

## **La nanoélectronique : nouvelles physiques, nouvelles architectures**

**Damien QUERLIOZ**

**5 avril 2016, 14h, IEF, salle 44**

### **Rapporteurs :**

- Pr. CAPPY Alain, Professeur des Universités, IEMN, Univ. Lille 1, Villeneuve d'Ascq.
- Pr. O'CONNOR Ian, Professeur des Universités, INL, Ecole Centrale de Lyon, Ecully.
- Pr. TORRES Lionel, Professeur des Universités, LIRMM, Univ. Montpellier, Montpellier.

### **Examineurs :**

- Dr. DIENY Bernard, Directeur de recherche, SPINTEC, CEA, Grenoble.
- Dr. DOLLFUS Philippe, Directeur de recherche, IEF, CNRS, Orsay.
- Dr. DROULEZ Jacques, Directeur de recherche, ISIR, CNRS, Paris.
- Dr. GROLLIER Julie, Directeur de recherche, UMP CNRS/Thales, CNRS, Palaiseau.

### **Résumé :**

La recherche en microélectronique traverse actuellement une période particulièrement stimulante. Le modèle dominant de la microélectronique, la poursuite de la loi de Moore, atteint ses limites, et d'importantes applications de l'électronique nécessitent une efficacité énergétique ultra-optimisée, plutôt que la performance brute. Une des percées actuelles pour gérer ces évolutions est l'utilisation de dispositifs à l'échelle nanométrique. Ces nouveaux composants amènent des nouvelles possibilités, comme fusionner la logique et la mémoire, ainsi que des défis: gérer leur variabilité, leur comportement stochastique ou leur faible rendement. Ils apportent un renouveau dans le domaine de la physique des dispositifs, mais également dans le domaine des circuits et systèmes.

Dans mes recherches, j'ai étudié à la fois la physique des nanodispositifs et les stratégies pour la conception de circuits et systèmes les exploitant. En ce qui concerne la physique, je me suis particulièrement intéressé à l'impact des effets quantiques dans des dispositifs logiques, ainsi qu'à la physique des nouveaux dispositifs mémoire, en particulier spintroniques. En ce qui concerne les circuits et systèmes, j'ai exploré la piste de la bioinspiration. Par certains aspects, les nanodispositifs de la biologie sont en effet similaires à ceux que nous fabriquons : ils sont riches en fonctionnalités, permettent la fusion de la logique et de la mémoire, tout en ayant des problèmes de fiabilité. La biologie sait utiliser de tels composants d'une manière incroyablement efficace.

Au cours de l'exposé, je présenterai la méthode de simulation Wigner Monte Carlo, qui permet d'étudier la transition de la physique de transport semiclassiques à la physique de transport quantique dans des dispositifs logiques à l'échelle du nanomètre. Je présenterai ensuite une manière dont les nanodispositifs mémoire peuvent être programmés de manière bioinspirée, et comment cela peut conduire à des mémoires intelligentes capables d'effectuer des inférences. Je me focaliserai ensuite sur le cas de l'électronique de spin. Les dispositifs de cette filière disposent en effet d'une physique particulièrement riche et particulièrement adaptée à la conception de circuits et systèmes bioinspirés. La présentation de ces travaux me conduira à exposer mes perspectives de recherche : la conception d'une « mémoire intelligente », qui exploite la physique de nanocomposants, et qui sait nativement réaliser des inférences dites Bayésiennes.