

Quand les Coquilles Parlent: les Ostracodes comme Témoins de la Contamination Métallique

Tiziano Lolli¹, Anne Crémazy¹, Marta Marchegiano², Joëlle Marion³, Nicolas Benoit³, Josué J. Jautzy³

¹Institut National de la Recherche Scientifique – Centre Eau Terre Environnement, Québec, Canada

²Departamento de Estratigrafía y Paleontología – Facultad de Ciencias, Universidad de Granada, Granada, España

³Geological Survey of Canada, Natural Resources Canada, Québec, Canada



Natural Resources
Canada

Ressources naturelles
Canada



Contexte et problématique de l'étude

En Abitibi, les activités minières et métallurgiques ont entraîné l'accumulation de métalloïdes et de métaux dans l'environnement, suivie de leur remobilisation naturelle (drainage, vent) ou anthropique (transport, déchets).

Il est donc nécessaire de disposer d'une archive historique fiable des dépôts métalliques dans la région.

Les ostracodes, petits crustacés à coquille calcaire^[1], enregistrent dans leur coquille la composition chimique de l'eau dans laquelle ils vivent^[2, 3].

La mesure Δ_{47} (l'abondance d'isotopes agglomérés ^{18}O et de ^{13}C dans les carbonates) a permis d'utiliser les ostracodes comme indicateurs de température pour les reconstitutions paléoclimatiques^[4].

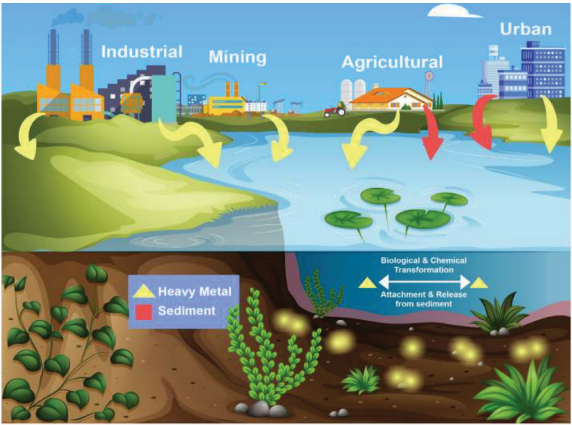


Figure 1: sources et puits des métaux dans l'environnement^[5].

Malgré l'utilisation des ostracodes en paléoclimatologie (Δ_{47}) et en écotoxicologie, on ignore encore comment la contamination par les métalloïdes affecte leur composition isotopique, ni si celle-ci peut servir d'archive historique de la pollution.

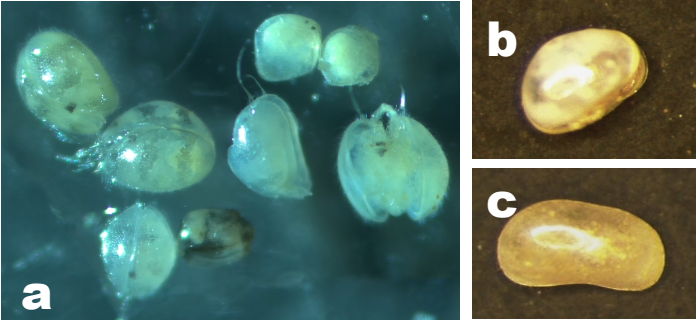


Figure 2: **a**: ostracodes vivants échantillonnés dans le Lac Dufault en juillet 2022 (matériel de Grosbois et Blaney^[6]). **b** et **c**: ostracodes sub-fossiles échantillonnés dans des carottes de sédiment du Lac Osisko (**b**) et du Lac Chicobi (**c**; matériel original).

Objectifs de l'étude

L'étude de l'effet combiné de l'exposition aux métaux et de la température permettra d'évaluer la possibilité d'utiliser les ostracodes comme indicateurs fiables de la pollution métallique à l'échelle historique.

En particulier, la sensibilité des ostracodes aux métaux, leurs mécanismes d'assimilation et l'impact possible des métaux sur la composition isotopique des carbonates de leurs coquilles seront étudiés.

