

HABILITATION A DIRIGER DES RECHERCHES HDR

NANTES UNIVERSITE

Spécialité : Chimie-Physique, Radiochimie.

Par **Julie Champion**

**Chimie fondamentale de radioéléments : vers des applications en
santé et environnement**

Travaux présentés et soutenus à Nantes, le 27 novembre 2025.

Unité de recherche : Subatech, UMR 6457.

Rapporteurs avant soutenance :

Prof. Dominique Larivière
Dr. Jean Aupiais
Dr. Ali Ouadi

Professeur, Université Laval (Canada)
Directeur de recherche CEA, DAM Bruyères le Chatel (France)
Ingénieur recherche CNRS, IPHC Strasbourg (France)

Composition du Jury :

Rapporteurs: Prof. Dominique Larivière
Dr. Jean Aupiais
Dr. Ali Ouadi

Professeur, Université Laval (Canada)
Directeur de recherche CEA, DAM Bruyères le Chatel (France)
Ingénieur recherche CNRS, IPHC Strasbourg (France)

Examineurs : Dr. Clotilde Gaillard
Prof. Ferid Haddad

Chercheuse CNRS, IP2I, Lyon (France)
Professeur Nantes Université, Subatech, Nantes (France)

Chimie fondamentale de radioéléments : vers des applications en santé et environnement

Mots clés : radiochimie, spéciation, complexation, production, santé, environnement.

Résumé : Cette HDR s'inscrit dans le domaine de la radiochimie, avec une attention particulière portée à l'étude des propriétés chimiques des radioéléments à faibles concentrations. L'approche développée repose sur la combinaison de méthodologies expérimentales et de chimie théorique, visant à approfondir la compréhension des interactions fondamentales des radionucléides et à favoriser leur exploitation dans des applications médicales et environnementales. L'étude de l'astate et du polonium a constitué un axe central de ces recherches. Concernant l'astate, les travaux ont conduit à l'établissement de son diagramme de Pourbaix, à l'identification de ses constantes de complexation et à la caractérisation de son comportement en solution, éléments clés pour améliorer les protocoles de radiomarquage en médecine nucléaire. En parallèle, l'exploration des mécanismes de complexation du polonium a ouvert de nouvelles perspectives en remédiation environnementale.

Les orientations futures de ces recherches s'articulent autour de l'étude de la chimie et de la production du protactinium. L'un des axes du projet vise à approfondir la compréhension des constantes d'équilibre et de la spéciation du Pa dans divers milieux chimiques. En complément, une activité de recherche appliquée porte sur la production du protactinium-230, un radionucléide d'intérêt pour la médecine nucléaire, en développant des scénarios d'irradiation optimisés et des processus de séparation robustes. Enfin, ces travaux s'inscrivent dans une dynamique d'innovation, portée par des collaborations industrielles et académiques, notamment sur le développement instrumental et la caractérisation avancée des radioéléments rares. L'objectif est de renforcer l'impact de la radiochimie sur des enjeux stratégiques en santé, énergie et environnement.

Fundamental Chemistry of Radioelements: Towards Applications in Health and the Environment.

Keywords : radiochemistry, speciation, complexation, production, health, environment.

Abstract : This HDR falls within the field of radiochemistry, with a particular focus on the study of the chemical properties of rare radioelements at low concentrations. The approach developed combines experimental methodologies and theoretical chemistry, aiming to deepen the understanding of fundamental interactions of radionuclides and promote their use in medical and environmental applications. The study of astatine and polonium has been a central focus of this research. Regarding astatine, the work has led to the establishment of its Pourbaix diagram, the identification of its complexation constants, and the characterization of its behavior in solution—key elements for improving radiolabeling protocols in nuclear medicine. In parallel, the exploration of polonium complexation mechanisms has opened new perspectives in environmental remediation.

Future research directions focus on the chemistry and production of protactinium. One of the project's objectives is to deepen the understanding of equilibrium constants and speciation of Pa in various chemical environments. Additionally, applied research is dedicated to the production of protactinium-230, a radionuclide of interest for nuclear medicine, through the development of optimized irradiation scenarios and robust separation processes. Finally, this work is part of a broader innovation dynamic, driven by industrial and academic collaborations, particularly in instrumental development and advanced characterization of rare radioelements. The goal is to enhance the impact of radiochemistry on strategic challenges in health, energy, and the environment.