

# Les leçons à tirer du projet de recherche MERMAID.

Benjamin Hanoune

PC2A – UMR 8522 CNRS/Université de Lille



Université  
de Lille

30 septembre 2019

ET'Air - Université de Valenciennes

# MERMAID : Mesures expérimentales Représentatives et Modélisation Air Intérieur Détaillée

Caractérisation détaillée de l'air intérieur des bâtiments basse consommation

**Coralie SCHOEMAECKER, PC2A, Université de Lille**

Nadine Locoge, SAGE, Mines Douai

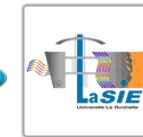
Stéphane Le Calvé, ICPEES, Université de Strasbourg

Nathalie Leclerc, ASPA Alsace

Nadège Blond, LIVE, Université de Strasbourg

Patrice Blondeau, LaSIE, Université de La Rochelle

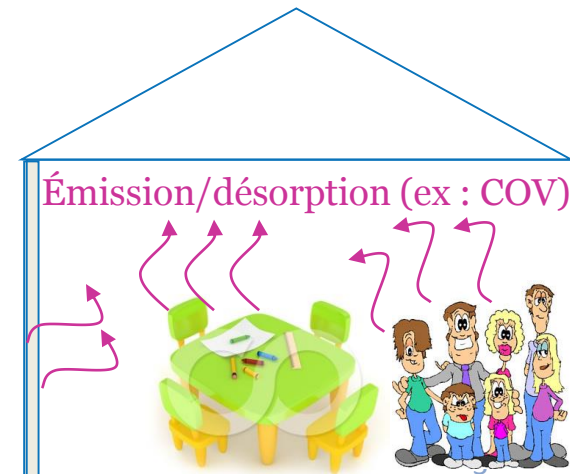
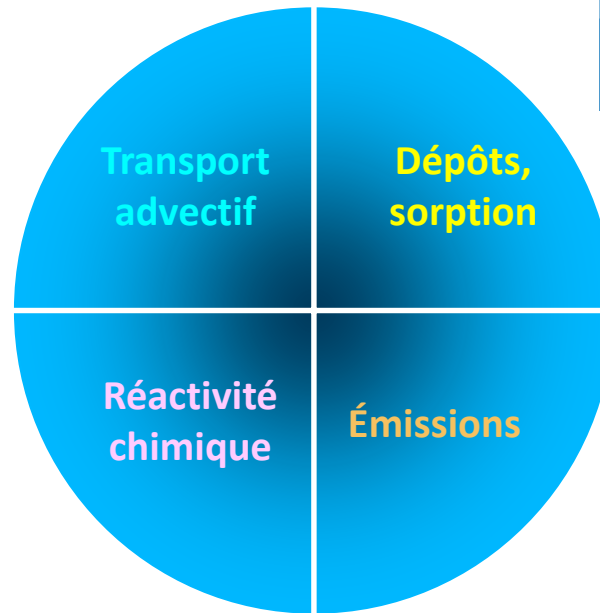
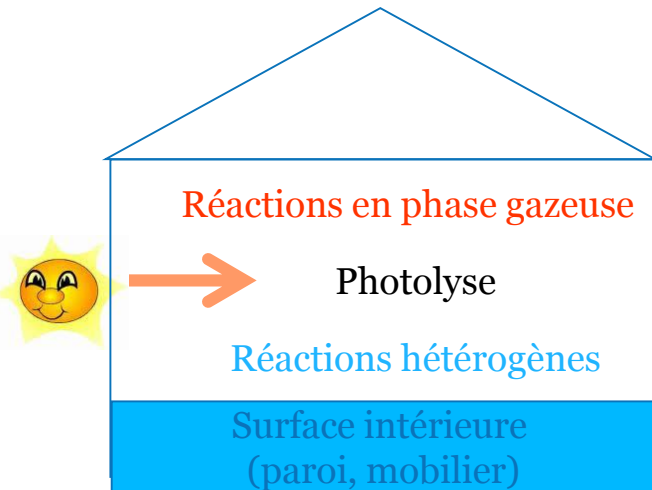
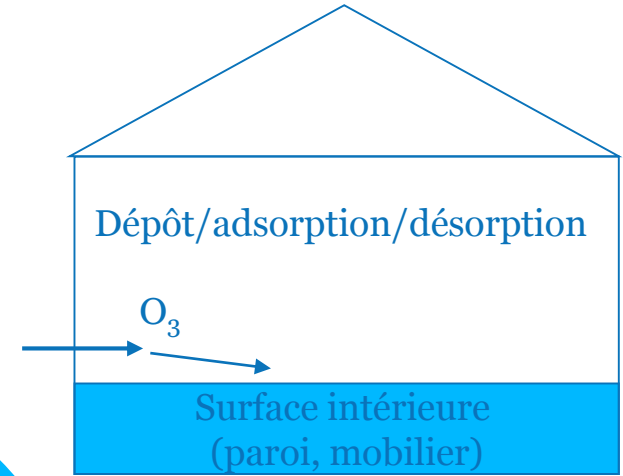
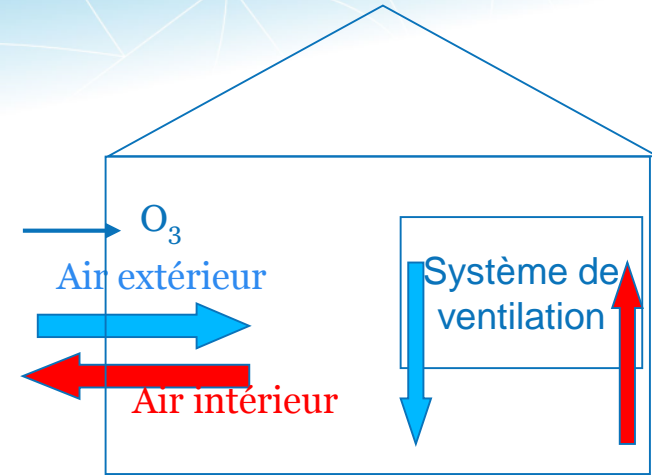
Et les collaborateurs, doctorants, post-doctorants impliqués dans le projet



