

Rapport de projet tutoré de 2^{ème} année

Marc POUPI
Baptiste BLANCHET
2^{ème} année – Groupe Q2
Promotion 2006/2008

Enseignant :
Thierry LEQUEU



Rapport de projet tutoré de 2^{ème} année

Marc POUPI
Baptiste BLANCHET
2^{ème} année – Groupe Q2
Promotion 2006/2008

Enseignant :
Thierry LEQUEU

Sommaire

Introduction.....	4
1 Cahier des charges.....	5
1.1 Borne de départ.....	5
1.2 La borne d'arrivée.....	6
1.3 Cas de la borne seule.....	7
2 Recherches bibliographiques.....	8
3 Analyse technique du projet.....	8
4 Analyse fonctionnel du système.....	11
4.1 Schéma fonctionnel de niveau 1.....	11
4.2 Schéma fonctionnel de niveau 2.....	11
4.3 Schéma fonctionnel de niveau 3.....	12
4.4 Fonctionnement.....	12
5 Schéma structurel.....	12
6 Programmation.....	15
7 Planning prévisionnel et réel.....	19
8 Nomenclature.....	22
8.1 Désignation des composants.....	22
8.2 Prix du projet.....	23
9 Suivi du projet.....	24
Conclusion.....	25
Annexes.....	27
Annexe 1 : circuit imprimé face bottom.....	28
Annexe 2 : circuit imprimé face top.....	29
Annexe 3 : implantation des composants.....	30
Annexe 4 : documentation des composants.....	31

Introduction

Au cours du semestre 4 de notre formation, il nous est demandé de mener par binôme un projet tutoré dans le cadre des Études et Réalisations. Le projet est en relation avec l'association e-Kart de notre département Génie Électrique et Informatique Industrielle. Il s'agit de mettre en évidence les performances en terme d'accélération des karts électriques lors de l'épreuve du 50 mètres départ arrêté. Pour cela, le projet comporte une borne de départ et une borne d'arrivée pour la détection des karts, un afficheur 7 segments pour afficher les performances des karts et une carte micro-contrôleur qui fait le lien entre les différents éléments du projet. Notre travail mène à la réalisation de la carte micro-contrôleur en reprenant le travail réalisé au semestre 3.

1 Cahier des charges

Afin d'obtenir des mesures fiables, éviter les faux départs et avoir des mesures « juste » du temps et de la vitesse, un système électronique de chronométrage doit être mis en place.

Il faut donc utiliser une borne pour le départ et une borne pour l'arrivée. On s'intéresse à des bornes capables de traiter 2 karts en même temps, un de chaque côté de la borne, avec une option pour fonctionner avec un seul kart.

La borne de départ est constitué d'un feu tricolore, d'une carte micro-contrôleur et de capteurs.

La borne d'arrivée est constitué de la même façon à la différence que le feu tricolore est remplacé par un afficheur à led pouvant être vu à 50 mètres.

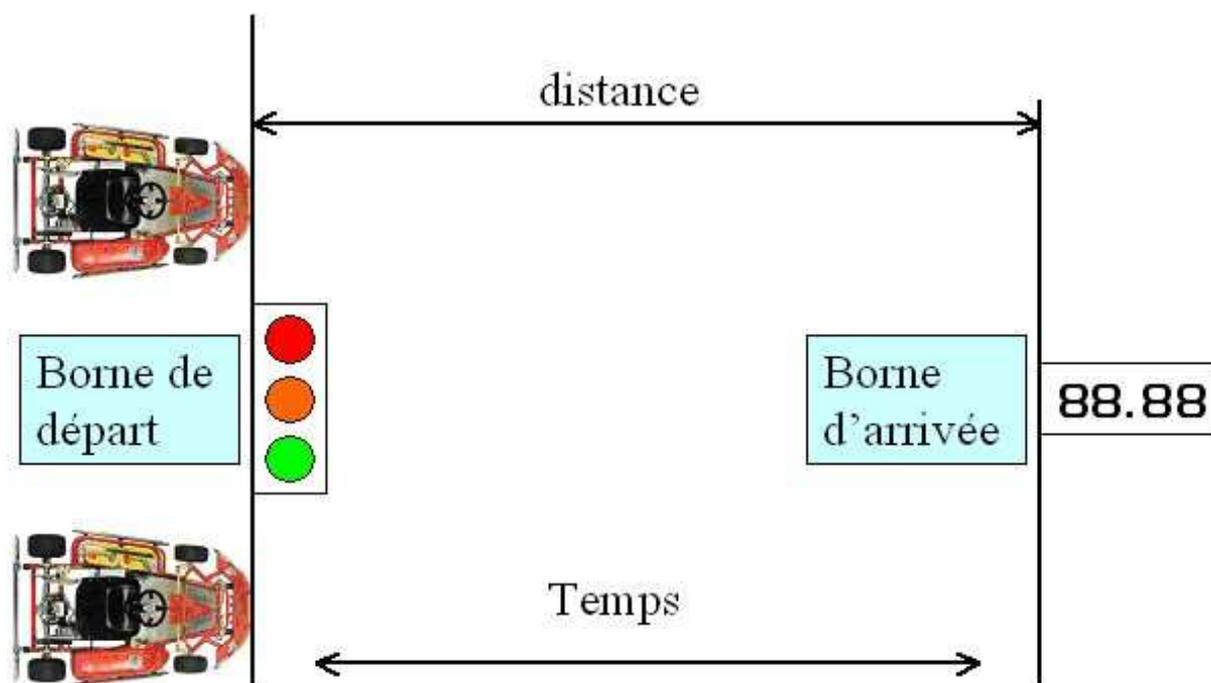


Illustration 1: Schéma de principe de l'épreuve 50 mètres départ arrêté

1.1 Borne de départ

Cette borne permet de détecter le départ des karts. Le principe consiste à utiliser un faisceau de détection. En utilisant deux faisceaux de détection il est possible de positionner les karts sur la grille de départ de la manière suivante :

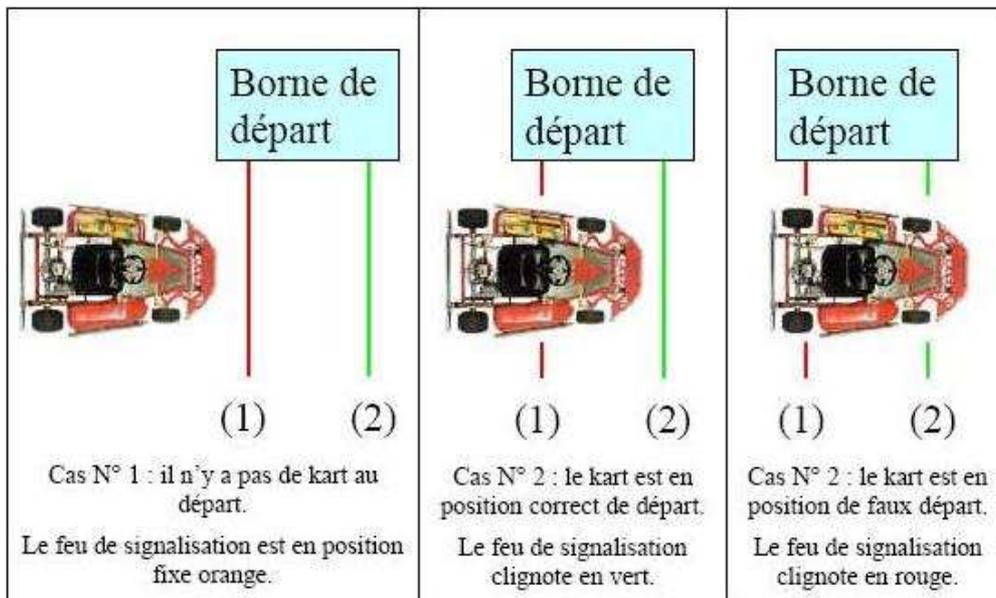


Illustration 2: Schéma de principe de la borne de départ

La borne de départ dispose aussi d'un système de signalisation (feux rouge, orange et vert) pour donner le départ des karts qui doit être synchronisé. Le départ peut être commandé par le commissaire de départ qui tient le drapeau ou par le système qui peut être automatique.

