

Webinaire

# QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR : QUELS CAPTEURS POUR QUELS USAGES ?

Mardi 18 mai 2021

Alliance  
**HQE**  
GBC FRANCE



WEBINAIRE  
**QUALITÉ DE L'AIR  
INTÉRIEUR :  
QUELS CAPTEURS  
POUR QUELS USAGES ?**



**LE 18 MAI 2021**



**DE 10H30 À 12H00**

# Programme

## Mot d'accueil

**Estelle REVEILLARD**, Directrice de l'Alliance HQE-GBC

## Introduction et animation

**Dr Fabien SQUINAZI**, Membre d'honneur et Animateur du groupe de travail « Qualité de l'air intérieur » de l'Alliance

« Qualité de l'air

## Présentation du contexte et des travaux de normalisation

**Pascal KALUZNY**, Président Directeur Général & Fondateur du Groupe TERA

## Retours d'utilisateurs (installation, données et avantages)

**Valérie DELBART**, Cheffe de projet Santé Bâtiment

**Ludovic MARCHINI**, Ingénieur Développement de Solutions au Pôle Performance Durable chez Vinci Construction France

**Jean-Charles PONELLE**, Responsable Développement Qualité de l'Air chez OFIS – Véolia

Mot d'accueil

**Estelle REVEILLARD,**  
Directrice de l'Alliance HQE-GBC

## L'ALLIANCE DES PROFESSIONNELS POUR LE BATIMENT ET L'AMENAGEMENT DURABLE

association créée en 1996 avec le soutien des pouvoirs publics, **reconnue d'utilité publique** en 2004

**350 membres** engagés.

membre français du **World GBC**

elle inscrit sa démarche de progrès dans des cadres de référence porteurs **d'une vision globale multicritère** : **HQE Bâtiment durable** et **HQE Aménagement**

Pour chaque projet et à toutes les étapes de son cycle, son approche transversale prend en compte l'équilibre entre 4 engagements :

- La qualité de vie
- Le respect de l'environnement
- La performance économique
- Le management responsable

**D<sup>r</sup> Fabien SQUINAZI,**

Membre d'honneur et Animateur du  
groupe de travail « Qualité de l'air  
intérieur » de l'Alliance

# Les publications sur le thème QAI

Alliance  
**HOE**  
GBC FRANCE

QUALITE DE L'AIR INTÉRIEUR  
D'UN BÂTIMENT NEUF OU RÉNOVÉ  
À RÉCEPTION

RÈGLES D'APPLICATION  
POUR LA MESURE



Protocole  
Mise à jour  
Mai 2021

Alliance  
**HOE**  
GBC FRANCE

MESURER LA QUALITÉ DE L'AIR  
INTÉRIEUR DES BÂTIMENTS  
NEUFS ET RÉNOVÉS

5 étapes clés pour intégrer, réaliser et valoriser  
des mesures à réception



Guide  
pratique

Alliance  
**HOE**  
GBC FRANCE

QUALITE DE L'AIR INTÉRIEUR  
D'UN BÂTIMENT EN EXPLOITATION

RÈGLES D'APPLICATION  
POUR LA MESURE

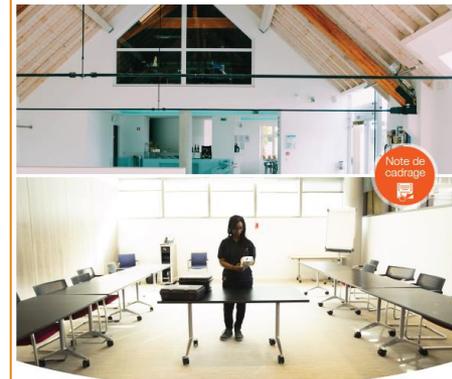


Protocole  
Mise à jour  
Mai 2021

Alliance  
**HOE**  
GBC FRANCE

QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR

La place des capteurs de mesure en continu  
lors de la réception ou de l'exploitation  
d'un bâtiment



Note de  
cadrage

MAI 2021

Protocoles : règles d'application pour la mesure de la QAI :

- Pour les bâtiments neufs et rénovés à réception (2013 et Màj 2015 et 2021)
- Pour les bâtiments en exploitation (2018 et Màj 2021)

Guide pratique : 5 étapes clés pour intégrer, réaliser et valoriser des mesures à réception (2018)

Note de cadrage : la place des capteurs de mesure en continu (2021)

## Nouvelle publication

Avec la vague du numérique, le secteur du bâtiment a vu le développement des capteurs de mesure qui constituent des innovations majeures et promettent de mesurer et de piloter au quotidien la qualité de l'air intérieur.

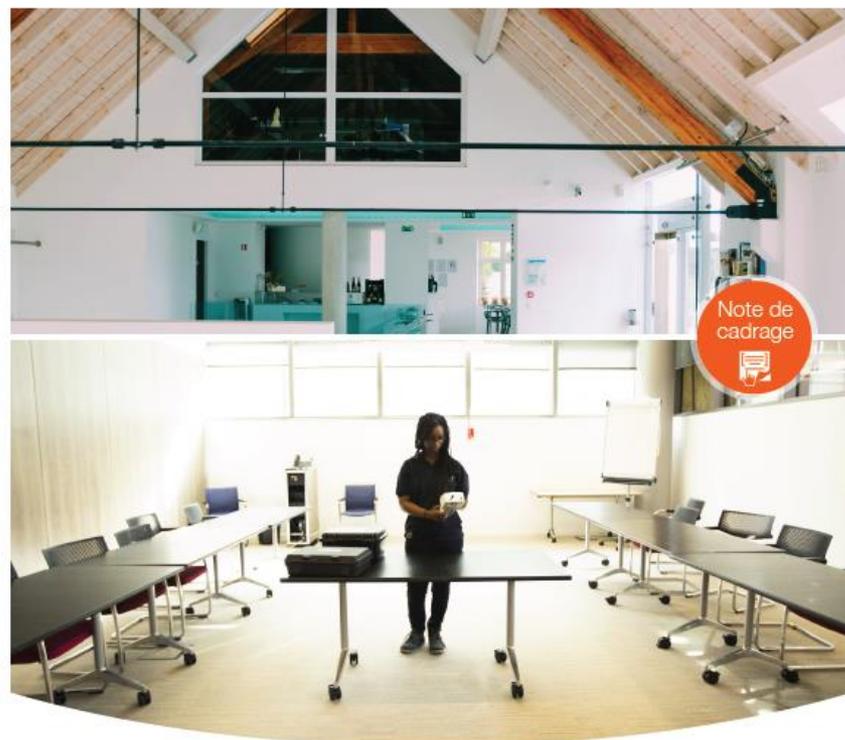
C'est un des objectif de la présente note de poursuivre les travaux et la diffusion des connaissance sur la caractérisation et l'expérimentation de ces capteurs.

