

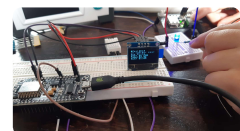
Tutorial de fabrication du détecteur de CO₂, modèle « Bel Air »



*Ce modèle est basé sur le formidable travail
réalisé par Grégoire Rinolfi : <https://co2.rinolfi.ch/>*

*Nous nous sommes également
inspirés de l'idée de [@ArabellaBrayer](#)*

*Merci à [@AlGensollen](#), du groupe nousaerons.fr,
pour l'aide apportée et ses précieux conseils*



**Pour toute question, adressez un message à pascal.morenton@nousaerons.fr
Plus d'information sur <https://nousaerons.fr/makersco2>
Suivre l'actualité du projet et du groupe « Nous aérons » : [@nousaerons](#)**

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,
- sans recourir à de l'impression 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 « Bel 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	Fournisseur	Prix
Capteur	SENSEAIR S8	Aliexpress	~ 28 €
Micro-contrôleur	TTGO ESP32	Aliexpress	~ 12 €
Pin header	41 unités	Farnell	~ 3 €
Mini breadboard	2 unités	Aliexpress	~ 2 €
Carton			
Emballage de dentifrice		-	-
Colle universelle		-	-
Scotch américain noir		-	-

Outillage

Nécessaire à souder : fer, soudure, ...

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

Ciseaux

Scie

Emporte-pièce pour réaliser des trous dans du carton

Capteur

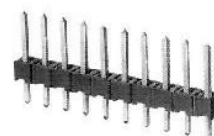
Le capteur est le modèle SENSEAIR S8, avec la référence 004-0-0053 .

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



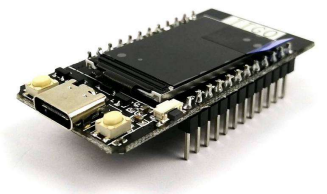
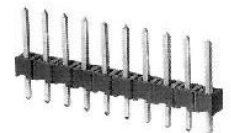
Microcontrôleur

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

De nombreux modèles et marques existent.

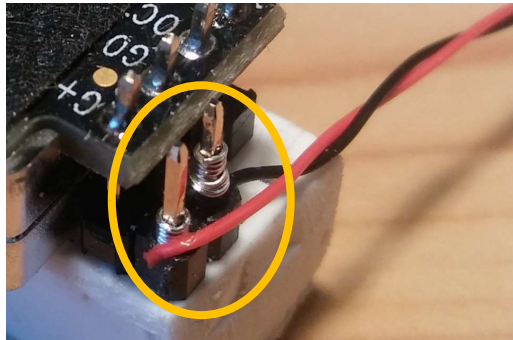
Il faut l'équiper de « pins headers » qui devront être soudés.

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-wrapping » les composants très facilement.

Pour réaliser du wrapping, il vous faudra :

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



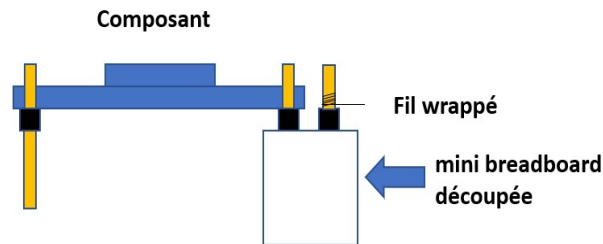
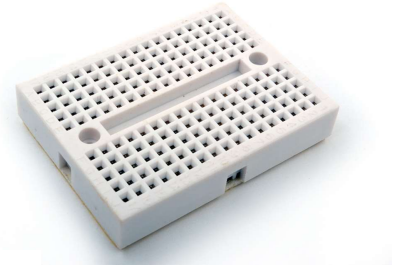
La réalisation de la partie électronique pourra donc être faite par deux populations différentes :

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

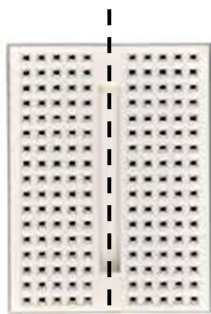
Assemblage de la partie électronique – 2/3

Pour faciliter le montage dans le boîtier, nous proposons de réaliser un petit montage intermédiaire sur chaque composant.

