



Titre Thèse	Multiplication de fréquence à base de diode Schottky GaN pour la génération de puissance dans le domaine THz.		
(Co)-Directeur	Mohammed ZAKNOUNE	E-mail : mohammed.zaknounge@univ-lille.fr	
(Co)-Directeur		E-mail :	
(Co)-Encadrant	Yannick Roelens	E-mail : yannick.roelens@univ-lille.fr	
Laboratoire	Institut d'Electronique de Microélectronique et de Nanotechnologie IEMN	Web : http://www.iemn.fr/	
Equipe	ANODE	Web : https://www.iemn.fr/la-recherche/les-groupes/groupe-anode	
Financement prévu	Contrat Doctoral Etablissement	ULille ☒ UPHF ☐ Centrale Lille ☐ Yncrea ☐	
	Région – Autre ☐	Contrat de recherche ☐ Préciser :	
Financement acquis ? ☐	Contrats de Recherche ☐ Préciser	Autre ☐ Préciser	

Résumé du sujet :

L'absence de sources compactes et suffisamment puissantes est un frein pour de nombreuses applications envisageables dans le domaine des ondes millimétriques ou des ondes Térahertz. Ces applications concernent les télécommunications à très haut débit sans fil, l'ingénierie des procédés, la biologie, la médecine, l'astrophysique ou la sécurité via la spectroscopie de molécules, l'imagerie... Si les approches basées sur les transitions inter-sous-bandes semblent progresser dans le domaine Térahertz avec le laser à cascades quantiques, il semble plus pertinent d'aborder le domaine millimétrique avec des composants à l'état solide aptes à moduler des signaux à hautes fréquences. Parmi ces composants, le transistor peine à satisfaire la figure de mérite PUISSANCE × FREQUENCE, que ce soit avec les matériaux classiques (Si, GaAs, InP...) ou même le GaN. Ainsi, l'état de l'art pour un HEMT GaN se situe aujourd'hui à 400 mW à 94 GHz au prix d'une technologie complexe et d'un rendement (PAE) limité à 8% [1]. Ce type d'approche laissant peu d'espoirs pour des applications au-delà de 150 GHz, il apparaît donc nécessaire d'envisager d'autres solutions.

Le présent projet vise le développement d'une solution alternative basée sur la conversion d'un signal à haute fréquence. Plus précisément, il s'agit d'utiliser la non linéarité dans une diode varactor GaN pour assurer la multiplication de fréquence. Sur ce principe, la diode Schottky GaAs est communément utilisée pour créer des sources très hautes fréquences [2]. Tout comme dans le transistor, le champ de claquage du GaN permet d'espérer des densités de puissance dix fois supérieures à celles obtenues avec le GaAs. Les simulations montrent que la Schottky GaN(n)/GaN(n+) est à même de produire une efficacité de conversion de l'ordre de 15 % [3], à peine plus faible que celle sur GaAs. Sur les bases d'un procédé technologique déjà existant [4] et à optimiser, les diodes Schottky seront fabriquées et caractérisées à l'IEMN. Cette activité de recherche est effectuée en collaboration avec le Laboratoire d'Etudes du Rayonnement et de la Matière en Astrophysique et Atmosphères – Observatoire de Paris qui a en charge la modélisation et le packaging du multiplicateur. L'objectif est de fabriquer un multiplicateur x2 pour générer un signal dans la gamme 160-200 GHz avec une puissance de sortie de 200 mW. Les trois laboratoires impliqués ont initié une collaboration sur ce thème. Le doctorant recruté à l'IEMN développera la technologie des diodes Schottky GaN (gravure, contacts, passivation, ponts à air) et assurera leur caractérisation petit et grand signal à très haute fréquence jusqu'à 300 GHz.

[1] M. van Heijningen *et al.*, "W-band power amplifier MMIC with 400 mW output power in 0.1 μ m AlGaIn/GaN technology", in Proc. 7th Eur. Microw. Integr. Circuits Conf. (EuMIC), Oct. 2012, pp. 135–138.

[2] A. Maestrini *et al.*, "Design and Characterization of a Room Temperature All-Solid-State Electronic Source Tunable From 2.48 to 2.75 THz", IEEE Transactions on Terahertz Science and Technology, Vol. 2, n° 2, 2012.

[3] José V. Siles *et al.*, "Capabilities of GaN Schottky Multipliers for LO Power Generation at Millimeter-Wave Bands", 19th International Symposium on Space Terahertz Technology, Groningen, 28-30 April 2008.

[4] C. Jin, M. Zaknounge, M. Ducatteau, D. Pavlidis, "E-beam fabricated GaN Schottky diodes : high-frequency and non-linear properties", 61st IEEE MTT-S International Microwave Symposium - IMS, Seattle, USA, 2013.