

Figure 28 : Organigramme de transfert vers le PC

#### d) Circuit imprimé de l'émetteur

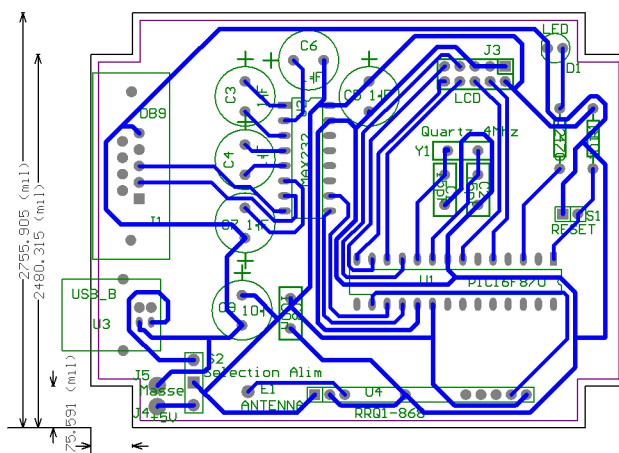


Figure 29 : PCB du circuit récepteur

## IV) Planification de la liaison

### A) Les problèmes liés à la transmission haute fréquence

De par la constitution des modules émetteur et récepteur un signal transmis en HF ne doit pas être continu. En effet, il ne faut pas descendre en dessous d'une certaine fréquence basse sous peine d'avoir une sortie constamment à 0. D'après nos tests avec le RT8 et le RRQ1 au bout de 90 ms à l'état 1 appliqué en entrée de l'émetteur le signal du récepteur dégringole à 0. Cela nous fait une fréquence minimum d'environ 10 Hz, or nous souhaitons travailler à 1000 bauds ce qui se situe dans la bande passante et très loin de cette limite. Lorsqu'on n'émet rien ou lorsque 0 est appliqué en entrée de l'émetteur, du bruit 0-5 V est reçu, c'est pourquoi nous devons trouver un protocole de transfert adapté à ces 2 problèmes. En effet, le protocole série classique ne convient pas car au repos la ligne est à 1 or le signal dégringole au bout d'un certain temps. De plus, le bruit empêche un simple déclenchement de la réception lors d'un front en émission par le biais d'une interruption par exemple...

