

station météo en réseau ouvert V.2

1^{ère} partie : présentation et matériel

Mathias Claußen et Luc Lemmens (Elektor Labs)



Que vous soyez climatosceptique ou pas, la météo est un sujet de préoccupation mondiale. Une station météo puissante et extensible est intéressante à titre individuel, pour vous et vos proches, mais elle a aussi sa place dans des réseaux mondiaux ouverts comme *ThingSpeak* et *openSenseMap*. La station décrite dans cet article en deux voire trois parties a été conçue dans un souci de flexibilité pour la mesure et l'enregistrement des données, avec une consommation minimale et une grande fiabilité en cas d'exposition aux éléments. Le projet s'articule autour d'un module ESP32 connecté à des capteurs du commerce et fonctionnant avec un logiciel gratuit et truffé de possibilités. Il ne laisse pas grand-chose à désirer, si ce n'est un bon soleil et une douce brise !

Caractéristiques

- Système à 3 cartes : principale ; connecteurs ; particules
- Composants TH et modules commerciaux
- Capteurs (de base) : température, humidité relative, pression de l'air, poussières/particules
- Basé sur ESP32 (Pico Kit)
- Bus I²C
- Alimentation par batterie 12 V (solaire) avec arrêt automatique en cas de sous-tension
- Connecteurs ou borniers à vis pour la plupart des câblages
- Coffret en classe IP66 pour la carte principale et le capteur de particules
- Logiciels libres
- Compatible avec *ThingSpeak*, *openSensemap*
- Extensible avec des capteurs personnalisés
- Extension LoRa RFM95 (optionnel, en cours de développement)
- Compatible avec *ESPHome* et *Home Assistant*
- Accessible par WiFi
- Carte SD pour la commande locale

Les circuits imprimés de ce projet correspondent aux pièces mécaniques du kit de station météorologique disponible dans la boutique en ligne d'Elektor, composé d'un support et de capteurs (vitesse et direction du vent, pluie, température et humidité relative). Le V2 du titre de cet article est trompeur. Ce projet n'est pas une version remaniée, mais une conception nouvelle de notre précédente station météo ESP32 [1] désormais dépassée. Pour de nouvelles réalisations, nous recommandons exclusivement ce nouveau projet qui comporte trois cartes :

- carte mère (191148-1) pour installation à l'extérieur dans un boîtier étanche monté relativement près de votre domicile.
- carte de connexion (191148-2)

conçue pour s'insérer dans le boîtier d'un capteur thermo/hygro, en remplacement de la carte d'origine, avec prises RJ11 pour la connecter à des modules de capteurs (vent, pluie). Les cartes -1 et -2 sont reliées par 7 fils d'un câble Ethernet classique (qui en a 8 en tout).

- carte de capteur de particules (191148-3) pour le capteur HPMA115 (Honeywell), permettant de le monter à distance dans le même type de boîtier que celui utilisé pour la carte principale de la station météo.

Ces trois cartes seront abordées dans cet article, le logiciel dans la 2^e partie. Un 3^e article sera peut-être nécessaire.

Carte mère 191148-1

La carte principale contient un certain nombre d'éléments communs aux capteurs utilisés, facilement identifiables sur le schéma (**fig. 1**).

Alimentation avec protection de la polarité et verrouillage en cas de sous-tension

