



Chapitre d'actes

2016

Published version

Open Access

This is the published version of the publication, made available in accordance with the publisher's policy.

---

## Principaux types de minerais de fer en Suisse

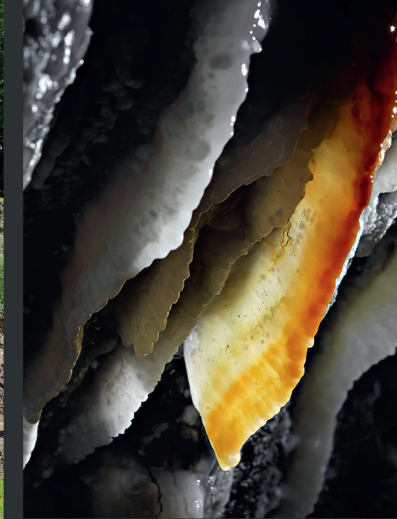
---

Moritz, Robert

### How to cite

MORITZ, Robert. Principaux types de minerais de fer en Suisse. In: Les Chemins du Fer en Belledonne. Gasquet, D. (Ed.). Allevard-Avillard (Isère, Savoie). Isère, Savoie : [s.n.], 2016.

This publication URL: <https://archive-ouverte.unige.ch/unige:85007>



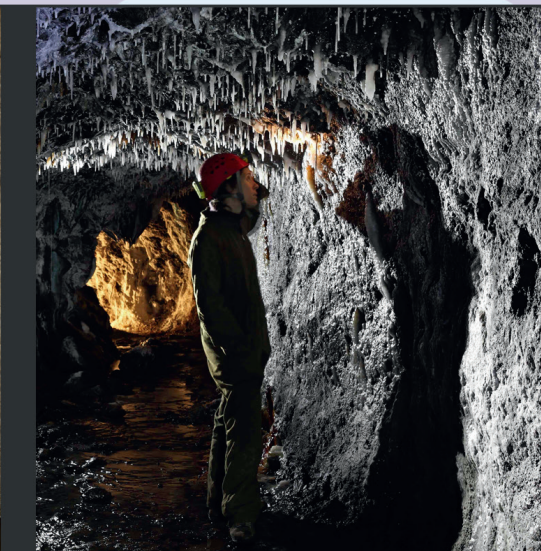
ACTES DU COLLOQUE

# LES CHEMINS



# BELLEDONNE

ISÈRE-SAVOIE / 22-25 MAI 2013



# Actes du colloque



22/25 Mai 2013

**Coordination de l'ouvrage :** Dominique GASQUET

**Responsables scientifiques par thématique :**

- Géologie-métallogénie : Dominique GASQUET, Université Savoie Mont-Blanc, EDYTEM
- Archéologie minière : Marie-Christine BAILLY-MAITRE, CNRS
- Métallurgie ancienne du fer : Alain PLOQUIN, CNRS
- Histoire économique et sociale : Pierre JUDET, Université de Grenoble, LARHRA
- Patrimoine et médiation : Françoise BALLET, Conservation Départementale du Patrimoine de la Savoie

**Partenaires :**

- la Conservation Départementale du Patrimoine de la Savoie
- la Conservation Départementale du Patrimoine de l'Isère
- l'Université Savoie Mont-Blanc, EDYTEM
- l'Université Pierre Mendès France, LARHRA
- le Laboratoire d'Archéologie Médiévale et Moderne en Méditerranée
- le Grand Filon, site Minier des Hurtières
- le Musée d'Allevard et les Amis du Musée d'Allevard
- la Maison des Forges et Moulins de Pinsot
- l'association Bien Vivre en Val Gelon
- l'Espace Belledonne
- l'Ecomusée du Pays des Hurtières
- l'Institut Karma Ling

*Cette publication a bénéficié du soutien matériel et financier du Département de la Savoie et du Grand Filon.*



## Principaux types de minerais de fer en Suisse

Robert MORITZ, Département des Sciences de la Terre, Université de Genève  
Rue des Maraîchers 13, 1205 Genève, Suisse

