



Épitaxie de couches magnétiques à anisotropie perpendiculaire réalisée au laboratoire Nanostructure et magnétisme au centre CEA de Grenoble (Isère).

CEA

III. LE MAGNÉTISME DE L'ULTIME

Au-delà de son intérêt fondamental, l'étude du magnétisme à l'échelle du nanomètre est motivée par l'augmentation de la densité de stockage de l'information. L'information peut être stockée sur les grains magnétiques d'un disque dur ; il faut l'inscrire, puis la conserver. Quand les dimensions plongent vers la dizaine de nanomètres, de nouvelles problématiques apparaissent.

À cette échelle, une particule magnétique est un minuscule aimant qui pourrait porter l'unité d'information. Mais cette petite taille rend la direction de l'aimantation sensible aux fluctuations thermiques. Comment en stabiliser la direction ? En choisissant des matériaux de grande anisotropie magnétique : l'aimantation est particulièrement stable dans certaines directions... Ou bien en déposant la particule sur un matériau magnétique dit « dur », dont l'orientation magnétique est difficile à retourner : en interaction avec un tel matériau, la particule voit son aimantation stabilisée. L'étude de cette interaction à l'échelle du nanomètre est donc un enjeu important.

Dans les nano-rubans, les structures magnétiques sont des successions de domaines d'aimantations opposées, séparés par des parois de dimensions nanométriques. Il est envisageable de déplacer les parois sous l'influence d'un courant électrique, pour propager une information le long du ruban, en reprenant à l'échelle nanométrique la philosophie des anciennes mémoires à bulles. Une des questions est de savoir comment les défauts limitent la vitesse de propagation des parois. Les avancées dans ce domaine permettront peut-être de proposer de nouveaux dispositifs de stockage.

Dans les semi-conducteurs magnétiques étudiés en vue des applications en spintronique, le transport des spins porteurs de courant réserve des surprises. Comment interagissent-ils par exemple avec l'aimantation des nano-colonnes magnétiques quand ils se propagent au milieu d'une forêt de colonnes ? Toutes ces études requièrent une évolution des moyens de caractérisation vers plus de résolution spatiale et de sensibilité. Il faut aussi de puissants moyens de calcul, au service des nouveaux outils de simulation associant les calculs *ab initio* et les calculs micro-magnétiques pour affronter une échelle spatiale montant de l'atome au micromètre. Les défis proposés par l'évolution des technologies de l'information suscitent ainsi des progrès impressionnants dans de très nombreux domaines de la science, celui des matériaux (avec en particulier des développements autour du GeMn et des oxydes) et celui de la microscopie, qui voit le magnétisme impliqué directement dans l'imagerie en MET comme dans la microscopie par résonance magnétique.

Enfin, l'étude du magnétisme « frustré » et des verres de spin constituent un sujet de choix à la fois pour étudier les systèmes ordonnés comme désordonnés et d'éventuelles applications.