Normalement, la station météo est alimentée par une batterie rechargeable

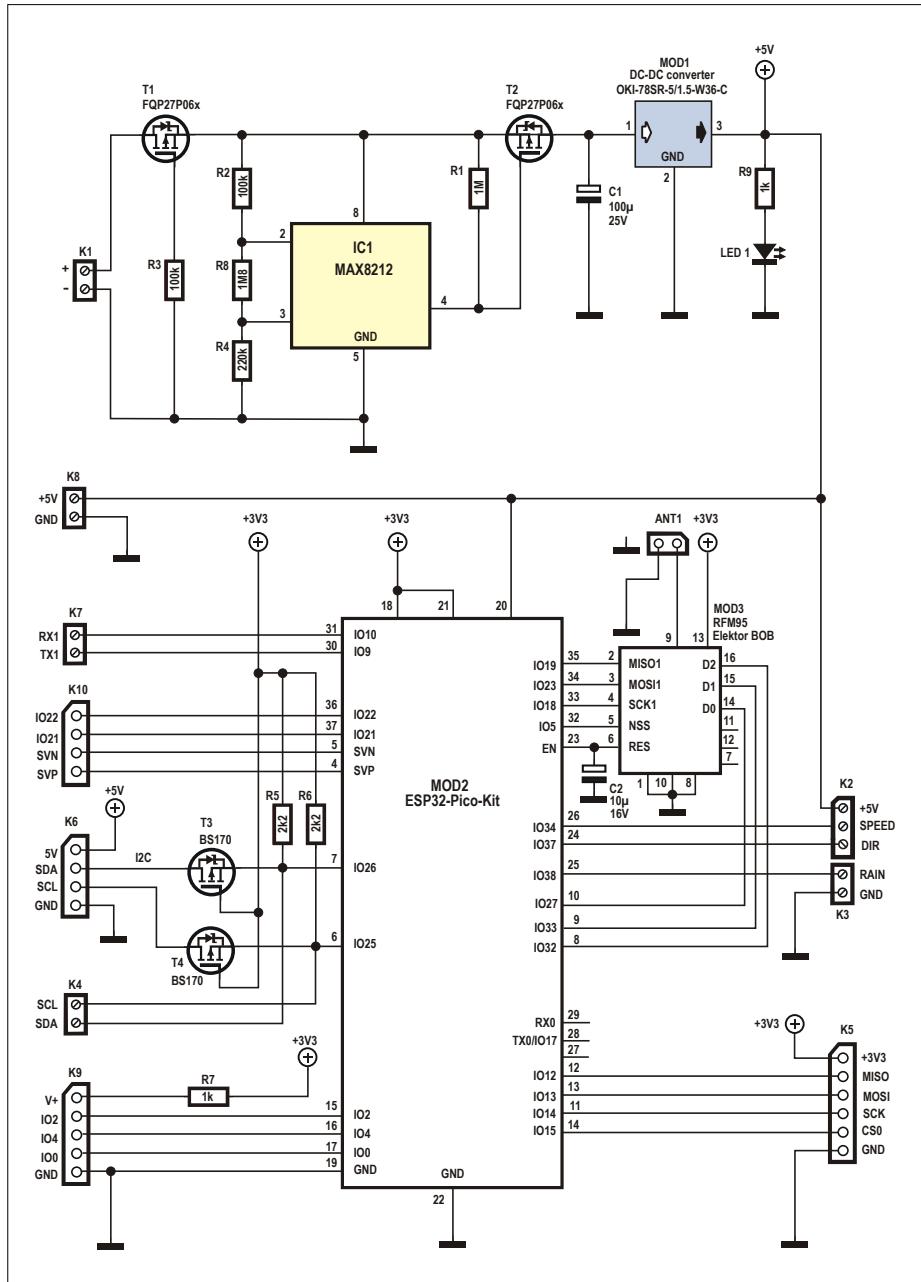


Figure 1. Schéma de la carte principale de la station météo en réseau ouvert V.2, compatible avec les plateformes de capteurs mondiales telles que *ThingSpeak* et *openSenseMap*. Notez sur le bus I²C l'adaptation de niveau bidirectionnelle 3,3 V/5 V avec des FET, qui fonctionne parfaitement.

