

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

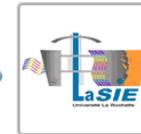
Stéphane Le Calvé, ICPEES, Université de Strasbourg

Nathalie Leclerc, ASPA Alsace

Nadège Blond, LIVE, Université de Strasbourg

Patrice Blondeau, LaSIE, Université de La Rochelle

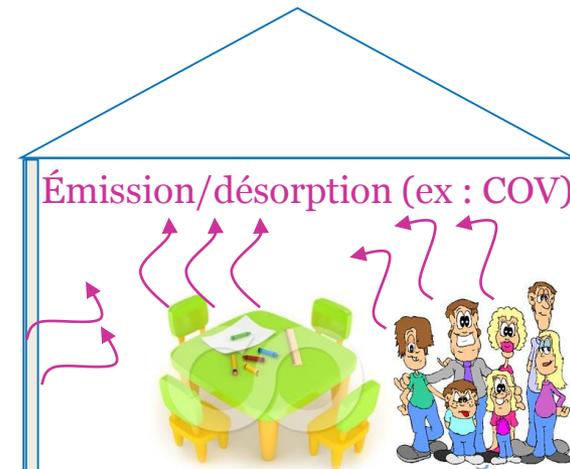
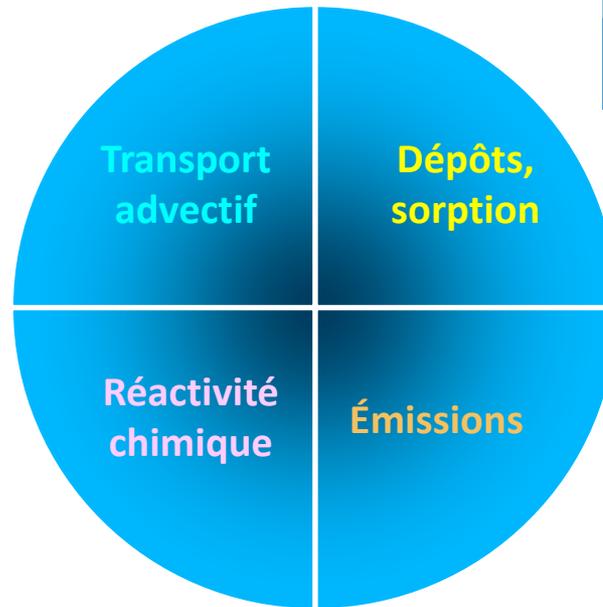
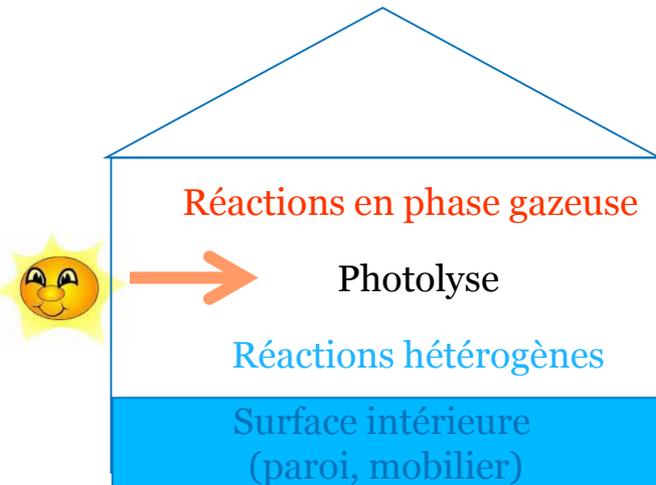
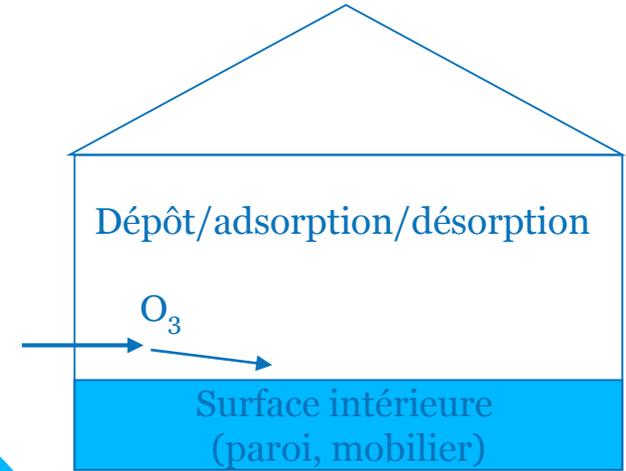
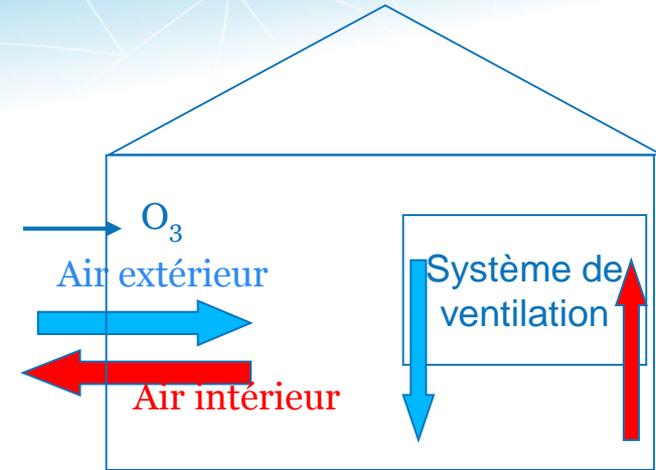
Et les collaborateurs, doctorants, post-doctorants impliqués dans le projet



