

## Geometallurgical Characterisation of a Mixed Oxide-Silicate and Sulphide Copper Ore

**Auteur :** Lambé, Esteban

**Promoteur(s) :** Gaydardzhiev, Stoyan; 29766

**Faculté :** Faculté des Sciences appliquées

**Diplôme :** Master en ingénieur civil des mines et géologue, à finalité spécialisée en ressources minérales et recyclage

**Année académique :** 2025-2026

**URI/URL :** <http://hdl.handle.net/2268.2/25175>

---

*Avertissement à l'attention des usagers :*

*Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.*

*Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.*

---

**Title:** Geometallurgical Characterisation of a Mixed Oxide-Silicate and Sulphide Copper Ore

**NAME surname:** LAMBÉ Esteban

**Section:** Master - Civil engineer in mining and geology, specialising in mineral resources and recycling

**Academic year:** 2025–2026

**Academic promoter:** Prof. GAYDARDZHIEV Stoyan

**Industrial co-promoter:** Prof. EL GHALI Abdellatif

### **Abstract:**

This study is part of a collaborative project between University of Liège, University Mohammed VI Polytechnic (UM6P) and Ohod Mining Company (OMC), aimed at improving the processing of copper ores from the Bouizagane deposit, located in the Anti-Atlas region of Morocco. This region is recognised for its polymetallic copper–silver mineralisation and represents a promising area for future mining development. Building on previous geometallurgical investigations, this work seeks to design an optimised mineral processing flowsheet adapted to the mixed copper ore of Bouizagane.

To achieve this objective, a comprehensive geometallurgical characterisation of the ore was carried out. The methodology includes rigorous sample preparation, particle size classification, and detailed chemical analyses to determine the elemental composition across size fractions. In parallel, a mineralogical study was conducted to identify the principal gangue and ore minerals, quantify their proportions, and validate the results through cross-correlation of analytical techniques. Particular emphasis was placed on determining the modal mineralogy of copper, distinguishing between oxide, silicate and sulphide phases.\

Furthermore, the study examines mineral liberation and mineral associations as a function of particle size, which are critical parameters for selecting appropriate processing routes. Based on these results, optimal liberation size, separation methods, and recovery strategies were evaluated. The outcomes of flotation tests were then used to propose an efficient processing flowsheet, integrating comminution, classification, and separation stages. Ultimately, this work provides a scientific basis for improving copper recovery from the Bouizagane deposit while ensuring economic and technical feasibility.

## **Résumé:**

Cette étude s'inscrit dans le cadre d'un projet collaboratif entre l'Université de Liège, l'Université Mohammed VI Polytechnique (UM6P) et la société minière Ohod Mining Company (OMC), visant à améliorer le traitement des minerais de cuivre du gisement de Bouizagane, situé dans la région de l'Anti-Atlas au Maroc. Cette région est connue pour ses minéralisations polymétalliques cuivre–argent et constitue une zone prometteuse pour le développement minier futur. S'appuyant sur des investigations géométallurgiques antérieures, ce travail a pour objectif de concevoir un schéma de traitement minéral optimisé, adapté au minerai de cuivre mixte du gisement de Bouizagane.

Afin d'atteindre cet objectif, une caractérisation géométallurgique complète du minerai a été réalisée. La méthodologie comprend une préparation rigoureuse des échantillons, une classification granulométrique, ainsi que des analyses chimiques détaillées visant à déterminer la composition élémentaire au sein des différentes fractions granulométriques. En parallèle, une étude minéralogique a été menée afin d'identifier les principaux minéraux de la gangue ainsi que les différentes phases cuprifères, de quantifier leurs proportions et de valider les résultats par corrélation croisée des techniques analytiques. Une attention particulière a été portée à la détermination de la minéralogie modale, en distinguant les phases de cuivre; oxydées, silicatées et sulfurées.

Par ailleurs, l'étude se penche sur la libération des minéraux et leurs associations en fonction de la taille des particules, qui sont des paramètres essentiels pour choisir le traitement du minerai approprié. Sur la base de ces résultats, la maille de libération optimale, les méthodes de séparation et les stratégies de récupération ont été évaluées. Les résultats des essais de flottation ont ensuite permis de proposer un schéma de traitement efficace, intégrant les étapes de réduction en taille, de classification et de séparation. En définitive, ce travail fournit une base scientifique solide pour l'amélioration de la récupération du cuivre du gisement de Bouizagane, tout en garantissant la faisabilité économique et technique du procédé.