

Plan.

- 1 – Introduction page 1.
- 2 – Electronique page 2.
- 3 – Mécanique page 8.
- 4 – Etalonnage page 11.
- 5 – Programmes page 12.
- 6 – Stockage des données page 20.

Introduction.

Ce montage d'un coût approximatif de 300 Euros si l'on excepte le PC qui collecte et stocke les données et leurs programmes est comparable à des stations qui collectent des données équivalentes. Pourquoi faire alors soi même un tel montage compte tenu du coût équivalent d'un montage tout fait du commerce ?

Ce montage n'est pas une sorte de jouet car on peut notamment faire la collection des données dans différents fichiers (ouverture à partir de visual basic de documents excel et écriture dans les cellules de ce logiciel) ce qui permet de faire ensuite de l'analyse de données. Par ailleurs il est très facile de modifier ce montage afin de répondre à des cahiers de charges très divers (par exemple un lecteur a doté cette station de multiples capteurs de température qu'il a disposés dans une serre).

Enfin ce montage et le montage ancien (le premier montage est décrit sur site de www.lextronic.fr/Comfile/Appliq/Station.pdf -> archives -> station météorologique), offrent une grande diversité de type de saisie de données digitales et analogiques, on y décrit aussi des bus bifilaires (MAX186 et DS1620), un convertisseur digital/analogique, un convertisseur fréquence tension.

Tenant compte des remarques lecteurs intéressés par ce montage, j'ai repris le montage en le simplifiant et en le rendant plus performant, c'est cette nouvelle version qui est décrite ici :

Les simplifications sont les suivantes :

- J'ai supprimé le convertisseur analogique/digital MAX186, c'est le PicBasic lui-même qui assure la conversion sur 10 bits et non sur 12 bits, ce qui me paraît tout à fait suffisant.

- Les différents modules sont alimentés sous 12 volts régulés et chaque module fonctionne avec son propre régulateur 5 volts.

- La liaison Radio se fait par des modules pyrecap qui transmettent les données en 9600 bauds compatibles avec un port série ; ces modules peuvent être programmés afin de faire varier légèrement la fréquence. L'expérience m'a montré que beaucoup d'appareils fonctionnent en utilisant la même fréquence de la bande des 433 méga hertz et qu'on ne peut donc utiliser qu'un appareil à la fois sous peine de brouillage. Ici rien de tel, chaque appareil muni de son module Pyrecap pouvant travailler sur une fréquence différente.

Dans l'ancienne version les données étaient continuellement transmises séquentiellement, dans cette version, la transmission est bidirectionnelle et la station n'envoie des données que si elle reçoit une lettre correspondant à la grandeur que l'on veut recevoir, si par exemple on envoie un t, la station météo envoie la température.

J'ai utilisé une description d'Elektor (décembre 2003 F-306, circuit imprimé référence 03204-1). Module Pyrecap LPRS ER400TRS, site : www.pyrecap.com

- L'électronique du pluviomètre a été simplifiée, il n'y a plus de convertisseur digital/analogique compliqué avec sa tension de 10 volts.

- Le thermomètre est digital (DS 1620), il n'y a plus de réglages d'échelle et d'offset.

- Le programme qui récupère les données n'est plus écrit en C, en Qbasic ou en LeLisp mais en visual basic qui semble accessible au plus grand nombre.

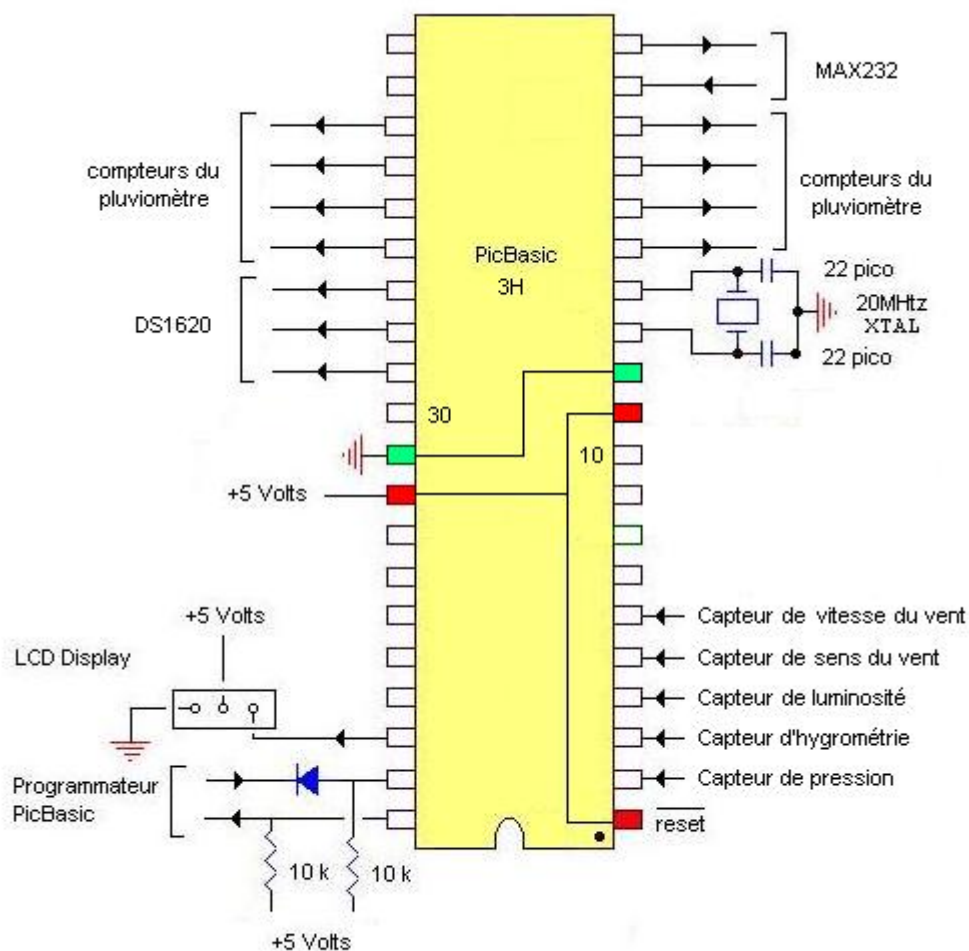
Je vois plusieurs types de difficultés :

1 - La confection mécanique des capteurs pluviométrie, vitesse et sens du vent demande du soin et de la patience et un bon sens de la récupération et d'inventivité. J'ai réalisé l'indicateur de sens du vent avec un moyeu de roue de vélo, le capteur et le roulement à bille du capteur de vitesse du vent avec un moteur pas à pas de disque dur, les 2 godets basculants du pluviomètre avec une plaque de plexiglas, des accessoires d'aquariophilie et des roulements à bille pour modélisme.

