

Synthèse et caractérisation de nanoparticules de verre bioactif multifonctionnelles

Les verres bioactifs sont des matériaux aux propriétés remarquables pour la réparation du tissu osseux. Leur spécificité est qu'ils se lient chimiquement avec les tissus et se résorbent, libérant des ions bénéfiques pour le processus de réparation par les cellules osseuses. Ces matériaux, composés de SiO_2 , de CaO et potentiellement de P_2O_5 , peuvent être synthétisés par chimie douce (voie sol-gel). Ce protocole d'élaboration permet de moduler facilement la composition et la morphologie des verres, et surtout mène à l'obtention de matériaux poreux qui possèdent de fait une plus grande bioactivité par rapport aux verres produits par fusion. En effet, une plus grande surface spécifique permet d'accélérer les échanges ioniques avec l'environnement et donc la dissolution des verres. Synthétiser des nanoparticules de verre bioactif est une autre façon d'augmenter leur surface spécifique.

Ces dernières années, l'idée d'élaborer des monolithes poreux multifonctionnels, à la fois bioactifs et magnétiques, a émergé. Le but de tels matériaux serait de combiner la régénération osseuse à la destruction des cellules cancéreuses par hyperthermie, c'est-à-dire grâce à une élévation de température locale et contrôlée, de telle sorte à détruire sélectivement les cellules cancéreuses, plus sensibles que les cellules saines. Dans ce cas, la chaleur serait produite par la relaxation magnétique des particules lorsqu'elles sont placées dans un champ magnétique radiofréquence. De plus, des études ont montré que des monolithes de verres bioactifs et magnétiques permettent une meilleure adhésion, prolifération et différenciation des ostéoblastes, effet même intensifié en se plaçant sous champ magnétique.

Le projet de recherche proposé pour cette offre de thèse a pour ambition de synthétiser des nanoparticules à la fois bioactives et magnétiques qui permettraient une destruction sélective de cellules cancéreuses proches de leur implantation et une régénération rapide et efficace des tissus osseux. Synthétiser de tels matériaux sous forme de nanoparticules a pour principaux avantages une surface spécifique accrue, une grande facilité de mise en forme et une possible internalisation des particules par les cellules.

La thèse se construira dans une dynamique de synthèse de nouveaux matériaux couplée à leur caractérisation fine et à des tests de bioactivité. En effet, la compréhension des relations entre la structure cristalline, la morphologie, la composition chimique, la surface spécifique, l'interface composés magnétiques – bioactifs et les propriétés magnétiques et bioactives sera fondamentale pour modifier les synthèses de manière à obtenir des composites les plus performants possible.

La personne recrutée, possédant un master en chimie des matériaux, sera amenée à synthétiser et à caractériser ces nanoparticules bioactives multifonctionnelles par voie sol-gel. Elle travaillera au sein de la thématique « Matériaux Poreux et Biocéramiques » de l'équipe « Matériaux Inorganiques » à l'Institut de Chimie de Clermont-Ferrand et sera encadrée par Jean-Marie Nédélec (PU) et Charlotte Vichery (MCF).

Les synthèses seront réalisées à l'ICCF [Tâches 1 et 2], ainsi que les caractérisations morphologiques (Microscopie Electronique à Balayage, Diffusion Dynamique de la Lumière, Adsorption de Gaz), structurales (Diffraction des Rayons X, Spectroscopies Infrarouge et Raman, Résonance Magnétique Nucléaire) et élémentaires (Analyse Dispersive en Energie), avec l'appui de la plateforme technologique du laboratoire et de 2MATech [Tâche 3.1]. Des tests préliminaires de bioactivité, impliquant l'immersion des composites dans un substitut de fluide biologique, seront également réalisés au laboratoire.

Les propriétés magnétiques [Tâche 3.2] seront analysées en collaboration avec le Laboratoire de Physique de la Matière Condensée (Ecole Polytechnique) et les tests de cytotoxicité et de bioactivité [Tâche 4] seront conduits par l'équipe C-Biosenss (Université d'Auvergne). La personne recrutée pourra également prendre part et/ou assister à ces expériences.

Tâches	Année 1				Année 2				Année 3			
	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36
0. Gestion de la thèse												
0.1 Recherche bibliographique	■				■				■			
0.2 Rédaction de rapports et/ou articles			■				■					
0.3 Rédaction du manuscrit de thèse											■	
1. Nanoparticules composites												
1.1 Voie "One pot"	■											
1.2 Imprégnation	■											
2. Nanoparticules cœur-coquille												
2.1 Coquille de silice dopée Ca / P					■							
2.2 Coquille bioactive en une étape					■							
3. Caractérisations												
3.1 Structurale et morphologique		■			■				■			
3.2 Mesures magnétiques		■			■				■			
4. Propriétés biologiques												
4.1 Cytotoxicité					■				■			
4.2 Bioactivité					■		■		■			