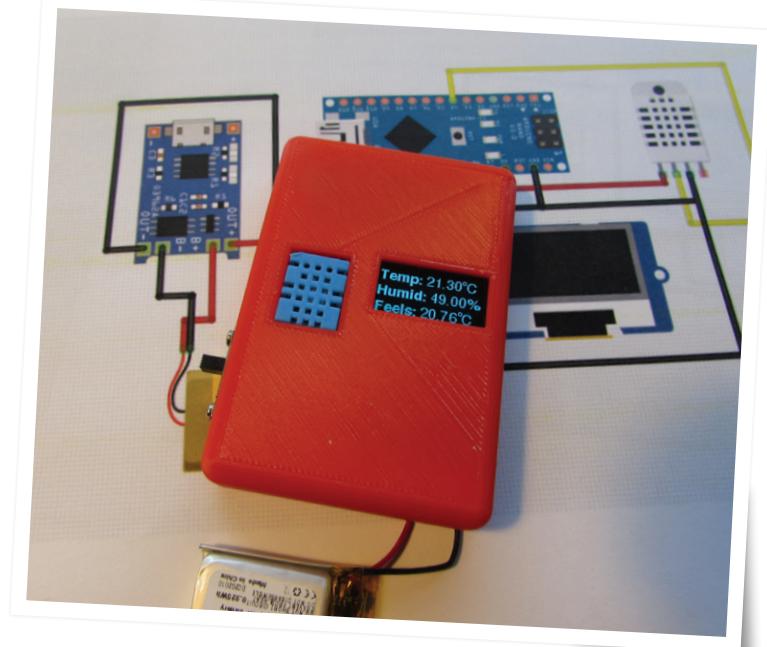


# station de mesure de température et d'humidité, au format de poche

## Utilisation de modules prêts à l'emploi

Aarav Garg (Inde)

La réalisation de projets électroniques modernes a été considérablement facilitée par l'utilisation de modules prêts à l'emploi. Il suffit d'un peu de câblage et de micrologiciel pour créer un nouvel appareil comme celui présenté ici.



*Luc Lemmens, labo d'Elektor : le concepteur de ce montage est un jeune innovateur indien de 15 ans, Aarav Garg, qui est plus qu'heureux de présenter sa « station météo de poche » dans notre magazine. Elle contient un Arduino Nano, un écran OLED de 0,96" et un capteur d'humidité et de température DHT11. Elle est alimentée par une batterie LiPo qui peut être rechargée via un module de charge USB. Un boîtier imprimé en 3D et fabriqué sur mesure complète cet appareil portable et pratique. Nous allons laisser la parole à Aarav pour qu'il nous explique comment il est parvenu à ce montage. Je l'ai reproduit et testé avec succès au laboratoire d'Elektor. On trouvera quelques instructions et commentaires supplémentaires dans les encadrés.*

Dans cet article, vous apprendrez à construire une station météo de poche à base d'une carte Arduino Nano. Il s'agit d'un appareil compact que vous pouvez emporter n'importe où, dans votre poche, et qui vous donnera la température et l'humidité en temps réel sur son écran OLED. Ainsi, vous saurez toujours s'il faut prendre un parapluie ou une ombrelle ! L'appareil est équipé d'une batterie LiPo rechargeable de 160 mAh. Il s'agit d'un excellent projet d'apprentissage et amusant à réaliser.

### Étape 1 : rassembler les composants

La première chose à faire au début de tout projet est de rassembler les composants

nécessaires, comme le montre la **figure 1**. Les composants requis pour ce projet sont les suivants :

- Arduino Nano avec câble
- Module à capteur de température DHT11
- Écran OLED de 0,96 pouce
- TP4056, module de charge de batterie
- Petite batterie (j'ai utilisé une batterie LiPo de 160 mAh)
- Interrupteur à glissière

Outils :

- Fer à souder
- Fils de câblage
- Pistolet à colle chaude
- Imprimante 3D pour le boîtier (facultatif)

Rassembliez et/ou achetez tout ce qui est nécessaire et passez à l'étape suivante.

### Étape 2 : disposition des composants

Il nous faut maintenant planifier la disposition de tous les composants à l'intérieur d'un boîtier. Je voulais que l'appareil soit aussi fin que possible, afin qu'il tienne aisément dans une poche. J'ai donc étalé tous les composants en évitant une structure à plusieurs couches qui aurait certes diminué la longueur et la largeur de l'appareil, mais aux dépens de son épaisseur.

