

Une pendule astronomique

Remerciements

Tout d'abord mon épouse qui me trouve souvent la tête dans les étoiles,

- Mark Alberts et tout le forum de [MCSELEC](#)
- H.Kipnik pour toutes les routines concernant les écrans graphiques (SSD1963) et les programmes de traitement des couleurs et des images.
- J-F. Vögel pour l'Avr Dos, géniale librairie dont j'utilise ici une bien faible partie. Si vous utilisez mon programme, je vous prie d'acheter votre propre licence pour cet add.on
- [Jean-Paul Cornec](#) pour les équations utilisées ici, lui aussi à souvent la tête dans les étoiles !
- [Gilbert Javaux](#) pour le calcul du δT utilisé dans les équations
- Mme Quartier, ma sœur, pour les allégories des saisons.
- Wikipedia pour les symboles des signes astrologiques, la planiphère etc...
- <http://www.acaoh.org/> pour les images des phases de lune.
- Philippe Bœuf ([Robert in the space !](#)) pour ses équations planétaires

Avant-propos

Autant qu'il me souviene, j'ai toujours voulu être horloger, à sept ans j'ai démonté mon premier réveil.

Je ne suis pas devenu horloger mais électronicien puis par auto-formation automaticien.

Les années ont passées, mais la passion des belles mécaniques m'est restée et particulièrement les horloges astronomiques des cathédrales. Ce sont toujours des bijoux car à la complexité des mécanismes s'ajoutent de merveilles de décoration.

Pour le plaisir on ira visiter le musée virtuel de [wikipédia](#).

Et si je me fabriquais mes horloges ?

j'ai voulu réaliser une horloge astronomique qui puisse être utile tous les jours, qui donne des informations sur le TEMPS et l'espace.

Comme en Français « Temps » désigne aussi bien le Temps qui passe (Time en anglais) que le temps qu'il fait (Weather en anglais) j'ai ajouté quelques capteurs.

Aujourd'hui la technique nous offre des outils simples et d'une précision qui ferait rêver nos ancêtres alors utilisons-les.

De même les progrès en termes d'astronomie et de connaissances de notre univers sont devenu exploitable avec quelques microcontrôleurs.

Donc mélangeons tout cela...

Cela donne Astro II ¹

¹¹ Astro I (2008) fonctionne toujours sur la base d'un AVR M32 seulement 32Ko !

Les composants

Astro II comporte 3 afficheurs :

- 1 afficheur 4 lignes 20 caractères
- 2 écrans graphiques 5'' 800x 480 pixels

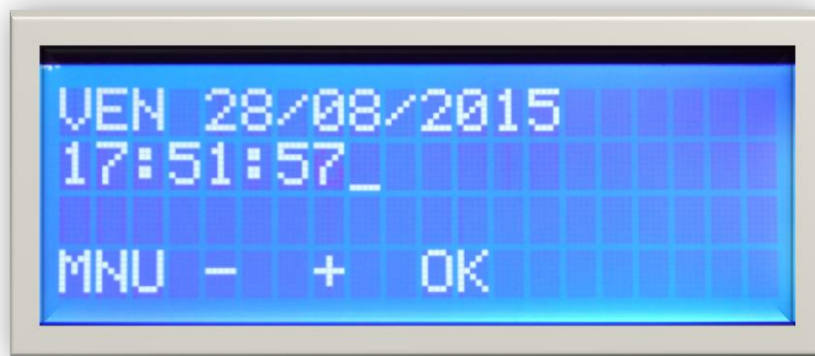
3 capteurs dont deux sont dans le même composant :

- Un capteur de pression, celui-ci donne aussi la température
- Un Capteur d'humidité
- 4 micro-contrôleurs AVR :
- 2 ATMEGA2560 montés sur carte Arduino MEGA2560 pour gérer les écrans graphiques et les programmes spécifiques.
- 1 ATMEGA168 qui gère l'afficheur LCD 4 Lignes, et le module RTC (real time clock)
- 1 ATTINY 45

Ces deux derniers sont montés sur une carte qui distribue les alimentations et les signaux provenant du module

- Un Détecteur infra-rouge qui détecte la présence d'un admirateur et qui « réveille » les écrans.

