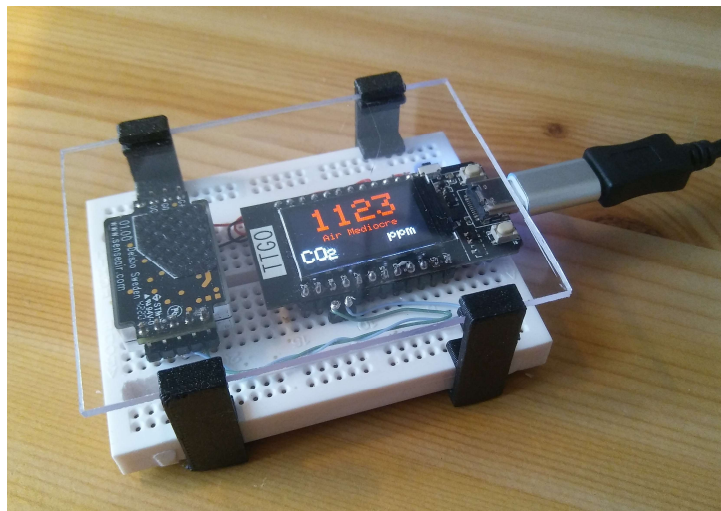


Tutorial de fabrication du détecteur de CO₂, modèle « **Grand Air** »



Ce modèle a été fait en s'inspirant de nombreux travaux signalés sur le site nousaerons.fr/makersco2 et notamment celui de Grégoire Rinolfi disponible sur co2.rinolfi.ch

*Pour toute question, veuillez adresser un message à :
pascal.morenton@universite-paris-saclay.fr*

Avertissements et avant-propos



Précautions d'usage

Ce travail est en cours d'élaboration et il convient donc d'agir avec prudence dans l'utilisation du système proposé. Comme avec tout prototype réalisé avec des méthodes « artisanales », ne laissez pas le système branché sans surveillance.

Nous vous invitons à nous faire part de vos propositions d'amélioration et à nous signaler tout problème rencontré dans l'utilisation du système.

Déclaration d'intentions

Nous avons souhaité proposer un modèle de détecteur de CO2 :

- peu cher : ~ 45 €
- facile à réaliser, en minimisant les soudures notamment,
- en minimisant les pièces imprimées en 3D,
- favorisant le recyclage de matériaux courants,
- dont les composants pourront être ré-utilisés.

Exactitude des mesures

Ce guide de fabrication vous permettra de réaliser un détecteur de CO2 que nous pensons fiable par la présence de :

- un capteur de type NDIR,
- une procédure de calibration manuelle.

Toutefois, l'exactitude des mesures réalisées dépendront d'un grand nombre de facteurs, notamment liés à la qualité du matériel utilisé, qui peut être variable selon le fournisseur utilisé, et au soin apporté à sa fabrication. La fiabilité du code logiciel, malgré tout le soin apporté à son écriture par son auteur, ne peut être également garanti.

Nous ne saurons donc garantir le niveau global de performance atteint par un exemplaire du modèle « Grand Air » réalisé sur la base de nos propositions. Tout a été fait, toutefois, pour le maximiser.

Nous vous recommandons vivement de :

- calibrer manuellement votre capteur lors de sa première utilisation,
- vérifier ses performances en comparant ses mesures à un modèle commercial fiable et correctement étalonné (voir <https://nousaerons.fr>),
- contrôler régulièrement l'étalonnage et l'exactitude du modèle « Bel Air ».

Nomenclature et outillage

Composant	Modèle	Prix
Capteur	SENSEAIR S8	~ 28 €
Micro-contrôleur	TTGO ESP32	~ 12 €
Pin header	4 unités	~ 1 €
Breadboard 400 pins	1 unité	~ 2 €
Plexiglass épaisseur 2mm	80 mm x 60 mm	~ 0,5 €

Outillage

Nécessaire à souder : fer, soudure, ...

Nécessaire à wrapper : outil à wrapper, fils à wrapper de différentes couleurs, ...

Imprimante 3D

Capteur

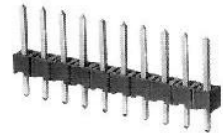
Le capteur est le modèle SENSEAIR S8, avec la référence 004-0-0053 .

