



# STATION METEO CONNECTEE

**Auteur :** Fabien Roca · **Publié le** 11/10/2019 · 3 vues · 3 téléchargements PDF

[Vie quotidienne](#)

[Capteurs](#)

[Autre](#)

[Arduino](#)

**Octobre 2019 par Simon GREGOROWICZ (Merci infiniment à lui)**

La station est équipée d'un capteur BME280 capable de mesurer :

- **la température** (avec une précision de +/- 1°C) ;
- **l'humidité relative** (avec une précision de +/- 3%) ;
- **la pression atmosphérique** (avec une précision de +/- 1hPa).

L'expérience montre que ce capteur bon marché fournit une précision suffisante dans le cadre d'un usage amateur, avec des valeurs légèrement par excès. Sa faible consommation électrique fait de lui un très bon candidat pour ce genre d'application.

Ce capteur est connecté en I2C à une **carte Wifi NodeMCU** (processeur ESP8266), programmée en C avec l'IDE Arduino. L'ensemble est alimenté par une **batterie rechargeable Li-Ion 18650** 3.7V d'une capacité de 2500mAh, par l'intermédiaire d'un module **Battery Shield** délivrant une tension de 3.3V. Afin de rendre l'ensemble autonome, le système est complété par un **panneau photovoltaïque polycristallin 6V** délivrant une puissance crête de 2W.

Les mesures sont transmises en Wifi à l'aide du protocole MQTT à un **broker MQTT** installé sur une carte **Raspberry Pi 2**. La gestion de l'interface utilisateur est confiée à **Node-RED**, les données sont consultables avec un simple navigateur (à l'aide d'un ordinateur, d'un téléphone portable, d'une tablette ou autre).

NOTA Il est tout à fait possible de modifier la partie électronique pour l'adapter à ses besoins : utilisation d'un capteur DHT-22 par exemple, utilisation d'un autre type de carte, transfert des données via ondes radio avec un émetteur 433MHz (ou autre), ...

Les pièces constitutives de la station sont réalisées en **impression 3D**, à l'exception du mât en aluminium et de la visserie en acier inoxydable.

Dans ce qui suit, on s'intéressera dans un premier temps à l'**enveloppe de la station** (aspect mécanique), puis dans un second temps à l'**aspect électronique**. Enfin des pistes seront données pour monter un serveur MQTT avec une carte Raspberry et pour configurer Node-RED.

La station est composée des modules suivants : Module mesure, Module PV, Module Wifi et le mât.

Les pièces en impression 3D sont imprimées avec du filament **ASA** (proche de l'ABS), particulièrement adapté pour une utilisation en extérieur.

## Étapes du projet

---

## ÉTAPE 1

### Construction de la station : Le Mât

Un tube de récupération en aluminium a été utilisé, de dimensions suivantes :

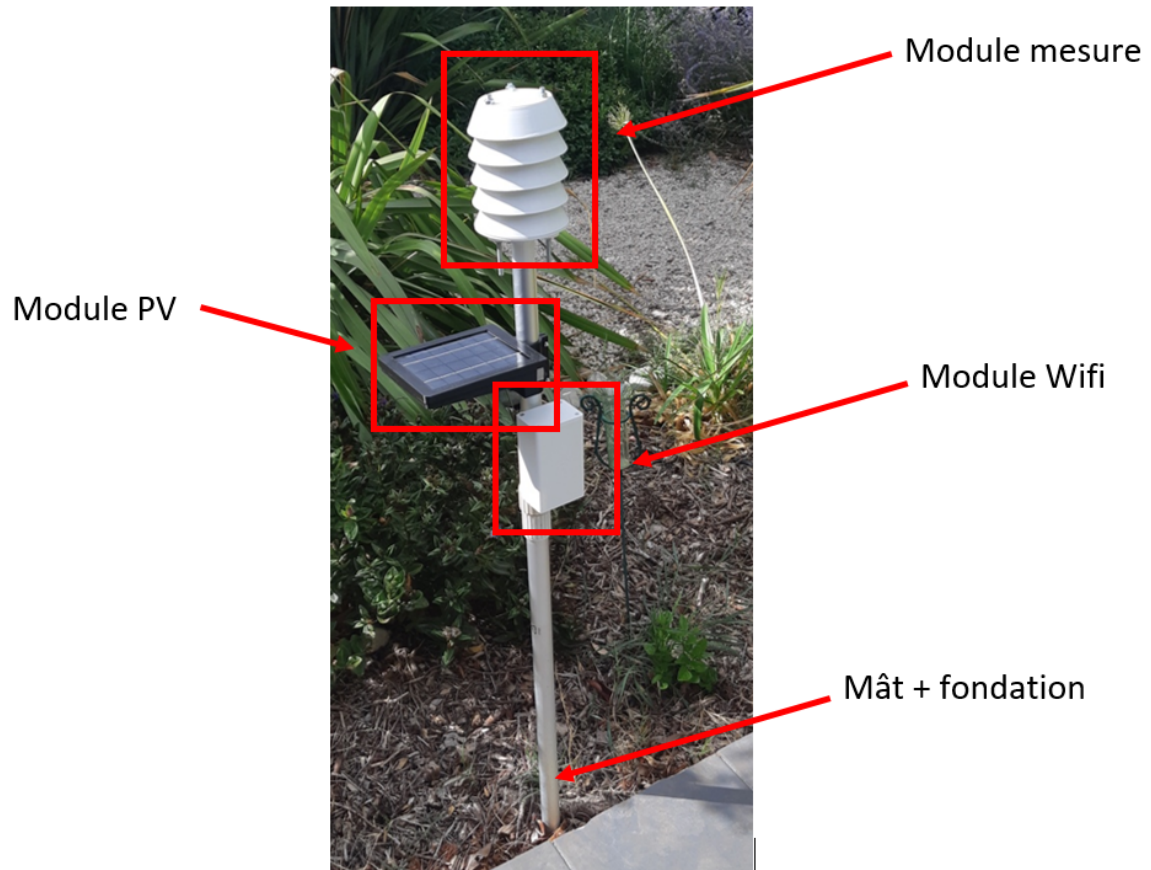
- diamètre extérieur **28.5mm** ;
- diamètre intérieur **26mm** ;
- longueur totale **2m**.