Rapport final disponible sur le site de l'ADEME

<http://www.primequal.fr/fr/mermaid-caracterisation-detaillee-de-lair-interieur-des-batiments-basse-consommation-mesures>

# Processus physicochimiques en air intérieur





# Les questionnements

## Qualité de l'Air Intérieur

gouvernée par un grand nombre de processus physiques et chimiques

## Besoin de comprendre pour prédire

les niveaux de concentrations en polluants en air intérieur

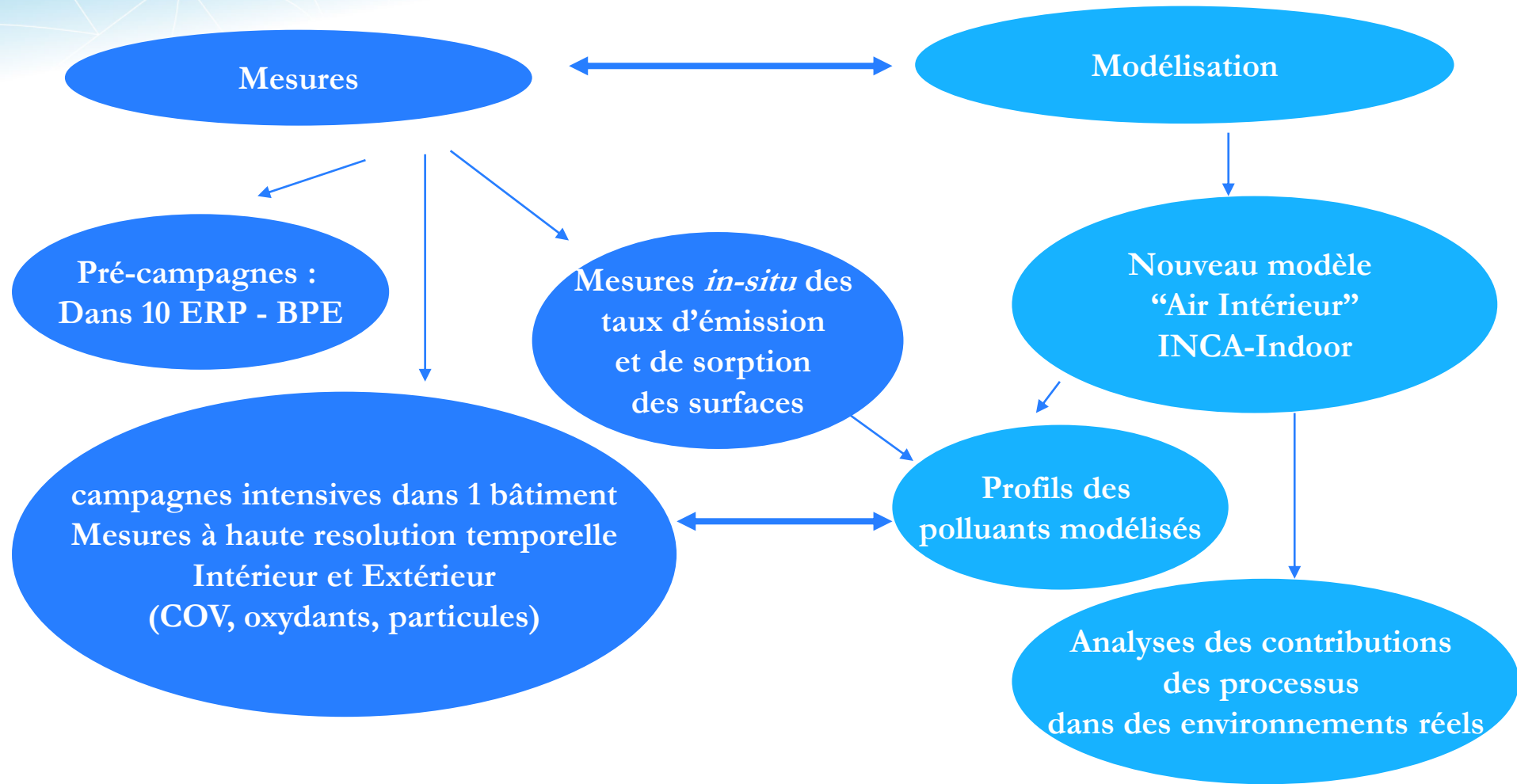
Nouveaux enjeux liés aux nouveaux bâtiments  
(Bâtiment Performants en Energie)

Quels sont les phénomènes importants en air intérieur ?

