

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

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)

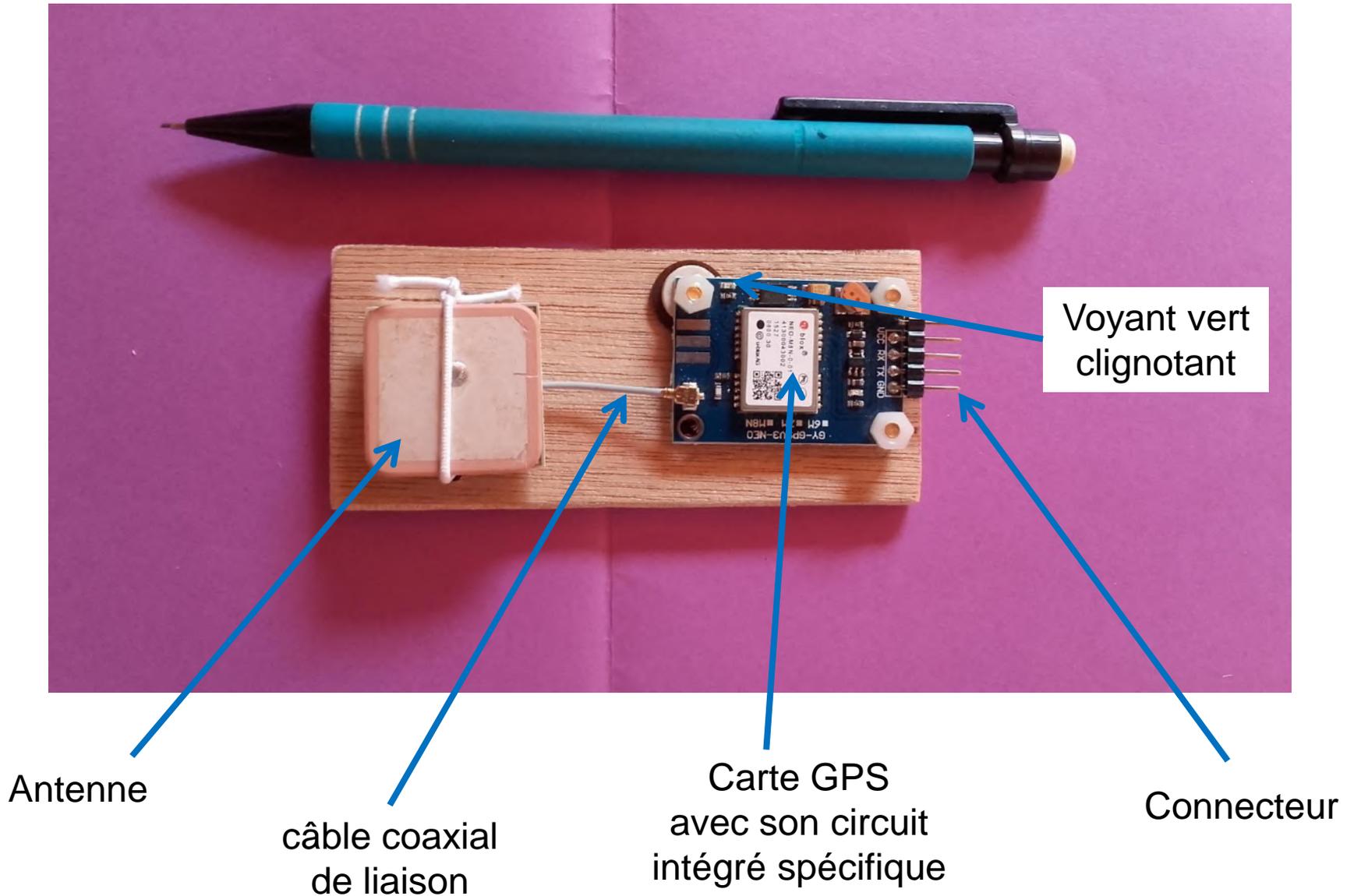
Moyen

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:

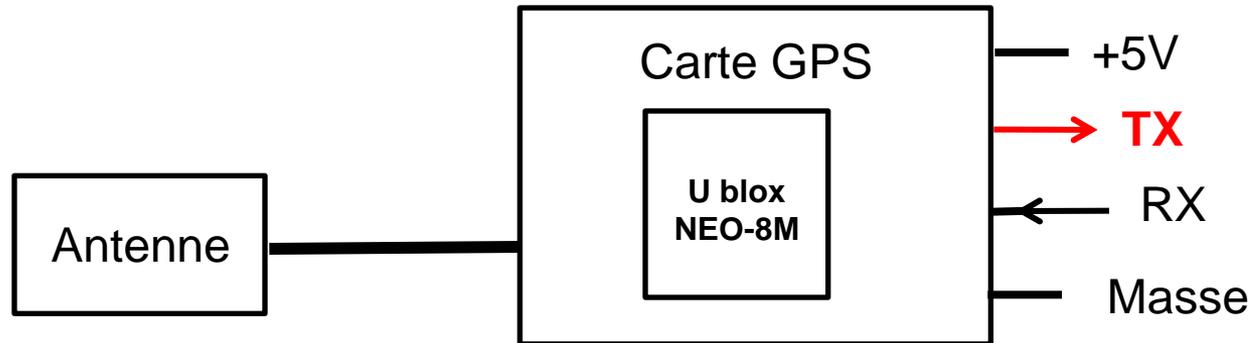
1-Antenne

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 :

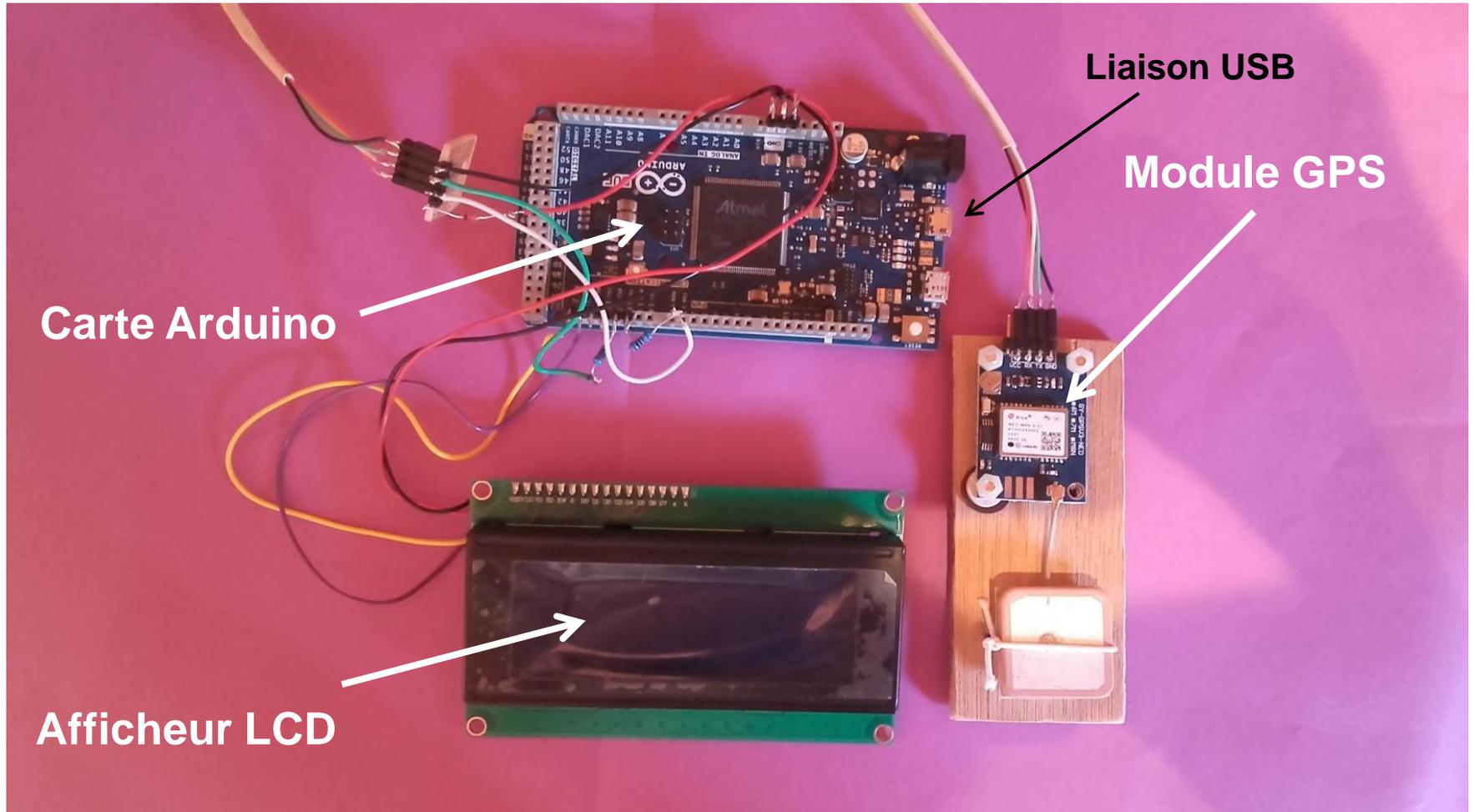
- une mini fiche USB pour la programmation et l'alimentation en 5V
- des connexions RX et TX pour la liaison avec le module GPS
- une connexion type I2C pour la liaison avec l'afficheur