### B) Notre protocole de transfert

- Trame envoyée par l'émetteur

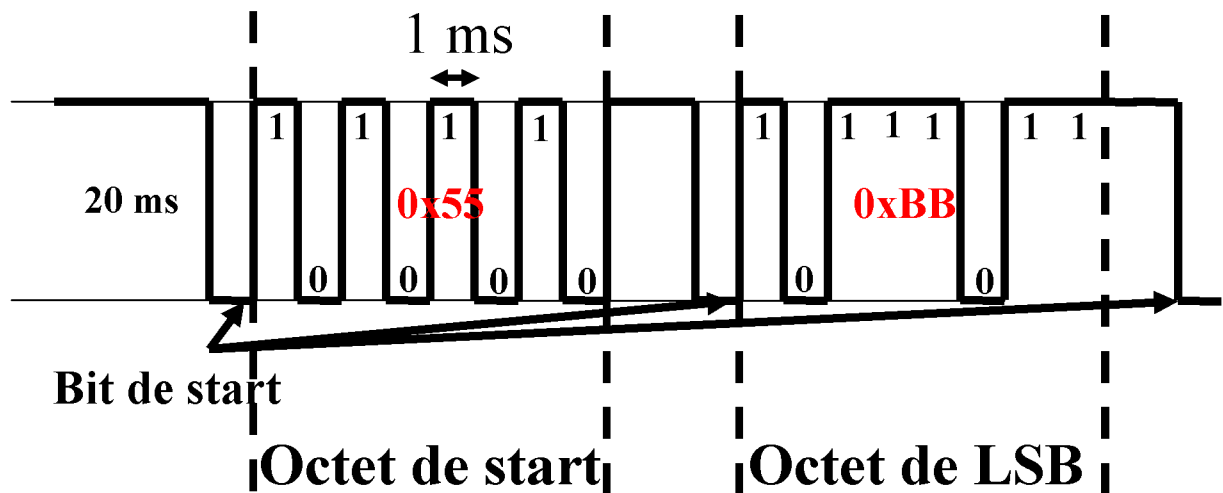


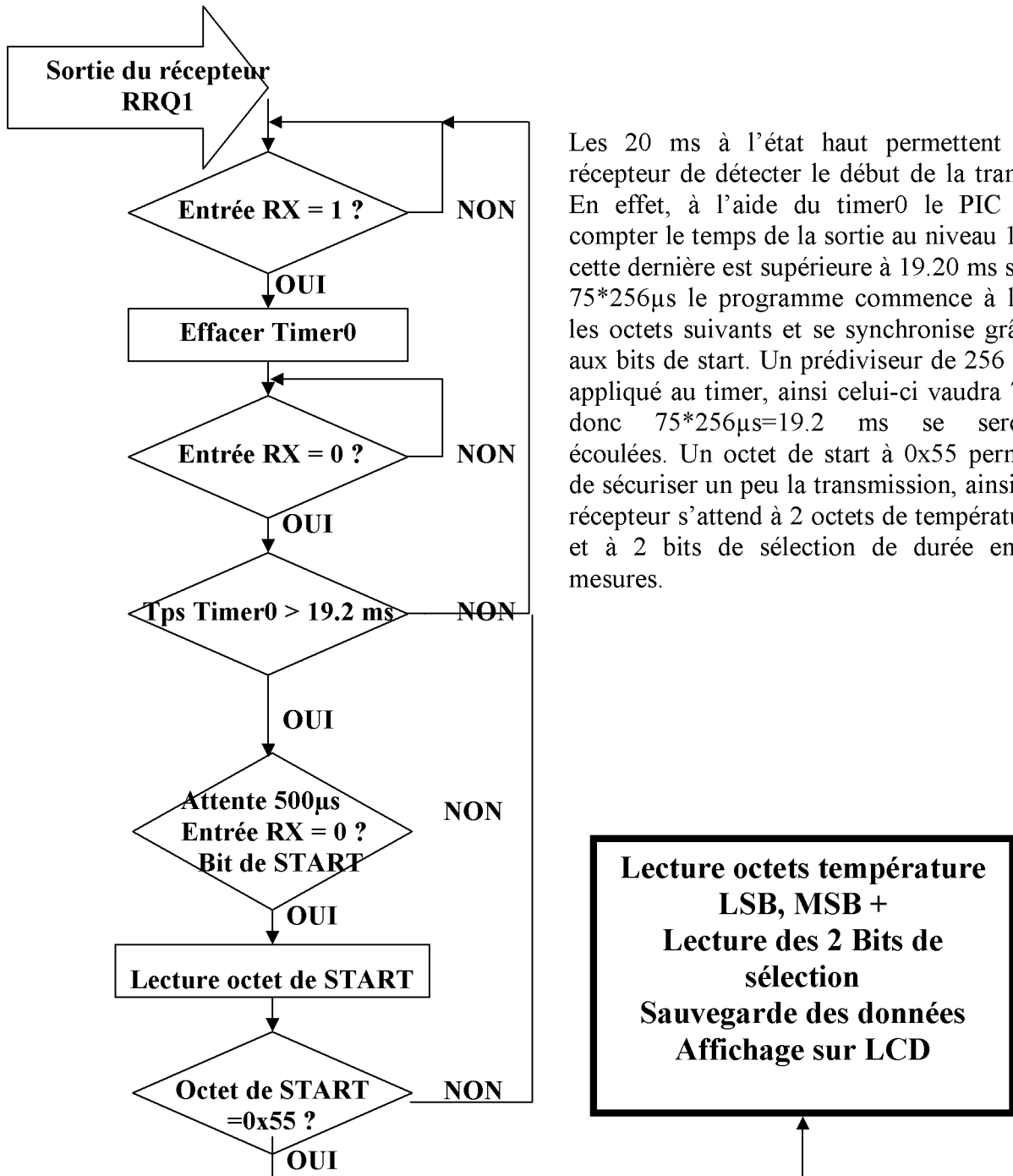
Figure 30 : Trame portant l'information de température et de délai entre les mesures

Nous avons choisi de mettre la ligne à 1 pendant 20 ms (<90 ms) de manière à différencier facilement le bruit de la trame à recevoir. Un bit de start effectue la synchronisation des 2 circuits, le débit est de 1000 bauds. Un octet de start va permettre de fiabiliser la liaison en limitant les erreurs.

L'émetteur envoie dans l'ordre l'octet LSB, l'octet MSB et les 2 bits de sélection du délai, à chaque fois le bit de poids faible en premier.

- Détection de la trame par le récepteur

Le récepteur boucle constamment sur l'entrée de réception de manière à détecter tout état haut de l'ordre de 20 ms. Le timer 0 est utilisé ici pour compter ce temps.



