

---

# Étude préliminaire des impacts environnementaux liés aux métaux lourds issus des résidus miniers des mines abandonnées d'Azegour et d'Erdouz (Haut Atlas, Maroc)

Nohaila Ben Ihlal<sup>\*1,2</sup>, Nadia Rhoujjati<sup>1</sup>, Mustapha El Ghorfi<sup>1,3</sup>, Nicolas Patris<sup>2</sup>, Ali Rhoujjati<sup>1</sup>, Ayoub Bayoussef<sup>4</sup>, Soukaina Oudchaira<sup>1</sup>, Corinne Casiot<sup>2</sup>, Christelle Batiot-Guilhe<sup>2</sup>, Florian Voron<sup>5</sup>, Lahoucine Hanich<sup>1,3</sup>, and Véronique Leonardi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Université Cadi Ayyad, Faculté des Sciences et Techniques Laboratoire de Géoressources, Géoenvironnement et Génie Civil (L3G), Marrakech – Maroc

<sup>2</sup>HydroSciences Montpellier, Univ. Montpellier, CNRS, IRD, IMT Mines Alès, Montpellier – Hydrosciences Montpellier (HSM), Université Montpellier, CNRS, IRD – France

<sup>3</sup>Institut de géologie et d'exploitation minière durable (GSMI), Université polytechnique Mohammed VI (UM6P), Ben Guerir 43150, – Maroc

<sup>4</sup>École supérieure de technologie de Fkih Ben Salah, Université Sultane Moulay Sliman de Beni-Mellal, – Maroc

<sup>5</sup>OSU OREME, UAR 3282, Université de Montpellier, CNRS, IRD, INRAE, Montpellier - Sète, – OSU OREME – France

## Résumé

Les résidus miniers représentent des sources potentielles de pollution persistante, par la libération de métaux lourds dans les milieux aquatiques. Les mines d'Azegour et d'Erdouz, situées sur le flanc nord du bloc paléozoïque du Haut Atlas occidental, ont été exploitées pour le cuivre, le molybdène et le tungstène (Azegour), et pour le cuivre, le zinc et l'argent (Erdouz). Bien que leur activité ait cessé depuis plusieurs années, ces sites continuent de poser un risque environnemental.

Cette étude vise à évaluer l'état actuel de la qualité des eaux et des sédiments du bassin versant récepteur, en identifiant les signatures géochimiques des contaminations minières et en examinant l'influence des structures géologiques (failles, fractures) sur la circulation des contaminants.

Deux campagnes de terrain ont permis de collecter 22 échantillons d'eau et 15 échantillons de sédiments. L'échantillonnage a concerné les eaux de surface, les sources et les puits situés à proximité du cours d'eau principal (Wadaker). Les analyses incluent la mesure des paramètres physico-chimiques (pH, conductivité, température), la quantification des éléments majeurs et traces, ainsi que les teneurs des isotopes de l'eau ( $\delta^{18}\text{O}$   $\delta^2\text{H}$ ). Un protocole d'analyse isotopique des sulfates dissous ( $\delta^{34}\text{S}$ ) est en cours de développement afin de comprendre les processus de transport et de transformation des composés soufrés d'origine minière à l'échelle du bassin.

---

\*Intervenant

Les sédiments, majoritairement limoneux à limono-sableux, sont riches en carbonates et pauvres en matière organique. Les observations de terrain, soutenues par la cartographie structurale, révèlent des indices de minéralisation en surface à proximité des anciens résidus miniers. Des teneurs élevées en sulfates sont observées en aval, en particulier dans le secteur d'Azegour, où une minéralisation sulfurée est marquée.

Par ailleurs, les résultats isotopiques des eaux ( $\delta^{18}\text{O}$  et  $\delta^2\text{H}$ ) montrent des différences notables entre l'amont et l'aval, probablement liées à la présence d'une unité carbonatée centrale séparant deux massifs silicatés minéralisés, générant différentes conditions de recharge. Ces résultats renforcent l'intérêt d'une approche intégrée pour i) comprendre les interactions entre la géologie et la qualité des eaux et caractériser l'impact de la pollution minière, et ii) ouvrir la voie à une évaluation fine du risque environnemental dans ces zones sensibles.

**Mots-Clés:** résidus miniers, Haut Atlas, pollution minière, analyse géochimique, structures tectoniques, risque environnemental