

Où positionner un détecteur de CO₂ ? Comment exploiter les résultats et en déduire les actions à prendre ?

Benoît Semin

Bertrand Maury (Dpt. Maths ENS)

Sylvain Faure (LMO)

Laboratoire PMMH, CNRS, ESPCI, Sorbonne Université, Université de Paris

Webinaire CO₂, 18 février 2021



Où placer un capteur de CO₂ ?

- Hauteur : 1 m à 2 m
- Pas à proximité des fenêtres, portes, bouches d'aération
- Pas à proximité de la bouche d'une personne

Table



<https://aranet4.com/>

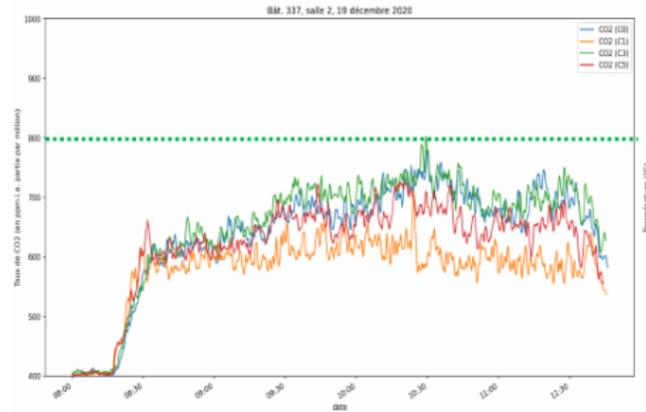
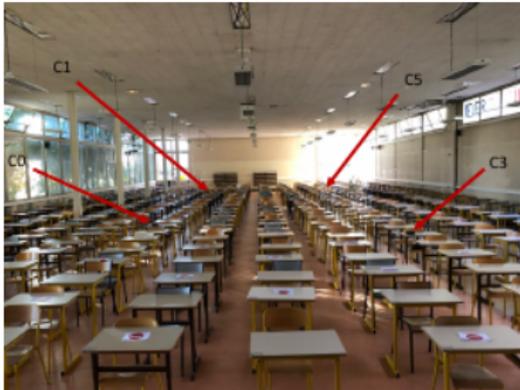
Mur



<https://www.co2meter.com/collections/desktop/products/co2-monitor-data-logger-iaq-max>

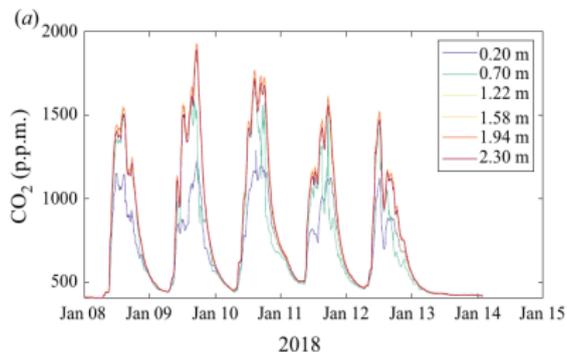
Variation de la concentration avec la position

- 167 personnes, fenêtres ouvertes, porte du fond ouverte



Concentration relativement homogène

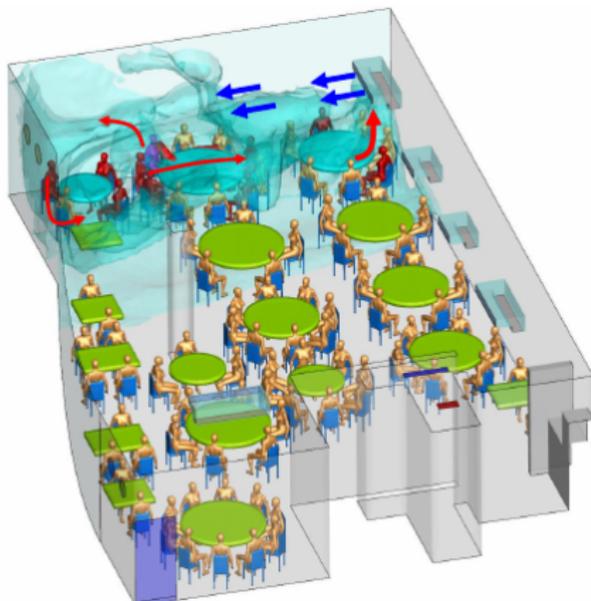
Concentration en fonction de la hauteur



"Effects of ventilation on the indoor spread of COVID-19", R Bhagat et al. Journal of Fluid Mechanics, 2020

- La concentration dans les pièces est souvent homogène vers 1,5 m
- Mesurer le CO₂ en plusieurs points permet de s'en assurer si nécessaire (attention au temps de réponse du capteur)

Ventilation insuffisante : danger !