INFOS SUR LE PROJET

capteurs météo
ESP32 *ThingSpeak*
openSenseMap

débutant → connaisseur
expert

3 h environ (assemblage du circuit imprimé)

outils de labo,
petite perceuse

60 € (carte mère avec boîtier),
40 € (cône avec BME280),
50 € (capteur de poussière avec boîtier) (prix approximatifs)

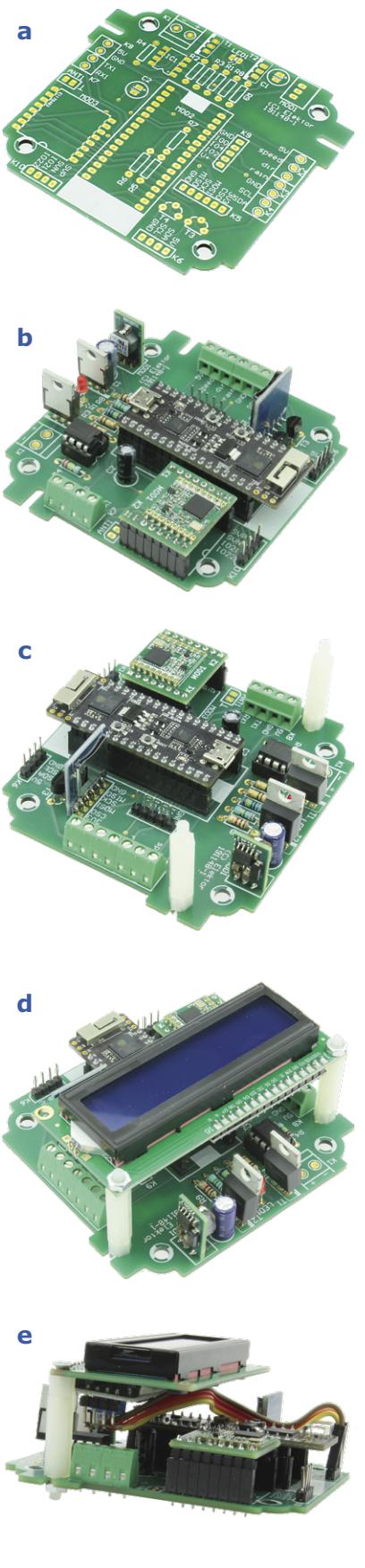
de 12 V, qui tire son courant de charge d'un panneau solaire combiné à un chargeur solaire externe. La consommation maximale est de 1,5 A pour la station météorologique entière, en fonction du type et du nombre de capteurs utilisés. La plage de tension d'entrée utilisable est d'environ 11 à 14 V continus.

Le FET T1 et la résistance R3 assurent la protection de la polarité de la batterie, le MOSFET n'étant conducteur que si les bornes de la batterie sont connectées dans le bon sens.

Afin d'éviter d'endommager la batterie, si l'énergie requise par la station météo n'est pas disponible, la batterie devra être déconnectée automatiquement pour éviter une décharge profonde. Nous avons choisi pour cette tâche le bon vieux détecteur de tension programmable ICL8212 dans sa version CMOS moderne de type MAX8212. Avec seulement trois résistances externes pour le réglage des seuils/hystérésis et un MOSFET externe comme dispositif de commutation, le 8212 fait exactement ce que nous voulons : éviter la décharge profonde de la batterie.

Avec les valeurs données pour R2, R8 et R4, le verrouillage de sous-tension déconnecte la batterie lorsque la tension à ses bornes tombe en dessous de 10,5 V. Il la reconnecte quand elle repasse au-dessus de 11,1 V.

Un convertisseur CC/CC (MOD1) abaisse à 5 V la tension de la batterie de 12 V.



LISTE DES COMPOSANTS

Carte principale 191148-1 v.1

Résistances

(carbone, 5%, 0,25W, 250V)