L'horloge-maître



Sur un afficheur 4x20 caractères :

- 1) compensation des changements d'heures Hiver/été (désactivable)
- 2) correction années bissextiles.
- 3) Variation heure locale par rapport à l'heure GMT.
- 4) Transfert des données horaires aux autres écrans.

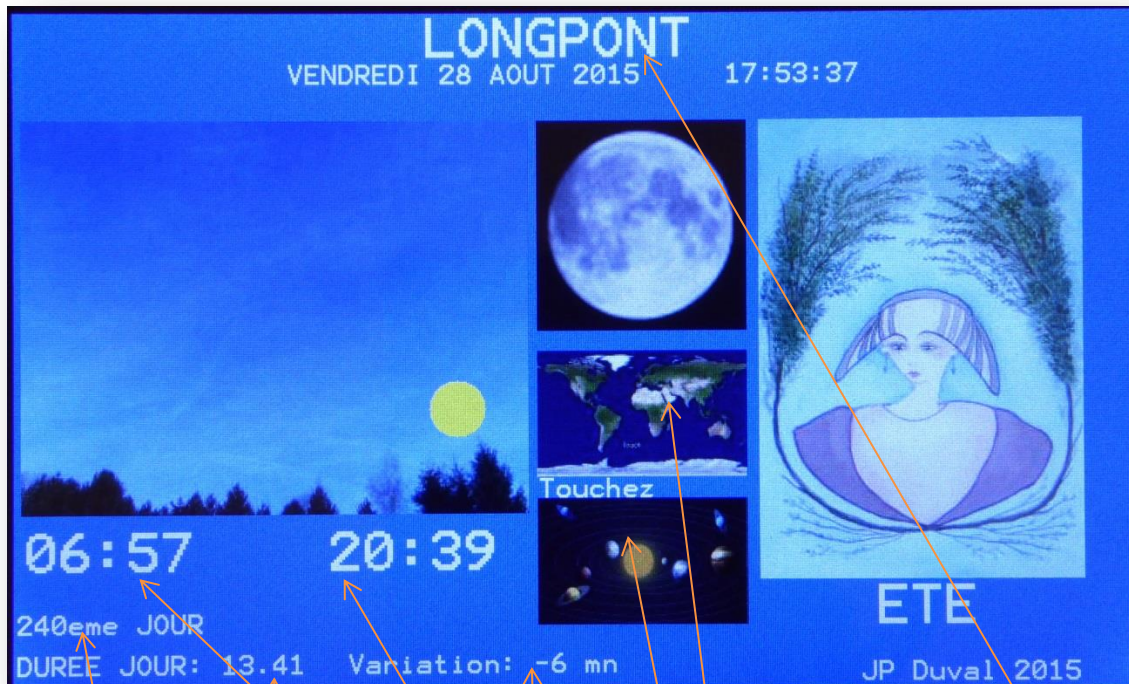
Astro II est basé sur une horloge RTC real-time clock TCXO compensé en âge et température le temps est sauvegardé par une pile longue durée.

Je n'ai pas voulu utilisé une horloge DCF77 basé sur une horloge atomique car ce module ne fonctionne pas partout et particulièrement chez moi !

Le premier afficheur graphique

Le programme est divisé en 3 parties, chaque partie étant quasiment indépendante :

Ecran 1



- 1) Nom de la ville ou se situe Astro II provenant de la carte SD sous le répertoire LALONG (latitude, longitude) voir fichiers Excel
- 2) Heure et date complète : Lundi 1 janvier 20xx hh :mm :ss
- 3) Représentation graphique du mouvement du soleil suivant le lieu géographique (coordonnées longitude et latitude du lieu où se trouve Astro II)
- 4) Heure locale du levé et couché du soleil
- 5) Numéro du jour
- 6) Durée du jour
- 7) Différence entre la durée du jour -1
- 8) Saison avec représentations allégoriques peintes par une artiste amie. Dans la carte SD sous le répertoire SAISON, l'utilisateur peut personnaliser ses allégories.
- 9) Phases de lune.
- 10) Deux petites Icones représentant la planisphère et les planètes qui permettent, quand on touche l'écran, d'accéder aux écrans 2 et 3.

