

- **Affichage numérique d'informations horaires à partir des signaux GPS.**
- **Application et comparaison avec un cadran solaire.**

CCS Chaville 16 novembre 2019  
Christian Druon

# SOMMAIRE

**1-Montage électronique pour l'affichage numérique de différentes informations (TU, TS, Heure solaire locale vraie, Equation du temps) à partir d'un module de réception de signaux GPS**

**2-Application lors de l'équinoxe d'automne et comparaison avec un cadran solaire**

# **1-Montage électronique**

# Objectif

## Afficher :

L'heure solaire locale vraie

## Mais aussi :

L'équation du temps

L'heure TU (Temps Universel)

L'heure TS (Temps Sidéral)

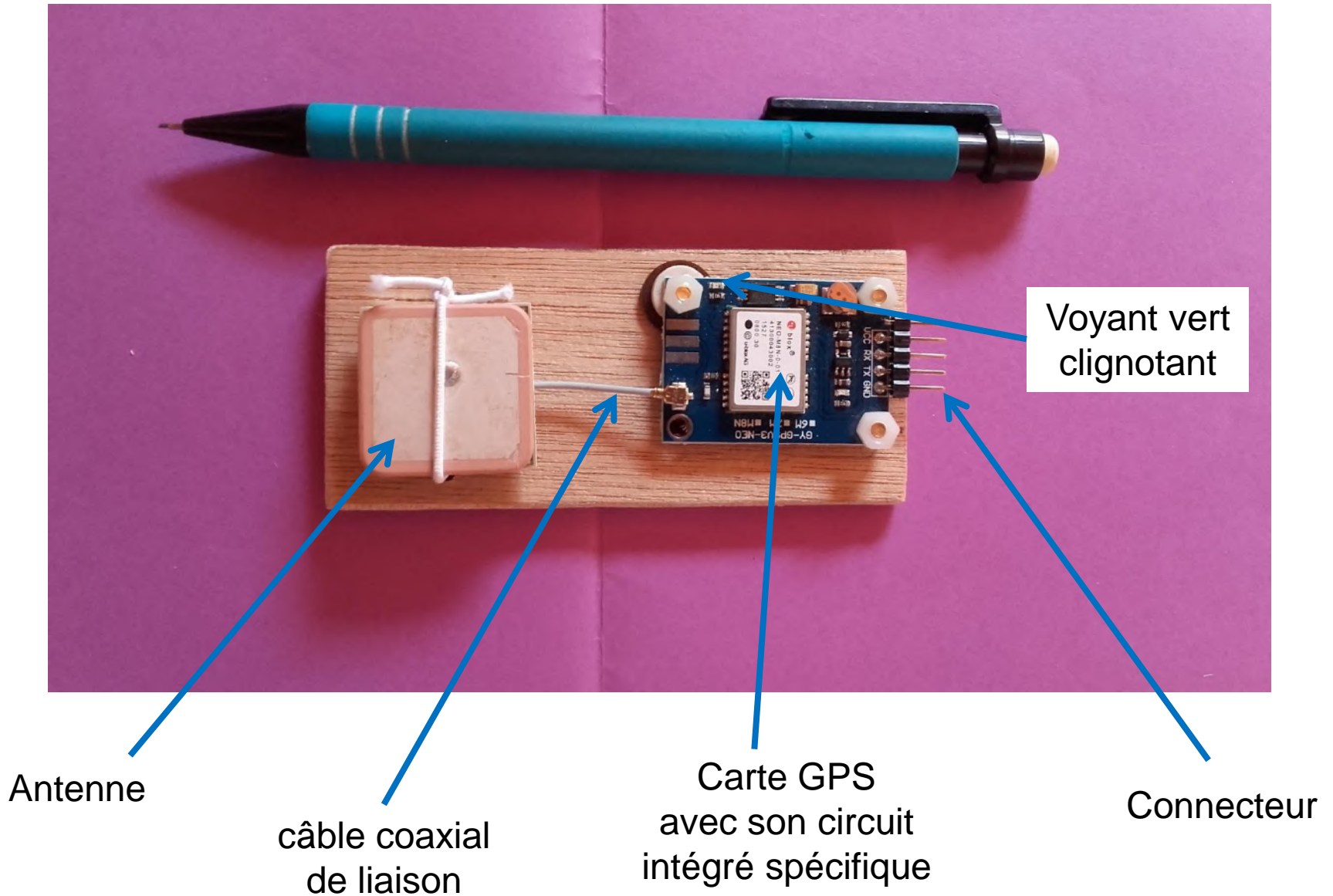
# Moyen

En utilisant un module qui capte les signaux GPS et fournit diverses informations mais en particulier l'heure TU toutes les secondes.