R1 = 1 MΩ

R2,R3 = 100 kΩ

R4 = 220 kΩ

R5,R6 = 2,2 kΩ

R7,R9 = 1 kΩ

R8 = 1,8 MΩ

Condensateurs

C1 = 100 µF, 25 V, radial 2,5 mm avec support de CI DIL-8

C2 = 10 µF, 16 V, radial 5 mm

Semi-conducteurs

IC1 = MAX8212EPA+ superviseur de tension
LED1 = rouge, 3 mm

T1,T2 = FQP27P06X, -60 V, -27 A, 120 W,
 $V_{gs} = -4$ V, $R_{ds(on)} = 70$ mΩ

T3,T4 = BS170, 60V, 500 mA, 830 mW,
 $V_{gs} = 2,1$ V, $R_{ds(on)} = 1,2$ Ω

Divers

K1 = bornier à vis, 2 voies pour PCB,
pas 5,08 mm (0,2"), 630 V

K2 = bornier à vis, 3 voies pour PCB,
pas 3,81 mm (0,15"), 300 V

K3,K4,K7,K8 = bornier à vis, 2 voies pour PCB,
pas 3,81 mm (0,15 in.), 300 V

K5 = BoB carte micro SD, e-choppe Elektor

K6,K10 = barrette SIL à 4 broches, sécable,
vertical

K9 = barrette SIL à 5 broches, sécable,
vertical

LCD1 = LCD rétro-éclairé 2x16 caractères,
avec interface I²C, e-choppe Elektor *

MOD1 = OKI-78SR-5/1,5-W36-C,
convertisseur DC/DC 5 V 1,5 A, (Murata)

MOD2 = ESP32 Pico KIT V4, e-choppe
Elektor

connecteur pour MOD2 = barrette SIL17
points pas 2,54 mm

MOD3 = BoB Elektor RFM95
(optionnel – extension future)

S1 = poussoir, IP68, Alcoswitch
PB6B2FM3M1CAL07

Coffret = TK PS 94×94×57 mm, classe IP66
(Spelsberg)

2 entretoise hexagonale M3×25 mm

2 écrou M3

2 vis à métaux M3×10 mm

2 câble nylon à gland PG7, IP68

6 fil de court-circuit femelle-femelle

Circuit imprimé 191148-1 V1.2, e-choppe
Elektor

* délais de livraison critiques

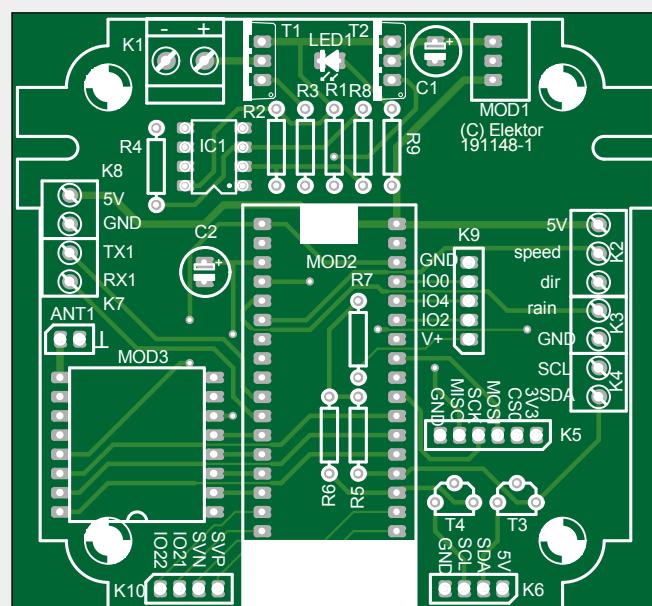


Figure 2. La carte principale à différents stades d'achèvement : (a) non alimentée ; (b) avec les composants alimentés et les modules insérés ; (c) avec les supports montés ; (d) avec l'afficheur monté ; (e) avec les câbles internes connectés.

La LED1 sert d'indicateur de mise sous tension. Le module Picokit ESP32 est équipé d'un régulateur interne de 3,3 V dont la sortie est reliée aux broches 18 et 21 et qui fournit 3,3 V aux autres éléments de la carte principale.

Cerveau et biceps d'ESP32

L'ESP32 est bon marché mais puissant, avec une offre énorme de (bribes de) logiciel prêt à l'emploi et d'autres briques de logiciel disponibles sur la toile. Ses propriétés d'interfaçage de capteurs sont excellentes aussi. Un module Picokit ESP32 (MOD2) est utilisé pour commander les capteurs et lire leurs données, pour afficher les informations (LCD), pour enregistrer les données (carte SD) et pour communiquer avec un ordinateur (dans la maison) par WiFi (ou LoRa, une fois qu'il est en place). Sur la carte principale, il y a également un bouton de remise à zéro et un bouton *utilisateur*, ainsi qu'une connexion USB pour flasher le micrologiciel de la station.