Donner aux utilisateurs les clés de lecture pour faire les bons choix en matière de capteurs dits à bas-coût et à encourager les fabricants à la transparence dans la mise à disposition des spécifications techniques de leurs produits.

Alliance  
**HOE**  
GBC FRANCE

### QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR

La place des capteurs de mesure en continu lors de la réception ou de l'exploitation d'un bâtiment



MAI 2021

La place des capteurs de mesure en continu lors de la réception ou de l'exploitation d'un bâtiment

## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS

INTRODUCTION

**LES ENJEUX DES CAPTEURS**

*à bas coût pour la mesure en continu de la qualité de l'air intérieur*

**SPECIFICATIONS TECHNIQUES**

*des capteurs à bas coût*

- CO<sub>2</sub>
- Particules
- COV
- COV Légers
- Formaldéhyde

POUR BIEN COMPRENDRE

ANNEXE



**Personnes cibles, usages, avantages, installation des capteurs, les données, ...**

**Les spécifications techniques attendues pour les capteurs sous forme de fiche pour chaque polluant retenu.**

**Pascal KALUZNY,**

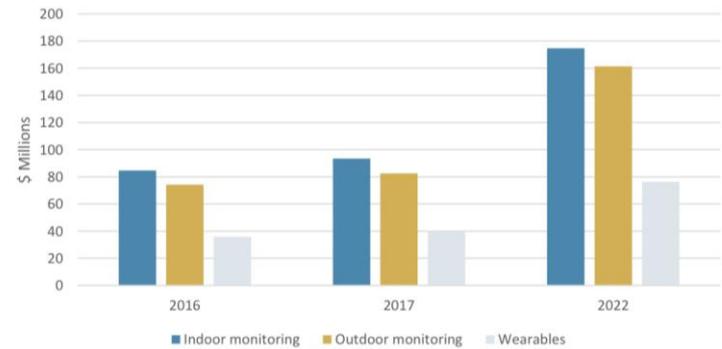
Président Directeur Général & Fondateur  
du Groupe TERA

Normalisation: quels sont les travaux encours aux niveaux  
français et européen

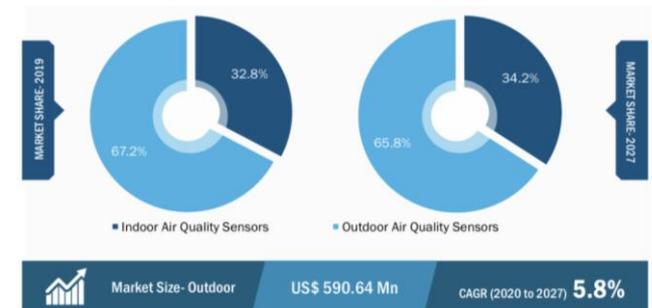
# Quelques éléments de marché

- Sensors for trace contaminant detection in air: Technologies & Market (bccResearch June 2019) : Air intérieur 175 M\$ en 2022 avec une croissance annuelle de 13% (412 M\$ pour le marché global)
- 878 M\$ de marché global en 2019 pour The Insight Partners : Air Quality Sensor Market. Forecast to 2027 (2020) et 290 M\$ pour le marché de l'air intérieur

Global Market for Sensors for Trace Air Contaminant Detection, by Product, 2016-2022 (\$ Millions)



Source: BCC Research



Source: Expert Interviews, Survey, Secondary Research, and The Insight Partners Analysis

## Travaux français

### AFNOR X43D - Qualité de l'air - atmosphères ambiantes

- **Président** : François MATHE (IMT Lille Douai)
- **Secrétaire AFNOR** : Caroline LHUILLERY
- **Domaine** : QUALITE DE L'AIR
- **Secteur d'activité** : Environnement et responsabilité sociale
- **Activité** : Evaluation de la qualité de l'air
- **Aspects couverts**:
  - Méthodes d'essais, y compris olfactométrie et analyse sensorielle, s'appliquant aux atmosphères ambiantes extérieures.
  - Météorologie en tant qu'outils de mesure et de modélisation.
- **GE Capteurs**

- **Atmosphères ambiantes - Capteurs pour la qualité de l'air - Concepts relatifs à l'utilisation de dispositifs de type "système capteur"**
- Apporter une aide à toute personne concernée par l'utilisation de dispositifs de type « système capteur » destinés à la qualification de la qualité de l'air (extérieur et/ou intérieur, en fixe et/ou en mobile) à l'exclusion des émissions des locaux à pollutions spécifiques (atmosphères de travail).
- Fournir des compléments aux textes normatifs à venir (notamment ceux issus du CEN TC 264 WG 42 « Capteurs pour la qualité de l'air »).

## FD X43-121 Concepts relatifs à l'utilisation de dispositifs de type "système capteur"

### 3.1.4. Capteur

Dispositif équipé d'au moins un élément sensible servant à la prise d'informations relatives à la grandeur à mesurer ainsi que d'un système électronique pour l'acquisition et le traitement de données

### 3.1.7. Élément sensible

Dispositif transformant une grandeur physique observée en une grandeur utilisable de type signal électrique dont l'amplitude est relative notamment à la concentration d'un polluant recherché dans l'air.

Note 1: le terme « sensor » est généralement utilisé pour désigner l'élément sensible

Note 2: le terme « élément sensible » peut parfois être abusivement remplacé le terme « capteur »

### 3.1.15. Système capteur

Matériel intégrant au moins un capteur (ou un élément sensible) et un logiciel pour détecter une quantité et/ou mesurer une concentration de composés (gaz, aérosols) sur un pas de temps prédéfini.

### Sommaire

	Page
1 Introduction .....	4
2 Références.....	5
3 Terminologie .....	5
3.1 Termes généraux.....	6
3.2 Termes techniques.....	9
4 Symboles et abréviations .....	11
5 Qualité de l'air .....	12
6 Utilisations possibles de systèmes capteurs pour l'évaluation de la qualité de l'air .....	16
7 Technologies de base des systèmes capteurs pour l'évaluation de la qualité de l'air .....	19
8 Critères de jugement .....	21
9 Recommandations en termes de QA/QC.....	22

## Sélection d'un système capteur

Questions	Aide à la réponse
1/ Pourquoi mesurer?	Spécification réglementaires?
2/ Quoi mesurer?	Spécifications techniques?
3/ Dans quel(s) environnement(s)?	Conditions d'utilisation?
4/ Comment est utilisée la donnée	Temps de réponse... Format
5/ Quel coût est induit?	Quantité Communication Energie...