# Avantages

- Cette heure TU est calée sur l'heure fournie par l'horloge atomique
- Fonctionne quelle que soit la longitude
- Ne nécessite pas de connexion internet

# Le module GPS



# Le module GPS comporte 2 parties:

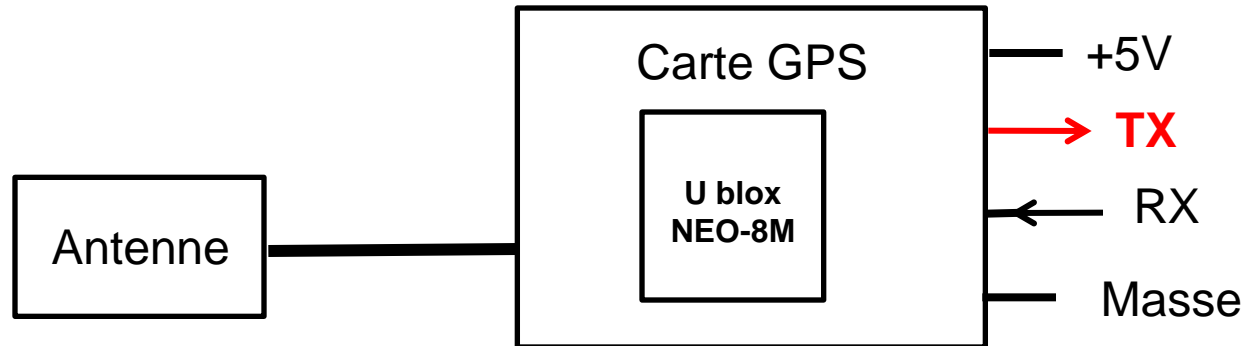
## 1-Antenne

Antenne de type « résonateur diélectrique active » reliée à la carte GPS par un mini câble coaxial

## 2-Carte GPS

Elle contient un circuit intégré spécifique (U-blox – NEO-8M) qui détecte les signaux GPS et fournit toutes les secondes de nombreuses informations :

- Date (jour, mois, année)
- Heure TU (heure, minute, seconde, centième de seconde)
- Longitude
- Latitude
- Nombre de satellites utilisés
- Altitude
- Vitesse de déplacement ...



-La carte est alimentée en +5V

-Les informations sont disponibles sous forme de signaux série (type liaison RS232) :

→ la sortie TX envoie ces informations au circuit utilisateur

# Exploitation des informations utiles

Pour extraire les informations utiles (heure TU, date, longitude) on utilise une carte ARDUINO associée à un afficheur LCD.

## **Carte ARDUINO**

Carte du type DUE qui comporte :

- une mini fiche USB pour la programmation et l'alimentation en 5V
- des connexions RX et TX pour la liaison avec le module GPS
- une connexion type I2C pour la liaison avec l'afficheur

