

# Résultats d'étalonnage du 22/07/21

## Capteurs de CO et CO<sub>2</sub>

### 1 Montage de l'expérience

Pour réaliser l'étalonnage des capteurs, nous avons utilisé la première version du boîtier de mesure CarbOn-Fire. Nous avons injecté différents types d'air avec des concentrations contrôlées pour les gaz mesurés. Pour les mesures d'air zéro, nous utilisons l'air de la pièce à laquelle nous retirons le CO ou le CO<sub>2</sub> avec des bonbonnes qui fixent respectivement le CO et le CO<sub>2</sub>

Pour les concentrations plus élevées, nous utilisons des bouteilles directement branchées sur le boîtier de mesure avec un débit réglé en amont. Voici le résumé des résultats obtenus.

### 2 Capteur de CO

#### 2.1 Étalonnage à 0ppm de CO

Pour la première expérience, nous avons injecté de l'air avec une concentration en CO inférieure à 1bpm, bien inférieure à la précision du capteur (3ppm). La concentration initiale avant injection était de 15ppm. Voici les résultats obtenus :

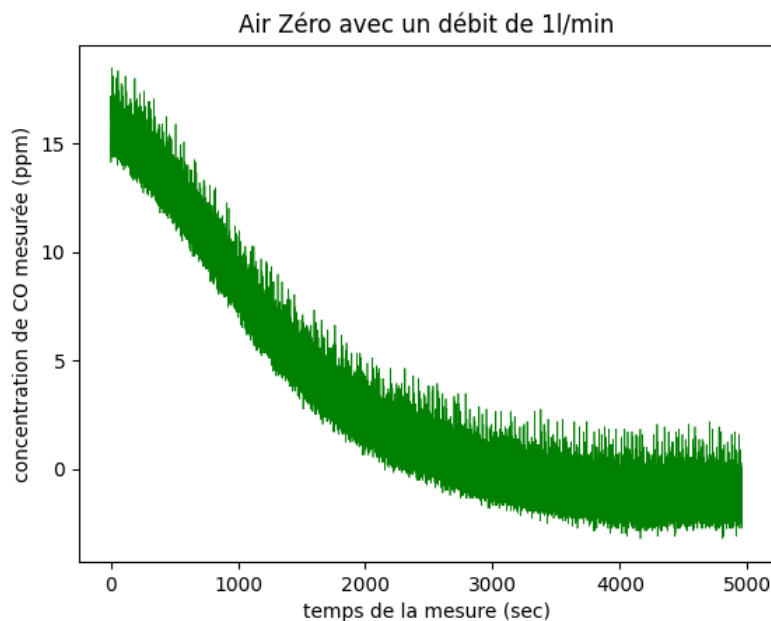


Figure 1: étalonnage du 0ppm de CO à 1l/min

La mesure du zéro, se stabilise légèrement en dessous de 0ppm à environ -2ppm. Cela peut venir de différents paramètres, la dérive en température, la mauvaise précision de l'ADC ou le mauvais étalonnage du capteur. Dans tous les cas cette erreur représente 0,2% d'erreur par rapport à la valeur maximale du capteur. Nous pouvons donc considérer que cette erreur est acceptable.

Le temps de réponse du système est d'environ 4000 secondes ce qui est trop pour l'application souhaitée. Ce délai peut être lié à différents paramètres, comme le volume important du boîtier, le débit trop faible du flux d'air ou la position du capteur. Une solution envisageable serait d'ajouter un conduit avec les capteurs à l'intérieur.

Concernant la position du capteur, le temps de réponse serait plus court si le capteur était placé directement dans le flux d'air. Il faut vérifier que la précision de la mesure n'est pas impactée par la vitesse du flux laminaire.

