



# Objectif Sciences International

Organisation Internationale Non Gouvernementale

Siège international :  
Avenue de Chamonix, 7  
1207 Genève  
Suisse

Tel. : +41 22 550 12 27

Musée de la Nature  
Rue des Châteaux,  
1950 Sion  
Suisse

Objectif Sciences International offre au Musée de la Nature des échantillons de métaux produits à partir de minerai du Val d'Anniviers. Ces échantillons sont d'un grand intérêt, puisque à notre connaissance, les rares échantillons témoignant du passé minier et des procédés industriels pratiqués en Valais ont été légués par le géologue Heinrich Gerlach en 1850-1860 (La collection métallurgique d'Heinrich Gerlach. Stefan Ansermet. Val d'Anniviers. Minaria Helvetica 23b/2003. Bulletin de la Société d'Histoire des Mines. 2003).

En juillet et août 2017, du métal pur a été produit à partir de minerai extrait dans les anciennes mines du Val d'Anniviers. Cette production a été réalisée par les enfants et leurs éducateurs qui ont participé aux vacances scientifiques « Le Très'OR des MINES » ([www.vacances-scientifiques.com/Le-tresOR-des-MINES-de-Cristaux](http://www.vacances-scientifiques.com/Le-tresOR-des-MINES-de-Cristaux)) organisées par l'association Objectif Sciences International ([www.osi-ngo.org/](http://www.osi-ngo.org/)). Ces vacances ont pour vocation de mener de la recherche citoyenne en faveur de la résolution de problèmes de développement durable. Les résultats obtenus lors de ces séjours alimentent le programme de recherche et d'éducation MINEO ([www.osi-mineo.org/](http://www.osi-mineo.org/)). Le programme est axé sur la géologie et l'eau sous toutes ses formes. Il a pour objectif :

- ▶ L'éducation aux sciences ;
- ▶ La valorisation et la transmission des connaissances et des méthodes scientifiques (articles, reportage) ;
- ▶ La découverte et la sensibilisation à l'environnement et aux risques naturels (glissements de terrain, avalanches et risques associés au volcanisme) ;
- ▶ Valoriser le patrimoine géologique (cristaux, minéraux, anciennes mines, édifices ou provinces volcaniques) ;
- ▶ Compléter le référencement de certains sites ou substances et compléter des inventaires existants (collection, base de données).

Cet été, pendant 4 semaines, des participants ont réalisé toutes les étapes nécessaires à la production de cuivre et de plomb, de l'extraction du minerai dans la mine à la fusion finale du métal. Ils ont traité le minerai par voie chimique puis par électrolyse comme ceci était pratiqué pendant la Seconde Guerre Mondiale à la mine de Baicolliou. Toutes ces étapes sont détaillées et illustrées dans ce rapport. Pour les participants, la réalisation de ces étapes leur a permis de prendre conscience de l'origine des métaux et des procédés de fabrication.

---

**Objectif Sciences International - OING**

« Le Développement Durable par la Recherche et l'Éducation aux Sciences »

[www.objectif-sciences-international.org](http://www.objectif-sciences-international.org) - [info@osi-ngo.org](mailto:info@osi-ngo.org)

Objectif Sciences International a offert 3 échantillons au Musée de la Nature le 3 août 2017 qui correspondent à du cuivre produit à partir de la chalcopryrite de la mine de La Lée (Zinal), du cuivre produit à partir de la malachite/azurite de la mine de La Lée (Zinal) et enfin du plomb produit à partir de la galène de la mine des Moulins (St-Luc).

Les donateurs des échantillons sont les participants des séjours « Le Très'OR des MINES » 2017 soit ORDOLLI Lorik, BON Lilou, DEREGNAUCOURT Juliette, NEVE Martha, CHOUILLOU Calie, DJELIDI Nour Elise, STORA Elie, PERROT Noé, LEVY-SALAUN Ruben, FANTON Louis-Guillaume, LEMIERE Gabor, BRIGNONE Arthur, DORBANI Séléne, IMMEDIATO -HUGUENIN Gabin, LOPES RIBEIRO Clément, PATS-NOUGUES Tristan, SABOURDIN Aliénor, MATTARELLI Matthieu, WEBER Julien, BAEHR-REY Léo, MELZER Viktoria, SARAMUD Mark ainsi que les éducateurs scientifiques soit MARTY Karol, MARAIS Catherine, EMERY Etienne et DELPCH Emilie.



