



Maxence MENDEZ

Co-fondateur



LA MODÉLISATION AU SERVICE DE LA QAI



DÉFIS BÂTIMENT SANTÉ PARIS, JUIN 2017 LA SANTÉ, MOTEUR D'INNOVATIONS DU BÂTIMENT

Modélisation ? Idéalisation ? Simulation numérique!



□ Développement d'un outil

- Description mathématique des phénomènes
- Identifier les données nécessaires
- Faire les hypothèses simplificatrices



□ Usages de l'outil

- Répond-il à la question posée ?
- Interprétation des résultats ?



Simulation de la qualité de l'air extérieur



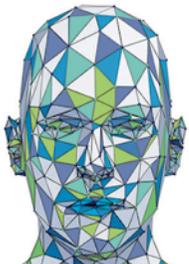
- ❑ **Disparition de l'ozone stratosphérique**
Formation de l'ozone troposphérique



- ❑ **Modèles développés**
 - Chimie,
 - Météo,
 - Chimie-transport
 - Emissions de polluants (nature, activités humaines)
 - Interactions chimie-climat



- ❑ **Études d'impact local**
Prévision nationale de la qualité de l'air à 2 jours
Projections climatiques



Simulation de la qualité de l'air intérieur



□ 1^{er} modèle publié en 1986 !

Mathematical Modeling of Chemically Reactive Pollutants in Indoor Air

William W. Nazaroff and Glen R. Cass*

$$\frac{d[X]}{dt} = \{Emission\} + \{Echange\ air\} + \{Prod\ \chi\} - \{Loss\ \chi\} [X] - \{Dépôt\}[X]$$



□ Grande diversité des sources

- Matériaux, Mobilier, Extérieur, Chimie ...

□ Variabilité spatiale de la qualité d'air

- au sein d'une pièce, entre les pièces ...

□ Responsabilité diluée

- Fabricant de matériaux, Mise en œuvre, usages ...





Projet MERMAID

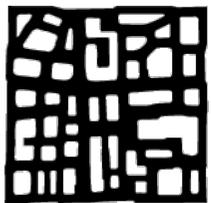
□ Comprendre la réactivité chimique en air intérieur et l'impact des constructions BBC sur la QAI



- Réalisation de précampagnes de mesures
10 ERP – Mesures différées

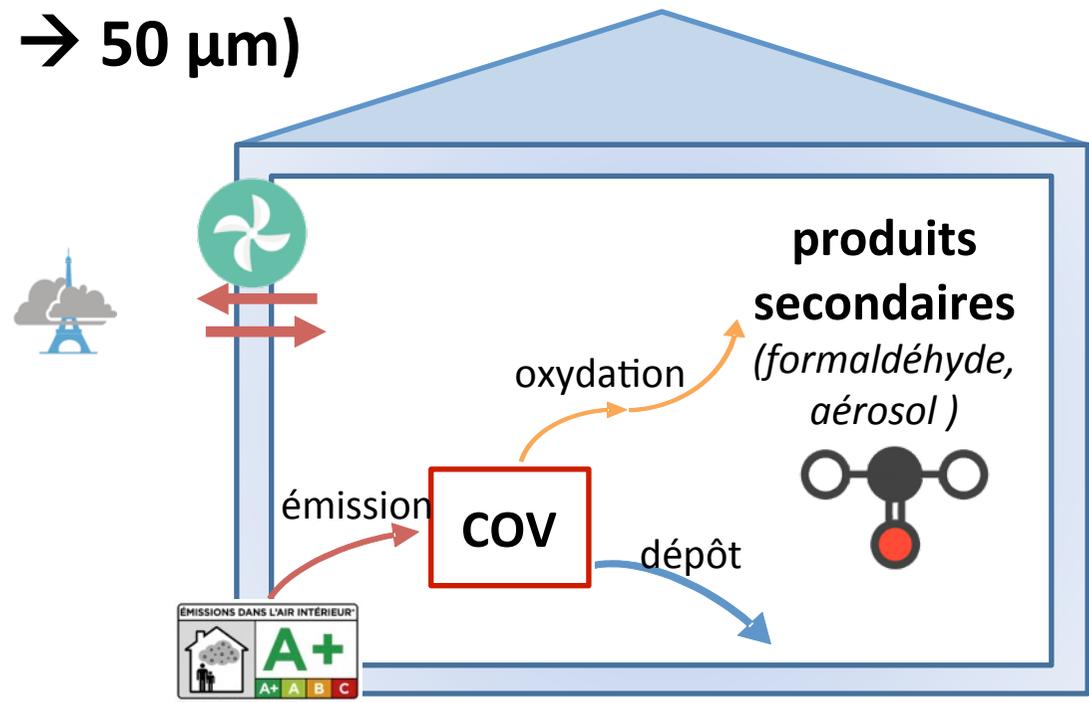


- Réalisation de mesure intensives
2 x 15 jours – instrumentation complète
- Développement d'un modèle de qualité de l'air intérieur