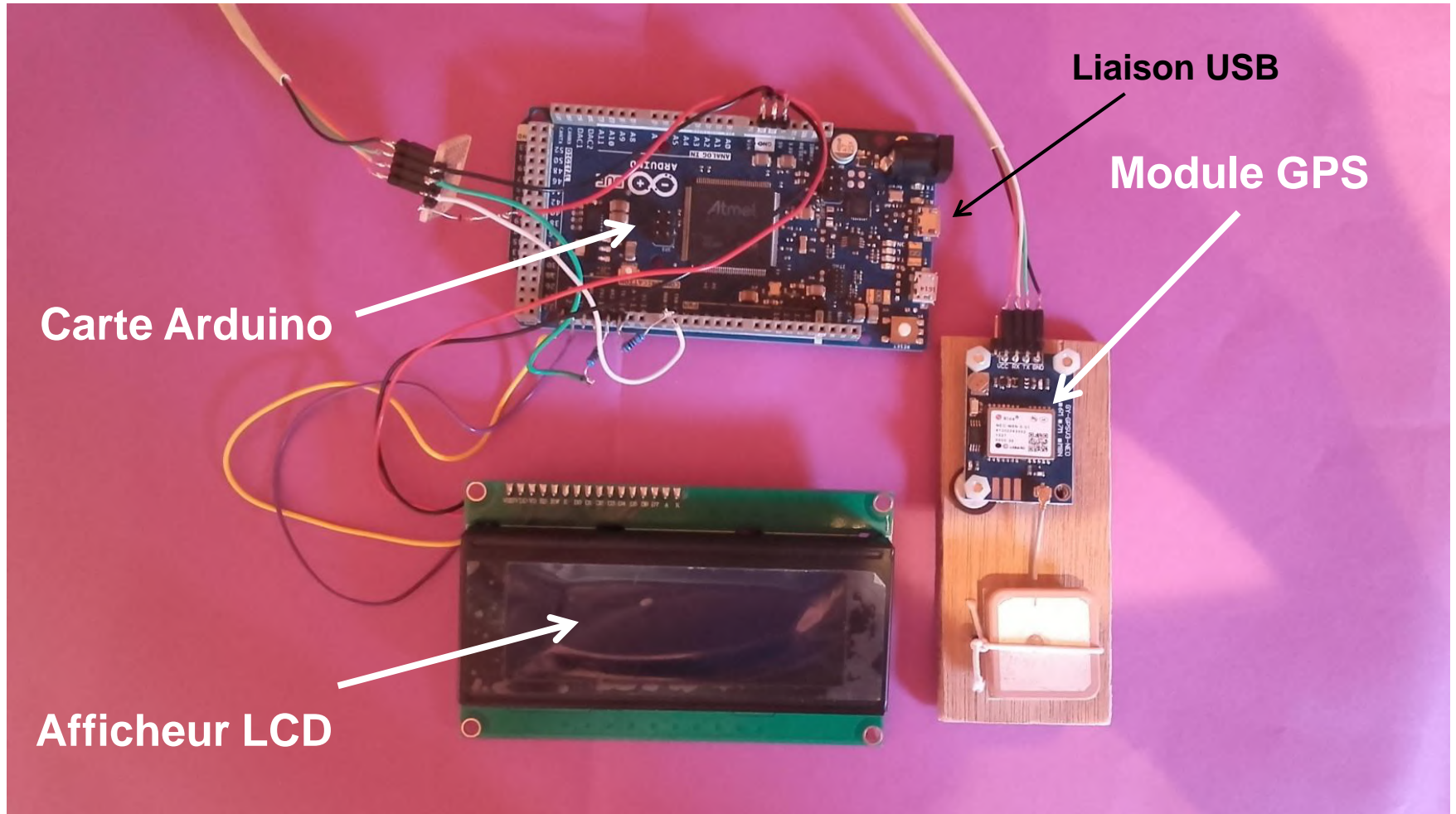
## **Afficheur LCD**

Afficheur à cristaux liquides :

- 4 lignes de 20 caractères
- liaison I2C qui à l'avantage de ne nécessiter que 4 fils (2 pour l'alimentation et 2 pour le transfert des données)