Reportez-vous à la **figure 2** pour voir comment j'ai disposé les composants à l'inté-

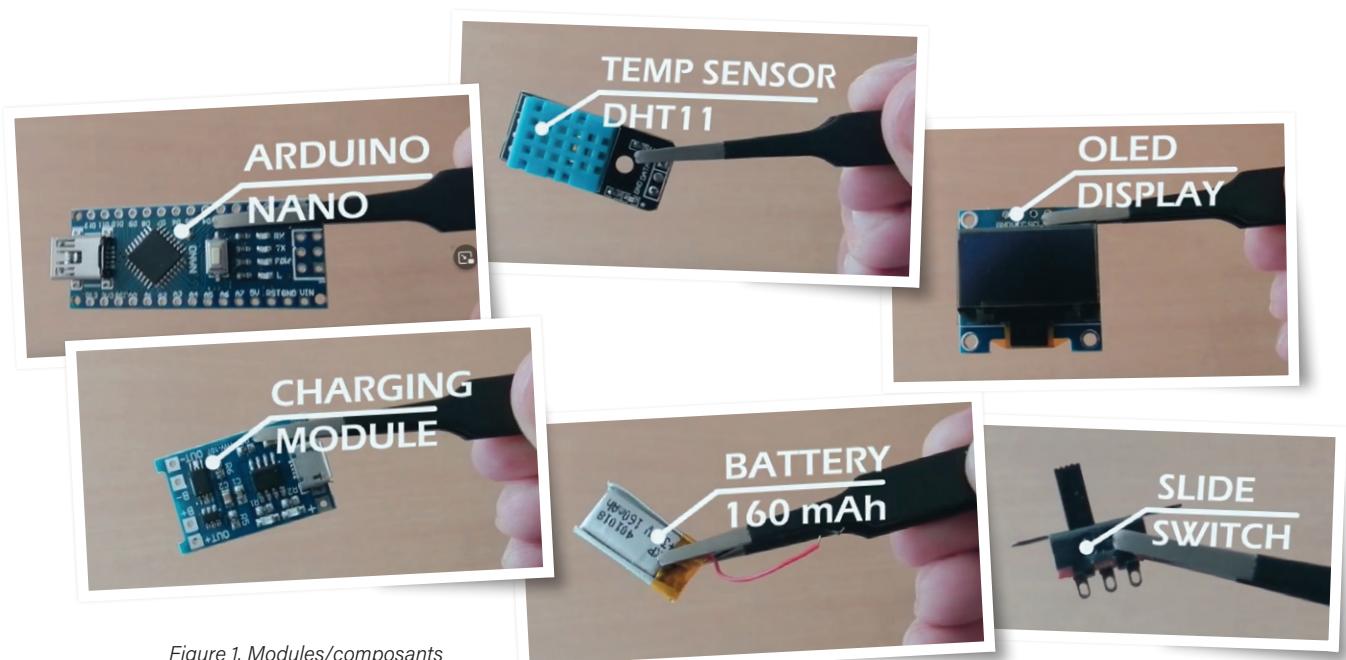


Figure 1. Modules/composants nécessaires.

rieur de ma station météo de poche. Vous pouvez aussi le faire à votre idée.

### Étape 3 : schéma

À cette étape, il s'agit de concevoir un schéma pour notre station météo de poche. Il est en fait très simple, car il n'y a que très peu de modules à interconnecter, et aucun module à modifier. La **figure 3** donne le schéma de

principe, auquel vous pouvez vous référer si nécessaire. Nous devons connecter la batterie à son module de charge et la sortie de ce module à la carte Arduino Nano. J'ai utilisé une carte Arduino Nano en raison de sa taille qui est parfaite pour ce projet ! Ensuite, connectez le module de capteur de température et l'écran OLED à la carte Arduino. Après cette découverte du schéma, passez à l'étape suivante.

