

# Station météo «Asnières-sur-Blour» (86430)

## La station météo

C'est une station météo personnelle, évolutive, comme ma précédente station d'Ennery (57365). Je l'ai conçue et réalisée à partir d'un microcontrôleur Arduino Méga 2560 sur lequel j'ai implanté mon programme « meteohenri.ino ».

Ma station météo perso enregistre, au pas de 5mn

- le rayonnement solaire global reçue
- l'état du ciel 'ensoleillé, voilé, nuageux, couvert
- la durée de ciel ensoleillé en mn
- la durée de ciel ensoleillé en mn
- la durée de ciel voilé en mn
- la durée de ciel nuageux en mn
- la durée de ciel couvert en mn
- la durée du jour
- la constante solaire
- les données astronomiques du soleil : déclinaison, EOT, effet cosinus, angle horaire, hauteur du soleil
- la direction, la vitesse et les rafales du vent,
- la pression
- la température extérieure sous abri
- le point de rosée
- l'humidité extérieure sous abri
- les précipitations

La station se compose de :

- carte Arduino Mega 2560
- module ethernet + sdcarte
- circuit imprimé "EnneryMeteoWeb"
- sonde solaire RG100 de Solems
- girouette Inspeed
- anémomètre (ILS + DS2423)
- pluviomètre (ILS + DS2423)
- thermomètre et hygromètre extérieur (SHT31)
- baromètre (BMP280 )
- horloge temps réel : Chronodot
- programme "meteohenri.ino"

## Carte Arduino Méga

La carte Arduino Mega 2560 rev.2 est une carte à microcontrôleur basée sur un Atmega2560. Elle fonctionne avec IDE arduino 1.8.9

Elle dispose :

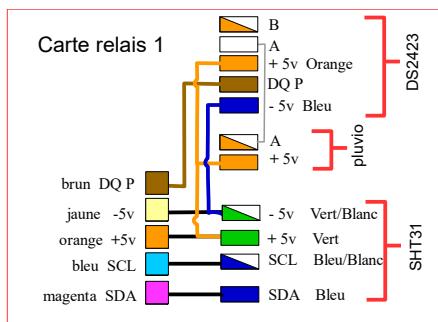
- de 54 broches numériques d'entrées/sorties (dont 14 peuvent être utilisées en sorties PWM,
- de 16 entrées analogiques (qui peuvent également être utilisées en broches entrées/sorties numériques),
- de 4 UART (port série matériel),
- d'un quartz 16Mhz,

- d'une connexion USB,
- d'un connecteur d'alimentation jack,
- d'un connecteur ICSP (programmation "in-circuit"),
- et d'un bouton de réinitialisation (reset).

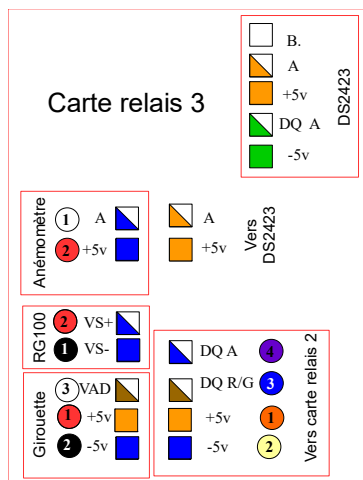
Elle contient tout ce qui est nécessaire pour le fonctionnement du microcontrôleur. L'alimentation externe est fournie par un adaptateur secteur (220v-9v). J'ai écrit le programme « meteohenri.ino » sur le PC avec l'IDE 1.8.9 que j'ai téléchargé avec un câble USB, connecté au PC et à la carte Arduino. Après téléchargement, je peux retirer ce câble USB : la carte Arduino continue de fonctionner d'une manière autonome grâce à son alimentation externe.

## Les capteurs

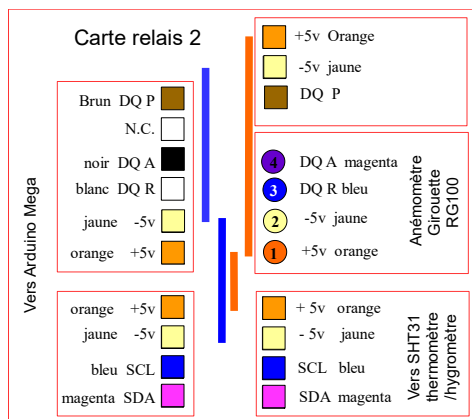
L'abri qui protège le capteur SHT31 (thermomètre et hygromètre) est installé à l'angle de la maison, à 2,50m du sol. Le pluviomètre se trouve sur le pignon de la maison à 5m du sol. Le SHT31 et le pluviomètre sont reliés à la carte relais 1.