## 2.2 Étude de l'impact du flux d'air sur la mesure de CO

Après avoir fait le zéro à un débit de 1l/min, nous augmentons le flux à 10l/min. Voici les résultats obtenus:

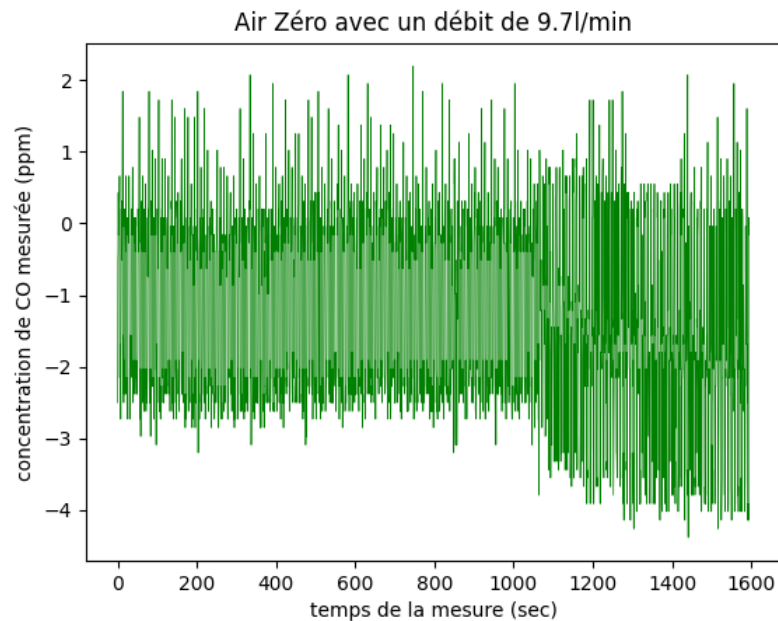


Figure 2: variation du 0ppm entre des débits de 1l/min et 9.7l/min

On peut voir que la variation de débit ne semble pas impacter la précision de la mesure.

## 2.3 Étalonnage à 92ppm de CO

Pour vérifier la précision de la réponse du capteur nous injectons de l'air avec 92ppm de CO et nous observons les résultats :

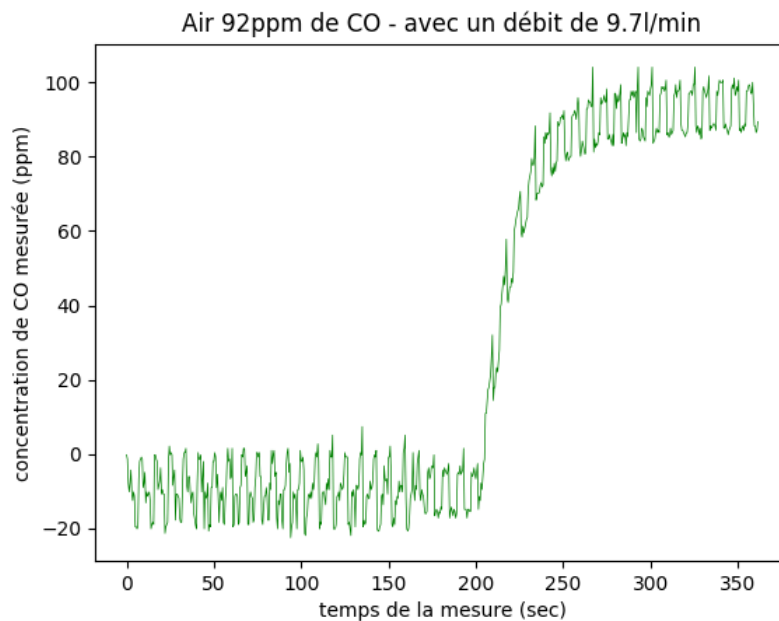


Figure 3: étalonnage du 92ppm à 9.7l/min

La précision de la mesure est du même ordre que pour l'étalonnage du 0ppm, soit d'environ 3ppm. Le temps de réponse en revanche est plus rapide, environ 50 secondes.

