

## Thèse / PhD position

### **Nano-composants évolutifs à base d'oxydes moléculaires pour l'informatique non conventionnelle.** ***Evolutionary nanodevices based on molecular oxides for non-conventional computing.***

Une thèse est ouverte à l'IEMN (CNRS, U. Lille), en collaboration avec l'IPCM (CNRS, Sorbonne Univ).  
*A PhD position is open at IEMN (CNRS, U. Lille), in collaboration with the IPCM (CNRS, Sorbonne Univ).*

La conception, la fabrication et les tests de systèmes neuromorphiques (composants et circuits) pour l'intelligence artificielle posent de nouveaux défis pour surmonter les principales approches actuellement à l'étude. Nous proposons une nouvelle approche alternative basée sur des molécules fonctionnelles auto-assemblées dans des réseaux à ultra-haute densité avec des structures intrinsèquement similaires au système informatique neuromorphique connu sous le nom de "reservoir computing (RC)". Nous proposons d'utiliser des molécules spécifiques qui peuvent modifier leurs propriétés électroniques lors d'une excitation donnée (e.g. redox). De ce point de vue, les polyoxométallates (POMs) sont des oxydes moléculaires nanométriques présentant des propriétés redox remarquables mais qui n'ont jamais été systématiquement étudiés dans le contexte de composants avancés. Nous proposons de développer des fonctionnalités évolutives dans des nanomatériaux 2D à base de POMs (2D-PN, 2D POM Network) "programmables" à la demande grâce aux propriétés multifonctionnelles de ces molécules (e.g. états multi-redox). Ces approches, sans équivalents directs en nanoélectronique à semi-conducteurs, ouvriraient de nouvelles perspectives à l'électronique moléculaire/organique en informatique non conventionnelle et comme exemple du concept "Evolution-in-Materio".

*The design, fabrication and characterization of neuromorphic systems (components and circuits) for artificial intelligence pose new challenges to overcome the main approaches currently under consideration. We propose a new alternative approach based on self-assembled functional molecules in ultra-high density networks with structures intrinsically similar to the neuromorphic computer system known as "reservoir computing (RC)". We propose to use specific molecules that can modify their electronic properties during a given excitation (e.g. redox). From this point of view, polyoxometallates (POMs) are nanometric molecular oxides with remarkable redox properties that have never been systematically studied in the context of advanced components. We propose to develop scalable functionalities in 2D nanomaterials based on POMs (2D-PN, 2D POM Network) "programmable" on demand thanks to the multifunctional properties of these molecules (e.g. multiredox states). These approaches, without direct equivalents in semiconductor nanoelectronics, would open new perspectives for molecular/organic electronics in non-conventional computing and as an example of the "Evolution-in-Materio" concept.*

Le(a) doctorant(e) devra participer à la mise en forme des réseaux 2D-PNs sur des surfaces avec notre partenaire chimiste (IPCM, Sorbonne Univ., équipe [E-POM](#), Prof. A. Proust).<sup>1,2</sup> L'objectif sera de pouvoir ensuite fabriquer ces structures directement à l'IEMN. Le rôle du(de la) doctorant(e) sera ensuite d'étudier les propriétés électroniques de ces assemblages de POMs et plus particulièrement

de la mise en œuvre des mesures spécifiques pour évaluer les performances dynamiques nécessaires à l'implémentation de ces 2D-PNs dans un système RC. Compétences recherchées: sciences des matériaux, physique des solides, nanosciences-nanotechnologies, propriétés électroniques de nanostructures et nanocomposants.

*The candidate will have to participate in the fabrication of 2D-PN networks on surfaces with our chemical partner (IPCM, Sorbonne Univ., [E-POM](#) team, Prof. A. Proust).<sup>1,2</sup> The objective will be able to manufacture these structures directly at IEMN. The candidate's role will be to study the electronic properties of these POM assemblies and more particularly the implementation of specific measures to evaluate the dynamic performance required to implement these 2D-PNs in an RC system. Skills required: materials science, solid-state physics, nanosciences-nanotechnologies, electronic properties of nanostructures and nanocomponents.*

La thèse bénéficie d'un financement CNRS. La thèse sera conduite dans le groupe NCM de l'IEMN ([web](#)) avec des déplacements à l'IPCM.

*The thesis is funded by CNRS. The thesis will be conducted in the NCM group of the IEMN ([web](#)) with trips to the IPCM.*

Merci d'envoyer par e-mail: curriculum vitae, lettre de motivation, copie des diplômes et relevés de notes (L,M), coordonnées de 2 références à [dominique.vuillaume@iemn.fr](mailto:dominique.vuillaume@iemn.fr)

*Please send by e-mail: curriculum vitae, cover letter, copies of diplomas and transcripts (L,M), contact details of 2 references to [dominique.vuillaume@iemn.fr](mailto:dominique.vuillaume@iemn.fr)*

1. Dalla Francesca, K.; Lenfant, S.; Laurans, M.; Volatron, F.; Izzet, G.; Humblot, V.; Methivier, C.; Guerin, D.; Proust, A.; Vuillaume, D. Charge Transport Through Redox Active [H7P8W48O184]33- Polyoxometalates Self-Assembled Onto Gold Surfaces and Gold Nanodots. *Nanoscale* 2019, 11, 1863-1878.

2. Laurans, M.; Dalla Francesca, K.; Volatron, F.; Izzet, G.; Guerin, D.; Vuillaume, D.; Lenfant, S.; Proust, A. Molecular Signature of Polyoxometalates in Electron Transport of Silicon-Based Molecular Junctions. *Nanoscale* 2018, 10, 17156-17165.