

F. Auger

exercice 1

a) le code Braille est constitué de 6 cases, chaque case pouvant contenir soit un point saillant, soit rien du tout. On a donc 6 cases, chaque case pouvant être dans 2 situations différentes. Il y a donc 2^6 codes différents, soit 64 codes. Il est donc équivalent à un code binaire sur 6 bits.

Un caractère d'imprimerie étant un signe qui nécessite d'être imprimé pour figurer sur une feuille, l'espace n'est pas un caractère d'imprimerie. Comme il faut un code pour le coder, il reste 63 caractères d'imprimerie possibles.

- b) Tous les symboles de la 2^{ème} ligne ont un point dans la case 3. Pour passer d'un code de la 1^{ère} ligne au code de la 2^{ème} ligne juste en dessous, il suffit de rajouter ce point dans la case 3. ~~les symboles de la 2^{ème} ligne ont également~~
~~la case 6 vide.~~
- c) Le tableau de la figure 1 comporte 7 lignes, chaque ligne comporte 10 caractères, sauf la dernière, qu'il n'en compte que neuf. Cela fait donc $6 \times 10 + 9 = 69$ caractères, ce qui est plus grand que les 63 possibles.

L'explication est que les codes de la 1^{ère} et de la 5^{ème} ligne sont identiques (sauf le w et le o). C'est pour cela que les chiffres décimaux sont précédés d'un code de contrôle (point 6).

Ainsi, la séquence fournie dans l'énoncé correspond au nombre 1809.

d) La séquence fournie dans l'énoncé correspond à la phrase Louis Braille est né le 4 juillet 1809.

Exercice 2

a) Chaque point de la surface terrestre est repêché par une latitude et une longitude. La latitude varie entre -90° et $+90^\circ$, la longitude entre -180° et $+180^\circ$.

Un degré de longitude correspondant à 11 kilomètres (n'oublions que le mètre a été défini comme $\frac{1}{10\ 000\ 000} \times \frac{1}{4} \times 2\pi R$ avec R rayon de la Terre),

Ces angles doivent être exprimés avec quelques chiffres après la virgule si on veut indiquer la position d'un point avec exactitude. Il faut donc utiliser des variables réelles pour les stocker. De même la distance entre 2 points n'est pas forcément un nombre entier de mètres (Personnellement, il n'y a qu'à 1,82 m entre ma tête et mes pieds, je ne fais pas 2m de haut!). Donc la distance est aussi un nombre réel qui sera stocké dans une variable de type float.

D'où la fonction définie sur la feuille ci-jointe

le rayon moyen de la Terre, $R = 6\ 378\ 137$ m, s'écrit

$$\begin{array}{l} 6378\ 137 = 32 \times 199\ 316 + 25 \\ 199\ 316 = 32 \times 6228 + 20 \\ 6228 = 32 \times 194 + 20 \\ 194 = 32 \times 6 + 2 \\ 6 = 32 \times 0 + 6 \end{array} \quad \begin{array}{l} \uparrow 25 = (11001)_2 \\ 20 = (10100)_2 \\ 20 = (10100)_2 \\ 2 = (00010)_2 \\ 6 = (00110)_2 \end{array} \quad \left| \begin{array}{l} R = (1100010101001010011001)_2 \\ = (1.1000010101001010011001)_2^{22} \\ = [1 + (0.1000010101001010011001)]_2^{22} \end{array} \right.$$

On multiplie par 32 pour avoir des blocs de 5 bits ($2^5=32$) à chaque étape.

donc R s'écrit sous la forme $(-1)^s \cdot (1+f) \cdot 2^e$, avec $s=0$ (car $R > 0$), $e=22$ et $f = (0.1000010101001010011001)_2$. f s'écrit avec 22 chiffres après la virgule, donc il peut être stocké de manière exacte au format IEEE 754 sur 32 bits, dans lequel f est codé sur 23 bits.

b)

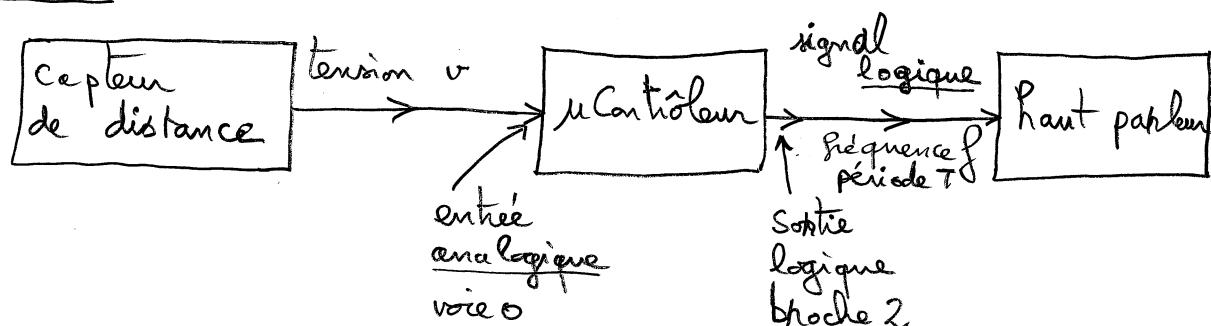
La température et le pourcentage d'humidité relative sont des nombres réels.