Applications
Respect de la réglementation
Etude d'impact
Modélisation / traitement de données
Amélioration des connaissances
Utilisation de l'information (grand public)
Gestion de procédé

## Travaux européens

### CEN TC 264 WG42- Qualité de l'air - Capteurs pour la qualité de l'air

**Animatrice** : Martine VAN POPPEL (VITO, Belgique)

**Secrétaire** : Caroline VAN HOEK (Pays Bas)

**2 textes en cours**

- Air quality -Performance evaluation of air quality sensors - Part 1: Gaseous pollutants in ambient air
- Air quality -Performance evaluation of air quality sensors - Part 2: Particulate Matter in ambient air

# Performance evaluation of air quality sensors

## Part 1: Gaseous pollutants in ambient air

- Préciser les principes généraux pour la classification par performance des systèmes de capteurs à faible coût pour la surveillance des composés gazeux dans l'air ambiant sur des sites fixes.
- Tests effectués dans des conditions de laboratoire et sur le terrain prescrites.
- Les polluants: ceux réglementés par la directive 2008/50 / CE: O<sub>3</sub>, NO / NO<sub>2</sub> / NO<sub>x</sub>, CO, SO<sub>2</sub> et benzène, dans la gamme de concentrations attendues dans l'air ambiant.
- Fournir une classification cohérente avec les exigences de mesures indicatives et d'estimation objective définies dans la directive 2008/50 / CE.
- Proposer une classification pour les applications (mesures non réglementaires) qui nécessitent des critères de performance plus assouplis.
- Applicable aux systèmes de capteurs utilisés en tant que systèmes de capteurs individuels. Cette TS ne s'applique pas aux systèmes de capteurs faisant partie d'un réseau de capteurs.
- En annexe: conseils sur les essais des systèmes de capteurs de CO<sub>2</sub>.

## 3 classes pour les systèmes capteurs

### Systeme de capteur de classe 1

- dispositif de mesure fournissant des données au minimum cohérentes avec les objectifs de qualité des données des mesures indicatives fixés dans la directive 2008/50 / CE
- Le terme «mesures indicatives» fait référence à la définition de la directive 2008/50 / CE et non aux performances du système de capteurs

### Systeme de capteur de classe 2

- dispositif de mesure fournissant des données au minimum cohérentes avec les objectifs de qualité des données des estimations objectives fixés dans la directive 2008/50 / CE
- Le terme «estimations objectives» fait référence à la définition de la directive 2008/50 / CE et non aux performances du système de capteurs

### Systeme de capteur de classe 3

- appareil de mesure fournissant des données qui respectent une incertitude de mesure cible assouplie (voir le tableau 3), mais qui ne sont formellement associés à aucun objectif obligatoire de qualité des données

# Performance evaluation of air quality sensors

## Part 2: Particulate Matter in ambient air

Préciser les principes généraux, pour la classification des performances des systèmes de capteurs à faible coût pour la surveillance des particules dans l'air ambiant sur des sites fixes.

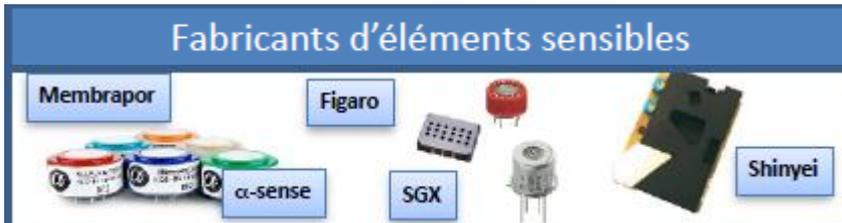
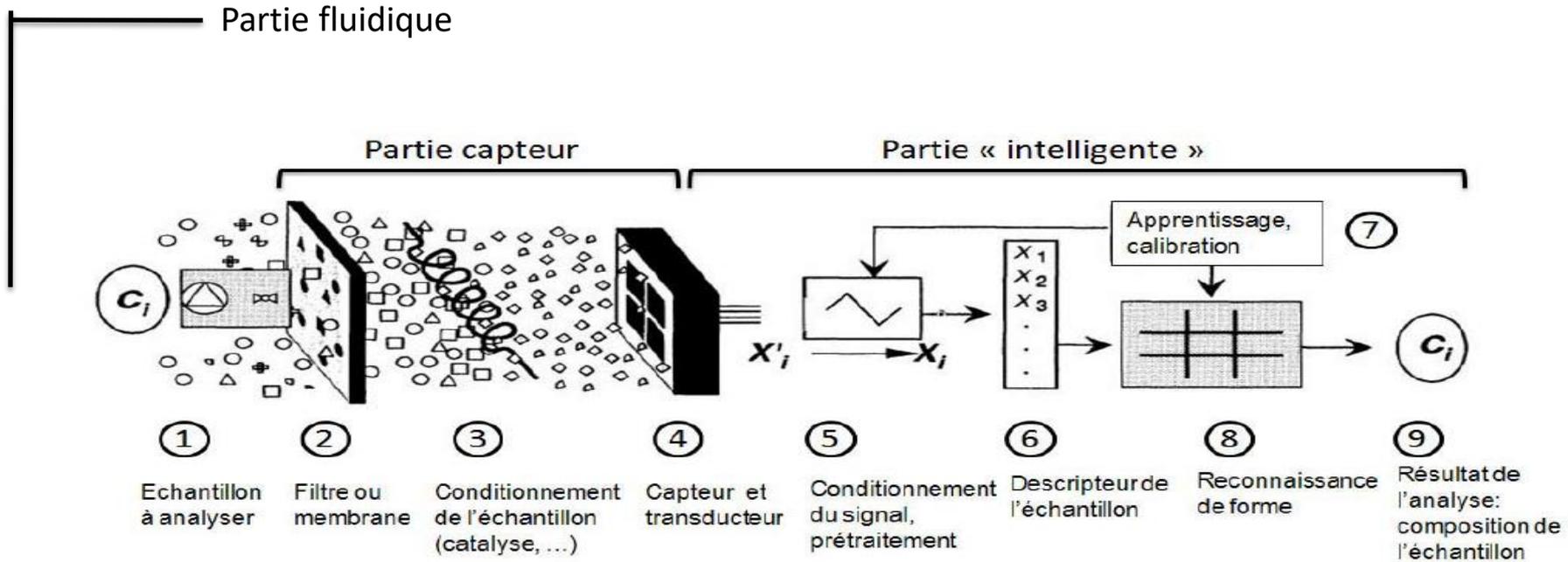
Applicable à la détermination de la concentration massique des particules. Les polluants considérés dans ce document sont les PM10 et les PM2.5 dans la gamme de concentrations attendues dans l'air ambiant.

Ce document fournit une classification conforme aux exigences relatives aux mesures indicatives et aux estimations objectives définies dans la directive 2008/50 / CE.

Fournit une classification pour les applications (mesures non réglementaires) qui nécessitent des critères de performance plus assouplis.

Ce document s'applique aux systèmes de capteurs utilisés en tant que systèmes individuels. Elle ne s'applique pas aux systèmes de capteurs faisant partie d'un réseau de capteurs.