A noter qu'il est tout à fait possible d'utiliser un tube de section différente, en adaptant la taille des pièces imprimées en 3D (les fichiers Fusion 360 étant fournis).

La stabilité du mât est assurée en l'encastrent de 50cm dans le sol. Le module mesure est donc positionné à 1.50m de hauteur (hauteur normalisée Météo France).

Une alternative possible (permettant de faciliter le déplacement de la station) est de limiter la hauteur du mât à 1.50m, et de l'encastrent dans une fondation en béton. Les calculs de stabilité montrent qu'une semelle rectangulaire simplement posée sur le sol de 33cm x 33cm x 10cm de hauteur est nécessaire, permettant ainsi de résister à une pression de vent de l'ordre de 100 daN/m<sup>2</sup>.

Les trous sont réalisés dans le mât au niveau des modules Wifi et PV afin de permettre le passage des fils électriques, logés à l'intérieur du tube (par soucis esthétique et afin de les protéger des agressions du milieu extérieur).



## ÉTAPE 2

### Construction de la station : Module mesure

Le module mesure accueille le capteur BME280. Compte-tenu de la chaleur dégagée par la carte NodeMCU, et afin de ne pas fausser la mesure de température, il a été fait le choix de déporter la carte dans un module dédié (module Wifi).

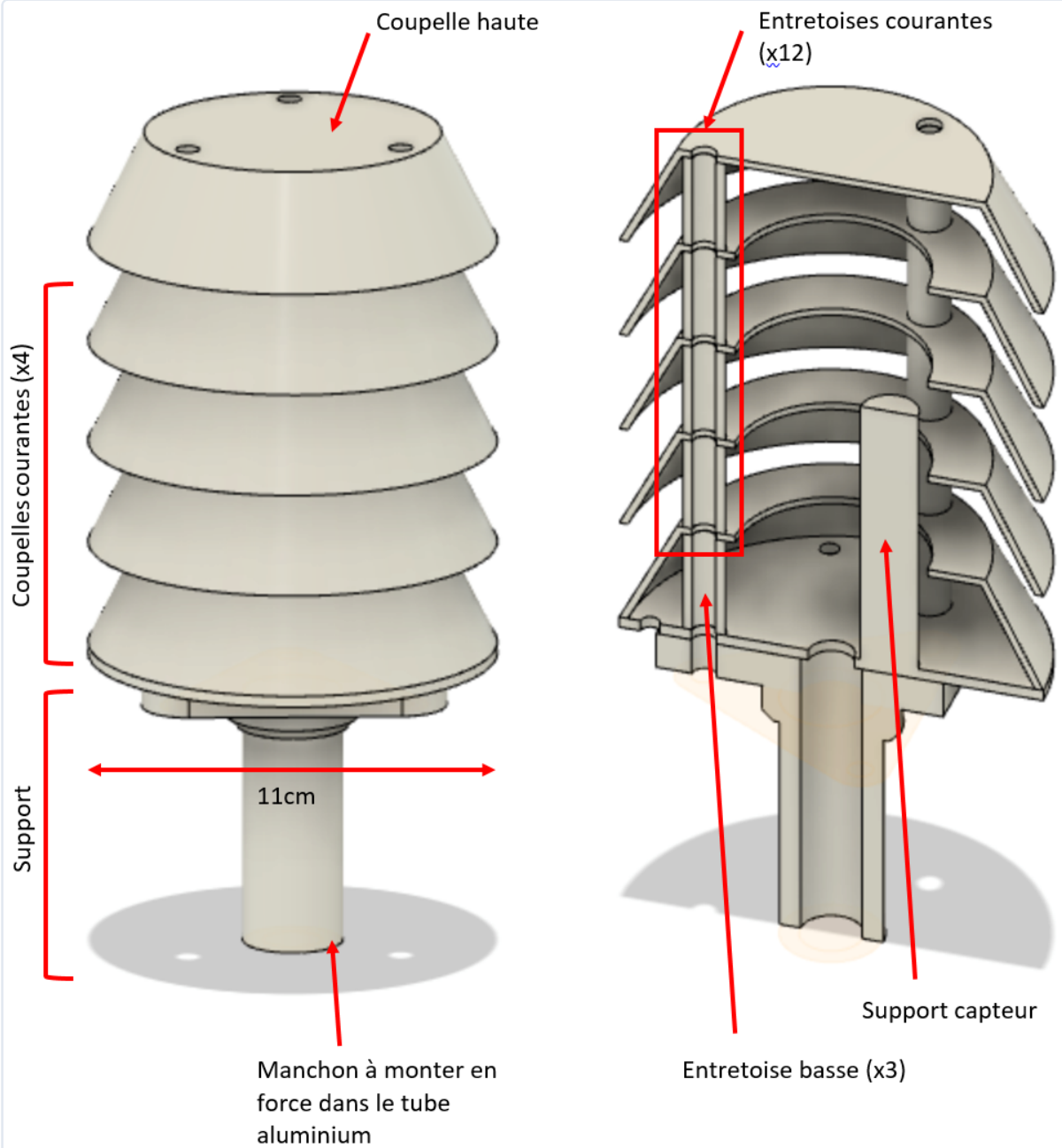
Le design du module s'inspire des équipements utilisés par Météo France. Pour plus de détails, consulter le site <http://montpellier.meteo.free.fr/Soucabris/Soucabri.htm>. On se référera avec intérêt à ce site pour le positionnement de la station météo sur le site, compte tenu de sa configuration et des avoisinants.

Le module se compose de **22 pièces simples, très faciles à imprimer**. Comme pour toutes les pièces de la station, **aucun support n'est nécessaire**. L'espacement entre les coupelles est maintenu à l'aide d'entretoises dans lesquelles viennent se loger **3 tiges filetées M6 longueur 20cm en acier inoxydable**. L'ensemble est solidarisé par **6 écrous M6 en acier inoxydable**, à raison de 3 unités en partie supérieure et 3 unités en partie inférieure.

