

# Modélisation de la ventilation et mesure du dioxyde de carbone dans des espaces clos

Erdi ÇAN, Baptiste BRAUN-DELVOYE,  
Axel OUGA, Enzo TONATI

Sorbonne Université

23-05-2022

Encadré par José Maria FULLANA



# Sommaire

- 1 Objectifs
- 2 Méthodes
- 3 Résultats
- 4 Conclusion et difficultés rencontrées

## 1 Objectifs

## 2 Méthodes

## 3 Résultats

## 4 Conclusion et difficultés rencontrées

# Objectifs

- Montrer l'effet de l'aération sur les particules fines dans une pièce close.
- Vérifier un modèle simplifié de la chute d'une particule.
- Utiliser des capteurs de  $CO_2$  avec des cartes Arduino.
- Faire une série de mesures dans un espace clos.

## 1 Objectifs

## 2 Méthodes

Modèle théorique

Le système de mesure

Étalonnage des capteurs

Protocole des mesures

## 3 Résultats

## 4 Conclusion et difficultés rencontrées

# Modèle théorique

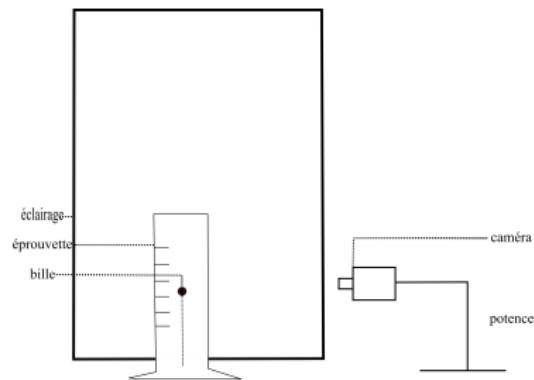


Figure 1 – Schéma de l'expérience

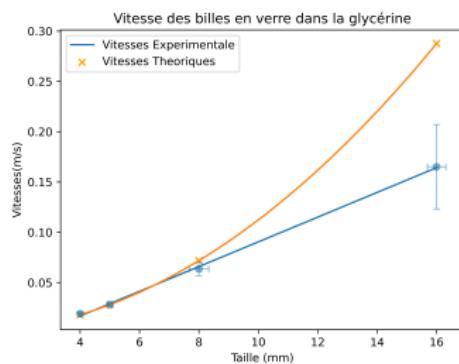


Figure 2 – La vitesse des billes en fonction de leur taille

# Le système de mesure

Pour mesurer le dioxyde de carbone on a utilisé des capteurs infrarouge. L'incertitude du capteur est de  $\pm 30 + 3\%$  ppm (partie par million) [1]

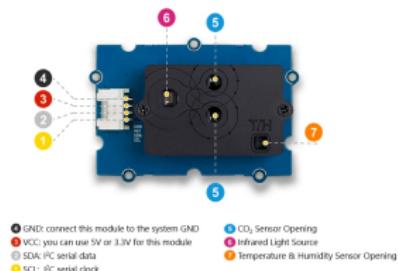


Figure 3 – Capteur de CO<sub>2</sub> infrarouge

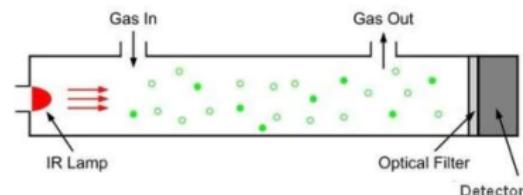


Figure 4 – Fonctionnement du capteur de CO<sub>2</sub> [2]