# Qu'est-ce qu'un système capteur ?



Nathalie Redon, IMT Lille Douai, Adebitech, QAlsir, 26/06/2017

# Technologies actuellement utilisées

Technologies	Composés mesurés	Avantages	Inconvénients	Niveau de coût
Semi-conducteur commerciaux	NO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> , CO, COVT	Bonne sensibilité (µg/m <sup>3</sup> au mg/m <sup>3</sup> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Généralement non sélectif</li> <li>- Temps de réponse plutôt lent (min à plusieurs dizaines de min)</li> </ul>	€
Cellule électrochimique	NO, NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> , CO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bonne sensibilité (µg/m<sup>3</sup> au mg/m<sup>3</sup>)</li> <li>- Temps de réponse assez rapide (de qqes s à qqes min.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Forte interférence (HR, T...)</li> <li>- Sensible aux interferences chimiques</li> <li>- Durée de vie liée à la concentration d'exposition</li> </ul>	€€
Spectroscopie	CO, CO <sub>2</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bonne sensibilité qqes 100 à 1000 ppm)</li> <li>- Temps de réponse rapide (de 20 à 120 s)</li> <li>- Faible dérive dans le temps</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sensibles aux conditions ambiantes (T, HR, P)</li> </ul>	€€
PID	<ul style="list-style-type: none"> <li>- NH<sub>3</sub>, Cl<sub>2</sub>...</li> <li>- COVs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bonne sensibilité (jusqu'à qqes µg/m<sup>3</sup>)</li> <li>- Temps de réponse rapide (qqes s)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Non sélectif</li> <li>- Sensibilité à HR</li> <li>- Dérive rapide de la réponse dans le temps</li> </ul>	€€€
Comptage optique	Particules	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bonne sensibilité (jusqu'à qqes µg/m<sup>3</sup>)</li> <li>- Temps de réponse rapide (s)</li> <li>- Infos PM 1, 2.5 et/ou 10</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- conversion nombre vers masse</li> <li>- Signal dépend forme, couleur, densité, HR...</li> </ul>	€€

- Les technologies évoluent et deviennent de plus en plus performantes
- La normalisation se met en place
- Nécessité de mettre en place des référentiels avec une bonne cohérence
- C'est évidemment tout à fait le cas avec le note de cadrage de l'Alliance HQE-GBC :

**QUALITE DE L'AIR INTÉRIEUR - La place des capteurs de mesure en continu lors de la réception ou de l'exploitation d'un bâtiment.**

**Dr Fabien SQUINAZI,**

Membre d'honneur et Animateur du  
groupe de travail « Qualité de l'air  
intérieur » de l'Alliance

**Valérie DELBART,**  
Cheffe de projet Santé Bâtiment

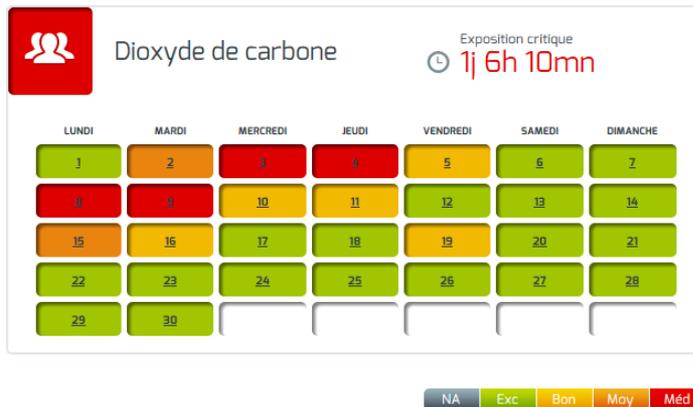
### Rendre visible l'invisible en disposant d'un suivi de la dynamique des polluants.

Évolution de la décroissance de la charge globale en COV dans l'atmosphère suite à la réception d'un bâtiment neuf ou rénové

Optimisation des plages de fonctionnement des centrales de traitement de l'air

Observation et suivi de sources émettrices

## Lycée neuf livraison J + 1 mois



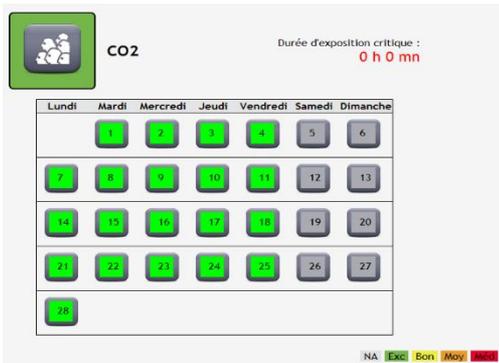
1<sup>ère</sup> et 2<sup>ème</sup> semaine : Une carte électronique défectueuse... une CTA à l'arrêt ! Accumulation des polluants visible.

3<sup>ème</sup> Semaine : remise en fonctionnement de la CTA : Les matériaux neufs émettent en grandes quantités des COVL et COVT mais qui sont bien évacués en présentiel. L'accumulation n'est visible que le weekend.

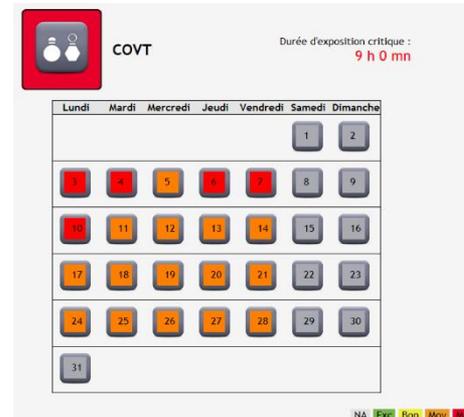
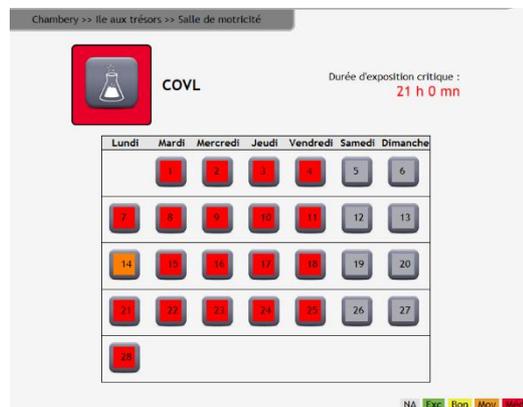
## Bâtiment tertiaire en exploitation

### CONSTAT

Ventilation diurne efficace pour éliminer les effluents humains



mais inefficace pour éliminer les polluants (COV) émis par le bâtiment et les activités humaines



## Aide à l'optimisation des paramètres de la ventilation

### CONSTAT

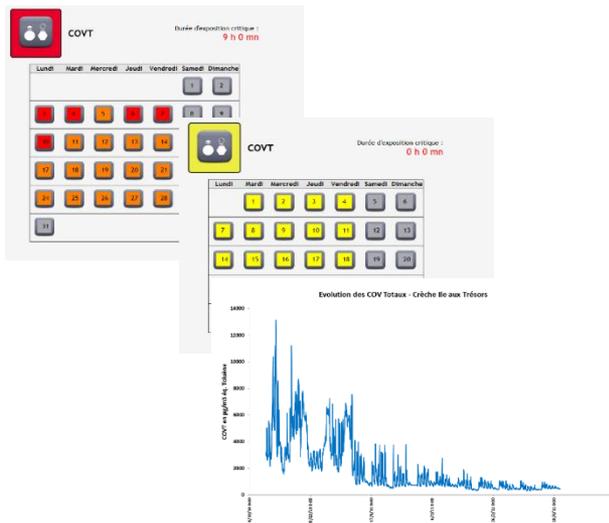
Ventilation diurne inefficace pour éliminer les émissions anthropogéniques