# Le module GPS, la carte Arduino et l'afficheur



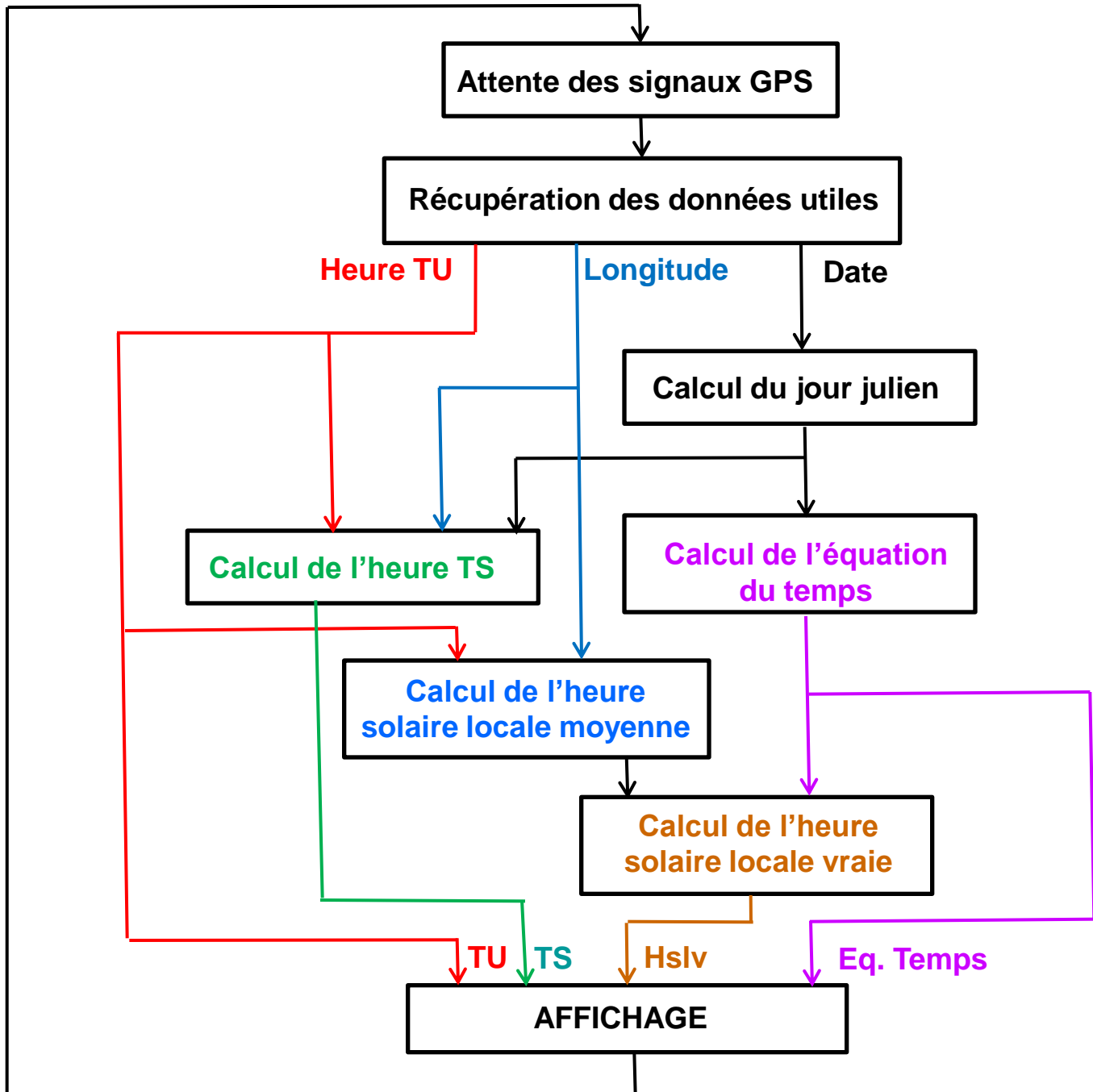
# Programmation de la carte Arduino

La programmation s'effectue avec un PC grâce à la liaison USB

Le langage : C/C++

Lorsque la programmation est terminée, on enlève la liaison avec le PC et le système est autonome.

