

# kit de mesure de la qualité de l'air pour Raspberry Pi de MonkMakes

Mesure de température et de CO<sub>2</sub>e



**Luc Lemmens (Elektor)**

Nous sommes très nombreux à être confinés dans des locaux (privés), d'où la popularité croissante des modules de mesure de la qualité de l'air peu coûteux. Le kit de MonkMakes mesure ainsi le taux d'équivalent CO<sub>2</sub> et la température. Il est spécialement conçu pour être utilisé avec un Raspberry Pi 400, mais il peut également être connecté à d'autres modèles à l'aide de fils de pontage et d'un gabarit GPIO inclus.

Les thermomètres sont utilisés de longue date pour surveiller la température ambiante. Ces dernières années, les appareils de mesure de CO<sub>2</sub> sont devenus de plus en plus courants pour la surveillance de la qualité de l'air. Un excès de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) a un effet négatif sur la concentration et ce gaz est nocif à des niveaux encore plus élevés. Ce kit mesure la qualité de l'air dans une pièce (niveau de pollution) ainsi que la température. Il est conçu comme un greffon pour le Raspberry Pi, mais il peut également être utilisé comme dispositif autonome. La carte est dotée d'un buzzer et d'une barre de six LED (deux vertes, deux oranges et deux rouges) qui indiquent la qualité de l'air. Les mesures de température et de qualité de l'air peuvent être traitées par un Raspberry Pi. Le buzzer et l'affichage LED sont éventuellement commandés par le système hôte.

Le kit ne contient pas de documentation imprimée, mais il propose un lien vers le site web de MonkMakes où il est possible de télécharger la fiche technique et les instructions [1]. Ces documents contiennent toutes les informations nécessaires pour connecter la carte et l'utiliser. Des exemples d'applications en Python sont disponibles en téléchargement sur Github [2].

## Matériel

En plus des six voyants lumineux et du buzzer – le gros composant carré au milieu du circuit imprimé de la **figure 1** – la carte comporte un voyant d'alimentation, un capteur de température, un capteur de CO<sub>2</sub>,

un microcontrôleur et, bien sûr, un connecteur à 40 broches qui s'adapte directement au connecteur d'extension d'un Raspberry Pi 400 (fig. 2). Il va sans dire que les autres cartes Raspberry Pi ne peuvent pas être connectées directement. Pour cela, des fils de connexion sont inclus. Les quatre connexions nécessaires (deux pour l'alimentation et deux pour la connexion série) sont indiquées par des inscriptions sur la carte MonkMakes, mais aussi sur le gabarit fourni, pour les associer aux broches correspondantes du connecteur GPIO du Raspberry Pi, comme illustré sur la figure 3. La LED d'alimentation s'allume dès que la tension d'alimentation de 3,3 V est activée, ainsi que l'une des LED du niveau de CO<sub>2</sub>.

Le capteur de température est un TMP235 [3] de Texas Instruments. Sa tension de sortie est proportionnelle à la température. Pour la mesure du CO<sub>2</sub>, la carte MonkMakes utilise un capteur CCS811 de composés organiques volatils totaux (TVOC) [4]. Ce capteur ne mesure pas réellement la concentration de CO<sub>2</sub>, mais plutôt le niveau d'un groupe de gaz appelés composés organiques volatils (COV). À l'intérieur, le niveau de ces gaz augmente à un taux comparable à celui du CO<sub>2</sub>, et peut donc être utilisé pour estimer le niveau de CO<sub>2</sub> (appelé équivalent CO<sub>2</sub> ou CO<sub>2</sub>e).

Le microcontrôleur ATtiny1614 intégré lit les deux capteurs et pilote l'affichage à barre de LED et le buzzer. Par le biais d'un protocole série, un système hôte peut demander les lectures des capteurs, ou allumer et éteindre les LED et le buzzer. La fiche technique du kit documente ce protocole simple, il ne sera donc pas trop difficile d'écrire votre propre logiciel pour le prendre en charge. Comme son nom l'indique, ce kit est conçu pour le Raspberry Pi, mais rien ne vous empêche de l'utiliser avec d'autres cartes ou systèmes dotés d'un UART 3,3 V. Le micrologiciel de l'ATtiny offre également un mode automatique (activé par défaut) qui affiche le niveau de CO<sub>2</sub>e sur la barre de LED, sans aucune commande externe ; une simple alimentation de 3,3 V est nécessaire. Ainsi, même sans système hôte, le kit de mesure de la qualité de l'air peut servir de moniteur de CO<sub>2</sub>e.