### ACTION

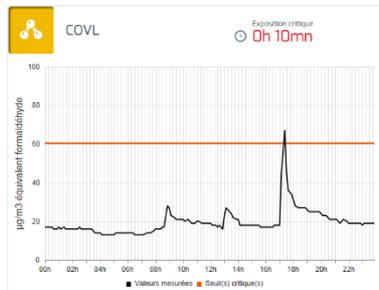
Modification des paramètres de la ventilation

### RESULTAT

Amélioration sensible de la qualité de l'air intérieur pour les composés organiques volatils.

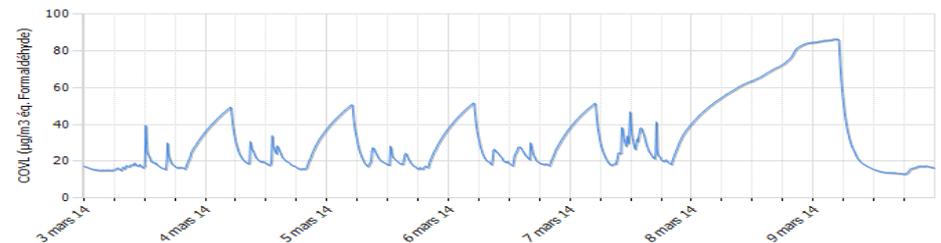


## Observation de sources émettrices



Visualisation des activités de maintenance en fin de journée

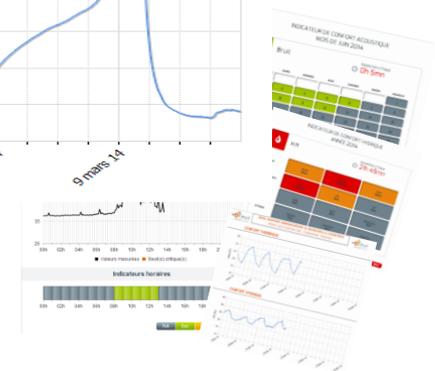
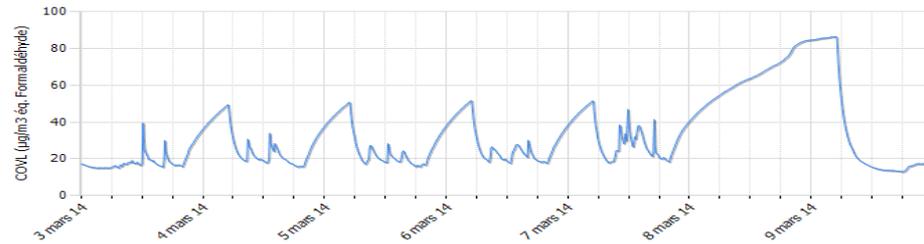
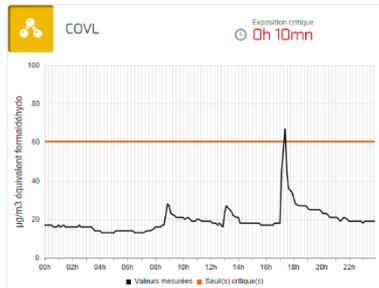
Visualisation de l'accumulation des polluants nuits et weekend d'un bâtiment neuf avec CTA en mode réduit.



## IMPORTANT DE LA TRADUCTION DES DONNEES

Courbes ? Indicateurs ?

Tout est fonction de l'utilisateur final et du sens que l'on veut donner à la data.



**Jean-Charles PONELLE,**

Responsable Développement Qualité de l'Air chez  
OFIS – Véolia

# Retours d'expérience en exploitation



Evaluation des solutions par AIRPARIF, sélection des solutions lauréates

Evaluation sur un bâtiment tertiaires des performances des solutions lauréates, et de leur intérêt dans la gestion d'une meilleure QAI (ICADE & VEOLIA)

Communication des résultats du démonstrateur, diffusion des guides rédigés lors du démonstrateur (ICADE & VEOLIA)

## Ofis et ICADE démonstrateur

### PERCEPTION DES OCCUPANTS

- Corréler la **perception des occupants et réponse des capteurs** QAI
- **Corréler épisodes de pollution, événements et perception de la QAI** par les occupants



### FIABILITÉ & ROBUSTESSE

- **Évaluer la fiabilité de la mesure des capteurs dans le temps** (non dérive vs campagnes de Ref)
- **Évaluer la robustesse de la solution dans le temps** (dysfonctionnements des capteurs, remontée des données, interopérabilité, ...)

### GESTION TECHNIQUE DES INSTALLATIONS

- **Évaluer le lien entre la réponse des capteurs et les paramètres d'exploitation** de la ventilation
- Capacité des capteurs à **évaluer la performance des installations techniques** (ex : temps de retour à la normale après un épisode de pollution)

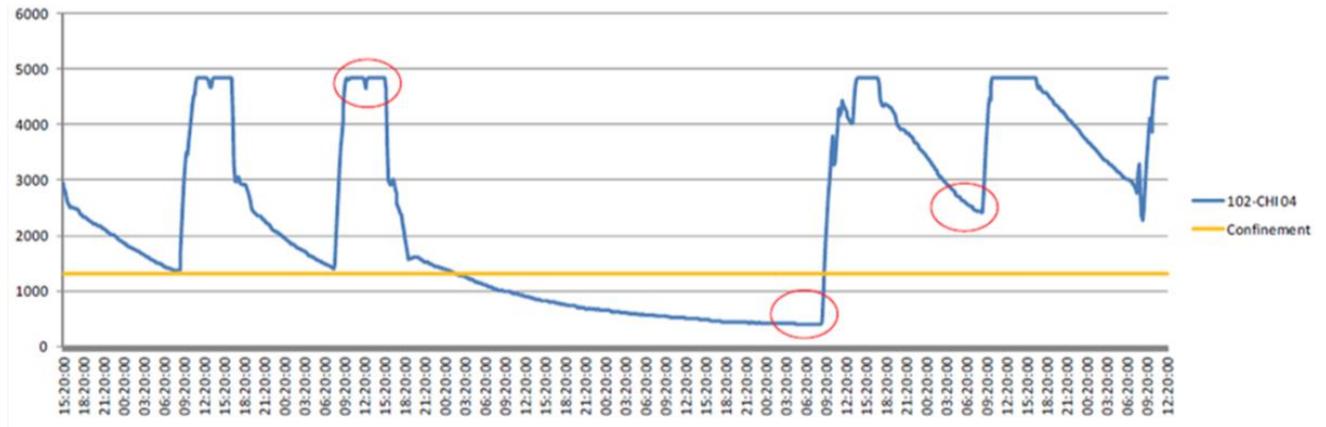
### DÉTECTION D'ÉVÉNEMENTS

- **Évaluer la capacité des capteurs à détecter des événements à risque vs la pollution de la qualité de l'air intérieur :**
  - activités de ménage,
  - augmentation du taux d'occupation
  - travaux de rénovation et/ou d'aménagements
  - épisodes de pollution extérieure de l'air ambiant