# Étalonnage des capteurs

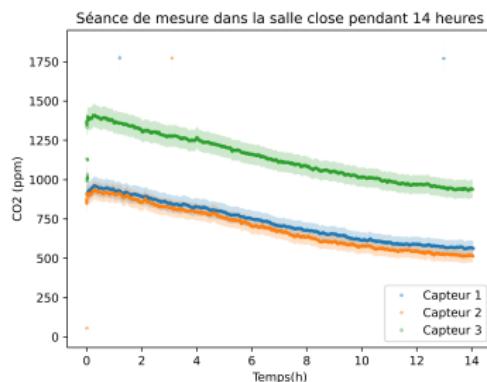


Figure 5 – 2ème étalonnage des capteurs

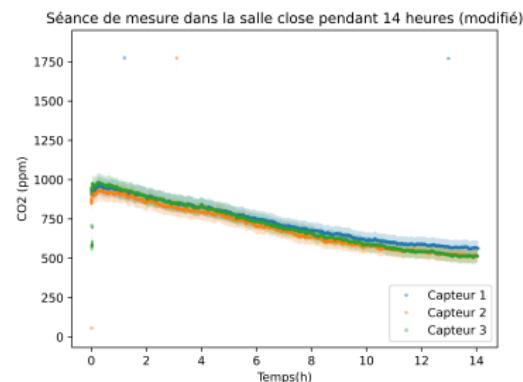


Figure 6 – Étalonnage final des capteurs

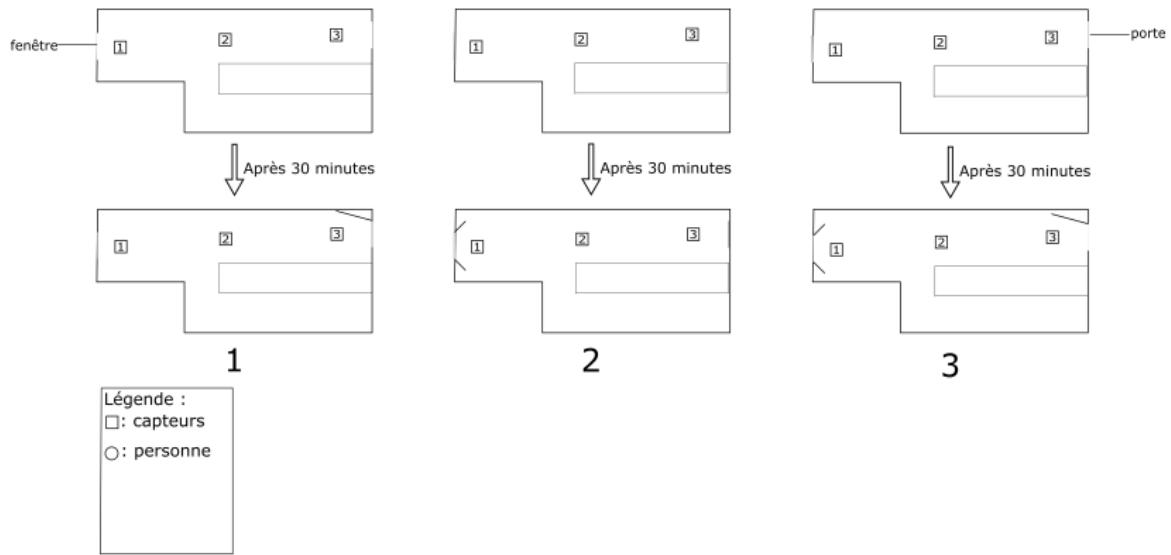


Figure 7 – Schéma des expériences sur l'aération d'une salle

## 1 Objectifs

## 2 Méthodes

## 3 Résultats

Bureau

Petite salle

## 4 Conclusion et difficultés rencontrées

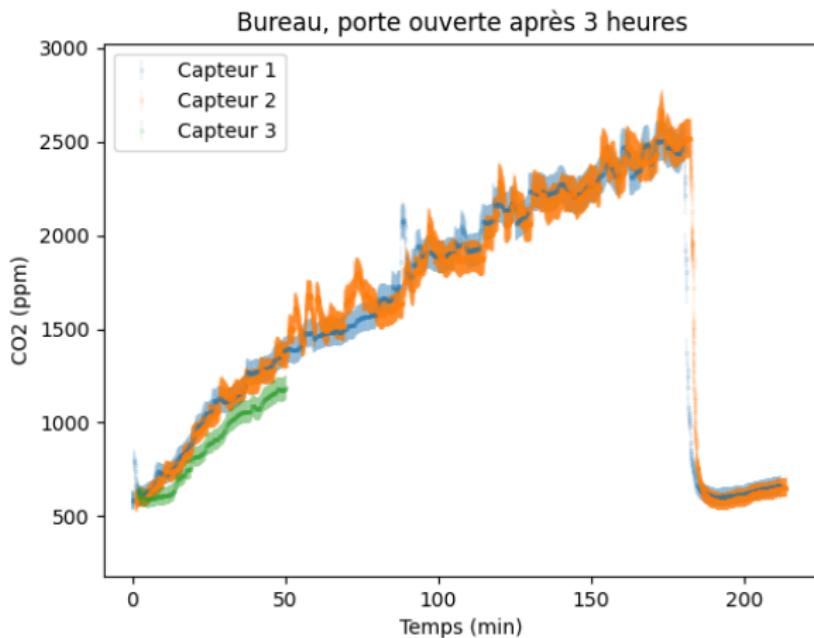


Figure 8 – Concentration de  $CO_2$  en fonction du temps - bureau, porte ouverte