2 - Le calcul des fonctions qui transforment les valeurs transmises par le convertisseurs A/N en valeurs lisibles (degrés Celsius, mm de mercure, mètres par seconde ...) demandent des connaissances telles que « trouver l'équation d'une droite passant par deux points notamment ». le paragraphe « étalonnage » explique comment mener à bien ces calculs.

Description détaillée de l'électronique.

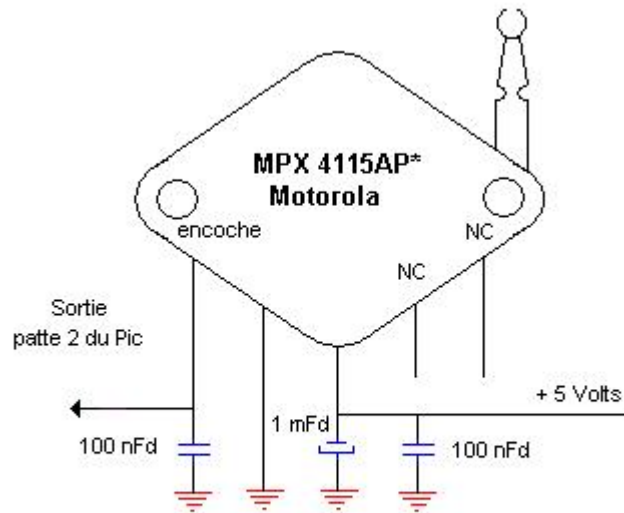
La station météo est constituée d'un PICBASIC 3H :



Station météorologique - Schéma Général

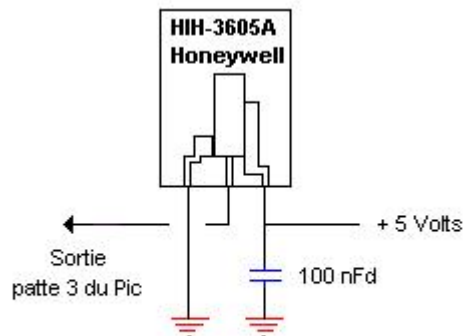
On reçoit sous forme analogique les grandeurs :

- Pression sur la patte 2 du Pic.



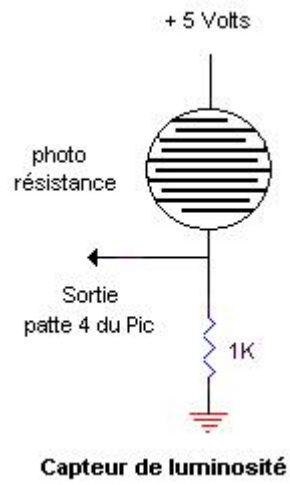
Capteur de pression

- Hygrométrie sur la patte 3.

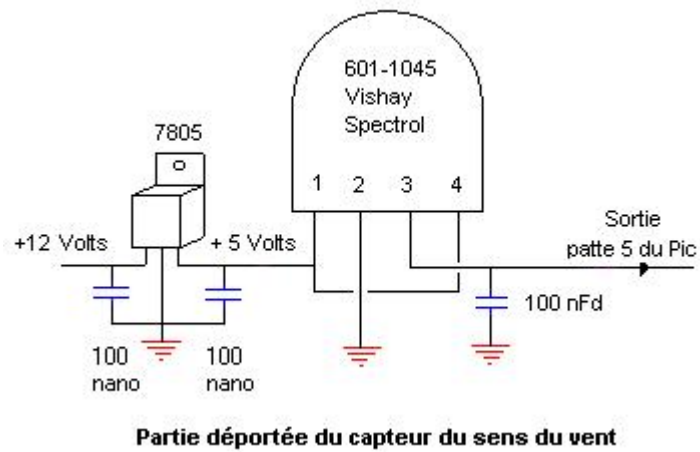


Capteur hygrométrie

- Luminosité sur la patte 4.

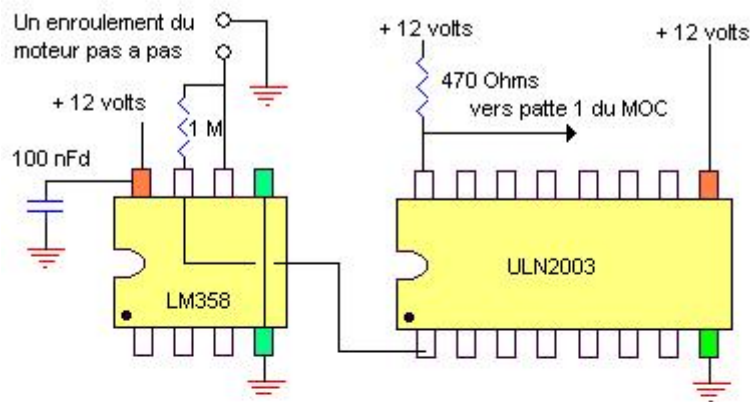


- Sens du vent sur la patte 5.

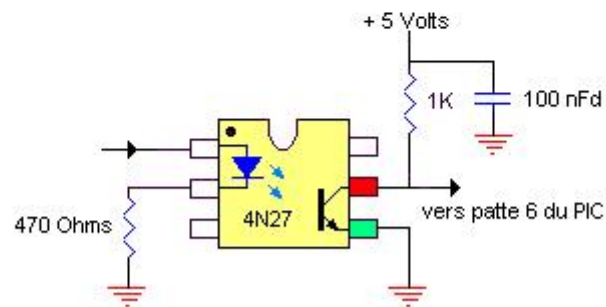


On reçoit sous forme digitale :

- Les impulsions venant de l'anémomètre sur la patte 6.