A partir du moment où les karts sont en position correcte pendant un temps donné (30 secondes par exemple), le départ peut être donné. Les karts ont alors une durée donnée (10 secondes) pour démarrer. Le système se réinitialise si aucun départ n'est détecté. Le chronométrage du temps est déclenché individuellement lors du passage du kart devant le faisceau vert (2). Il n'y a plus de faux départ, puisque les pilotes ont 10 secondes pour démarrer et que leur temps de départ est compté à partir du moment où ils franchissent le faisceau de détection.

1.2 La borne d'arrivée

Les principales fonctions de cette borne sont :

- ✓ de détecter l'arrivée des karts lors du passage devant le faisceau.
- ✓ de mesurer les temps mis par les karts à parcourir la distance.
- ✓ d'afficher les temps de parcours.

On peut indiquer la vitesse du kart à l'arrivée à l'aide des deux faisceaux de la manière suivante :

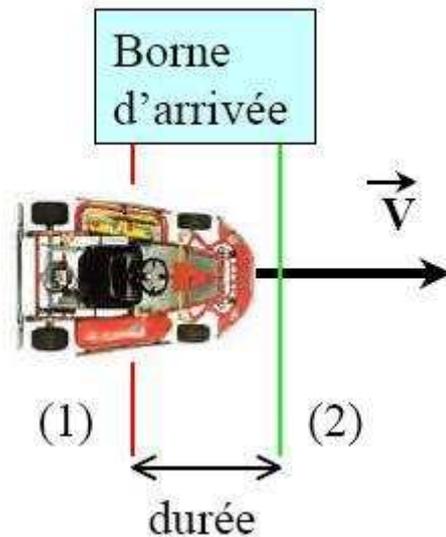


Illustration 3: Schéma de principe de la borne d'arrivée

En connaissant la distance ΔX entre les deux capteurs et la durée ΔT entre la coupure du faisceau (1) et du faisceau (2) par le kart, on peut calculer la vitesse du kart de la façon suivante :

$$\|\vec{V}\| = V = \frac{\Delta X}{\Delta T} \text{ en m/s si } \Delta X \text{ est en mètre et } \Delta T \text{ en seconde.}$$

$$V = \frac{\frac{\Delta X}{1000} \times \frac{3600}{1000}}{\Delta T} = \frac{\Delta X}{\Delta T} \times 36 \text{ en km/h si } \Delta X \text{ est en cm et } \Delta T \text{ en ms.}$$

ΔX	ΔT	$\ \vec{V}\ $	ΔX	ΔT	$\ \vec{V}\ $
en cm	en ms	en km/h	en cm	en ms	en km/h
10	100	3,6	20	100	7,2
10	50	7,2	20	50	14,4
10	10	36,0	20	10	72,0
10	5	72,0	20	5	144,0

Illustration 4: Calcul de la vitesse pour différentes valeurs de X et T

1.3 Cas de la borne seule

On peut également utiliser une seule borne. Elle peut être utilisée lors d'un essai d'autonomie d'un kart. En connaissant la longueur de la piste, il est alors possible de mesurer les paramètres suivant :

- ✓ nombre de tours.
- ✓ le temps au tour.
- ✓ la vitesse de passage.

2 Recherches bibliographiques

Pour analyser et réaliser au mieux le projet, nous avons fait des recherches sur internet. Nous avons fait des recherches sur les projets déjà existants, sur les composants utilisés par les anciens projets afin d'en connaître les fonctionnalités et sur les nouveaux composants que nous avons apportés au projet.

Les sources bibliographiques que nous avons examinées sont :

- ✓ <http://www.thierry-lequeu.fr/data/Projet-50m-DA.pdf>
- ✓ <http://www.thierry-lequeu.fr/data/DI8535.pdf>
- ✓ <http://www.thierry-lequeu.fr/data/RS232FM.pdf>
- ✓ <http://www.thierry-lequeu.fr/data/FM-RxFQ.pdf>
- ✓ <http://www.thierry-lequeu.fr/data/AT8535.pdf>
- ✓ <http://www.thierry-lequeu.fr/data/ISP-TL.pdf>
- ✓ <http://www.thierry-lequeu.fr/data/AT-MEGA-8535.pdf>
- ✓ <http://www.thierry-lequeu.fr/data/LM75.pdf>
- ✓ <http://www.thierry-lequeu.fr/data/I2C.pdf>
- ✓ <http://www.radiospares.fr/>

3 Analyse technique du projet

Pour gérer au mieux le projet, on a réalisé une carte micro-contrôleur qui se compose :

- ✓ d'un ATmega 8535 de chez ATMEL (imposé pour le projet) qui nous permet de chronométrer et de calculer la vitesse des karts.



Illustration 5: Photo du micro-contrôleur ATmega 8535

✓ d'un afficheur LCD relié en mode 4 bits sur le port C du micro-contrôleur. On l'utilise pour afficher les différentes données ainsi de choisir différents modes.

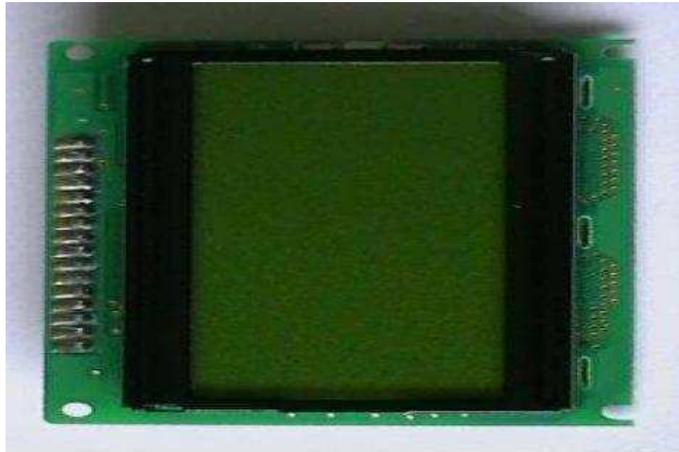


Illustration 6: Photo de l'écran LCD 16x4 caractères

✓ d'un émetteur et d'un récepteur HF à 433MHz reliés aux pattes PD1 et PD0 du micro-contrôleur pour communiquer entre les bornes.

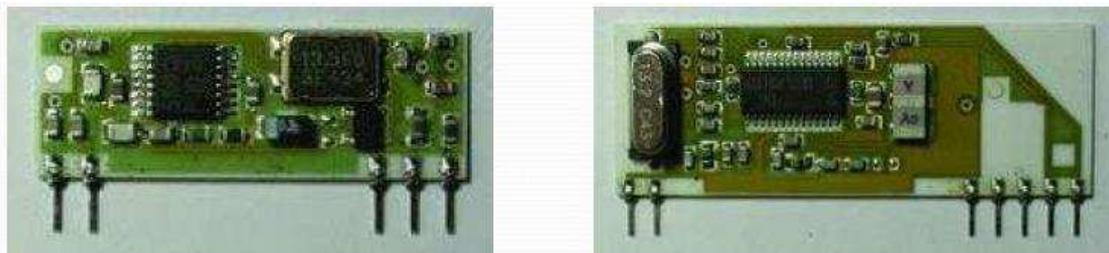


Illustration 7: Photo de l'émetteur et récepteur HF à 433 MHz

✓ d'un connecteur ISP relié aux 3 bits de poids fort du port A du micro-contrôleur pour communiquer avec un PC et permettre la programmation de l'ATmega 8535.



