

AVIS DE SOUTENANCE DE THÈSE

Madame Khouloud EL HANAFI

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

Soutiendra publiquement sa thèse intitulée :

Interactions entre le mercure et le sélénium dans le biote : nouvelles perspectives grâce aux études de spéciation

Dirigée par Monsieur DAVID AMOUROUX et Madame ZOYNE PEDRERO ZAYAS

le 31 mars 2023 à 14h00

Lieu : IPREM, 2 Av. du Président Pierre Angot, 64053 Pau Cedex 9.

Salle : Auditorium de l'IPREM

Composition du jury :

Mme Zoyne PEDRERO ZAYAS, Chargée de recherche	Université de Pau et des Pays de l'Adour	Directrice de thèse
M. David AMOUROUX, Directeur de recherche	Université de Pau et des Pays de l'Adour	Co-directeur de thèse
M. Fernando BARBOSA JUNIOR, Full professor	Université de Sao Paulo	Rapporteur
M. Patrice GONZALEZ, Chargé de recherche	Université de Bordeaux	Rapporteur
Mme Yolanda MADRID, Professeur	Université Complutense de Madrid	Examinatrice
M. Paco BUSTAMANTE, Professeur des universités	La Rochelle Université	Examineur
M. Laurent OUERDANE, Maître de conférences	Université de Pau et des Pays de l'Adour	Examineur
M. Rémy GUYONEAUD, Professeur des universités	Université de Pau et des Pays de l'Adour	Examineur

Résumé :

Le devenir du mercure (Hg) dans les organismes vivants (biote) n'est pas complètement élucidé bien que sa toxicité soit incontestable. Les voies métaboliques de cet élément et son interaction particulière avec le sélénium (Se), un antagoniste potentiel de sa toxicité, restent encore peu connues. La tiemannite (HgSe) est un bio-minéral solide et inerte, considéré comme le produit final de la détoxification du Hg. Néanmoins, le mécanisme de bio-minéralisation générant ce composé n'est pas défini, notamment l'identité des formes moléculaires des précurseurs composés de Hg et de Se. L'objectif principal de cette thèse est de contribuer à la compréhension du devenir et de l'interaction des formes chimiques du Hg et du Se dans des organismes clés, précisément chez les oiseaux marins et les poissons, en utilisant des approches de spéciation chimique avancées. Les oiseaux marins sont des prédateurs supérieurs de la chaîne alimentaire marine qui bioaccumulent des niveaux élevés de Hg et de Se via leur alimentation. Les Pétrels Géants (*Macronectes giganteus*) font partie des principaux charognards de l'hémisphère sud et se nourrissent d'espèces de niveau trophique élevé, entraînant des teneurs supérieures à 1 mg/g de poids sec dans le foie pour ces deux éléments. Sachant que le HgSe a été récemment identifié dans plusieurs tissus de ces animaux, ils sont des modèles pour l'étude de la spéciation du Hg et du Se. Les analyses des fractions hydrosolubles par des méthodes analytiques avancées (HPLC-ICP-MS et HPLC-MS) permettent d'identifier pour la première fois la Sélénoneine (C₉H₁₄N₃O₂Se) dans le sang, le foie, le cerveau, les reins, les testicules et les muscles des oiseaux. Les niveaux de Sélénoneine mesurés chez les Pétrels Géants sont les plus élevés par rapport à ceux connus dans les tissus animaux et confirment son transfert dans les réseaux trophiques marins. La diminution relative de la Sélénoneine (de 68 à 3%) avec une augmentation des concentrations de Hg dans le foie soutient fortement l'hypothèse de son rôle clé dans la détoxification du Hg sous sa forme méthylmercure (MeHg). Pour la spéciation du Hg, le Hg semble associé à des biomolécules dans une large gamme de poids moléculaires. Bien que toutes ces molécules n'aient pas pu être identifiées, les résultats démontrent que le MeHg est complexé par le Glutathion, un ligand thiolé organique, rapportant pour la première fois la présence d'un tel complexe de Hg chez les oiseaux marins. Cet ensemble d'échantillons d'oiseaux marins a été utilisé pour le développement et la validation d'un traitement d'échantillon pour l'isolation de nanoparticules de HgSe à partir de tissus d'animaux. Cette nouvelle méthode, simple et peu coûteuse, est basée sur l'utilisation d'acide formique pour l'extraction des nanoparticules de HgSe des échantillons biologiques et ouvre de nouvelles perspectives pour son application à d'autres nanoparticules métalliques. Afin de suivre le devenir et l'interaction des composés du Hg et du Se introduit par voie trophique chez les poissons, une expérience d'aquaculture dans des conditions diététiques contrôlées a été réalisée. Dans cette étude, un poisson d'aquaculture modèle, la truite arc-en-ciel (*Oncorhynchus mykiss*), a été exposé pendant 6 mois à 12 régimes alimentaires différents combinant du MeHg avec différents composés du Se. Des études de spéciation cinétique pour le suivi des composés du Hg et du Se dans les muscles, les reins, le cerveau, le sang et le foie ont été réalisées. Ce travail soutient définitivement le transfert trophique de la Sélénoneine vers les poissons. Il a aussi permis de révéler l'identité moléculaire de composés spécifiques du Hg, tels que le complexe avec le Glutathion, dans les différents tissus internes et régimes alimentaires. Le suivi dynamique de ces formes chimiques apporte de nouvelles perspectives sur l'organotropisme et les interactions spécifiques du Hg et du Se dans les organismes aquatiques.