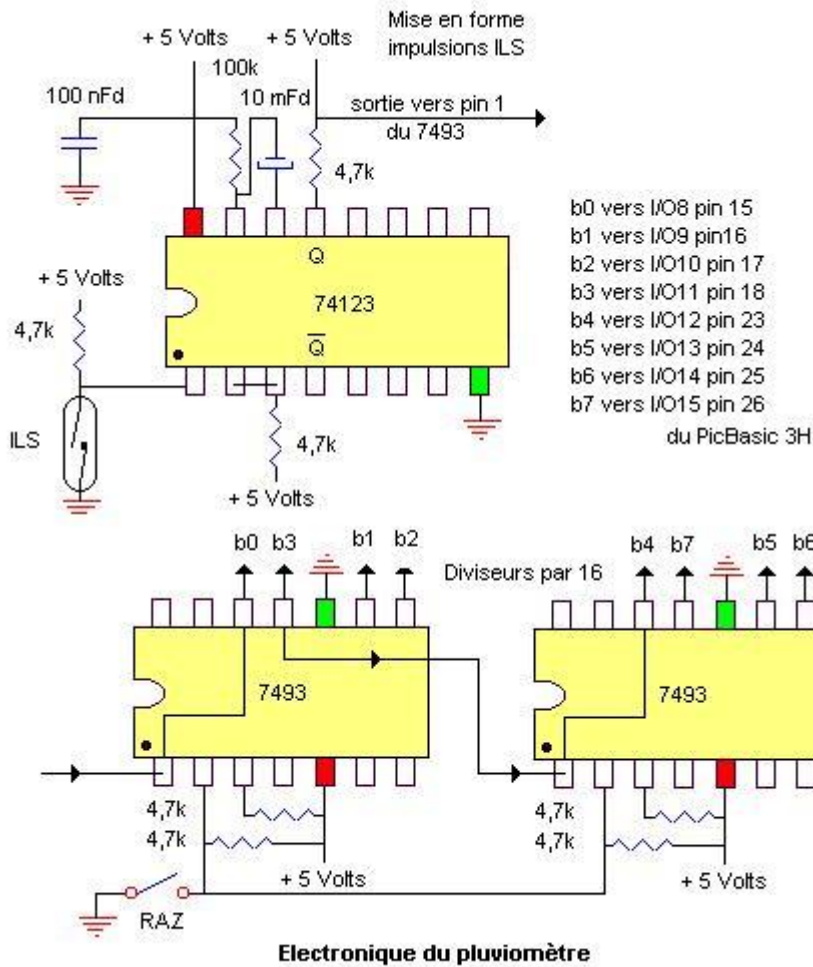


Anémomètre : partie haute



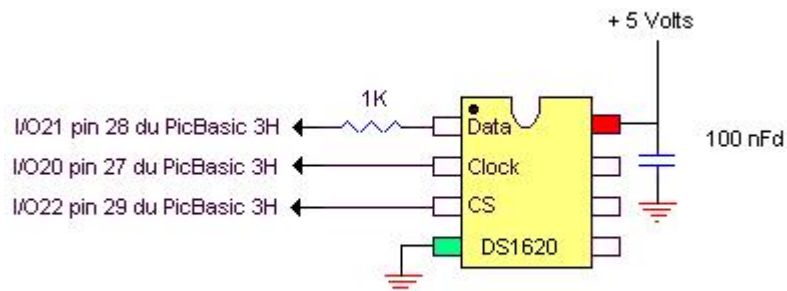
Anémomètre : partie situé dans la station

- Les pattes 15 à 18 et 23 à 26 reçoivent les signaux venant des deux diviseurs par 16 de l'électronique qui compte le nombre de basculement du pluviomètre.



Noter la remise à zéro nécessaire lors de la mise en route de la station.

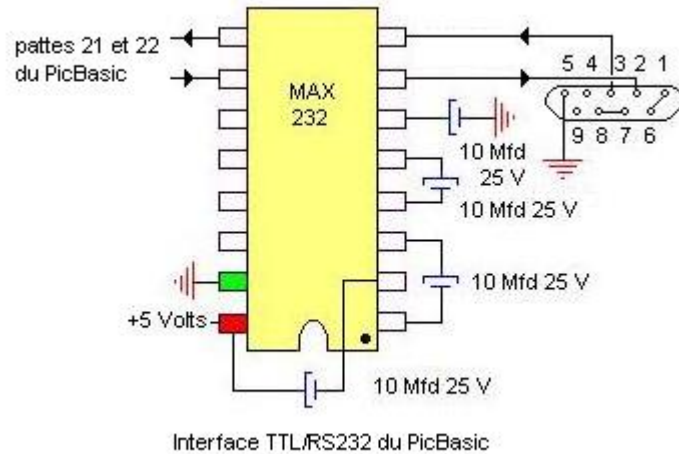
Les pattes 27 (clock), 28 (data) et 29 (chip select) permettent la mesure de la température à partir d'un DS1620. Le DS1620 est un capteur de température digitale qui donne la température au demi degré près.



Le pic basic émet :

- les données des différents canaux sur un afficheur LCD sériel (patte 38, LCD display) situé dans la station, cela permet un affichage de ce qui se passe et des diagnostics rapides.

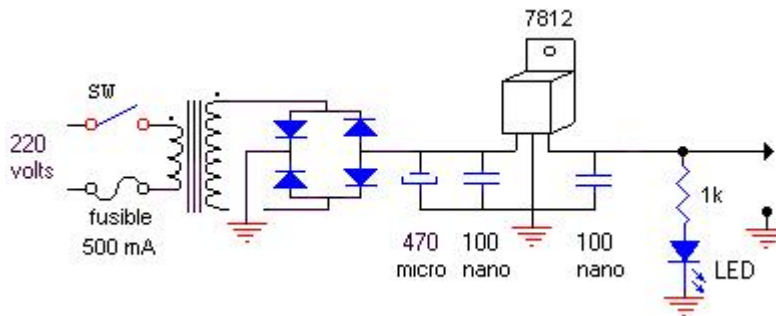
- les données via un module Pyrecap avec un MAX232 (convertisseur TTL /signaux RS232) sous forme série à 9600 bauds sur une fréquence de la bande des 433 méga Hertz. Les échanges se font via les pattes 21 et 22 du Pic. Il peut paraître stupide de doter le PicBasic d'un MAX232 qui transforme les niveaux TTL en niveaux RS232 pour que le module émetteur qui est lui aussi doté du MAX232 fasse l'opération inverse ; la raison est que j'ai voulu faire un montage qui ait des possibilités d'adaptation étendues (par exemple, une liaison directe entre le PC port com1 : et la station météo). Voici le schéma :



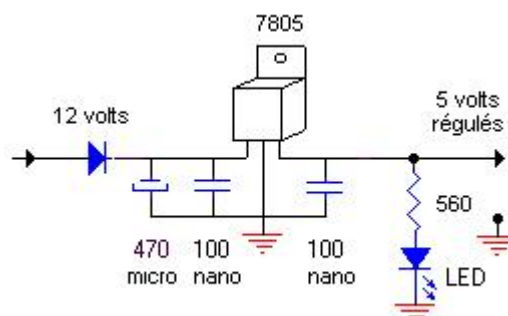
Il y a donc deux modules émetteurs récepteurs un sur le PC et un sur la station météorologique. Ce montage est décrit dans la revue Elektor (décembre 2003 F-306, circuit imprimé référence 03204-1). Module Pyrecap LPRS ER400TRS, site : www.pyrecap.com

Ces modules comprennent un MAX232, un module pyrecap et une antenne.