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

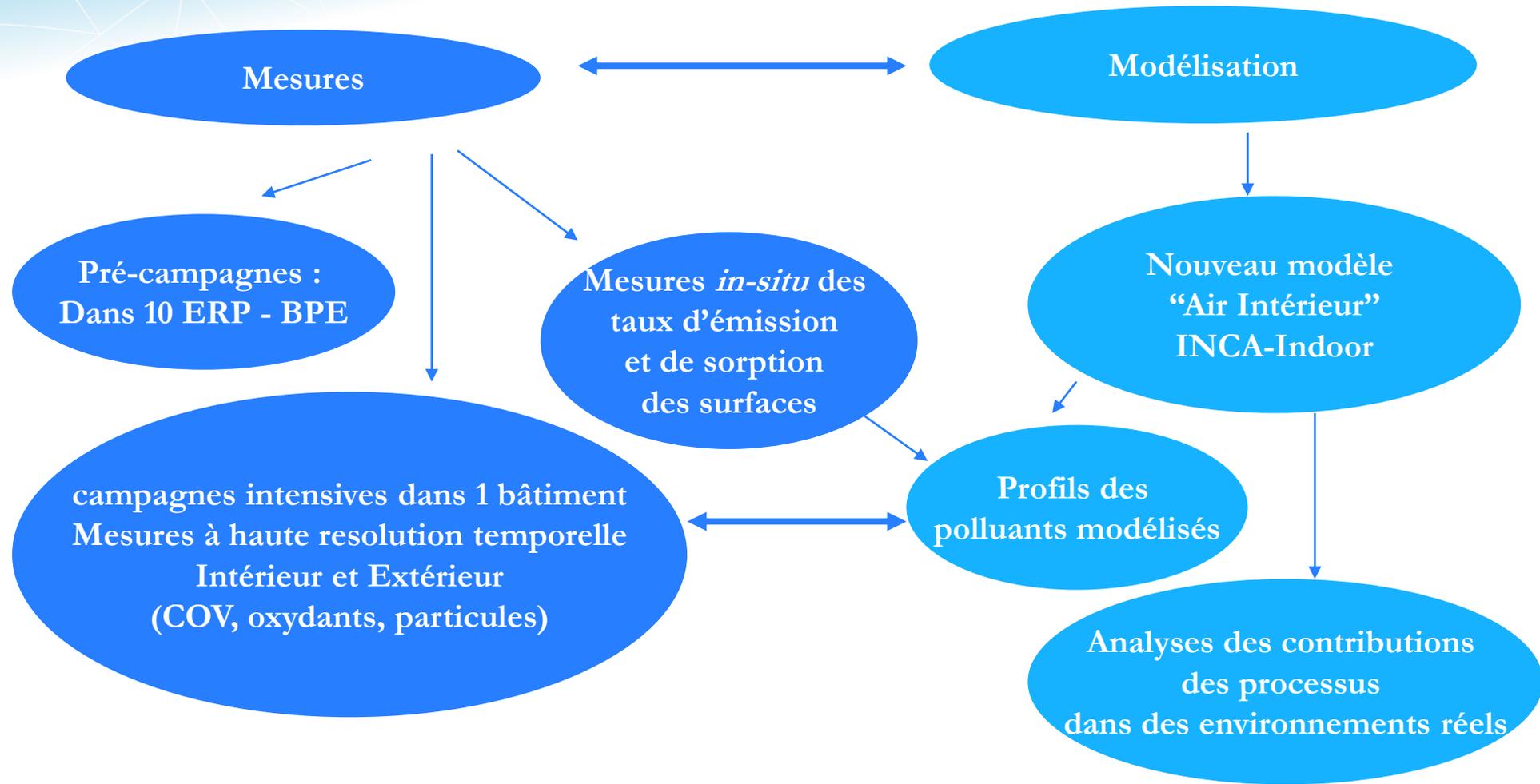
Nouveaux enjeux liés aux nouveaux bâtiments
(Bâtiment Performants en Energie)

Quels sont les phénomènes importants en air intérieur ?

