

Capteur électrochimique à base de microaiguilles poreuses pour la détection *in vitro* des métaux dans la sève

Marcel Cédric NGAHA DEUSSI¹, Hamdi BEN HALIMA¹, Martial PERSONENI², Sébastien THIBAUD², Michel CHALOT³, Nicole JAFFREZIC-RENAULT¹

1. Université Marie & Louis Pasteur, Institut UTINAM, Besançon, France.

2. Université Marie & Louis Pasteur, Institut FEMTO-ST, Besançon, France

3. Université Marie et Louis Pasteur, ChronoEnvironnement, Besançon, France

Introduction

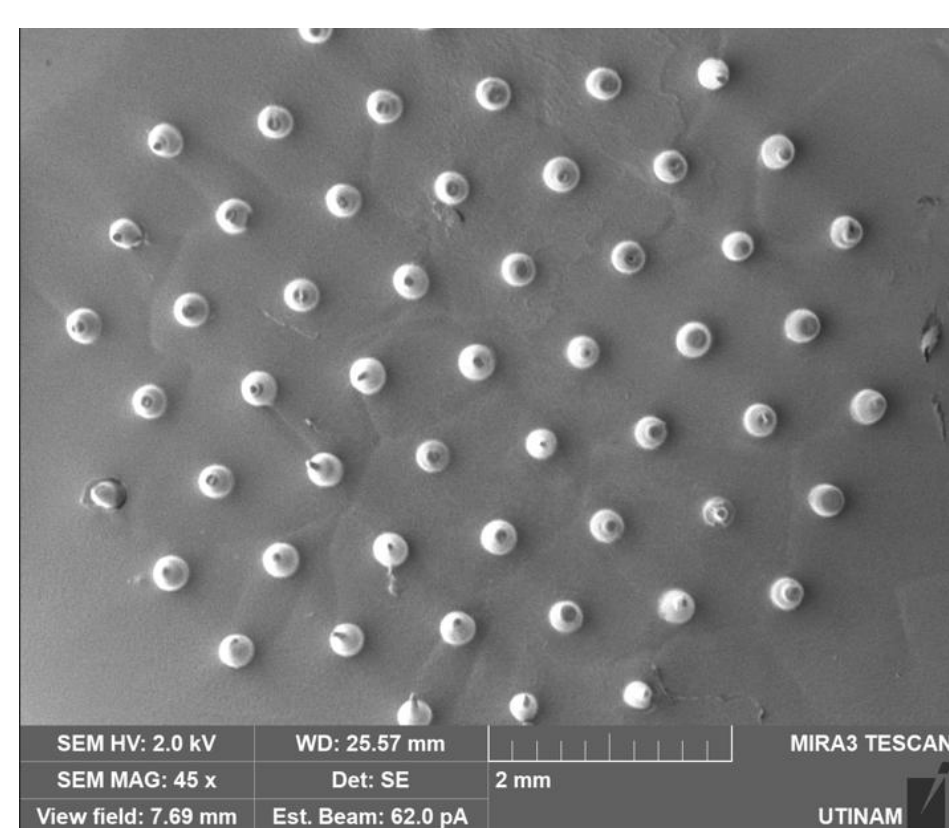
Certaines plantes croissant sur des sols pollués par des métaux lourds, telles que les alliaires, ont la propriété d'accumuler ces métaux dans leurs feuilles [1]. Cette propriété est utilisée pour la phytoremédiation de ces sols pollués. Pour maîtriser cette fonction, il est important de pouvoir suivre *in situ* l'accumulation des métaux dans les feuilles en fonction du type de plante et/ou des conditions de culture. Un capteur électrochimique à base de microaiguilles a été développé dans cet objectif. Ce capteur est constitué d'une électrode sérigraphiée sur laquelle est collé un réseau de microaiguilles poreuses en polyméthacrylate.