### Étape 4 : soudage / réalisation des connexions

Maintenant, il ne nous reste plus qu'à souder les fils de liaison entre les modules selon le schéma que nous avons dessiné précédemment. Coupez les fils à la bonne longueur, cela évitera un fouillis de fils plus tard. Efforcez-vous de réaliser des soudures précises pour éviter tout court-circuit. Tout ce proces-

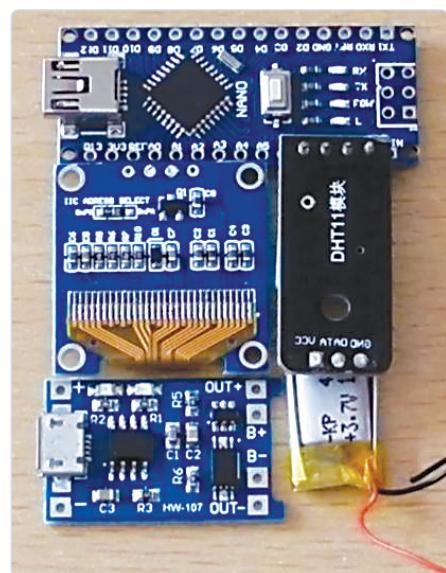


Figure 2. Disposition des modules.

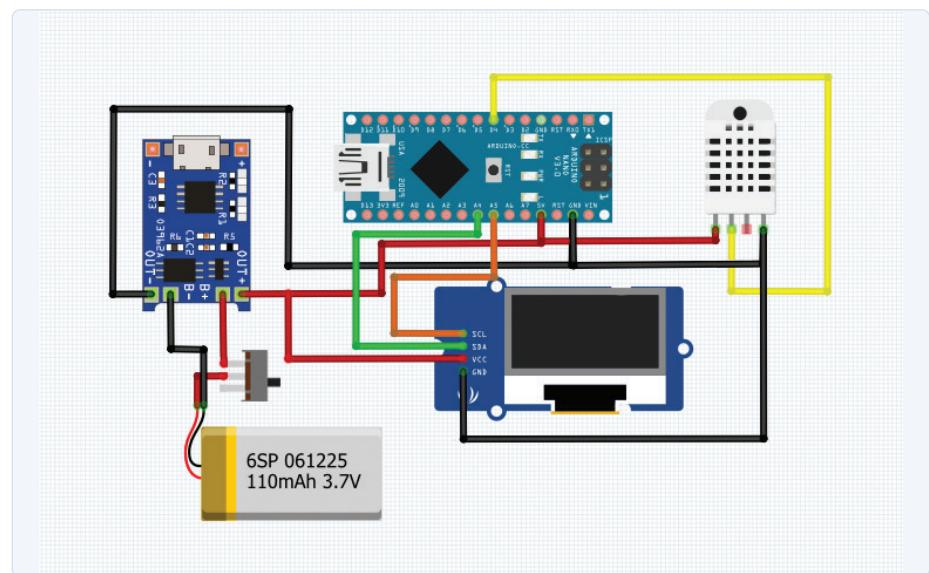


Figure 3. Dessin Fritzing montrant les interconnexions.

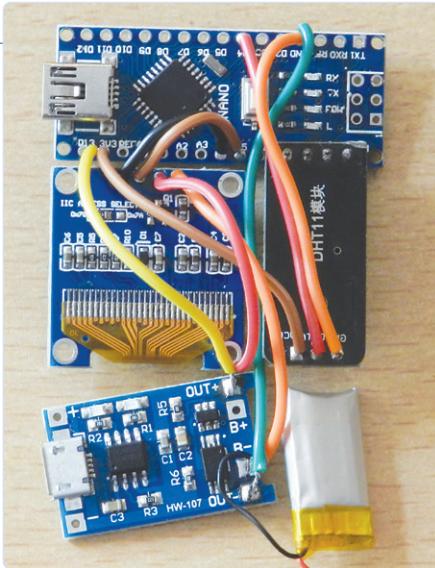


Figure 4. Après la réalisation de la plupart des interconnexions.

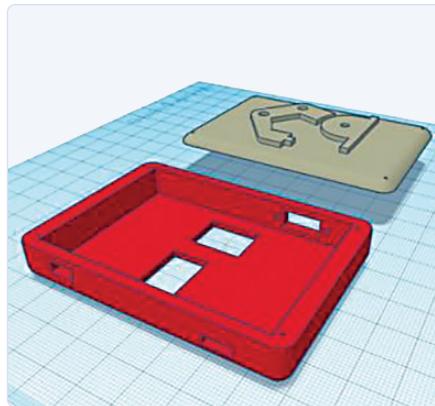


Figure 5. Conception du boîtier, réalisée avec Tinkercad.

sus peut paraître fastidieux, mais vous en serez récompensé plus tard, croyez-moi ! Une fois que vous avez terminé les soudures, ça doit ressembler à ce que montre la **figure 4**. Passez alors à l'étape suivante.