Enfin l'alimentation 12 volts régulés :



Chaque partie du montage (c'est à dire : 1- la carte principale où se trouve le PicBasic, les compteurs de pluviométrie et le MAX232, 2- la partie déportée de l'indicateur du sens du vent, 3 – l'anémomètre) reçoit du 12 volts régulé et le transforme en 5 volts régulés par le montage suivant :



Notez la diode qui permet de ne pas endommager les montages quand on inverse par mégarde la polarité de la tension d'entrée. Je vous conseille vivement de prendre cette habitude c'est très utile, l'expérience me l'a démontré.

Description des éléments mécaniques.

Mécanique du pluviomètre.

J'ai proscrit les pluviomètres à comptage de gouttes par modification de la résistance entre deux électrodes quand une goutte tombe dessus car il faut avoir des électrodes inaltérables donc en métal précieux. Il n'est pas aisé de se procurer des fils de platine.

Il s'agit de deux godets solidaires pivotant autour d'un axe situé bien au dessous de leur centre de gravité. Quand les godets sont vides, il y a deux positions stables, si bien qu'il y a toujours un godet au dessus du trou d'arrivée de l'eau de pluie. Quand l'eau s'écoule, elle remplit le godet situé en position supérieure et quand le poids de l'eau est suffisant le godet supérieur bascule ce qui le vide et met l'autre godet en position supérieure. Une tige sur laquelle est fixée un aimant est solidaire de ces godets et quand le dispositif bascule, l'aimant passe devant un ILS situé au dessus de l'axe et qui fournit une impulsion à notre montage. (patte 1 du 74123).

Les godets sont faits en plexiglas (qui se casse très facilement à la coupe à la scie à métaux) et collé à la colle Tangit, colle pour tuyaux PVC d'écoulement des eaux.

L'axe de la partie mobile est monté sur de petits roulements à bille fournis par les marchands de modèles réduits.

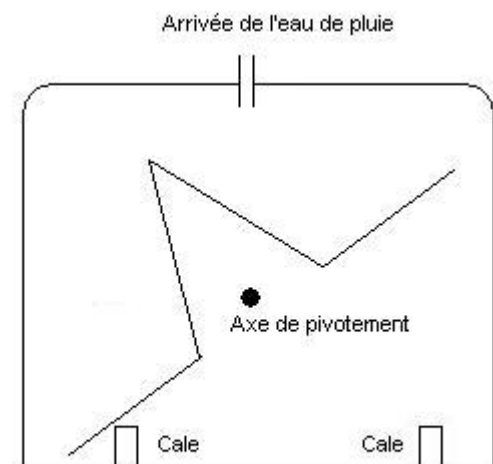
J'ai collé sur ce dispositif basculant un petit aimant qui passe devant le contact ILS.

J'ai aussi réalisé d'une autre façon ces godets en sciant de façon judicieuse les angles d'une boîte de disquette en plexiglas. Cette méthode est peut être plus simple que la précédente.

Le tout est monté dans un Tupperware.

J'ai voulu obtenir un effet d'amplification en collectant la pluie non à partir d'un entonnoir mais d'une surface plus grande. J'ai donc pris un tiroir de réfrigérateur, incliné par des petites cales au coin duquel se trouve un trou et un tube de raccordement, auquel se raccorde un tuyau qui aboutit au sommet du Tupperware. Cette tuyauterie et raccords sont des accessoires d'aquarium.

Enfin on dispose de petites cales dont la hauteur permet de régler la quantité d'eau qui fait basculer chaque godet, il convient en effet que la quantité faisant basculer un godet soit égale à la quantité faisant basculer l'autre.



Mécanique du pluviomètre

Mécanique de l'anémomètre.

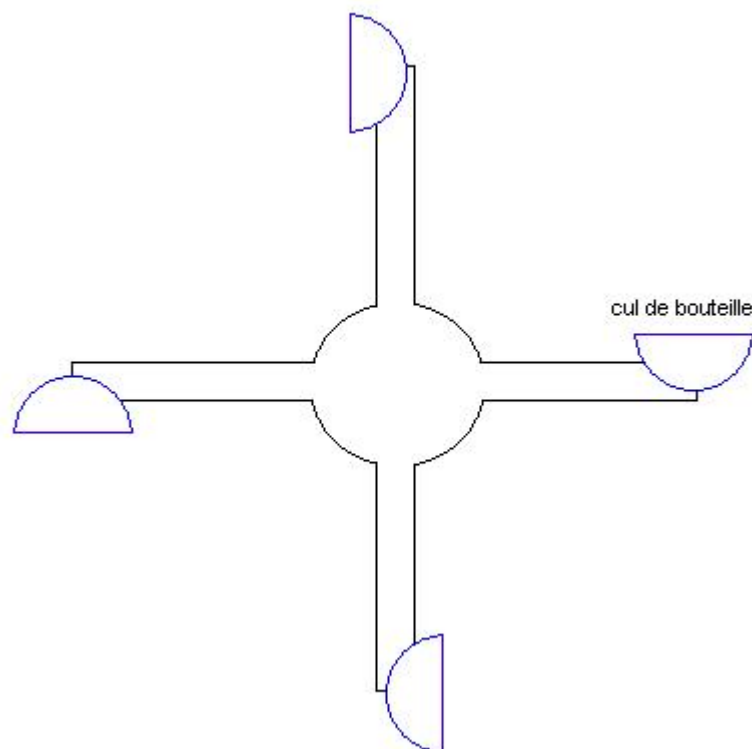
On récupère d'abord un moteur qui actionne la rotation d'un disque dur. Avec l'ohmmètre on repère un enroulement de ce moteur. Si l'on dispose d'un oscillographe, on voit une génération de sinusoïdes quand la sonde de l'oscillographe est connectée à un enroulement et quand on tourne le plateau du moteur. Avec le moteur dont je disposais, j'obtenais des sinusoïdes de 30 millivolts en tournant le moteur à un tour seconde.