Les 20 ms à l'état haut permettent au récepteur de détecter le début de la trame. En effet, à l'aide du timer0 le PIC va compter le temps de la sortie au niveau 1 si cette dernière est supérieure à 19.20 ms soit  $75 \times 256 \mu\text{s}$  le programme commence à lire les octets suivants et se synchronise grâce aux bits de start. Un prédiviseur de 256 est appliqué au timer, ainsi celui-ci vaudra 75, donc  $75 \times 256 \mu\text{s} = 19.2$  ms se seront écoulées. Un octet de start à 0x55 permet de sécuriser un peu la transmission, ainsi le récepteur s'attend à 2 octets de température et à 2 bits de sélection de durée entre mesures.

Figure 31 : Organigramme de réception

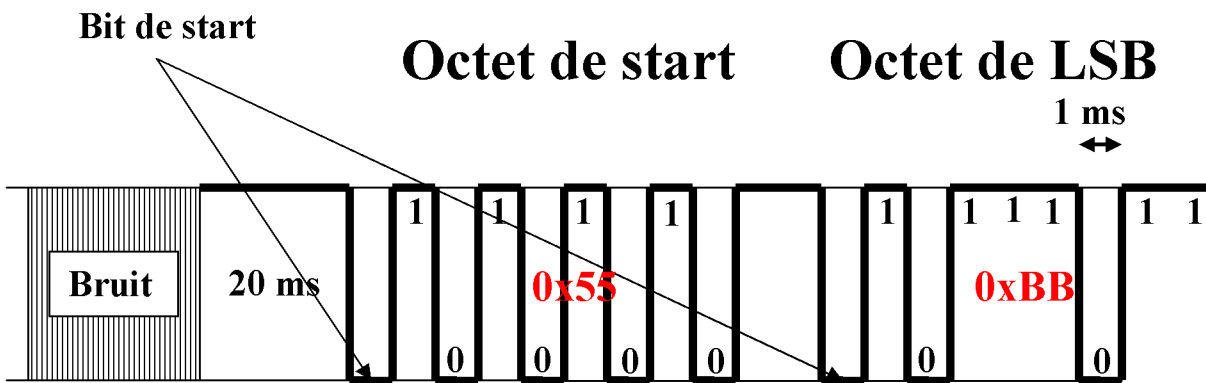


Figure 32 : Trame reçue par le pic.

## C) Longueur des antennes

Le choix de l'antenne a été fait afin d'obtenir une antenne efficace et petite. Etant donné la fréquence des modules, nous avons utilisé une antenne de type 1/4 de longueur d'onde. La relation entre la longueur de l'antenne et la fréquence du signal à émettre est :

$$2 L = \lambda / 2 \quad ; \quad L = c / 4. F \quad \text{avec} \quad \lambda = c / f$$

Ce qui équivaut à une longueur de **8.5 cm** pour une fréquence de 868 Mhz et une célérité de  $3 \cdot 10^8$  m/s.

# V) Récapitulatif des caractéristiques techniques

## A) Emetteur

- Alimentation : pile 9V.
- Consommation : 6  $\mu$ A (calculée pour une période de mesure de 1 heure).
  - PIC : 1.5 mA en mode normal ; 1  $\mu$ A en mode SLEEP.
  - DS18B20 : 1.5 mA ; 1  $\mu$ A en mode STANDBY.
  - RT8 : 12 mA lors de la transmission.
  - LED : 10 mA lors de la transmission.
- Autonomie : 10 ans !!! ... Les calculs ont basés sur une pile rechargeable 8.4 V de 600 mAh. Nous savons très bien que c'est illusoire et qu'il y a des courant de fuites non pris en compte mais on peut être sur que notre système dispose d'une très grande autonomie.
- Sauvegarde de secours : 32 mesures.
- Taille : 70\*45\*17 mm.
- Délai de prise de mesures réglable par combinaison de 2 interrupteurs.  
(1 / 15 minutes, 1 / 5 heures)
- Prise de mesure instantanée par pression sur un bouton poussoir.
- Indicateur d'envoi d'information : LED en façade.

## B) Récepteur

- Alimentation : port USB / Externe (0/5V).
- Stockage des données dans l'EEPROM : 128 mesures.
- Indicateur de réception de donnée : LED en façade.
- Affichage de la température courante, du nombre de mesures et du délai entre deux prises sur un LCD.
- Transfert des mesures stockées vers un PC quand l'utilisateur l'ordonne puis remise à zéro automatique.

## C) Communication

- Transmission RS232 : 19 200 bauds, 8 bits, 1 bit de stop, sans parité ni contrôle de flux.
- Transmission HF à 1000 bauds
  - Portée > 150 mètres à champ découvert
  - 20 bits à 1 d'indicateur de donnée, 1 octet d'indicateur de type de donnée, 2 octets de données puis 2 bits de sélection et 1 bit de *start* entre chaque octet.