Comment les conditions impactent les niveaux de polluants ?

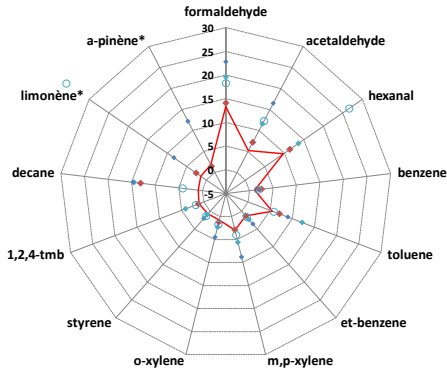
Existe-t-il des polluants ou comportements à risque spécifiques aux BPE ?

# Méthodologie

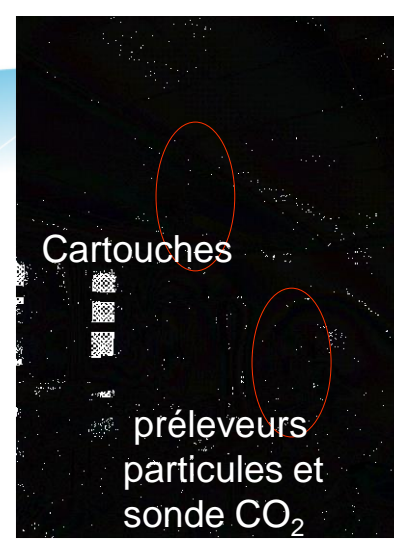


# Pré-campagnes

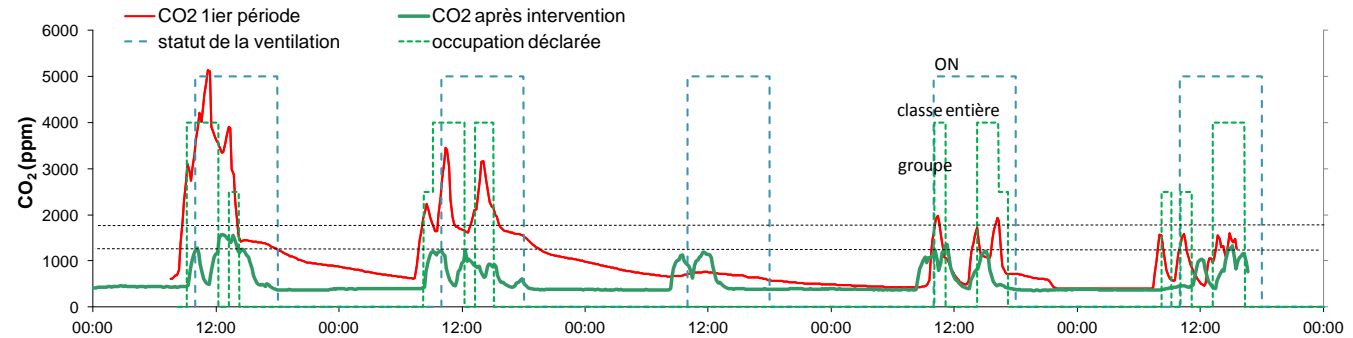
## Empreinte chimique des bâtiments



- logements, campagne 2007
- logements individuels BPE, 2014
- Ecoles européennes
- BPE, 2016
- Ces travaux



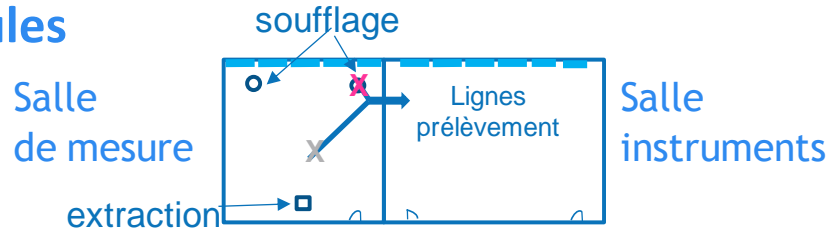
## Niveau en dioxyde de carbone



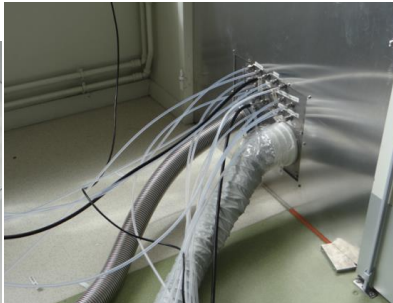
- ⇒ Niveaux en polluants globalement plus bas que bâtiments conventionnels
- ⇒ Grande hétérogénéité des COV présents entre les bâtiments
- ⇒ Fonctionnement de la ventilation très critique