### RÉSUMÉ

Le fer a été exploité en Suisse depuis l'Antiquité jusqu'à la seconde moitié du 20<sup>e</sup> siècle. Différents types de gisements sont répertoriés dans les zones tectoniques alpines de la Suisse, comprenant : le fer oolithique et pisolithique de l'arc jurassien, le gisement à hématite de Gonzen de la zone helvétique (Dauphinois), les gisements de fer et manganèse du Val Ferrata de la zone pennique (Briançonnais), le fer oolithique de la zone helvétique des Alpes et le gisement de magnétite du Mont Chemin. Ils reflètent des processus de formation de gisements de fer variés, issus de l'intrusion de granite et de la formation de skarns dans le socle alpin durant le Varisque, la déposition de sédiments exhalatifs en contexte marin durant le Trias et le Jurassique dans les zones pennique et helvétique, la sédimentation d'oolithes ferrugineuses en milieu marin peu profond le long de marges continentales durant le Jurassique moyen supérieur et, finalement, un remaniement de ces dépôts oolithiques ferrugineux durant une phase d'émersion à l'Eocène dans le Jura.

### INTRODUCTION

Les principales ressources minérales de Suisse sont essentiellement présentes dans les différentes zones tectoniques des Alpes et dans le Jura (*figure 1*). Une grande diversité de métaux est répertoriée dans les Alpes, alors que le Jura est essentiellement connu pour ses ressources de fer et de sel. Le plateau molassique séparant ces deux chaînes de montagnes contient quelques ressources de charbon et des placers d'or (Jaffé, 1986 ; Kündig & Vogler, 1997).

Divers types de minerais de fer ont été exploités depuis l'Antiquité en Suisse et l'exploitation s'est poursuivie de manière discontinue jusqu'à la seconde moitié du 20<sup>e</sup> siècle. Les gisements helvétiques ont essentiellement satisfait les besoins locaux et régionaux en fer. Près de 25 millions de tonnes de réserves de fer sont répertoriées dans le sous-sol helvétique, mais dont l'exploitation n'est pas rentable selon les conditions actuelles du marché.

Cinq principales zones de gisements de fer sont répertoriées en Suisse et sont décrites dans cette contribution : (1) les gisements de fer oolithique et pisolithique du Jura, (2) le gisement à hématite de Gonzen en Suisse orientale, (3) les gisements d'oolithes ferrugineuses de la zone helvétique de l'arc alpin à Chamoson et Erzegg, (4) le gisement à magnétite du Mont Chemin dans le socle alpin de la Suisse occidentale et (5) des occurrences de fer et de manganèse encaissées dans des roches métamorphiques et déformées de la zone pennique des Alpes du Val Ferrata (*figure 1*).

### HISTORIQUE DE L'EXPLOITATION ET DE LA PRODUCTION DU FER EN SUISSE

Le fer apparaît en Suisse dès la fin de l'âge du Bronze, employé comme ornement et pour obtenir des tranchants plus résistants. Des épées et pointes de lance retrouvées au pied du Jura démontrent l'importance du travail du fer chez les Celtes, qui se poursuit après la conquête romaine. L'exploitation du fer en galeries débute au Moyen Age dans la région de Sargans, mais c'est surtout dans la région de Delémont dans le Jura, que l'on trouve les gisements les plus étendus, qui ont été les principaux producteurs de fer et où on dénombre les principaux fourneaux, aux côtés de ceux de Sargans et du canton des Grisons. Durant le haut Moyen Age, les fourneaux sont liés à des exploitations domaniales ou paysannes, qui subsistent jusqu'au 17<sup>e</sup> siècle dans le Jura. La technique du haut fourneau a été introduite au cours du 15<sup>e</sup> siècle dans le Jura, puis durant le 16<sup>e</sup> siècle la fonte remplace peu à peu la production de fer doux. Dès la fin de la guerre de Trente Ans, la sidérurgie est fortement concurrencée par la production étrangère et la majorité des fourneaux s'éteignent durant le 18<sup>e</sup> siècle. Au 19<sup>e</sup> siècle on en dénombre plus que neuf en activité sur territoire suisse, le dernier fourneau de la société Von Roll cessant ses activités en 1982 (Berninger & Pelet, 2006). L'exploitation du fer en Suisse dans certains cas s'est poursuivie de manière plus ou moins sporadique jusqu'à la seconde moitié du 20<sup>e</sup> siècle (voir plus loin).

