

Ecole Doctorale

Sciences de la Mer et du Littoral

IFREMER Dpt Géosciences Marines

AVIS DE SOUTENANCE DE THESE

Le vendredi 20 mars 2020 à 9h30

à l' Institut Universitaire Européen de la Mer, amphithéâtre "A", Technopôle Brest-Iroise, Plouzané

Monsieur JEANVOINE AURELIEN

soutiendra une thèse de doctorat sur le sujet suivant :

" Métallogénie des éléments chalcophiles durant les processus magmatiques d'arrière-arc. Exemple du domaine volcanique de Futuna ".

Le jury sera ainsi composé :

- **MME ANDRE-MAYER ANNE-SYLVIE, Professeure des universités**
Université de Lorraine - VANDOEUVRE-LES-NANCY
- **M. BARRAT JEAN-ALIX, Professeur des universités**
Univ. de Bretagne Occidentale - PLOUZANE
- **M. CHAZOT GILLES, Professeur des universités**
Univ. de Bretagne Occidentale - BREST
- **M. FOUQUET YVES, Cadre de Recherche**
IFREMER - Centre Bretagne - PLOUZANE
- **MME PROUTEAU GAELLE, Maître de conférences**
Université d'Orléans - ORLEANS
- **M. VLASTELIC IVAN, Chargé de Recherche**
Université Clermont Auvergne - AUBIERE

invité(e)s :

- **M. BEZOS ANTOINE, Maître de conférences**
Université de Nantes - NANTES
- **M. PELLETER ERWAN, Chercheur**
IFREMER - Centre Bretagne - PLOUZANE

A BREST, le 09 mars 2020

Le Président de l'Université de
Bretagne Occidentale,



A handwritten signature in black ink, appearing to read 'M. Galloù', is written over a horizontal line.

M. GALLOU

Résumé

En domaine océanique comme terrestre, il existe une relation forte entre contexte de subduction et formation de dépôts riches en métaux précieux (Au, Ag). Toutefois, la découverte récente de dépôts de sulfures massifs océaniques riches en Au et Ag dans un contexte géodynamique découplé de toute subduction (Wallis et Futuna, SW Pacifique) pose la question de la source et du transfert de ces métaux vers la surface.

L'étude des laves du secteur minéralisé de Fatu-Kapa situé au large de l'île de Futuna permet de mieux comprendre les processus d'extraction et de concentration des métaux, en particulier les métaux précieux, depuis les processus magmatiques dans les roches sources jusqu'aux minéralisations hydrothermales sur le plancher océanique. Les résultats de l'étude pétrogénétique montrent que les magmas de Fatu-Kapa évoluent en deux grands stades. (1) Des trachybasaltes aux trachyandésites, les magmas évoluent par cristallisation fractionnée, puis par cristallisation fractionnée couplée à de l'assimilation. Durant ce stade, la saturation en soufre est précoce et une phase sulfurée riche en éléments chalcophiles tombe et s'accumule en fond de chambre magmatique. Ces phases sont peu mobilisables par les circulations hydrothermales. Par contre (2), des trachyandésites au trachydacites, les magmas évoluent par mélange entre les magmas trachyandésitiques et des magmas générés par fusion partielle de l'encaissant magmatique hydrothermalisé. Malgré de faibles teneurs en cuivre dans ces magmas, des billes de sulfure enrichies en cuivre ont été identifiées. Un résultat majeur est l'observation d'une association directe entre les billes de liquide sulfuré et la phase aqueuse magmatique générant les vésicules lors des phases éruptives. Ces bulles permettent la remontée et la concentration des billes de sulfures magmatiques au toit de la chambre. Ce processus, démontré en pétrologie expérimentale, n'a à notre connaissance jamais été identifié dans les magmas océaniques.

Deux étapes sont considérées clefs à Fatu-Kapa pour remobiliser ces billes de sulfures et enrichir en métaux les minéralisations hydrothermales sur le plancher océanique. (1) Lors de la phase volcanique, une partie des métaux contenus dans les billes est remobilisée dans les fluides magmatiques aqueux extraits dans les vésicules. Ces fluides magmatiques, enrichis en métaux, remontent puis se mélangent avec les fluides hydrothermaux issus de l'eau de mer. (2) Après la phase éruptive les circuits hydrothermaux descendent jusqu'au sommet de la chambre solidifiée et altèrent les niveaux à billes de sulfures magmatiques contribuant ainsi à un enrichissement direct des fluides hydrothermaux en métaux. Ces processus apportent un éclairage nouveau sur la possibilité de former des dépôts sulfurés océaniques enrichis en métaux précieux en dehors de toute influence de subduction.

Abstract

There is a strong relationship between the formation of deposits enriched in precious metals (Au, Ag) and the subduction, in both oceanic and continental settings. However, the recent discovery of seafloor massive sulfide deposits enriched in Au and Ag in a subduction-decoupled oceanic setting (Wallis and Futuna, SW Pacific) raises the questions of both the source of these metals and their transfer towards the surface.

The study of the lavas located at the mineralized area of Fatu-Kapa, away of the Futuna island, brings constraints on the processes of metal extraction and concentration, in particular precious metals, from the magmatic processes in the source rocks towards the hydrothermal mineralizations on the seafloor. The results of the petrogenetic study show that the Fatu-Kapa magmas evolve by two major steps. (1) From trachybasalts to trachyandesites, magmas evolve through fractional crystallisation and then by fractional crystallisation coupled to assimilation. At this step, sulfide saturation is early and a sulfide phase enriched in chalcophile elements sink and accumulate at the bottom of the magmatic chamber. These phases are not easily mobilized by hydrothermal circulation. However (2), from trachyandesites to trachydacites, magmas evolve by mixing between trachyandesitic melts and melts generated by partial melting of the hydrothermally altered wallrock. Despite low copper values, these melts generate sulfide drops enriched in copper, which have been identified. A major result is the observation of a direct link between the liquid sulfide drops and the volatiles-rich magmatic phase which generate the vesicles during the eruptive phases. These bubbles allow the rise and the concentration of the magmatic sulfide blebs at the top of the magmatic chamber. This process, which have been demonstrated in experimental petrology, has not yet - to our knowledge - been identified in oceanic melts.

At Fatu-Kapa, two steps are considered to be crucial for mobilizing these sulfide blebs and to enrich in metals the hydrothermal mineralization on the seafloor. (1) During the volcanic stage, part of the metals contained in the sulfide blebs is transferred to the magmatic fluid phase extracted in the vacuoles. These magmatic fluids, enriched in metals, rise to the surface and are mixed with the hydrothermal fluid which derives of seawater. (2) After the eruptive stage the hydrothermal cells go down towards the top of the crystallized magmatic chamber and alter the sulfide blebs-rich levels, contributing to the direct enrichment of hydrothermal fluids in metals. These processes shed new light on the possibility of generating oceanic sulfide deposits enriched in precious metals away of any subduction.