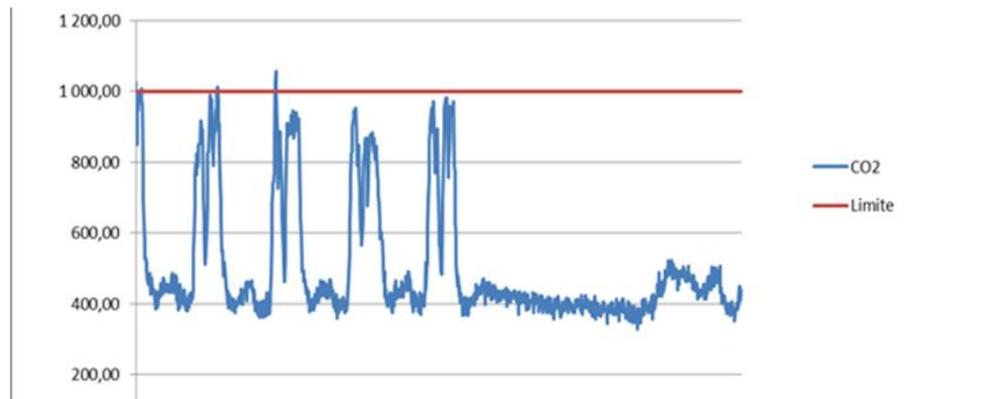
# Retours d'expérience en exploitation

## CO<sub>2</sub> : caractérisation du renouvellement de l'air

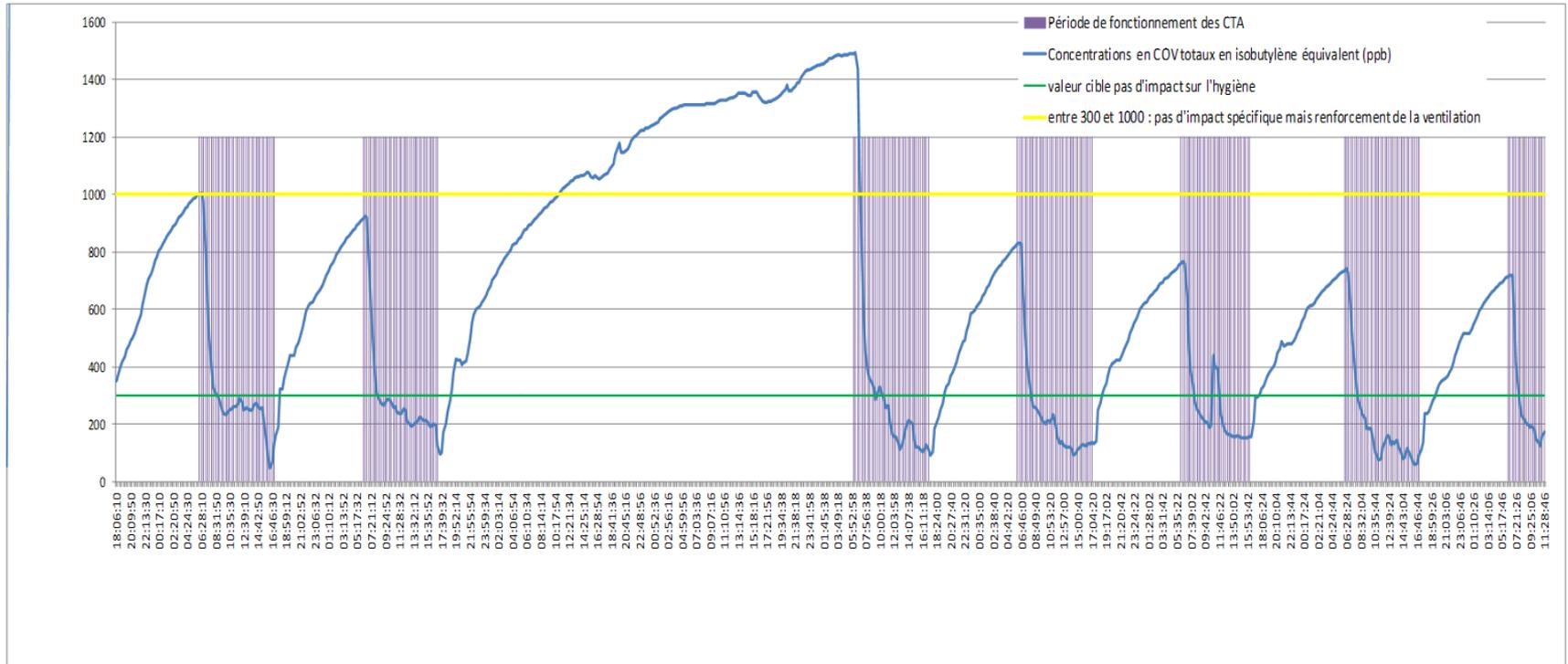
Bâtiment BBC :  
ventilation  
naturelle