## GISEMENTS DE FER OOLITHIQUE ET PISOLITHIQUE DU JURA

Les gisements de fer oolithique et pisolithique de l'arc jurassien s'étendent des régions de Delémont à Schaffhouse, en passant par le canton d'Argovie (figure 1). Dans le district de Herznach-Fricktal du Jura argovien (<http://www.verein-eisen-und-bergwerke.ch>), les premières descriptions d'exploitation minière de fer oolithique datent de 1207, qui s'est poursuivie jusqu'au milieu du 19<sup>e</sup> siècle. On estime que 275.000 tonnes de fer ont été extraites durant cette période. Les activités minières ont repris de 1937 à 1968 avec 1,6 millions de tonnes extraites de mines souterraines. Selon Jaffé (1986), les réserves actuelles de minerais sont estimées à 30 millions de tonnes avec une teneur de ou supérieure de 28% de fer. Les roches encaissantes du fer oolithique sont constituées de marnes et calcaires, déposées en milieu marin en bordure de continents il y a environ 160-165 millions d'années (Jurassique moyen supérieur) (Frei, 1952). L'épaisseur des niveaux minéralisés les plus riches varie entre 3 et 7 mètres, avec des teneurs de 30 à 50% de fer, le minerai étant constitué d'ooides de goethite et de chamosite, formées à des profondeurs marines de 80-100 m (Gygi, 1981 ; Gehring, 1989). Le milieu de formation des dépôts de fer oolithique de la région de Fricknach est semblable à celui des minettes de France orientale et du Luxembourg (e.g. Siehl & Thein, 1989 ; Teysen, 1989).

Le fer résiduel pisolithique, nommé sidérolithique et aussi Bohnerz en allemand, a été exploité dans différentes régions du Jura, le district de Delémont ayant été le plus important. Les premiers fourneaux y sont datés du 6-10<sup>e</sup> siècle, passant à une exploitation intense et souterraine durant le 19<sup>e</sup> siècle, pour cesser définitivement en 1946. Les réserves probables de fer ont été estimées à 2,5 millions de tonnes par Jaffé (1986). Ces gisements ont été formés lors d'une phase d'émersion à l'Eocène, pendant laquelle les séries sédimentaires plus anciennes, essentiellement jurassiques, furent partiellement érodées, accompagnée d'un remaniement et d'une dissolution des dépôts ferrugineux primaires. Le résultat a été la formation de concrétions ferrugineuses (pisolithes) de quelques millimètres à 25 cm de diamètre, déposées dans des dépressions karstiques irrégulières et le long de failles. Les niveaux pisolithiques se trouvent dans des positions stratigraphiques variables, reposant sur des roches d'âge jurassique supérieur à crétacé moyen et recouverts par des roches molassiques oligocènes et miocènes (Fehlmann & de Quervain, 1952 ; Seernels, 1993). L'épaisseur des niveaux pisolithiques varie généralement de 1 à 2 m, mais pouvant atteindre 40 mètres dans certaines localités selon Jaffé (1986).