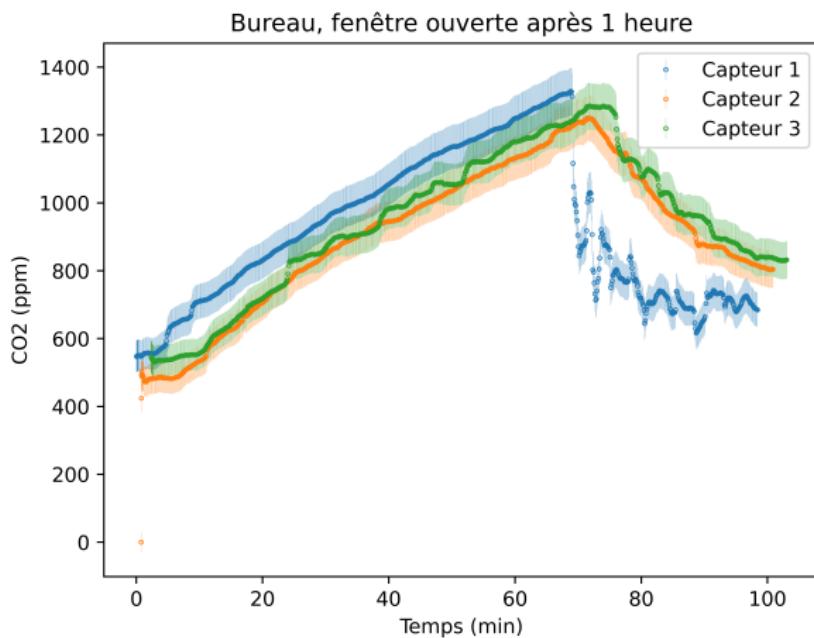


Figure 9 – Concentration de  $CO_2$  en fonction du temps - bureau, fenêtre ouverte

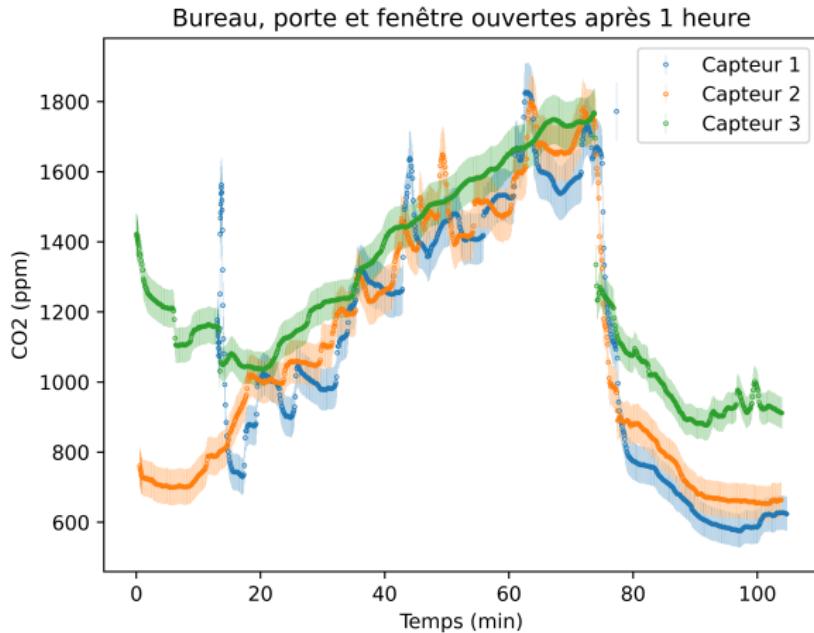
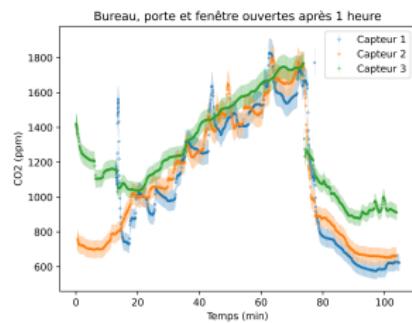
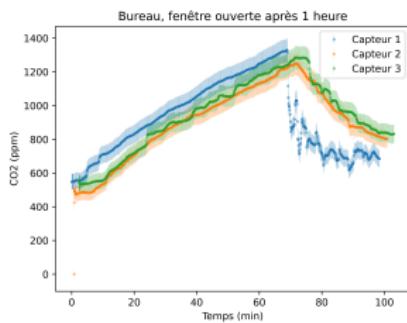
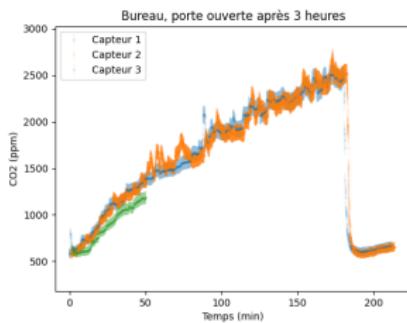