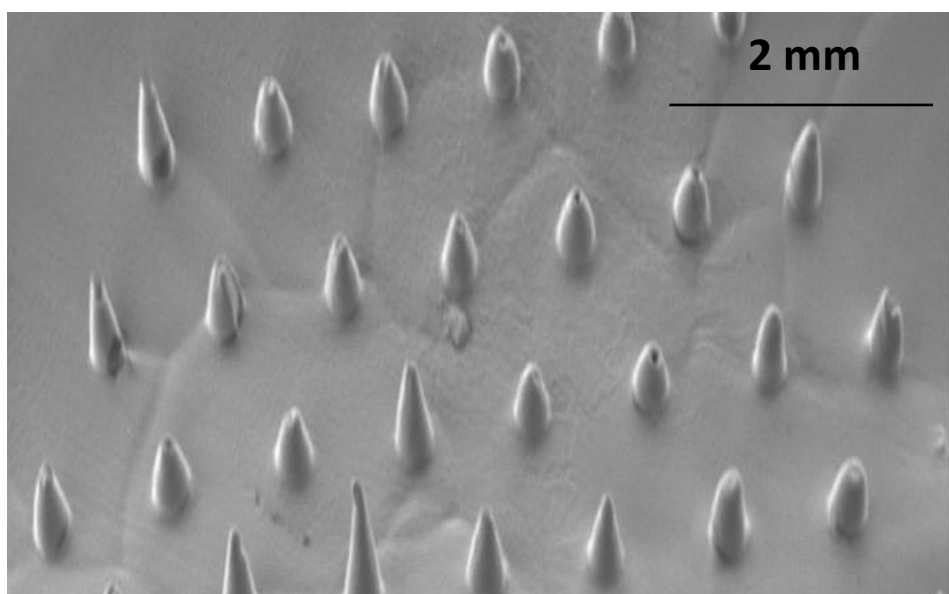
Détection électrochimique des métaux dans les feuilles d'Alliaire

Microaiguilles

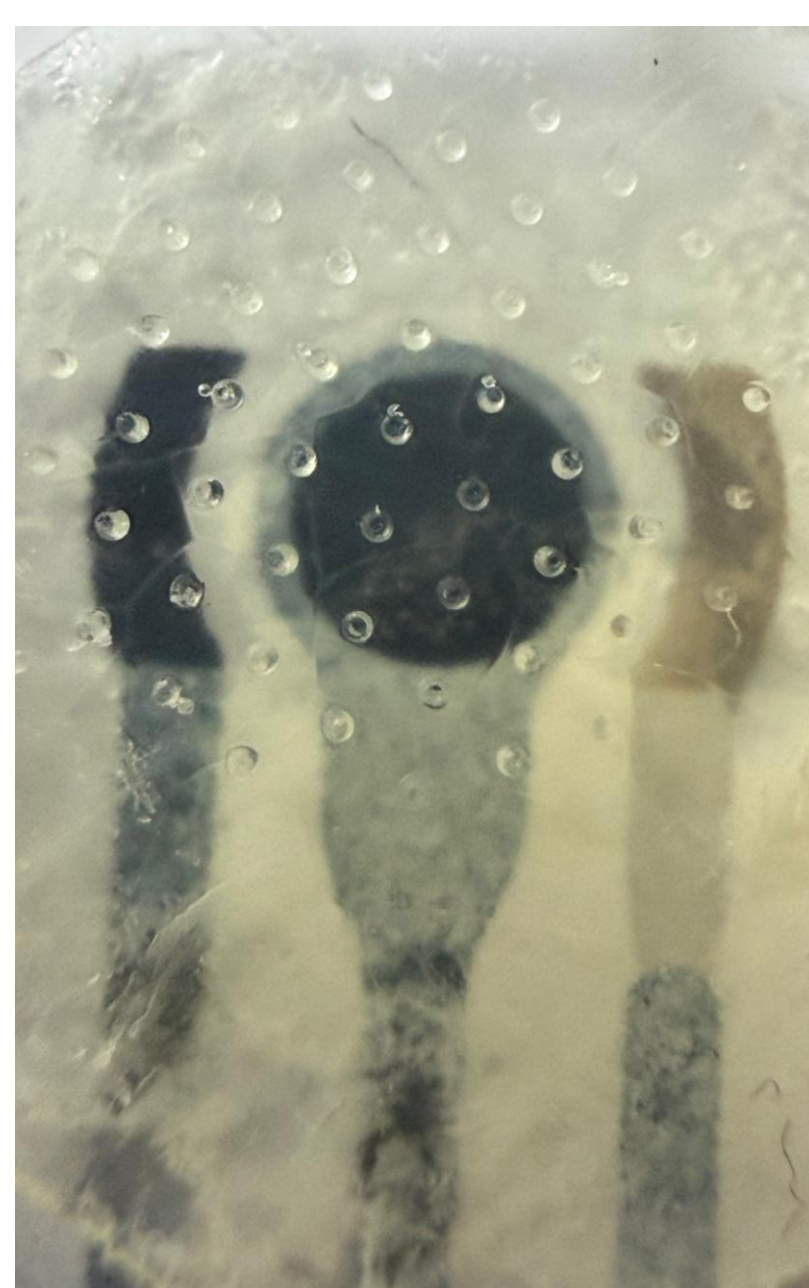
Les microaiguilles ont été photopolymérisées dans un moule PDMS obtenu par un poinçon métallique. Leur hauteur est de 700 μm et leur diamètre de base est de 350 μm (Figure 1a,b,c).



