

Rapport scientifique des activités du GDR MCM-1 2007-2010.

Au cours des années 2007-2010, la mission des laboratoires partenaires du GDR MCM-1 : Magnétisme et Commutation Moléculaires a été d'effectuer la synthèse chimique, l'élaboration, l'étude de propriétés physiques et la théorie d'objets moléculaires magnétiques et/ou à propriétés commutables. L'étude des propriétés magnétiques et des propriétés de commutation de matériaux moléculaires, en relation avec les effets de miniaturisation et d'environnement des objets considérés en particulier l'évolution vers les études spatio-temporelles ont été l'objectif scientifique principal de ce GDR. Nos efforts ont été particulièrement dirigés vers la compréhension des processus du domaine mésoscopique au domaine nanoscopique. Il s'est ainsi agi d'entretenir et de développer une culture et un langage communs aux physiciens et aux chimistes, théoriciens et expérimentateurs, pour progresser ensemble de manière plus féconde et plus rapide dans un domaine en pleine expansion. Ceci a été l'une des réussites frappantes de l'activité du GDR MCM-1.

L'étude d'objets moléculaires bistables de taille réduite/nanoscopique est apparue comme une voie d'avenir et riche de perspectives. Cette orientation est une suite logique des travaux commencés. L'évolution des propriétés physiques aux échelles de taille réduite (portée des interactions, dynamique, fluctuations, nucléations croissance, domaines de spin, effets spatio-temporelles) est l'une des questions fascinantes. La valorisation de systèmes commutables à l'échelle nanoscopique est, par ailleurs, en train de conduire à des applications (par exemple stockage de données de ultra haute densité) non couvertes par la micro-électronique et de la optoélectronique qui répondraient aux besoins inédits du marché.

L'activité du GDR MCM-1 a été focalisée en particulier sur :

- Les nouveaux matériaux multifonctionnels : photochromes à l'état solide pour l'optique, molécules à haut spin photomagnétiques et solides moléculaires photomagnétiques, composés à transition de spin,
- L'Auto-organisation et /ou photo-structuration de la matière et sa modélisation,
- La commutation par impulsion laser unique dans un cycle d'hystérésis thermique, transition de spin et identification d'un processus de nucléation-croissance de domaines lors de la transition coopérative spontanée ou photo-induite de solides à transition de spin,
- En instrumentation avec des équipements de photo-cristallographie, de mesures résolues en temps (DRX), Micro-Raman confocal. Il en va de même dans le domaine du magnétisme moléculaire avec de nouveaux objets : molécules à très haut spin, molécules-aimants, chaînes-aimants, aimants conducteurs et aimants chiraux et l'approche moléculaire « bottom-up » du nanomagnétisme, combinés avec de nouvelles méthodes physiques (mesures d'aimantation par microSQUID et microsondes de Hall, RPE à haut champ et à hautes fréquences, dichroïsme circulaire dans le domaine des rayons X (XMCD), diffraction de neutrons à spins polarisés, diffusion inélastique de neutrons, spectroscopie de muons, appuyés par des méthodes et des calculs théoriques de plus en plus efficaces (tous électrons WFT, DFT) donnant accès à de nombreux paramètres physiques (J, D, etc ..) importants pour l'analyse et pour les nouvelles synthèses.
- Les calculs de chimie quantique basés sur les théories de la fonction d'onde WFT ou de la Fonctionnelle de la Densité (DFT) appliqués à des composés moléculaires photochromes, des complexes présentant de l'anisotropie magnétique, des composés à transition de spin et à propriétés optiques non linéaires...
- En théorie des systèmes bistables hors d'équilibres, de leur photo-génération, de leur relaxation, et de leur auto-organisation.

- En Chimie théorique la prédiction de nouvelles possibilités de systèmes chimiques bistables...

Ces travaux ont fait l'objet de l'activité scientifique des différents groupes partenaires du GDR MCM-1 (33 laboratoires). Chaque année, l'ensemble des partenaires se sont réunis (ou représentés à hauteur de 3,4 chercheurs/étudiants/post-docs par groupe pris en charge par le GDR) dans une ville française choisies par le bureau du GDR. La première a eu lieu à Paris sous la coordination de Valérie Marvaud, la seconde à Toulouse, sous la coordination de Jean-Pascal Sutter, la 3^{ème} à Dourdan, sous la coordination de Kamel Boukheddaden, la 4^{ème} et la dernière à Montpellier sous la coordination de Joulia Larionova et Yannick Guari. Ce qui a donné la possibilité au partenaire du GDR de se déplacer et de renforcer leurs échanges aux travers de l'ensemble du territoire. Les réunions de Toulouse et Montpellier ont, par ailleurs, été jumelées avec l'organisation du congrès international MOLMAT 2008 et 2010. Le GDR a financièrement soutenu l'organisation de ces deux congrès avec l'accès gratuit pour l'ensemble des partenaires du GDR. Ces deux congrès ont connu un vif succès. Le premier a bénéficié, en plus des contributions d'un certains nombre de sommités scientifiques internationales, parmi lesquelles on citera Wolfgang Knoll de Max Planck (Allemagne) ou Andréas Hauser de Genève (Suisse), ou encore Frank Neese (Bonn Allemagne)... et de plus de la présence d'Albert Fert (Prix Nobel de Physique 2007). Le deuxième à Montpellier a connu aussi un véritable succès avec une participation de plus de 400 personnes.

En guise de conclusion, le GDR MCM-1 2007-2010 a été une véritable réussite, les questions scientifiques abordées sont au cœur de l'actualité internationale. Ceci a donné aux chercheurs, en particulier aux jeunes chercheurs partenaires du GDR, un véritable fil conducteur pour l'avenir où le magnétisme et la commutation moléculaires sont en plein essor. A ce titre nous tenons à remercier très chaleureusement l'institut des Sciences Chimiques et la section 14 du CNRS pour leurs soutiens décisifs.