### Étape 5 : après le soudage

Tout ce paquet de modules et de fils ne peut certes pas rester tel quel : il faut le loger dans un boîtier pour qu'il prenne un aspect professionnel. Et la meilleure option qui s'offre à nous est l'impression 3D. Alors, passez à l'étape suivante pour concevoir le boîtier et l'imprimer !

### Étape 6 : fabrication du boîtier

J'ai conçu le boîtier de la station météo de poche (**fig. 5**) avec Tinkercad, un logiciel de CAO extraordinaire. Il est conçu pour des utilisateurs de tout niveau de compétence en CAO, même débutants. Je n'ai pas d'imprimante 3D, je me suis donc rendu sur le site d'IAmRapid, j'ai téléchargé mes fichiers STL pour obtenir un devis instantané et j'ai commandé les pièces dans la foulée. Le boîtier s'est avéré d'une grande qualité. Heureusement, toutes les découpes que j'avais prévues lors de la conception pour les différents modules et ports se sont avérées parfaites à 100%. *Les fichiers 3D*

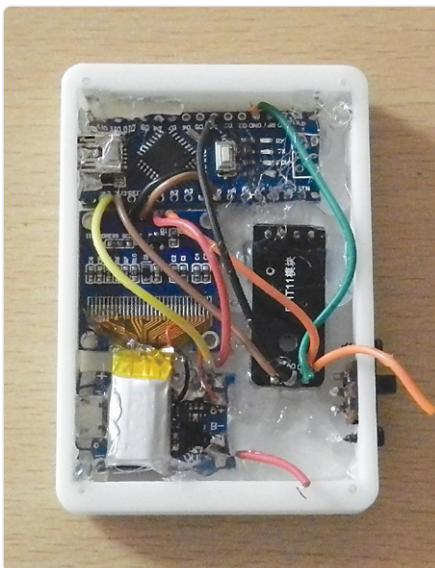


Figure 6. L'électronique collée à chaud à l'intérieur du boîtier.

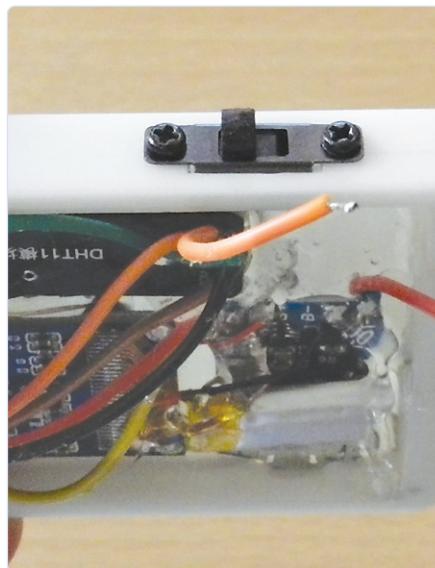


Figure 7. L'interrupteur est fixé à l'extérieur du boîtier.

pour l'impression du boîtier sont disponibles en téléchargement sur la page Elektor Labs de ce projet [1]. Passons maintenant à l'insertion de l'ensemble du circuit à l'intérieur du boîtier et à sa fixation.

### Étape 7 : mise en place du circuit dans le boîtier

Il s'agit maintenant de placer l'ensemble du circuit à l'intérieur du boîtier fabriqué à l'étape précédente. Pour donner à l'appareil l'aspect professionnel requis, il est très important que tous les ports soient placés avec précision dans leurs découpes respectives. Pour assurer le bon fonctionnement de l'appareil, tous les composants doivent être solidement fixés à leur place et ne pas bouger à l'intérieur du boîtier. Pour cela, j'ai utilisé de la colle chaude. La **figure 6** montre le résultat. Une fois que vous avez terminé, passez à l'étape suivante.

### Étape 8 : ajout de l'interrupteur

L'opération précédente terminée, il est temps d'ajouter l'interrupteur à glissière dans son emplacement dédié. Nous n'avions pas encore connecté l'interrupteur au circuit, car il doit être inséré dans le boîtier depuis l'extérieur (**fig. 7**).

Après avoir inséré l'interrupteur dans son emplacement, utilisez deux petites vis pour le maintenir en place. Connectez ensuite les deux fils, l'un provenant du VCC de la carte Arduino et l'autre de la sortie positive du module de charge de la batterie. De cette façon, la manœuvre de l'interrupteur allumera le circuit complet.

### Étape 9 : fermeture du boîtier

Maintenant, nous devons fermer le boîtier. J'ai utilisé quelques vis pour fixer le couvercle du boîtier. J'avais prévu des trous de vis dès la conception du boîtier, prévenant ainsi tout problème ultérieur.