Le manchon est troué en son centre pour permettre le passage des fils électriques.

Le capteur BME280 est positionné sur la tige support à l'aide de liens autobloquants, approximativement à mi-hauteur du module.

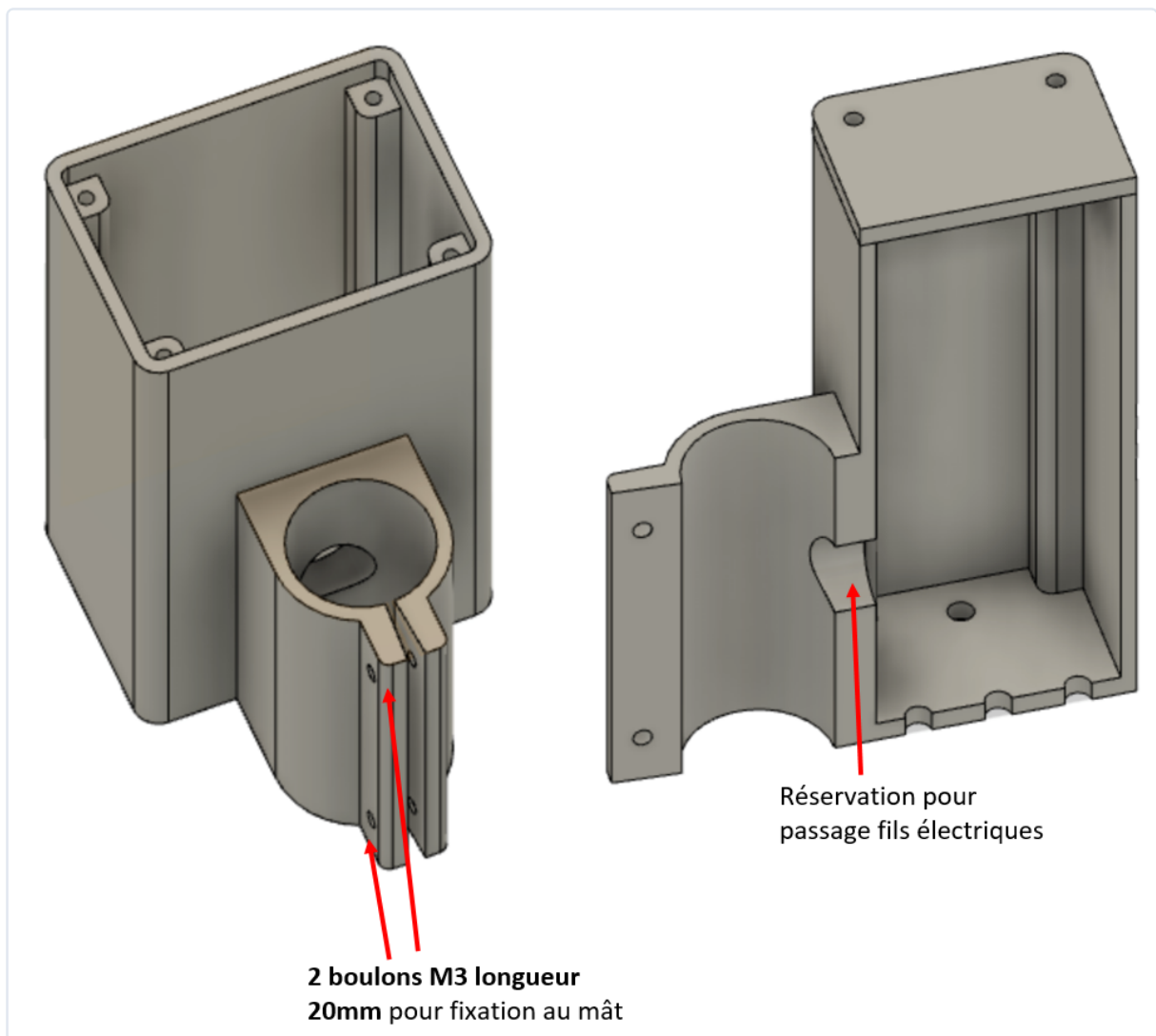
Compte tenu du rôle structural de la pièce support, il est conseillé d'imprimer cette pièce avec un remplissage de 40% minimum.



### ÉTAPE 3

## Construction de la station : Module Wifi

Ce module accueille la carte NodeMCU ainsi que le Battery Shield et sa batterie. Il se compose de deux pièces très faciles à imprimer (la base et le couvercle), solidarisées par **4 vis M3 longueur 20mm en acier inoxydable**.

