

Résumé

Catalina Huanca est un gisement de carbonate-remplacement (Zn-Pb-Ag) de taille moyenne dans la Cordillère des Andes au sud du Pérou. La minéralisation de Catalina Huanca est située à la base d'un important chevauchement tertiaire vers l'est et se compose de veines et de corps de remplacement. Elle est contrôlée par une structure de faille en queue de cheval orientée NE qui coupe les lits rouges tertiaires de l'avant-pays (précédemment attribués au groupe Permo-triasique de Mitú ; Davila et al., 2012) et les calcaires du groupe de Pucara qui ont subi une poussée supérieure. Les roches ignées pré-roches associées spatialement comprennent des dykes rhyolitiques et trachytiques.

Il s'est formé au cours de quatre stades de minéralisation montrant des associations minérales de sulfuration intermédiaire à élevée. (1) Minéraux de skarn à haute température avec présence de cristaux de mushketovite, (2) stade polymétallique précoce : Veinules de quartz-pyrite-séricite avec de rares inclusions de pyrrhotite, recoupées par de la sphalérite avec maladie de chalcoppyrite, (3) Stade polymétallique tardif : Fluorite recoupée par de la sphalérite-fahlore-quartz et veines tardives à forte sulfuration avec galène. (4) Stade carbonaté tardif : sidérite-rhodochrosite-kaolinite recoupée par des carbonates tardifs. La minéralisation est générée sous forme de veines et de corps de remplacement carbonatés.

Une étude microthermométrie détaillée et une spectrométrie de masse par ablation laser et plasma à couplage inductif (LA-ICP-MS) sur les inclusions fluides sur les minéraux de la gangue et du minerai, en utilisant la microscopie proche infrarouge, ont été réalisées pour les stades polymétalliques précoce et tardif dans cinq corps minéralisés différents : Mariela, Melissa, Silvia, Principal et Amanda 3 Techo. Les inclusions fluides présentes dans le gisement sont biphasées (L+V), avec des températures d'homogénéisation entre 220-350°C et des salinités allant de 2-16

% NaCl équiv. Des preuves de séparation de phases sont présentes dans les inclusions fluides secondaires hébergées dans la fluorine. L'origine des fluides a été déterminée sur la base de concentrations élémentaires similaires avec les assemblages d'inclusions fluides aqueuses de salinité faible à intermédiaire (A) (Kouzmanov et Pokrovski 2012), les concentrations d'halogènes (Cl/Br) et les rapports Na/K, Ca/K et Rb/K. Les concentrations d'éléments obtenues avec LA-ICP-MS ont également permis de différencier deux tendances pour des éléments tels que Na, K, B, Li, Cs et Ba représentés en fonction de Cl. La première tendance est liée aux fluides du stade polymétallique précoces présents à Mariela, résultat de l'ébullition d'un fluide magmatique riche en métaux qui interagit avec les roches carbonatées, entraînant la précipitation des métaux de base. D'autre part, la deuxième tendance est suivie par les fluides du stade polymétallique précoce et tardif dans Amanda 3 Techo, Melissa et Principal, ces fluides sont le produit du mélange entre un fluide magmatique monophasé riche en métaux et un fluide externe non salin (vapeurs de source profonde), puis la précipitation des métaux remplaçant les carbonates dans les corps minéralisés. Les compositions des fluides et les différents assemblages de minéraux montrent également que leur pH important, f_{S_2} et les contrôles de température dans la minéralisation. Les processus et les mécanismes de précipitation expliqués dans ce mémoire de maîtrise aident à comprendre l'évolution des fluides dans le gisement de Catalina Huanca et fournissent des connaissances supplémentaires qui contribuent à la compréhension des gisements de remplacement de carbonate dans le monde entier.

ABSTRACT

Catalina Huanca is a medium-sized carbonate-replacement (Zn-Pb-Ag) deposit in the Andean Cordillera of southern Perú. The Catalina Huanca mineralization is located at the base of a major Tertiary eastward thrust and consists of veins and replacement bodies. It is controlled by a NE trending horsetail fault structure cutting the foreland Tertiary red beds (previously attributed to the Permo-triassic Mitú Group; Davila et al., 2012) and the over thrusted Pucara Group limestones. Spatially associated with pre-ore igneous rocks include rhyolitic and trachytic dikes.

It was formed during four mineralization stages showing mineral associations from intermediate to high sulfidation. (1) High temperature skarn minerals with presence of musketovite crystals, (2) early polymetallic stage: Quartz-pyrite-sericite veinlets with rare pyrrhotite inclusions, crosscut by sphalerite with chalcopyrite disease, (3) Late polymetallic stage: Fluorite crosscut by sphalerite-fahlore-quartz and late high sulfidation veins with galena. (4) Late-stage carbonate: siderite-rhodochrosite-kaolinite crosscut by late carbonates. The mineralization is generated as veins and carbonated-replacement bodies.

A detailed microthermometric and laser ablation-inductively coupled plasma-mass spectrometry (LA-ICP-MS) study on fluid inclusions on gangue and ore minerals, using near-infrared microscopy, was done for the early and late polymetallic stages in five different ore bodies: Mariela, Melissa, Silvia, Principal and Amanda 3 Techo. The fluid inclusions present in the deposit are two phase (L+V), with homogenization temperatures between 220-350°C and salinities ranging from 2-16 %NaCl equiv. Phase separation evidences are present in secondary fluid inclusions hosted in fluorite. The origin of the fluids was determined based on similar elemental concentrations with aqueous low-to intermediate salinity (A) fluid inclusions assemblages (Kouzmanov and Pokrovski 2012), halogens concentrations (Cl/Br), and Na/K, Ca/K and Rb/K

ratios. Element concentrations obtained with LA-ICP-MS also allowed to differentiate two trends for elements as Na, K, B, Li, Cs and Ba plotted versus Cl. The first trend related to fluids from the early polymetallic stage present in Mariela, result of boiling of a metal-rich magmatic fluid that interact with carbonate rocks, leading base metals precipitation. On the other hand, the second trend is followed by fluids from the early and late polymetallic stage in Amanda 3 Techo, Melissa and Principal, these fluids are product of mixing between a single-phase metal-rich magmatic fluid with a non-saline external fluid (deeply sourced vapors) and then precipitating metals replacing carbonates in the orebodies. Fluid compositions and different mineral assemblages also show that their important pH, f_{S_2} and temperature controls in the mineralization. The processes and precipitation mechanisms explained in this master thesis helps to understand the fluid evolution in Catalina Huanca deposit and provide further knowledge that contributes to the understanding of carbonate-replacement deposits worldwide.