### 3 Capteur de CO2

#### 3.1 Étalonnage à 0ppm de CO2

Comme pour le CO, nous injectons de l'air dont la concentration en CO2 est de l'ordre du bpm. Pour cette expérience, nous n'avons pas d'instrument pour contrôler la concentration en CO2. Le zéro, a été effectué avec une bonbonne qui fixe le CO2. Nous ferons l'hypothèse que la concentration en CO2 est inférieure à la précision du capteur (30ppm). Voici les résultats :

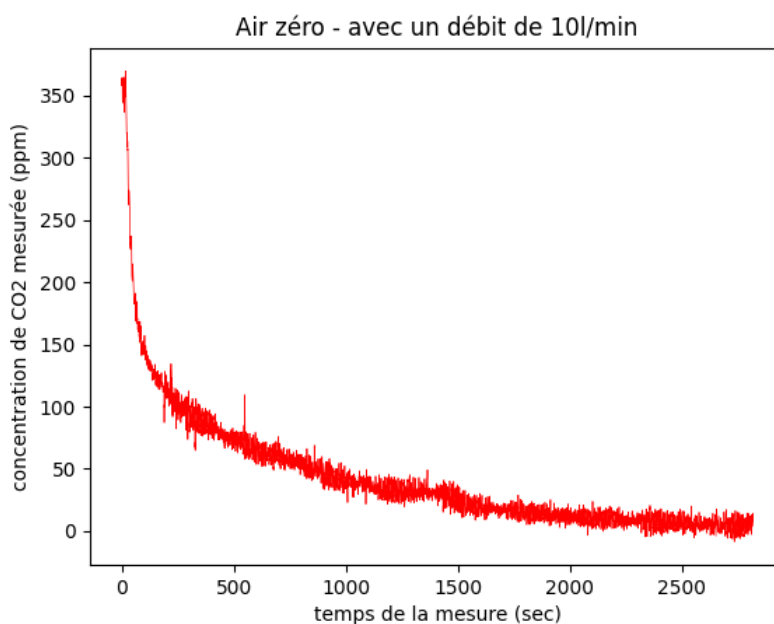


Figure 4: étalonnage du 0ppm à 10l/min

On voit que la précision du zéro est satisfaisante puisqu'elle est d'environ 5ppm plus ou moins 10ppm. Nous sommes inférieurs à la précision du capteur qui est de 30ppm.

Le temps de réponse est 2 fois moins long que pour celui du CO, mais il est toujours trop long : 25000 secondes. Même remarque que pour le CO.

#### 3.2 Étude de l'impact du débit sur la mesure

Comme pour le CO, dans le but d'améliorer le temps de réponse du système, il serait intéressant de placer le capteur directement dans le flux d'air. Il faut alors vérifier l'impact du flux sur la mesure de CO2. Pour cela nous avons mesuré la variation de la mesure entre un zéro à 10l/min et un zéro à 5l/min :