Carte SD

Pour recevoir la carte micro-SD (K5), nous avons opté pour un petit adaptateur disponible dans l'e-choppe d'Elektor. Son connecteur au pas de 100 mil est facile à souder. Cet adaptateur est monté perpendiculairement à la carte principale pour pouvoir accéder à la carte SD. Soit vous remplacez le connecteur à broches droites de l'adaptateur par un connecteur à broches coudées, soit vous coudez ces broches à 90 ° avec une pince... et du doigté, pour ne pas endommager cette petite carte.

Bus I²C & LCD

Le bus I²C embarqué est utilisé pour communiquer avec l'écran LCD (sur K6) et les capteurs de pression, de température et d'humidité de l'air (sur K4). Il peut accueillir d'autres capteurs ou appareils compatibles I²C que vous souhaiteriez ajouter. Les résistances de polarisation R5 et R6 sont nécessaires sur le bus.

Si vous connectez sur K4 un appareil I²C qui contient déjà des résistances de polarisation, omettez R5 et R6 ou supprimez-les. Le module LCD suggéré [2] est muni de résistances de polarisation sur sa tension d'alimentation de 5 V. Les FET T3 et T4 décalent les niveaux 3,3 V / 5 V dans les deux sens pour les adapter aux broches d'entrée/sortie de l'ESP32 parce que celles-ci ne supportent pas 5 V.

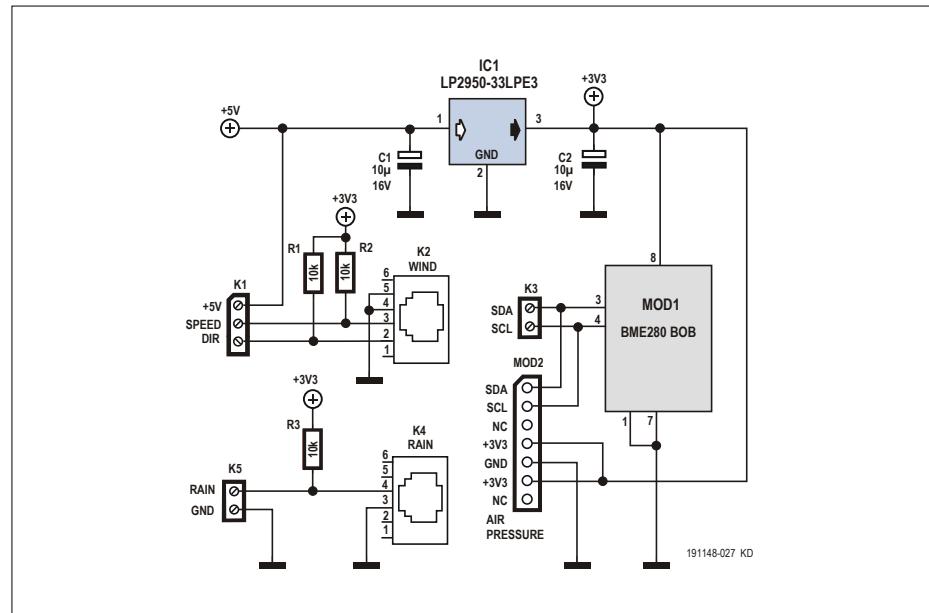


Figure 3. Schéma de la carte de connexion pour les capteurs de pluie et de vent. Il accueille également le module capteur de pression/humidité/température.

Sans oublier...

Le MOD3 est équipé d'un adaptateur RFM95 optionnel pour LoRa. Cette extension n'est pas encore prise en charge dans la version actuelle du logiciel. Les connecteurs K7 et K8 s'interfacent avec un capteur de particules Honeywell.

Comme celui-ci est sensible au gel, nous ne l'avons pas monté dans le boîtier du capteur thermo/hydro qui doit être installé dans un espace plus ouvert. Le circuit imprimé principal est adapté au boîtier Spelsberg de classe IP66 (cf. liste des composants).