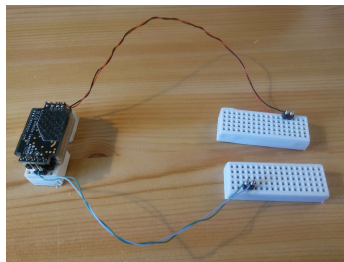
A partir de « mini breadboards » (voir ci-contre), il s'agit de découper le nombre suffisant de rangées pour équiper chacun des composants en vue de le wrapper, voir le schéma et la photo ci-dessous.



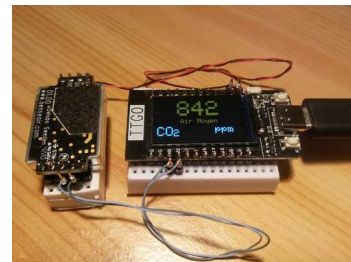
Les découpes devront être faites pour accueillir les connecteurs des composants ainsi que les connecteurs destinés au « wrapping ». Ci-dessous, la découpe réalisée pour le microcontrôleur :



Découpe

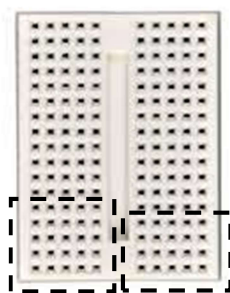


Montage et wrapping des « pins headers »



Montage du microcontrôleur.

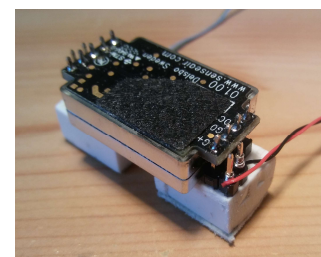
On procédera de même pour le capteur S8 :



