

# Mesure de la qualité de l'air intérieur dans un bâtiment universitaire

**Elliot Renaud, Briac Triché, Louis Gentil, Théo Morin, Charlie Levy-Louapre, Cécile Raillard**  
 IUT de Nantes, Campus La Fleuriaye, Nantes Université  
 Master Interdisciplinaire en Technologies Innovantes  
 IMT Atlantique, Campus de Nantes, Département Systèmes Energétiques et Environnement  
 Laboratoire GEPEA, UMR CNRS 6144



## La qualité de l'air intérieur

La qualité de l'air intérieur (QAI) est un enjeu majeur de santé publique. L'air intérieur désigne l'atmosphère dans les environnements intérieurs tels que les logements, les salles ou lieux de travail (hôpitaux, écoles, salles de sport, etc.). La problématique de qualité de l'air intérieur a commencé au début des années 2000 en France, avec de nombreuses campagnes de mesures menées dans les logements et les écoles. Cette problématique est aujourd'hui de nouveau médiatisée en raison du risque de transmission des virus de type SARS-CoV-2 dans les environnements clos et particulièrement dans les établissements d'enseignement où la présence est obligatoire et une forte densité de personnes dans une salle est fréquemment atteinte.

## Nos objectifs

L'objectif de ce travail est de mener une campagne de mesures de la qualité de l'air intérieur dans différents types de pièces de l'IUT de Nantes, campus de la Fleuriaye. Les polluants suivis sont le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), les composés organiques volatils totaux (COVT), les composés organiques volatils légers (COVL) et les particules fines. L'ensemble de ces données serviront par la suite à comparer nos résultats avec des valeurs guides de l'OMS et de l'ANSES provenant de lieux similaires. Une étude sur l'efficacité des purificateurs d'air commerciaux est aussi faite.

## Les types de polluants

- **Biologiques:** Bactéries, virus, toxines, allergènes
- **Chimiques:** Composés Organiques Volatils (formaldéhyde, solvants organiques, éthers glycol, hydrocarbures...)
- **Particules et fibres:** Poussières, fumée, suie, spores, fibres de celluloses, chanvre, sisal, amiante, laine de verre...



## Matériel

### 1 Station Fireflies® QEI GPRS de AZIMUT Monitoring :

- l'intensité sonore (LAeq en dBA)
- la température (T et °C, précision ±0,4°C)
- l'humidité relative (HR, précision ±4,5%)
- le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>, précision ±50 ppm)
- les composés organiques volatils légers (COVL – formaldéhyde, acétaldéhyde et acroléine en µg.m<sup>-3</sup> équivalent formaldéhyde, précision 25%)
- les composés organiques volatils totaux (COVT – chaîne carbonée C3 à C10 en µg.m<sup>-3</sup> équivalent toluène, précision 30%)
- les particules fines (PM de 1 à 10 µm, comptage en 105 particules.m<sup>-3</sup>, précision 50%)



### 1 Analyseur de la qualité de l'air TSI - modèle QTRAK 7575-X

- Température
- Humidité relative
- Dioxyde de Carbone

L'utilisation de deux appareils différents mesurant certains paramètres en commun permet de consolider les mesures effectuées dans une même salle et d'assurer une certaine fiabilité des mesures.