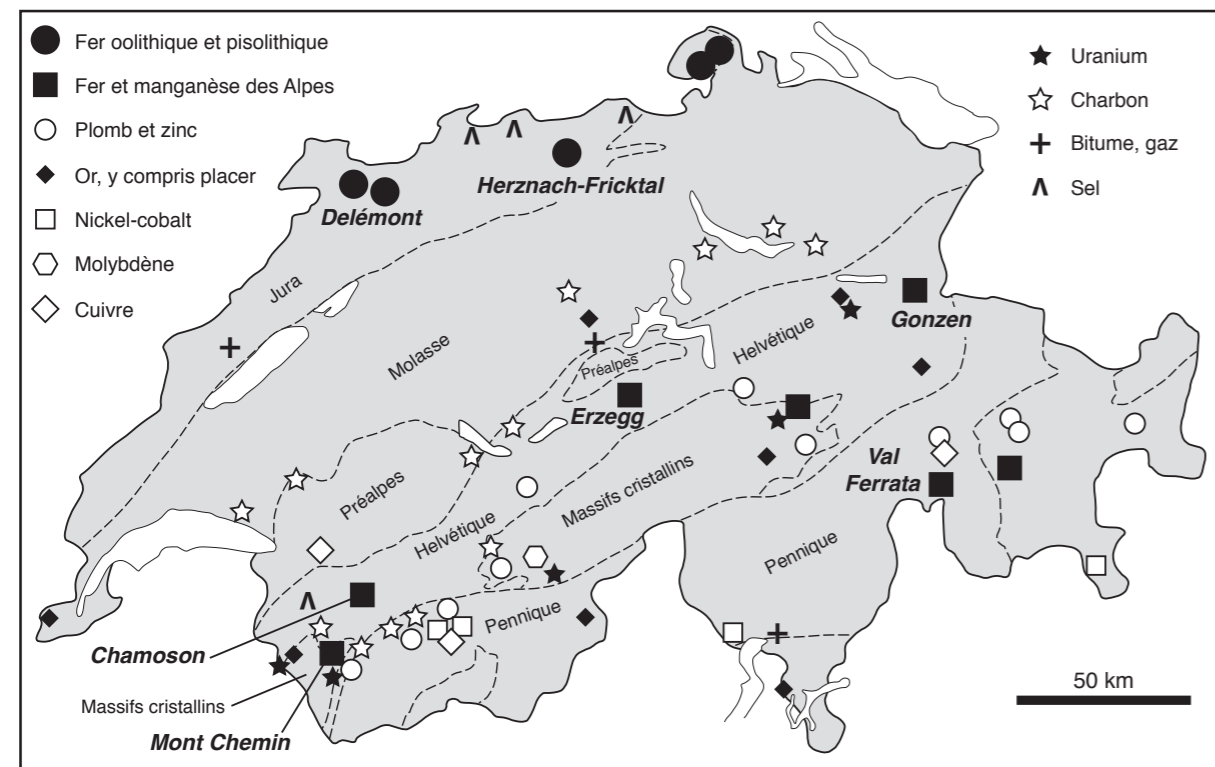


Figure 1 – Distribution des principales ressources minérales en Suisse selon les principales zones géographiques et tectoniques (d'après Kündig et Vogler, 1997).

## GISEMENT D'HÉMATITE DE GONZEN

Le gisement de Gonzen situé dans le canton de Saint-Gall a été un des principaux centres miniers de Suisse (figure 1). Les premières activités minières sont décrites 200 ans avant J.-C. et l'exploitation s'est poursuivie jusqu'en 1966, le réseau des galeries atteignant alors près de 90 km de longueur. Environ 2,7 millions de tonnes ont été extraites et il resterait encore plus de 2 millions de tonnes de réserves prouvées.

La minéralisation stratiforme s'étendant sur près de 2,5 km<sup>2</sup> est encaissée dans une séquence calcaire d'âge kimméridgien (Jurassique supérieur) du domaine helvétique, nommée calcaire du Quintner inférieur ayant une épaisseur d'environ 8 mètres. Au sein de cette séquence kimméridgienne, on trouve trois couches distinctes minéralisées nommées corps minéralisés de Tschuggen, Valena et Gonzen, d'environ 2 mètres d'épaisseur, séparées latéralement et verticalement les uns des autres par du calcaire (Epprecht, 1946 ; Pfeifer et al., 1988). Les plissements et les failles alpins ont déformé et déplacé les corps minéralisés, expliquant la géométrie complexe du gisement de Gonzen. Quatre types de minerais y sont répertoriés : (1) du minerai à hématite et magnétite dans une gangue de quartz et calcite, (2) des calcaires ferrugineux à hématite, (3) du minerai disséminé de manganèse à rhodochrosite et hausmannite et (4) du minerai mixte de fer et de manganèse (Epprecht, 1946, 1986). Les corps minéralisés massifs exploités avaient des teneurs variant entre 46 et 62% de fer, avec une moyenne de 53% de fer.

Le gisement de Gonzen est considéré comme une minéralisation de type sédimentaire exhalatif formée lors du Kimméridgien. Il a été formé le long d'une marge continentale passive du domaine helvétique (dauphinois) en bordure du bassin pennique (briançonnais), où des roches sédimentaires mésozoïques reposent sur un soubassement varisque (Lemoine, 1980). Selon une étude combinant géologie de terrain, pétrographie des minéralisations et géochimie isotopique (O, C, Pb), la genèse du gisement de Gonzen serait associée à un contexte tectonique en extension, favorisant la circulation profonde de fluides hydrothermaux le long de failles normales recoupant les séries mésozoïques et le socle varisque. Les sédiments métallifères se seraient déposés dans des dépressions à proximité de sources sous-marines, où les fluides hydrothermaux, chargés en fer et manganèse, débouchaient sur les fonds océaniques (Pfeifer et al., 1988).