2 découpes



Insertion du capteur



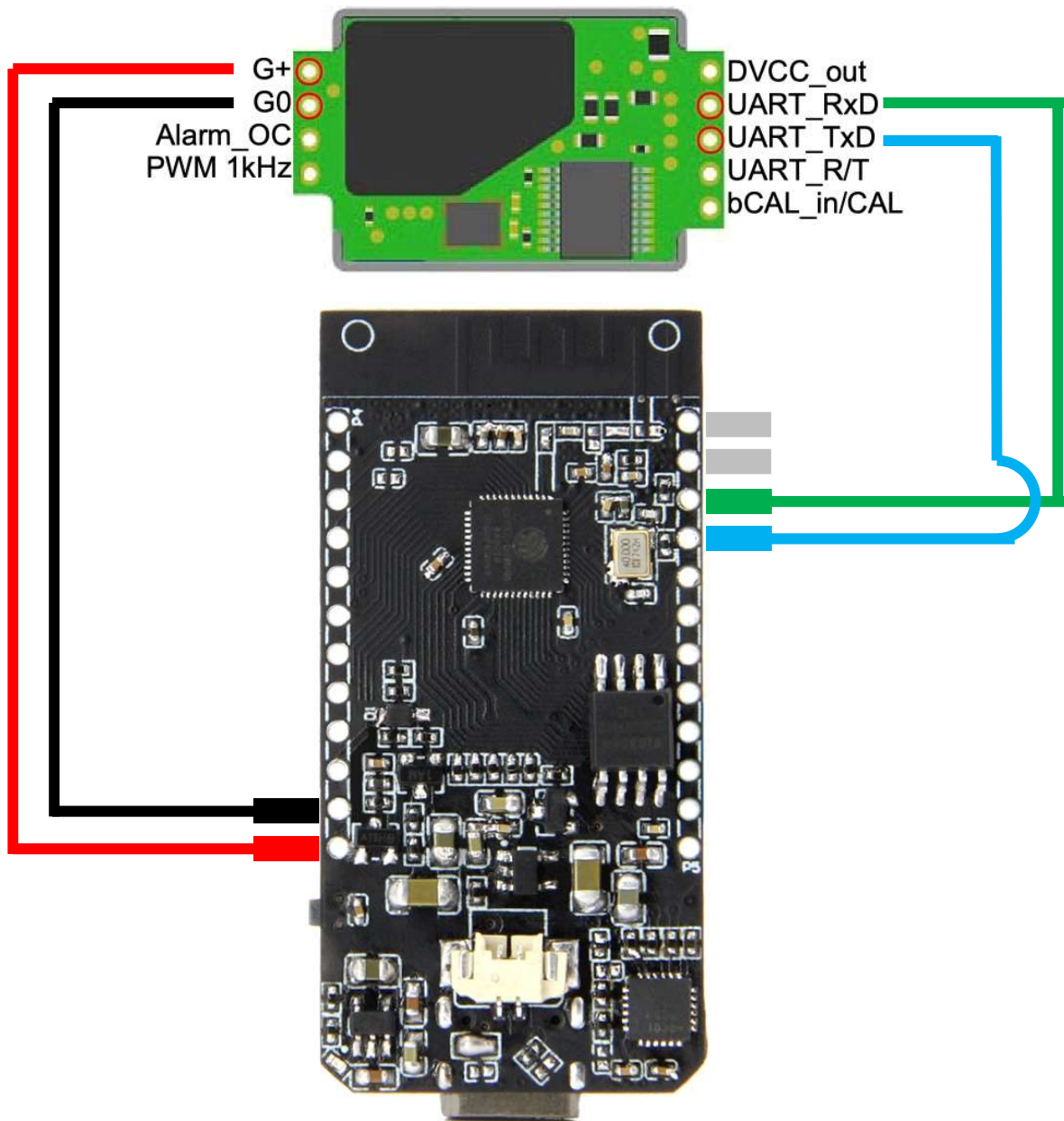
Insertion des « pins headers » et wrapping

Attention à l'orientation de la plaque d'essai lors de la découpe, suivez le sens indiqué ci-dessus (tous les trous d'une même ligne sont reliés électriquement entre eux et doivent l'être, ce qui n'est pas le cas pour les colonnes).

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

Assemblage de la partie électronique – 3/3

Wrappez les 4 fils selon le schéma suivant :



Une fois le montage réalisé, branchez le câble USB; une lumière clignotante doit alors apparaître sur la face supérieure du capteur.

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 :

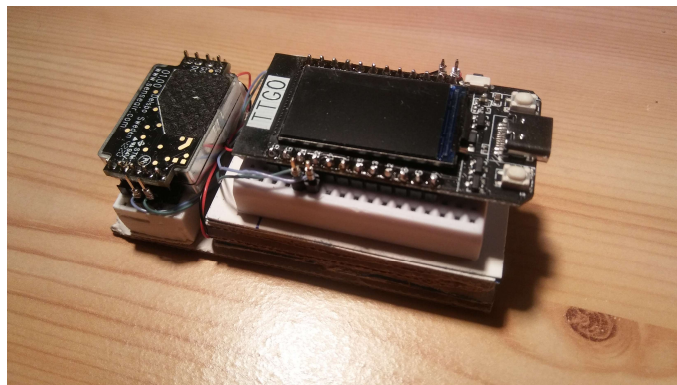
- Pour la configuration d'ARDUINO IDE, vous pouvez suivre les premières étapes du tutoriel : <http://f6kfa.fr/premiers-pas-application-de-demo-du-ttgo-t-display/>
- Pour l'installation de la bibliothèque relative à la gestion de l'écran, suivre les instructions fournis sur le site : <https://github.com/Xinyuan-LilyGO/TTGO-T-Display>
- 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 de la platine pour l'électronique

La « platine » qui accueillera l'électronique est faite à partir de carton à découper et dont la hauteur est ajustée avec des cales



Après différents essais avec le boîtier en carton (voir ci-après), on ajuste la hauteur de l'écran pour qu'il soit affleurant avec la face avant du boîtier



Les supports des composants, réalisés à partir de « breadboards » disposent normalement d'un scotch double-face sur leur partie inférieure. Cela permet de les coller sur la platine en carton.