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



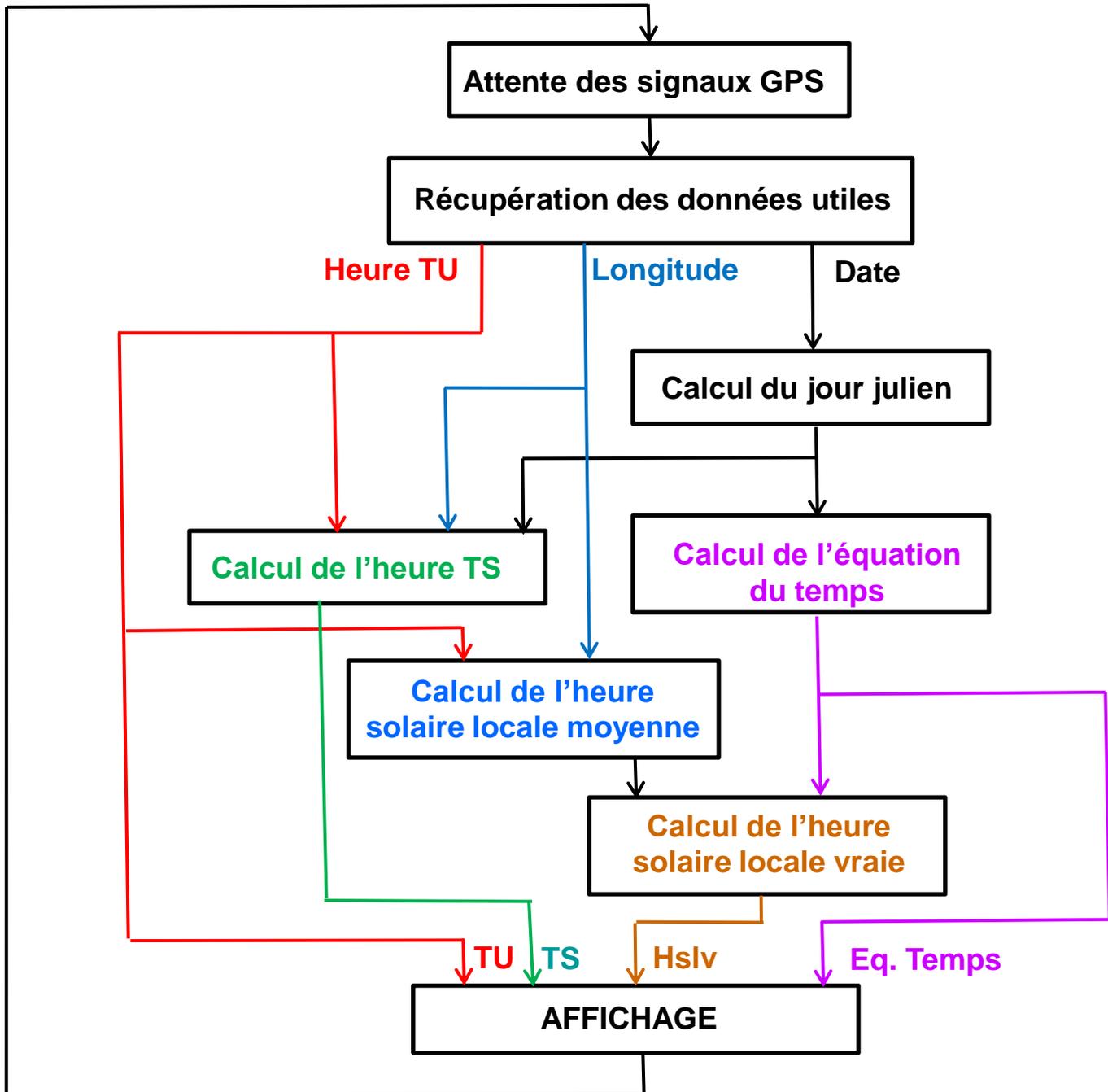
Programmation de la carte Arduino