# Campagnes intensives

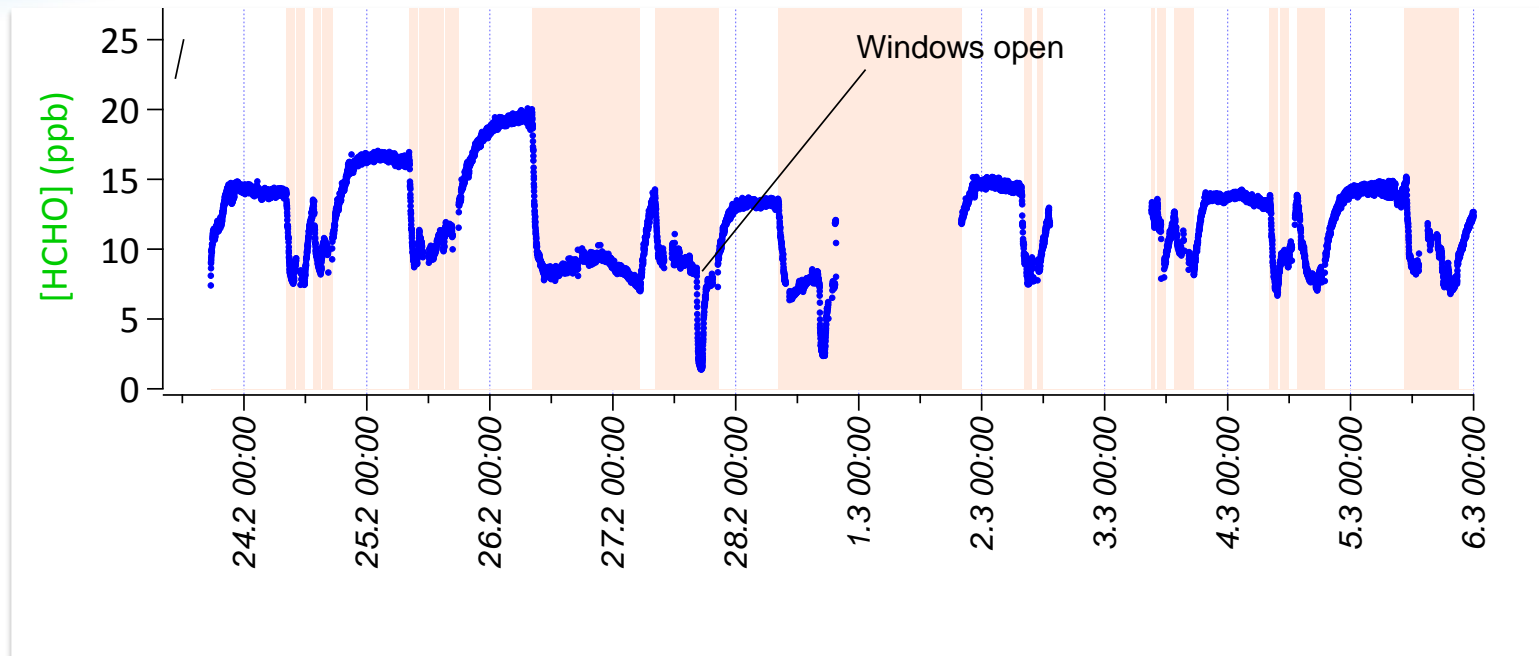
Suivi de nombreux COV, de l'ozone, NO, NO<sub>2</sub>, lumière, oxydants, particules



Mesures taux d'émission, sorption



# Un exemple: le formaldéhyde



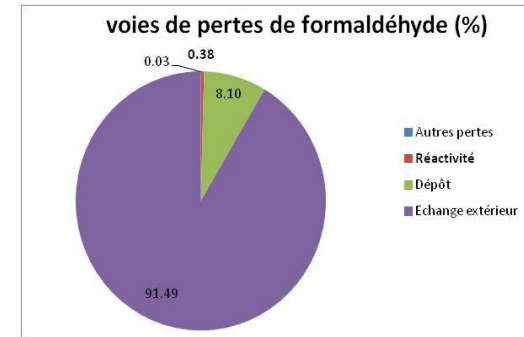
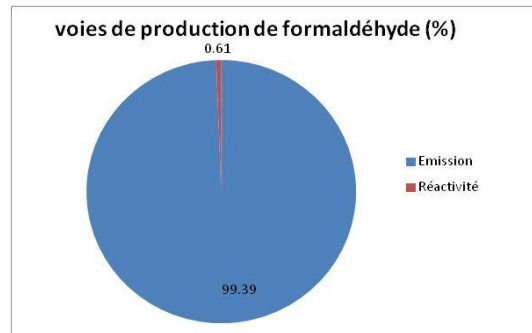
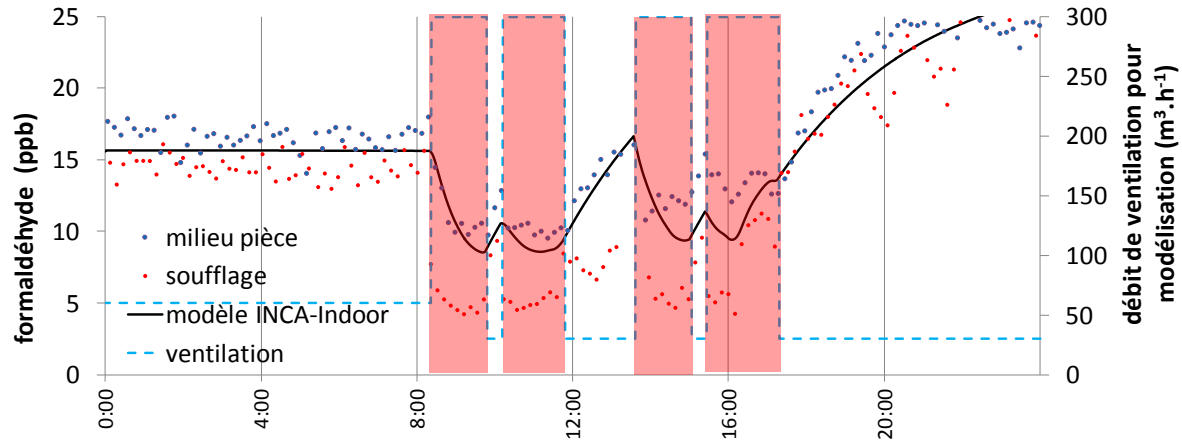
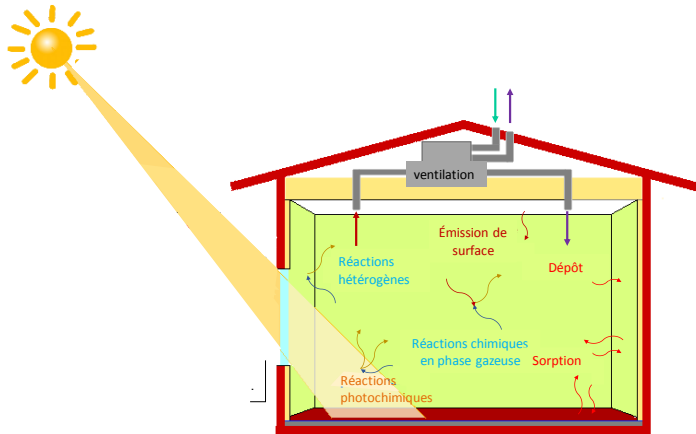
**Emissions par le bâtiment**