Illustration 8: Photo du connecteur ISP

- ✓ d'un connecteur analogique relié au port A et aux 5 bits de poids faible du port B du micro-contrôleur qui permet d'envoyer les données vers l'afficheur 7 segments.

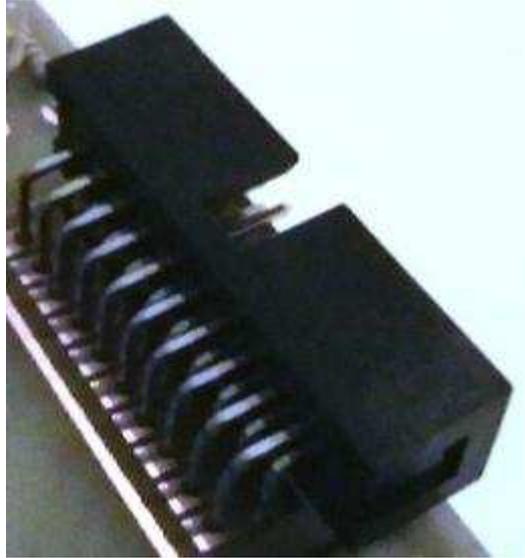


Illustration 9: Photo du connecteur analogique

- ✓ d'un bornier pouvant accepter 3 boutons poussoirs reliés en parallèle avec le connecteur ISP puisqu'il n'est utilisé que lors de la programmation du micro-contrôleur. Cela permet de libérer des connexions sur le micro-contrôleur.
- ✓ d'un bornier pouvant accepter autant de capteurs températures souhaités en les reliant en parallèles. Ils sont reliés aux connexions PD2 et PD3 du port D de l'ATmega qui servent à mesurer la température de la piste de kart et la température de l'air ambiant.
- ✓ d'un bornier pouvant accepter 4 capteurs destinés à la détection des karts. Ils sont reliés aux connexions PD4 à PD7 de l'ATmega 8535.
- ✓ d'une partie alimentation qui convertie le +12V de la batterie en +5V pour alimenter la carte ainsi que les éléments périphériques.

Par rapport à la carte micro-contrôleur réalisée au semestre 3, nous avons décidé de ne pas créer une carte pour les boutons pour qu'ils soient à la même hauteur que l'écran LCD, mais de simplement relier les boutons aux borniers par des cables.

De plus, les capteurs températures ne sont plus intégrés à la carte mais à un bornier. Monsieur Thierry Lequeu réalise lui même des cartes pour les capteurs températures du fait de la taille minimale du composant utilisé.