Assurez-vous que le couvercle est en place pour que l'appareil ait un aspect professionnel et soit pratique à transporter ! J'ai personnalisé l'appareil en mettant mon logo sur le couvercle.

### Étape 10 : bataille de codage !

Nous en arrivons à ce qui distingue notre appareil d'une simple boîte en plastique sans intérêt : le micrologiciel de l'Arduino. Nous allons donc programmer notre station météo de poche pour qu'elle fasse son travail avec

## Données du capteur

Le DHT11 est un capteur d'humidité et de température bien connu dans le milieu des fiseurs. Ce n'est pas l'appareil le plus précis, mais il est bon marché et largement disponible. Les relevés de tempé-

rature et d'humidité du capteur sont affichés et utilisés pour calculer l'indice de chaleur [2], la troisième valeur affichée en bas de l'écran LCD (intitulée « Feels »). Il s'agit de la température perçue par une personne pour une combinaison parti-

culière de température et d'humidité relative ; elle est calculée dans la bibliothèque Arduino DHT11. Il ne faut pas la confondre avec la *température ressentie*, qui tient compte de l'influence de la vitesse du vent.

## Le croquis Arduino

Avec des projets comme celui-ci, rien ne fonctionne sans micrologiciel, en l'occurrence le croquis Arduino. Comme pour de nombreux modules, circuits intégrés et capteurs ordinaires, il existe des bibliothèques Arduino prêtées à l'emploi qui facilitent grandement la vie du programmeur. Le croquis d'Aarav utilise – entre autres – des bibliothèques graphiques, de contrôle de l'écran OLED, de lecture et de traitement des données du capteur DHT. Le listing ci-dessous contient les fonctions `setup()` et `loop()` du croquis, montrant que seule une quantité minimale de code est nécessaire pour faire fonctionner la station météo, le gros du traitement étant effectué par les fonctions des bibliothèques. Deux instructions sont nécessaires pour lire la température et l'humidité du DHT11, et une troisième pour calculer l'indice de chaleur à partir des données du capteur. Le reste de `loop()` affiche les valeurs obtenues sur l'écran. La plus grande partie du croquis, qui n'est pas reproduite ici, sert à afficher le logo de l'auteur à l'écran lorsque l'appareil est mis sous tension ou réinitialisé. Les données du capteur sont également envoyées au moniteur série de l'EDI Arduino à des fins de débogage.

```
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  dht.begin();
  // SSD1306_SWITCHCAPVCC = generate display voltage from 3.3V internally
  if(!display.begin(SSD1306_SWITCHCAPVCC, 0x3C)) { // Address 0x3C for 128x64
    Serial.println(F("SSD1306 allocation failed"));
    for(;;); // don't proceed, loop forever
  }
  testdrawbitmap(); // draw the required image
  delay(1000);
}
void loop() {
  float h = dht.readHumidity(); // read humidity
  float t = dht.readTemperature(); // read temperature
  float hic = dht.computeHeatIndex(t, h, false); // compute heat index for temp in °C
  // Printing the results on the serial monitor
  Serial.print("Temperature = ");
  .....
}
```

## Que faire si ça ne marche pas ?

Si vous lisez ceci, c'est que vous avez sûrement réalisé le montage. S'il fonctionne : bravo ! Sinon, vous aurez appris ce qu'il faut faire pour construire quelque chose, mais aussi ce qu'il ne faut pas faire, ce qui est au moins aussi important.

L'écran LED ne s'allume pas : soit vous l'avez fusillé, soit il y a une erreur dans

vos connexions. Vérifiez votre code, par exemple un oubli d'initialiser l'écran ou une assignation d'adresse I<sup>2</sup>C incorrecte. Revérifiez votre code et testez si l'écran lui-même fonctionne ou non. Si oui, essayez de modifier le code. Toutes les lectures affichent « NA » : cela se produit si votre capteur de température a un problème. Soit vous avez fait une erreur de connexion à la carte Arduino : vérifiez le câblage. Soit le capteur

lui-même a un défaut : essayez de le remplacer !

Ça fonctionne avec le câble USB mais pas avec la batterie : c'est le signe d'un problème avec votre batterie ou peut-être avec les connexions de la batterie !