## Logiciel

Comme mentionné précédemment, MonkMakes propose le téléchargement de quelques exemples de programmes en Python pour commander son kit, ce qui permet de tester et montrer toutes ses fonctions. Dans la section « Getting Started » (prise en main) de la documentation, les instructions décrivent clairement comment utiliser le logiciel sur une carte Raspberry Pi pour mettre en œuvre un détecteur de CO<sub>2</sub>e, un détecteur de CO<sub>2</sub>e avec alarme acoustique (fig. 4) et une application d'enregistrement de données.

En examinant les exemples, comme dans la figure 5, vous remarquerez que l'ATtiny et l'API vous évitent de récupérer et d'évaluer les données des capteurs : une simple instruction de l'hôte (Raspberry Pi) activera la carte Air Quality pour qu'elle renvoie la température ambiante actuelle (en °C) ou la concentration de CO<sub>2</sub> (en ppm), respectivement. Il existe des commandes similaires pour activer et désactiver le buzzer, mais aussi pour piloter les LED d'affichage du niveau de CO<sub>2</sub>e.

## Un beau design

Il suffit de quelques informations élémentaires sur le Raspberry Pi pour pouvoir exploiter ce kit de mesure de la qualité de l'air. Avantage important pour certains, mais moins intéressant pour d'autres : la connaissance des capteurs et la commande du buzzer et des LED ne sont pas obligatoires. Le micrologiciel (code source) de l'ATtiny1614 intégré n'est pas publié (nous ignorons donc ce qui se passe exactement dans ce microcontrôleur). Cependant, le protocole de communication avec la carte est assez simple et bien documenté, et le développement de



Figure 1. Le kit contient la carte, des fils de pontage et un gabarit pour localiser les broches du connecteur GPIO. (Source : MonkMakes)



Figure 2. Kit de qualité de l'air connecté à un Raspberry Pi 400. (Source : MonkMakes)

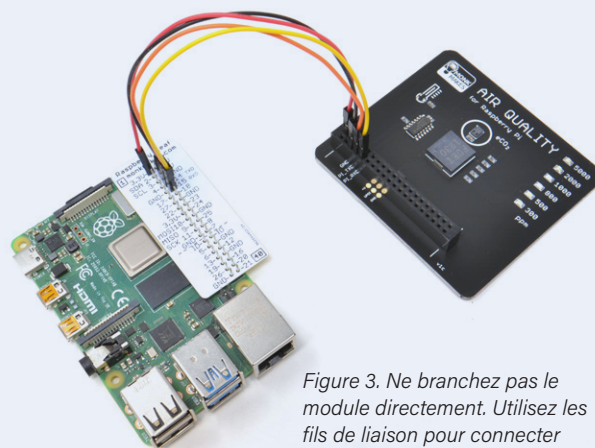


Figure 3. Ne branchez pas le module directement. Utilisez les fils de liaison pour connecter le kit à d'autres modèles de Raspberry Pi ! (Source : MonkMakes)



Figure 4. Sortie de l'écran du Raspberry Pi pour l'un des exemples. (Source : MonkMakes)

```

1 import threading
2 import time
3 from guizero import App, Text
4 from aq import AQ
5
6 aq = AQ()
7
8 app = App(title="Air Quality", width=550, height=300, layout="grid")
9
10 def update_readings(): # update fields with new temp and eCO2 readings
11     while True:
12         temp_c_field.value = str(aq.get_temp())
13         eco2_field.value = str(aq.get_eco2())
14         time.sleep(0.5)
15
16 t1 = threading.Thread(target=update_readings)
17 t1.start() # start the thread that updates the readings
18
19 aq.leds_automatic()
20
21 # define the user interface
22 Text(app, text="Temp (C)", grid=[0,0], size=20)

```

Figure 5. Code source Python montrant que seules des instructions simples et courtes sont nécessaires pour communiquer avec le kit de mesure de la qualité de l'air.