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.

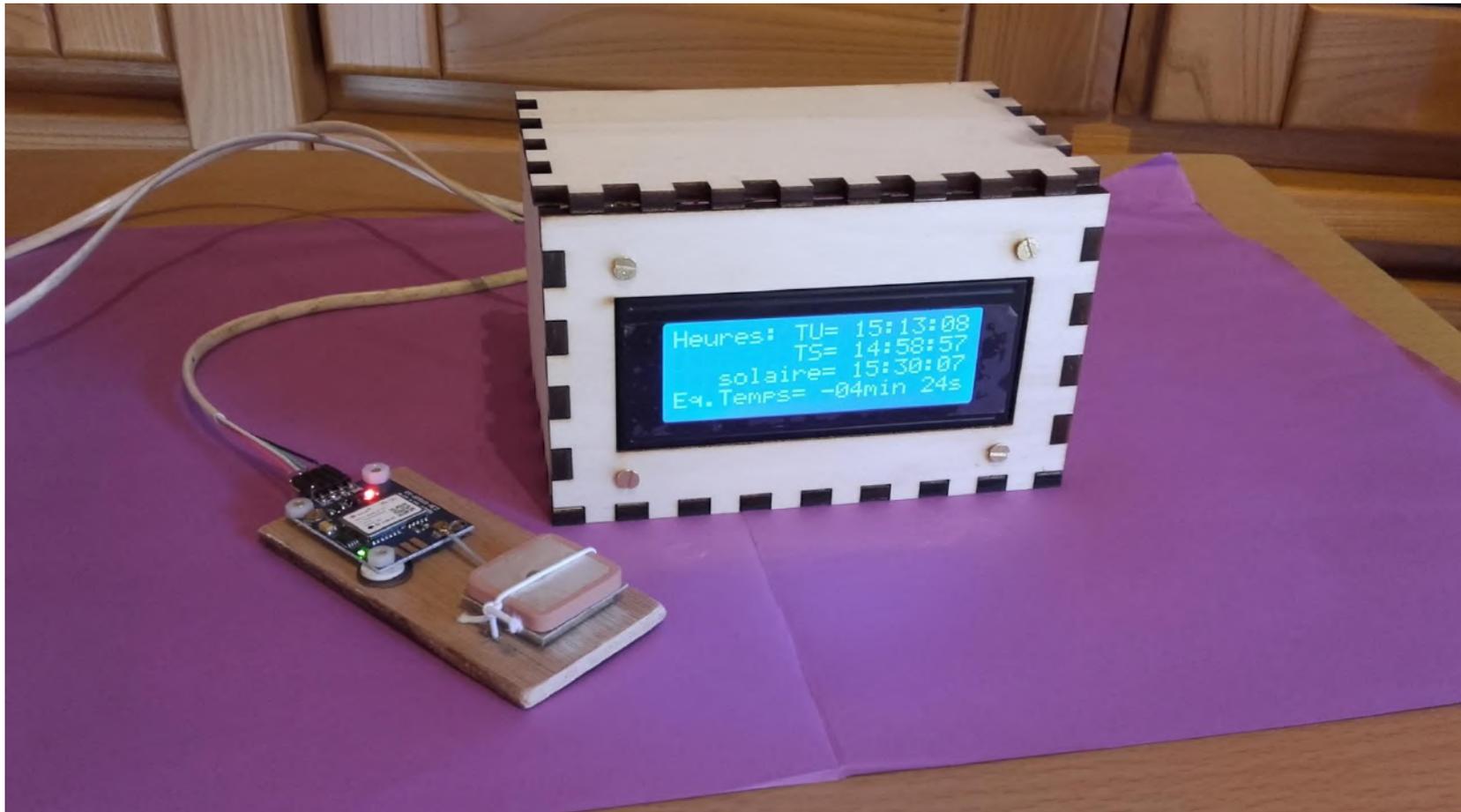
Les étapes du traitement des données sont montrées dans l'organigramme ci-après