Cette partie comporte les principales difficultés et quasiment toutes les équations astronomiques. Ces dernières ne peuvent être comprises sans connaître les équations de Jean-Meuus que Jean-Paul Cornec m'a communiquées. On y retrouve les équations

nécessaires au lever et coucher du soleil en fonction des coordonnées géographiques lues dans la carte SD ainsi que les équations des phases de lunes.

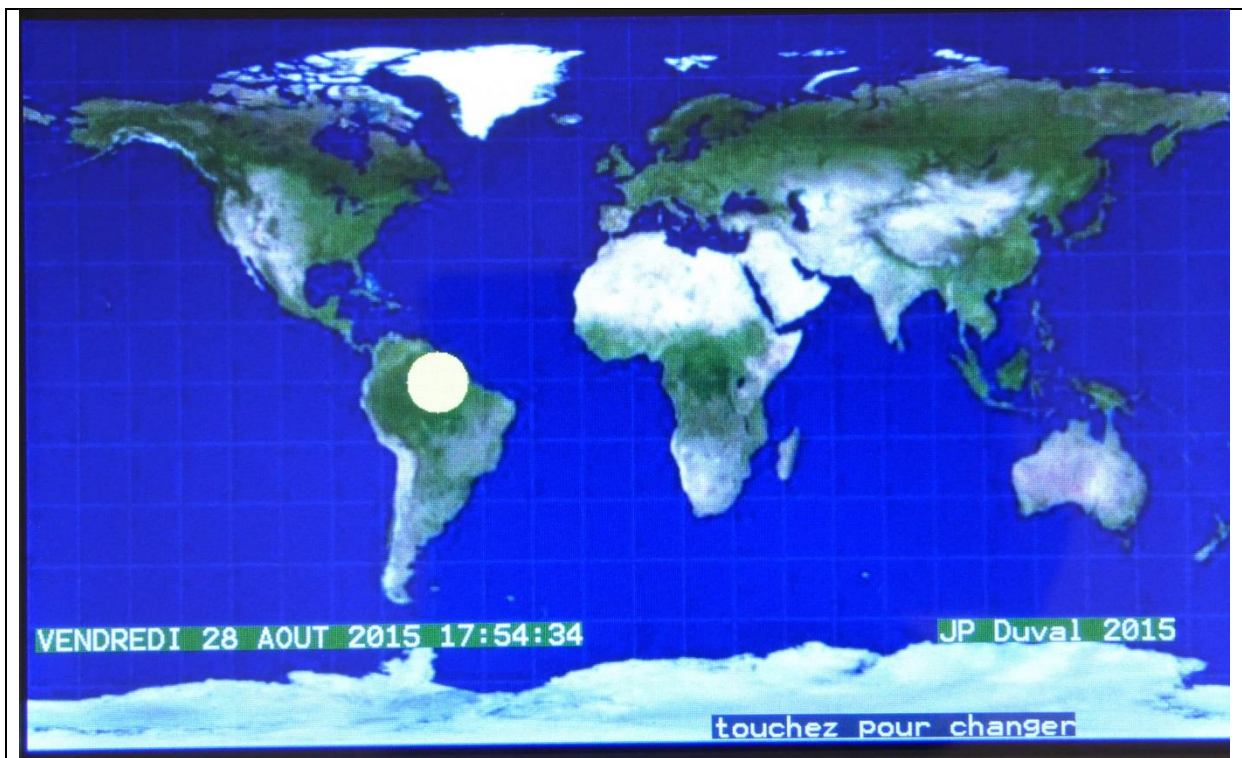
Le déplacement du soleil dans le paysage, m'a posé quelques problèmes puisque les origines des axes sont inversées par rapport à un graphe classique.

Il faut aussi imaginer que le parcours du soleil est le même : un demi cercle mais que X(départ) sunrise et X(arrivée) sunset sont variables et que ce sont des données horaires et donc variant suivant le système sexagésimal et non le système décimal.

En revanche la hauteur du soleil à midi est constante pour une question esthétique, mais bien entendu ce n'est pas exact.

