



HABILITATION A DIRIGER DES RECHERCHES

Date de la soutenance : **06 juillet 2018**

Nom de famille et prénom de l'auteur : **Juliette TUAILLON**

Titre de la thèse : « *De l'effet mémoire aux alliages cœur-coquilles dans les agrégats à base de cobalt et de nickel. Le choix de Louis Néel, le récit de fiction, une ouverture vers l'histoire et la didactique des sciences.* »



Résumé

Ayant changé de laboratoire et de sujet de recherche une fois durant ma carrière, mon HDR comporte deux parties bien distinctes. La première partie est consacrée à l'étude des agrégats magnétiques à base de cobalt et de nickel et la deuxième partie à mes travaux en histoire et didactique des sciences.

Plusieurs approches ont motivé l'étude des agrégats magnétiques à base de cobalt et de nickel. Tout d'abord l'augmentation de la capacité de stockage de l'information en réduisant la taille des objets capables de contenir une seule information (information portée par la direction de l'aimantation de l'agrégat), mais aussi l'étude plus fondamentale de ces nanoobjets : structures cristallines, propriétés magnétiques et électroniques propres aux effets de tailles, mais aussi effet de la matrice, effets d'alliage ou de ségrégation. En effet ces agrégats dont le diamètre moyen est de l'ordre de 3 nm +/- 1 nm possède un rapport atome en surface sur atome en volume de 40 à 50%. Ces nanostructures ne sont pas des matériaux massifs en miniatures ; ils possèdent des propriétés bien spécifiques dues à leur petite taille, c'est que je vais développer dans la première partie de ce manuscrit.

Ces travaux sont dans la continuité de ceux commencés durant ma thèse et se sont déroulés au sein de ce qui est devenu la plateforme PLYRA (Plateforme LYonnaise de Recherche sur les Agrégats), plateforme qui permet la production et le dépôt sous ultravide de nanoparticules par voie physique. Durant ma thèse j'ai participé aux premières études sur les agrégats magnétiques de nickel et de cobalt déposés sur différents substrats afin de produire des films minces. J'ai alors poursuivi ces travaux dans la même démarche mais avec des matériaux plus complexes que sont les agrégats purs de cobalt et de nickel, mais cette fois-ci noyés dans différentes matrices, puis les agrégats bimétalliques à base de cobalt : SmCo₅, CoPt, CoAg ou CoAu, noyés ou non dans différentes matrices. Les agrégats purs ont la particularité de ne pas se fragmenter et de ne pas s'agglomérer durant le dépôt et restent parfaitement cristallisés dans l'état dans lequel ils sortent de la source. Par contre, lorsqu'ils sont noyés en matrice, ou qu'ils sont formés à partir d'un alliage, les structures peuvent évoluer en fonction de leur environnement et notamment la nature de la matrice et la température du recuit.

Pour tous ces systèmes nous avons étudié les propriétés structurales et magnétiques, sans matrice, pour obtenir les propriétés intrinsèques des agrégats, puis leurs comportements lorsqu'ils sont noyés dans des matrices, suivis ou non par des recuits. Nous avons beaucoup utilisé le carbone comme matrice car c'est un élément léger qui permet d'une part des observations d'agrégats isolés par microscopie électronique en transmission, mais aussi des mesures d'aimantations sur les mêmes types d'échantillons, ce qui est précieux. Nous avons aussi utilisé des matrices métalliques qui permettent la formation d'alliages lors de recuit ou au contraire la stabilisation de ces agrégats. Je présenterai toute une étude sur les effets de ces matrices tels que le niobium, l'argent, le platine ou le carbone sur la formation ou non d'alliage en surface des agrégats de cobalt, mais aussi sur la nature des interactions magnétiques entre agrégats via la matrice. Un dernier thème sera abordé, la magnéto-plasmonique. Pour cela nous avons utilisé des agrégats de CoAu noyés dans des matrices d'oxydes, telles que le SiO₂, le MgO, ou encore le LiF. Ces matrices transparentes ont permis des mesures de microscopie électronique mais aussi d'absorption optique. Cette étude a constitué mes derniers travaux sur les agrégats.

Pour chacun de ces systèmes nous avons déterminé les propriétés structurales et magnétiques. Je vais donc utiliser les deux premiers chapitres du manuscrit pour exposer, d'une part les éléments de magnétismes essentiels à la compréhension de ces études, mais aussi les détails concernant la spectroscopie de rayons-X (XPS), technique d'analyse dans laquelle je me suis beaucoup investie. Je présenterai dans les deux chapitres suivants les résultats obtenus sur ces films minces d'agrégats purs puis pour les agrégats d'alliages.

Dans la deuxième partie de cette HDR je présenterai mes travaux actuels. Depuis le 1er mars 2017, date de mon changement de laboratoire, mes activités de recherches ont radicalement changé. Je travaille actuellement dans deux axes de recherches. Le premier concerne l'histoire des sciences et s'inscrit dans un thème de recherche du laboratoire concernant les physiciens lyonnais dans les deux premiers tiers du XX^{ème} siècle. Je vais m'attarder ici sur Louis Néel. Louis Néel étant né à Lyon, il est considéré comme un physicien lyonnais, par les lyonnais, mais ayant fait toute sa carrière scientifique, après la deuxième guerre mondiale, à Grenoble, il est considéré comme un grenoblois par les grenoblois. Je vais m'intéresser dans ce manuscrit au choix qu'a fait Louis Néel de s'installer à Grenoble après l'armistice de juin 1940, plutôt que de revenir à Lyon, sa ville natale. Je vais placer ce choix dans le contexte historique, mais aussi industriel et universitaire local, et plus globalement dans le mouvement de provincialisation de la science en France durant le XX^{ème} siècle.

Le second axe de recherche concerne la didactique des sciences et plus particulièrement l'utilisation du récit de fiction dans l'apprentissage de la mécanique quantique en deuxième année de licence. Ce travail s'inscrit lui aussi dans un thème du laboratoire qui est l'utilisation du récit dans les apprentissages, depuis l'école maternelle jusqu'à la classe de terminale. Cette étude poursuit des travaux menés sur « le quanton », notion utilisée en classe de terminale pour aborder la notion de dualité onde/particule. Notre travail se situe dans la nécessaire transition études secondaires – études supérieures appelée bac-3/bac+3. Nous avons utilisé comme support didactique le roman de fiction « Isolation » de Greg Egan, roman qui utilise les notions de mécanique quantique telles que les expériences de Stern et Gerlach et du chat de Schrödinger, mais aussi les notions de fonction d'ondes et de réduction du paquet d'ondes. Nous avons pu justifier l'utilisation de ce roman grâce à la théorie de Lewis sur les mondes contrefactuels. Je présenterai nos travaux sur le projet d'utilisation d'extraits de ce roman lors de cours d'introduction à la mécanique quantique en deuxième année de licence, à Lyon1.