Comment les conditions impactent les niveaux de polluants ?

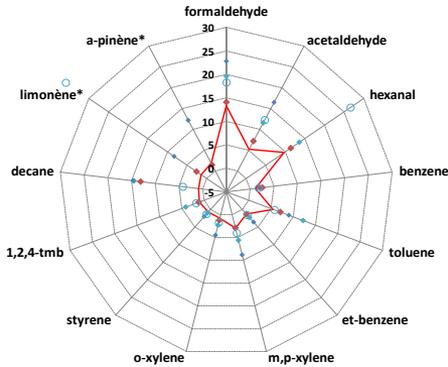
Existe-t-il des polluants ou comportements à risque spécifiques aux BPE ?

Méthodologie

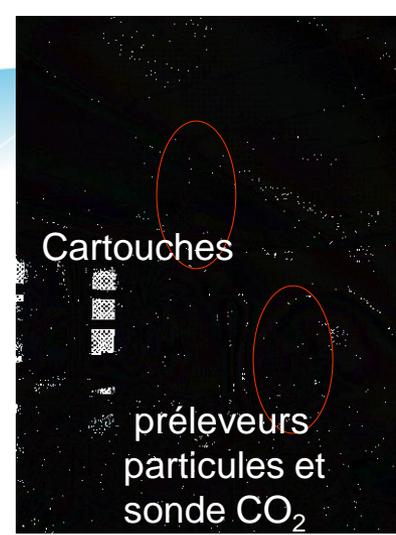


Pré-campagnes

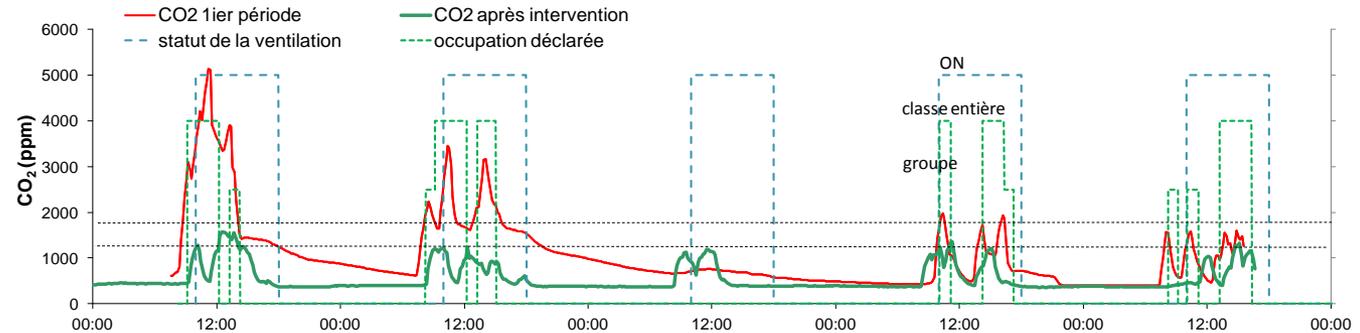
Empreinte chimique des bâtiments



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



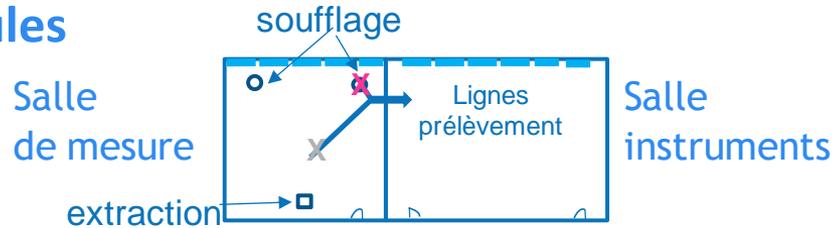