## SÉQUENCES SÉDIMENTAIRES D'OOLITHES FERRUGINEUSES DE LA ZONE HELVÉTIQUE DES ALPES

D'autres occurrences de fer sédimentaire sont également reconnues dans la zone tectonique helvétique (Dauphinois), mais sont d'aspect et de composition différents de ceux de Gonzen et plutôt semblables à ceux de Herznach-Fricktal du Jura décrits plus haut. Les deux occurrences d'oolithes ferrugineuses typiques de la zone helvétique sont celles de Chamoson en Valais et d'Erzegg dans le canton de Berne (figure 1). Celle de Chamoson est encaissée dans des séries schisteuses, micacées calloviennes (Jurassique moyen supérieur) de la Nappe de Morcles et est constituée de plusieurs lentilles minéralisées pouvant atteindre 250 mètres de longueur et 5 mètres d'épaisseur (Delaloye, 1966). Cette localité est essentiellement connue pour avoir donné le nom Chamosite à une variété de chlorite ferrugineuse (Fehlmann, 1932). Selon Jaffé (1986), les réserves de fer sont approximativement de 1 million de tonnes et de 1,2 à 2 million de tonnes, respectivement, à Chamoson et à Erzegg, en considérant des teneurs de 30% de fer.

## GISEMENTS DE FER ET DE MANGANÈSE DU VAL FERRATA DES ROCHES MÉTAMORPHIQUES DE LA ZONE PENNIQUE DES ALPES

Les gisements de fer et manganèse du Val Ferrata sont situés dans le canton des Grisons en Suisse orientale (figure 1). Plusieurs petits corps minéralisés de fer et fer-manganèse sont encaissés dans les roches métamorphiques des nappes de Suretta, Starlera et de Schams, de la zone tectonique du Pennique (Briançonnais). Les roches encaissantes des nappes de Starlera et Schams sont constituées d'unités sédimentaires uniquement, plus précisément de marbres dolomitiques triasiques, alors que la nappe de Suretta contient également du socle pré-alpin (Stucky, 1960 ; Brugger & Gieré, 2000).

L'ensemble a subi un métamorphisme évoluant de conditions schiste bleu à schiste vert au cours du temps, accompagné d'une déformation intense durant la phase alpine, comprenant un plissement isoclinal et le développement de différentes générations de schistosité (Brugger & Gieré, 1999).

Le fer a été exploité du 14<sup>e</sup> au 19<sup>e</sup> siècle dans le Val Ferrata et le manganèse de 1917 à 1920 (Brugger & Gieré, 1999). Deux types de minéralisations sont identifiés, comprenant des veines de carbonates ferrifères recoupant les roches du socle pré-alpin de la nappe de Suretta et des amas stratiformes de fer-manganèse encaissés dans des roches carbonatées des nappes de Starlera, Schams et Suretta. Les minéraux principaux sont l'hématite, le quartz et de la dolomite, accompagnés de barytine enrichie en strontium et de fluoroapatite. Les minéraux manganésifères (braunite, rhodonite, spessartine, etc.) sont essentiellement associés aux corps minéralisés les plus importants (Stucky, 1960 ; Brugger & Gieré, 2000) Les minéraux accessoires de ces gisements contiennent des teneurs élevées d'éléments en traces, tel que baryum, antimoine, arsenic, vanadium, beryllium, tungstène et terres rares, remobilisés et incorporés dans des minéraux accessoires formés lors du métamorphisme et de la déformation, (Brugger & Gieré, 2000). Le Val Ferrara est également la localité type de l'ansermetite (Brugger et al., 2003). Ces gisements sont interprétés comme des sédiments exhalatifs formés par précipitation chimique de métaux à proximité de sources hydrothermales sous-marines durant le Trias, lors de l'ouverture de l'océan Téthys (Brugger & Gieré, 1999).