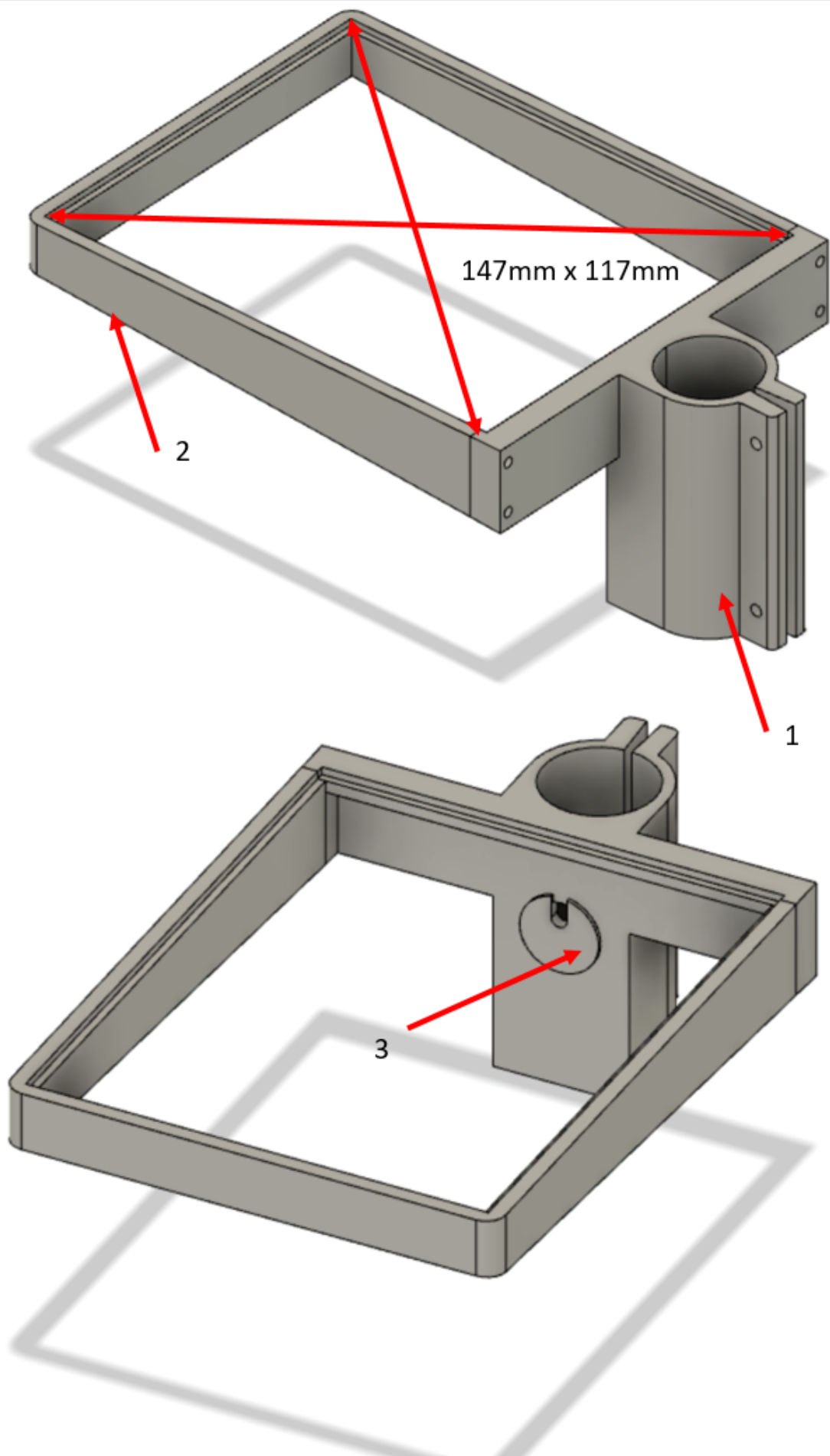


#### ÉTAPE 4

### Construction de la station : Module PV

Ce module se compose de 3 pièces simples. Les pièces 1 et 2 peuvent être fusionnées si les dimensions du plateau de l'imprimante le permettent. Dans le cas contraire, elles sont reliées à l'aide de **4 vis M3 longueur 20mm en acier inoxydable**. La fixation au mât est en tout point analogue à celle du module Wifi. Le bouchon 3 permet de protéger l'intérieur du mât.

Les dimensions du module peuvent être adaptées en fonction des dimensions du panneau photovoltaïque. Il est conseillé d'imprimer les pièces 1 et 2 avec un remplissage de 40% minimum.



## ÉTAPE 5

# Montage électronique: les composants

## Battery shield

Ce module est en charge de l'alimentation en 3.3V de la carte NodeMCU et du capteur BME280 à partir d'une batterie rechargeable Li-Ion 18650 3.7V. La batterie est rechargée par le panneau photovoltaïque, connecté au module. Le module gère simultanément l'alimentation de la station et le rechargement de la batterie (passthrough). Il faut prêter attention à **respecter la polarité de la batterie**, certains modules n'étant pas protégés.

Ce type de modules accepte généralement une tension d'entrée de 5 à 8V, compatible avec le panneau photovoltaïque sortant 6V.

Il faut prêter attention à l'intensité maximale du courant de charge acceptée par le module : valant classiquement 0.5A, il faudra choisir un panneau photovoltaïque 6V de puissance crête inférieure ou égale à  $P=U*I=6*0.5=3W$ . Le panneau de 2W proposé ici convient donc parfaitement.

En 3.3V, le courant de sortie est classiquement de 1A, valeur largement suffisante pour alimenter la carte NodeMCU et le capteur.

Pour d'autres solutions d'alimentation de la carte NodeMCU, on pourra consulter le site <https://projetsdiy.fr/esp8266-guide-de-choix-achat-projets-diy/>

## Batterie rechargeable Li-Ion 18650 3.7V 2500mAh

Une batterie de capacité supérieure (3500mAh par exemple) convient bien entendu également.

## Capteur BME280

Le capteur est connecté à la carte NodeMCU et utilise le protocole I2C (ou SPI). La tension d'alimentation du capteur est de **3.3V**. Certaines cartes (Adafruit par exemple) permettent également de l'alimenter en 5V. Dans ce cas, avec le montage proposé, il faut placer le commutateur sur 3.3V.

Ce capteur est très économe en énergie (3.6mA en fonctionnement et 0.1mA en veille pour le capteur seul), ce qui le rend intéressant pour des installations autonomes.

## Carte NodeMCU

Cette carte possède un module ESP8266, très bien documenté sur internet, permettant de **communiquer en Wifi**.

Le téléversement du programme est aisé avec le port micro-USB (veiller à prendre un câble gérant les données).

La carte fonctionne en 3.3V (tension utilisée dans le cadre du projet) ou 5V.

La consommation de la carte NodeMCU est assez élevée, particulièrement lorsque le Wifi est utilisé.