De même, T_d , γ et h sont des nombres réels qui seront stockés dans des variables de type float.

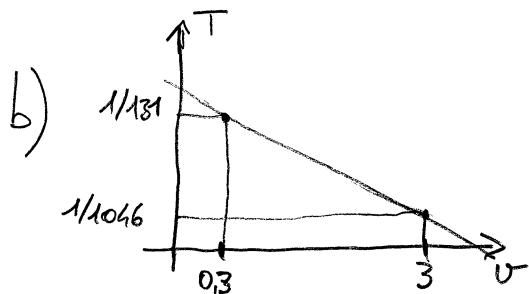
D'où la fonction définie sur la feuille ci-jointe.

Cette fonction a 2 paramètres d'entrée et DEUX paramètres de sortie. D'où sa définition différente de la première fonction.

Exercice 3



a) On veut que $f = 1046 \text{ Hz}$ quand $v = 3 \text{ V}$ soit $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{1046} = 956 \mu\text{s}$
 $f = 131 \text{ Hz}$ quand $v = 0,3 \text{ V}$ soit $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{131} = 763 \mu\text{s}$



Équation d'une droite qui passe par 2 points, de pente négative

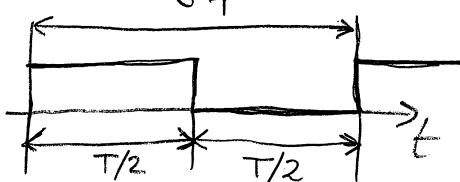
$$\begin{aligned}
 T &= \frac{1}{131} + \frac{\frac{1}{1046} - \frac{1}{131}}{3 - 0,3} (v - 0,3) \\
 &= 7,634 \cdot 10^{-3} - 2,173 \cdot 10^{-3} (v - 0,3) \\
 &= 8,37554 \cdot 10^{-3} - 2,173 \cdot 10^{-3} v
 \end{aligned}$$

c) $v \approx \frac{2,5}{512} N = \frac{5}{1024} N$, donc $T = 8,37554 \cdot 10^{-3} - 1,2076 \cdot 10^{-5} N$

Si on multiplie par 10⁶, on obtient $T = 8375,54 - 12,07 N$

On peut approximer cela à $T = 8376 - 12N - 7 \times N/100$. Pour $v = 0,3 \text{ V}$, $N = 614$, $T = 866 \mu\text{s}$, soit $f = 1035,2 \text{ Hz}$

d) Pour générer un signal logique de période T , on peut



par exemple générer un niveau logique haut pendant $T/2$ puis un niveau logique bas pendant $T/2$ (rapport cyclique de 50%).

e) Dans ce programme, on va donc

- Configurer la broche 2 du port d'entrees/sorties lors de l'initialisation (setup)
 - Eternellement répéter une boucle qui comprend
 - une acquisition de la tension fournie par le capteur de distance $\rightarrow N$
 - un calcul de T à partir de N
 - la génération d'une période du signal logique
- Ce sont ces instructions qui seront mises dans la boucle principale (loop).

```
// exo 2 du ds info instrum 2, novembre 2010
// F. Auger, novembre 2010
```

```
float DistanceDeuxPoints(float lambdaA, float phiA, float lambdaB, float phiB)
{
    const float R=6378137.0;
    float dist;
    lambdaA=lambdaA*M_PI/180.0; phiA=phiA*M_PI/180.0;
    lambdaB=lambdaB*M_PI/180.0; phiB=phiB*M_PI/180.0;
    dist=R*acos(sin(phiA)*sin(phiB)+cos(phiA)*cos(phiB)*cos(lambdaA-lambdaB));
    return dist;
}
```

Attention ! La fonction et la variable qui contient la donnée que renvoie cette fonction doivent avoir des noms différents

```
void DeterminePlafond(float T, float Hr, float *Td, float *h)
```

```
{
    const float m=17.62;
    const float Tn=243.12;
    float gamma;
    gamma=log(0.01*Hr)+m*T/(T+Tn);
    *Td=Tn*gamma/(m-gamma);
    *h=(T-(*Td))*153.846153846;
}
```