4 Analyse fonctionnel du système

4.1 Schéma fonctionnel de niveau 1

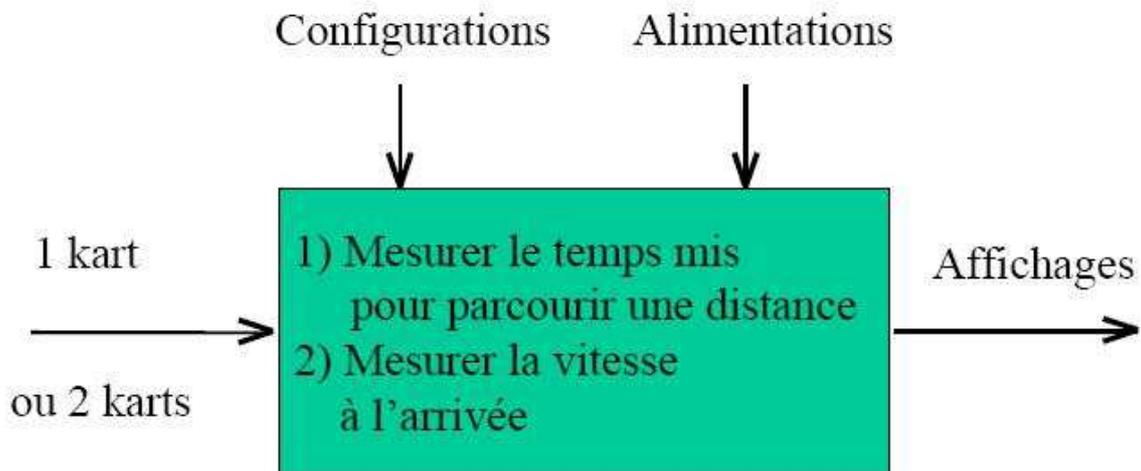


Illustration 10: Schéma fonctionnel de niveau 1

4.2 Schéma fonctionnel de niveau 2

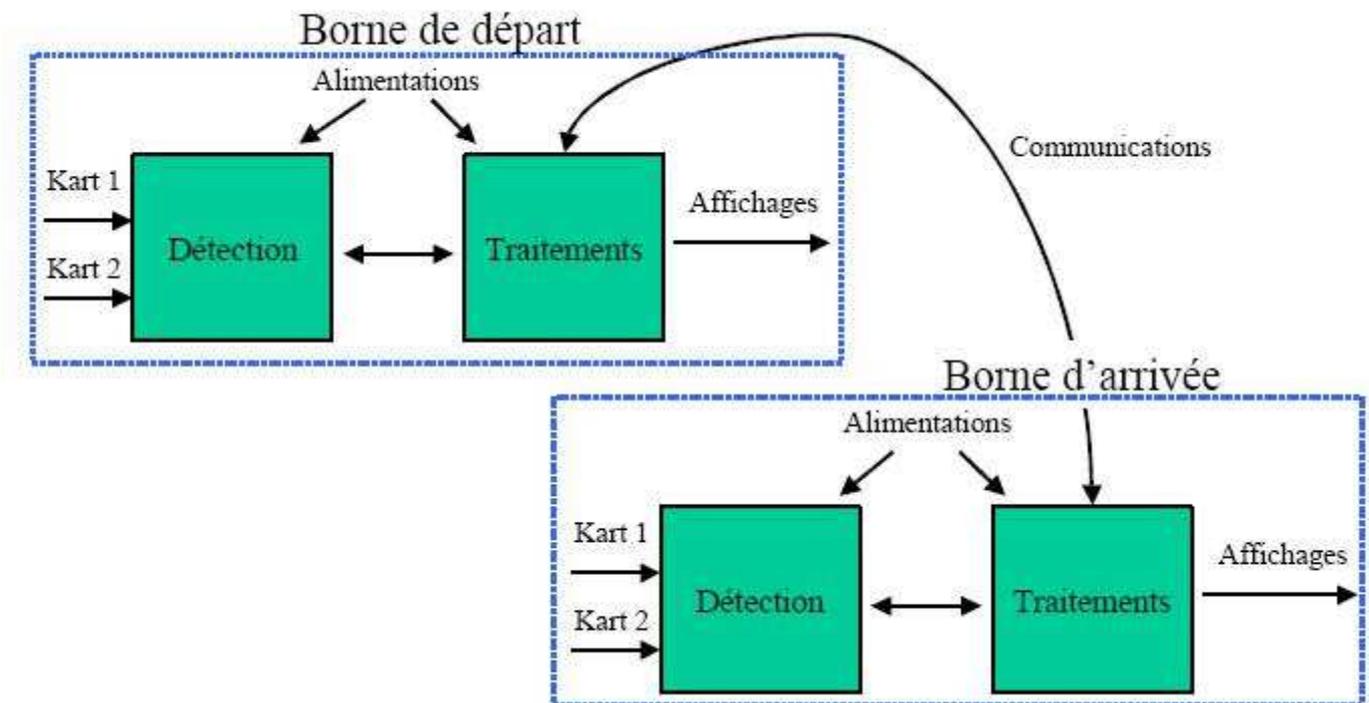


Illustration 11: Schéma fonctionnel de niveau 2

4.3 Schéma fonctionnel de niveau 3

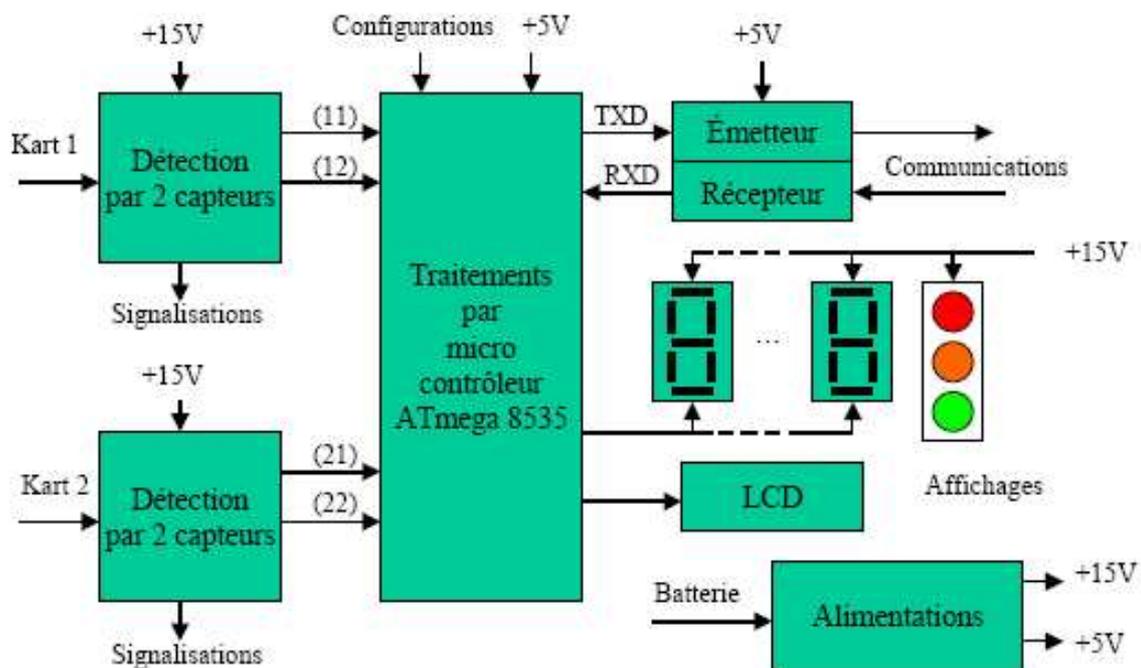


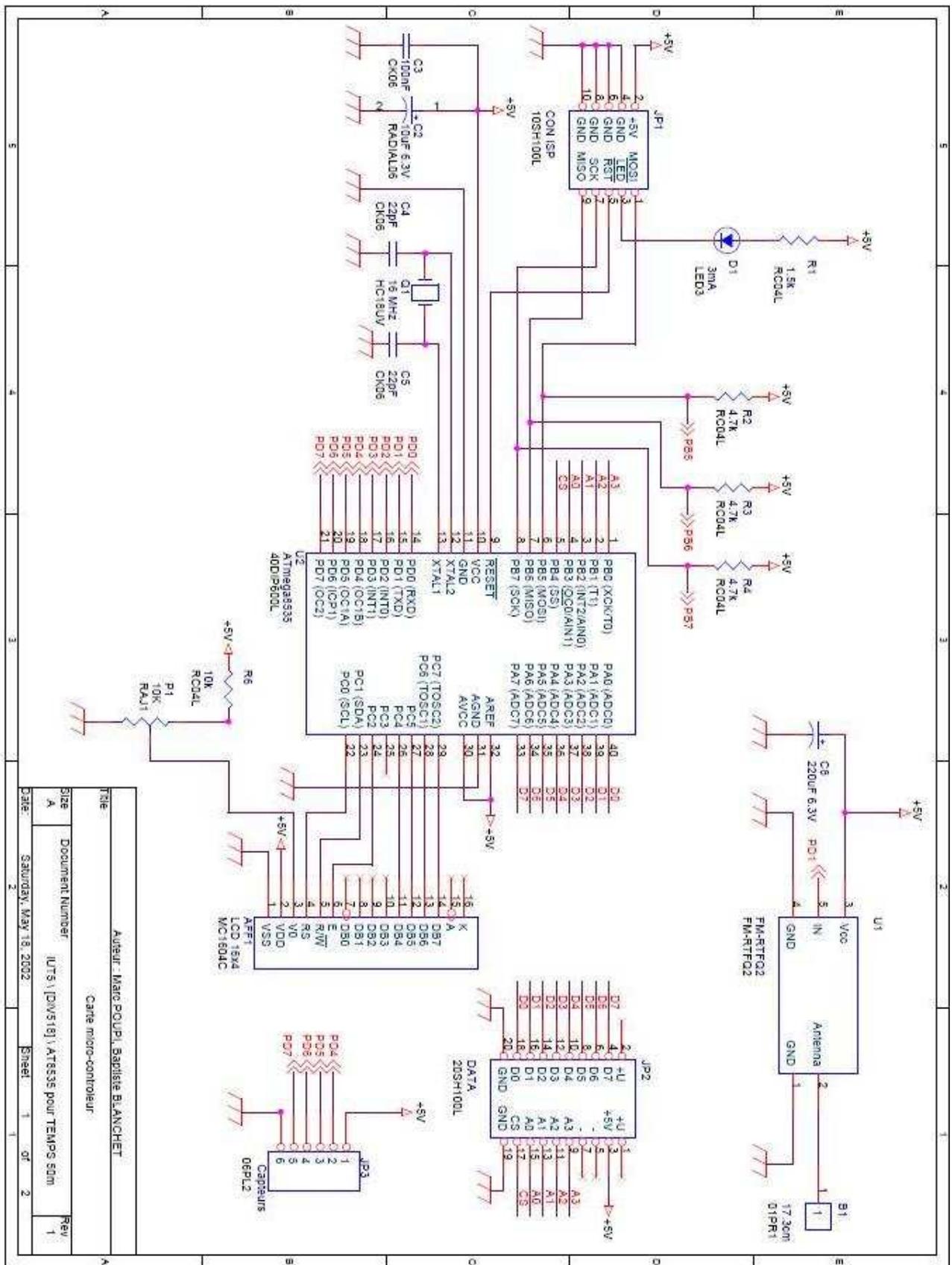
Illustration 12: Schéma fonctionnel de niveau 3

4.4 Fonctionnement

La carte micro-contrôleur de la borne de départ est équipée d'un émetteur tandis que la carte micro-contrôleur de la borne d'arrivée est équipée d'un récepteur. Lorsque un kart franchit les capteurs de la borne de départ, celle-ci émet un signal à la borne d'arrivée pour qu'elle déclenche le chronomètre. Lorsque un kart franchit la borne d'arrivée, celle-ci arrête le chronomètre et calcul la vitesse du kart avec la technique vu précédemment. La carte micro-contrôleur de la borne d'arrivé affiche le chronomètre le temps que le kart finisse sa course, puis affiche la vitesse du kart. Ces données peuvent également être affiché sur les écrans LCD des cartes micro-contrôleurs.

