

AVIS DE SOUTENANCE DE THÈSE

Madame Aleksandra IZDEBSKA

Candidate au Doctorat de Chimie analytique,
de l'Université de Pau et des Pays de l'Adour

Soutiendra publiquement sa thèse intitulée :
Stratégies analytiques pour un assainissement efficace des zones contaminées à l'arsenic.

Dirigée par Madame KATARZYNA BIERLA

le 16 décembre 2024 à 14h00

Lieu : Technopôle Helioparc, 2 Av. du Président Pierre Angot, 64000 Pau

Salle : Amphithéâtre IPREM

Composition du jury :

Mme Katarzyna BIERLA, Ingénieur de recherche CNRS HDR	Université de Pau et des Pays de l'Adour	Directrice de thèse
M. Sezgin BAKIDERE, Professeur	Université technique de Yildiz	Rapporteur
Mme Véronique VACCHINA, Ingénieur HDR	Ultra Traces Analyses Aquitaine - UT2A	Rapporteuse
Mme Sandra MOUNICOU, Directeur de recherche CNRS	Université de Pau et des Pays de l'Adour	Examinatrice
M. Mirosław MLECZEK, Professeur	Université des sciences de la vie de Poznań	Examineur

Mots-clés : arsenic, spéciation, phytoremédiation,

Résumé :

La thèse présente la conception d'une méthodologie pour l'analyse de la spéciation des composés de l'arsenic, ainsi que son application à des échantillons d'arbres. La section bibliographique résume brièvement les différentes formes chimiques d'arsenic présentes dans l'environnement, ainsi que les sources, l'ampleur et les conséquences de la contamination par cet élément. Elle décrit diverses méthodes de remédiation des sols pouvant être utilisées pour traiter ce problème, en mettant particulièrement l'accent sur les stratégies de phytoremédiation. Les études portant sur la dendrorémédiation, une forme spécialisée de phytoremédiation impliquant des plantes ligneuses, sont examinées en détail. De plus, des techniques analytiques de pointe pour l'extraction, la détermination de l'arsenic total et la caractérisation de ses espèces dans les matrices végétales sont discutées. La principale contribution au cadre de l'analyse des composés de l'arsenic réside dans le développement d'un système 2D-RP-HPLC couplé à un ICP-MS multi-quadrupole et un ESI-MS haute résolution. Le processus de purification et de préconcentration des échantillons comprend une extraction en phase solide en ligne, suivie d'une séparation chromatographique à l'aide d'une colonne en phase inverse compatible. Cette approche a permis de détecter des composés qui étaient auparavant indétectables avec d'autres méthodes et qui pourraient être potentiellement pertinents sur le plan métabolique. Grâce à cette nouvelle technique, des As(III)-phytochélatines, ainsi que d'autres composés arseno-thiolés et arseno lipides, ont été détectés dans des extraits dérivés des échantillons d'arbres. La thèse explore la mise en œuvre de cette méthodologie dans des expériences impliquant des semis de tilleul à petites feuilles (*Tilia cordata* Mill.). Un aspect de la recherche s'est concentré sur les changements temporels dans la distribution des formes d'arsenic dans les tissus végétaux et les transformations subséquentes, afin de comprendre comment ces dynamiques influencent l'absorption globale de l'arsenic. La réponse des plantes dans une culture quasi-hydroponique, où les semis ont été exposés à trois formes distinctes d'arsenic inorganique, à savoir l'As(III), l'As(V) et l'acide diméthylarsinique (DMA), chacun connu pour des niveaux de toxicité variables, a été évaluée. Les méthodes analytiques employées comprenaient l'ICP-MS pour la teneur totale en arsenic, complétées par la quantification des espèces via la chromatographie échangeuse d'anions, qui a permis la séparation des composés d'arsenic bien documentés, et le système 2D-RP-HPLC, qui a permis la caractérisation de métabolites supplémentaires. Des méthodes d'extraction adaptées à des groupes spécifiques de composés ont été employées. Des profils uniques d'accumulation, basés sur la forme spécifique d'arsenic ajoutée, ont été révélés, démontrant des variations à la fois dans la quantité de cet élément et dans les espèces présentes dans les racines latérales, les racines principales, les tiges inférieures et les tiges supérieures. En outre, l'influence de la supplémentation du milieu de culture avec des acides organiques, en particulier l'acide oxalique et l'acide salicylique, sur l'assimilation de l'arsenic a été étudiée. Cette approche repose sur l'idée que leur application exogène peut aider à réduire la toxicité et à influencer la dynamique d'absorption. Les schémas d'accumulation variaient selon les combinaisons d'arsenic et d'acides organiques utilisées dans l'expérience. En particulier, les plantes exposées au DMA ont montré une réponse nettement différente par rapport à celles soumises à des formes inorganiques d'arsenic, principalement en ce qui concerne l'accumulation d'arsenic dans les feuilles. L'utilisation de la 2D-RP-HPLC a révélé, dans ces échantillons de feuilles, des pics caractéristiques absents dans d'autres échantillons, indiquant la présence de processus métaboliques distincts.