



HAL
open science

Étude structurale de complexes actinide-calmoduline par RMN

Emilien Faux, Loïc Daronnat, Catherine Berthomieu, Sandrine Sauge-Merle,
Laurence Berthon-Nigond, Claude Berthon

► **To cite this version:**

Emilien Faux, Loïc Daronnat, Catherine Berthomieu, Sandrine Sauge-Merle, Laurence Berthon-Nigond, et al.. Étude structurale de complexes actinide-calmoduline par RMN. 3eme Rencontre Rayonnement Radiochimie, Jun 2024, Nîmes, France. cea-04736403

HAL Id: cea-04736403

<https://cea.hal.science/cea-04736403v1>

Submitted on 14 Oct 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Etude structurale de complexes actinide-calmoduline par RMN

FAUX Emilien^a, DARONNAT Loïc^a, BERTHOMIEU Catherine^b, SAUGE-MERLE Sandrine^b, BERTHON Laurence^a, BERTHON Claude^a

(a) CEA, DES, ISEC, DMRC, Univ. Montpellier, Marcoule, France

(b) Aix-Marseille Univ., CEA, CNRS, BIAM, UMR7265, IPM, 13108 Saint Paul-Lez-Durance, France

Les actinides sont des métaux lourds radioactifs de première importance dans l'industrie nucléaire. Ils sont présents dans l'environnement du fait de leur dissémination par les essais nucléaires atmosphériques. De plus, dans un contexte de développement et d'utilisation d'un combustible MOX (Mélange d'Oxydes), leur manipulation pose un risque de contamination pour les opérateurs du cycle du combustible. Compte tenu de leur forte radiotoxicité, il est essentiel d'étudier leur comportement dans le corps humain. Les organes de dépôt des actinides sont connus, mais leurs mécanismes de transport et de fixation sont encore mal compris. Il a toutefois été montré que les protéines de complexation du calcium avaient une forte affinité pour les actinides.¹ La calmoduline (**calcium-modulated protein**) a été choisie pour cette étude pour son site de complexation en motif « main EF », largement répandu parmi les protéines complexant le calcium. Au cours de sa thèse, Loïc Daronnat a étudié l'interaction du plutonium avec plusieurs variants du site 1 de la calmoduline possédant un nombre différent de charges ou d'acides carboxyliques. Il a observé différents comportements selon le variant², tels que la formation de complexes de plutonium IV, celle de complexes de plutonium III, et/ou celle de clusters hexanucléaires de plutonium.

La CaME, l'un des variants de la calmoduline, a été synthétisée spécifiquement pour complexer le plutonium au degré d'oxydation IV, en substituant une thréonine par un glutamate, introduisant ainsi un acide carboxylique supplémentaire dans la boucle de complexation du plutonium. Cette substitution augmente l'affinité de la boucle pour le plutonium IV, et seul ce variant n'entraîne pas la formation de clusters de plutonium IV à forte concentration. Seuls des complexes Pu:CaME de stœchiométrie 1:1 ont été formés. Un changement dans le degré d'oxydation du plutonium a également été observé.³ Afin de mieux comprendre ces comportements, les espèces formées par interaction entre la CaME et différents actinides (Th, U, Np, Pu) ont été caractérisées par diverses techniques spectroscopiques. La spectrométrie de masse à ionisation électrospray a été utilisée pour déterminer la stœchiométrie des complexes formés. La spectrophotométrie UV-Vis-NIR a été utilisée pour caractériser l'environnement de l'ion actinide. Des informations structurales ont été obtenues par spectroscopie RMN ¹H-¹⁵N et ¹H-¹³C-¹⁵N, sur un lot de protéine CaME produit de façon recombinante dans *E. coli* et enrichi en ¹³C et ¹⁵N. La comparaison de spectres RMN sur la protéine seule ou en complexe avec le Pu(IV) ou le Np(V) permettra d'identifier les fonctions impliquées dans la coordination de ces actinides, notamment grâce aux propriétés paramagnétiques de ces éléments.

[1] Aryal, B. P., *J. Proteomics* **2012**, 75 (5), 1505–1514

[2] Daronnat, L., Thèse de doctorat de l'université de Montpellier, **2023**

[3] Daronnat, L., *Inorg. Chem.* **2023**, 62 (21), 8334–8346