## 1. Extraction de minerai à la mine de Cuivre de La Lée et à la mine des Moulins

Les participants ont prospecté les déblais de la Mine de La Lée à Zinal et récupéré des échantillons de la veine de quartz et de calcite riches en chalcopryrite, malachite et azurite. Notre partenaire Anniviers Tourisme nous a également fourni des blocs minéralisés provenant de la mine.



*A gauche : une veine de quartz et calcite minéralisée en chalcopryrite et malachite éclairée par le guide d'Anniviers Tourisme Julien Fauquex. A droite : vue détaillée sur la veine de la mine de La Lée.*

Les participants ont extrait de la galène de la mine des Moulins à Saint-Luc. Ils ont visité la galerie supérieure et extrait du minerai sur un affleurement à l'extérieur de la mine, à proximité de l'entrée intermédiaire. La minéralogie principale de cet affleurement est simple. Elle consiste en une veine de barytine, quartz et riche en galène.



*A gauche : entrée de la galerie supérieure de la mine des Moulins. A droite : extraction de galène sur un affleurement situé à gauche de l'entrée intermédiaire de la mine des Moulins.*



## 2. Triage et broyage

La première étape consiste en un concassage grossier au marteau et un tri manuel des fragments riches en chalcopryrite, malachite, azurite et galène. Ensuite, les enfants ont broyé le minerai plus finement à l'aide d'une broyeuse à mâchoire pour obtenir des fragments quasi purs de minerai d'environ 0.5 cm.



*A gauche : Concassage au marteau et tri manuel au bord du chemin menant à la mine de La Lée. A droite : utilisation de la broyeuse à mâchoire.*

Les participants ont trié manuellement les fragments sortis de la broyeuse.



*Tri manuel à la brucelle.*



Les concentrés sont contrôlés à la loupe.



*A gauche : Observation des échantillons à la loupe de terrain. A droite : vérification de la pureté des concentrés de chalcoppyrite, malachite/azurite et galène à la loupe binoculaire.*

Nous avons obtenu des concentrés relativement purs.



*Concentré de chalcoppyrite.*



### 3. Métallurgie du cuivre

#### A) Dissolution des minerais du Cu

Les fragments de chalcopryrite ont été placés dans un récipient en verre auquel a été ajouté de l'acide nitrique. Pour le concentré de malachite/azurite, des carbonates de cuivre, la dissolution a été menée avec de l'acide chlorhydrique. On obtient une solution impure avec des éléments en trace issus des minéraux porteurs de cuivre et surtout des restes de gangue.



*Dissolution de la chalcopryrite dans de l'acide nitrique.*

#### B) Elimination des éléments en traces (Ca, Fe, etc)

De l'ammoniaque a été ajouté en plusieurs fois jusqu'à ce que la solution devienne bleu foncé et que le milieu soit devenu alcalin. Lors du traitement de la malachite/azurite de la fumée blanche de chlorure d'ammonium se dégage. Pour la chalcopryrite, une fumée brunâtre toxique de dioxyde d'azote se forme. Le fer, le calcium et le magnésium précipitent sous forme d'hydroxydes. Le Cu et l'Ag vont former des complexes aminés hyper solubles.



*Ajout d'ammoniaque et formation de complexes aminés bleu foncé.*



La solution est ensuite filtrée pour éliminer les précipités (Ca, Fe, etc.).



*Filtration de la solution.*

### **C) Destruction des complexes aminés**

Les complexes aminés sont détruits par ajout d'acide chlorhydrique. Cela acidifie la solution qui devient jaune.



*Destruction des complexes aminés par ajout d'acide chlorhydrique.*

### **D) Précipitation du Cuivre par électrolyse**

Pour réaliser l'électrolyse nous utilisons des électrodes de graphite connectées à un chargeur basse tension et si possible fort courant (ex : chargeur de téléphone de 5V) par des pinces crocodiles. Les électrodes sont soigneusement placées dans la solution afin qu'elles ne se touchent pas. Du chlore gazeux se forme sur l'anode (bulles visibles avec une odeur de piscine),



et le Cuivre précipite sur la cathode. Le Cuivre est régulièrement récupéré dans un récipient en rinçant l'électrode à l'eau. Lorsque la solution électrolysée devient vert clair, c'est qu'elle ne contient presque plus de Cu.