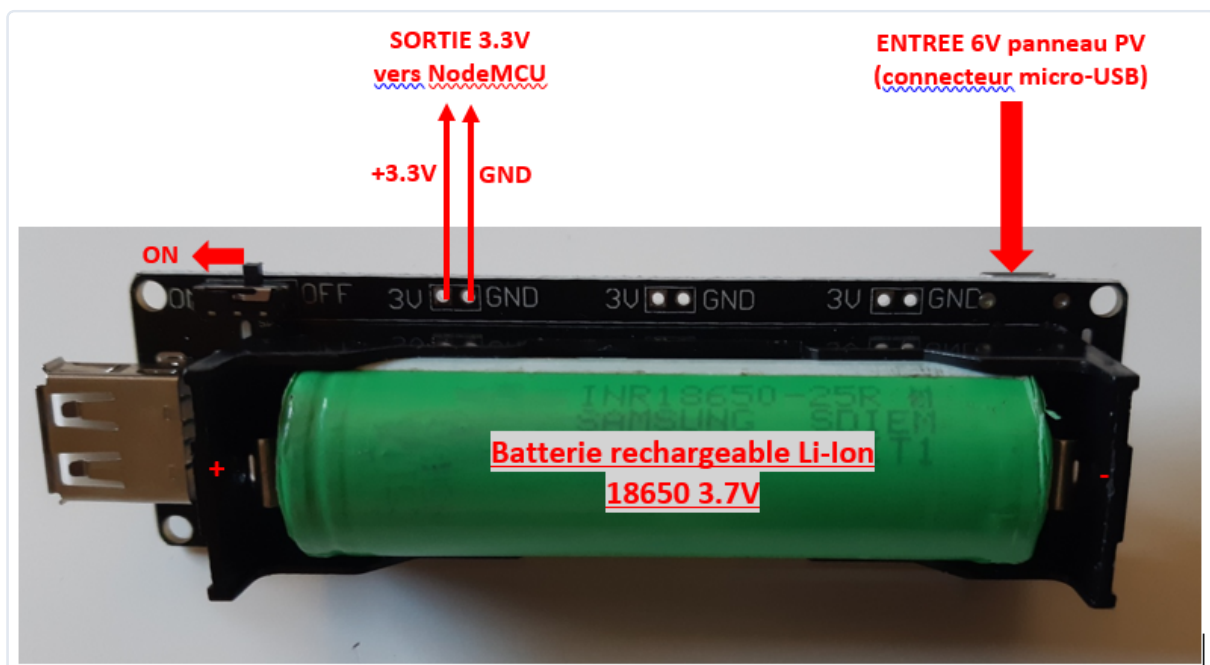
NOTA : il est tout à fait possible d'opter pour une autre carte ESP (Wemos D1 mini ou autre).

Plus d'informations sur la consommation électrique des cartes courantes : <http://riton-duino.blogspot.com/2018/12/consommation-dune-carte-arduino.html>

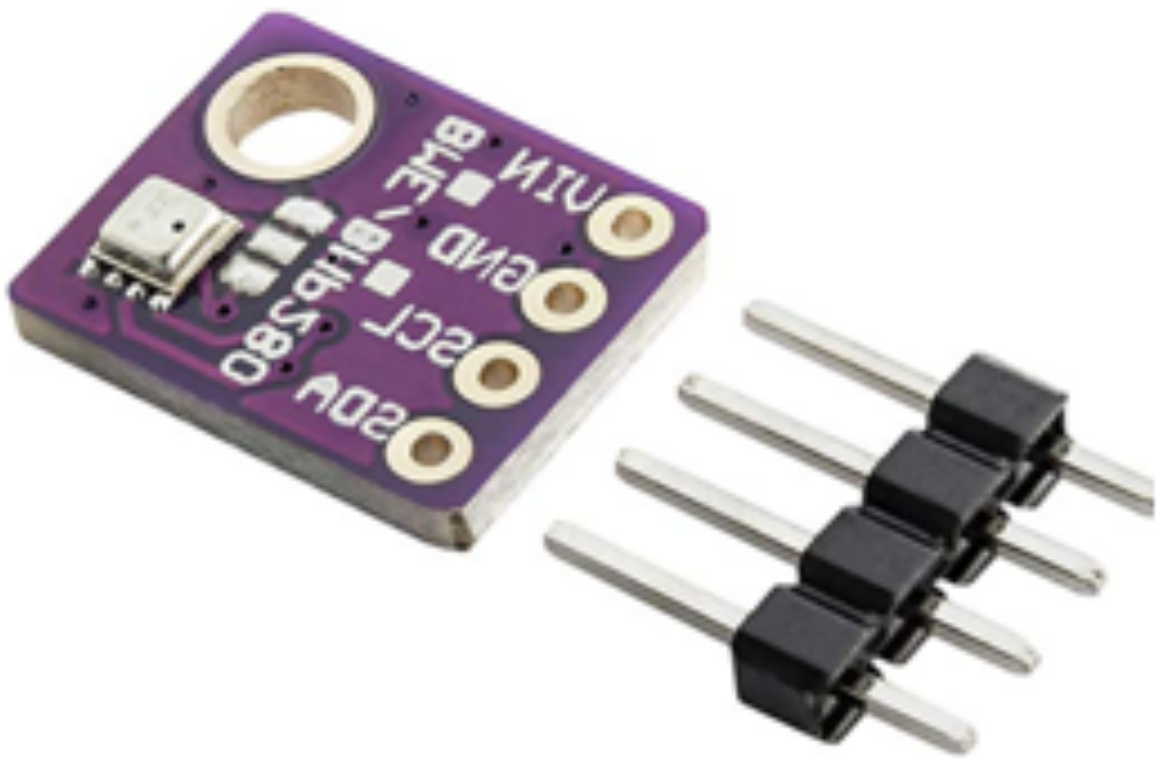
### **Panneau photovoltaïque**

Panneau **6V** délivrant **une puissance crête de 2W**, de dimensions **145mm x 115mm**.