D'autres déclinaisons de ce modèle existent, il faudra alors vérifier s'ils conviennent sur le site <https://senseair.com/>

C'est un capteur NDIR pouvant être calibré manuellement, ce qui est indispensable.

Il faut l'équiper de « pins headers » qui devront être soudés.

La configuration obtenue doit être la suivante, avec les connecteurs qui dépassent du capteur



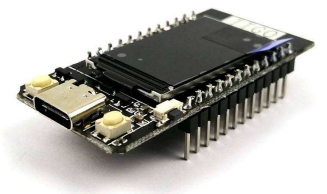
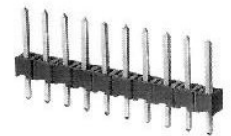
Microcontrôleur

Le microcontrôleur est de type TTGO ESP32 avec écran intégré ou encore appelé TTGO avec T-Display

De nombreux modèles et marques existent.

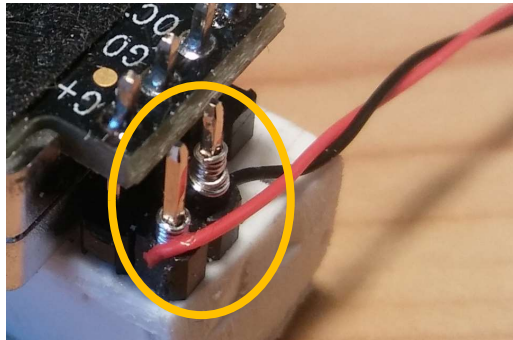
Il faut l'équiper de « pins headers » qui devront être soudés.

La configuration obtenue doit être celle représentée ci-contre. On trouve parfois le microcontrôleur vendu déjà équipé de ces « pins headers », ce qui vous évitera une opération de soudure.



Assemblage de la partie électronique – 1/3

Les deux composants, capteur et microcontrôleur, ne seront pas reliés par des fils soudés mais par des fils « wrappés » :



Le « wrapping » consiste à enrouler le fil autour de la patte du composant, à l'aide d'un outil spécial. Le « wrapping » est très facile à mettre en œuvre, ne nécessite aucun chauffage, et on arrive à un résultat satisfaisant après quelques minutes de pratique.

Le wrapping favorise, en outre, la ré-utilisation des composants puisque l'on peut « dé-wrapper » les composants très facilement.

Pour réaliser du wrapping, il vous faudra :

- Un outil à wrapper (~ 40 €)
- Du fil à wrapper de différentes couleurs (~ 12 €)