**Remontée rapide des niveaux en formaldéhyde à l'arrêt de la ventilation**

**Même en fonctionnement, ventilation insuffisante pour abaisser les niveaux.**



# Comparaisons mesures-modèle



**Bon accord entre mesure et modélisation**

**Dans ce bâtiment, en condition normale d'utilisation, peu d'impact de la chimie**

# Quelques enseignements directs

## Suivi de la QAI dans les bâtiments à ventilation intermittente

Privilégier des échantillonnages en période d'occupation

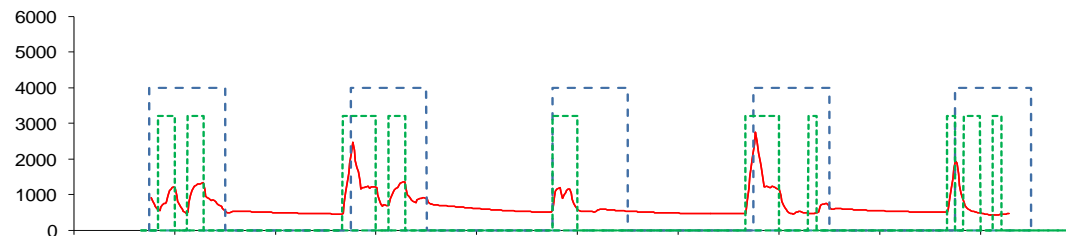
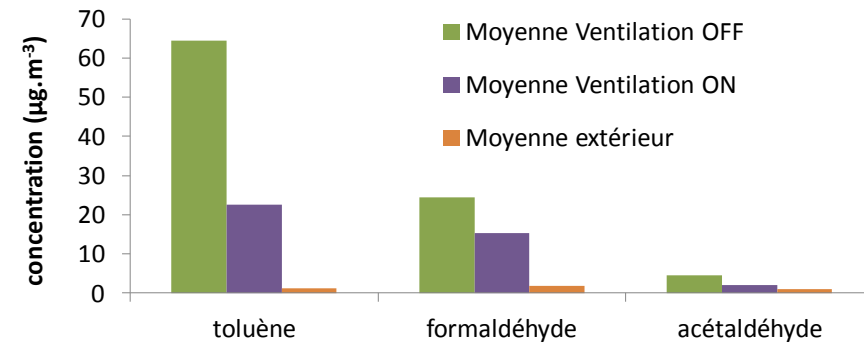
## Matériaux de construction

Inclure les terpènes dans l'étiquetage

## Ventilation

Vérification simple et régulière du fonctionnement

Adapter la ventilation à l'occupation



# Recommandations

Prendre en compte la distribution des polluants dans la pièce

Utilisation de capteurs, de modélisation 3D

Détailler les interactions  
air-matériaux

Mise en place et évaluation  
de méthodes de  
caractérisation de la  
réactivité chimique



Intégrer le rôle des  
occupants

Définir les interaction  
air-occupants  
surfaces-occupants  
Et leur exposition