### GISEMENT DE MAGNÉTITE DU MONT CHEMIN DANS LE MASSIF CRISTALLIN DU MONT-BLANC

Le Mont Chemin (*figure 1*), situé au sud de Martigny dans le canton du Valais, a été un des centres miniers les plus actifs de Suisse (<http://www.sentier-des-mines.ch/geologie.php>). Il réunit sur une petite surface un grand nombre de différents types de concentrations minérales exploitées pour le fer, le plomb, l'argent et la fluorine. De l'or, des terres rares, du tungstène et du thorium y ont également été décrits. Les métaux et la fluorine ont été exploités dans différentes mines. Les principales exploitations de fer étant les mines du Couloir Collaud, de Chez Larze, des Grands Esserts et des Grandes Fécondes. Alors que le plomb, l'argent et la fluorine ont été extraits à La Crettaz et aux Trappistes. L'exploitation du fer aurait débuté au 6<sup>ème</sup> ou 7<sup>ème</sup> siècle avant notre ère et aurait cessé durant le Moyen Age, connaissant des reprises sporadiques d'exploitation jusqu'en 1869. L'exploitation soutenue de 1847 à 1869 aurait permis d'extraire 10'000 tonnes de minerai de fer. Une exploitation à grande échelle du fer eu lieu entre 1939 et 1943, avec une production de 57'178 tonnes de minerai de fer (Ansermet, 2001). Selon Jaffé (1986), les réserves de fer sont estimées à 7'000 tonnes avec une teneur moyenne de 25 à 30 % de fer, mais l'extension en profondeur reste ouverte et la présence de réserves supplémentaires est possible. Le plomb et l'argent ont été extraits de 1815 à 1819, puis de 1928 à 1931, les activités cessant à cause de la crise mondiale. Une exploitation de 1941 à 1945 a permis de produire 1'500 tonnes de fluorine et des travaux d'exploration menés par sondage et galerie de 1972 à 1974 ont mis en évidence des réserves de 150'000 tonnes (Ansermet, 2001). Actuellement, des travaux d'exploration sont en cours au lieu-dit de la Tête des Econduits pour déterminer le potentiel aurifère du Mont Chemin (Davis, 2013 ; <http://auraniasources.com/projects/mont-chemin/>).

Le gisement du Mont Chemin est localisé dans la partie septentrionale du massif du Mont-Blanc. Les roches encaissantes principales sont des unités de la partie externe du massif du Mont-Blanc ayant subi plusieurs phases de métamorphisme et de déformation. Les unités comprennent des gneiss essentiellement quartzo-feldspathiques, des amphibolites, des schistes mafiques et des lentilles de marbre. Ce soubassement polymétamorphique a été recoupé par le granite du Mont-Blanc daté à  $304 \pm 3$  Ma (Bussy, 1990). Des porphyres quartzitiques associés au granite recoupent en différents endroits les gneiss, formant des skarns au contact avec les marbres. Une séquence autochtone de roches sédimentaires triasiques à crétacées recouvre les roches cristallines (Marshall et al., 1997, 1998a ; Ansermet, 2001).

Les concentrations économiques de fer du Mont Chemin sont liées aux skarns formés aux contacts des marbres. Les skarns, formés de grenat, apatite et amphibole, partiellement remplacés par de la chlorite et de l'épidote, contiennent la magnétite qui a été exploitée (Marshall et al., 1997). Les gisements de skarns à magnétite se seraient formés durant la libération de fluides hydrothermaux par les porphyres quartzitiques, circulant le long des lentilles de marbre. Sur la base de datations par la

technique  $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$ , Marshall et al. (1997) ont déterminé un âge de 335 à 307 millions d'années pour la formation du skarn à magnétite (âge varisque), sous des conditions de température de 400 à 500°C et des pressions de 4,5 à 7,6 kilobars (des pressions bien élevées, puisqu'elles correspondent à des profondeurs de 17 à 29 kilomètres en supposant une densité de la roche à  $2,7 \text{ g/cm}^3$  et des pressions lithostatiques). Les minéralisations aurifères, intéressant actuellement les compagnies d'exploration, ont des caractéristiques de gisements d'or orogénique et se seraient formées bien plus récemment lors de l'orogénèse alpine. En effet, Marshall et al. (1998b) ont obtenu un âge  $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$  de  $9,9 \pm 1,0$  Ma (âge alpin) et estimé des conditions de température de 265 à 285°C et de pression de 700 à 1400 bars (environ 2,6 à 5,3 kilomètres de profondeur en supposant une densité de la roche à  $2,7 \text{ g/cm}^3$  et des pressions lithostatiques).

### CONCLUSION

Les diverses mines de fer exploitées en Suisse illustrent différents processus de formation de gisements de fer lors de l'évolution de la chaîne alpine et de son socle polymétamorphique (Tableau 1). Le gisement de magnétite du Mont Chemin est le produit de l'interaction entre des fluides hydrothermaux et de niveaux de marbres, à grande profondeur, lors de la mise en place de magmas granitiques dans le socle varisque des Alpes, il y a environ 304 millions d'années. Les processus magmatiques à l'origine de ce gisement de fer expliquent également les concentrations plus élevées de divers métaux, tel que le plomb, l'argent, l'or, le tungstène et les terres rares, ainsi que de fluorine répertoriés dans ce gisement de fer.

