

---

# Mise en place d'un procédé électrochimique innovant de double recyclage des eaux et des métaux lourds pour une économie circulaire optimale : Cas du Manganèse

Léo Desneux\*<sup>1</sup> and Sophie Peulon\*<sup>1</sup>

<sup>1</sup>UMR 3685 NIMBE – CNRS : UMR3685, CEA-DRF-IRAMIS : NIMBE/ LEDNA – France

## Résumé

La pollution globale de l'environnement (atmosphère - *l'air* -, lithosphère - *les sols* -, et hydrosphère - *l'eau* -), due notamment aux activités anthropiques, est une problématique contemporaine majeure. Parmi les nombreux composés identifiés comme nocifs, le cas des métaux lourds est extrêmement préoccupant. Ces composés sont particulièrement toxiques pour les êtres vivants en perturbant notamment les cycles naturels de O<sub>2</sub> et H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> au sein des organismes, ce qui induit un stress oxydant, et cause des dégradations de l'ADN. Par ailleurs, les métaux lourds ne sont pas (bio)dégradables par les organismes vivants, et leur accumulation est notamment source de cancers et autres maladies graves, (1).

Le pendant paradoxal de cette pollution aux métaux lourds est que ces mêmes éléments constituent des ressources stratégiques de nombreuses technologies modernes, notamment celles concernant la transition énergétique " verte ". Par ailleurs, leur extraction extrêmement polluante est de plus en plus coûteuse, résultant de l'appauvrissement des gisements exploités. Le recyclage de ces composés devient donc une nécessité croissante et primordiale.

Dans ce cadre, les eaux chargées en métaux lourds, provenant à la fois des zones polluées par l'homme, et des industries de recyclage des déchets solides, requièrent donc une attention majeure, comme en atteste l'inquiétude croissante rapportée par les médias. Bien évidemment, des procédés d'élimination des métaux lourds existent déjà pour la dépollution des eaux, cependant leur efficacité et sélectivité ne sont pas toujours très bonnes, notamment pour des effluents complexes, avec des coûts de mise en œuvre parfois importants, et une production de déchets ne permettant pas d'envisager la valorisation des métaux extraits, (2).

Dans ce contexte, l'objectif de nos travaux est de développer un procédé efficace de dépollution des eaux chargées en métaux lourds, avec une séparation facile et totale, afin de permettre un double recyclage, de l'eau et de ces composés, pour une économie circulaire optimale. Le procédé électrochimique innovant mis en place et breveté, permet l'élimination du cation métallique en solution en un film mince non-métallique déposé à l'électrode par oxydation, (3). Ce procédé est réalisé à température ambiante, avec un dispositif classique d'électrochimie (montage à trois électrodes), et sans ajout d'agents toxiques. De plus, la séparation des différents métaux depuis une solution complexe est aisée, réalisée à faible coût, et totale, comme déjà rapporté pour le nickel, le plomb, et le cuivre, (4, 5). Dans le but de compléter ces études, ce poster présente les résultats obtenus avec le manganèse

---

\*Intervenant

selon le même principe. Les conditions optimales de dépollution ont été déterminées par des analyses des solutions par électrochimie et chromatographie ionique en complément de caractérisations des solides obtenus par Diffraction Rayons X (DRX), spectroscopie RAMAN, et Microscopie Electronique à Balayage (MEB). Il apparaît que le manganèse est quantitativement éliminé, ce qui est extrêmement prometteur pour les applications futures dans le cas d'effluents réels.

(1) J. Briffa, E. Sinagra, R. Blundell ; *Heavy metal pollution in the environment and their toxicological effects on h*  
; *Heliyon*, Vol. 6, Issue 9 (2020) ; e04691 ; ISSN 2405-8440

(2) Naef A. A. Qasem et al ; *Removal of heavy metal ions from wastewater: a comprehensive and critical review*  
; *npj Clean Water* (2021) Vol. 4, 36

(3) R. Choumane, S. Peulon. WO 2020/002683 A1 France, 2020, International patent

(4) R. Choumane, S. Peulon ; *Development of an efficient electrochemical process for removing and separating sol*  
; *Chemical Engineering Journal* 423 (2021) 130161

(5) R. Choumane, S. Peulon ; *Innovative electrochemical process for a total removal and/or separation of soluble h*  
; *Journal of Environmental Chemical Engineering* 10 (2022) 108607