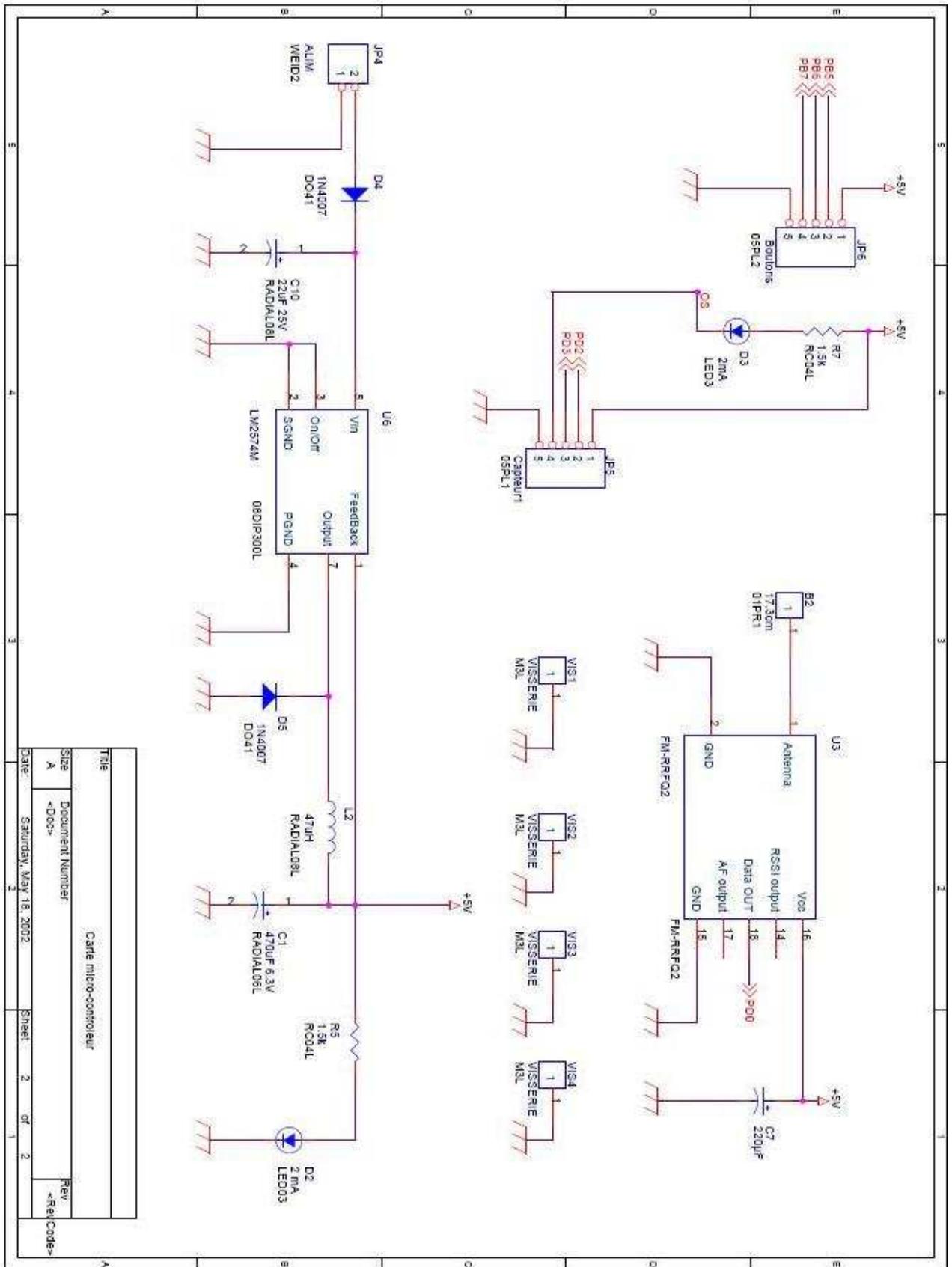
5 Schéma structurel

Pour faire le schéma structurel nous avons repris le travail effectué lors du semestre 3. Nous y avons apporté les modifications souhaitées afin d'être conforme au cahier des charges. Nous avons dû modifier à 3 reprise le shéma structurel sous le logiciel Orcad. Le schéma structurel définitif est le suivant :



Titre		Auteur : Marc COUPL, Sandrine BLANCHET	
Description		Carte micro-contrôleur	
Size	Document Number	Rev	
A	1UTS\ [DW\518] \ AT8535 pour TEMPS scm	1	
Date:	Saturday, May 18, 2002	Sheet	1 of 2

Illustration 13: Schéma structurel : page 1



TITLE		Carte micro-contrôleur	
Size	Document Number	Rev	
A	<Doc>	<Rev>	
Date	Saturday, May 18, 2002	Sheet	2 of 2

Illustration 14: Schéma structurel : page 2

6 Programmation

L'initialisation intervient à chaque mise sous tension. Le texte « mise sous tension » apparaît alors à la position (1,1) de l'afficheur. A cette position, le texte affiché sera alors centré par rapport à l'écran. La variable « a » qui nous servira pour la position du curseur et initialisée elle aussi à 0.

```
lcd_init(16);  
lcd_gotoxy(1,1);  
lcd_putsf("Mise en marche");  
a=0;
```

Illustration 15: Programmation : partie 1

Nous passons maintenant à la boucle infini du while(1). C'est ici que notre programme va se dérouler. Pour passer l'écran d'accueil, il nous suffit d'appuyer sur le bouton 1 qui incrémentera la variable « a ».

A partir d'ici, on peut décomposer le programme en 3 parties : l'affichage fixe, le mouvement du curseur et l'affichage mouvant.

```
lcd_init(16);  
    lcd_gotoxy(0,0);  
    lcd_putsf("->Chrono1:");  
    lcd_gotoxy(12,0);  
    lcd_putsf(",");  
    lcd_gotoxy(15,0);  
    lcd_putsf("s");  
    lcd_gotoxy(0,1);  
    lcd_putsf(" Chrono2:");
```

Illustration 16: Programmation : partie 2

Tout d'abord, comme il y a le texte « mise sous tension », il faut réinitialiser l'afficheur par un init().

Ensuite, pour l'affichage fixe, cela a été très simple à réaliser. Il suffit de définir les emplacements des lettres avec la fonction gotoxy() et d'écrire tout simplement avec la fonction putsf(). Ici nous pouvons voir qu'en position (0,0), il y aura écrit : « ->Chrono1: », qui correspond au temps du kart 1. Puis en (12,0) une virgule et un « s » pour seconde en (15,0). Nous avons séparé le texte, la virgule et le « s » pour permettre une maniabilité plus simple lors du codage. Nous pouvons aussi remarquer la flèche présente devant le « Chrono1: » alors qu'elle est absente du « Chrono2: », temps du kart 2. Cela est dû au fait que Chrono 1 est la première

information présente sur l'écran lcd. Et donc il est logique que le curseur soit devant après seulement un appui sur le bouton 1. Et ainsi de suite avec la vitesse 1 et la vitesse 2.

N'étant pas les seuls informations que nous devons visualiser, il nous a fallu rajouter une 5ème ligne sur l'écran. En effet, la température du sol et de l'air ne pouvant pas être afficher sur les 4 lignes disponible, nous avons simulé une 5ème ligne :

```

if(a==5)
{
    lcd_init(16);

    lcd_gotoxy(0,0);
    lcd_putsf(" Chrono2:");
    lcd_gotoxy(12,0);
    lcd_putsf(".");
    [...]
    lcd_putsf("->Ta:");
    lcd_gotoxy(7,3);
    lcd_putsf(" Ts:");
    lcd_gotoxy(13,3);
    lcd_putsf("\xdfC");
}

```

Illustration 17: Programmation : partie 3

Pour cela, nous allons utiliser notre variable « a » qui s'incrémente à chaque fois que nous appuyons sur le bouton1. Cela permettra de sélectionné une donnée et de l'envoyé sur le grand afficheur.