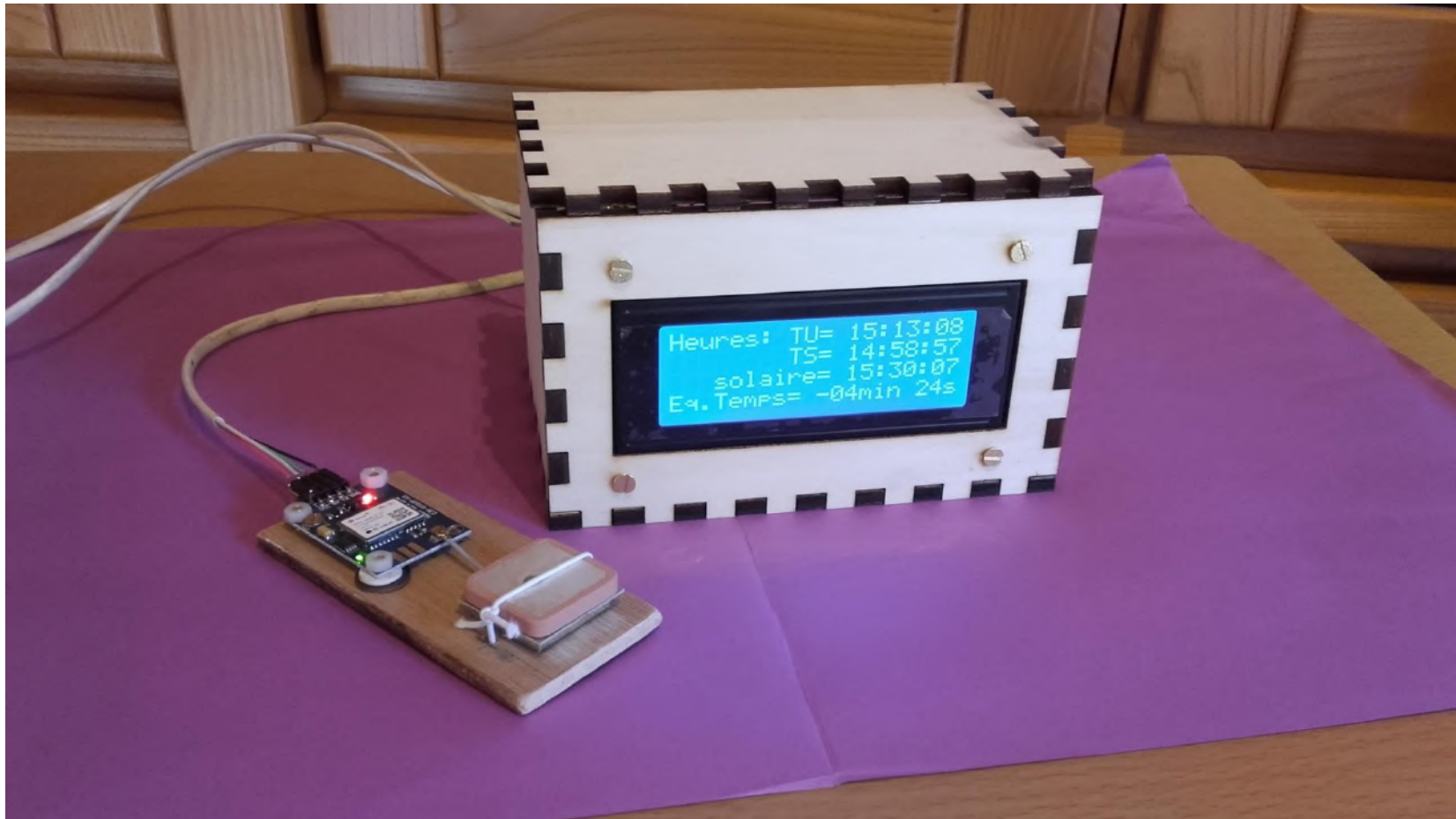
Les étapes du traitement des données sont montrées dans l'organigramme ci-après



# Exemple d'affichage



# Systeme mis en boîte



# Caractéristiques

- Système qui ne comporte aucun réglage, aucun bouton
- Il démarre automatiquement dès que le module a détecté au moins 4 satellites
- En cas de coupure de courant, le système redémarre dès que le courant est revenu
- Nécessite la réception des signaux satellites donc fonctionne dans la plupart des situations (problèmes dans certains immeubles faisant « cage de Faraday »)
- Il a été testé pour différentes longitudes:  
longitude positive et longitude négative (Bretagne)

## **Stabilité et précision :**

-L'heure TU est calée sur des horloges atomiques (Rubidium) dont la stabilité relative est de  $10^{-13}$ . Soit une dérive de 1s sur 300 millénaire.

-La précision de lecture est inférieure à la seconde puisque le système calcule et affiche dès qu'il reçoit le signal GPS toutes les secondes.