A l'exception du fer sidérolithique, les autres gisements sur territoire helvétique sont associés à des processus se déroulant le long des fonds océaniques. Les gisements de fer du Val Ferrata de la zone pennique et de Gonzen de la zone helvétique sont liés à la précipitation chimique de métaux à proximité de sources hydrothermales sous-marines débouchant des fonds océaniques le long de failles dans un système tectonique en extension. Ces gisements sont interprétés comme des sédiments exhalatifs formés lors de la précipitation chimique de métaux à proximité de sources hydrothermales sous-marines durant le Trias et le Jurassique (plus précisément le Kimméridgien) lors de la phase d'ouverture de l'océan Téthys. Ces gisements de types exhalatifs sont également caractérisés par des teneurs élevées en manganèse, qui a également été exploité.

Un autre type de concentration de fer est illustré par les gisements d'oïdes de fer déposés lors d'une sédimentation marine callovienne (Jurassique moyen supérieur) à faible profondeur le long de marges continentales de la zone helvétique (Chamoson et Erzegg) et le Jura (Herznack-Fricktal). Finalement, lors de l'émersion alpine durant Eocène, l'érosion, la dissolution et le remaniement de séries sédimentaires ferrugineuses, formées essentiellement lors du Jurassique, a produit des concrétions ferrugineuses (pisolithes) déposées dans des dépressions karstiques, formant ainsi les gisements sidérolithiques du Jura.

	Varisque	Trias 251-200 Ma	Jurassique		Eocène 55,8-33,9 Ma
			Callovien 164-161 Ma	Kimméridgien 160-155 Ma	
<b>Socle alpin d'âge varisque (Massifs cristallins externes)</b>	Intrusion du granite du Mont-Blanc (âge U-Pb : 304 ± 3 Ma) ==> formation de skarns à magnétite (âge <sup>40</sup> Ar/ <sup>39</sup> Ar : 335-307 Ma) (Mont Chemin, Valais)				
<b>Zone pennique</b>		Sources hydrothermales sous-marines ==> Sédiments exhalatifs de fer et manganèse lors de l'ouverture de l'océan Téthys (Val Ferrata, Grisons)			
<b>Zone helvétique</b>			Sédimentation marine d'ooïdes ferrugineuses le long de marges continentales (Chamoson, Valais et Erzegg, Berne)	Sources hydrothermales sous-marines ==> Sédiments exhalatifs de fer et manganèse lors de l'expansion de l'océan Téthys (Gonzen, Saint-Gall)	
<b>Jura</b>			Sédimentation marine d'ooïdes ferrugineuses le long de marges continentales (Jura)		Emersion ==> fer résiduel pisolithique, sidérolithique (karsts) (Jura)

**Tableau 1** – Types de gisements de fer exploités en Suisse et formés au cours du temps durant l'évolution des Alpes et de son socle varisque (âges U-Pb du Mont-Blanc et <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar du Mont Chemin : Bussy (1990) et Marshall et al. (1997).