LISTE DES COMPOSANTS

Carte de connexion 191148-2

Résistances

R1,R2,R3 = 10 kΩ, carbone, 5%, 0,25 W, 250 V

Condensateurs

C1,C2 = 10 µF, 16 V, radial 5 mm (hauteur: 6,5 mm)

Semi-conducteurs

IC1 = LP2950-33LPE3, 3,3V LDO, TO-92

Divers

MOD1 = BoB BME280, e-choppe Elektor

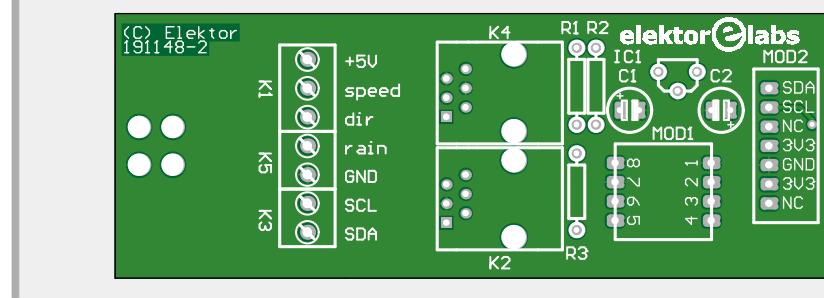
MOD2 = BoB WSEN-PADS (Würth)

K1 = bornier à vis pour PCB, 3 voies, pas 3,81 mm (0,15"), 300 V

K2,K4 = connecteur modulaire RJ-11, 6P6C, vertical, type Molex 95503-2661

K3,K5 = bornier à vis, 2 voies, pour PCB, pas 3,81 mm (0,15"), 300 V

Circuit imprimé 191148-2 V1.1, e-choppe Elektor



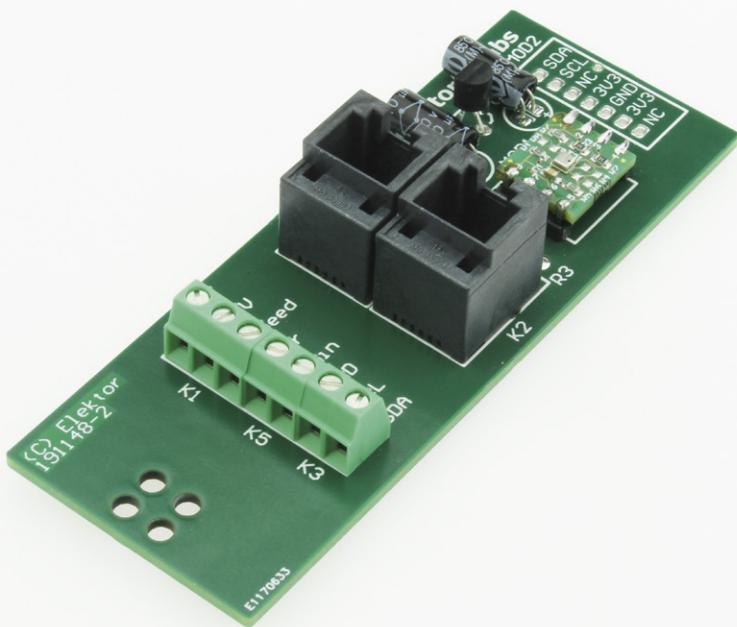


Figure 4. Carte de connexion finie vue de dessus. Sur cette carte se trouve également le module combiné capteur de pression/humidité/température.

C'est le prototype du labo que montre la **fig. 2**. On a fait pivoter de 180° les borniers de 3,81 mm (0,15 pouce), les connexions tournées vers l'intérieur, une solution insolite qui exploite bien l'espace libre dans le boîtier pour le raccordement des fils !

Carte de connexion 191148-2

Cette carte accueille également le capteur de pression/humidité/température, mais sa principale fonction est d'interconnecter le µC ESP32 et les capteurs (cf. schéma du circuit **fig. 3**). Ce «circuit» remplace la carte d'origine de l'unité thermo/hygro fournie avec le kit WH-SP-WS02, et se glisse parfaitement dans le boîtier.