Pour économiser des variables (souvent des doubles c'est-à-dire des variables sur 64bits) j'utilise quelquefois le même nom, ce qui rend la compréhension quelquefois un peu difficile ...☺

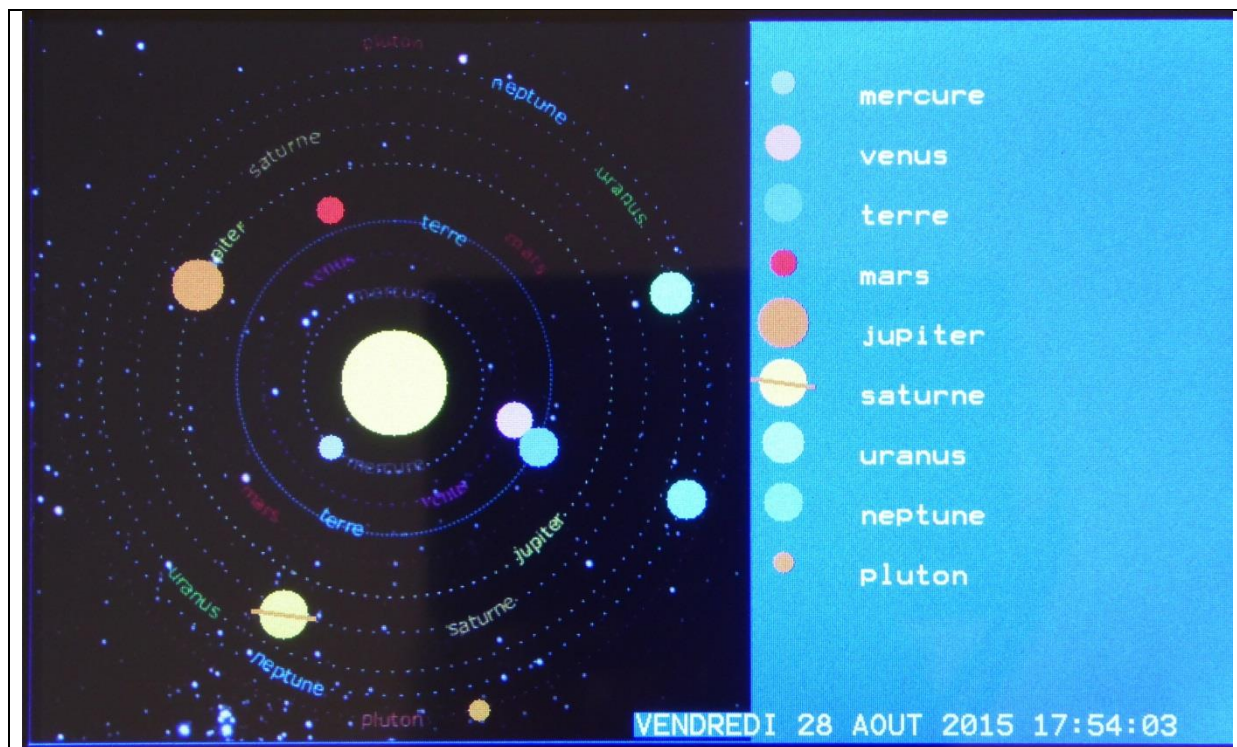
Ecran 2



En touchant la petite planisphère de l'écran 1 on ouvre une planisphère couvrant tout l'écran. Un soleil s'affiche sur l'équateur et il évolue en fonction de l'heure. La photo est la [projection](#) equirectangulaire de la terre, où $360^\circ=800$ pixels.

- Prochainement, zone de nuit perpétuelle suivant la saison.
- Heure et date complète : Lundi 1 janvier 20xx hh :mm :ss

Ecran 3



- En touchant la représentation héliocentrique planétaire, on retrouve les positions actuelles des planètes du système solaire, y compris Pluton, bien entendu les échelles ne sont pas respectés et les orbites sont calculés comme étant linéaires ce qui n'est pas exact, en particulier pour Mercure qui décrit une ellipse. on peut voir la corrélation entre Astro II et le site <http://users.skynet.be/fa274406/rubriques/live/orbites/orbites.htm>
- Heure et date complète : Lundi 1 janvier 20xx hh :mm :ss

Les deux écrans, planisphère et planètes, se referme soit en touchant l'écran soit après 1mn30. On retrouve alors le premier.