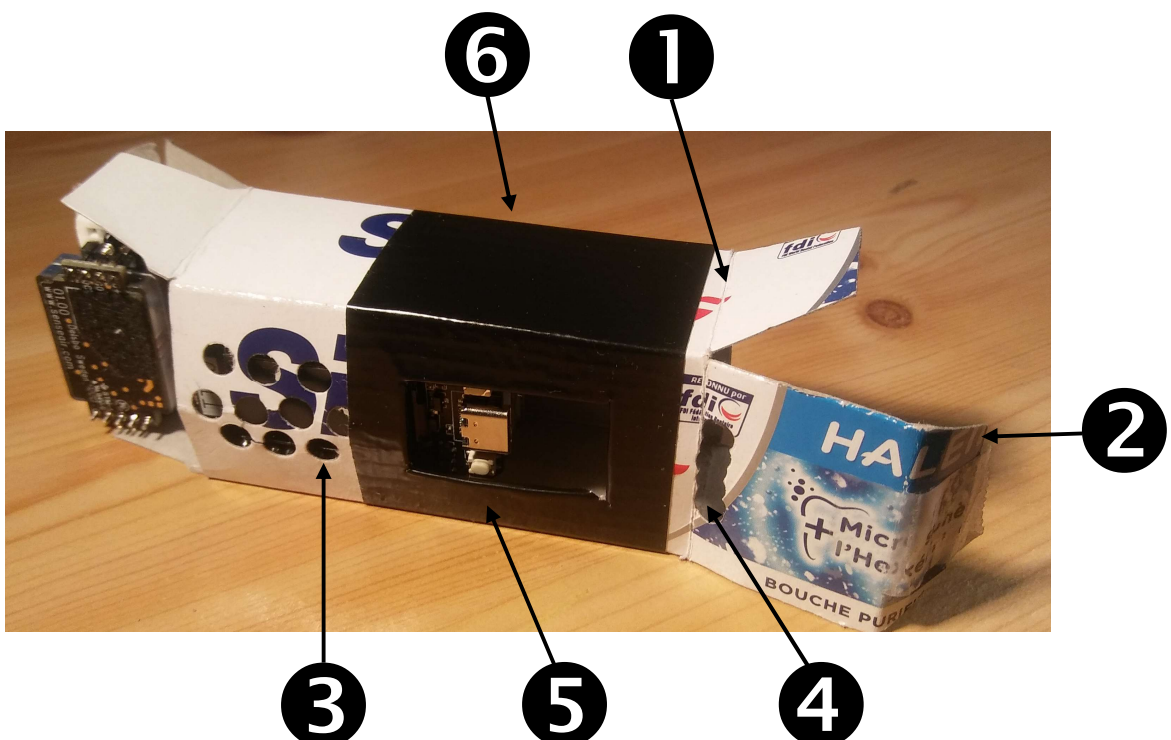
Réalisation du boîtier

Le boîtier sera réalisé à partir d'un emballage de dentifrice en carton.



Les opérations suivantes seront réalisées :

1. L'emballage sera coupé en longueur aux dimensions de la platine plus la longueur de la languette à réaliser, permettant la fermeture du boîtier,
2. Une languette sera donc réalisé sur le même modèle que celle déjà existante,
3. Des trous seront faits sur la face avant à l'emporte-pièce pour faciliter la circulation de l'air autour du capteur,
4. Le trou pour laisser passer le câble USB pourra être fait à l'emporte-pièce, en l'utilisant plusieurs fois,
5. La fenêtre pour l'écran sera d'abord fait à l'emporte-pièce pour permettre de passer ensuite des ciseaux,
6. Du scotch « américain » noir permet d'habiller la façade et consolider la fenêtre



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.