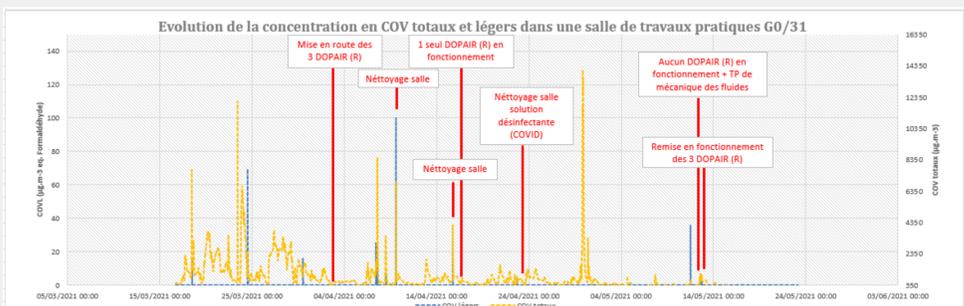
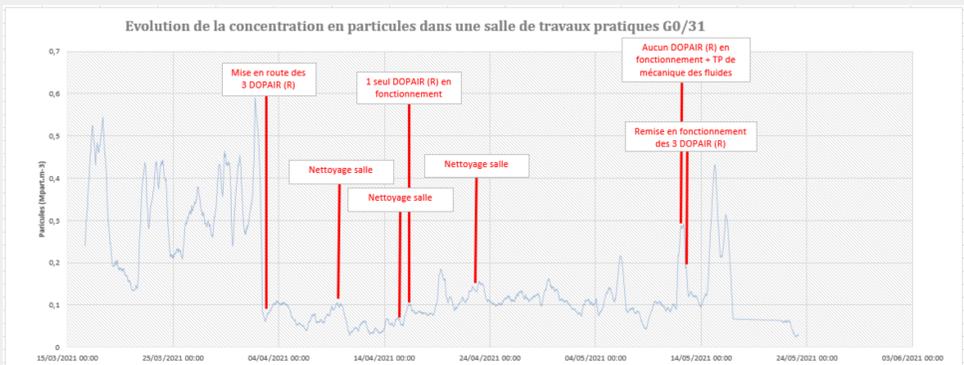
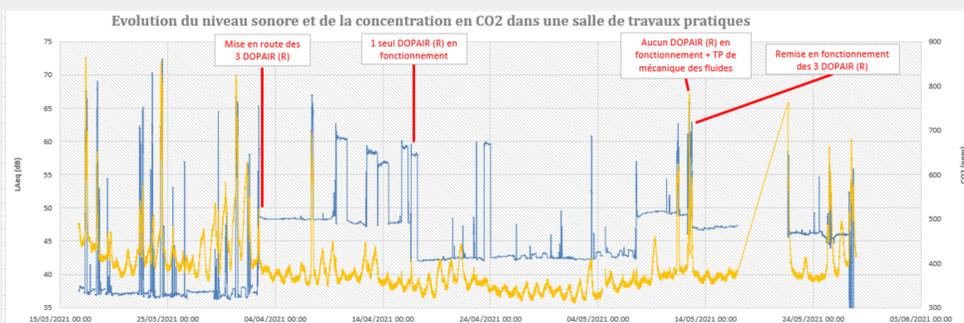


### 3 Purificateurs d'air spécialisé pour les milieux hospitaliers

- Filtre polypropylène - Préfiltration : Rétention des particules > 80%
- Filtre polypropylène - Filtration HEPA : Rétention des particules > 0,3 µm
- Lampes Bioxigen® - Actions bactériostatique et microbicide : élimination 99,995% des bactéries, virus, champignons et spores

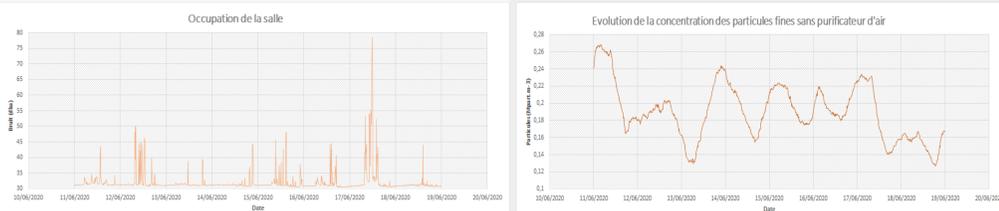
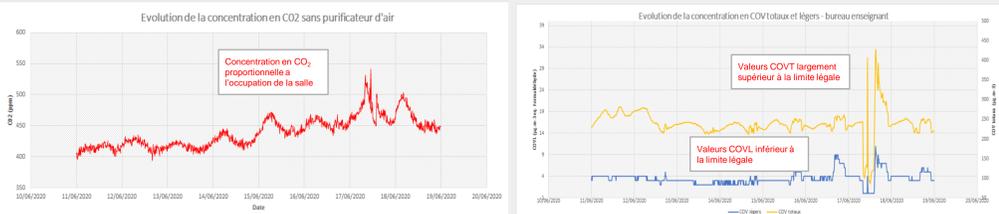
## Mesures salle de travaux pratiques

