



<b>Titre Thèse (subject)</b>	Programmation bio-inspirée de réseaux dendritiques pour l'électronique neuromorphique low-cost et ultra-dense en interconnection 3D.	
<b>Directeur (supervisor)</b>	Fabien Alibart	E-mail : <a href="mailto:fabien.alibart@univ-lille.fr">fabien.alibart@univ-lille.fr</a>
<b>Co-Directeur (co-supervisor)</b>	Co-directeur : Yannick Coffinier Co-encadrant : Sébastien Pecqueur	E-mail : <a href="mailto:sebastien.pecqueur@univ-lille.fr">sebastien.pecqueur@univ-lille.fr</a> ; <a href="mailto:yannick.coffinier@univ-lille.fr">yannick.coffinier@univ-lille.fr</a>
<b>Laboratoire (research unit)</b>	Institut d'Electronique de Microélectronique et Nanotechnologie IEMN	Web: <a href="https://www.iemn.fr/">https://www.iemn.fr/</a>
<b>Equipe (research team)</b>	Nanostructures et Composants Moléculaires NCM et NBI	Web: <a href="https://www.iemn.fr/la-recherche/les-groupes/groupe-ncm">https://www.iemn.fr/la-recherche/les-groupes/groupe-ncm</a>
<b>Financement prévu</b> <input type="checkbox"/>	Contrat Doctoral Etablissement <input type="checkbox"/>  Région <input type="checkbox"/> – Autre <input type="checkbox"/>  Contrat de recherche <input type="checkbox"/> Préciser :	ULille <input checked="" type="checkbox"/> UPHF <input type="checkbox"/> Centrale Lille <input type="checkbox"/>  UGE <input type="checkbox"/> IMT <input type="checkbox"/> Autre <input type="checkbox"/>
<b>Financement acquis ?</b> <input checked="" type="checkbox"/>	Contrat Doctoral Etablissement <input type="checkbox"/>  Région <input type="checkbox"/> – Autre <input checked="" type="checkbox"/>  Contrat de recherche <input type="checkbox"/> Préciser : <b>ERC IONOS</b>	ULille <input type="checkbox"/> UPHF <input type="checkbox"/> Centrale Lille <input type="checkbox"/>  UGE <input type="checkbox"/> IMT <input type="checkbox"/> Autre <input checked="" type="checkbox"/>  <b>CNRS</b>

Les technologies numériques sont maintenant bien ancrées dans notre vie de tous les jours et la quantité d'information générée est tout simplement gigantesque. Cela nous incite à déployer de plus en plus d'objets capable d'interfacer des technologies délivrant de l'information de plus en plus riche afin de la traiter ou de la stocker. Une des approches a été de réduire les dimensions des transistors (loi de Moore) et des mémoires afin de densifier l'information et augmenter ainsi les puissances de calcul. Cependant, les procédés technologiques arrivent à un point de blocage technologique (the wall) et à l'heure actuelle aucune alternative crédible au silicium industrialisable n'est envisageable. Cependant des pistes existent comme l'utilisation de nouvelles architectures (3D), de nouveaux matériaux (graphène)... Une des approches suscitant un grand engouement à l'heure actuelle est le développement de processeurs neuromorphiques (inspirés du fonctionnement du cerveau), Ainsi, on peut envisager d'utiliser des matériaux et technologies très différentes du silicium sortant de nos standards technologiques, mais qui permettent d'ajouter de nouvelles fonctionnalités encore inexistantes dans nos ordinateurs, et hautement bénéfique pour le traitement d'information analogique.<sup>[1]</sup>

L'idée du sujet est d'investiguer la morphogénèse dendritique artificielle à l'échelle de micro-réseaux dans le cadre de l'électronique neuromorphique.<sup>[2,3]</sup> L'objectif de la thèse est d'étudier l'électrocroissance de dendrites artificielles conductrices et de comprendre comment celles-ci peuvent s'interconnecter à des matrices de micro-capteurs à l'échelle de micro-réseaux de nœuds conducteurs.

Le travail de thèse se déroulera au sein de l'IEMN et comportera plusieurs briques, à savoir : 1) la micro-fabrication de réseaux de nœuds en environnement salle blanche (lithographie, dépôts CVD/PVD, gravure sèche/humide), 2) électrocroissance de réseaux dendritiques (free-standing, au sein d'environnement confiné (ex. microfluidique, 2D, 3D)) 3) caractérisations de ces réseaux par différentes méthodes de microscopies optique, électronique et champ-proche mais également par des caractérisations électrique et électrochimique locales ainsi qu'un traitement d'image permettant d'obtenir des informations sur la dynamique des électrocroissances (analyseur paramétrique, traitement d'image Fiji/ImaJ). Enfin, la principale application envisagée sera la programmation de réseaux de capteurs analogiques.

Ce sujet est thématiquement très riche et le futur candidat\* devra être ouvert au travail de groupe dans une équipe pluri-thématique. La thèse convient à un diplômé bac+5, soit un master ayant de l'appétence pour l'interdisciplinarité, soit un ingénieur motivé par la science, en sciences des matériaux ou physique des semi-conducteurs ou électronique avec cependant un intérêt prononcé pour les technologies émergentes de traitement de l'information. Le sujet de thèse s'intègre à un projet européen pour l'interfaçage neurones artificiels / biologiques.

\*Le masculin est utilisé à titre générique

[1] Vidéo disponible ! >> <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.16814710>

[2] Janzakova, Kumar, Ghazal, Susloparova, **Coffinier, Alibart, Pecqueur**, *Nat. Commun.* (2021), **12**, 6898 [doi / HAL]

[3] Janzakova, Ghazal, Kumar, **Coffinier, Pecqueur, Alibart**, *Adv. Sci.* (2021) **8**(24), 2102973 [doi / HAL]