Intégrer les interactions QAI-conception de bâtiment 

Développement d'un outil à destination d'un public plus large

# Quelques enseignements indirects

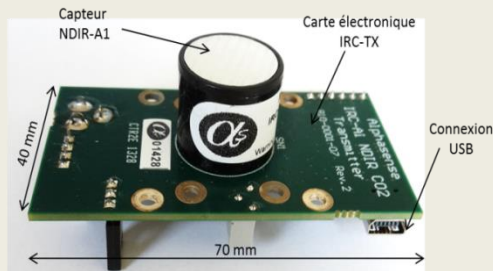
- Les limites de mise en œuvre du projet MERMAID
  - Beaucoup de matériel, logistique compliquée
  - Le bâtiment doit être disponible, accessible, vide, sans ses occupants...
  - Tous les compétences techniques doivent être réunies (chimie, ventilation, énergétique, architecture...)
- A quoi peuvent servir des études comme MERMAID ?
  - À mettre en évidence les phénomènes à étudier (air/surfaces, interactions air/occupants) en laboratoire
  - A valider les résultats de laboratoires
- De nouveaux moyens d'études in situ:
  - Faut-il recommencer des campagnes comme MERMAID ?
  - Moyen alternatif : capteurs miniatures



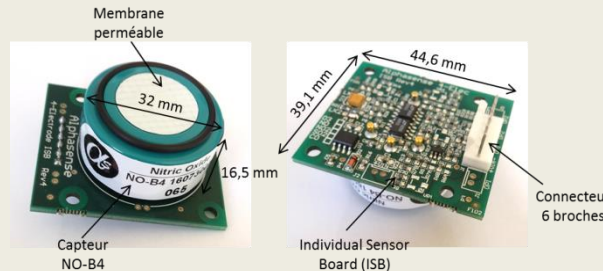
# Systemes multicateurs à MERMAID



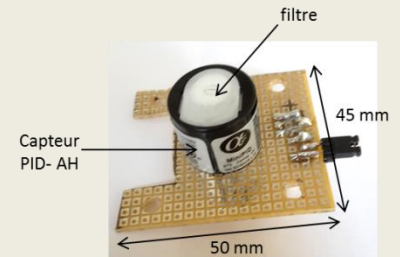
5 multi-sensors systems deployed in a classroom



*NDIR-A1 CO<sub>2</sub> sensor*

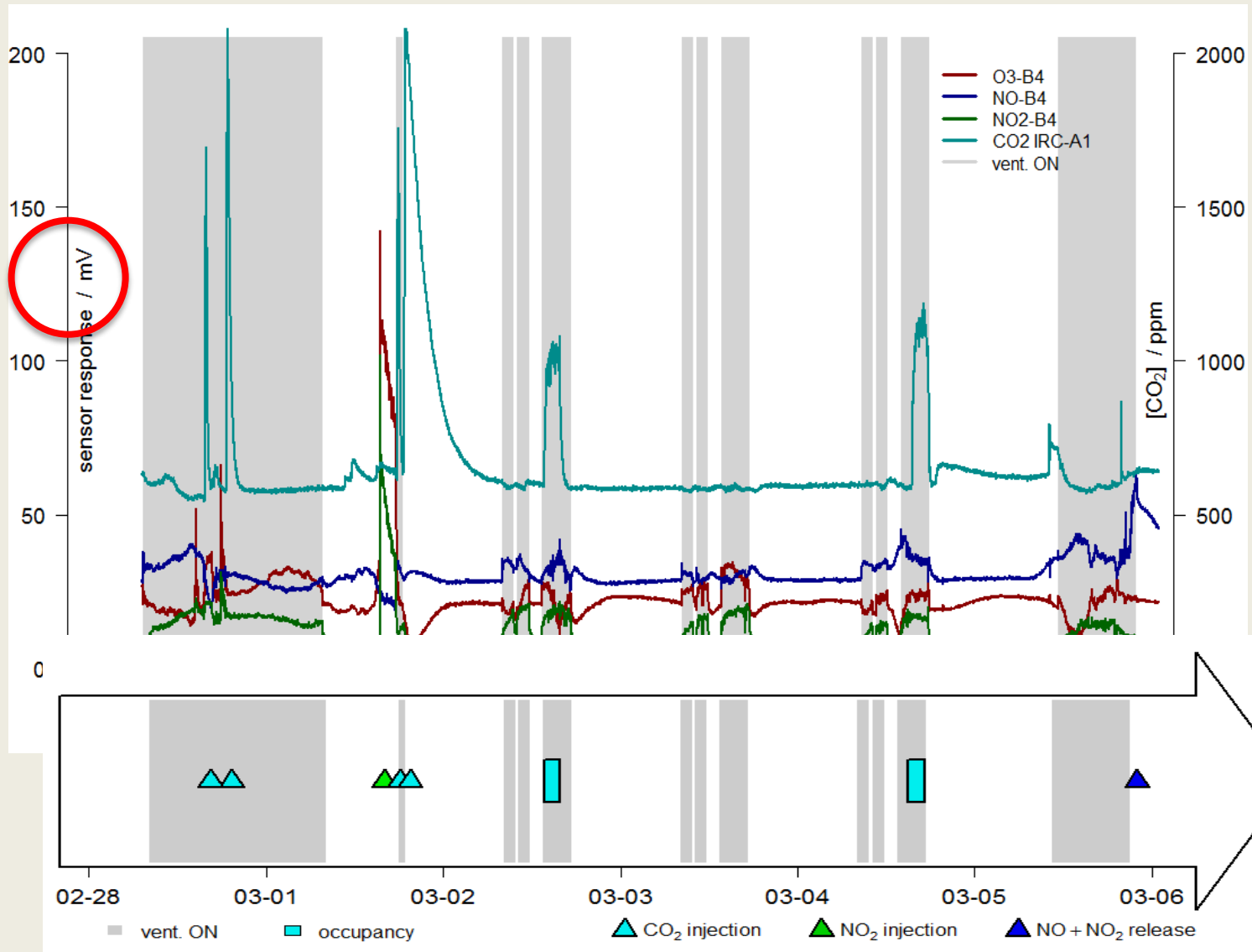


*NO-B4 electrochemical sensor  
Same technology for NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, CO  
ET'Air , 30 septembre 2019*