Niveau en dioxyde de carbone



- ⇒ 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

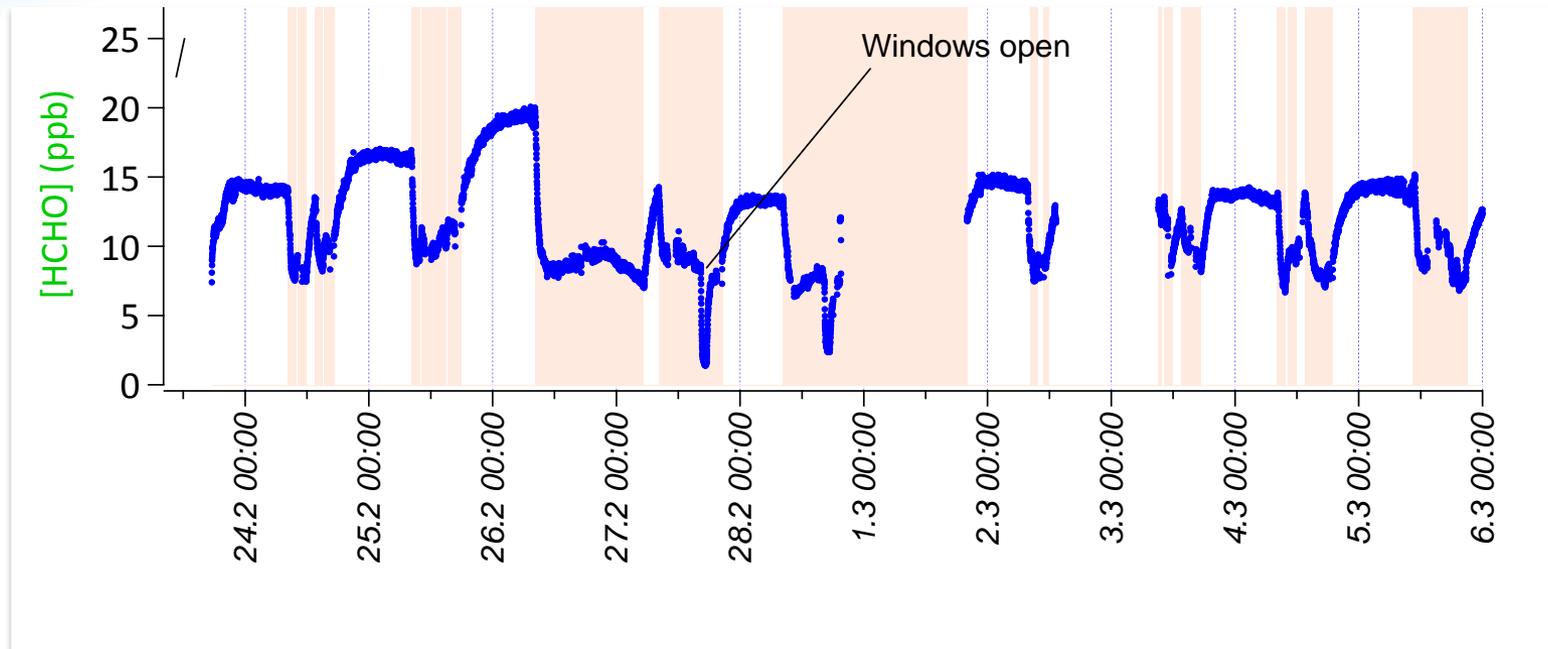
Suivi de nombreux COV, de l'ozone, NO, NO₂, lumière, oxydants, particules



Mesures taux
d'émission, sorption



Un exemple: le formaldéhyde

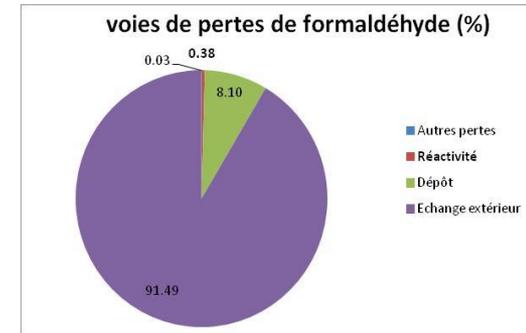
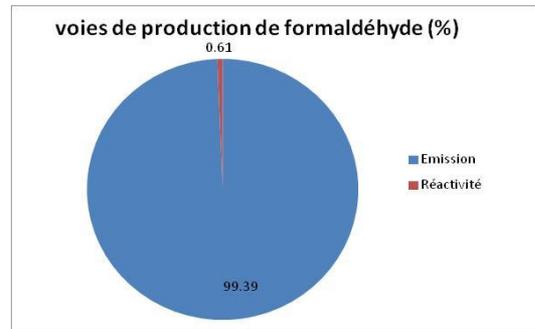
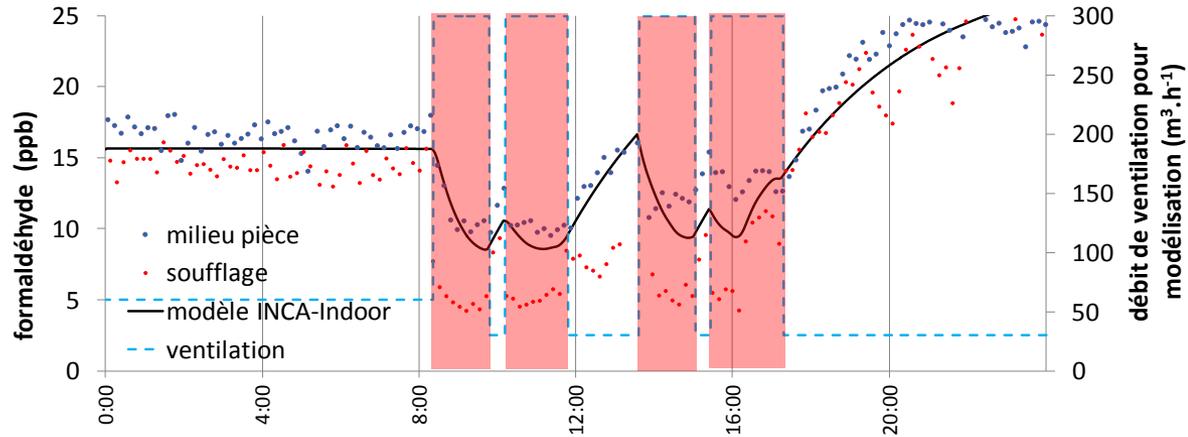
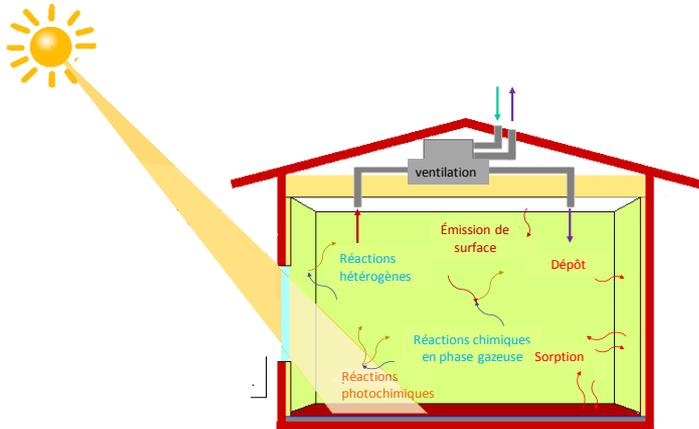