### • Mesures avec et sans purificateur d'air

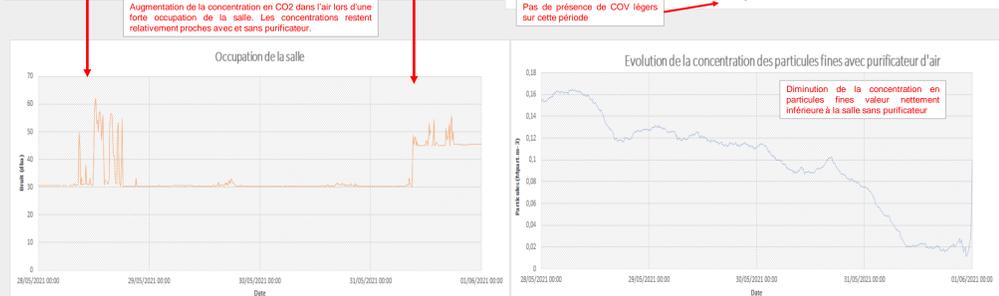
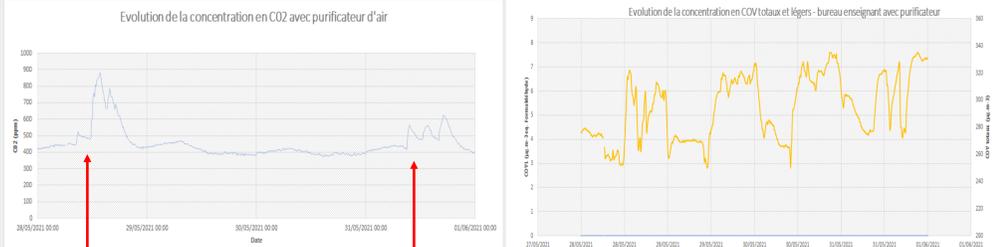


## Mesures bureau enseignant

### • Mesures sans purificateur d'air



### • Mesures avec 1 purificateur d'air



## Analyses des mesures

Les mesures de bruits de la station Fireflies® permettent d'identifier l'occupation ou non des salles mesurées et de l'associer aux activités (travaux pratiques, ménage, présence de l'enseignant, pause déjeuner...). Nous pouvons ainsi déterminer quel type d'activité était en cours lors des pics de mesure. En analysant les données, il apparaît que dès lors qu'il y a une augmentation des décibels et donc de fréquentation, le dioxyde de carbone, les COV, légers et totaux, et les particules fines présents dans l'air intérieur augmentent également. Les courbes présentées ci-dessus le montrent bien.

### Réglementation valeurs maximales admissibles

**Limite réglementaire CO<sub>2</sub>**  
**< 1500 ppm**  
 donnée ANSES

**Limite recommandée COVT (Benzène)**  
**< 2 µg/m<sup>3</sup>**  
 depuis le 1er janvier 2016

**COVs**

**Limite recommandée COVL (formaldéhyde)**  
**< 30 µg/m<sup>3</sup>**  
 depuis le 1er janvier 2015  
**< 10 µg/m<sup>3</sup>**  
 à compter du 1er janvier 2023

**Valeurs recommandées des particules fines**  
**< 25 µg/m<sup>3</sup> (moyenne journalière)**  
**< 10 µg/m<sup>3</sup> (moyenne annuelle)**  
 Recommandation de l'OMS