1. **Vérifier la sensibilité des ostracodes à la pollution environnementale causée par les métaux**
2. **Déterminer si l'assimilation des métaux traces par les ostracodes se produit par des voies préférentielles dans leur coquilles**
3. **Déterminer si le Δ_{47} dans les coquilles d'ostracodes est aussi influencé par la concentration des métaux présents dans l'eau**

Méthodes

1. **Approches intégrées en laboratoire et sur le terrain**
2. **Techniques d'analyse toxicologiques (exposition aux métaux, biaccumulation et toxicité) et géochimiques (mesures Δ_{47} , ablation laser ICP-MS)**
3. **Différents métaux et mélanges de métaux problématiques pour la région de l'Abitibi à diverses concentrations (Sn, Te, Sb...)**
4. **Ostracodes vivants prélevés dans les lacs + ostracodes élevés en laboratoire**
5. **Première expérience: *Heterocypris incongruens* (espèce cosmopolite) + Cd (largement étudié sur les ostracodes)**^[8, 9]

1. Tests de toxicité:

- Exposition de *Heterocypris incongruens* au Cd
- Différentes concentrations de Cd chacune à une température différente
- Quantification du taux de mortalité à différentes concentrations de Cd et à différentes températures
- **Vérifier si les ostracodes sont des indicateurs fiables de la pollution métallique**

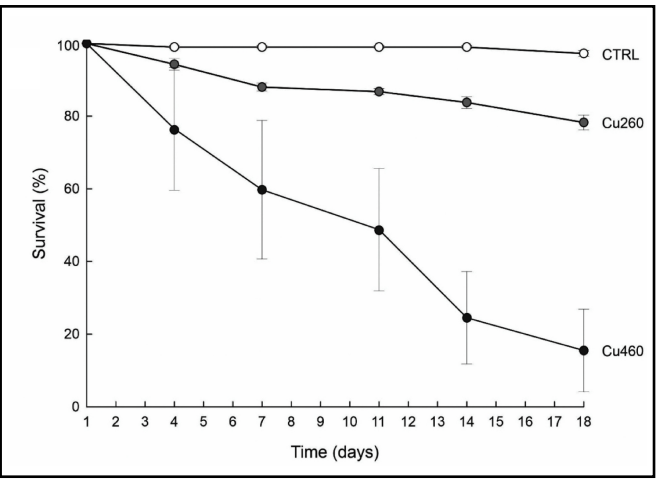


Figure 3: courbes de survie des individus adultes sauvages de l'espèce d'ostracode *Heterocypris incongruens* exposés à des concentrations environnementales de Cu (260 µg/L et 460 µg/L) comparées aux conditions témoins (CTRL; modifié).^[9]

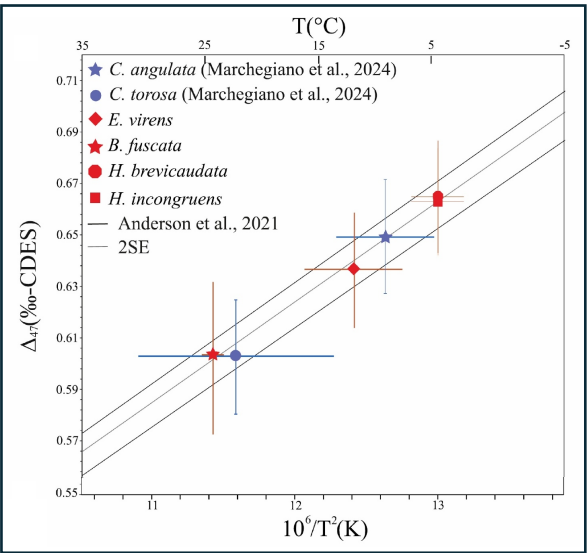


Figure 4: valeurs des isotopes agglomérés mesurées sur des coquilles d'ostracodes en fonction des températures de précipitation connues (modifié).^[5]

2. Ablation laser ICP-MS et synchrotron:

- Observation de la quantité du Cd dans différentes zones et couches de la coquille
- **Déterminer si l'assimilation des métaux traces par les ostracodes se produit par des voies préférentielles**

3. Mesures des isotopes agglomérés Δ_{47} :

- Séparation des coquilles des tissus mous afin de les préparer aux analyses biogéochimiques
- Δ_{47} des coquilles des spécimens affectés par le Cd vs Δ_{47} des coquilles des spécimens non affectés
- **Déterminer si la pollution métallique induit une réponse physiologique chez les ostracodes, modifiant ainsi le Δ_{47} de leurs coquilles**

