

Sujet thèse / PhD subject 2024

Titre Thèse	Détection et quantification de polluants gazeux et de micro/nano-particules en atmosphère réaliste par un spectromètre TeraHertz transportable	
(Co)-Directeur	Romain PERETTI	E-mail : romain.peretti@univ-lille.fr
(Co)-Directeur		E-mail :
(Co)-Encadrant (s)	Sophie ELIET	E-mail : sophie.eliet@univ-lille.fr
Laboratoire	IEMN	Web :
Groupe(s)	Photonique-THz / Caractérisation	Web :
Projet phare (principal)	Nanocaractérisation	
Demande thèse labellisée IEMN	Oui / Non	
Financement demandé	Contrat Doctoral Etablissement	ULille X Centrale Lille <input type="checkbox"/> JUNIA <input type="checkbox"/>
	X Région – Autre <input type="checkbox"/> Préciser :	Co financement (Préciser l'origine, demande en cours, acquis ou pas) :
Financement acquis <input type="checkbox"/>	Contrats de Recherche <input type="checkbox"/>	Autre <input type="checkbox"/>
Financement partiellement acquis <input type="checkbox"/>	Préciser :	Préciser :

Résumé du sujet :

Les Hauts-de-France sont une région où co-habitent à la fois des activités anthropiques industrielles sidérurgiques et portuaires ainsi que des sources d'émissions naturelles maritimes et côtières. Le suivi de la qualité de l'air et la compréhension des processus physico-chimique ayant lieu dans l'atmosphère sont essentiels pour l'aide à la prise de décisions politiques que ce soit pour la préservation de la santé des populations et concernant le réchauffement climatique.

Les composés organiques volatils (COVs) ainsi que particules en suspension dans l'air (aérosols) en sont deux acteurs majeurs. Il convient alors de pouvoir détecter, quantifier et mener le suivi temporel à la fois pour les espèces gazeuses et pour les espèces particulaires. Il est important de pouvoir d'une part comprendre certaines synergies physico-chimiques et de pouvoir faire le suivi des polluants en temps réel, qu'ils soient gazeux ou particulaires, anthropiques ou naturels. Une exploitation des ondes TeraHertz sur une large plage de fréquence est adaptée à cette problématique.

En effet, en deçà de 1 THz, les aérosols ne perturbent pas de manière significative le rayonnement TeraHertz, ce qui permet de sonder les nombreuses transitions rotationnelles COVs existantes entre quelques centaines de GHz et le TeraHertz sans être perturbé par les particules. Sur un banc développé à l'IEMN nous avons pu démontrer la capacité à mesurer une dizaine de ppm d'un COV (l'ammoniac) par technique de spectroscopie TeraHertz en domaine temporel (THz-TDS) entre 200 GHz et 4 THz. Dans la région comprise entre 2 et 5 THz, les aérosols possèdent une signature, nous en avons montré la preuve au laboratoire IEMN sur des exemples de poussières minérales tels que la calcite (craie) ou encore la kaolinite (argile contenue dans différents sables). Nous avons obtenu ces signatures pour des niveaux de concentration d'aérosols de l'ordre de 10 000 particules/cm³ pour la calcite et de quelques centaines de milliers de particules par cm³ pour la kaolinite. Ces niveaux sont tout à fait comparables à des concentrations de particules en atmosphère urbaine et/ou côtières. La technique de spectroscopie large-bande TeraHertz – TDS, offrant en quelques 100 ps l'accès aux fréquences comprises entre 0.2 et 5 THz, apporte ainsi une réponse à la problématique de la détection, la quantification et le suivi d'espèces à la fois gazeuses et particulaires, **le tout en un seul banc de manière simultanée**. Les solutions commerciales compactes actuelles permettent d'envisager sa transportabilité pour des campagnes de mesures sur le terrain.

En s'appuyant sur le matériel et le savoir-faire existant, l'objectif de la thèse est de réaliser un banc de mesure large-bande transportable adapté à la quantification de gaz et de particules. Dans le développement sera inclus la conception d'une cellule de mesure compacte de type « multi-passages » permettant l'amélioration des seuils de détection ainsi que l'adaptabilité de l'expérience aux conditions nécessaires aux mesures simultanées de la phase gazeuse et de la phase particulaire. Cette approche

inédite nécessite également d'implémenter le code de traitement des données pour répondre cette nouvelle problématique. Des campagnes de terrain pourrait être envisagées en fin de thèse.