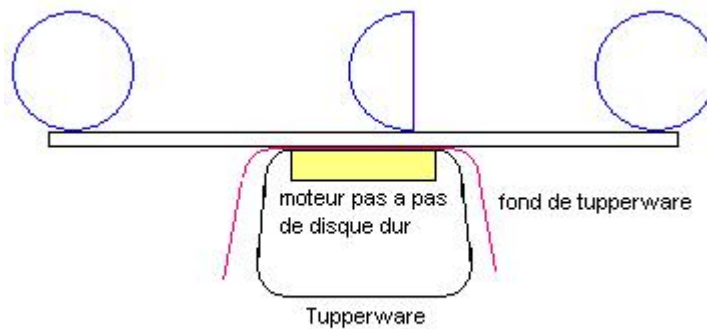
Dans le fond d'un petit Tupperware rond, on perce un trou pour faire passer le plateau de ce moteur et des petits trous pour fixer le moteur au sommet.

On fabrique ensuite dans du plexiglas assez épais (1,5 mm par exemple) une pièce en croix dont chaque bras fait une douzaine de centimètres et dont le centre est circulaire s'adaptant au plateau du moteur. Aux extrémités des bras on place par des boulons/écrous en métal inoxydable (diamètre 3 par exemple, ne pas oublier les rondelles) des coupelles hémisphériques. J'ai récupéré tout simplement des bouteilles d'eau en plastique dont j'ai récupéré le fond.

Enfin j'ai disposé une coupelle entre le centre de la croix et le plateau du moteur pas à pas de façon à empêcher l'eau de passer par le haut (en rouge sur le schéma). A l'intérieur j'ai garni de colle (colle au pistolet thermique) la partie inférieure du moteur.

Notons que dans cette boîte se trouve aussi la partie embarquée de l'électronique de l'anémomètre, c'est à dire l'ULN2003, le LM358.





Mécanique de l'anémomètre

Mécanique de la girouette.

On récupère un moyeu de roue avant de bicyclette avec ses deux roulements à bille. Il faut que les roulements ne soient pas abîmés. On coupe les rayons, on dépose les billes du roulement on nettoie les billes et les rigoles ou roulent les billes au white spirit et on remonte après avoir mis de la graisse rouge, il ne faut pas serrer le roulement qui doit pouvoir tourner à la moindre sollicitation.

Ce moyeu est ensuite vissé à l'extrémité supérieure d'un tube d'écoulement d'eau en PVC aux deux extrémité duquel j'ai collé à la colle PVC deux pas de vis sur lequel se vissent des trappes d'inspection.

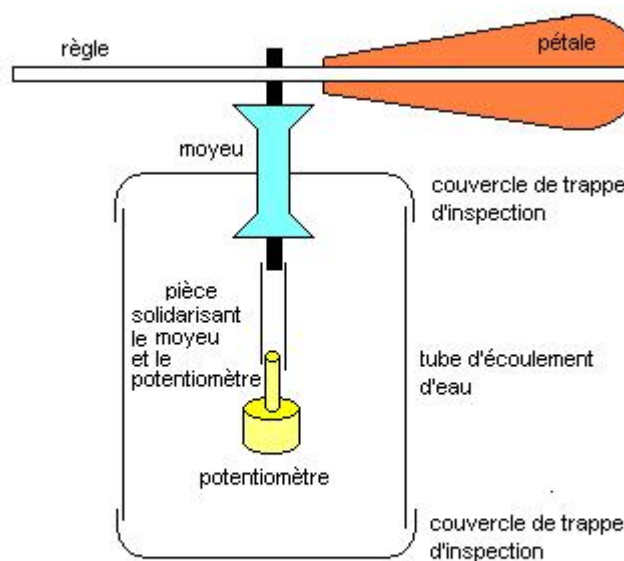
J'ai donc réalisé ainsi un cylindre avec deux couvercles qui se vissent.

A l'extrémité supérieure du moyeu, je fixe la girouette qui est confectionnée comme suit :
On prend un morceau de plexiglas épais (3 mm par exemple) de 2 cm de large et de 30 de long qui fait une sorte de règle.

Un trou médian doit permettre de solidariser cette règle avec l'axe du moyeu de roue. Une fente verticale et de 1 mm d'épaisseur et de 15 cm de long permet de faire passer une sorte de pétale en plexiglas de 1 mm d'épaisseur qui constitue la pièce qui permet la prise au vent de la girouette.

A l'extrémité inférieure du moyeu, je fixe un une pièce qui solidarise le moyeu et le potentiomètre encodeur Vishay Spectrol.

Notons qu'il y a dans cette boîte la partie embarquée de l'électronique de la girouette, c'est à dire l'alimentation 5 volts.



Mécanique de la girouette

Etalonnage.

On ne peut effectuer des mesures précises, que si l'étalonnage est soigneux.

Pression

Tout d'abord : 1000 hecto Pascal (hPa) = 1000 millibars = 75 cm de Hg

La conversion A/D se fait sur 10 bits, donc $10^{10} - 1 = 1023$ pas correspondent à 5000 millivolts.

Un millivolt correspond donc à $1023 / 5000 = 0,2046$ pas.

La notice du constructeur affirme qu'en moyenne la fonction pression/volts est linéaire entre les bornes suivantes :

0,7 volts soit 700 millivolts soit $700 * 0,2046 = 143$ pas correspondent à 150 hecto Pascals et 4,7 volts soit 4700 millivolts soit 962 pas correspondent à 1150 hecto Pascals.

On cherche la fonction qui a pour variable le nombre de pas et qui ramène la valeur de la pression en hPa.

Cette fonction est une droite qui passant par les points x, $x_0 = 143$, $x_1 = 962$, y, $y_0 = 150$, $y_1 = 1150$.

Une droite passant par ces points a pour équation :

$$y - y_0 / y_1 - y_0 = x - x_0 / x_1 - x_0 \text{ soit } y - 150 / 1000 = x - 143 / 819, \text{ soit}$$

$$y \text{ (hPa)} = 1,22 x \text{ (pas)} + 25$$

Après comparaison avec un baromètre à mercure, l'équation $y = 1,119 x + 30$ paraît donner des résultats exacts.