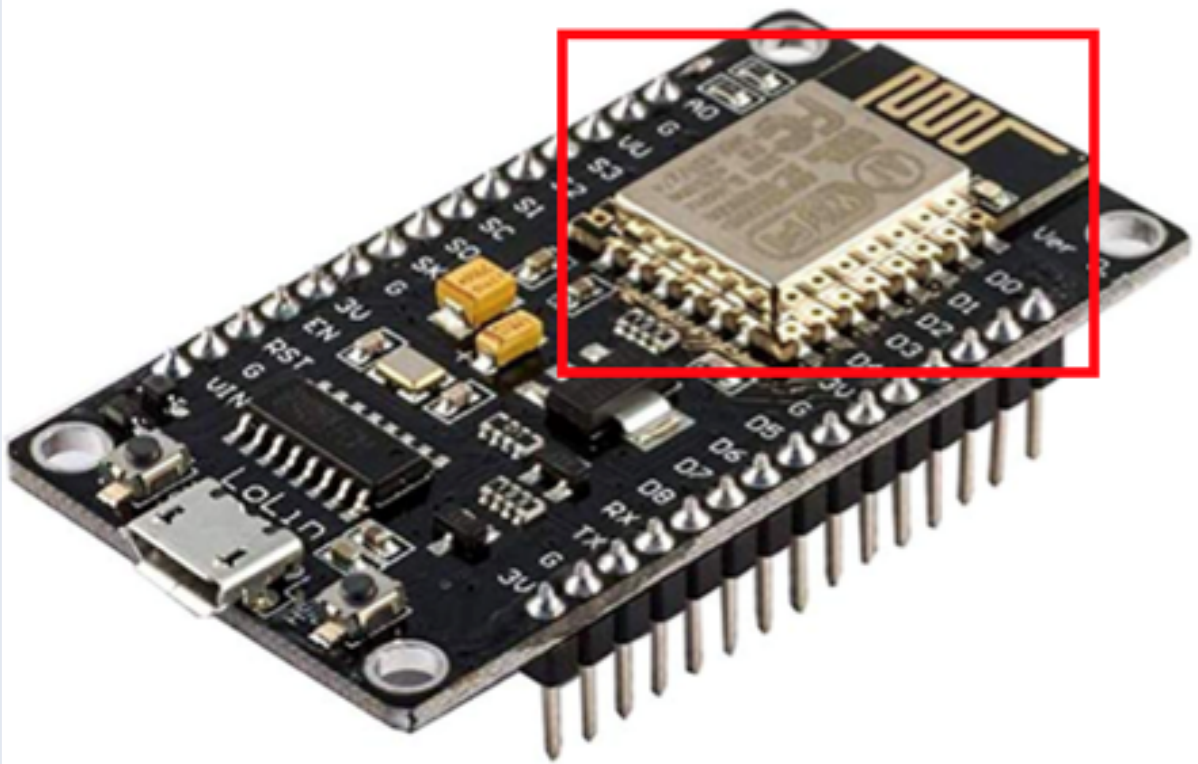
Prévoir en extrémité de câble un connecteur micro-USB.