La girouette, l'anémomètre, et la sonde solaire sont fixés au mât de l'antenne de télévision à environ 8,50 m du sol à l'extrémité sud-ouest du toit de la maison. Le mât dépasse le toit d'environ 2,50 m. Les 3 capteurs sont reliés à la carte relais 3 :



Les cartes relais 1 et 3 sont connectées à la carte relais 2 :



Un câble (4 paires torsadées) relie la carte relais 3 à l'Arduino Méga 2560, installé dans mon bureau.

### Sonde solaire : RG100

Je me suis tourné vers la sonde solaire RG100 de la société Solems. Le détecteur RG 100 est une sonde simple et robuste qui mesure le rayonnement lumineux dans la gamme 400-1100nm. Ce domaine correspond à la majeure partie du rayonnement solaire. Il est donc adapté à des mesures de rayonnement solaire naturel en extérieur, sous tous les climats.

Aucune alimentation externe n'est requise pour le faire fonctionner.

Le signal en voltage continu qu'il délivre est directement proportionnel au rayonnement solaire en  $W/m^2$ , en extérieur, dans les conditions de spectre AM 1.5, et  $25^{\circ}C$  de température ambiante. Le niveau du signal du RG 100 dans ces conditions est de :  $100mV = 1000 W/m^2$  (sensibilité :  $1mV$ )

Le capteur du détecteur RG 100 est une cellule photovoltaïque au silicium polycristallin implantée dans un boîtier PMMA (plexiglas) et noyée dans la résine polyuréthane avec une résistance de charge stable en température qui convertit le courant de court-circuit de la cellule en voltage DC.

Ces détecteurs sont contrôlés sur un banc de mesure sous un éclairage artificiel simulant le rayonnement solaire. Il en résulte une calibration avec une tolérance indiquée sur le certificat de conformité fourni à la livraison.

Le circuit intégré DS2438 lit la tension analogique de cette sonde solaire sur ses broches Vsens- et Vsens+ et la convertit en une valeur numérique, transmise à l'Arduino sur la broche digitale 22.

Le programme « meteohenri.ino » lit, 90 fois par 5mn, la tension analogique de la sonde RG100 et en fait la moyenne. Il calcule le rayonnement solaire théorique sur un plan horizontal à la surface de la terre, en fonction de latitude du lieu, du jour de l'année, de l'heure du jour et de l'état du ciel (ensoleillé, voilé, laiteux ou couvert). Puis il compare ces données théoriques aux mesures réelles de rayonnement solaire et calcule la durée de ciel ensoleillé, voilé, laiteux ou couvert.

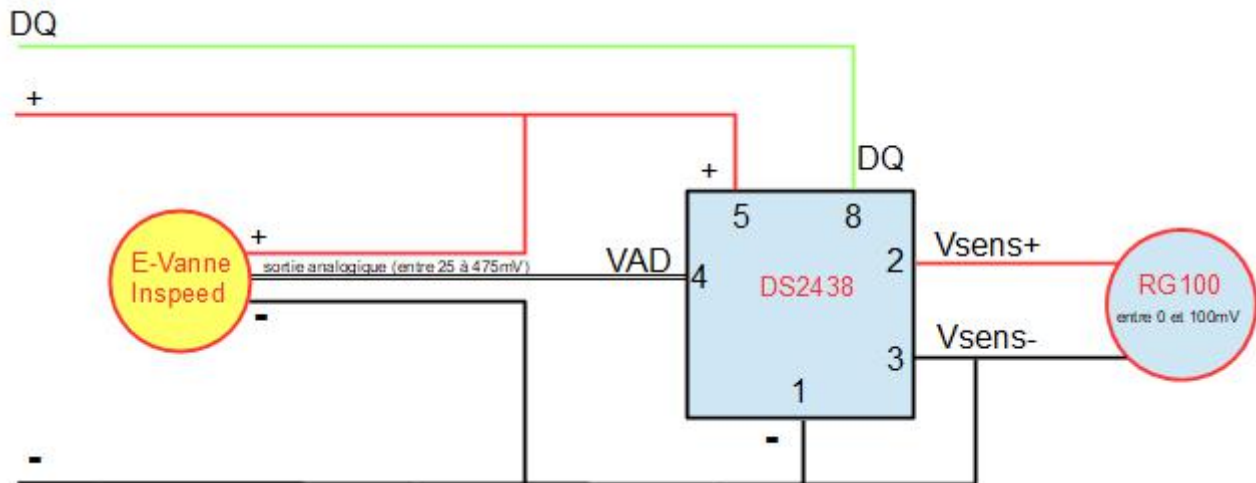


Schéma 1

### Girouette E-Vane Inspeed

L'élément actif est un capteur à effet Hall étanche. La direction du vent est fournie par un aimant fixé à la girouette et qui plane au-dessus du capteur. L'E-Vane nécessite une entrée de 5 VDC et fournit une sortie analogique qui varie de 5% à 95% de la tension d'entrée, soit 0,25 à 4,75 VDC.