Hygrométrie.

On réalise les mêmes calculs que pour la pression.

0,8 volts soit 800 mV soit 160 pas correspondent à 0% d'humidité et

3,9 volts soit 3900 mV soit 803 pas correspondent à 100% d'humidité.

La variable est le nombre de pas qui ramène le pourcentage d'humidité.

La droite passant par les points x, $x_0 = 160$, $x_1 = 803$, y, $y_0 = 0$, $y_1 = 100$ a pour équation :

$$y - y_0 / y_1 - y_0 = x - x_0 / x_1 - x_0 \text{ soit } y / 100 = (x - 160) / 643, \text{ soit}$$

$$y \text{ (%) } = 100/643 (x \text{ (pas)} - 160)$$

Luminosité.

Le capteur de luminosité ne fournit pas de mesure au sens propre mais seulement une indication.

Sens du vent.

On mesure la tension sur la patte 5 du PicBasic connectée à la patte 3 de l'encodeur Vishay pour les positions 0 et 359 degrés. Pour 0 degrés, on obtient 150 millivolts et pour 359 degrés 479 mV, correspondant respectivement à 31 pas et à 980 pas.

La droite passant par les points x, $x_0 = 31$, $x_1 = 980$, y, $y_0 = 0$, $y_1 = 359$ a pour équation :

$$y - y_0 / y_1 - y_0 = x - x_0 / x_1 - x_0 \text{ soit } y / 359 = (x - 31) / 949, \text{ soit :}$$

$$y \text{ (degrés)} = 359 / 949 (x \text{ (pas)} - 31)$$

Pluviomètre.

Il convient d'abord de mesurer la contenance des godets. Une méthode consiste à prendre un compte goutte sachant qu'un centimètre cube d'eau fait 20 gouttes.

Je vous donne une idée du travail à faire à partir des valeurs de mon montage, vous en obtiendrez d'autres, seul le principe comptant.

Mon montage bascule quand le godet contient 14,7 cm³, par ailleurs le tiroir de réfrigérateur utilisé a une surface de 716 cm².

Une précipitation de 1 millimètre correspond à $716 * 0,1 = 71,6$ centimètres cubes soit $71,6 / 14,7 = 4,87$ basculements. Un basculement correspond donc à 0,205 millimètre de précipitation. On tient compte de cette relation quand on écrit le logiciel d'affichage dans le PC car on va afficher des millimètre de précipitation et non le décompte de basculements de godets.

Anémomètre.

Comme pour le pluviomètre, l'étalonnage est fonction de la géométrie du capteur. Les centres des hémisphères se situent à 20 centimètres de l'axe de rotation, un tour par seconde correspond à 4 impulsions par secondes ; un pas/seconde correspond donc un quart de tour soit $2 * \pi * r / 4$ soit $40 * 3,14 / 4 = 31,4$ centimètres par seconde soit $31,4 * 3600 = 113040$ cm par heure, soit 1,13 km heure et un tour/seconde à 4,52 km heure.

Description des logiciels.

- Le logiciel du PicBasic 3H inclus dans la station et
- Le logiciel VisualBasic dans le PC qui commande la station et affiche les résultats.

```
'*****'
'          jeudi premier septembre 2005'
'   Fichier meteo-7.bas'
'logiciel du PicBasic 3H de la nouvelle station meteo'
'   réglage pression'
'   temperature negatives prises en compte'
'*****'
```

declarations variables

```
5 set picbus high
6 dim plu as byte          'variable pluviometre
7 dim i as byte           'caractere du RS232
10 dim compt as byte      'variable anemometre
11 dim th as integer      'variable temperature
12 dim decim as byte      'variable decimale temperature
13 dim pr as integer
14 dim hy as integer
15 dim lu as integer
16 dim se as integer
17 dim result as integer
18 dim q as integer
19 dim sign as integer
```

'programme principal

```
61 cls
62 lcdinit
63 locate 0,0
64 print "Pas de caractere"
65 serin 19,103,0,100,61, [i] 'prise RS232 a 9600 bauds et capture du
'caractere transmis par radio a partir du programme du PC ecrit en visual
'basic
70 cls
75 lcdinit
80 locate 0,0
85 print "Carac =",i
100 delay 1000
```

```
105 i= i - 48 'transforme le caractere ascii correspondant à 1,2,3,4,5,ou
'6 en valeur ; selon la valeur on saute au sous programme adequat :
```

```
110 on i goto 210,290,320,350,380,500,619,61
```

```
    '0 pluviometrie
    '1 pression
```

```
'2 humidite
'3 luminosite
'4 sens du vent
'5 temperature
'6 vitesse du vent
'autre -> retour a ligne 61

120 goto 61

'capture des sorties des compteurs du pluviometre
210 plu = bytein(1) 'transfert des 8 bits des sortie des deux 7493 dans
'la variable plu
215 cls
216 lcdinit
220 locate 0,0
230 print "Pluv =" , dec(plu)
231 result = plu
232 gosub 1000
240 delay 1000
241 goto 61

'pression
290 pr = adin(0) 'conversion A/N de la tensions de la patte 2
291 q = pr
292 q = q / 10
293 q = 2 * q
294 pr = pr + q
295 q = q / 100
297 pr = pr - q
298 pr = pr + 30 'reglage y = 1,199 x + 30
299 cls
300 lcdinit
205 locate 0,0
310 print "Pres =",dec(pr), " millibar"
311 result = pr
312 gosub 1000
315 delay 1000
316 goto 61

'humidite
320 hy = adin(1) 'conversion A/N de la tensions de la patte 3
321 hy = hy - 160
322 hy = hy * 100
323 hy = hy / 643 'reglage y = 100/643 (x - 160)
325 cls
330 lcdinit
335 locate 0,0
340 print "Hyg =",dec(hy,2), " %"
341 result = hy
342 gosub 1000
345 delay 1000
346 goto 61

'luminosite
350 lu = adin(2) 'conversion A/N de la tensions de la patte 4
351 lu = lu * 100
352 lu = lu / 1023
355 cls
360 lcdinit
365 locate 0,0
370 print "Lum =",dec(lu,2), " %"
```

```
371 result = lu
372 gosub 1000
375 delay 1000
386 goto 61

'sens du vent
380 se = adin(3)          'conversion A/N de la tensions de la patte 5
381 se = se - 31
382 se = se * 359
383 se = se / 949
'un octet ne peut etre superieur a 255, on divise donc par 10 les degres
384 se = se /10
385 cls
390 lcdinit
395 locate 0,0
400 print "Sens =",dec(se,3), " deg"
401 result = se
402 gosub 1000
405 delay 1000
406 goto 61

'pour la temperature -> DS1620
500 out 22,1              'CS a 1 qui active le DS1620
505 shiftout 20,21,0,&HEE 'debut de conversion
510 out 22,0
515 delay 100
520 out 22,1
525 shiftout 20,21,0,&HAA  'resultat de la lecture dans registre
530 th = shiftin(20,21,0,9) 'lecture par le PicBasic du DS1620
540 out 22,0              'CS a 0 qui inhibe le DS1620
545 cls
546 lcdinit
550 locate 0,0
560 sign = th AND 256     'detection temperature negative
570 if sign =&H100 then
580 gosub 800 else
590 gosub 850
591 end if
592 gosub 1000
595 delay 1000
596 goto 61

'pour compter les impulsions de l'anemometre
619 lcdinit
620 compt = count(1)      'decompte des impulsions sur patte 6 CLKIN
630 cls
635 lcdinit
640 locate 0,0
650 print "Anemo =", dec (compt)
655 delay 1000
656 goto 61

'sous programme pour les temperatures negatives
800 th = 255 AND th
   th = 255 - th
   decim = th AND 1
   decim = decim * 5
   th=(th>>1)
   locate 0,0
   print "T=  -",dec(th,2),",",dec(decim,1)," C"
   result = th
```

```

return

'sous programme pour les temperatures positives
850 locate 0,0
    decim=th AND 1
    decim=decim * 5
    th=(th>>1)
    print "T=    ",dec(th,2),",",",",dec(decim,1),",", " C"
    delay 20
    result = th
    return

'sous programme de reponse de la station
'on envoie le resultat au PC
1000 serout 18,103,0,10, [result,13,10]