Si a = 1	Curseur devant Chrono 1
Si a = 2	Curseur devant Chrono 2
Si a = 3	Curseur devant Vitesse 1
Si a = 4	Curseur devant Vitesse 2
Si a = 5	Curseur devant Températures

Illustration 18: Programmation : partie 4

L'astuce, comme nous pouvons le voir, c'est de réinitialiser l'afficheur et de lui redonner un affichage fixe qui paraîtra avoir descendu d'une ligne par rapport au 1er affichage fixe. Cette fois, c'est le Chrono 2 qui sera en position (0,0) et la température sera afficher sur la 4ème ligne.

Un problème c'est alors posé à nous : notre curseur de sélection bugger. Lorque nous appuyons qu'une seul fois sur le bouton, il passait de la ligne 1 à la ligne 3. Nous avons identifié le problème, il s'agissait d'un

problème de l'ordre mécanique. Ce problème était lié au bouton qui n'était pas anti-rebond, ce qui incrémenté notre variable « a » de 2 même si nous appuyons qu'une seule fois sur le bouton 1. Afin de régler ce problème, nous avons rajouté un delay de 175 ms afin d'interdire l'incrémentation de notre variable « a » tant qu'il n'y a pas eu au moins 175ms de passé.

Il ne reste plus que la partie de l'affichage mouvant, simple aussi à réalisé.

```
printf(tampon, "%d", variable tu chrono1 avant virgule 2 chiffres);  
  
lcd_gotoxy(0,11);  
lcd_puts(tampon);
```

Illustration 19: Programmation : partie 5

En effet, nous utiliserons la même méthode que l'affichage fixe en utilisant la fonction gotoxy(), mais au lieu d'utiliser putsf(), nous utiliserons sprintf(). Cette fonction nous permettra d'afficher directement une variable qui pourra changer de valeur.

Pour afficher la température, la même astuce que précédemment est utiliser. C'est-à-dire au moment où la variable « a » est égale à 5.



Illustration 20: Photo de l'écran LCD lors de la mise en marche



Illustration 21: Photo de l'affichage de l'écran LCD après la mise sous tension



Illustration 22: Photo de l'écran LCD avec déplacement du curseur



Illustration 23: Photo de l'affichage de l'écran LCD lorsque le curseur est en bas

7 Planning prévisionnel et réel

Tâches \ Semaines	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Réalisation planning et cahier des charges	■				■						
Test de la carte réalisée au semestre 3		■			■						
Correction éventuelle de l'ancienne carte		■	■	■	■		■	■			
Réalisation de la nouvelle carte			■	■	■				■	■	
Test de la nouvelle carte				■					■		
Programmation						■	■	■	■	■	
Rédaction du projet				■		■	■	■	■	■	
Oral										■	■

■ Planning prévisionnel
 ■ Planning réel

Illustration 24: Planning prévisionnel et réel

Le planning réel ne ressemble en rien au planning prévisionnel. Nous voulions passer peu de temps sur la carte micro-contrôleur car elle ne nous était pas inconnue puisque nous l'avions déjà réalisée au semestre 3. Nous voulions ensuite consacrer plus de temps à la programmation car cette partie du projet était totalement nouvelle, de plus nous ne connaissions pas le logiciel CodeVisionAVR.

Nous avons perdu du temps sur la carte micro-contrôleur car lors de la première réalisation, le logiciel Orcad a routé des pistes entre les pastilles des borniers et il a routé des pistes trop proche les une des autres comme sur les photos suivante :



Illustration 25: Problème de la première carte

De plus nous avons positionner le quartz trop loin du micro-contrôleur

et nous n'avions pas encore implanté d'alimentation. Nous nous sommes alors arrêté à l'étape du perçage.

Nous avons alors réalisé une deuxième carte en rapprochant le quartz du micro-contrôleur et en implantant une alimentation, cependant nous avons rencontré d'autres problèmes. Dans un premier temps l'alimentation était trop dispersée sur la carte, nous obtenions alors du +5,8V au lieu de +5V. Dans un second temps, nous nous sommes aperçus qu'il y avait des parties du plan de masse qui étaient isolées. Voici une photo de la deuxième carte finie :

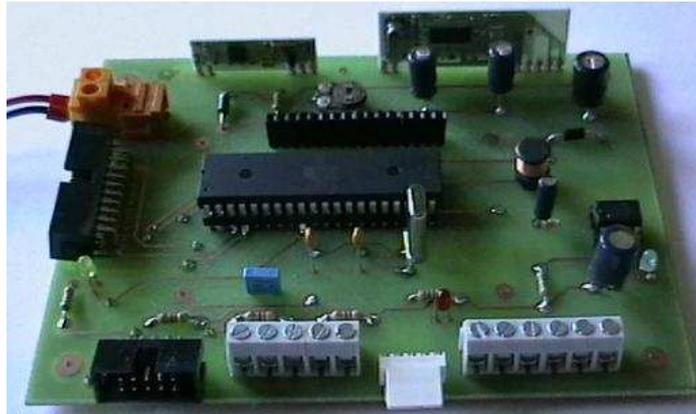


Illustration 26: Photo de la deuxième carte finie

Sur la photo suivante nous pouvons voir en rouge les problèmes du plan de masse et en jaune la dispersion de l'alimentation sur la carte :

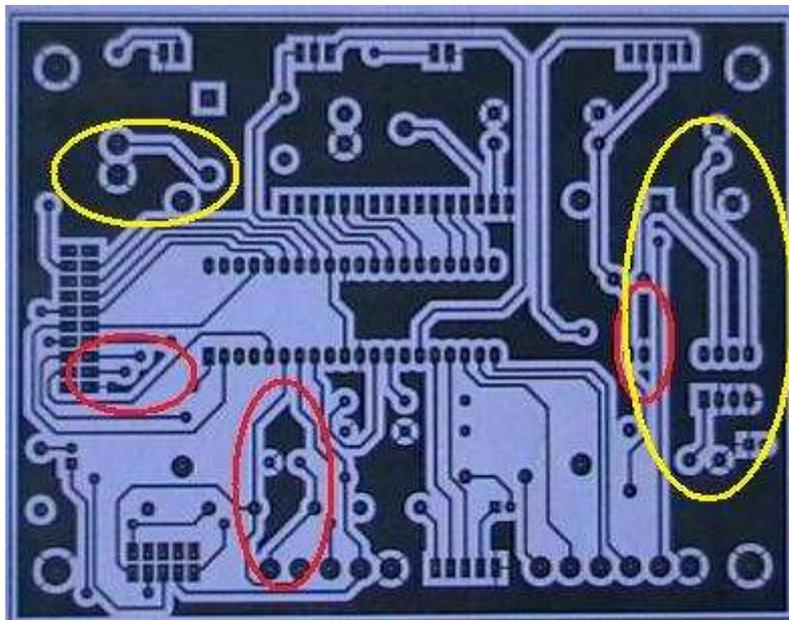


Illustration 27: Problème de la deuxième carte

Par manque de temps, la modification du typon pour la carte finale n'apparaît pas sur le planning réel car nous l'avons modifié en dehors des

séances d'étude et réalisation. Lors des tests de cette carte nous avons bien une alimentation de +5V. Malheureusement nous n'avons pas réussi à transférer le programme dans le micro-contrôleur, nous n'avons pas eu le temps de résoudre ce problème.

Pour mener à bien ce projet, nous nous sommes divisés le travail après la réalisation de la première carte afin de pouvoir finir la réalisation de la carte et de faire toute la partie programmation.