**2– Application lors de l'équinoxe d'automne  
et  
comparaison avec un cadran solaire**

# Application lors de l'équinoxe d'automne 2019

L'équinoxe d'automne a eu lieu le 23 septembre 2019 à **7h 50min 12s TU** (source IMCCE)

Cet instant précis correspond à une situation qui ne se produit qu'une fois dans l'année :

Les heures locales **solaire vraie** et **sidérale** sont identiques

→ Il fallait en profiter pour visualiser cet événement sur l'afficheur

## Situation à Villeneuve d'Ascq lors de l'équinoxe

(Longitude : 3°08'46 " E, soit un écart en temps de 12 min 36s)

Equation du temps : -7min 32s

On déduit qu'à 7h 50min12s TU, l'afficheur doit indiquer pour les heures locales solaire vraie et sidérale :

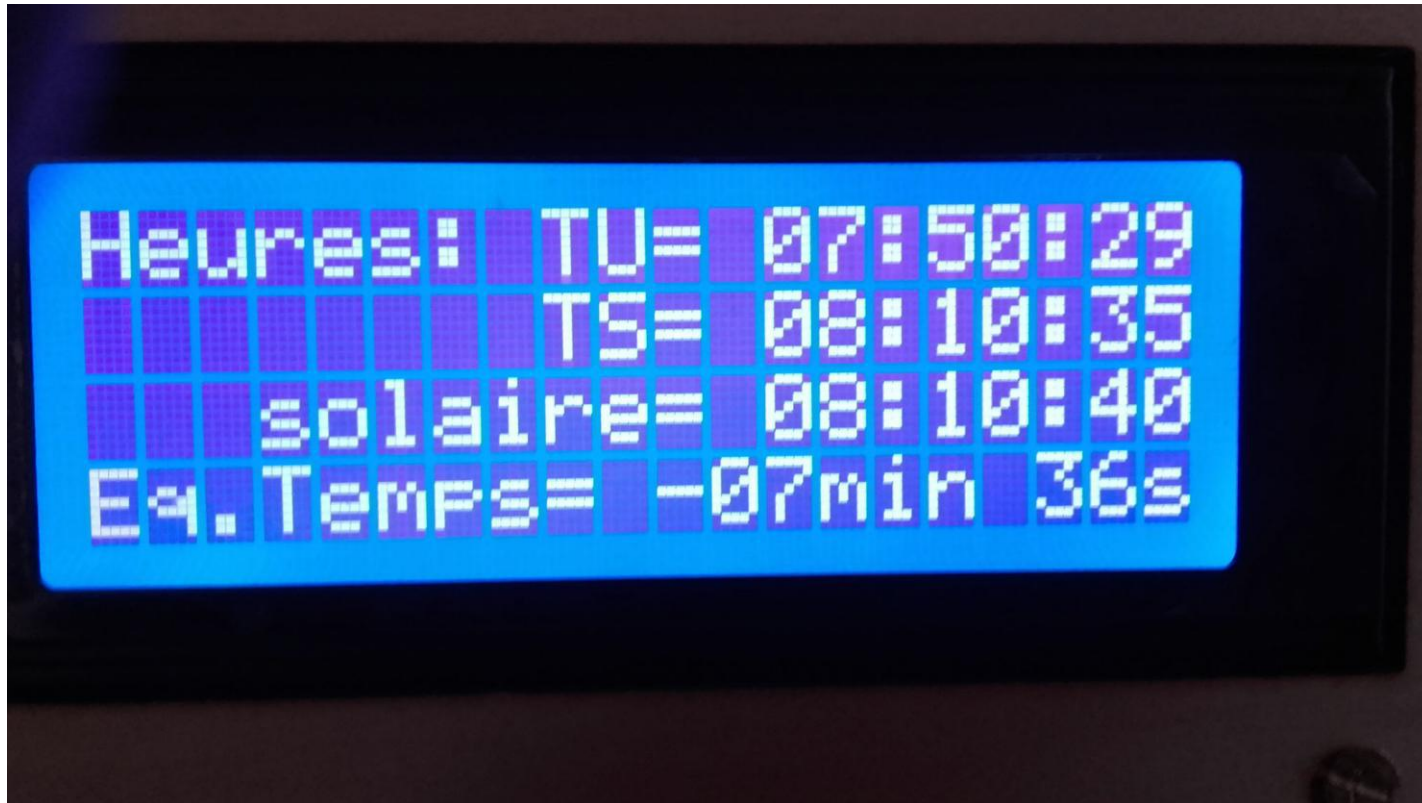
$$7h50min12s + 12min36s + 7min32s$$

Soit :