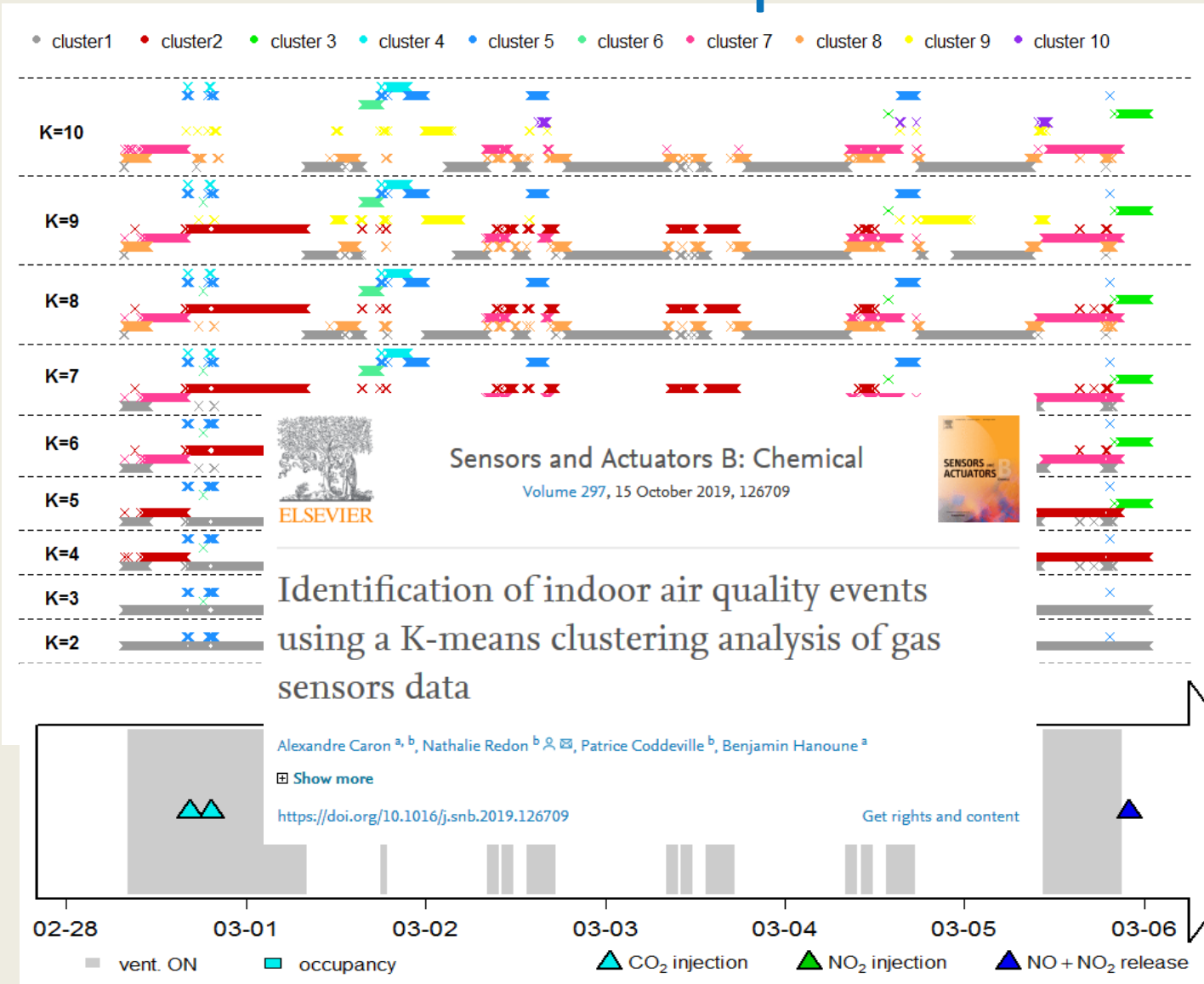


*PID-AH VOC sensor*

# Signaux bruts des capteurs



# Classification automatique



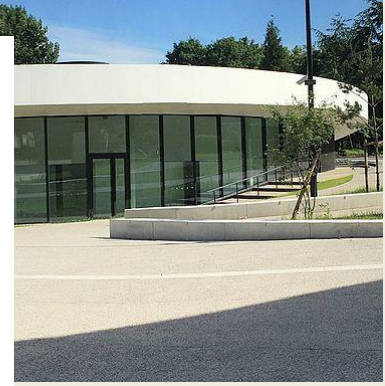
# Les leçons à tirer

- Encore des points-clés à étudier pour comprendre la QAI :
  - Chimie: surfaces, occupants
  - Autres: inhomogénéités, thermique, aéraulique...
- Les capteurs : des nouveaux outils pour étudier la QAI, mais n'auront pas réponse à toutes les questions, et nécessitent d'être validés au préalable
- Besoin de travail en laboratoire
- Besoin de simulation
- Et de quelques mesures (lourdes) de terrain.