*A gauche : introduction des électrodes en graphite dans la solution. A droite : électrolyse du cuivre en cours. On voit une masse rouge de cuivre collée à la cathode.*

### **E) Fusion du Cuivre**

Le Cuivre surnageant dans l'eau de rinçage est filtré. Le filtre est récupéré et pressé pour faire une boule qui est finalement brûlée au bec Bunzen ou au chalumeau. La bille obtenue est finalement aplatie au marteau.



*Fusion du Cuivre au chalumeau.*



## 4. Métallurgie du plomb

### A) Dissolution

Le minerai contenant la galène est placé dans un récipient en verre auquel est ajouté de l'acide nitrique. La dissolution peut être accélérée en chauffant et remuant le contenu. Le carbonate contenu dans la gangue va se dissoudre et on va obtenir une solution avec du nitrate de plomb (partiellement soluble) et du soufre qui surnage. Lorsque la solution est saturée le nitrate de plomb précipite. L'argent est également dissous en nitrate. Une fumée brune toxique de dioxyde d'azote se dégage.

Une fois la réaction terminée, si on observe une solution laiteuse, c'est que la dissolution n'a pas été parfaite (manque d'acide nitrique concentré) ou que la solution finale est saturée. Dans ce cas il faut ajouter de l'eau et récupérer la partie laiteuse (couleur jaune-vert) en la transvasant dans un autre bécher.



*A gauche : dissolution de la galène par ajout d'acide nitrique. A droite : la solution est transvasée pour récupérer le précipité blanc.*

### B) Elimination du soufre

On peut récupérer le soufre de couleur jaune qui surnage et le chauffer au bec Bunsen ou au chalumeau.

### C) Précipitation du chlorure de Plomb

De l'acide chlorhydrique est ajouté à la solution laiteuse. On observe la formation de petites particules blanches de chlorure de Plomb et la production de sulfure d'hydrogène qui s'évapore. La solution devient verte. Le Fe et le Cu vont rester en solution. Rapidement, le chlorure de plomb précipite au fond du verre (précipité blanc de  $PbCl_2$ ), avec l'argent ( $AgCl$ ).





*Précipitation du chlorure de Plomb par ajout d'acide chlorhydrique.*

La solution est filtrée. De l'eau est ajoutée pour rincer l'acidité résiduelle du précipité jusqu'à ce que le précipité soit bien blanc.



*Filtration de la solution.*

Le filtre est récupéré et pressé pour former une petite boule.

#### **D) Fusion**

La boule de papier filtre est disposée au centre d'une planche en bois. Le bois est un bon isolant et dégage du monoxyde carbone lors de sa combustion, ce qui empêche l'oxydation des métaux. On ajoute du carbonate de sodium comme fondant. Ce dernier fond à 850°C. Le tout est ensuite brûlé avec un bec Bunzen ou un chalumeau. Les billes de carbonate de sodium fondent et forment des perles qu'il faut rapprocher. Le plomb se forme en surface sous la forme de microbilles brillantes (aspect de microbulles). Tout en continuant de chauffer, la scorie fondue est remuée plusieurs fois et du carbonate de sodium est ajouté. On observe nettement la formation de sel (NaCl) tout autour de la scorie et le plomb se rassemble en une bille ou culot sous la scorie. Si l'on veut une réaction plus rapide, on peut sécher le chlorure de plomb et le mélanger efficacement avec le carbonate de sodium.



## 5. Rendement



*Production de Cuivre 2017 à partir de la chalcopryrite de la mine de La Lée (Zinal, Suisse).*



*Production de Cuivre 2017 à partir de la malachite/azurite de la mine de La Lée (Zinal, Suisse).*



*Production de Plomb 2017 à partir de la galène de la mine des Moulins (St-Luc, Suisse).*

Cette année, le rendement est très faible. Ceci pour plusieurs raisons :

- Dissolution incomplète car les fragments étaient trop gros, la solution n'était pas remuée et chauffée suffisamment ;
- L'électrolyse était incomplète ;
- Des pertes de métal sont survenues lors de la fusion car la quantité de matière chauffée était insuffisante et le chalumeau pas adapté.