Le régulateur à faibles pertes (LDO = *low dropout*) IC1 de 3,3 V est le seul composant actif sur cette carte. Hormis les trois résistances de polarisation R1, R2 et R3 pour les interrupteurs des capteurs de pluie et de vent, les autres composants se limitent à des connecteurs pour les modules de capteurs utilisés dans la station.

Les prises RJ-11 se connectent à l'anémomètre (K2) et au pluviomètre (K4). Leurs positions correspondent aux trous dans l'unité thermo/hygro «évacuée» et au texte sur le boîtier.

La position MOD2 est destinée à d'autres capteurs et à l'accès des utilisateurs au bus I²C.

Le populaire adaptateur d'Elektor pour le BME280 est utilisé comme module de capteurs 3 en 1 pour la température, l'humidité relative et la pression atmosphérique. La numérotation des broches sur la carte pour la position MOD1 correspond à celle du BoB BME280. Si vous préférez un capteur T/RH/P compatible I²C d'une autre marque, vous pouvez le connecter à la position MOD2 du circuit imprimé et supprimer le BoB pour le BME280. La **figure 4** montre la carte de connexion telle qu'elle a été fabriquée et testée par Elektor Labs. Les quatre trous permettent de fixer le câble à la carte à l'aide de deux colliers.

@ WWW.ELEKTOR.FR



→ Carte mère, PCB nu
www.elektor.fr/191148-1

→ Carte de connexion, PCB nu
www.elektor.fr/191148-2

→ Carte de capteur de particules, PCB nu
www.elektor.fr/191148-3

→ Kit de la station météo V.2
www.elektor.fr/191148-71

→ Wireless Outdoor Unit for Professional Weather Station WH-SP-WS02
www.elektor.com/professional-outdoor-weather-station-wh-sp-ws02

→ Micro SD-Board BoB
www.elektor.com/1925

→ Afficheur LCD 2×16 caractères avec carte d'interface I²C*
www.elektor.fr/two-wire-lcd-071035-93

* interface I²C : retards de livraison possibles dus à des problèmes d'importation.

Liens

- [1] station météo ESP32, magazine Elektor, janvier 2019 : www.elektormagazine.fr/magazine/elektor-71/42320/
- [2] afficheur LCD 2×16 caractères avec I²C : www.elektor.fr/two-wire-lcd-071035-93
- [3] page de cette publication : www.elektormagazine.fr/191148-01
- [4] page du projet : www.elektormagazine.com/labs/remake-elektor-weather-station

Carte de capteur de particules

191148-3

Le principal objectif de cette carte est de faciliter la connexion et le montage du capteur de particules *Honeywell HPMA115S0-xxx*. (**fig. 5**). Celui-ci est muni d'un connecteur à 8 voies, au pas de 1,25 mm (0,05 pouce), difficile à connecter sans outils professionnels. Le capteur est plus facile à planter si vous utilisez le connecteur *Würth Elektronik* de la liste des composants. Il suffit de souder les quatre fils sur K3 (deux pour l'alimentation 5 V, et deux pour RxD et TxD) et de brancher soigneusement le connecteur au pas de 1,25 mm dans le capteur. Les connecteurs K1 et K2 assurent ensuite une connexion facile à manipuler entre capteur de particule et carte mère. La **fig. 6** montre la carte complète avec le capteur connecté.

Utilisez trois vis à métaux M2x10 mm pour fixer le capteur au circuit imprimé. Il faut percer quelques orifices de ventilation dans le boîtier afin d'obtenir un flux d'air suffisant pour des mesures correctes, tout en empêchant l'humidité dans le capteur installé à l'extérieur.

Produits

Les trois circuits imprimés nus de la station météo en réseau ouvert V.2, ainsi qu'un kit de composants sont disponibles dans la boutique en ligne d'*Elektor* (cf l'encadré @ www.elektor.fr). Nos lecteurs qui préfèrent commander leurs cartes auprès d'un fabricant de circuits imprimés peuvent le faire en utilisant les fichiers Gerber et les fichiers BOM mis à leur disposition [3].