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

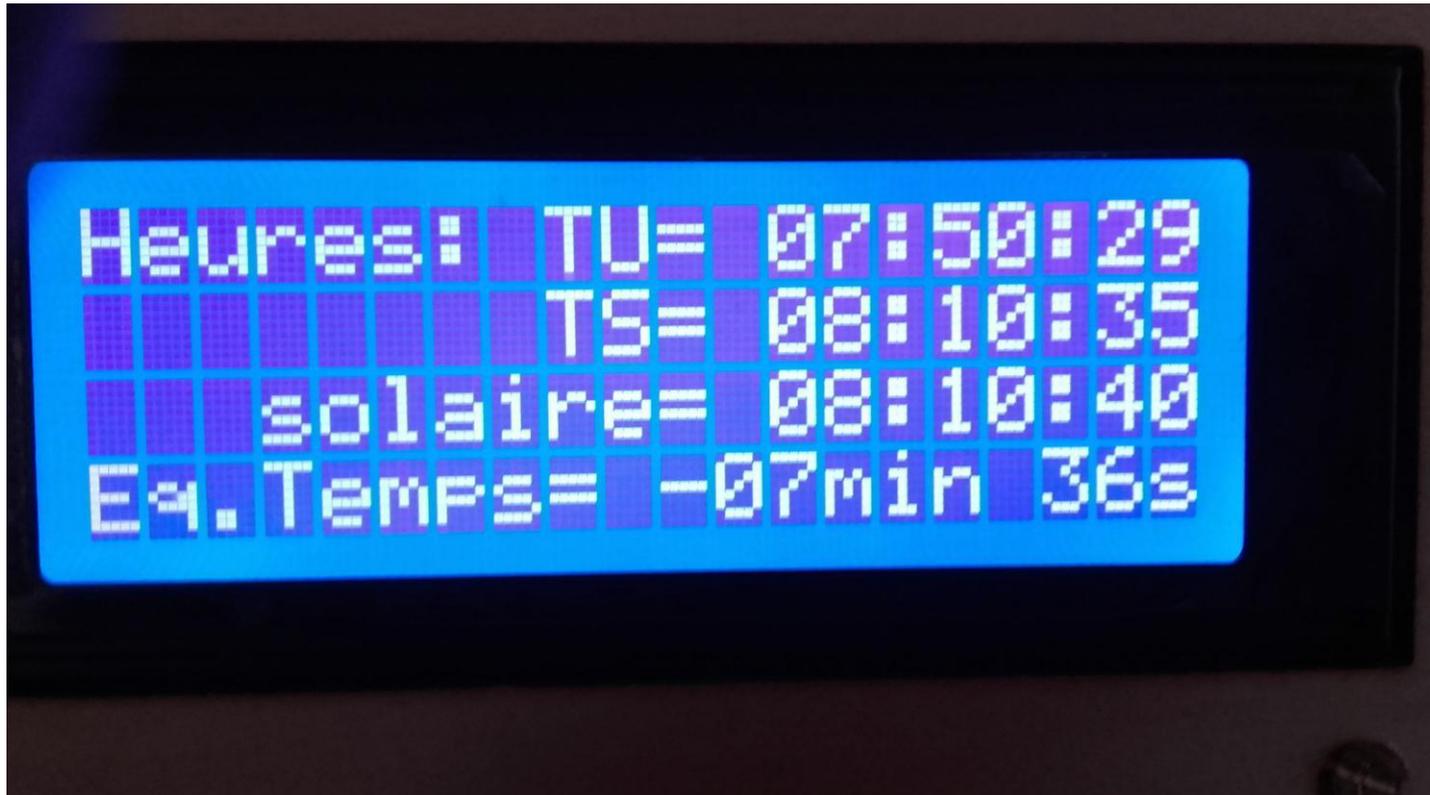
On déduit qu'à 7h 50min12s TU, l'afficheur doit indiquer pour les heures locales solaire vraie et sidérale :

