

DOCTORAT DE L'UNIVERSITE DE LILLE 1 SCIENCES ET TECHNOLOGIES

N° d'ordre : 42184

NOM/PRENOM DU CANDIDAT : CARON Alexandre

Ecole doctorale : Sciences de la Matière, du Rayonnement et de l'Environnement (SMRE)
Laboratoire : Physicochimie des Processus de Combustion et de l'Atmosphère (PC2A-Lille 1)
et Département Sciences de l'Atmosphère et Génie de l'Environnement (SAGE-Mines Douai)
Discipline : Optique et Lasers, PhysicoChimie, Atmosphère
Si cotutelle, établissement partenaire :

JURY :

- Directeur(s) de thèse : Mr HANOUNE Benjamin, Mr CODDEVILLE Patrice
- Rapporteurs : Mme D'ANNA Barbara, Mr PIJOLAT Christophe
- Examineurs : Mme MANDIN Corinne, Mr MENINI Philippe, Mr ROUVOY Romain, Mme REDON Nathalie (encadrante)

SOUTENANCE : Le 14 Décembre 2016 à 13h30 (LILLIAD)

TITRE DE LA THESE :

Mesure de la dynamique des polluants gazeux en air intérieur : Evaluation des performances de systèmes multicapteurs

RESUME :

La qualité de l'air intérieur constitue de nos jours un enjeu sanitaire majeur ainsi qu'une problématique de recherche en plein essor. De nombreux polluants sont présents à l'intérieur des bâtiments. Ils sont directement émis par des sources intérieures telles que les matériaux de constructions, le mobilier, les activités des occupants..., ou proviennent de l'air extérieur. La politique de réduction de la consommation énergétique entraîne la construction de bâtiments de plus en plus hermétiques, réduisant ainsi l'élimination des polluants par transfert vers l'extérieur. Les techniques d'analyse classiques ne sont pas adaptées à la surveillance continue de la qualité de l'air dans les bâtiments car il s'agit généralement d'analyseurs encombrants, coûteux, bruyants et qui nécessitent du personnel qualifié. Une alternative à ces techniques est récemment apparue sous la forme de capteurs miniatures. Dans ce travail de thèse, nous avons mis en œuvre un système de mesure compact et autonome, basé sur un ensemble de capteurs commerciaux (capteurs à infrarouge, électrochimiques, à photoionisation et semi-conducteurs). Les performances de ces capteurs pour la mesure en air intérieur du CO₂, du CO, des NO_x, de O₃ et des COV ont été évaluées en laboratoire et lors de campagnes de mesures. La réponse de ces capteurs est fortement corrélée avec la concentration mesurée par des analyseurs de référence, mais le manque de sélectivité complique le suivi quantitatif des polluants ciblés. Des méthodes de traitement adaptées permettent d'améliorer l'interprétation du signal des capteurs. Nous avons utilisé l'apprentissage bayésien naïf ainsi que le clustering par bisecting k-means afin de distinguer des événements typiques de pollution et de traduire les variations temporelles et spatiales de la qualité de l'air intérieur, et pour évaluer l'efficacité de systèmes de traitement de l'air.

DOCTORAT DE L'UNIVERSITE DE LILLE 1 SCIENCES ET TECHNOLOGIES

N° order : 42184

NAME/SURNAME OF THE CANDIDATE : CARON Alexandre

Doctoral School : Sciences de la Matière, du Rayonnement et de l'Environnement (SMRE)
Laboratory : Physicochimie des Processus de Combustion et de l'Atmosphère (PC2A-Lille 1)
et Département Sciences de l'Atmosphère et Génie de l'Environnement (SAGE-Mines Douai)
Discipline : Optique et Lasers, PhysicoChimie, Atmosphère
In case of co-tutorial thesis, provide the partner institution :

THESIS COMMITTEE :

- Thesis supervisor(s) : Mr HANOUNE Benjamin, Mr CODDEVILLE Patrice, Mme REDON Nathalie
- Referees : Mme D'ANNA Barbara, Mr PIJOLAT Christophe
- Examiners : Mme MANDIN Corinne, Mr MENINI Philippe, Mr ROUYVOY Romain

DEFENSE : December 14th 2016 13h30 (LILLIAD)

TITLE OF THE THESIS :

Measuring the dynamics of gaseous pollutants in indoor air : Evaluation of the performances of multi-sensor devices

ABSTRACT :

Nowadays, indoor air quality is a major health issue and a growing research challenge. Many pollutants are present inside buildings. They are directly emitted by indoor sources such as building materials, furniture, occupants and their activities or transferred from outdoors. Due to and increasing concern for energy saving, recent buildings are much more airtight, reducing the pollutants removing to the outside. Standard analyzers are not suitable for monitoring the indoor air quality because these instruments are usually bulky, expensive, noisy and require skilled people. An alternative to these conventional instruments recently appeared under the form of microsensors. In this work, we have developed a compact and autonomous measuring system, based on a set of commercial sensors (infrared sensors, electrochemical sensors, photoionisation detectors and semiconductive sensors). The performances and limitations of these sensors for the monitoring of CO₂, CO, NO_x, O₃ and VOC indoors were evaluated in laboratory conditions and during field campaigns. The response of these sensors is highly correlated with the concentrations measured by the reference instruments, but their lack of selectivity does not allow the quantitative monitoring of the target species. Suitable processing methods help improve the interpretation of sensor signal. We developed and used Naive Bayes classifier and bisecting k-means clustering to identify typical pollution events, to monitor the temporal and spatial variations of the indoor air quality, and to evaluate the efficiency of air treatment systems.