Le deuxième afficheur graphique

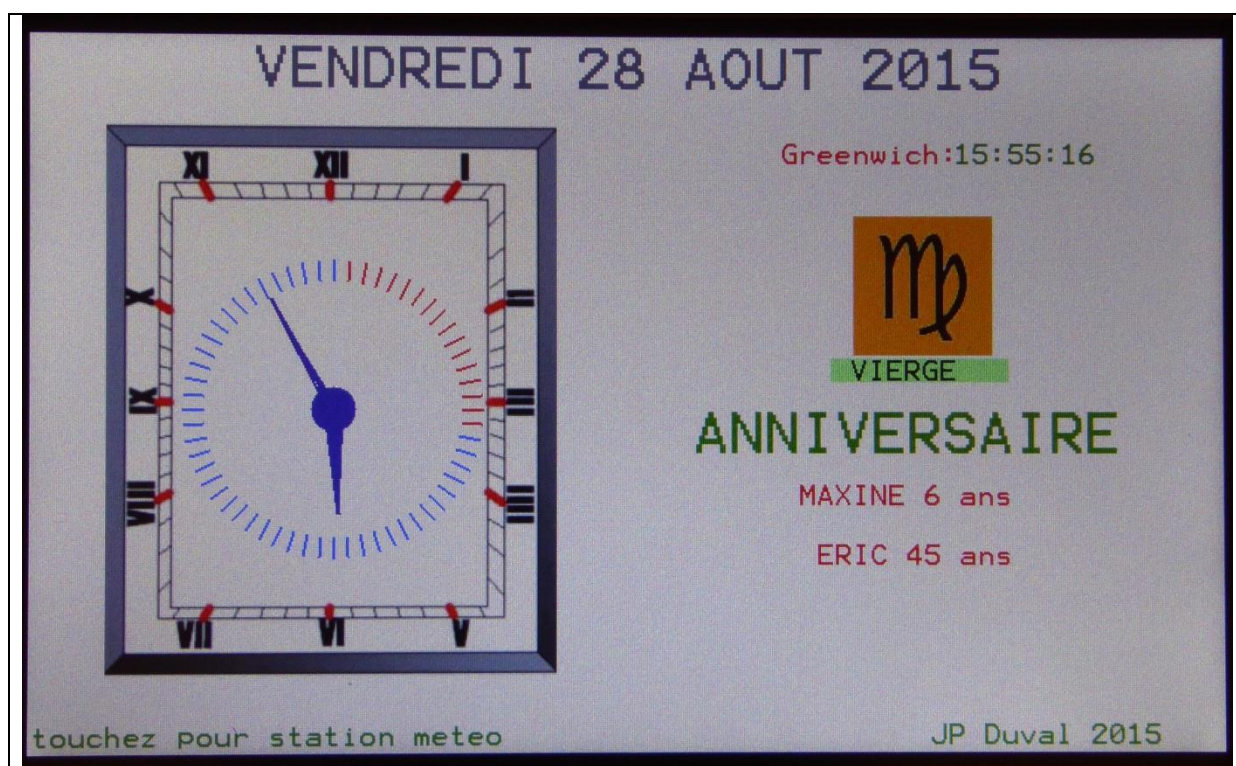
Comme précédemment on retrouve le même hardware.

Une horloge doit donner l'heure, et pour lire l'heure celle-ci doit être claire et rien ne vaut une pendule analogique pour ce faire. Alors pour le plaisir j'ai dessiné un cadran.

De même la station météo est « old-fashion » avec ses cadrans analogiques dessinés avec le même logiciel.