- Restaurant à Canton (Chine), 24 janvier 2020.
- 1 personne index, 9 contaminées
- Climatiseur sans filtre ni entrée d'air extérieur
- Faible ventilation par la porte : $3,7 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{personne}^{-1}$ maximum, soit 5 200 ppm
- "Preuve d'une probable contamination par aérosols dans un restaurant **mal ventilé**"
"Evidence for probable aerosol transmission of SARS-CoV-2 in a poorly ventilated restaurant", Li et al, preprint MedRxiv, April 2020

Ventilation contrôlée

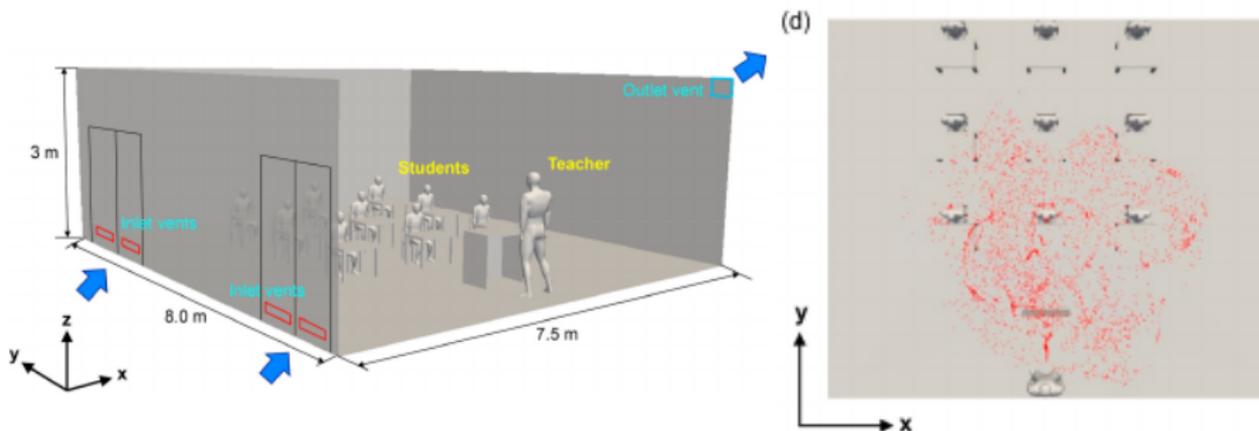
- Solution de long terme
- Nécessite des professionnels
- Compromis avec confort thermique
- Attention aux spécifications. 800 ppm : $45 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{personne}^{-1}$.
Nettement plus que les standards actuels



CSTB
le futur en construction

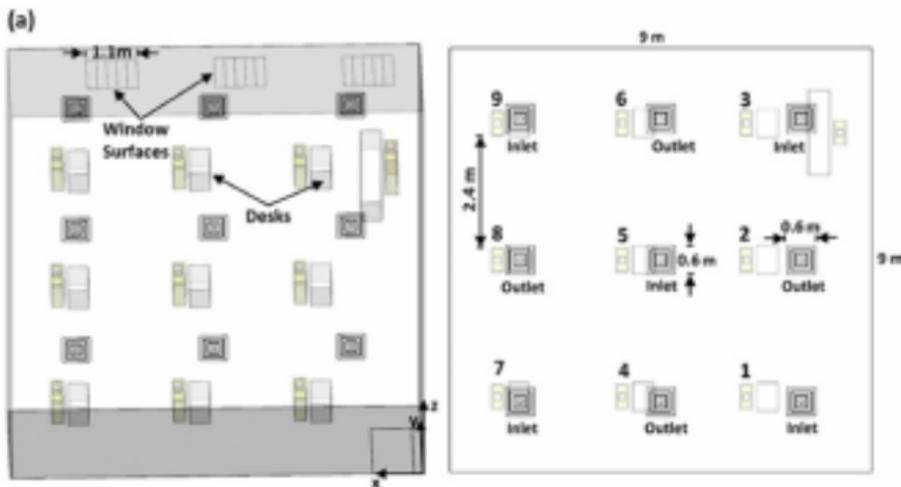
[https://www.arec-idf.fr/fileadmin/
DataStorageKit/AREC/Etudes/pdf/guide_bio_tech_
ventilation_naturelle_et_mecanique.pdf](https://www.arec-idf.fr/fileadmin/DataStorageKit/AREC/Etudes/pdf/guide_bio_tech_ventilation_naturelle_et_mecanique.pdf)

Augmentation du débit d'air



- 1 enseignant infecté, 9 élèves
- Ventilation faible : $18 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ à $36 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ (10 400 ppm à 5 400 ppm)
- Les élèves sont exposés à **moins d'aérosols** chargés de virus **si le débit d'air augmente**
- "Computational investigation of prolonged airborne dispersion of novel coronavirus-laden droplets", Masashi Yamakawa et al, Journal of Aerosol Science (2021)
- Conseil : augmenter le débit des ventilations, allumer les hottes aspirantes

Ouverture des fenêtres



- 1 enseignant, 9 élèves dont élève n° 5 infecté
- Ventilation mécanique forte : $2\,000\text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ ($< 500\text{ ppm}$). Ouverture des fenêtres non recommandé a priori
- Mais, en moyenne, ouvrir les fenêtres augmente le nombre de gouttelettes extraites de la pièce de 38%
- "Numerical investigation of aerosol transport in a classroom with relevance to COVID-19", Mohamed Abuhegazy et al., Phys. Fluids (2020)

Caractérisation du taux de renouvellement d'une pièce

Bertrand