Emissions par le bâtiment

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

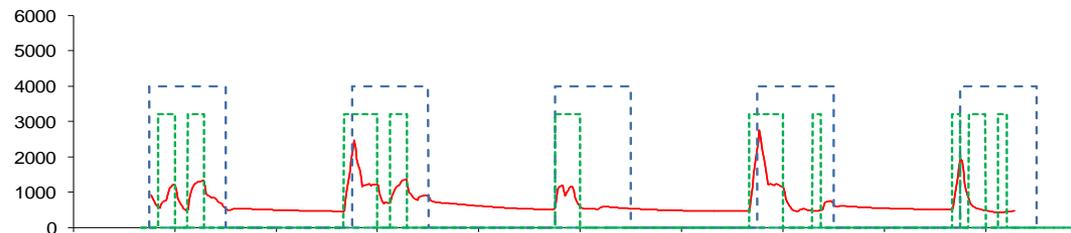
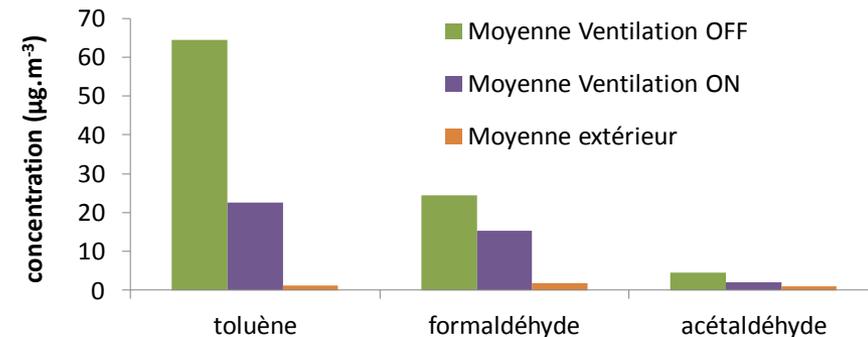
Matériaux de construction