(a)



(b)



(c)

Fabrication du fantôme

Un gel d'agarose à 1.4 % a été fabriqué en mélangeant 10 mL du tampon citrate 0.1M (pH 4) avec 140 mg d'agarose [2], la concentration en Pb^{2+} étant fixée à des concentrations de 10^{-5} , 10^{-4} et 10^{-3} mol.L⁻¹. On recouvre le gel de parafilm, afin de mimer la paroi de la feuille. La mesure est réalisée avec les électrodes de carbone sérigraphiées recouvertes des microaiguilles (Figure 1c).

Détection de Pb^{2+}

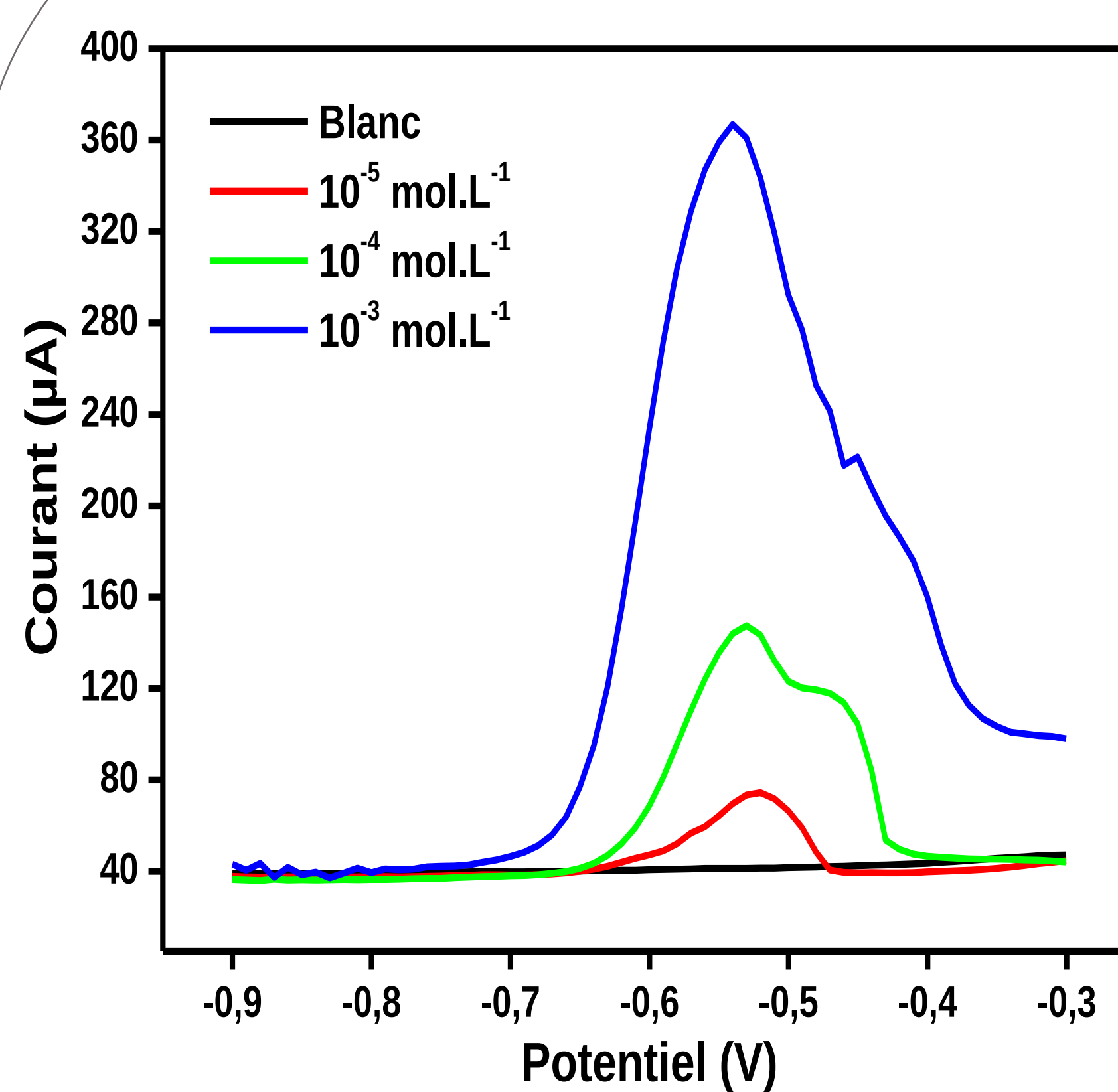


Figure 2a : Courbes de redissolution anodique des ions Pb^{2+} enregistrées sur une électrode sérigraphiée nue à des concentrations de 10^{-5} , 10^{-4} et 10^{-3} mol.L⁻¹ dans tampon citrate 0,1 M (pH 4), un temps d'accumulation de 240 s, un potentiel d'électrolyse de -1,3 V et une vitesse de balayage de 50 mV.s⁻¹.

