

TOUT S'EXPLIQUE

PAR AUDE GANIER, EN COLLABORATION
AVEC BERNARD DIÉNY (CEA-IRIG)



Bienvenue en spintronique

Mariage entre électronique et magnétisme, cette discipline de rupture est utilisée dans de nombreux dispositifs. En plus de ses performances élevées, elle est frugale en énergie.

La spintronique, ou électronique de spin, a émergé dans les années 1980. Et c'est en 1991 qu'elle a vu le jour au CEA, « trois ans après la découverte par Albert Fert et Peter Grünberg du phénomène dit de "magnétorésistance géante" qui leur valut le prix Nobel de physique de 2007 », rappelle Bernard Diény, directeur de recherche au CEA-Irig à l'origine du laboratoire Spintec (voir focus). Des recherches expérimentales et théoriques ont alors commencé au CEA-Irig, puis quelques années plus tard au CEA-Iramis, en association avec le CEA-Leti pour l'utiliser dans divers dispositifs. Car en manipulant le spin des électrons plutôt que leur charge, la spintronique apporte de nombreux avantages telles qu'une électronique très basse consommation et de nouvelles fonctionnalités.

Le CEA pionnier

Cette technologie est aujourd'hui utilisée de façon universelle dans les mémoires magnétiques non volatiles MRAM (voir infographie pages suivantes). Dès 1998, elle fut intégrée dans les têtes de lecture des disques durs d'ordinateurs grâce à des travaux de Bernard Diény, permettant un doublement chaque année de la capacité de stockage.

De nombreuses applications

Autres dispositifs : les capteurs de champ magnétique, très utilisés dans les secteurs de l'automobile, la robotique, les biotechnologies et le biomédical. « Les recherches profiteront à terme à d'autres domaines comme le calcul dans la mémoire, la cybersécurité, les télécommunications, les data centers, l'intelligence artificielle... », indique Lucian Prejbeanu, directeur de Spintec, en ajoutant que cette discipline devenue incontournable est inscrite dans les stratégies d'accélération du plan France relance 2030.

FOCUS

Spintec, laboratoire d'excellence

« Centrés sur la spintronique, les travaux de Spintec vont des concepts émergents (matériaux, phénomènes physiques, théorie) jusqu'au développement de dispositifs innovants et au transfert de technologies ; ce qui constitue une démarche assez rare en France. Sa production excellente, tant en quantité qu'en qualité, se compare (...) aux meilleures unités mondiales du domaine », souligne en 2020 le Haut conseil de l'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur (Hcéres).

Créé en 2002 par le CEA et le CNRS à Grenoble, avec douze chercheurs, le laboratoire Spintec a notamment contribué à l'émergence des mémoires MRAM. En 20 ans, il a déposé plus de 80 brevets, et essaimé quatre start-up dont trois sont toujours en activité : Crocus Technology, Hprobe et Antaios. Spintec compte aujourd'hui une centaine de membres.

FOCUS

Avantages pour les MRAM

- **Non-volatilité** : les données sont stockées sous la forme d'une orientation magnétique, celle des couches des jonctions tunnel qui demeure en l'absence d'alimentation électrique.
- **Vitesse d'écriture** : jusqu'à 0,3 nanoseconde, soit 1 000 à 100 000 fois plus rapide qu'une mémoire flash.
- **Endurance à l'écriture** : les matériaux ferromagnétiques autorisent plus de cycles d'écriture-lecture que les mémoires impliquant des déplacements atomiques (matériaux à changement de phase ou oxydes résistifs).
- **Faible voltage utilisé** : qui permet d'être 400 fois plus économe en énergie qu'une mémoire flash lors de l'écriture.