8 Nomenclature

8.1 Désignation des composants

N°	Quantité	Référence	Désignation	Empreinte
1	1	AFF1	LCD 16x4	MC1604C
2	2	B1,B2	17,3cm	01PR1
3	1	C1	470µF 6,3V	RADIAL06L
4	1	C2	10µF 6,3V	RADIAL06
5	1	C3	100nF	CK06
6	2	C4,C5	22pF	CK06
7	2	C7,C8	220µF 6,3V	RADIAL10
8	1	C10	22µF 25V	RADIAL08
9	3	D1,D2,D3	2mA	LED03
10	1	D4	1N4007	DO41
11	1	D5	1N5619	DO41
12	1	JP1	CON ISP	10SH100L
13	1	JP2	DATA	20SH100L
14	1	JP3	Capteurs	06PL2
15	1	JP4	ALIM	WEID2
16	1	JP5	Capteur1	05PL1
17	1	JP6	Boutons	05PL2
18	1	L2	47µH	RADIAL08L
19	1	P1	10K	RAJ1
20	1	Q1	16MHz	HC18UV
21	3	R1,R5,R7	1.5k	RC04L
22	3	R2,R3,R4	4.7k	RC04L
23	1	R6	10k	RC04L
24	1	U1	FM-RTFQ2	FM-RTFQ2
25	1	U2	ATmega8535	40DIP600
26	1	U3	FM-RRFQ2	FM-RRFQ2
27	1	U6	LM2574M	08DIP300L
28	4	VIS1,VIS2,VIS3,VIS4	VISSERIE	M3L

Illustration 28: Tableau de la désignation des composants

8.2 Prix du projet

Référence	Qu.	Désignation	Fournisseur	Code Cde.	U.d.V.	Prix U.	Prix T.
AFF1	1	LCD 16x4	FARNELL	944-9019	1	23,28 €	23,28 €
C1	1	470µF 6,3V	Radiospares	449-0845	5	1,21 €	0,12 €
C2	1	10µF 6,3V	Radiospares	449-1006	5	0,85 €	0,34 €
C3	1	100nF	IUT GEII		1	0,08 €	0,08 €
C4,C5	2	22pF	IUT GEII		1	0,02 €	0,04 €
C7,C8	2	220µF 6,3V	Radiospares	475-8719	1	0,43 €	0,86 €
D1	1	LED rouge 3mm 2mA	Radiospares	654-2803	10	4,07 €	0,41 €
D2	1	LED verte 3mm 2mA	Radiospares	180-8451	10	3,32 €	0,33 €
D3	1	LED jaune 3mm 2mA	Radiospares	171-1228	10	3,40 €	0,34 €
D4	1	1N4007	Radiospares	625-5133	1	1,11 €	1,11 €
D5	1	1N5619	Radiospares		1	0,24 €	0,24 €
JP1	1	CON ISP	Radiospares		1	0,00 €	0,00 €
JP2	1	DATA	Radiospares		1	0,00 €	0,00 €
JP3	1	Capteurs	Radiospares		1	0,00 €	0,00 €
JP4	1	ALIM	Radiospares		1	0,00 €	0,00 €
JP5	1	Capteur 1	Radiospares		1	0,00 €	0,00 €
JP6	1	Boutons	Radiospares		1	0,00 €	0,00 €
L2	1	47µH					
P1	1	10K	IUT GEII		1	0,10 €	0,10 €
Q1	1	16MHz	IUT GEII		1	0,00 €	0,00 €
R1,R5,R7	3	1.5k	IUT GEII		1	0,01 €	0,03 €
R2,R3,R4	3	4.7k	IUT GEII		1	0,01 €	0,03 €
R6	1	10k	IUT GEII		1	0,01 €	0,01 €
U1	1	FM-RTFQ2	Radiospares	505-6806	1	10,50 €	10,50 €
U2	1	ATmega8535	FARNELL	917-1444	1	5,81 €	5,81 €
U3	1	FM-RRFQ2	Radiospares	505-6812	1	20,27 €	20,27 €
U6		LM2574M	Radiospares	435-7293	1	1,87 €	1,87 €
VIS1,VIS2,VIS3,VIS4	4	VISSERIE	IUT GEII		1	0,00 €	0,00 €

	TOTAL H.T. :	65,77 €
dont T.V.A. :	19,60%	14,78 €
	TOTAL T.T.C :	80,55 €

Illustration 29: Tableau du prix du projet

9 Suivi du projet

Intitulé du projets		Etudiants	
La carte micro-contrôleur Atmega 8535		BLANCHET Baptiste POUPI Marc	
Semaine	Commentaires		
4	Choix du projet, réalisation planning et cahier des charges		
5	Nouveaux choix techniques pour la carte		
6	Modification complète du typon sur Orcad		
7			
9	Réalisation d'une nouvelle carte, problème avec les cartes doubles faces		
10			
11	Modification du typon sur Orcad avec insertion d'une alimentation +5V		
12	Réalisation de la carte et test OK		

Illustration 30: Fiche de suivi de projet

Conclusion

Ce projet nous a permis de mettre en pratique nos connaissances et de nous mettre dans des conditions de travail en entreprise afin de nous préparer pour notre stage de fin d'année.

Nous avons rencontré des problèmes notamment au niveau de la mise en pratique du logiciel Orcad. Cependant, ce logiciel nous a permis de gagner du temps vu le routage complexe de la carte micro-contrôleur. Nous nous sommes aperçus que le routage fait par Orcad avait besoin d'être modifié manuellement pour avoir un bon routage. D'autre part, nous avons rencontrés des problèmes lors de la gravure des carters doubles faces. Tous ces problèmes on entraînait un manque de temps nécessaire pour un test complet de la carte. Malgré ce manque de temps nous avons pu faire la programmation de l'ATmega 8535.

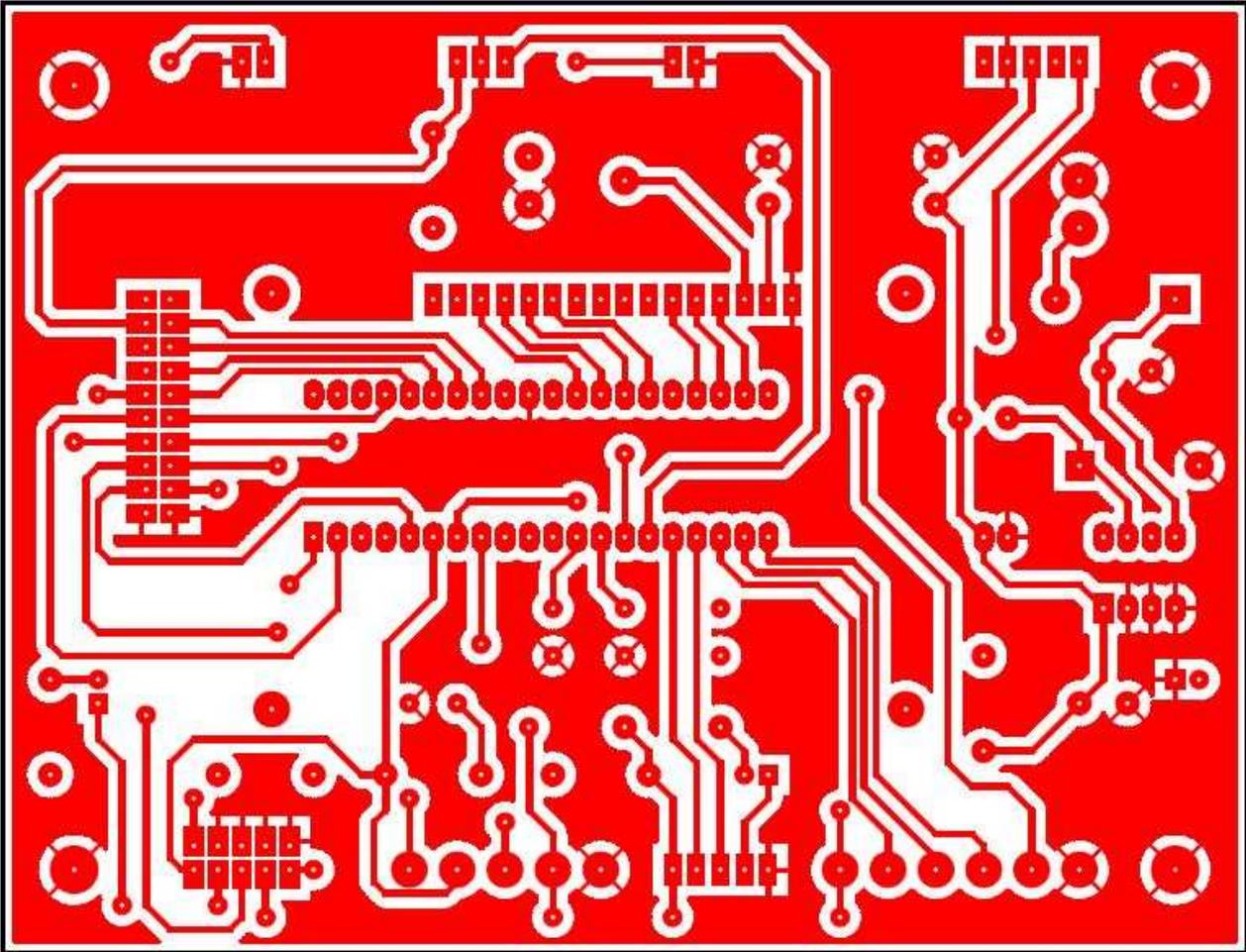
Nous nous sommes aperçu qu'il était presque impossible de suivre un planning prévisionnel et qu'il y avait toujours des facteurs qui entraînaient des retards.