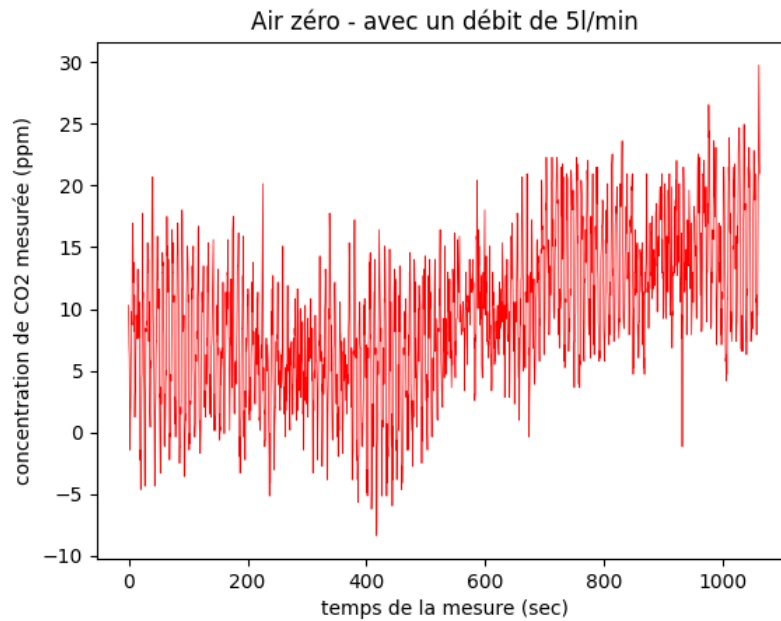


Figure 5: variation du 0ppm entre des débits de 5l/min et 10l/min

On voit qu'il y a une légère variation d'environ 5 ppm sur la mesure de CO<sub>2</sub> pour une variation de débit de 10l/min à 5l/min. Cette variation semble être inférieure à la précision du capteur mais on pourrait faire une analyse plus poussée pour établir un algorithme de correction de la mesure en fonction du débit.

### 3.3 Étalonnage à 1000ppm de CO<sub>2</sub>

Nous étudions dans cette dernière expérience la réponse du système à un échelon de 1000ppm de CO<sub>2</sub>. Voici les résultats :

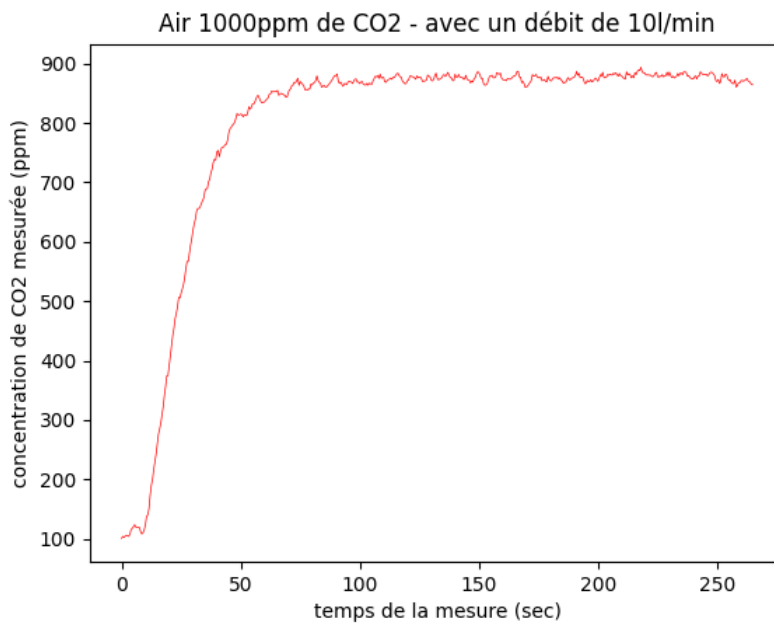


Figure 6: étalonnage du 1000ppm à 10l/min

On voit qu'il y a un décalage de 100ppm entre la réponse du capteur et la valeur réelle de CO<sub>2</sub>. Cela peut venir du mauvais étalonnage du capteur ou de la dérive en température. Il faudrait étudier plus en détail ce

phénomène pour établir un algorithme de correction.

Le temps de réponse est en revanche convenable, la valeur stable à 5% est atteinte en 50 secondes.

## 4 Conclusion

Pour les deux capteurs, il y a une forte instabilité de la mesure à 1% de la valeur maximale des capteurs. Ce fort bruit pourrait venir de l'ADC dont la précision est de l'ordre de la centaine de micro Volts.

La précision du capteur de CO semble convenable (de l'ordre de 5ppm). Malgré tout, il y a des axes d'amélioration : notamment l'intégration d'une correction en température.

La précision du capteur de CO<sub>2</sub> est insuffisante. On observe un écart de 100ppm pour une concentration réelle de 1000ppm. Il faut établir un algorithme de correction et étudier la dérive de la réponse en fonction de la concentration réelle et de la température.

Enfin, le temps de réponse du système est convenable pour des concentrations élevées mais trop longue pour des concentrations autour de 0ppm. Sachant que le système sera utilisé pour mesurer des concentrations élevées, le temps de réponse est convenable. Malgré tout, il est possible d'améliorer ce temps de réponse en modifiant la disposition des capteurs et en diminuant le volume de la chambre de mesure.