Figure 10 – Concentration de  $CO_2$  en fonction du temps - bureau, porte et fenêtre ouvertes

# Comparaison des 3 graphiques



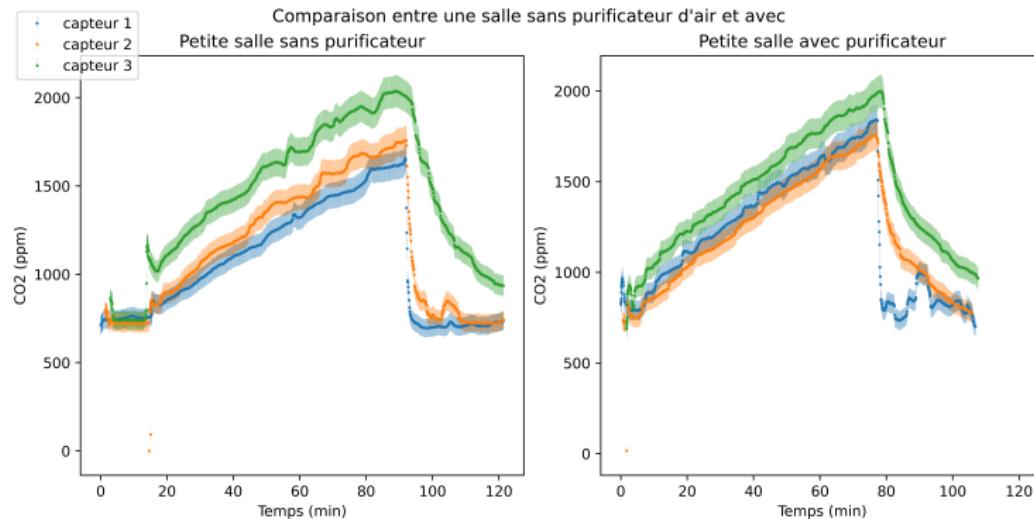


Figure 11 – Comparaison graphique avec et sans purificateur dans la petite salle

## 1 Objectifs

## 2 Méthodes

## 3 Résultats

## 4 Conclusion et difficultés rencontrées

## Conclusion et difficultés rencontrées

- Importance d'aérer une pièce
- Difficultés avec LoRa
- Modélisation de l'équation pour le niveau de saturation du  $CO_2$

# Bibliographie I

- [1] "Grove - CO2 & Temperature & Humidity Sensor (SCD30) - Seeed Wiki," (s. d. ), adresse :  
[https://wiki.seeedstudio.com/Grove-CO2\\_Temperature\\_Humidity\\_Sensor-SCD30/](https://wiki.seeedstudio.com/Grove-CO2_Temperature_Humidity_Sensor-SCD30/) (visité le 16/05/2022).
- [2] CO2METER, "How does an NDIR CO2 Sensor Work ?"  
(19 jan. 2022 ), adresse :  
<https://www.co2meter.com/blogs/news/how-does-an-ndir-co2-sensor-work#:~:text=NDIR%20is%20an%20industry%20term,of%20an%20IR%20light%20detector.> (visité le 17/05/2022).