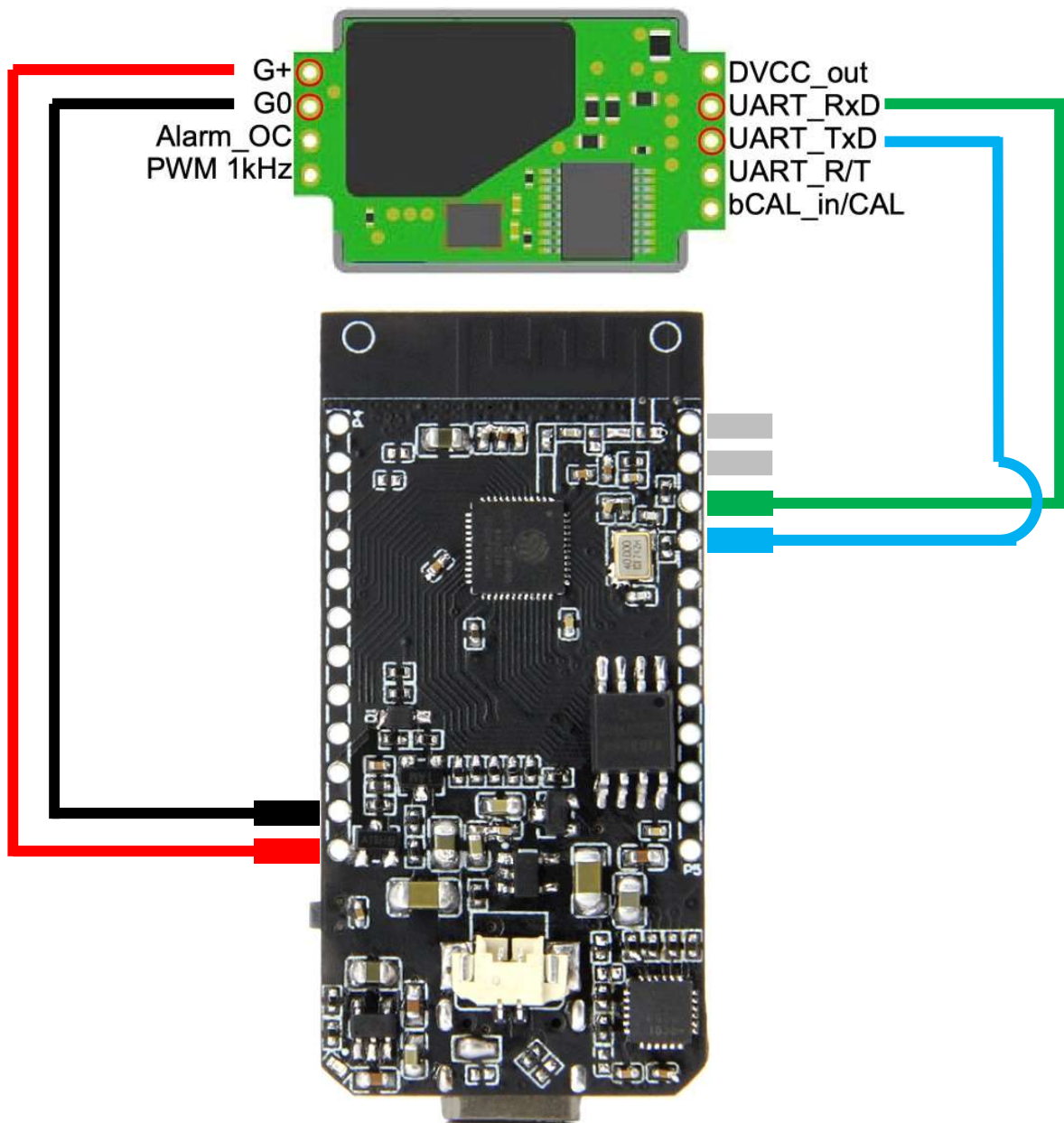


La réalisation de la partie électronique pourra donc être faite par deux populations différentes :

- Préparation avec la soudure de « pins headers » sur le capteur et le microcontrôleur.
- Wrapping des fils entre ces deux composants

Assemblage de la partie électronique – 3/3

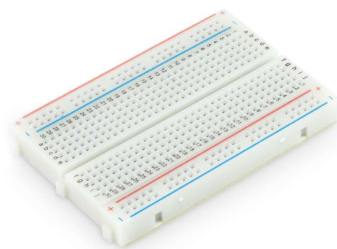
Le schéma de câblage est le suivant :



Assemblage de la partie électronique – 2/3

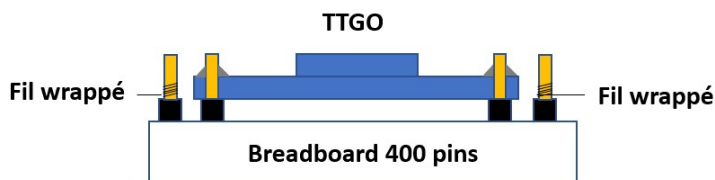
BREADBOARD (plaque d'essai)

Les composants seront montés sur une breadboard 400 pins (voir photo ci-contre)

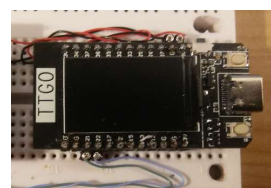


Montage du ESP32 TTGO

Le composant sera monté comme l'indique le schéma ci-contre.