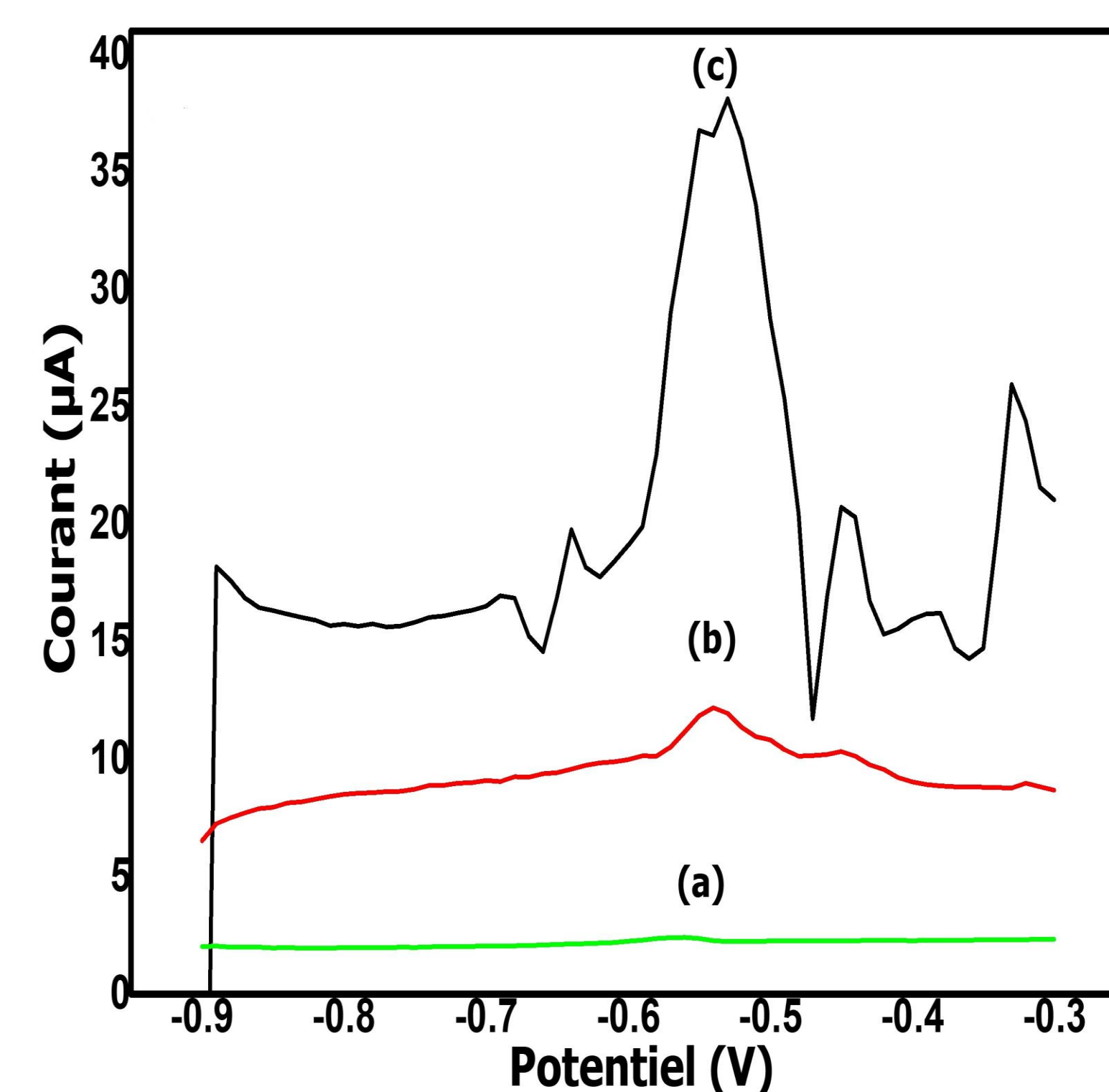


Figure 2b : Courbes de redissolution anodique des ions Pb^{2+} enregistrées sur une électrode sérigraphiée nue à des concentrations de 10^{-5} , 10^{-4} et 10^{-3} mol.L⁻¹ dans le fantôme avec un temps d'accumulation de 240 s, un potentiel d'électrolyse de -1,3 V et une vitesse de balayage de 50 mV.s⁻¹.

Les pics de Pb^{2+} sont au même potentiel. Le rapport des courants sans et avec les microaiguilles est de 11.5. Cette différence d'intensité est due au phénomène de diffusion limité au sein des microaiguilles.

Conclusion et perspectives

- Les microaiguilles permettent la détection dans un gel fantôme. Les pics de Pb^{2+} obtenus ont des intensités 11.5 fois plus faibles que dans le tampon.
- Les microaiguilles ont permis la détection directe dans les feuilles d'alliaire poussées sur un terrain contaminé. Aucun métal n'a été détecté lorsque la plante pousse sur un terrain non contaminé.

Références:

- [1] J Collot, P Binet, A Mahamat Malabad, B Pauget, ML Toussaint, M Chalot (2023). Floristic survey, trace element transfers between soil and vegetation and human health risk at an urban industrial wasteland. Journal of Hazardous Materials 459, 132169. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2023.132169>
- [2] C. Chen, Y. Fu, Y. Lin, Y. Liu, D. Du, K. Qiu. 3D-printed hollow microneedle-based electrochemical sensor for wireless glucose Monitoring. Analyst, 2026, 151, 1182. doi:10.1039/d5an01058f