À suivre

Dans la prochaine édition d'*Elektor* (juillet-août), nous poursuivrons avec vous le développement du logiciel de la station météo en réseau ouvert V.2. En attendant, nous vous invitons à suivre les progrès de ce projet sur le site *Elektor Labs* [4].

191148-02

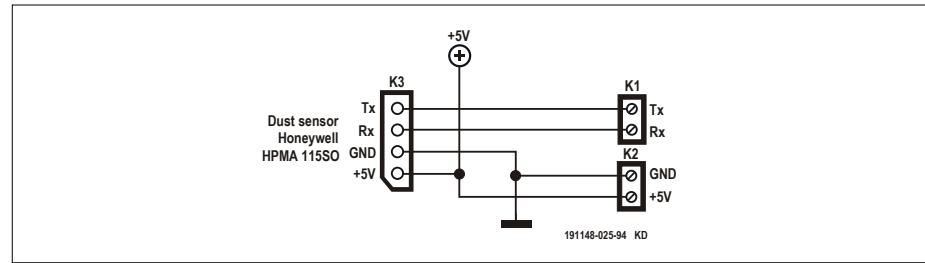


Figure 5. Schéma de la carte du capteur de poussière/particules accueillant le capteur *Honeywell HPMA115*.

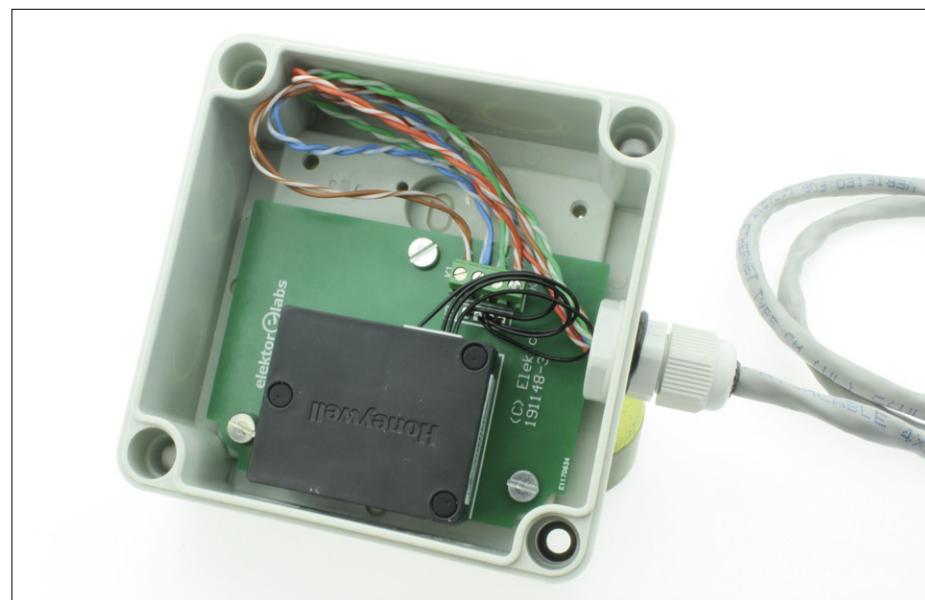


Figure 6. Carte de capteur de poussière/particules 191148-3 montée dans le boîtier de classe IP66.



LISTE DES COMPOSANTS

Carte du capteur de particules 191148-3

MOD1 = capteur de particules HPMA115S0-xxx
(*Honeywell*), Farnell # 2770767
K1,K2 = bornier à vis, 3 voies, pour PCB,
pas 3,81 mm, 300 V
embase WR-PHD, 8 voies,
pas 1,25 mm,
Würth Elektronik # 653008113322
2 câble pré-serti,
Würth-Elektronik # 653153128130
3 vis à métaux M2x10
coffret = TK PS 94x94x57 mm,
classe IP66 (*Spelsberg*)
circuit imprimé 191148-3 V1.0,
e-choppe Elektor