Ventilation  
double flux



## La corrélation ventilation et enrichissement en COV

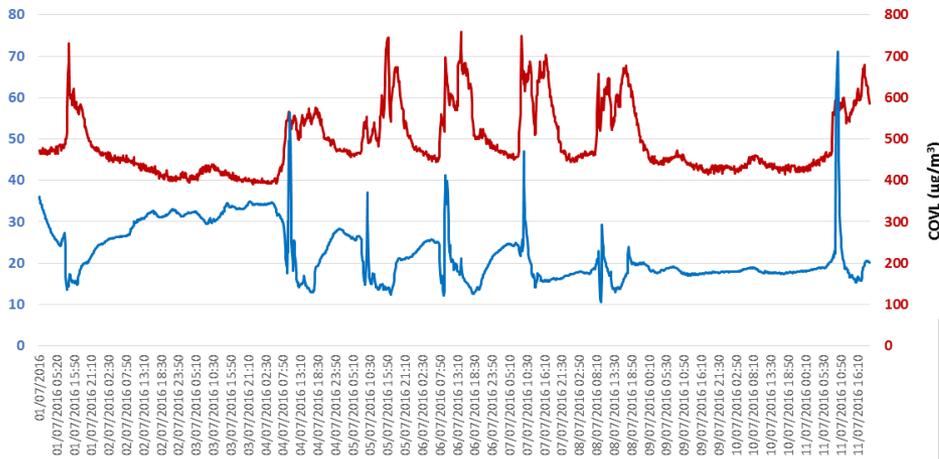


Mesures en continu : évaluation de l'exposition réelle des occupants

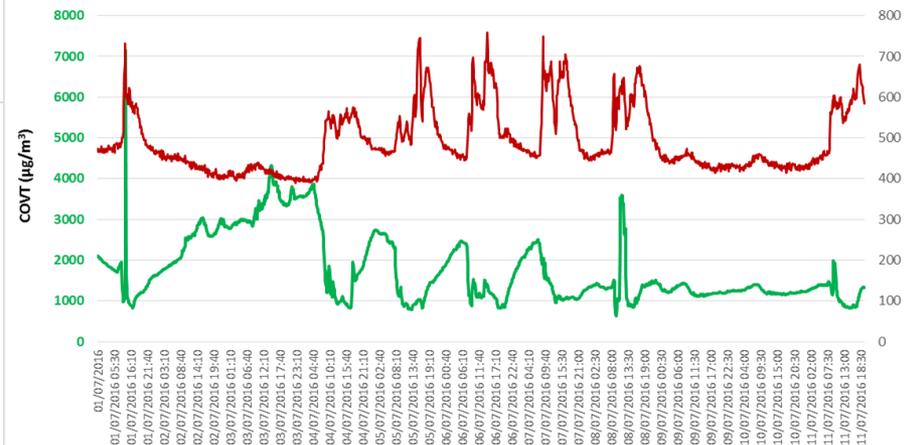
# Retours d'expérience en exploitation

## Activité humaine et pollution intérieure : sources liées au bâti

CO2 / COVL



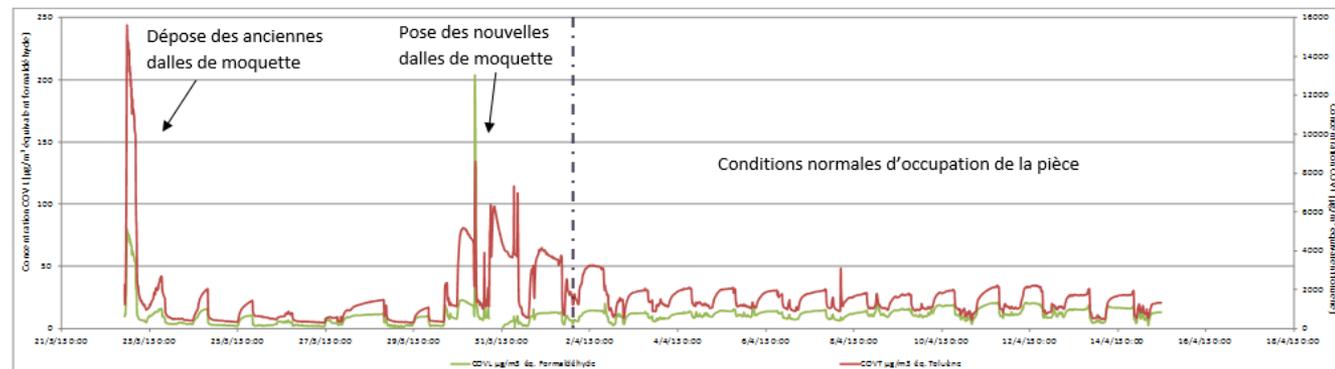
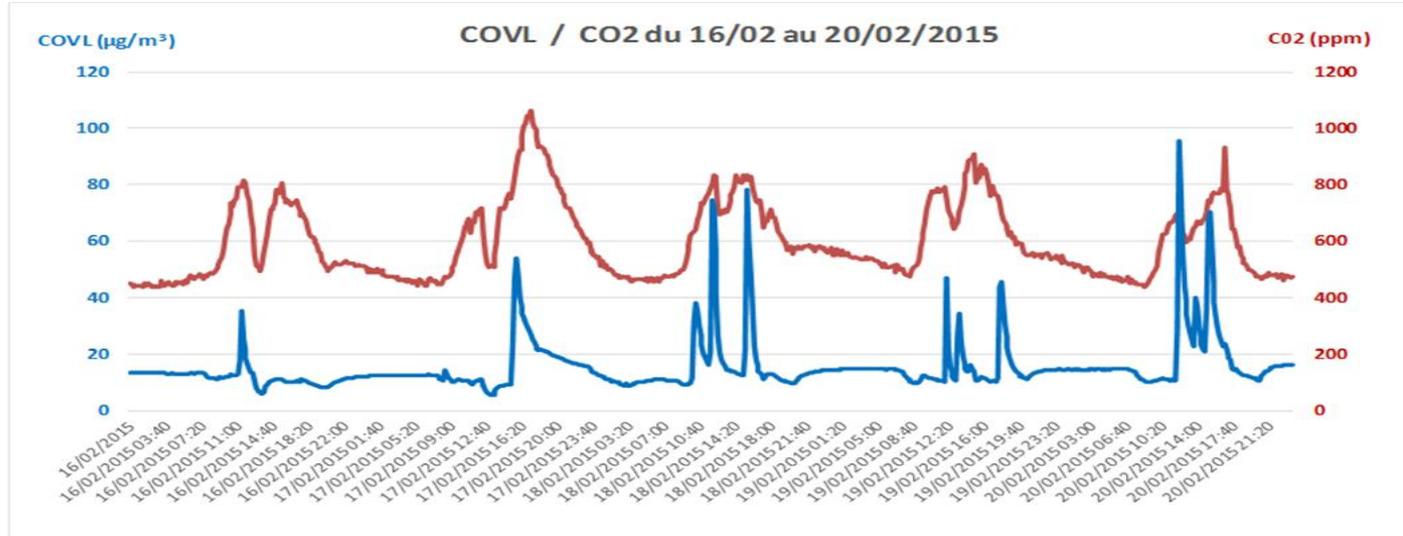
COVT / CO2