Il représente un certain nombre d'avantages par rapport aux palettes de potentiomètre, notamment :

- Zéro bande morte. De nombreuses girouettes à potentiomètre ont un point mort de plusieurs degrés. Cet appareil n'a aucune bande morte : plein 360 degrés, zéro zone morte
- Frottement quasi nul. Puisque l'aimant n'est pas en contact avec le capteur Hall, il n'y a pas de frottement du capteur.
- Durée de vie pratiquement infinie. Contrairement aux potentiomètres qui s'usent, le capteur Hall magnétique est sans contact et devrait théoriquement durer éternellement.

#### TYPE DE CAPTEUR

Girouette équilibrée connectée à un capteur à effet Hall actif, sans contact et sans frottement. Capteur à effet Hall magnétique scellé. L'aimant survole le capteur pour fournir une sortie ~0-5VDC

#### PRÉCISION/LINÉARITÉ

+/-0,3 à 0,5 % de la plage du signal

#### RÉSOLUTION

12 bits ou 0,025 degrés

#### ÉLECTRIQUE

Câbles volants à 3 fils : masse (noir), alimentation (rouge) et signal (blanc).

Tension d'alimentation 3,0 à 5,5 Vcc

Courant 15 mA typique

Sortie 5% à 95% de la tension d'entrée (0,25 à 4,75VDC)

L'E-vane est connecté aux broches VAD et GND du circuit intégré DS2438 (voir schéma 1). La tension analogique présente entre ces broches est transmise chaque 5mn à l'Arduino sur la broche digitale 22.

Le programme « meteohenri.ino » en détermine la direction.

### Anémomètre Inspeed



Le capteur de vent Inspeed, acheté chez Univers Météo, inclut :

- un rotor de haute qualité à 3 coupelles moulé sur un axe en acier inoxydable
- un boîtier en Delrin renforcé avec des paliers en bronze et en Rulon
- une plaque de fixation en aluminium plat avec 2 trous
- Un interrupteur reed / à lamelles et un aimant générant une pulsation par rotation
- 7,5 mètres de câble de qualité pour l'extérieur
- La conversion des pulsations en vitesse de vent est simple en utilisant la formule suivante : 2,5 mph = 4,02336 kmh par pulsation
- Plage de mesure : environ 4 km/h à plus de 200 km/h
- Diamètre du rotor : 160 mm
- Aucune alimentation nécessaire

Le capteur de l'anémomètre, un ILS (Interrupteur à Lame Souple), est relié à l'entrée A du double compteur DS2423. Arduino Méga lit chaque 3s le nombre d'impulsions de l'ILS, enregistré dans le

DS2423. Pendant 5mn, le programme « meteohenri.ino » totalise 90 échantillons de 3s. Il calcule la moyenne de ces 90 échantillons :c'est le vent moyen sur 5mn. Il en déduit la vitesse la plus élevée au cours des 5mn : c'est ce qu'on appelle la rafale.

### **Pression**

Le capteur de pression atmosphérique est un BMP280 est relié aux broches SDA et SCL de l'Arduino . Le programme « meteohenri.ino », pendant 5mn, totalise 90 échantillons. Il en fait la moyenne.

### **Température, humidité et point de rosée (Dewpoint)**

Le capteur de température et d'humidité est un SHT31 avec une sortie numérique. Le programme « meteohenri.ino », pendant 5mn, totalise 90 échantillons. Il en fait la moyenne de la température actuelle et de l'humidité actuelle. Il calcule le point de rosée, la température et l'humidité minimale et maximale de la journée en cours. (Voir détails dans le sous-menu “SHT31”

### **Précipitations**

Les précipitations sont mesurées par un pluviomètre à basculement d'augets. Chaque basculement provoque la fermeture d'un ILS qui est enregistré par sur l'entrée B du double compteur DS2423. Le programme « meteohenri.ino », après lecture de la mémoire du DS2423, calcule la quantité de pluie tombée en 5mn, 1h et 24h.

### **Programme « meteohenri.ino »**

Le programme « meteohenri.ino » lit, 90 fois pendant 5 mn, les différents capteurs, en fait la moyenne. Toutes les mesures sont horodatées en UTC.

Après ces différentes lectures et calculs, chaque 5 mn, le programme « meteohenri.ino » envoie directement, par une connexion Ethernet, les données temps réel, sur le site web.

Là, différentes pages php et javascript les transforment en graphiques journaliers, mensuels et annuels. J'utilise la librairie Javascript de Highcharts ([www.highcharts.com](http://www.highcharts.com)).