**8h 10min 20s**



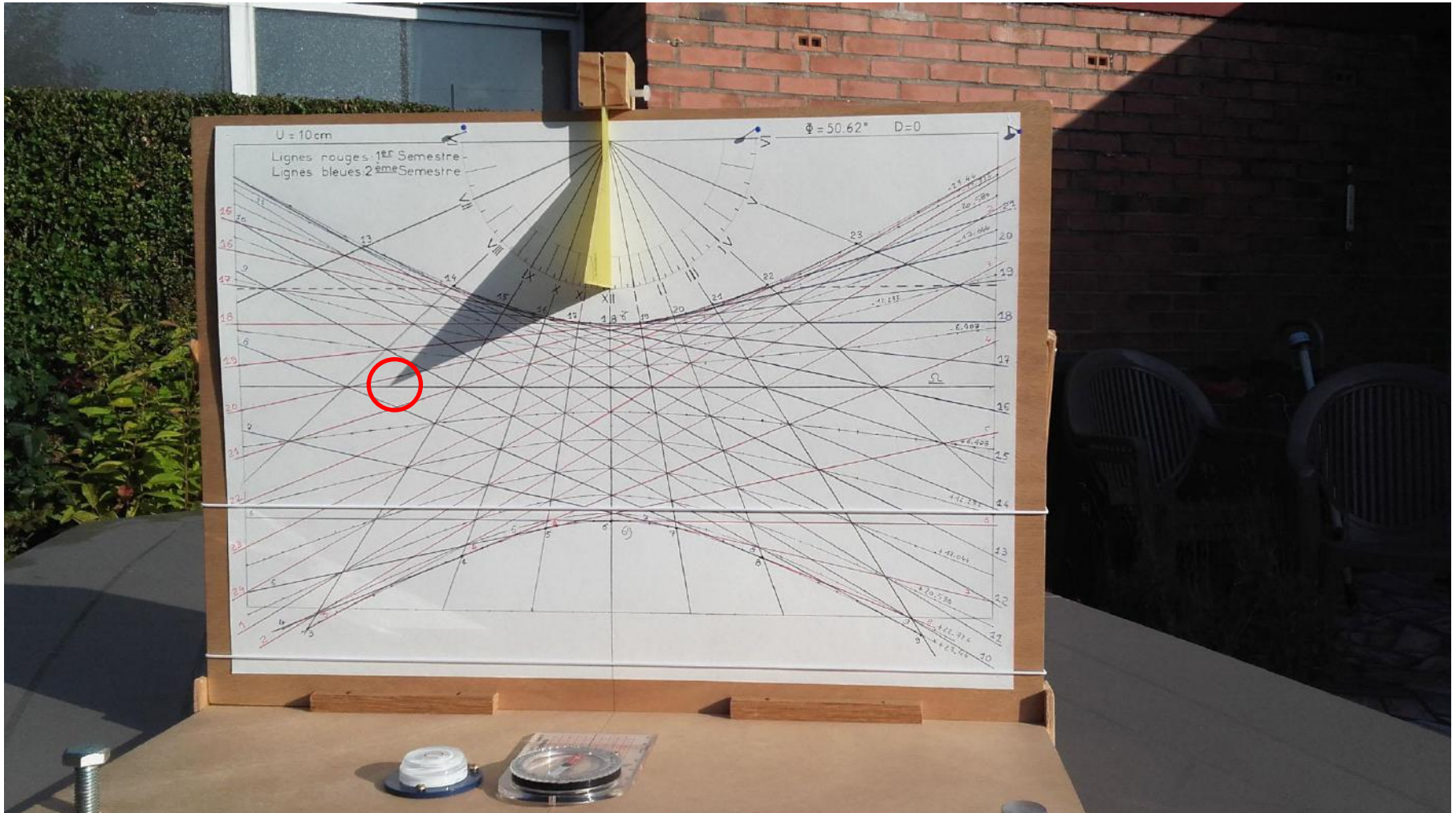
# Affichage obtenu quelques secondes après l'équinoxe d'automne (17s après l'équinoxe)