Projet MERMAID : Développement d'INCA-Indoor

- ❑ Prise en compte de l'ensemble des phénomènes physicochimiques
- ❑ 650 COV + inorganiques
Particules fines (5nm → 50 µm)
- ❑ Validation
 - modèle/modèle
 - modèle/mesure



Cas pratique : conception d'une école

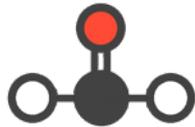
□ Description d'une salle de classe

- Prévue pour 20 élèves
- 48 m² - 2,7 m de hauteur sous plafond
- Matériaux
 - Revêtement de sol souple PVC A+ posé avec une colle Emicode EC1 Plus
 - Plafond avec dalles acoustiques laine minérale A+
 - Murs avec plaques de plâtre A+, peinture phase aqueuse A+
- Mobilier
 - Tables et chaises
- Orientation Sud (9 m² de surface vitrée)
- Ventilation double flux programmable



Cas pratique : conception d'une école

$$\frac{d[X]}{dt} = \{Emission\} + \{Echange\ air\} + \{Prod\ \chi\} - \{Loss\ \chi\} [X] - \{Dépôt\}[X]$$



Matériaux A+ mobilier

- 41 espèces émises : terpènes, aldéhydes, alcanes, étoxyéthanol, isopropanol...



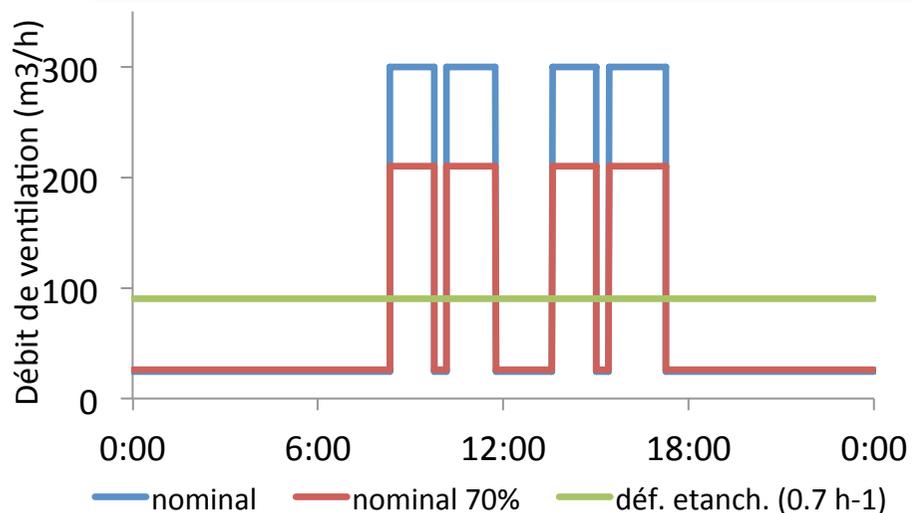
Ventilation : 3 scénarios

- Débit réglementaire (15 m³/h.élève)
- Débit réglementaire dégradé (- 30%)
- Ventilation non conforme



Environnement: zone urbaine (Lille)