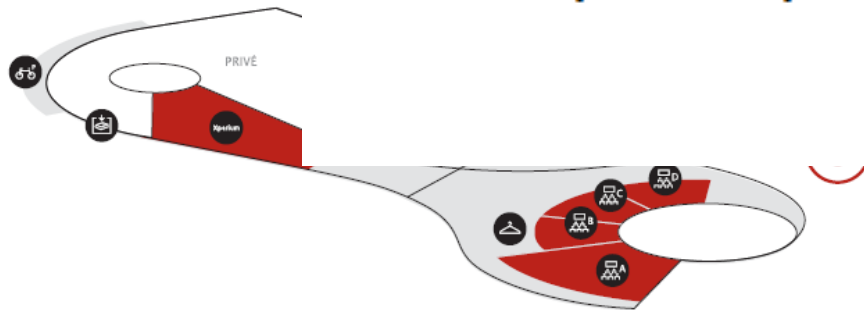
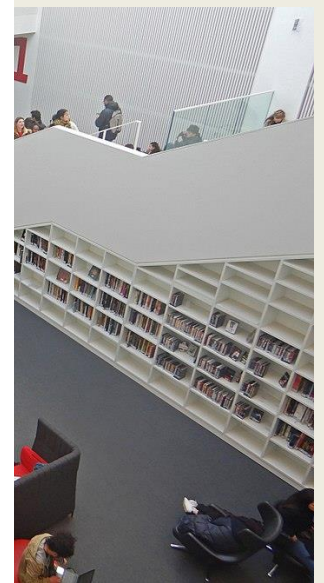
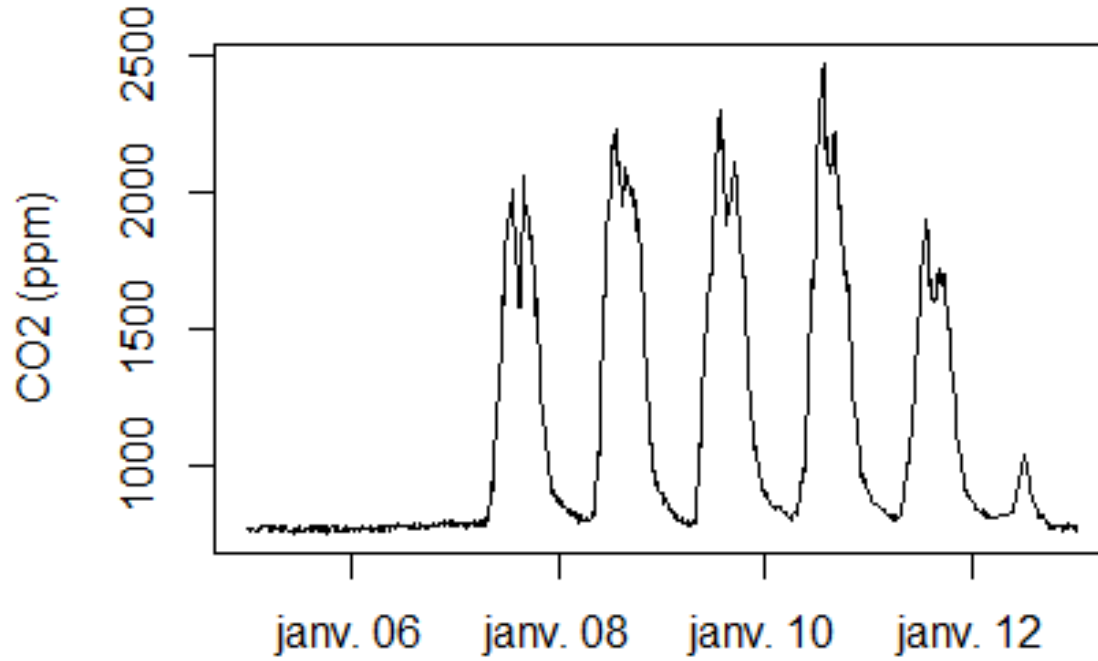


# Mon opinion personnelle

- L'étude de la QAI est importante pour s'assurer de la santé et du confort des occupants
- Mais on considère la QAI uniquement d'un point de vue bâtiment : « Bâtiments performants et QAI », « Ventilation et QAI », « Peintures dépolluantes », « Simuler la QAI pour la conception de bâtiments sains », « QAI et défis énergétiques »...
- Qui s'occupe des occupants, de leur comportement, leurs activités, leur appropriation du bâtiment, leurs critères et degrés de satisfaction... ???



## cafeteria



# Mon opinion personnelle

- L'étude de la QAI est importante pour s'assurer de la santé et du confort des occupants
- Mais on considère la QAI uniquement d'un point de vue bâtiment : « Bâtiments performants et QAI », « Ventilation et QAI », « Peintures dépolluantes », « Simuler la QAI pour la conception de bâtiments sains », « QAI et défis énergétiques »...
- Qui s'occupe des occupants, de leur comportement, leurs activités, leur appropriation du bâtiment, leurs critères et degrés de satisfaction... ???

Questions ?