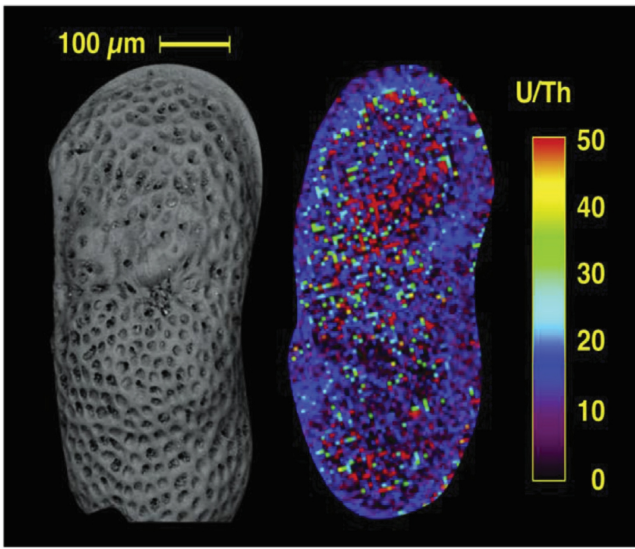


Figure 5: cartographie U/Th sur une coquille de l'espèce *Leucocytherella sinensis* déterminée par ablation laser ICP-MS, en utilisant une taille de spot de 12 µm^[7].

Perspectives

Dans un premier temps, il sera vérifié si la concentration de Cd dans les coquilles d'ostracodes correspond à celle de l'eau environnante. Si un décalage est observé, il sera nécessaire d'établir une formule de correction pour corrélér le Δ_{47} dans l'eau polluée par le Cd à celui de l'eau non polluée. De cette manière, les ostracodes peuvent servir d'indicateurs de la pollution métallique.

Deuxièmement, si un effet du Cd sur la composition isotopique des carbonates agglomérés dans la coquille d'ostracodes est observé à une température connue, cela impliquera que le Δ_{47} de la coquille ne dépend pas uniquement de la température. De ce fait, une seconde formule de correction pourrait être nécessaire afin de quantifier le décalage de Δ_{47} induit par l'absorption des métaux.

De même, des tests seront également effectués sur d'autres métaux, purs et en mélanges. De cette manière, le Δ_{47} chez les ostracodes pourrait être utilisé à la fois comme paléothermomètre et comme indicateur de la pollution métallique.

Références

1.Karanovic (2012). Recent Freshwater Ostracods of the World. *Springer*.
2.Turpen & Angell (1971). Aspects of molting and calcification in the ostracod *Heterocypris*. *Biological Bulletin*, Vol. 140, No. 2, pp. 331-338.
3.Mezquita *et al.* (1999). Moulting, survival and calcification: the effects of temperature and water chemistry on an ostracod crustacean (*Heterocypris intermedia*) under experimental conditions. *Archiv für Hydrobiologie*, Vol. 146, No. 2, pp. 219-238.
4.Marchegiano *et al.* (2024). Temperature and hydrological variations during the late-glacial in the Central Mediterranean: Application of the novel ostracod-clumped isotope thermometer. *Earth and Planetary Science Letters*, Vol. 625, 118470.
5.Mitra *et al.* (2022). Impact of heavy metals on the environment and human health: Novel therapeutic insights to counter the toxicity. *Journal of King Saud University– Science*, Vol. 34, 101865.
6.Blaney (2025). Écologie de quatre populations de dorés jaunes (*Sander vitreus*) dans des lacs dégradés et sains de la ceinture argileuse canadienne. Mémoire de la maîtrise en écologie et aménagement des écosystèmes forestiers, Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue.
7.Börner *et al.* (2013). Ostracod shell chemistry as proxy for paleoenvironmental change. *Quaternary International*, Vols. 313-314, pp. 17-37.
8.Hiki *et al.* (2017). Duration of life-cycle toxicity tests with the ostracod *Heterocypris incongruens*. *Environmental Toxicology and Chemistry*, Vol. 36, No. 12, pp. 3443-3449.
9.Iglikowska *et al.* (2024). Environmental concentrations of metals (Cu and Zn) differently affect the life history traits of a model freshwater ostracod. *The European Zoological Journal*, Vol. 91, No. 1, pp. 687-707.