Avec les données précédentes on devrait lire **TS = Hsol = 08:10:37**

# Comparaison avec un cadran solaire

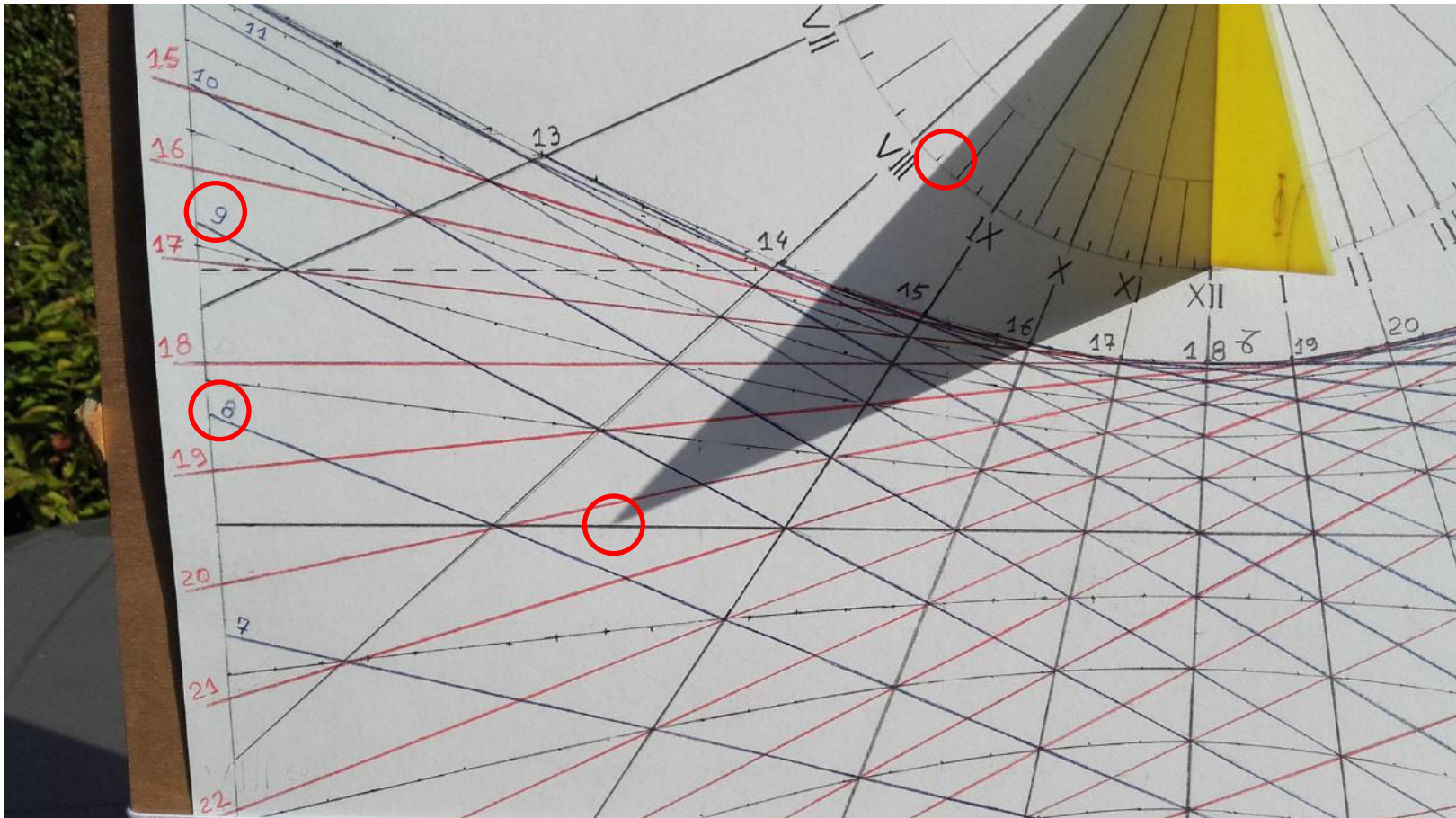
On remarque que la pointe de l'ombre est bien sur la droite des équinoxes



# Lecture des heures sur le cadran

-L'heure solaire locale vraie est **environ 8h 20 min**

-La lecture de l'heure sidérale locale se fait à la pointe de l'ombre. On interpole entre les lignes horaire sidérales bleues (2<sup>ème</sup> semestre) 8h et 9h et on lit **environ 8h 20min**.



# Conclusion

- Système qui ne demande que peu de composants
- Les liaisons entre composants sont directes sans nécessité d'électronique d'interface
- Aucun réglage
- Je peux fournir plus d'informations aux personnes qui le souhaitent