## Bibliographie II

- [3] "Grove - LoRa-E5 - Seeed Wiki," (s. d. ), adresse :  
[https://wiki.seeedstudio.com/Grove%5C\\_LoRa%5C\\_E5%5C\\_New%5C\\_Version/](https://wiki.seeedstudio.com/Grove%5C_LoRa%5C_E5%5C_New%5C_Version/) (visité le 17/05/2022).
- [4] "Introduction to LoRa - Send data between two Arduino using LoRa," (s. d. ), adresse : <https://www.electronics-lab.com/project/introduction-lora-send-data-two-arduino-using-lora/> (visité le 17/05/2022).
- [5] seeed STUDIO, "SD Card shield V4.0," (s. d. ), adresse :  
[https://wiki.seeedstudio.com/SD\\_Card\\_shield\\_V4.0/](https://wiki.seeedstudio.com/SD_Card_shield_V4.0/) (visité le 17/05/2022).

## Bibliographie III

- [6] ——, “Base Shield V2,” (s. d. ), adresse :  
[https://wiki.seeedstudio.com/Base\\_Shield\\_V2/](https://wiki.seeedstudio.com/Base_Shield_V2/)  
(visité le 17/05/2022).
- [7] J.-M. COURTY, É. KIERLIK et B. SEMIN, “Bien Ventiler Pour Bien Respirer,” *Pour la Science*, t. 518, p. 88-90, déc. 2020.
- [8] SENSIRION, “SCD30,” (s. d. ), adresse :  
<https://sensirion.com/products/catalog/SCD30/>  
(visité le 16/05/2022).

## Bibliographie IV

- [9] SPARKFUN, "CO Humidity and Temperature Sensor - SCD30," (s. d. ), adresse :  
<https://www.sparkfun.com/products/15112#:~:text=The%20SCD30%20from%20Sensirion%20is,to%20set%20the%20current%20altitude> (visité le 20/05/2022).
- [10] J. H. PARK, "Atlas of Infrared Absorption Lines," nov. 1977.  
adresse :  
<https://core.ac.uk/download/pdf/42876018.pdf> (visité le 18/05/2022).
- [11] V. GROUP, "CARTE DE DÉVELOPPEMENT ATmega32u4 LEONARDO," (s. d. ), adresse :  
<https://www.velleman.eu/products/view?id=435502> (visité le 19/05/2022).

## Bibliographie V

- [12] SEMTECH, "Applications," (s. d. ), adresse :  
<https://www.semtech.com/lora/lora-applications>  
(visité le 19/05/2022).
- [13] L. SLATS, "A Brief History of LoRaő : Three Inventors Share Their Personal Story at The Things Conference," (8 jan. 2020 ), adresse : <https://blog.semtech.com/a-brief-history-of-lora-three-inventors-share-their-personal-story-at-the-things-conference> (visité le 19/05/2022).
- [14] seeed STUDIO, "Grove - LoRa Radio," (s. d. ), adresse :  
[https://wiki.seeedstudio.com/Grove\\_LoRa\\_Radio/](https://wiki.seeedstudio.com/Grove_LoRa_Radio/)  
(visité le 11/04/2022).

## Bibliographie VI

- [15] V. RAFFORT, "Modélisation des particules : Participation à Eurodelta et étude au voisinage d'une raffinerie," Thèses, Université Paris-Est, juin 2017. adresse : <https://pastel.archives-ouvertes.fr/tel-01625284>.
- [16] A. RIHAM JABER, M. DEJAN et U. MARCELLA, "The Effect of Indoor Temperature and CO<sub>2</sub> Levels on Cognitive Performance of Adult Females in a University Building in Saudi Arabia," *Energy Procedia*, t. 122, p. 451-456, 2017, CISBAT 2017 International Conference Future Buildings Districts –Energy Efficiency from Nano to Urban Scale, ISSN : 1876-6102. DOI : <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.07.378>. adresse : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S187661021732982X>.

## Bibliographie VII

- [17] L. JISAAC9 Mieszko the first, "Visualisation des catégories de particules en suspension dans l'air ou aéroportées (contaminant biologiques, ou particulaires minéraux ou organiques, ou gazeux)... par nature et taille (en micromètres ; m)," (21 May 2017 ), adresse : <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=59147824>.
- [18] E. CAN et B. BRAUN-DELVOYE, "PEI," (s. d. ), adresse : <https://github.com/erdicn/PEI> (visité le 20/05/2022).