Inclure les terpènes dans l'étiquetage

Ventilation

Vérification simple et régulière du fonctionnement

Adapter la ventilation à l'occupation



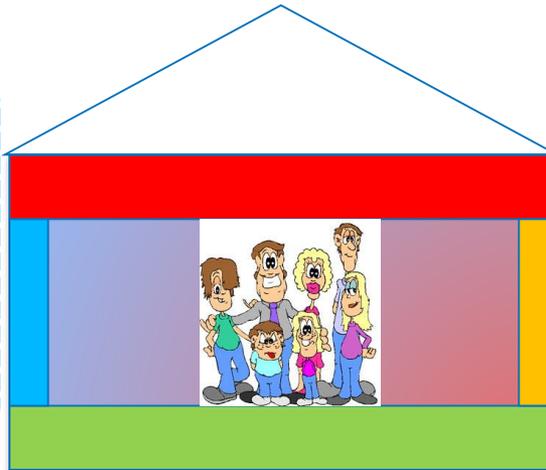
Recommandations

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

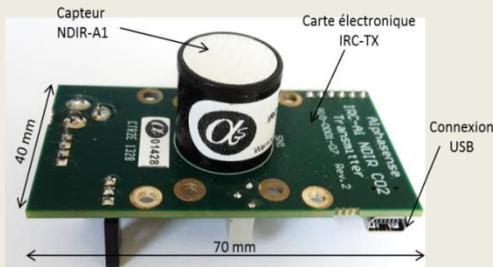
Quelques enseignements indirects

- 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

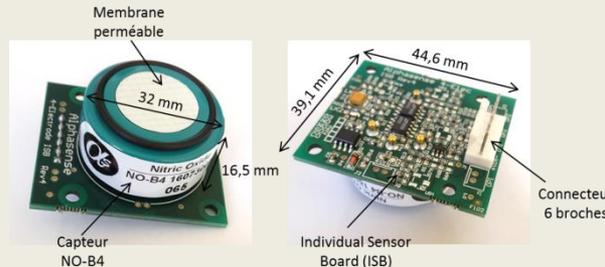
Systemes multicateurs à MERMAID



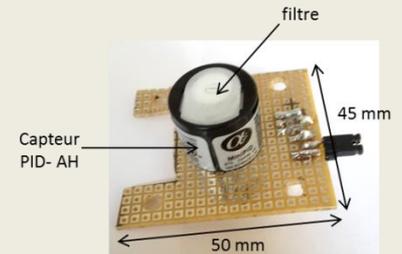
5 multi-sensors systems deployed in a classroom



NDIR-A1 CO₂ sensor

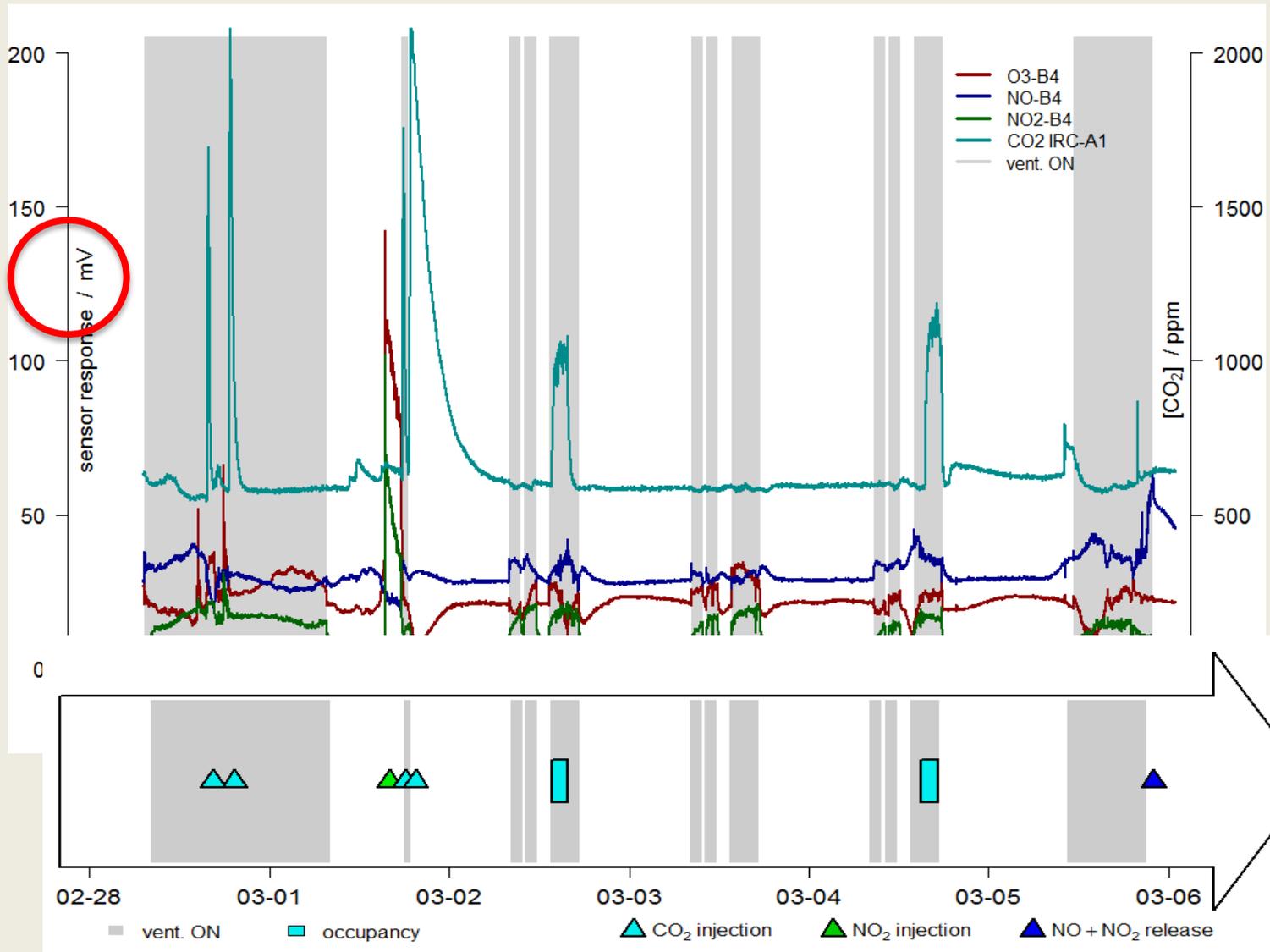


*NO-B4 electrochemical sensor
Same technology for NO₂, O₃, CO
ET'Air , 30 septembre 2019*