# VI) Améliorations possibles

Tous nos tests ont eu lieu dans des conditions de propagation variées à l'intérieur comme à l'extérieur. Nous avons validé la transmission dans un environnement assez bruyé à l'intérieur de la salle cerise, nous n'avons noté jusqu'à ce jour aucune erreur de communication.

Cependant, si nos données étaient plus importantes, il aurait été sûrement nécessaire de créer un protocole de contrôle d'erreur, ou d'utiliser un codage comme le codage Manchester par exemple, qui a la particularité de diminuer la bande du signal mais de favoriser la synchronisation de l'horloge récepteur sur l'horloge émetteur. En effet, le codage Manchester augmente le nombre de transitions entre les 2 états logiques, la fréquence du signal est quasiment constante et donc favorise la récupération de l'horloge en réception.

Nous conseillons toutefois aux personnes voulant améliorer le protocole de communication d'utiliser la redondance car elle est très simple à mettre en œuvre, et au vu de la durée entre chaque prise de mesure, elle ne pénalisera pas la communication.

Nous aurions pu ainsi ajouter à tous les domaines explorés jusque là, l'application du cours de *Théorie de l'Information* mais le temps nous a hélas manqué.

Notre carte d'émission comporte un seul capteur. Il est envisageable de la doter d'autres capteurs, tel un capteur de pression ou un capteur d'humidité qui pourrait faire de notre carte d'émission une mini station météorologique.

## Projet d'atelier 2<sup>ème</sup> année : Enregistreur de température par liaison haute fréquence

Il est aussi possible d'augmenter le nombre d'endroit où l'on surveille la température, en ajoutant sur la même ligne de communication plusieurs DS18B20.

Notre petite réalisation peut se transformer en cellule de gestion et d'asservissement de grandeur physique comme dans notre cas la température. En effet, si on établit une communication hertzienne bidirectionnelle sur 2 fréquences différentes, la communication est en full-duplex. Le module d'émission peut par ordre du module de réception recevoir des consignes et agir sur des actionneurs mécaniques, et de cette manière nous pouvons créer un système de régulation et de commande à distance.

Cette amélioration nécessite obligatoirement 2 modules d'émission – réception ou des modules émetteurs-récepteurs, et donc augmente considérablement le coût de la réalisation.

D'autres améliorations sont envisageables, mais notre imagination s'est tarie. Alors à vous de jouer...

## VII) Coût du projet

Composants :	Prix (€ TTC) Unitaire	qté	Prix (€ TTC)
<b>EMETTEUR</b>			<b>36,18</b>
Capteur DALLAS DS18B20	4,74	1	4,74
Module HF telecontrolli RT8 (émetteur)	18,29	1	18,29
PILE 9V	0,65	1	0,65
PIC 16F870	4,77	1	4,77
Support LED	0,1	1	0,1
Switch CI	0,24	3	0,72
Bouton poussoir CI	0,27	2	0,54
Quartz 32768 KHz	1,2	1	1,2
Fiche PILE 9V	0,12	1	0,12
Régulateur MC7805	0,49	1	0,49
Boîtier plastique	4,56	1	4,56
<b>RECEPTEUR</b>			<b>36,77</b>
PIC 16F870	4,77	1	4,77
MAX232	1,83	1	1,83
Module HF telecontrolli RRQ1 (récepteur)	14,18	1	14,18
Afficheur 2*8 LCD	9,57	1	9,57
Connecteur DB9 F	0,24	1	0,24
Connecteur USB B	0,84	1	0,84
commutateur	0,46	1	0,46
Bouton poussoir	0,3	1	0,3
Nappe 10 fils 50 cm	0,3	1	0,3
Embase d'alimentation	0,3	2	0,6
Boîtier aluminium (fabriqué par nos soins)		1	0
Contact à sertir	0,12	10	1,2
HE10 -10 male	0,3	1	0,3
HE10 -10 femelle	0,36	1	0,36
Fiche banane 4mm	0,91	2	1,82
<b>PIECES COMMUNES</b>			<b>8,15</b>
LED cristal rouge	0,05	2	0,1
Quartz 4 Mhz	1,2	2	2,4
Supports DIP28-E	0,48	4	1,92
Supports DIP16	0,27	1	0,27
Connecteur sécable	0,06	19	1,14
Capacités polyesters	0,1	3	0,3
Capacités chimiques	0,3	6	1,8
Capacités céramiques	0,02	6	0,12
Résistances	0,02	5	0,1
<b>Coût du matériel (€)</b>			<b>81,1</b>
<b>Estimation du coût de la main d'oeuvre</b>	<b>15</b>	<b>200</b>	<b>3000</b>
<b>Total (€)</b>			<b>3081</b>