Cas pratique : conception d'une école

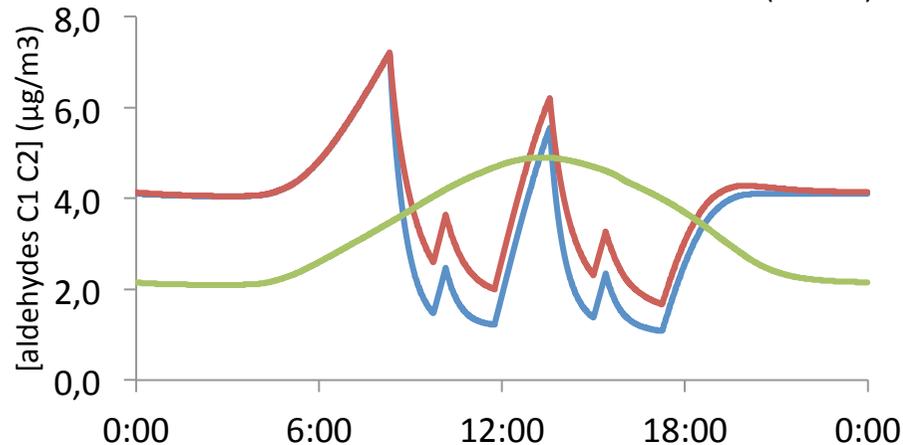


□ Débit réglementaire

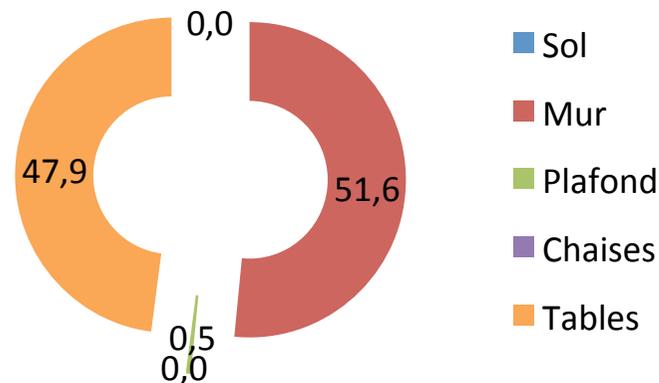
- 300 m³/h → TRA = 2,3 h⁻¹

□ Niveaux de terpènes non négligeables

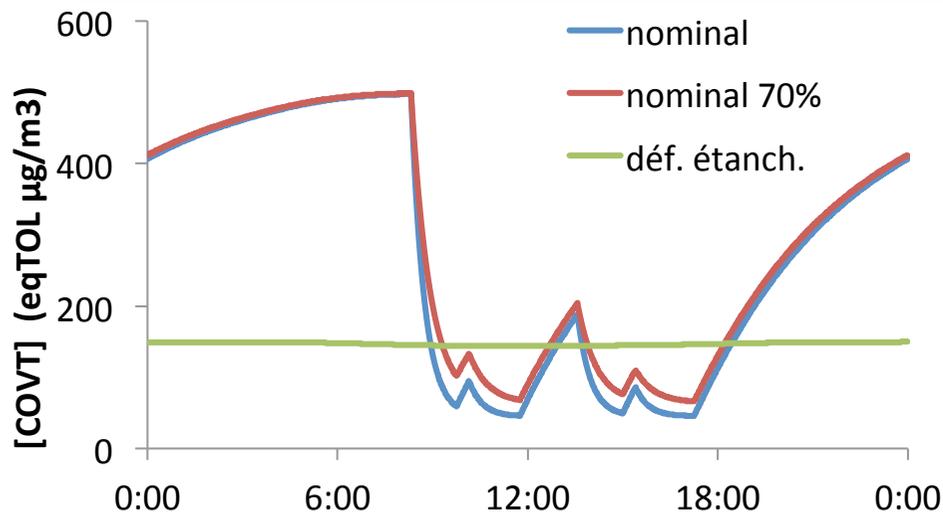
- Réactif → particules fines, formaldéhyde, composés hydroperoxydes, mvk, etc
- Irritant / allergène



Contribution à l'émission de terpènes (%)

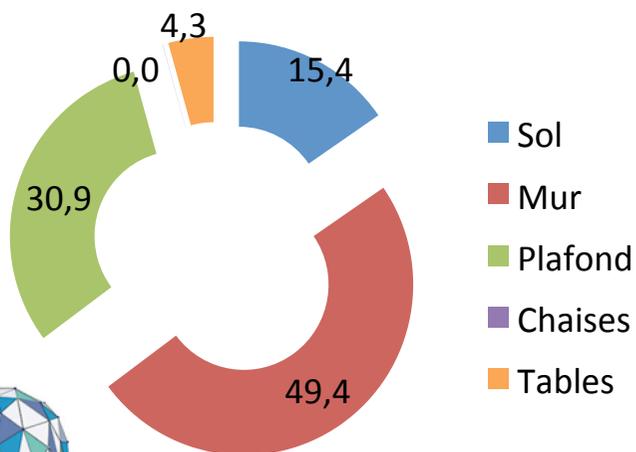


Cas pratique : conception d'une école



	débit de ventilation		
[COVT]	nominal	nominal 70%	déf. étanch.
total	272	287	147
occupé	90	124	145

