

Sujet thèse / PhD subject 2026

Titre Thèse	Spectroscopie TeraHertz large-bande multi-phasique pour la prévention environnementale et alimentaire	
PhD Title	Multi-phase broadband TeraHertz spectroscopy for environmental and food prevention	
(Co)-Directeur	Lampin Jean-François	E-mail : jean-francois.lampin@univ-lille.fr
(Co)-Directeur		E-mail :
(Co)-Encadrant (s)	Eliet Sophie	E-mail : sophie.eliet@univ-lille.fr
Laboratoire	IEMN	Web : www.iemn.fr
Groupe(s)	Photonique THz	Web :
Projet phare principal	Nanocaractérisation	
Financement acquis Oui ☐ Non ☒ Partiel ☐	Si acquis (total ou partiel), préciser : (contrat, organisme, Université étrangère...) :	
Financement demandé	Contrat Doctoral Etablissement	ULille ☒ Centrale Lille ☐ JUNIA ☐
	Région ou Autre ☒ Préciser :	Co financement (Préciser l'origine, demande en cours, et si acquis ou pas) :

Résumé (français) / Abstract (anglais)

Dédié à l'affichage sur le site de l'IEMN

A ajouter sur www.adum.fr également

Typiquement 5000 caractères maximum

Les populations sont exposées d'une part à des risques environnementaux liés aux phénomènes de pollutions par des gaz nocifs, toxiques ou de particules en suspension nommées aérosols. Elles sont également exposées en consommant aliments et boissons par des contaminations liées à des pathogènes ou des fraudes.

La spectroscopie TeraHertz en Domaine Temporel (THz-TDS) est une technique couvrant une large gamme spectrale et de nos jours suffisamment compacte et fiable pour des applications en domaine industriel et environnemental. Un principal atout de cette technique est de pouvoir détecter et quantifier des espèces multiples de manière simultanée ainsi que de pouvoir différencier des espèces isotopiques ou des isomères de conformation. Cela en fait une technique d'un grand intérêt à la fois dans le domaine de l'étude de l'environnement mais également pour la sécurité agro-alimentaire.

Nos travaux récents ont démontré la possibilité de travailler avec cette technique à des seuils de détection de l'ordre du ppm concernant les molécules en phase gaz ou pour la détection de particules en suspension (aérosols). Le suivi de la qualité de l'air, la compréhension des processus physico-chimique atmosphériques pour l'élaboration de meilleurs modèles prédictifs météorologiques (intensités et localisations) et de distribution dans l'air de contaminations polluantes, aidant ainsi à la prise de décisions politiques, que ce soit pour la préservation de la santé des populations. La problématique scientifique de la synergie gaz-particules (réactions chimiques multiphasiques, effets catalytiques des aérosols) est encore mal connue à ce jour. Il convient alors de pouvoir les étudier de manière simultanée. Cela peut concerner ainsi le monitoring d'espèces chimiques différentes dans des états physiques différents mais peut conduire également à l'étude de la formation d'aérosols à partir de réaction entre des molécules en phase gaz. Traditionnellement, sont utilisés des équipements de différentes natures, nécessitant une logistique particulière, expertises multiples et une restitution des résultats inhérents aux résolutions temporelles, spatiales, spectrales et seuils de détection propre à chaque appareil. Ce sujet propose le développement d'un spectromètre TeraHertz permettant la détection et le suivi temporel d'aérosols et de polluants gazeux de manière simultanée avec de meilleurs seuils de détection qu'actuellement. Son coût n'étant pas plus élevé que celui d'autres appareils de mesures ciblés soit gaz soit particules permettrait à l'avenir un déploiement en différents points stratégiques de notre territoire. En preuve de concept la réaction entre l'acide chlorhydrique gazeux et l'ammoniac conduisant à la formation de particules de chlorure d'ammonium pourra être étudié.

En adaptant sur ce banc un module d'échantillonnage adapté à l'étude de la phase gazeuse issue de liquides, il serait également possible d'étendre la capacité du spectromètre à l'analyse de composés volatils issus d'échantillons liquides telles que les boissons.

Ce spectromètre versatile pourra ainsi répondre aux problématiques atmosphériques nécessitant de pouvoir étudier simultanément la phase gazeuse et particulaire mais également répondre à des problématiques liées à la prévention dans le monde de l'agro-alimentaire avec la capacité d'analyser des liquides.

English below

Populations are exposed on the one hand to environmental risks related to pollution phenomena by harmful gases, toxic or suspended particles called aerosols. They are also exposed by consuming food and drinks by contaminations related to pathogens or fraud. TeraHertz Time Domain Spectroscopy (THz-TDS) is a technique covering a wide spectral range and nowadays sufficiently compact and reliable for applications in the industrial and environmental fields. A main advantage of this technique is to be able to detect and quantify multiple species simultaneously as well as to be able to differentiate isotopic species or conformational isomers. This makes it a technique of great interest both in the field of environmental study but also for agri-food safety. Our recent work has demonstrated the possibility of working with this technique at detection thresholds of the order of ppm concerning molecules in the gas phase or for the detection of suspended particles (aerosols). Monitoring air quality, understanding atmospheric physicochemical processes for the development of better predictive meteorological models (intensities and locations) and the distribution of pollutant contamination in the air, thus helping to make political decisions, whether for the preservation of the health of populations. The scientific issue of gas-particle synergy (multiphase chemical reactions, catalytic effects of aerosols) is still poorly understood to date. It is therefore appropriate to be able to study them simultaneously. This may involve monitoring different chemical species in different physical states but may also lead to the study of aerosol formation from reactions between molecules in the gas phase. Traditionally, equipment of different types are used, requiring specific logistics, multiple expertise and restitution of results inherent to the temporal, spatial, spectral resolutions and detection thresholds specific to each device. This topic proposes the development of a TeraHertz spectrometer allowing the detection and temporal monitoring of aerosols and gaseous pollutants simultaneously with better detection thresholds than currently. Its cost being no higher than that of other targeted measuring devices either gas or particles would allow in the future a deployment at different strategic points of our territory. As a proof of concept, the reaction between gaseous hydrochloric acid and ammonia leading to the formation of ammonium chloride particles can be studied. By adapting a sampling module on this bench suitable for the study of the gas phase from liquids, it would also be possible to extend the spectrometer's capacity to the analysis of volatile compounds from liquid samples such as beverages. This versatile spectrometer will thus be able to respond to atmospheric issues requiring the simultaneous study of the gas and particle phases but also respond to issues related to prevention in the world of agri-food with the capacity to analyze liquids.