## BIBLIOGRAPHIE

- ANSERMET, S., 2001 : Le Mont Chemin. *Nouvelles Imprimeries Pillet*. Martigny, Suisse, 302 p.
- BERNINGER, E.H. & PELET, P.-L., 2006 : Fer. *Dictionnaire historique de la Suisse*. <http://www.hls-dhs-dss.ch/textes/f/F26231.php>
- BRUGGER, J., & GIERÉ, R., 1999 : As, Sb, Be and Ce enrichment in minerals from a metamorphosed Fe-Mn deposits, Val Ferrera, Eastern Swiss Alps. *The Canadian Mineralogist*, 37, 37-52.
- BRUGGER, J., & GIERÉ, R., 2000 : Origin and distribution of some trace elements in metamorphosed Fe-Mn deposits, Val Ferrera, Eastern Swiss Alps. *The Canadian Mineralogist*, 38, 1075-1101.
- BRUGGER, J., BERLEPSCH, P., MEISSER, N., & ARMBRUSTER, T., 2003 : Ansermette, MnV<sub>2</sub>O<sub>6</sub>•4H<sub>2</sub>O, a new mineral species with V<sup>5+</sup> in five-fold coordination from Val Ferrera, Eastern Swiss Alps. *The Canadian Mineralogist*, 41, 1423-1431.
- BUSSY, F., 1990 : Pérogenèse des enclaves microgrenues associées aux granitoïdes calco-alcalins : exemple des massifs varisques du Mont-Blanc (Alpes occidentales) et miocène du Monte Capanne (Ile d'Elbe, Italie). *Mémoires de Géologie*, Lausanne, 7, 309 p.
- DAVIS, C., 2013 : Technical report on Mont Chemin Au-Ag property, Marécottes U property and Siviez U-Cu property. Unpublished report for Aurania Resources Ltd, NI-43-101, 75 p.
- DELALOYE, M.F., 1966 : Contribution à l'étude des silicates de fer oolithiques du Dogger des Alpes suisses. *Beiträge zur Geologie der Schweiz, geotechnische Serie*, 13, 71 p.
- EPPRECHT, W., 1946 : Die Eisen- und Manganerze des Gonzen. *Beiträge zur Geologie der Schweiz, geotechnische Serie*, 24, 128 p.
- EPPRECHT, W., 1986 : Neues vom alten Bergbau am Gonzen. *Minaria Helvetica*, 6a, 19-28.
- FEHLMANN, H., 1932 : Die schweizerische Eisenerzeugung : ihre Geschichte und wirtschaftliche Bedeutung. *Beiträge zur Geologie der Schweiz, geotechnische Serie*, 13, 255 p.
- FEHLMANN, H. & DE QUERVAIN, F., 1952 : Eisenerze und Eisenerzeugung der Schweiz. *Beiträge zur Geologie der Schweiz, geotechnische Serie*, XIII, 31 p.
- FREI, A., 1952 : Die Mineralien des Eisenbergwerks Herznach im Lichte morphogenetischer Untersuchungen. *Beiträge zur Geologie der Schweiz, geotechnische Serie*, XIII, 162 p.
- GYGI, R.A., 1981 : Oolitic iron formations : marine or not marine ? *Eclogae geologicae Helveticae*, 74, 233-254.
- GEHRING, A.U., 1989 : The formation of goethitic ooids in condensed Jurassic deposits in northern Switzerland. *Phanerozoic Ironstones*. T.P. Young & W.E.G. Taylor (Eds). *Geological Society Special Publication*, 46, 133-139.
- JAFFÉ, F.C., 1986 : Switzerland. *Mineral Deposits of Europe, Volume 3 : Central Europe*. F.W. Dunning & A.M. Evans (Eds). The Institution of Mining and Metallurgy, The Mineralogical Society, 41-54.
- KÜNDIG, R., & VOGLER, R., 1997 : 10 Erze, Industriemineralien und Energierohstoffe. *Die mineralischen Rohstoffe der Schweiz*. R. Kündig et al. (Eds). Schweizerische Geotechnische Kommission, 403-438.
- LEMOINE, M., 1980 : L'histoire mésozoïque des Alpes occidentales : Naissance et évolution d'une marge continentale passive. *Les marges continentales actuelles et fossiles autour de la France*. G. Boillet (Ed). Masson, Paris, 179-214.
- MARSHALL, D., KIRSCHNER, D., & BUSSY, F., 1997 : A Variscan Pressure-Temperature-time path for the N.E. Mont Blanc massif. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 126, 416-428.
- MARSHALL, D., KIRSCHNER, D., HUNZIKER, J., & PFEIFFER, H.-R., 1998a : A Pressure-Temperature-Time Path for the N-E Mont-Blanc Massif: Fluid Inclusion, Isotopic and Thermobarometric Evidence. *European Journal of Mineralogy*, 10, 1227-1240.
- MARSHALL, D., MEISSER, N., & TAYLOR, R.P., 1998b : 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.
- PFEIFFER, H.-R., OBERHÄNSLI, H., & EPPRECHT, W. (1988) : Geochemical evidence for a synsedimentary hydrothermal origin of Jurassic iron-manganese deposits at Gonzen (Sargans, Helvetic Alps, Switzerland). *Marine Geology*, 84, 257-272.
- SERNEELS, V. (1993). Le Sidérolithique suisse. *Minaria Helvetica*, 13b, 74-83.
- SIEHL, A., & THEIN, J., 1989 : Minette-type ironstones. *Phanerozoic Ironstones*. T.P. Young & W.E.G. Taylor (Eds). *Geological Society Special Publication*, 46, 175-193.
- STUCKY, K., 1960 : Die Eisen-Manganerze in der Trias des Val Ferrera. *Beiträge zur Geologie der Schweiz, geotechnische Serie*, 37, 67 p.
- TEYSSEN, T., 1989 : A depositional model for the Liassic Minette ironstones (Luxemburg and France), in comparison with other Phanerozoic oolitic ironstones. *Phanerozoic Ironstones*. T.P. Young & W.E.G. Taylor (Eds). *Geological Society Special Publication*, 46, 79-92.