```

```
1050 return
```

```

*****
'
'   Programme en VisualBasic qui pilote du PC la station meteo
'
*****

```

```

Dim chaine_lue As String
Dim valeur As Integer
Dim resultat As Integer
Dim x, y As Integer

```

```
'configure et ouvre com1 si pas deja fait
```

```
Private Sub Command1_Click()
    opencom1
End Sub
```

```
Private Sub Command12_Click()
```

```
    closecom1
End
End Sub
```

```
'fermeture de com1 si ouvert
```

```
Private Sub Command2_Click()
    closecom1
End Sub
```

```
'écriture de com1
```

```
Private Sub Command3_Click()
```

```
    opencom1
```

```
    b$ = InputBox("entrer le caractere a envoyer", "Saisie", "")
```

```
    writecom1 (b$)
```

```
    Text4 = "Caractere " + b$ + " envoye"
```

```
End Sub
```

```
‘
```

```
'lecture de com1
```

```
Private Sub Command4_Click()
```

```
    opencom1
```

```
    resultat = readcom1
```

```
End Sub
```

```
‘
```

```
Private Sub Form_Load()
```

```
    MSComm1.InputLen = 0
```

```
    MSComm1.InputMode = comInputModeText
```

```
End Sub
```

```
‘
```

```
Public Sub opencom1()
```

```
    If (MSComm1.PortOpen = False) Then
```

```
        MSComm1.CommPort = 2
```

```
        MSComm1.Settings = "9600,N,8,1"
```

```
        MSComm1.PortOpen = True
```

```
        Text1 = "Com1: ouvert et configuré"
```

```
    End If
```

```
    If Err Then
```

```
        MsgBox "COM1: n'est pas disponible. Changez la propriété CommPort pour un autre port."
```

```
        Exit Sub
```

```
    End If
```

```
End Sub
```

```
‘
```

```
Public Sub closecom1()
```

```
    If MSComm1.PortOpen Then
```

```
        MSComm1.PortOpen = False
```

```
        Text1 = "Com1: fermé"
```

```
    End If
```

```
End Sub
```

```
‘
```

```
Public Sub writecom1(variable As String)
```

```
opencom1
MSComm1.Output = variable
Text4 = "Caractère " + variable + " envoyé"
End Sub
```

```
Public Function readcom1() As Integer
opencom1
chaîne_lue = MSComm1.Input
If (chaîne_lue = "") Then
readcom1 = 0
Text2 = ""
Text3 = "Pas de valeur recue"
Else
valeur = Asc(chaîne_lue)
Text2 = "Caractere lu = " + chaîne_lue
Text3 = "Valeur = " + Str$(valeur)
readcom1 = valeur
End If
End Function
```

'attente de 2 secondes entre ecriture et lecture de com1: pour eviter de ne rien recevoir
'et de generer ainsi un message d'erreur

```
Public Function attendre()
'pour attendre 2000 millisecondes
For x = 1 To 20000
For y = 1 To 700
Next y
Next x
End Function
```

'pluviometrie

```
Private Sub Command5_Click()
writecom1 ("0")
attendre
valeur = readcom1
writecom1 ("0")
attendre
valeur = readcom1
Text5 = "Nombre de basculements = " + Str$(valeur) + " basculements."
'pour avoir le resultat en mm, multiplier valeur par 0,205
End Sub
```

'pression

```
Private Sub Command6_Click()  
    writecom1 ("1")  
    attendre  
    valeur = readcom1  
    writecom1 ("1")  
    attendre  
    valeur = readcom1  
    Text6 = "Pression = " + Str$(valeur) + " millibars."  
End Sub
```

'hygrometrie

```
Private Sub Command7_Click()  
    writecom1 ("2")  
    attendre  
    valeur = readcom1  
    writecom1 ("2")  
    attendre  
    valeur = readcom1  
    Text7 = "Hygrométrie = " + Str$(valeur) + " % "  
End Sub
```

'luminosité

```
Private Sub Command8_Click()  
    writecom1 ("3")  
    attendre  
    valeur = readcom1  
    writecom1 ("3")  
    attendre  
    valeur = readcom1  
    Text8 = "Luminosité = " + Str$(valeur) + " luxs."  
End Sub
```

'sens du vent

```
Private Sub Command9_Click()  
    writecom1 ("4")  
    attendre  
    valeur = readcom1  
    'pour exprimer le sens du vent en degrés il faut multiplier valeur par 10.  
    writecom1 ("4")  
    attendre  
    valeur = readcom1  
    Text9 = "Sens du vent = " + Str$(valeur) + " degrés."  
End Sub
```

‘

'temperature**Private Sub** Command10_Click()

writecom1 ("5")

attendre

valeur = readcom1

writecom1 ("5")

attendre

valeur = readcom1

Text10 = "Température = " + Str\$(valeur) + " degrés."