## Notes du laboratoire d'Elektor sur le matériel

Pour une réalisation compacte de la station météo de poche d'Aarav, il faut avoir un Arduino Nano sans broches soudées, mais malheureusement les cartes Nano dans mon tiroir en avaient toutes. Cela les rend trop hautes pour prendre place dans un boîtier plat et il est moins facile d'y souder des fils de connexion. Bien sûr, vous pouvez acheter un module sans broches, mais avec un peu de précautions, les broches peuvent être enlevées sans endommager la carte. Coupez les broches à ras de la base en plastique à l'aide d'une pince diagonale, puis découpez le plastique. Enfin, dessoudez les restes des broches et enlevez la soudure avec une pompe ou une tresse à dessouder. Le connecteur ISP à 6 broches

est un peu plus difficile à enlever, mais on y arrive par la même méthode.

L'écran de 0,96" que j'ai commandé avait aussi des broches que j'ai enlevées pour gagner de la place dans le boîtier. Mais avec ces écrans, il peut y avoir un autre problème : la plupart d'entre eux peuvent être configurés pour une interface SPI ou I2C, le projet utilisant cette dernière. J'ai fait l'erreur de commander la version SPI, et, même si la reconfiguration est possible, je ne la recommande pas pour ce projet. Non seulement parce que cela implique une soudure de CMS, mais aussi parce que quelques composants et câblages supplémentaires sont nécessaires.

À la différence du dessin Fritzing (**fig. 3**), Aarav a utilisé un module DHT11 : une carte qui ne contient pas seulement le

DHT11 lui-même, mais aussi (entre autres) une résistance de rappel sur la broche de sortie de données. La résistance de rappel interne de l'entrée d'un Arduino Nano peut être trop élevée pour assurer le bon fonctionnement du capteur, donc une résistance supplémentaire de 10 kΩ peut être nécessaire si vous - comme je l'ai fait - utilisez un capteur DHT11 séparé. Mais avec mon prototype, ce fut inutile, le signal de données apparaissait beau et propre sur un oscilloscope.

Même si la réalisation matérielle est relativement simple, je vous conseille de programmer l'Arduino Nano et de tester la station météo avant de coller les modules dans le boîtier, quand il sera encore facile de corriger les éventuelles erreurs de soudage.

une efficacité maximale. Le croquis Arduino peut être téléchargé à partir de la page Elektor Labs de ce projet [1], mais si vous le souhaitez, vous pouvez aussi mettre les mains dans le cambouis et écrire le code vous-même !

## Étape 11 : et c'est parti !

Et voici notre station météo de poche entièrement opérationnelle. Elle dispose d'un écran OLED pour vous permettre de profiter de la météo de manière optimale. Elle comprend également une batterie rechargeable avec un port de charge USB, et honnêtement, la batterie dure assez longtemps pour qu'elle n'ait que rarement besoin d'être rechargée. Elle dispose également d'un port Arduino Nano pour télécharger par la suite du code modifié. L'interrupteur présent à l'extérieur est également d'usage très pratique. En outre, la réalisation compacte de l'appareil permet de le glisser même dans la plus petite des poches ! Vous serez fier d'arborer cet appareil partout où vous allez et de l'utiliser comme station météo. 

210394-04

## Contributeurs

Idée, conception et texte : **Aarav Garg**  
Illustrations : **Aarav Garg**,  
**Patrick Wielders**, **Luc Lemmens**  
Traduction : **Helmut Müller**  
Rédaction : **Luc Lemmens**  
Mise en page : **Giel Dols**

## Des questions, des commentaires ?

Envoyez un courriel à l'auteur ([gargaarav79@gmail.com](mailto:gargaarav79@gmail.com)) ou contactez Elektor ([redaction@elektor.fr](mailto:redaction@elektor.fr)).



## PRODUITS

➤ **Carte Nano V3 de JOY-iT**  
[www.elektor.fr/18615](http://www.elektor.fr/18615)

➤ **Écran OLED bleu, 0,96", I<sup>2</sup>C, 4 broches**  
[www.elektor.fr/18747](http://www.elektor.fr/18747)

➤ **Livre en anglais, « The Ultimate Compendium of Sensor Projects », Elektor**  
[www.elektor.fr/19103](http://www.elektor.fr/19103)



## LIENS

[1] Page Elektor Labs de ce projet : [www.elektormagazine.fr/labs/pocket-weather-station](http://www.elektormagazine.fr/labs/pocket-weather-station)

[2] Wikipédia sur l'indice de chaleur : [https://en.wikipedia.org/wiki/Heat\\_index](https://en.wikipedia.org/wiki/Heat_index)