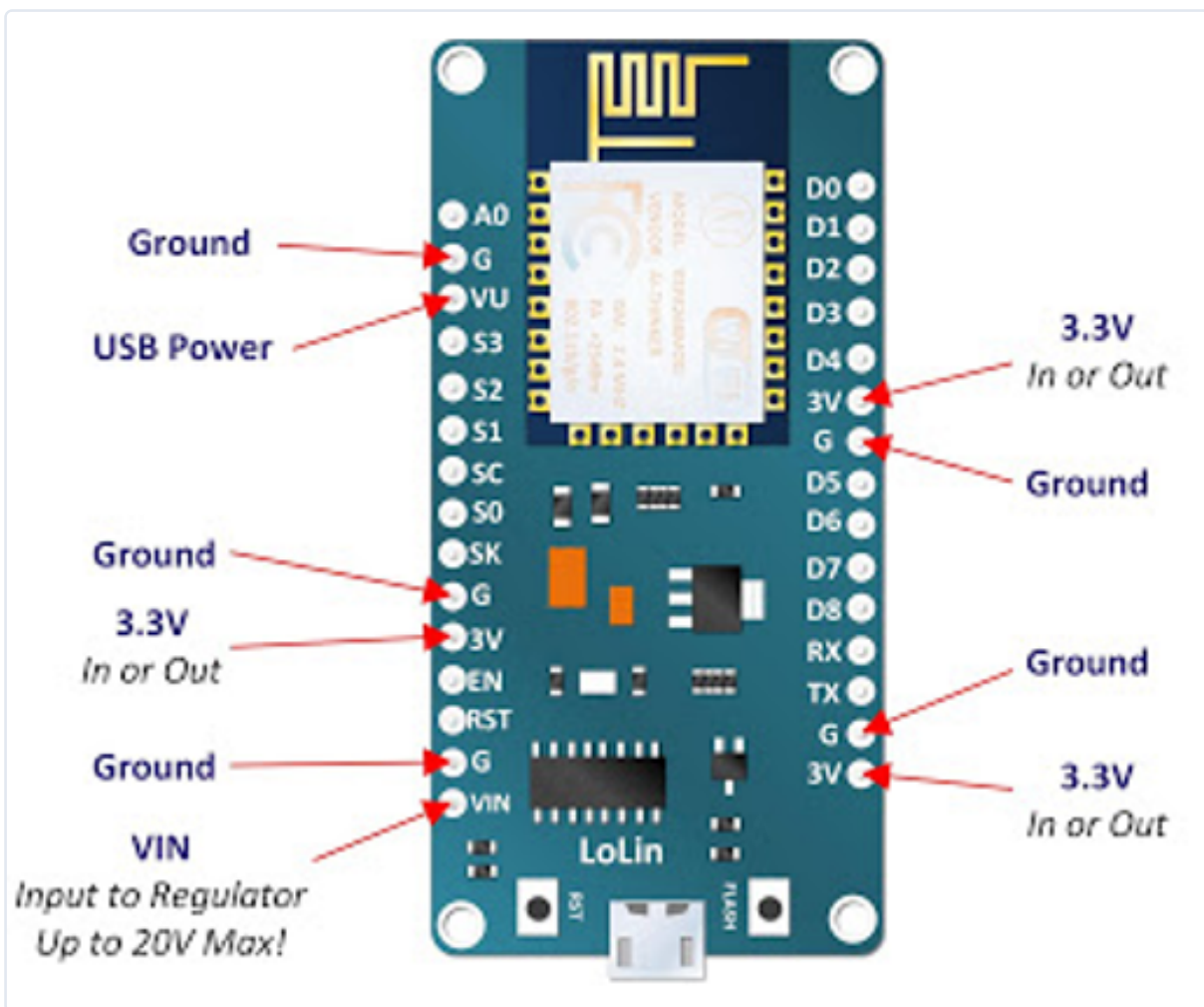


+



## Module ESP et antenne





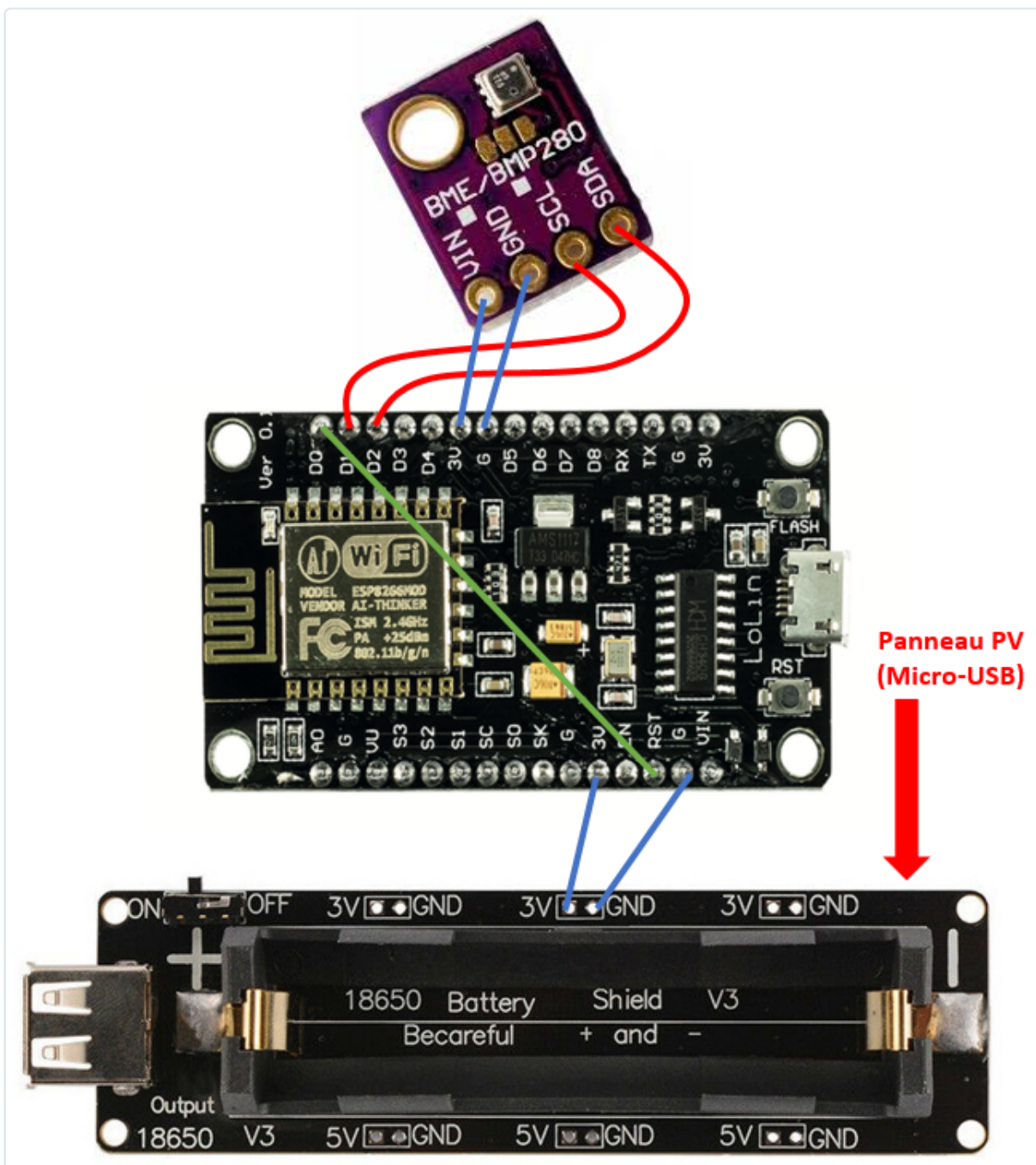


## ÉTAPE 6

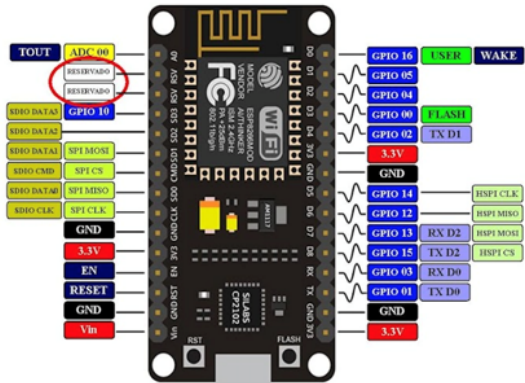
### Montage électronique: Le câblage

Le fil reliant D0 à RST (en vert ci-dessus) est utilisé pour le redémarrage de la carte NodeMCU après mise en veille. **Lors du téléversement du programme, il est nécessaire de le déconnecter.**

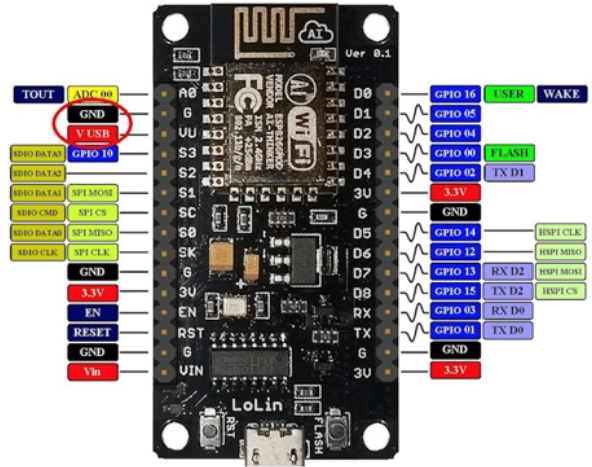
Remarque : avec les cartes type NodeMCU, il faut prêter attention au fait que la numérotation des PINs de la carte ne correspond pas à celle de l'IDE Arduino. Il faut se référer au schéma de correspondance ci-dessous.