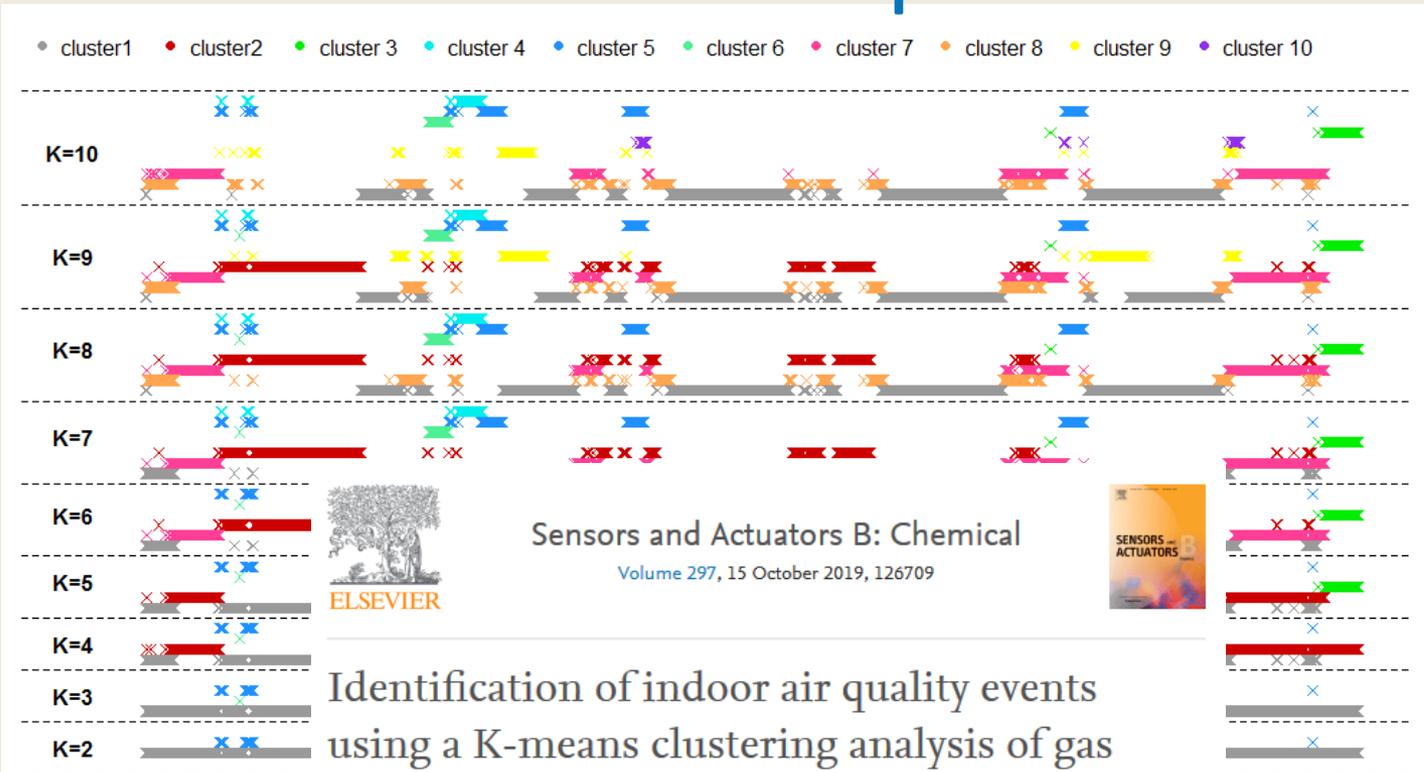


PID-AH VOC sensor

Signaux bruts des capteurs



Classification automatique



Sensors and Actuators B: Chemical

Volume 297, 15 October 2019, 126709



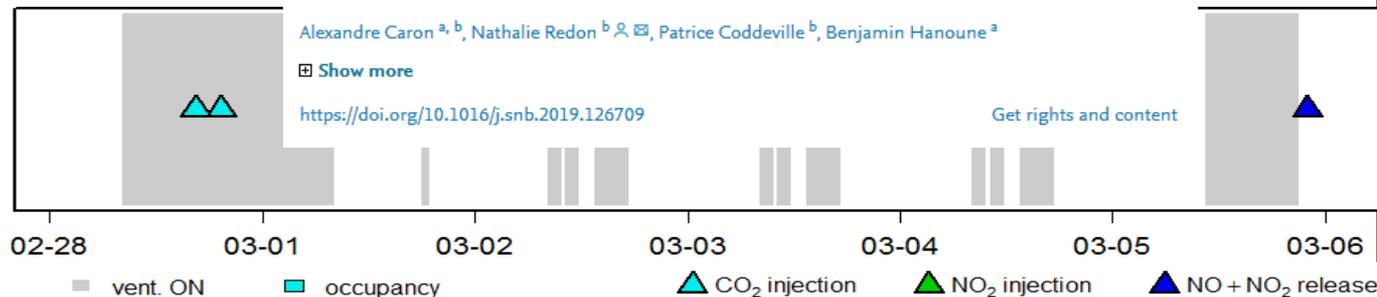
Identification of indoor air quality events using a K-means clustering analysis of gas sensors data

Alexandre Caron ^{a, b}, Nathalie Redon ^b ✉, Patrice Coddeville ^b, Benjamin Hanoune ^a

Show more

<https://doi.org/10.1016/j.snb.2019.126709>

