

Avis de Soutenance

Monsieur Lucas CHALOUNI

Chimie

Soutiendra publiquement ses travaux de thèse intitulés

Optimisation des premières étapes de synthèse de l'anion pentazole et activation de Liaisons N N double par des métaux de transitions

Travaux dirigés par Monsieur Emmanuel LACOTE

Soutenance prévue le **jeudi 18 juin 2026** à 9h30

Lieu : Université Lyon 1, bâtiment Irène Joliot-Curie - salle des thèses au 3 rue Enrico Fermi à Villeurbanne

Composition du jury proposé

M. Emmanuel LACOTE	Directeur de recherche	CNRS Lyon	Directeur de thèse
M. Lionel JOUCLA	Ingénieur de recherche	Arianegroup Villeurbanne	Co-encadrant de thèse
M. Jérémie MERAD	Maître de conférences	Université Lyon 1	Examineur
Mme Julie OBLE	Professeure des universités	Sorbonne Université	Examinatrice
Mme Anna PROUST	Professeure des universités	Sorbonne Université	Rapporteuse
M. Régis GAUVIN	Directeur de recherche	CNRS Paris	Rapporteur

Mots-clés : Synthèse, énergétique, polyazoté

Résumé :

L'émergence de nouveaux acteurs dans le domaine de l'aérospatial et les coûts extrêmement conséquents de l'envoi d'une fusée dans l'espace ont engendré une nouvelle course technologique à l'espace. La synthèse de nouveaux ergols, plus puissant et plus dense, serait un vrai pas en avant pour l'agence spatiale qui le développerait. Ainsi, une nouvelle classe de molécules énergétiques a été imaginée : les HEDM (High Energy Density Materials). Parmi ces composés, plusieurs petits cycles polyazotés ont montré des performances théoriques très intéressantes. Pour le moment il n'existe aucune voie d'accès connue pour ces molécules, il est nécessaire de développer des nouvelles méthodes réactionnelles. Ces travaux de recherche s'inscrivent dans le développement et l'optimisation de méthodes mises en place précédemment pour garantir l'accès aux sels énergétiques de pentazole d'ammonium. Cette étude vise à obtenir de façon efficiente le précurseurs d'arylpentazole, afin de permettre de mener des tests de performance sur le pentazole. Il est nécessaire de trouver des méthodes potentiellement industrialisables, avec des coûts les plus faibles possibles, des conditions de traitement simples et des bons rendements. Dans une deuxième partie plus fondamentale, de nouveaux travaux sur l'activation des composés azos

par des métaux de transitions seront présentés. De nouvelles méthodes pour la création de liaison N-N sont publiées chaque année, mais peu d'entre elles permettent l'obtention d'espèces d'intérêt pour la propulsion. De plus, l'utilisation de métaux de transitions pourrait permettre la stabilisation d'intermédiaires réactionnels instables. C'est pourquoi, il a été décidé d'étudier la formation de complexe à partir de composés azos, comme les diazènes et les triazènes, afin d'en étudier la réactivité et ainsi ouvrir une nouvelle voie vers les composés polyazotés.

Summary:

The emergence of new players in the aerospace sector, along with the extremely high costs associated with launching rockets into space, has led to a renewed technological race for space exploration. The development of new propellants, more powerful and denser, would represent a significant advancement for any space agency capable of producing them. In this context, a new class of energetic materials has been proposed: HEDMs (High Energy Density Materials). Among these compounds, several small polyazotated rings have demonstrated highly promising theoretical performances. To date, however, no synthetic route to these molecules has been established, making the development of new reaction methodologies essential. This research work focuses on the development and optimization of previously established methods to ensure access to energetic ammonium pentazolate salts. The aim of this study is to efficiently obtain the arylpentazole precursor, in order to enable performance testing of pentazolate. It is therefore necessary to develop methods that are potentially scalable, with the lowest possible costs, simple operating conditions, and good yields. In a second, more fundamental part, new studies on the activation of azo compounds by transition metals will be presented. Although new methods for forming N-N bonds are reported each year, few of them lead to species of interest for propulsion applications. Furthermore, the use of transition metals could enable the stabilization of unstable reaction intermediates. For this reason, the formation of complexes from azo compounds, such as diazenes and triazenes, has been investigated in order to study their reactivity and thus open new pathways toward polyazotated compounds.