AMICA / DOIT (V2)



LOLIN (V3)



## ÉTAPE 7

### Diminution de la consommation électrique du système

En fonctionnement, la carte NodeMCU et le capteur BME280 requièrent un courant d'environ 80mA.

Sans apport par le panneau photovoltaïque, l'autonomie du système serait ainsi d'un jour environ avec la batterie retenue. Cette autonomie est clairement insuffisante.

La carte NodeMCU possède toutefois plusieurs modes de veille, dont le mode deep-sleep. Dans ce mode, quasiment toutes les fonctions de la carte sont déconnectées et la consommation électrique est beaucoup plus faible.

Partant du constat qu'il est inutile d'effectuer des mesures en continu, le moyen le plus simple de rendre le système moins énergivore est d'effectuer des mesures à intervalle régulier, et de mettre la carte en deep-sleep entre les mesures.

En considérant (ces valeurs n'intègrent pas la consommation du battery shield.) :

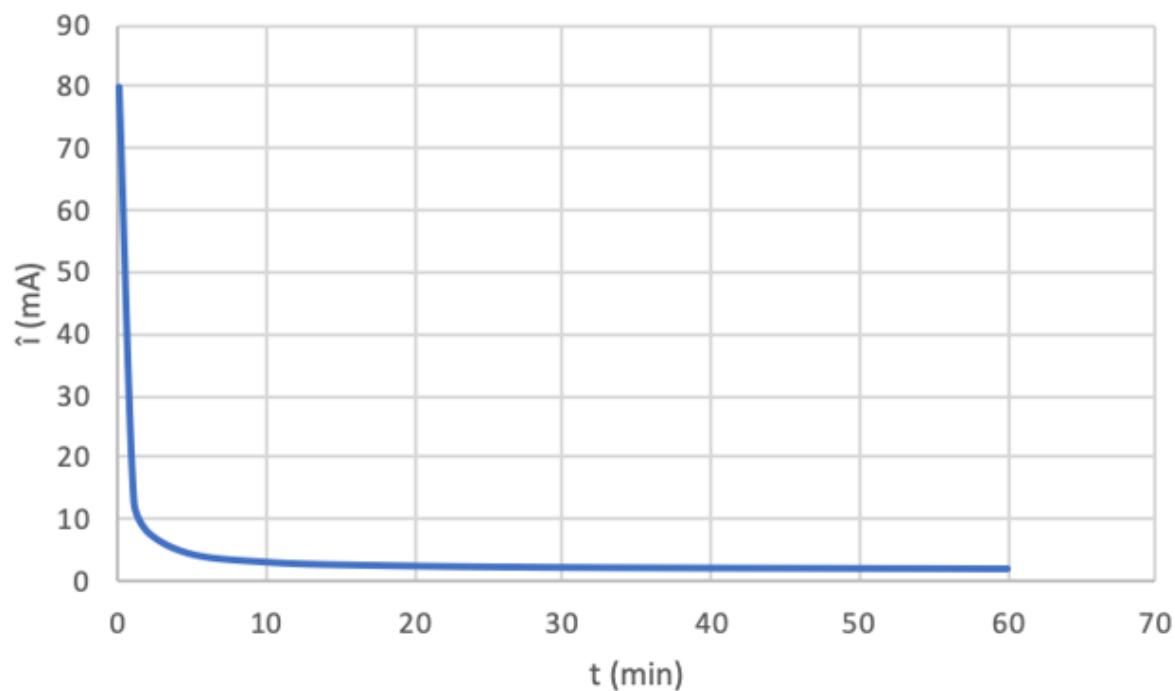
- Qu'en fonctionnement le système consomme 80mA ;
- Qu'en deep-sleep, le système consomme 2mA ;
- Que la durée nécessaire à la connexion au réseau Wifi, aux mesures et à l'envoi des données est de 10s ;
- Et en notant t (en minutes) la durée de mise en veille entre les mesures.

L'intensité moyenne du courant nécessaire au fonctionnement du système vaut :

$$\hat{i}(t) = (2 \cdot t + 80 \cdot 10/60) / (t + 10/60)$$

On constate qu'en **espacant les mesures de 15 minutes**, la consommation moyenne du système passe à **3mA**. Cette valeur paraît être un bon compromis précision/consommation.

| Item         | Modem-sleep | Light-sleep | Deep-sleep |
|--------------|-------------|-------------|------------|
| Wi-Fi        | OFF         | OFF         | OFF        |
| System clock | ON          | OFF         | OFF        |
| RTC          | ON          | ON          | ON         |
| CPU          | ON          | Pending     | OFF        |



#### ÉTAPE 8

### Dimensionnement de la capacité de la batterie et du panneau photovoltaïque

Le dimensionnement par le calcul est délicat à priori, puisqu'il dépend du rendement des transformateurs du Battery Shield, que l'on ne connaît pas avec précision. Par ailleurs la capacité réelle de la batterie peut être assez éloignée de sa capacité théorique. Enfin il conviendrait de prendre en compte la consommation du Battery Shield à proprement parler.

En première approche, l'autonomie théorique sans apport solaire, à 50% de la capacité de la batterie est d'environ **2 semaines** (avec une batterie de 2500mAh et des mesures espacées de 15 minutes).

Dans le sud de la France, le panneau doit théoriquement bénéficier de l'équivalent de **20 minutes de soleil par jour en été et 1h30 en hiver** pour compenser la consommation du système, ce qui paraît tout à fait réalisable.

Pour une étude plus précise, il faudrait raisonner à postériori en mesurant les performances réelles du système.

## ÉTAPE 9

### Programme C:

Le programme est compilé et téléversé à l'aide de l'IDE Arduino. Il faut au préalable le configurer pour la carte NodeMCU (la manipulation est simple et bien documentée sur internet). Il faut également prêter attention à installer sur l'ordinateur le driver USB de la carte (CH340 par exemple).

**Le programme est dans le fichier 7z fourni en haut de la page**

## ÉTAPE 10

### Serveur MQTT sous Raspberry, configuration de Node-Red

La procédure est décrite de manière exhaustive et détaillée sur Youtube (Guy TechLab) :

|  
|  
|  
|