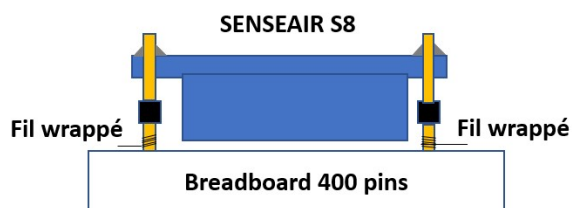


En tout, 4 pins devront être wrappés, conformément au schéma de câblage donné. Attention à l'orientation du composant sur la breadboard. Lignes et colonnes ne sont pas équivalentes sur de telles plaques.

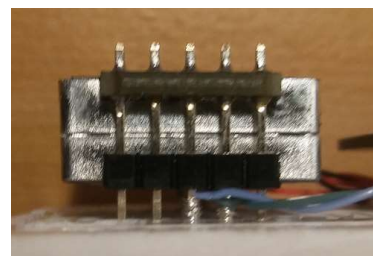


Montage du SENSEAIR S8

Le composant sera monté comme l'indique le schéma ci-contre.

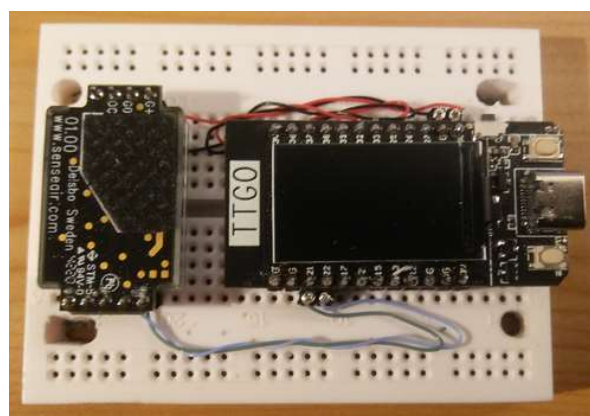


En vue de côté, on obtient alors, sur l'un des cotés, le montage suivant :



Montage complet

Ci-contre, les deux composants montés et les 4 fils wrappés selon le schéma de câblage proposé. En branchant le câble USB, le capteur S8 doit clignoter sur sa face supérieure, indiquant qu'il est bien alimenté.



Il est à noter qu'une fois déwrappés, les composants et leurs supports spécifiques pourront être ré-utilisés très facilement dans d'autres montages.

Logiciel

La programmation du microcontrôleur se fera grâce au logiciel ARDUINO IDE : <https://www.arduino.cc/en/software>

Cela reste la partie la plus délicate à réaliser car nécessitant quelques paramétrages et installation de logiciels. Voici les grandes lignes à suivre pour l'installation :

- Pour la configuration d'ARDUINO IDE, vous pouvez suivre les premières étapes du tutoriel : <http://f6kfa.fr/premiers-pas-application-de-demo-du-ttgo-t-display/>
- Pour l'installation de la bibliothèque relative à la gestion de l'écran, suivre les instructions fournis sur le site : <https://github.com/Xinyuan-LilyGO/TTGO-T-Display>
- Le code source est celui proposé par Christophe Rinolfi avec ou sans WI-FI : <https://co2.rinolfi.ch/>
- Nous vous conseillons de commencer par utiliser le code sans WI-FI, pour vérifier que tout fonctionne bien
- Téléverser le logiciel dans le microcontrôleur et votre système est alors prêt à fonctionner.
- En cas de problème, vous pouvez ouvrir le moniteur série d'ARDUINO IDE pour obtenir les éventuels messages de débogage proposés.