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

Soit :

8h 10min 20s

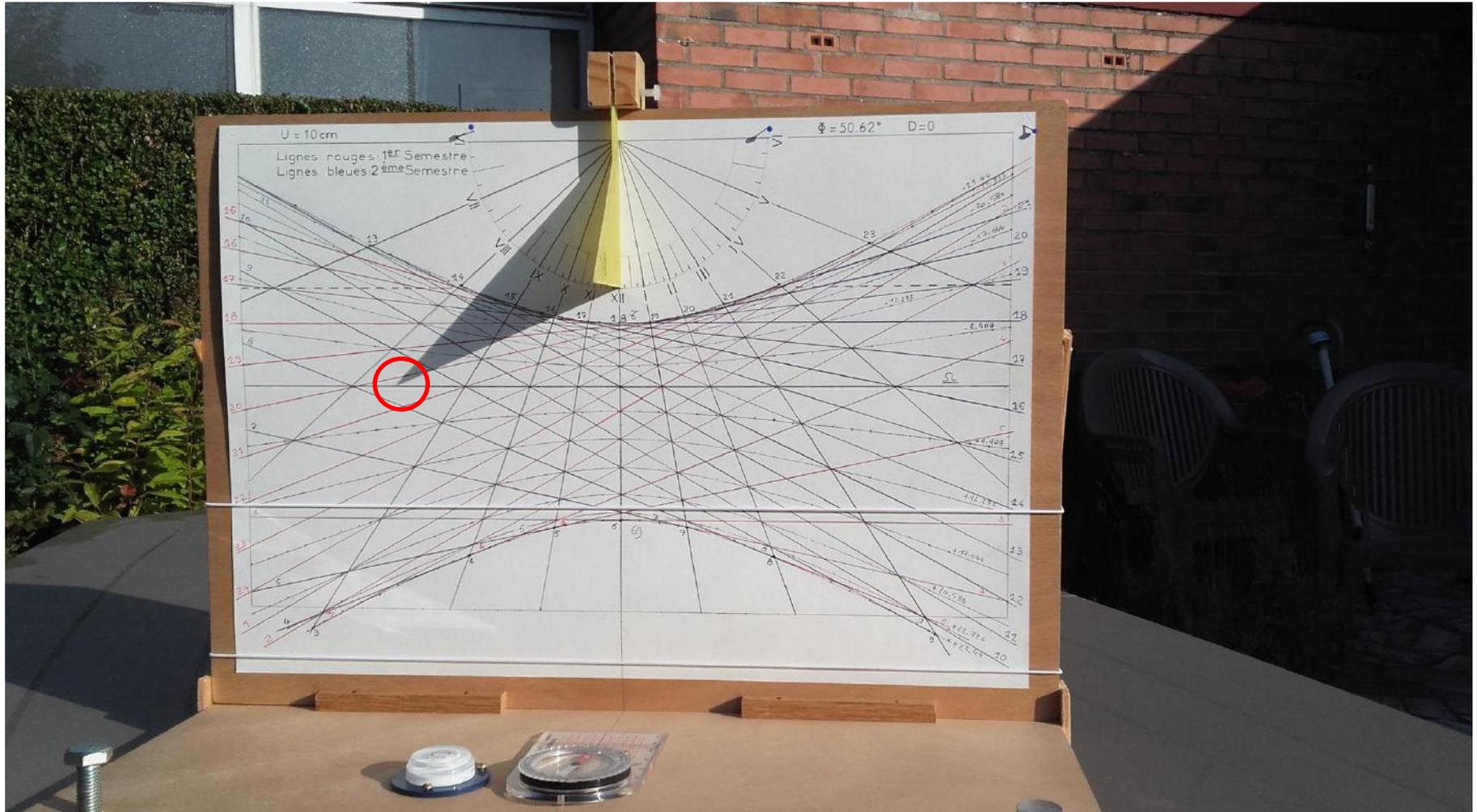
Affichage obtenu quelques secondes après l'équinoxe d'automne (17s après l'équinoxe)