End Sub

‘

'vitesse du vent**Private Sub** Command11_Click()

writecom1 ("6")

attendre

valeur = readcom1

writecom1 ("6")

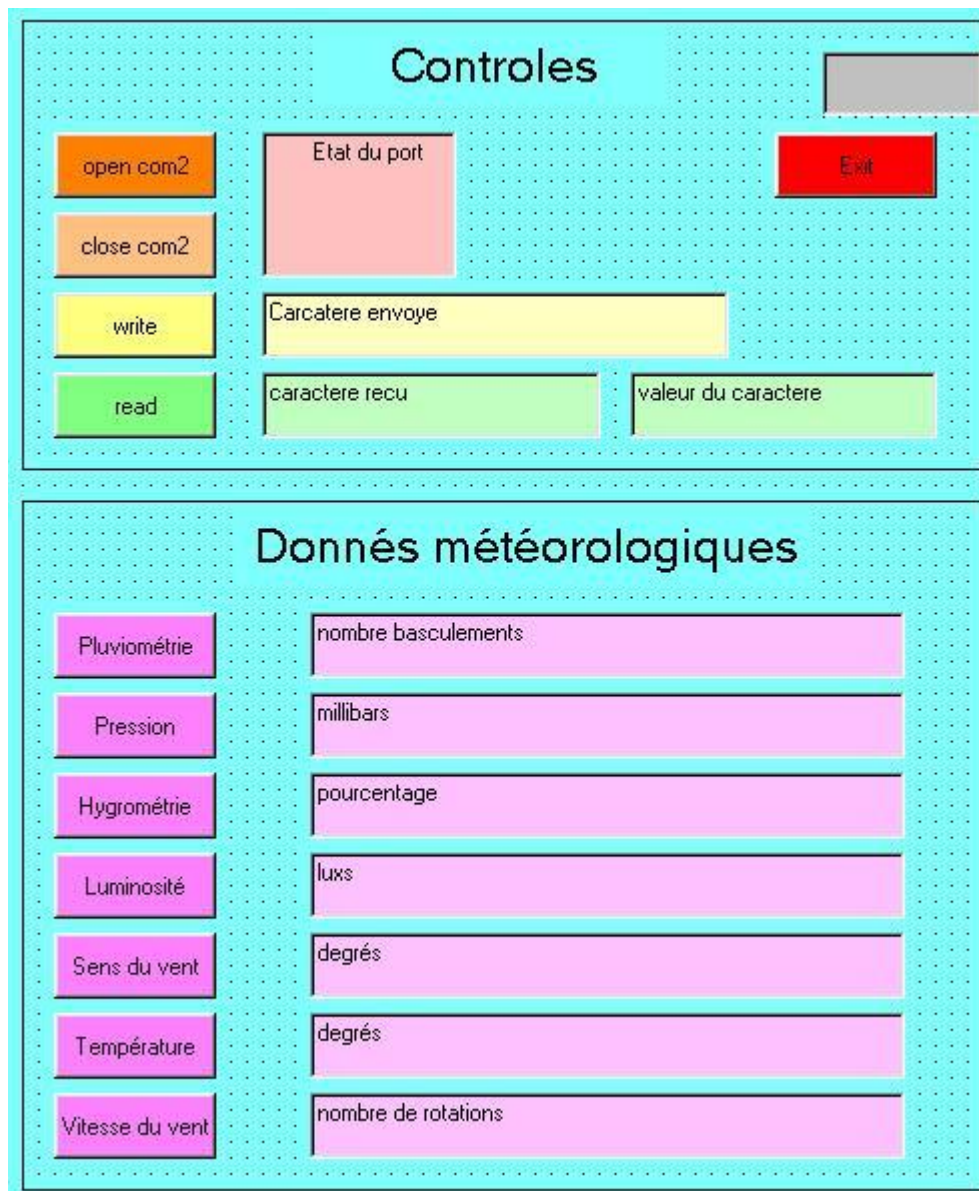
attendre

valeur = readcom1

Text11 = "Vitesse du vent = " + Str\$(valeur) + " tours par seconde. "

'pour avoir la vitesse en km/h, multiplier valeur par 4,52**End Sub**

Aspect de form1 de visual basic :



Stockage des données.

J'ai choisi de stocker les données dans un fichier Excel dont les feuilles comportent des cellules. Par ailleurs Excel comporte un grand nombre de fonctions qui permettent de faire de l'analyse des données ; en fait j'utilise Mathematica.

On stocke chaque type de donnée dans une colonne et affecte chaque ligne au recueil de ces données mesurées dans la même tranche de temps.

Pour stocker les données dans un fichier au format Excel, on écrit les lignes suivantes dans le programme VisualBasic :

'ouverture du fichier donnees_meteo.xls

Open "C:\donnees_meteo.xls" For Output #1

'écriture d'une ligne

Print #1 valeur_temperature, valeur_pression , valeur_hygrometrie, ...

'écriture d'une nouvelle ligne

Print #1 valeur_temperature, valeur_pression , valeur_hygrometrie, ...

si l'on ne veut pas écrire une colonne, p.e. la valeur_pression, il suffit d'omettre la variable, on a alors deux virgules qui se suivent :

Print #1 valeur_temperature, , valeur_hygrometrie, ...

en fin de programme on écrit :

Close #1

A chaque fois que l'on exécute ces lignes on écrit un nouveau fichier donnees_meteo.xls, i.e. on écrase le fichier précédent.

Voici donc décrite une station météo qui permet de saisir, de stocker et d'analyser les données, on peut faire bon nombre d'améliorations :

- On peut ajouter d'autres capteurs, piloter des processus (voir le régulateur d'hygrométrie que je décris)
- En ajoutant des timer, stocker les données en tenant compte de leur période, la vitesse du vent et le sens du vent peuvent être recueillis toutes les 10 secondes alors que la pluviométrie peut l'être toutes les semaines par exemple.
- On peut aussi écrire un programme qui va réaliser un oscillogramme (dont la base de temps a une période de une heure par exemple) de ces données.