Réalisation du boîtier

Réalisation de la plaque de protection ①

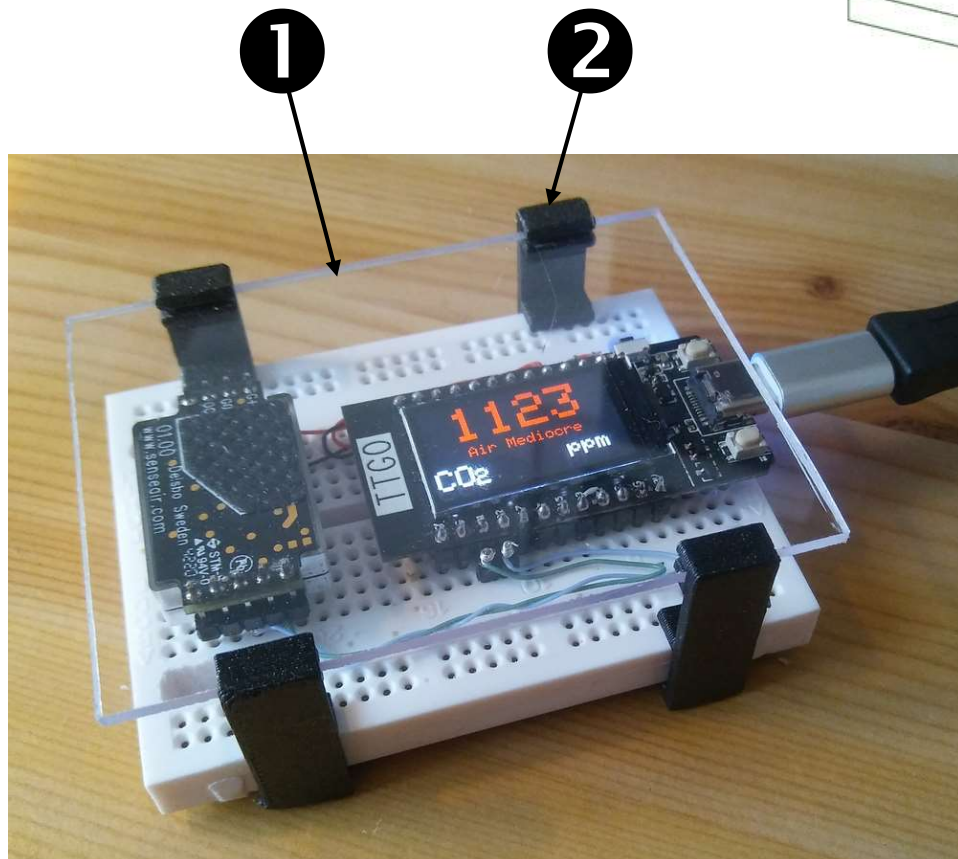
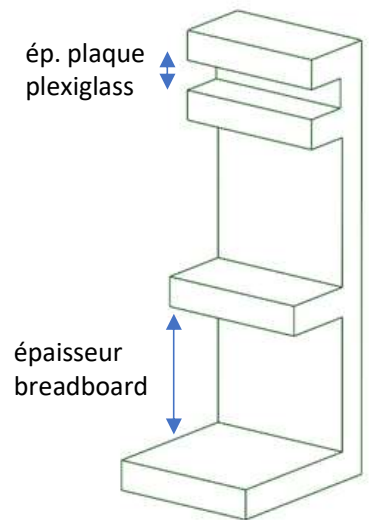
La plaque sera fait dans une plaque de « plexiglass » ou équivalent, d'une épaisseur de 2mm, par exemple.

On découpera la plaque selon la taille de la breadboard utilisée, par exemple 80mm x 60mm. L'épais

Pattes de fixation ②

Les 4 pattes de fixation seront imprimées en 3D, en PLA par exemple. Les dimensions seront adaptées à l'épaisseur de :

- la breadboard (ici 9 mm)
- la plaque en plexiglass (ici 2 mm)



Utilisation

Le fonctionnement du capteur est celui proposé par le logiciel développé par Grégoire Rinolfi, plus d'information sur :

<https://co2.rinolfi.ch>

- Après branchement, l'écran affiche d'abord « 0 ppm » puis après quelques instants, une première mesure du taux de CO2 de la pièce,
- Les mesures se font toutes les 10 secondes,
- Les seuils détectés sont :
 - < 800 ppm : vert (« air excellent »)
 - < 1000 ppm : orange (« air moyen »)
 - < 1500 ppm : rouge (« air médiocre »)
 - > 1500 ppm : rouge (« air vicié »)
- Nous rappelons qu'il est recommandé de rester :
 - sous 600 ppm, pour les lieux où le port du masque n'est pas possible (restaurants,...)
 - sous 800 ppm, pour les lieux où le port du masque est requis.
- Au premier démarrage, nous vous conseillons d'étalonner l'appareil : exposez-le en plein air, laissez-le une dizaine de minutes, actionnez le bouton ci-dessous, laissez le système encore une dizaine de minutes à l'extérieur avant de le rentrer.