Contribution à l'émission de COV Totaux

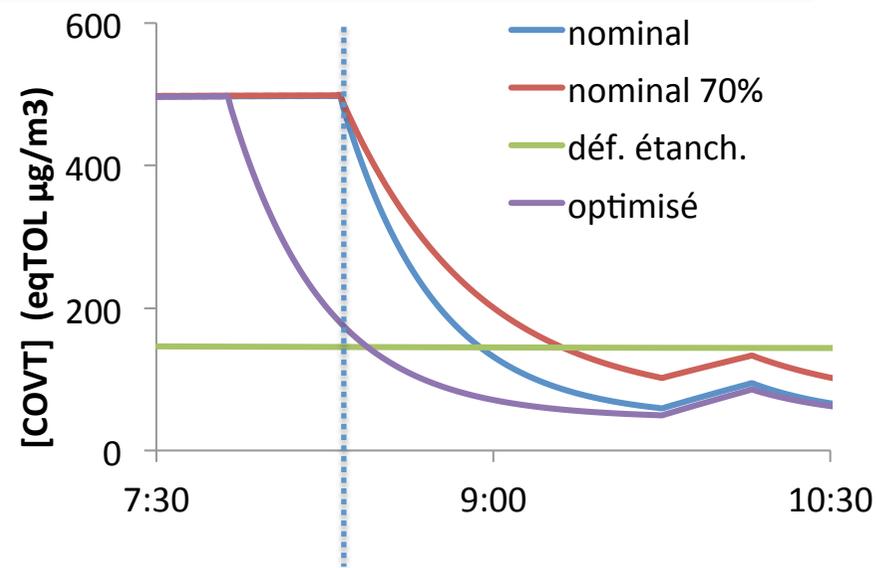
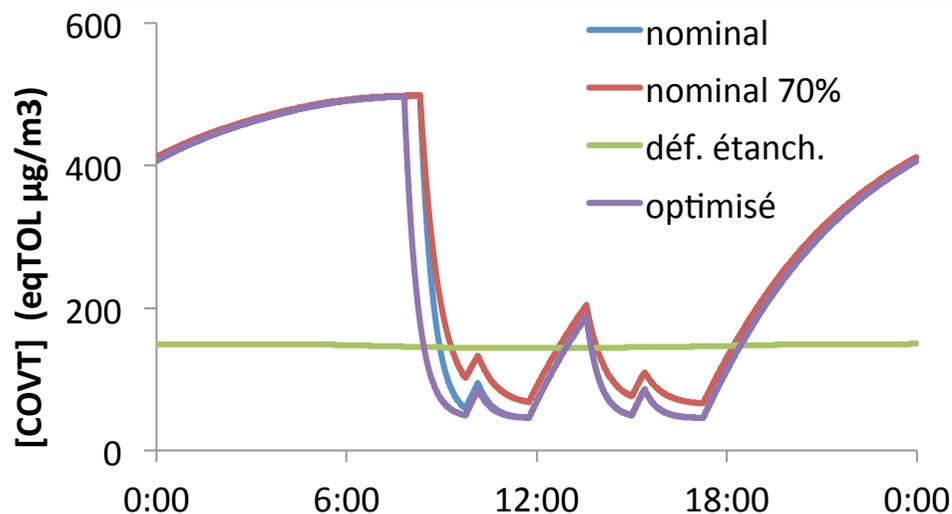


☐ Attention aux comparaisons de résultats entre différentes sources :

- ☐ un prélèvement par tubes passifs met en évidence la moyenne « totale »
- ☐ les stations connectées montrent une dynamique temporelle mais sans identification
- ☐ La simulation montre les espèces et leurs évolutions mais ne prévoit pas les événements « imprévisibles »



Cas pratique : conception d'une école



débit de ventilation

[COVT]	nominal	nominal 70%	déf. étanch.	Optimisé
total	272	287	147	262
occupé	90	124	145	68

- ❑ Démarrage 30 min avant l'arrivée des élèves
- ❑ 60% de la pollution déjà extraite à l'heure de début des cours
- ❑ Exposition réduite de 23% grâce à 30 min de ventilation supplémentaire !



Conclusion



❑ La simulation de la qualité de l'air intérieur devient une réalité opérationnelle



❑ L'interprétation des résultats est aussi importante que le résultat lui-même

❑ Convergence mesures et simulations → indicateurs communs et interprétables



Merci de votre attention