Source : Art. R. 221-29 II du Code de l'environnement

La concentration en CO<sub>2</sub> dans les salles augmente rapidement dès que des personnes sont présentes et peuvent atteindre des niveaux élevés (> 850 ppm dans la salle de TP, > 550 ppm dans le bureau de l'enseignant) même avec une occupation à mi-jauge. Le nombre de personnes présentes dans la salle influe sur la teneur maximale atteinte. Le règlement départemental sanitaire de Loire-Atlantique indique que dans les conditions habituelles d'occupation, la teneur en dioxyde de carbone ne doit pas dépasser 1000 ppm avec une tolérance à 1500 ppm dans les espaces non-fumeurs. Ouvrir les portes ou les fenêtres suffit à faire décroître rapidement la concentration en CO<sub>2</sub> en quelques minutes et de retrouver des niveaux acceptables. On constate également une augmentation de la concentration en CO<sub>2</sub> lorsque la ventilation ne fonctionne plus (ex: le week-end). L'occupation des salles n'a pas d'impact sur la concentration en COV totaux qui atteint des valeurs élevées alors que la salle n'est pas occupée (jusqu'à 10500 µg.m<sup>-3</sup> équivalents toluène), les valeurs sont grandement supérieures à la limite fixée de 2 µg/m<sup>3</sup> pour le Benzène. Ces valeurs ne sont pas comparable car la balise utilisée mesure toutes sortes de COV, l'industriel a fixé une valeur de 3000 µg/m<sup>3</sup> pour les COVT, que nous dépassons également. La tenue dans des salles à proximité de travaux pratiques sur les matériaux composites pourrait expliquer ces mesures. L'utilisation du système de filtration a permis de faire grandement chuter les concentrations en particules fines. Les mesures prises dans le bureau révèlent que la concentration passe de 0.16 Mpart/m<sup>3</sup> à 0.01 Mpart/m<sup>3</sup> en 4 jours, soit 16 fois moins de particules fines. Tendances également vérifiées lors des mesures prises en salle de TP. A contrario, l'impact de ce dispositif reste relativement inefficace sur la concentration en dioxyde de carbone et COV. Ces valeurs se vérifient aussi bien dans une salle de cours que dans le bureau d'un enseignant.

## Conclusion de l'étude

Grâce aux premières mesures, le lien qui existe entre l'occupation d'une salle par des étudiants et la croissance de polluants a pu être mis en lumière. Pour approfondir les conclusions, des mesures complémentaires vont être faites pendant une période chaude (mai-juin 2021). L'impact potentiel du chauffage et de la ventilation des salles pourra être étudié. Enfin, des purificateurs d'air ont été testés dans une salle de travaux pratiques. Des mesures ont été effectuées pendant plusieurs semaines sans purificateur et avec purificateurs d'air. D'après les relevés, le fait de mettre des purificateurs peut améliorer la qualité de travail dans cette salle, car une baisse notable de concentration des particules a été relevée. En revanche, concernant la concentration des COV totaux et des CO<sub>2</sub>, celle-ci augmente normalement en présence d'étudiants dans la salle, mais les valeurs relevées restent très proches de celles observées sans les purificateurs d'air. Nous pouvons donc nous demander si ceux-ci sont réellement efficaces ou bien adaptés pour ce type de salle (salle de classe) étant donné que les fenêtres ainsi que les portes sont très rarement fermées et que le flux de personne est très important.

Cette étude est donc à poursuivre en appliquant le protocole d'essais dans différentes salles plus spécifiques de l'IUT de Nantes tels que les amphithéâtres, l'atelier ou encore le forum. Une recherche plus poussée concernant les méthodes et les moyens de purifier l'air peut également être faite. Les concentrations de CO<sub>2</sub> sont directement liées à la ventilation des salles, il serait intéressant de mener une étude permettant de mesurer l'impact des débits de VMC et de l'ouverture des fenêtres sur la concentration de CO<sub>2</sub>.

Pour conclure, cette étude qui se déroulait sur deux années universitaires a été freinée par la situation sanitaire en 2020 et 2021. Les mesures sont fiables, mais elles restent à être placées dans ce contexte compliqué dans lequel les conditions ne sont pas identiques à des conditions universitaires « normales ».