Résumé

Ce projet de thèse a pour objectif l'élaboration et la caractérisions de nouveaux matériaux hybrides à base d'acide phosphotungstique $H_3PW_{12}O_{40}$ (HPW) ou 20% en masse de ce dernier est imprégné sur silice SiO_2 (support), incorporé dans un hydrogel polyacrylamide PAAm (polymère réticulé) et complexé avec la cyclodextrine CD (hôte).

Les analyses FT-IR et Raman ont confirmé que la structure de type Keggin de l'acide phosphotungstique est conservée après immobilisation, quelle que soit la nature du support utilisé. Les analyses DRX et MEB ont suggéré la formation de complexes d'inclusion hôte-invité dans les systèmes HPW/β-CD et HPW/HP-β-CD. L'analyse thermique TG a attesté de l'amélioration de la stabilité thermique traduisant une interaction efficace entre l'hétéropolyacide et les supports.

Parmi les matériaux hybrides testés en catalyse, le HPW/PAAm a affiché des performances catalytiques exceptionnelles avec un rendement en oléate de méthyle (94 %) presque équivalent à celui du HPW massique (97 %), ce résultat est probablement dû au réseau tridimensionnel réticulé du polyacrylamide, qui permet une dispersion homogène et une disponibilité totale des sites acides protoniques du HPW. Le test de stabilité a montré une excellente réutilisabilité pour HPW/PAAm, avec un rendement constant en oléate de méthyle de 94 % même après six cycles sans lixiviation de l'hétéropolyacide, un résultat confirmé par l'analyse FT-IR du milieu réactionnel après séparation du catalyseur et par l'utilisation de méthodes numériques PCA et PLS.

Les résultats biologiques démontrent que le matériau hybride HPW/HP-β-CD, présentent un profil biologique prometteur associant absence de toxicité aiguë, activité anti-inflammatoire marquée et excellente capacité cicatrisante. Ces propriétés ouvrent des perspectives intéressantes pour le développement de nouveaux biomatériaux destinés aux applications pharmaceutiques et dermatologiques, tout en soulignant la nécessité d'études complémentaires visant à mieux comprendre leurs mécanismes d'action et à évaluer leur efficacité à long terme.

Abstract

The objective of this thesis project is to develop and characterize new hybrid materials based on phosphotungstic acid $H_3PW_{12}O_{40}$ (HPW) or containing 20% by mass of it, impregnated onto silica SiO_2 (support), incorporated into a polyacrylamide (PAAm) hydrogel (cross-linked polymer), and complexed with cyclodextrin (CD) (host).

FT-IR and Raman analyses confirmed that the Keggin-type structure of phosphotungstic acid is preserved after immobilization, regardless of the nature of the support used. XRD and SEM analyses suggested the formation of host-guest inclusion complexes in the HPW/β-CD and HPW/HP-β-CD systems. TG thermal analysis confirmed improved thermal stability, reflecting an effective interaction between the heteropolyacid and the supports.

Among the hybrid materials tested for catalysis, HPW/PAAm exhibited exceptional catalytic performance with a methyl oleate yield (94%) nearly equivalent to that of bulk HPW (97%), a result likely attributable to the cross-linked three-dimensional network of the polyacrylamide, which allows for homogeneous dispersion and full availability of the HPW's protonic acid sites. The stability test demonstrated excellent reusability for HPW/PAAm, with a constant methyl oleate yield of 94% even after six cycles without leaching of the heteropolyacid, a result confirmed by FT-IR analysis of the reaction medium after catalyst separation and the use of PCA and PLS numerical methods.

The biological results demonstrate that the HPW/HP-β-CD hybrid material exhibits a promising biological profile combining the absence of acute toxicity, marked anti-inflammatory activity, and excellent wound-healing capacity. These properties open up interesting prospects for the development of new biomaterials for pharmaceutical and dermatological applications, while highlighting the need for further studies aimed at better understanding their mechanisms of action and evaluating their long-term efficacy.