold-bearing Quartz Veins at Mont Chemin, Switzerland. *Mineralogy and Petrology.* 62, 147–165.
- MEISSER, N. (1992a): Quelques paragenèses remarquables de gîtes minéraux des Alpes suisses. *Bull. liaison. Soc. fr. minéral. cristallo.* 4/2, 35.
- MEISSER, N. (1992b): Les occurrences de minéraux du Mont Chemin (Valais) - 1ère partie. *Bull. Info. Soc. vaudoise de minéralogie.* 2, 16–21.
- MEISSER, N. (1992c): Les occurrences de minéraux du Mont Chemin (Valais) - 2ème partie. *Bull. Info. Soc. vaudoise de minéralogie.* 3, 5–7.
- MEISSER, N. et PERSEIL, E.A. (1993): Présence de woodruffite,  $(\text{Zn}, \text{Mn}^{+2})\text{Mn}_3^{+4}\text{O}_7 \cdot 1-2 \text{H}_2\text{O}$ , d'hetaerolite,  $\text{ZnMn}_2\text{O}_4$ , et d'hydrohetaerolite,  $\text{HZnMn}_{2-x}\text{O}_4$ , dans un skarn du Mont Chemin (Valais, Suisse). *Schweiz. Mineral. Petrogr. Mitt.* 73, 11–19.
- MEISSER, N. et ANSERMET, S. (1993): Topographie minéralogique de la Suisse et des pays voisins: description de minéraux rares ou inédits récemment découverts-Partie 1. *Schweizer Strahler*, 9/12, 573–608.
- MEISSER, N. (1996): Gold in der Schweiz. - In Pfander, P. & Jans, V. (Ed.). Ott Verlag, Thun, 188 pp.
- MEISSER, N. et FREY, A. (1996): Présence d'halotrichite à la Tour de la Molière (FR) et de stolzite à Tête-Noire (VS). *Schweizer Strahler*, 10/10, a25–a26.
- MEISSER, N. et ANSERMET, S. (1996): Mineralogy and  $^{230}\text{Th}$  -  $^{234}\text{U}$  dating of an exceptional secondary uranium mineral association of the Aiguilles Rouges massif, Switzerland. *Acta. Mineralogica-Petrographica*, Szeged, XXXVII, Supplementum, p. 75. M&M 3 conference, Budapest.
- MEISSER, N. (1997): Drei neue Vorkommen des Wismuthminerals Beyerit in der Schweiz. *Lapis*, 22/4, 32.
- PERROUD, P., MEISSER, N. et SARP, H. (1987): Présence de zincocopiapite en Valais. *Schweiz. Mineral. Petrogr. Mitt.* 67, 115–117.
- PERROUD, P. et MEISSER, N. (1987): Les sulfates des Valettes (Valais). *Schweizer Strahler*, 7/11, 487–511.
- POTY, B. P., STALDER, H. A. et WEISBROD, A. M. (1974): Fluid inclusions studies in quartz from fissures of Western and Central Alps. *Schweiz. Mineral. Petrogr. Mitt.* 54, 717–752.

- Von RAUMER, J. F., MENOT, R. P., ABRECHT, J. et BIINO, G. (1993): The Pre-Alpine Evolution of the external Massifs. *In* Pre-Mesozoic Geology in the Alps; von Raumer & Neubauer Eds. Springer Verlag. 221–240.
- TISSIERES, P. (1988): L'activité minière dans le Mont Chemin. *Ann. valais*.
- TISSIERES, P. (1992): Le Mont Chemin, montagne mythique. *Revue 13 étoiles*.
- UPENSKY, E., BRUGGER, J. et GRAESER, St. (1998): REE geochemistry systematics of scheelite from the Alps using luminescence spectroscopy: from global regularities to local control. *Schweiz. Mineral. Petrogr. Mitt.* 78, 31–54.
- WEHRLI, L. (1921): Der Flusspat von Sembrancher im Wallis. *Schweiz. mineral. petrogr. Mitt.* 1/1, 160–214.
- WUTZLER, B. (1983): Geologisch-lagerstättenkundliche Untersuchungen am Mont Chemin (Nord-östliches Mont Blanc-Massiv). *Clausthaler geol. Abh.* 42.

Adresse de l'auteur: Nicolas Meisser  
Musée cantonal de géologie  
Université-BFSH-2  
1015 Lausanne