Get rights and content



Les leçons à tirer

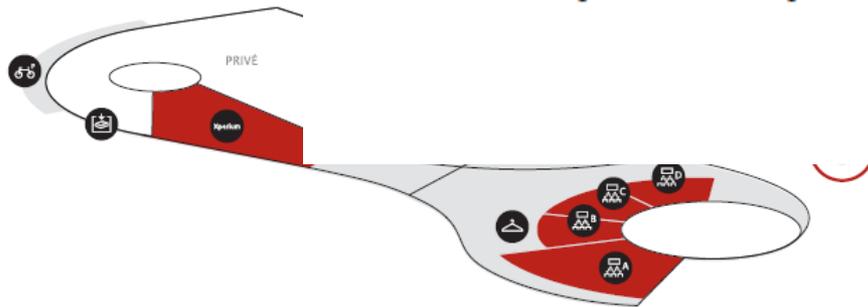
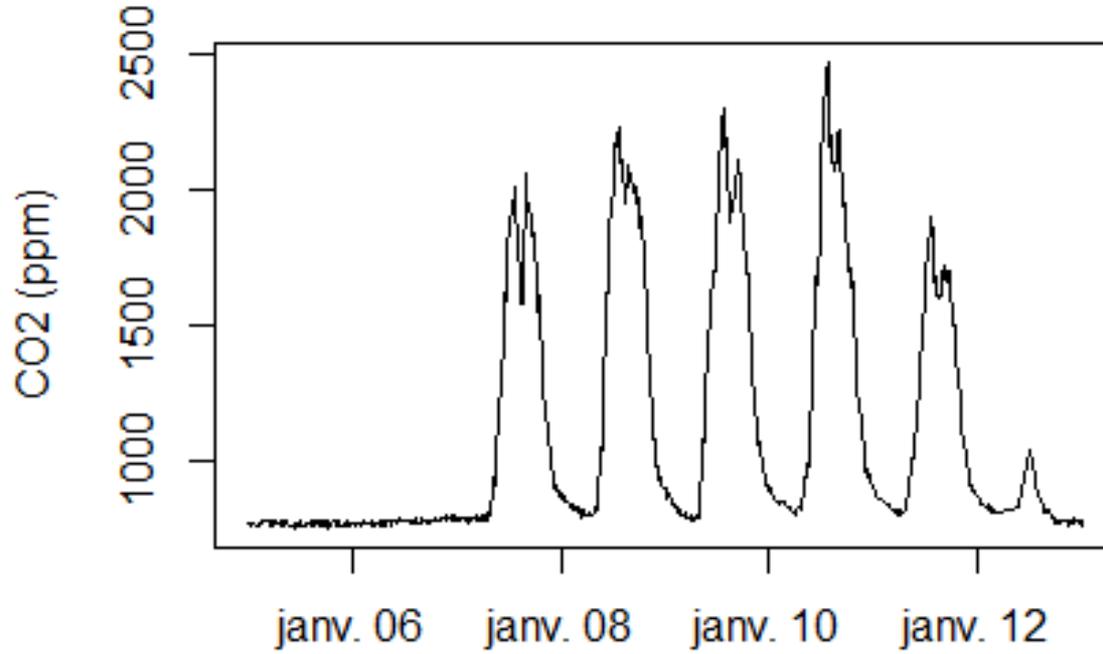
- Encore des points-clés à étudier pour comprendre la QAI :
 - Chimie: surfaces, occupants
 - Autres: inhomogénéités, thermique, aéraulique...
- Les capteurs : des nouveaux outils pour étudier la QAI, mais n'auront pas réponse à toutes les questions, et nécessitent d'être validés au préalable
- Besoin 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 ?