



**Offre sujet de thèse (2020-2023) :** Etude couplée science des matériaux et marketing de nanocomposites à base de nanofils métalliques et d'oxyde: propriétés, représentations mentales et applications

**Ecole Doctorale :** IMEP2 - **Date de début de thèse :** 01/10/2020 - **Financement de la bourse:** assuré

### Contexte de la thèse:

Les réseaux de nanofils métalliques ont suscité ces dernières années de nombreux intérêts auprès des scientifiques, car notamment ils constituent d'excellentes électrodes transparentes<sup>1</sup>. Ces dernières sont un élément technologique clé pour de nombreux dispositifs tels que les cellules solaires, l'éclairage efficace (LEDs, OLEDs), les écrans tactiles, les fenêtres intelligentes ou encore les films chauffants transparents<sup>2</sup>. Les propriétés de ces réseaux de nanofils métalliques (d'argent notamment, notés AgNW) affectent directement les performances des dispositifs cités. L'objectif récurrent de recherche consiste à obtenir les meilleures performances en termes de transparence optique et de conduction électrique, sans oublier leur stabilité. L'approche du LMGP sur l'étude des réseaux de nanofils d'argent, depuis 2012, est étayée par une activité expérimentale et par modélisation<sup>3</sup>, activités qui apparaissent maintenant bien reconnues à l'échelle internationale. Une autre application de ces réseaux de nanofils métalliques qui apparaît très intéressante est leur activité antimicrobienne. Cette dernière propriété a été encore assez peu explorée. Le LMGP dépose actuellement un brevet qui montre que **l'activité antimicrobienne de nanocomposites à base de nanofils métalliques et de couches minces d'oxyde peut être modulée et contrôlée dans le temps**. Le contrôle de cette activité antimicrobienne est très innovant. Le champ d'applications associé apparaît vaste : il concerne par exemple le milieu médical (lutte contre les infections microbiennes), l'emballage ou encore la protection individuelle (masques de protection, surfaces de contact dans un lieu public, etc.). Ce champ apparaît crucial, notamment en cette période de crise sanitaire. Le développement et l'optimisation de matériaux et revêtements antimicrobiens pouvant faciliter, garantir, accélérer la désinfection et l'antiseptie de certains lieux ou objets et en moduler et contrôler l'activité antimicrobienne constituent par conséquent un enjeu scientifique, industriel mais aussi sociétal majeur. Ces recherches apparaissent particulièrement prometteuses ; cependant il importe aussi d'en comprendre les représentations que les utilisateurs potentiels s'en font car elles seront déterminantes dans leur acceptation ultérieure et, donc, dans les choix d'applications de l'invention. Le LMGP pour avancer efficacement sur cette thématique s'est associé à l'équipe marketing du laboratoire CERAG. Cette équipe détient depuis de nombreuses années une expertise dans la recherche sur la thématique du comportement du « consommateur » (notion prise au sens large : client, usager, patient, citoyen, etc.)<sup>4</sup>.

### Projet de thèse:

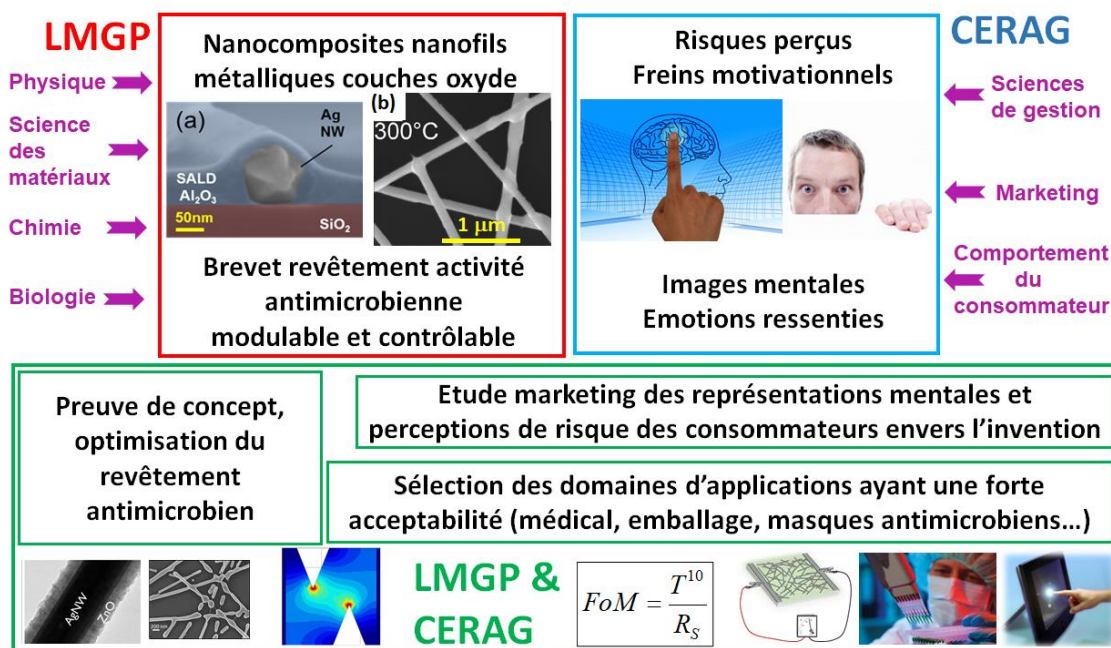
Des travaux de recherche approfondis en science des matériaux sont indispensables pour étudier ce type de nanocomposites (par exemple AgNW/ZnO)<sup>5</sup> et permettre de contrôler et moduler l'activité antimicrobienne. Nous chercherons aussi à utiliser des méthodes bas coût de dépôt (telle que la méthode SALD développée au LMGP par David Muñoz-Rojas) mais aussi une très faible quantité d'argent ( $\sim 0.1$  g d'argent/m<sup>2</sup>). Ces travaux de recherche en ingénierie basés sur une idée originale, et étayée par une expertise maintenant reconnue au LMGP sur les réseaux de nanofils d'argent, permettront très probablement de progresser efficacement tant sur la compréhension de ces matériaux que sur leurs propriétés. Ces travaux sont de nature pluridisciplinaire. En effet, un physicien, un chimiste, un biologiste et un scientifique des procédés compose l'équipe des co-auteurs du brevet. Mais l'ingénierie seule ne peut pas mener à bien ce projet. Ainsi, profitant du rapprochement entre l'ingénierie et le management, le LMGP s'est tourné vers le CERAG et ses compétences reconnues en sciences de gestion, notamment en marketing. En croisant étroitement les sciences des matériaux et la recherche en marketing, avec une orientation « comportement du consommateur », nous serons collectivement plus efficaces pour choisir les applications pertinentes à cibler, c'est-à-dire les plus acceptables du point de vue des représentations mentales qu'elles engendrent<sup>6</sup> et des motivations individuelles qu'elles suscitent de la part des utilisateurs potentiels, autant particuliers que professionnels. **Le programme de cette thèse est ambitieux et novateur par son couplage fort entre recherche en sciences des matériaux et en sciences de gestion**. Il s'appuie sur le caractère innovant du brevet en cours de dépôt. Ainsi les résultats escomptés seront à la fois de nature fondamentale et applicative.