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

Comparaison avec un cadran solaire

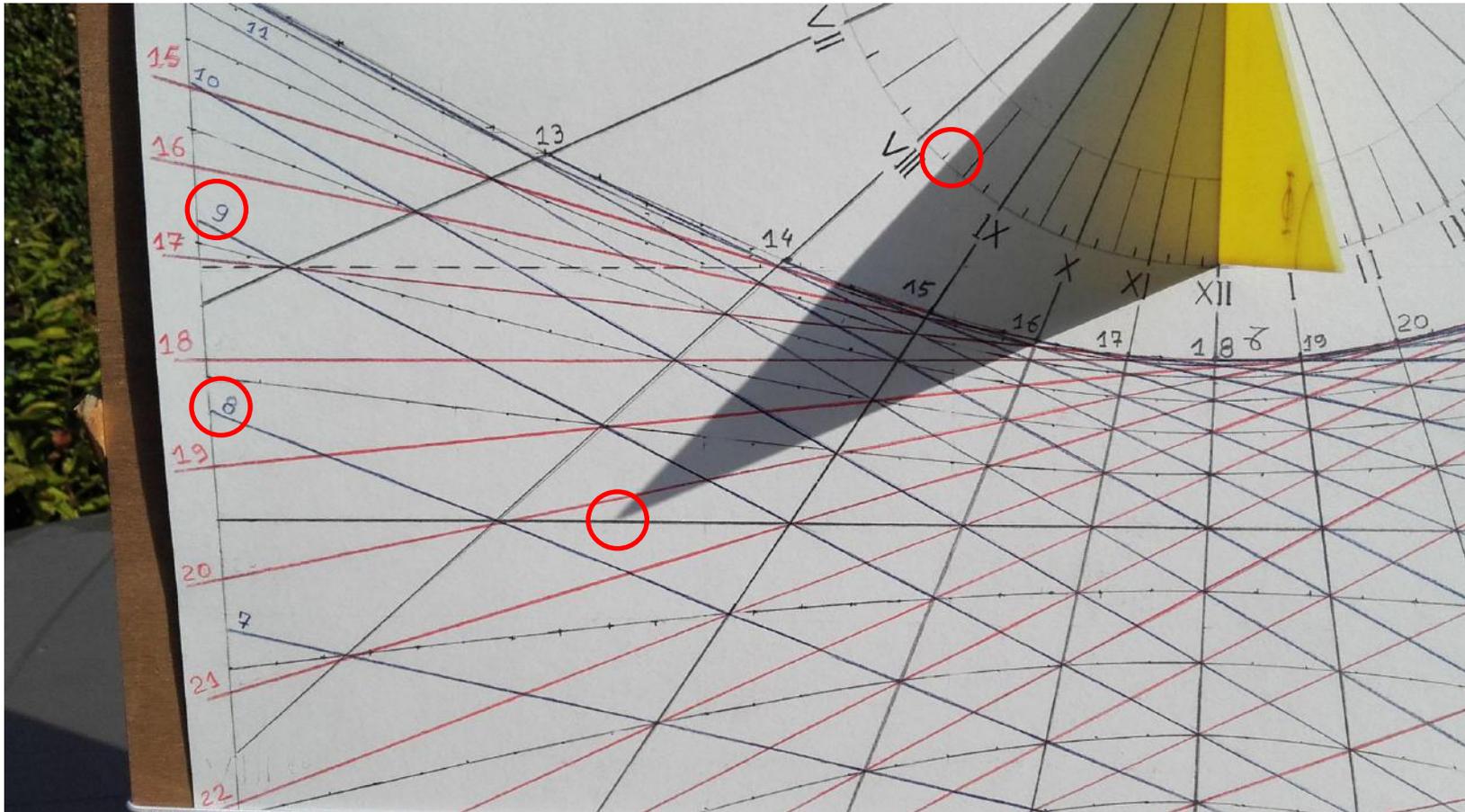
On remarque que la pointe de l'ombre est bien sur la droite des équinoxes



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^{ème} 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

