

- Axe de GANEX : 7
- Titre du sujet : **Contrôle de l'homogénéité et de la composition x en indium dans les nanofils $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ synthétisés par HVPE**
- Nom et e-mail du porteur de projet : A. Trassoudaine, agnes.trassoudaine@udamail.fr
- Nature de la thèse : GaNeX 100 %

laboratoires bénéficiaires et taux de partage : Institut Pascal (70 %) et CEA-LETI (30 %)

- Date souhaitée de démarrage : Septembre 2016
- Sujet développé : (*jusqu'au bas de page, police 11-12*)

Actuellement seule une équipe américaine a publié des travaux concernant la croissance de nanofils $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ par le procédé HVPE [1-3]. Kuykendall et al [1] ont démontré la faisabilité de la croissance de nanofils $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ ayant différentes compositions en indium, de 0 à 100%, en fonction de la localisation des nanofils sur le substrat. Ce même groupe a publié les premières LEDs sur substrat saphir à base de nanofils $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ avec des valeurs maximales de la composition en indium égales à 43 % [2]. Ces résultats démontrent le potentiel du procédé HVPE pour la croissance de nanofils $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$.

La thèse demandée ici concerne le **développement du procédé HVPE pour la croissance de nanofils $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ afin de lever les verrous technologiques** cités ci-dessous. Les objectifs de ce travail constituent **une valeur ajoutée par rapport à l'état de l'art** :

- adressage de différentes valeurs de la composition x en indium, de 0 à 100% ;
- pour un substrat donné, homogénéité de la composition x choisie ;
- pour un nanofil donné, homogénéité de la concentration en indium x dans tout le fil quelle que soit la valeur de x choisie ;
- nanofils auto-organisés et organisés à la surface du substrat ;
- étude de la croissance sur différents substrats : template GaN/saphir, silicium et substrats structurés.

Aujourd'hui, l'Institut Pascal, dans le cadre de la thèse d'Elissa Roche (T7.4), a rejoint l'état de l'art dans le domaine en obtenant des nanofils $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ dont la composition en indium varie de 0 à 100% en fonction de la localisation sur le substrat, en accord avec les travaux de T. Kuykendall [1]. Par ailleurs, **une composition unique est obtenue de manière contrôlée et reproductible pour un même échantillon**. Dans ce cas, **l'homogénéité de la composition en indium, pour $x=70$ %, au sein d'un même fil** a été démontrée par des mesures EDX.

L'institut Pascal, en collaboration avec le CEA-LETI, souhaite exploiter ce potentiel pour développer la croissance de nanofils $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$, à composition en indium x homogène, sur des différents substrats en une seule étape du procédé et sans couche de nucléation ce qui constituerait un atout considérable pour la réalisation de dispositifs LED fonctionnels à bas coûts.

Dans un premier temps, une cartographie complète de la composition en indium des fils sera réalisée via l'étude de l'influence de la température et de la composition de la phase vapeur, avec un intérêt particulier pour les rapports $(\text{III In}) / (\text{III total (In+Ga)})$ et $(\text{III In})/V$. Ensuite, l'obtention de fils organisés à haut rapport de forme et perpendiculaires à la surface du substrat constituera le maillon manquant à la validation du procédé de croissance par HVPE de nanofils d' $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ pour l'adressage de la couleur. Les caractérisations optiques après croissance seront réalisées à l'IP. La préparation des substrats et les caractérisations structurales seront réalisées au CEA-LETI. Enfin, des reprises de croissance des fils HVPE par MOVPE pour élaborer des structures cœur-coquille, ainsi que les caractérisations associées, seront développées au CEA-LETI.

[1] T. Kuykendall et al., Nature Mat. 6, 951 (2007)

[2] C. Hahn et al., ACSNANO 5, 3970 (2011)

[3] C. Hahn, et al. J. Phys. Chem. C. 117, 3627 (2013)