Rappelons que dans une fonction de calcul il ne doit y avoir ni saisie, ni affichage.

```
// setup *****
```

```
void setup()
{
    Serial.begin(9600); // initialisation de la liaison serie avec le pc
    Serial.println("Demarrage du programme");
}
```

```
// loop *****
```

```
// boucle principale contenant les instructions repetees en permanence
```

```
void loop()
{
    float lambda1, phi1, lambda2, phi2, Distance;
    float Temperature, TemperatureRosee, Humidite, AltitudeNuages;
```

```
phi1=47.0+16.0/60+24.0/3600; lambda1=2.0+12.0/60+45.0/3600; // Saint-Nazaire
phi2=47.0+13.0/60+4.0/3600; lambda2=1.0+31.0/60+52.0/3600; // Nantes
Distance=DistanceDeuxPoints(lambda1, phi1, lambda2, phi2);
Serial.print("Distance= "); Serial.println(Distance, 2);
```

```
Temperature=14.1; Humidite=93.0; // mesure le 13/11/2010 a 17h54
DeterminePlafond(Temperature, Humidite, &TemperatureRosee, &AltitudeNuages);
Serial.print("TemperatureRosee= "); Serial.println(TemperatureRosee, 2);
Serial.print("AltitudeNuages= "); Serial.println(AltitudeNuages, 2);
```

```
Serial.println();
delay(2000);
```

On lit

*Distance = 51880 m
Td = 12,98 °C
h = 172 m*

Devoir surveillé d’Informatique d’Instrumentation II

13 novembre 2010. Durée : 1 heure 45

Les trois questions sont indépendantes. Il est suggéré de lire l'énoncé *en entier* avant de répondre aux questions.

1. (6 points) Le code Braille n'est certainement pas le système de codage binaire des caractères d'imprimerie le moins important. C'est un système d'écriture tactile à points saillants, destiné aux personnes aveugles ou fortement malvoyantes. Il porte le nom de son inventeur, le français Louis Braille (1809-1852). Dans ce système, chaque caractère est codé par une matrice de 3 lignes et 2 colonnes, chacune des 6 cases de cette matrice étant soit vide soit remplie par un point saillant (que l'on peut percevoir en passant le doigt dessus). Chaque case de cette matrice est numérotée de 1 à 6 : 1, 2, 3 à gauche, de haut en bas, et 4, 5, 6 à droite, de haut en bas (voir figure à la gauche).

(a) Combien y a-t-il de symboles possibles ? Sachant que la matrice sans aucun point représente un

(b) Le tableau de la figure 1 montre les principaux symboles du *code Braille français uniformisé*¹. La première ligne de ce tableau correspond aux 10 premières lettres de l'alphabet, de *a* (point 1) à *j* (points 2, 4 et 5). Quelle est la particularité commune à tous les symboles de la deuxième ligne ? Comment passe-t-on d'un symbole de la première ligne au symbole de la seconde ligne située en dessous ?

(c) Combien y a-t-il de caractères dans le tableau de la figure 1 ? Y a-t-il une différence entre les codes Braille de la quatrième et de la cinquième ligne ? Pour coder un nombre, on n'utilise d'abord le symbole •, qui indique que tous les symboles de la cinquième ligne qui suivent sont des chiffres. Que signifie la séquence

卷之三

On pourra commencer par chercher dans cette séquence les chiffres, les majuscules et les voyelles a, e, i, o, u.

2 (6 points)

- (a) Un récepteur GPS (par exemple le module GPS OEM EM-406A de Global Sat) est connecté à un micro-contrôleur ARDUINO. À partir des coordonnées de deux points A et B de la surface terrestre Ce code, appelé CBFU (code Braille français uniformisé), a été défini en 2008.

On pourra utiliser la fonction $\text{acos}(\mathbf{x})$, qui renvoie l'angle θ (en radians) tel que $\cos(\theta) = x$.
En aéronautique, c'est l'altitude maximale à laquelle le vol à vue est autorisé, couramment appellé *plafond*. Voir "Air control, la tête dans les nuages", revue *Eletor*, No 383, pp 24–28, mars 2010.

La température du point de rosée est la température à laquelle commence à apparaître de l'eau à l'état liquide. Voir http://fr.wikipedia.org/wiki/Point_de_ros%C3%A9

⁴En aéronautique, c'est l'altitude maximale à laquelle le vol à vue est autorisé, couramment appelé *plafond*. Voir "Air control, la tête dans les nuages", revue *Elettor*, No 383, pp 24-28, mars 2010.