vos propres applications – même pour des systèmes cibles autres que les cartes Raspberry Pi – sera relativement facile. Le kit de mesure de la qualité de l'air MonkMakes pour Raspberry Pi est une carte bien conçue et correctement documentée qui, avec les exemples, convient également aux débutants souhaitant se lancer dans les mesures de température et de CO<sub>2</sub>e. ◀

210681-04

## Des questions, des commentaires ?

Envoyez un courriel à l'auteur ([luc.lemmens@elektor.com](mailto:luc.lemmens@elektor.com)) ou contactez Elektor ([redaction@elektor.fr](mailto:redaction@elektor.fr)).

## Contributeurs

Texte : Luc Lemmens

Illustrations : MonkMakes, Luc Lemmens

Rédaction : Jens Nickel, C. J. Abate

Mise en page : Harmen Heida

Traduction : Asma Adhimi



## PRODUITS

### > Kit de mesure de la qualité de l'air pour Raspberry Pi de MonkMakes

[www.elektor.fr/19913](http://www.elektor.fr/19913)

### > Raspberry Pi 400 – PC à base de Raspberry Pi 4 (version US) + extension GPIO offerte

[www.elektor.fr/19429](http://www.elektor.fr/19429)

### > Raspberry Pi 4 B (1 Go RAM)

[www.elektor.fr/18966](http://www.elektor.fr/18966)

## Caractéristiques du capteur

Lecture minimale de CO <sub>2</sub> e	400	ppm
Lecture maximale de CO <sub>2</sub> e	4095	ppm
Résolution de mesure du CO <sub>2</sub> e	1	ppm
Précision de mesure du CO <sub>2</sub> e	non spécifiée	
Lecture minimale de la température	-10	°C
Lecture maximale de la température	100	°C
Précision de la température	±2	°C

## À propos des concentrations de CO<sub>2</sub>

La concentration de CO<sub>2</sub> dans l'air que nous respirons a une influence directe sur notre bien-être. Les taux de CO<sub>2</sub> présentent un intérêt particulier du point de vue de la santé publique. Pour faire simple, il s'agit d'une mesure de la quantité d'air que nous respirons provenant des expirations des autres. Nous, les humains, expirons du CO<sub>2</sub>, et si plusieurs personnes se trouvent dans une pièce mal ventilée, la concentration de CO<sub>2</sub> augmentera progressivement, ainsi que la concentration des aérosols qui propagent les rhumes, les gripes et les coronavirus. Un autre impact important du niveau de CO<sub>2</sub> est celui influant sur les fonctions cognitives, c'est-à-dire sur la capacité de concentration et de réflexion.

Le tableau ci-dessous indique les concentrations auxquelles le CO<sub>2</sub> peut devenir nocif pour la santé. Les valeurs de CO<sub>2</sub> sont exprimées en ppm (parties par million).

250-400	Concentration normale dans l'air ambiant.
400-1000	Concentrations typiques dans les espaces intérieurs occupés avec un bon flux d'air.
1000-2000	Manifestations de somnolence et de manque d'air.
2000-5000	Maux de tête, somnolence et air stagnant, vicié et étouffant. Une mauvaise concentration, une perte d'attention, une accélération du rythme cardiaque et de légères nausées peuvent également survenir.
5000	Limite d'exposition en milieu de travail dans la plupart des pays.
>40000	L'exposition peut conduire à une grave privation d'oxygène entraînant des lésions cérébrales permanentes, un coma, voire la mort.

## LIENS

[1] Page d'instructions de MonkMakes : [http://monkmakes.com/pi\\_aq](http://monkmakes.com/pi_aq)

[2] Logiciel sur Github : [https://github.com/monkmakes/pi\\_aq](https://github.com/monkmakes/pi_aq)

[3] Feuille de caractéristiques du TMP235 : [www.ti.com/product/TMP235](http://www.ti.com/product/TMP235)

[4] Feuille de caractéristiques du CCS811 : [www.sciensense.com/products/environmental-sensors/ccs811-gas-sensor-solution/](http://www.sciensense.com/products/environmental-sensors/ccs811-gas-sensor-solution/)