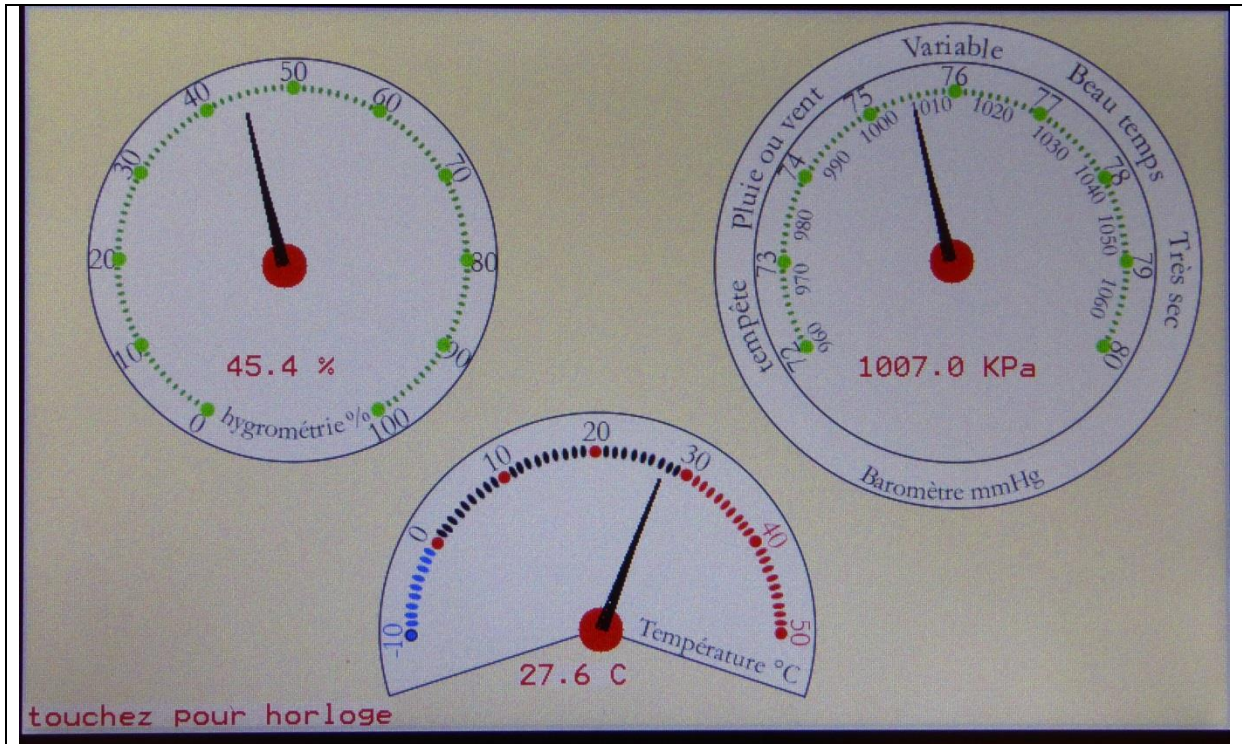
Là encore Le programme jpclock4-station-clock7.bas est divisé en 2 parties, chaque partie étant quasiment indépendante. On passe de l'un à l'autre en touchant l'écran ou, dans le cas de l'affichage de la station météo, après 1mn 30 s.

Ecran 1



- 1) Une pendule analogique avec une trotteuse « chemin-de-fer » qui change de couleur à chaque nouvelle minute.
- 2) Heure UTC pour la France avec un décalage de 2h en été. A modifier en fonction de votre décalage horaire dans le programme Horloge-Maître.
- 3) Date : jour de la semaine, quantième, mois, année.
- 4) Les anniversaires des proches, avec calcul de l'âge, il peut y avoir trois personnes, l'âge est calculé automatiquement. Cette fonctionnalité reprend les données d'un tableau Excel
- 5) Les signes du zodiaque puisque quasiment toutes les horloges astronomiques les donnent !

Ecran 2



Se compose donc de trois cadrans « old fashcion »

- 1) Cadrans analogique : humidité relative
- 2) Indication numérique de l'hygrométrie en % dans le cadran
- 3) Cadrans analogique : température
- 4) Indication numérique de la température en degrés centigrade
- 5) Cadrans analogique : pression atmosphérique
- 6) Indication numérique de la pression atmosphérique en hPa

Enfin un petit micro Attiny fournit un tic-tac dans un haut-parleur!