⁵La température du point de rosée est la température à laquelle commencent à se condenser les vapeurs d'eau dans l'air humide, pp. 20, notes 202.

/fr.wikipedia.org/wiki/Point_de_révolte_tosec_cela la température à laquelle commence à apparaître de l'eau à l'état liquide. Voir http://fr.wikipedia.org/wiki/Point_de_révolte_tosec

7 On pourra utiliser la fonction <http://comprendre.meteofrance.com>

Figure 1 : tableau des codes Braille étudiés dans l'exercice 1

fournies par ce récepteur, le micro-contrôleur peut calculer la distance "à vol d'oiseau" entre ces deux points en utilisant l'expression²

$$d \equiv R \arccos(\sin(\theta_1) \sin(\theta_2) + \cos(\theta_1) \cos(\theta_2))$$

où φ_A et φ_B sont les latitudes des points A et B, λ_A et λ_B leurs longitudes et R le rayon moyen de la terre. On prendra $R = 6\,378\,137$ m. Écrire une fonction qui, à partir des coordonnées des points A et B, exprimées en radians, fournit la distance entre ces deux points³. On commencera par analyser le problème posé pour déterminer les types de variable les plus adaptés pour stocker les différentes grandeurs physiques. Quelle est la représentation binaire du nombre entier 6 378 137 ? Ce nombre pourra-t-il être codé de manière exacte au format IEEE754 sur 32 bits ?

À partir d'une mesure de la température T et du nombre d'humidité relative U , déterminer

La température du point de rosée T_r , grâce à la formule de Morane-Tessier⁵ est possible de calculer l'altitude de la base de la couverture nuageuse⁴. Pour cela, on calcule d'abord

$$T_d = T_n \frac{\gamma}{m - \gamma}, \quad \text{avec} \quad \gamma = \ln\left(\frac{H_r}{100}\right) + \frac{mT}{T+T_r}$$

avec $m = 17,62$ et $T_n = 243,12^\circ\text{C}$. Puis on calcule l'altitude à laquelle ce point de rosée est atteint, en se basant⁶ sur une diminution de la température de $0,65^\circ\text{C}$ tous les 100 mètres :

Écrire une fonction qui, à partir des valeurs de T et H_r , renvoie les valeurs de T_d et h^7 . On commencera par analyser le problème posé pour déterminer les types de variable les plus adaptés pour stocker les différentes grandeurs physiques.

3. (8 points) On souhaite utiliser un micro-contrôleur ARDUINO pour réaliser la conversion d'une tension en une fréquence. Ceci peut permettre de convertir la tension fournie par un capteur de distance⁸ en un signal logique dont la fréquence est fonction de la distance mesurée. Ce signal logique pourra être envoyé vers un petit haut parleur, afin de constituer un instrument de musique original⁹. On supposera pour cela
- que le capteur de distance est relié sur la voie 0 du convertisseur analogique-numérique.
 - que le haut parleur est relié à la broche 2 du port d'entrées-sorties logiques.
- (a) On souhaite que lorsque la tension délivrée par le capteur est de 3.0 V, la fréquence du signal logique soit de 1046 Hz, et que lorsque la tension délivrée par le capteur est de 0.3 V, la fréquence du signal logique soit de 131 Hz. Quelle est la période du signal logique dans ces deux cas ?
- (b) On souhaite que la période T du signal logique varie linéairement entre $\frac{1}{1046}$ et $\frac{1}{131}$ s lorsque la tension V varie entre 3.0 et 0.3 V. Quelle est la relation entre la période T et la tension V ?
- (c) Sachant que la fonction `analogRead(channel)` renvoie un entier N compris entre 0 et 1023 proportionnel à la tension V appliquée sur la voie `channel`, tel que $N = 0$ quand $V = 0$ V et $N = 512$ quand $V = 2.5$ V, Quelle est la relation entre T et N ? On exprimera la période en micro-secondes.
- (d) Comment peut-on faire pour générer un signal logique de période T sur une broche du port d'entrées-sorties logiques du micro-contrôleur ?
- (e) En déduire un programme qui va permettre de réaliser cette application avec un micro-contrôleur ARDUINO. On pourra utiliser la fonction `delayMicroseconds(us)`, qui permet de générer un temps d'attente d'une durée de `us` micro-secondes.

⁸Par exemple un capteur infrarouge GP2D120 de Sharp, qui peut mesurer des distances comprises entre 4 et 40 cm.

⁹Voir J. Bachiochi, "Good vibrations: wave shaping and Theremin design with an MCU", Circuit Cellar, No 234, pp 62–69, janvier 2010.