Discriminer le bâti , l'activité des occupants, les équipements

# Retours d'expérience en exploitation

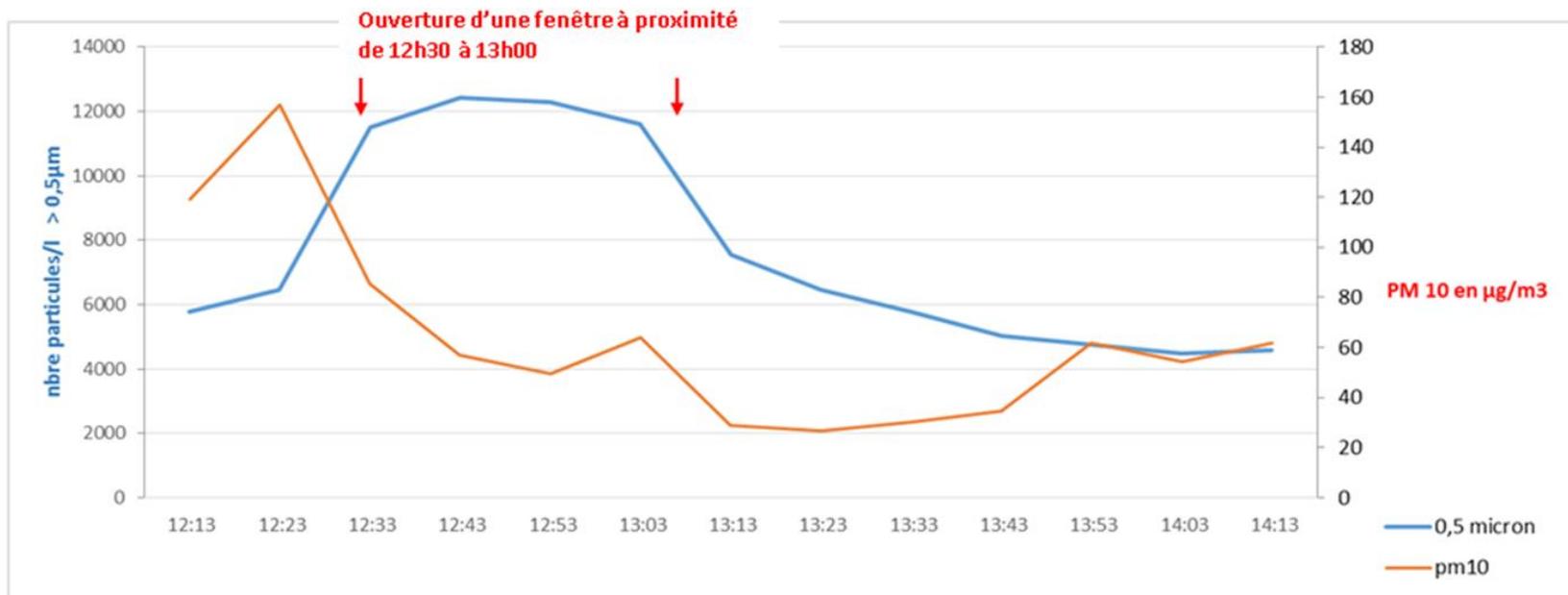
## Activité humaine et pollution intérieure : sources liées à l'activité humaine



Discriminer le bâti, l'activité des occupants, les équipements

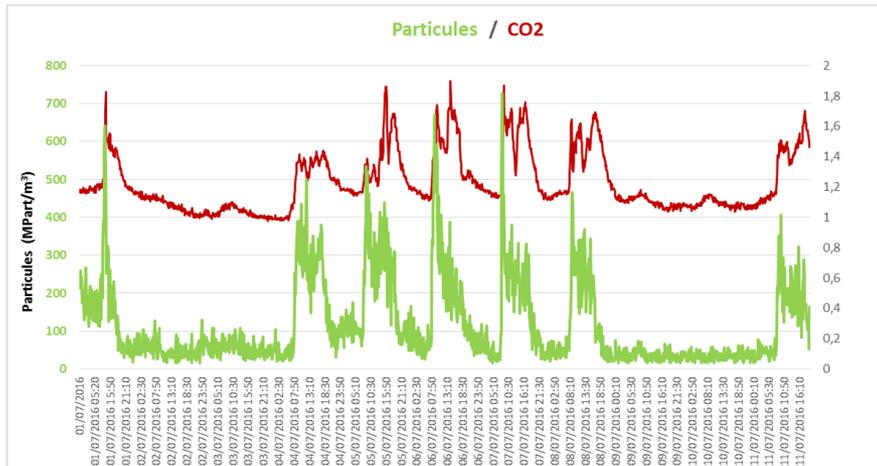


## Caractérisation de la pollution liée aux particules



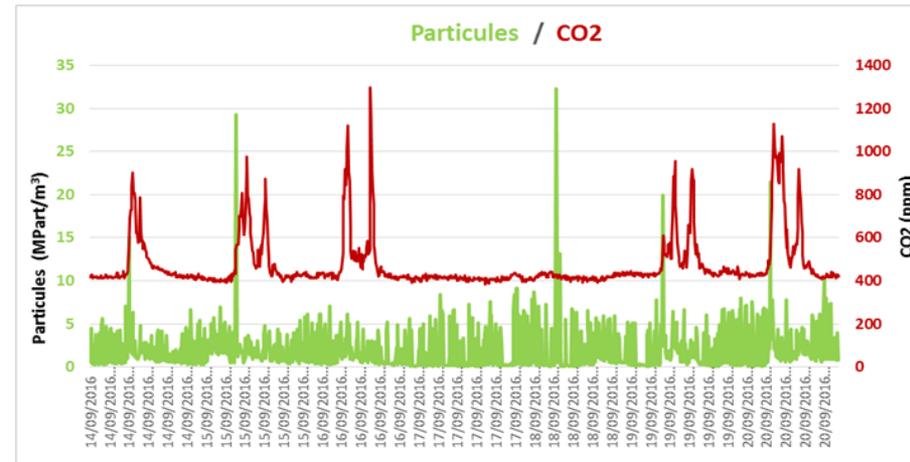
Pollution atmosphérique et pollution liée à l'activité humaine

## Caractérisation de la pollution liée aux particules



Double flux

Légère augmentation en occupation  
mais concentration particulaire qui  
reste maîtrisée



Simple flux

Variation des concentrations  
particulaires même hors activité  
humaine :  
concentration particulaire liée à  
l'activité humaine et à la pollution  
atmosphérique

**Ludovic MARCHINI,**

Ingénieur Développement de Solutions au Pôle  
Performance Durable chez Vinci Construction  
France

## La communication et la sensibilisation

La pollution dans l'air est invisible, ainsi, il était compliqué de communiquer entre les différents acteurs d'un projet de construction concernant les actions mise en place durant l'acte de construire.

L'instrumentation dynamique permet de rendre compte de l'influence des activités sur le chantier, des émissions des matériaux et de l'efficacité des systèmes. Nous pouvons maintenant être pro-actif et avoir un dialogue plus construit avec nos clients.

De la même manière, le suivi en continu permet de communiquer en interne sur les événements enregistrés. Ainsi, le personnel est plus attentif à ses actions sur le chantier. Cela nous permet d'illustrer des 1/4h de sensibilisation avec des données réelles.

## L'interprétation

L'instrumentation dynamique et l'étude des variations des différents paramètres nous permet d'analyser la qualité de l'air sur nos chantiers avant une campagne et pendant une campagne.

- Le premier nous permet d'analyser les tendances de QAI dans les zones tests afin d'établir un plan de correction si nécessaire (décalage de planning, moyens supplémentaires de sur-ventilation...).
- Le second nous donne un moyen d'interprétation des données moyennes des campagnes. Ainsi, en cas de dépassement, nous pouvons comprendre si celui-ci est dû à un évènement ponctuel ou alors à un dépassement moyen sur la semaine.

Merci

Vos questions ?

Note de cadrage disponible en ligne :

[www.hqegbc.org](http://www.hqegbc.org)