### Enjeux et objectifs de la thèse :

Les deux enjeux essentiels de cette thèse concernent d'une part les revêtements antimicrobiens à activité contrôlée et modulable (science des matériaux) et d'autre part la compréhension des représentations mentales et freins motivationnels (science de gestion)<sup>4</sup>. Les objectifs principaux de la thèse sont :

1/ Comprendre pour optimiser l'activité antimicrobienne des nanocomposites à base de nanofils d'argent et de couches d'oxyde, mais aussi les mécanismes à l'origine du contrôle de cette activité.

2/ Comprendre les associations mentales et représentations internes mais aussi les ressentis émotionnels que diverses catégories d'individus (particuliers vs professionnels, jeunes vs âgés, patients sains vs patients malades, etc.) sont susceptibles d'avoir à l'égard de l'invention et de ses applications possibles<sup>7</sup>.



**Profil et qualités recherchées chez les candidats:** Les deux thématiques essentielles de la thèse concerneront en majeure la science des matériaux, en mineur les sciences de gestion. Le/la candidat(e) doit être diplômé(e) d'une école d'ingénieurs et/ou d'un Master 2R dont la formation est principalement axée sur la science des matériaux, la physique, la chimie ou un domaine connexe. Nous recherchons un(e) candidat(e) très motivé(e) dont les compétences interpersonnelles, le dynamisme, la rigueur et les capacités de travail en équipe seront appréciés. **Son ouverture d'esprit doit être importante de façon à s'intéresser et s'investir sur les deux volets qui constituent les deux axes de la thèse.** La maîtrise écrite et orale de l'anglais est indispensable (niveau C1). Sites web des laboratoires : <http://www.lmgp.grenoble-inp.fr/> et <https://www.cerag.org/>

**Salaire :** Salaire brut annuel : 21 200 € € ; salaire net mensuel : 1 400 €

**Contacts des encadrant(e)s de thèse** (merci d'envoyer CV, lettre et e-mails de deux scientifiques référents)

Daniel Bellet (LMGP): [daniel.bellet@grenoble-inp.fr](mailto:daniel.bellet@grenoble-inp.fr)  
 Marie-Laure Gavard-Perret (CERAG): [marie-laure.gavard-perret@univ-grenoble-alpes.fr](mailto:marie-laure.gavard-perret@univ-grenoble-alpes.fr)  
 Laurence Carsana (CERAG): [laurence.carsana@univ-grenoble-alpes.fr](mailto:laurence.carsana@univ-grenoble-alpes.fr)

**Bibliographie :**

1. Sannicolo, T. *et al.* Metallic Nanowire-Based Transparent Electrodes for Next Generation Flexible Devices: a Review. *Small* **12**, 6052–6075 (2016).
2. Papanastasiou, D. T. *et al.* Transparent Heaters: A Review. *Adv. Funct. Mater.* 1910225 (2020) doi:10.1002/adfm.201910225.
3. Langley, D. P., Lagrange, M., Nguyen, N. D. & Bellet, D. Percolation in networks of 1-dimensional objects: comparison between Monte Carlo simulations and experimental observations. *Nanoscale Horizons* **3**, 545–550 (2018).
4. Reydet, S. & Carsana, L. The effect of digital design in retail banking on customers' commitment and loyalty: The mediating role of positive affect. *Journal of Retailing and Consumer Services* **37**, 132–138 (2017).
5. Nguyen, V. H. *et al.* Low-cost fabrication of flexible transparent electrodes based on Al doped ZnO and silver nanowire nanocomposites: impact of the network density. *Nanoscale* **11**, 12097–12107 (2019).
6. Vellera, C. & Gavard-Perret, M.-L. A better understanding of the role and underlying mechanism of stimulating mental imagery in improving the creativity of "ordinary" users. *Recherche et Applications en Marketing (English Edition)* **31**, 111–130 (2016).
7. Mignot, A. *et al.* Behavior of nurses and nurse aides toward influenza vaccine: the impact of the perception of occupational working conditions. *Human Vaccines & Immunotherapeutics* **16**, 1125–1131 (2020).