Index des illustrations

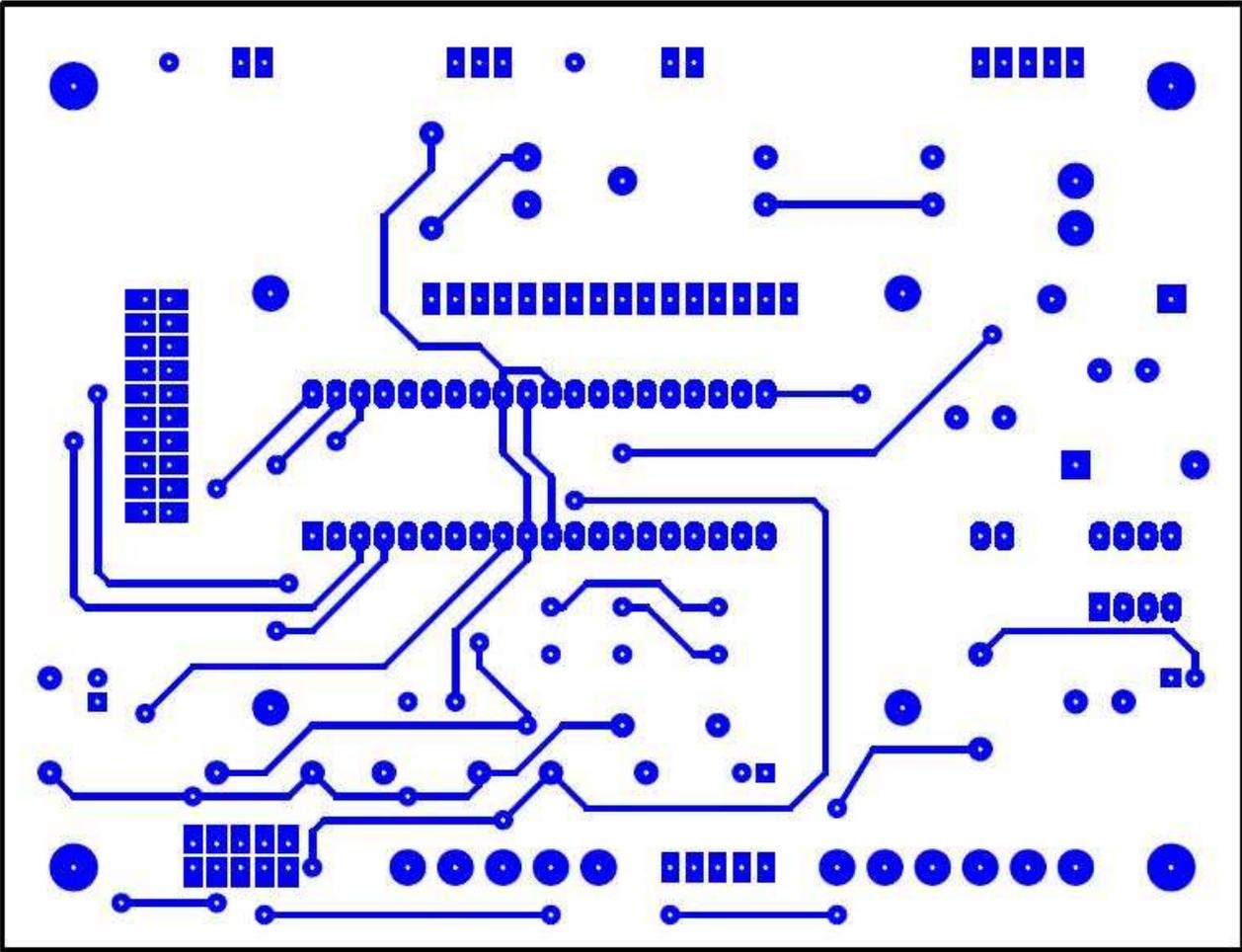
Illustration 1: Schéma de principe de l'épreuve 50 mètres départ arrêté.....	5
Illustration 2: Schéma de principe de la borne de départ.....	6
Illustration 3: Schéma de principe de la borne d'arrivée.....	7
Illustration 4: Calcul de la vitesse pour différentes valeurs de X et T.....	7
Illustration 5: Photo du micro-contrôleur ATmega 8535.....	8
Illustration 6: Photo de l'écran LCD 16x4 caractères.....	9
Illustration 7: Photo de l'émetteur et récepteur HF à 433 MHz.....	9
Illustration 8: Photo du connecteur ISP.....	9
Illustration 9: Photo du connecteur analogique.....	10
Illustration 10: Schéma fonctionnel de niveau 1.....	11
Illustration 11: Schéma fonctionnel de niveau 2.....	11
Illustration 12: Schéma fonctionnel de niveau 3.....	12
Illustration 13: Schéma structurel : page 1.....	13
Illustration 14: Schéma structurel : page 2.....	14
Illustration 15: Programmation : partie 1.....	15
Illustration 16: Programmation : partie 2.....	15
Illustration 17: Programmation : partie 3.....	16
Illustration 18: Programmation : partie 4.....	16
Illustration 19: Programmation : partie 5.....	17
Illustration 20: Photo de l'écran LCD lors de la mise en marche.....	17
Illustration 21: Photo de l'affichage de l'écran LCD après la mise sous tension.....	18
Illustration 22: Photo de l'écran LCD avec déplacement du curseur.....	18
Illustration 23: Photo de l'affichage de l'écran LCD lorsque le curseur est en bas.....	19
Illustration 24: Planning prévisionnel et réel.....	19
Illustration 25: Problème de la première carte.....	20
Illustration 26: Photo de la deuxième carte finie.....	20
Illustration 27: Problème de la deuxième carte.....	21
Illustration 28: Tableau de la désignation des composants.....	22
Illustration 29: Tableau du prix du projet.....	23
Illustration 30: Fiche de suivi de projet.....	24

Annexes

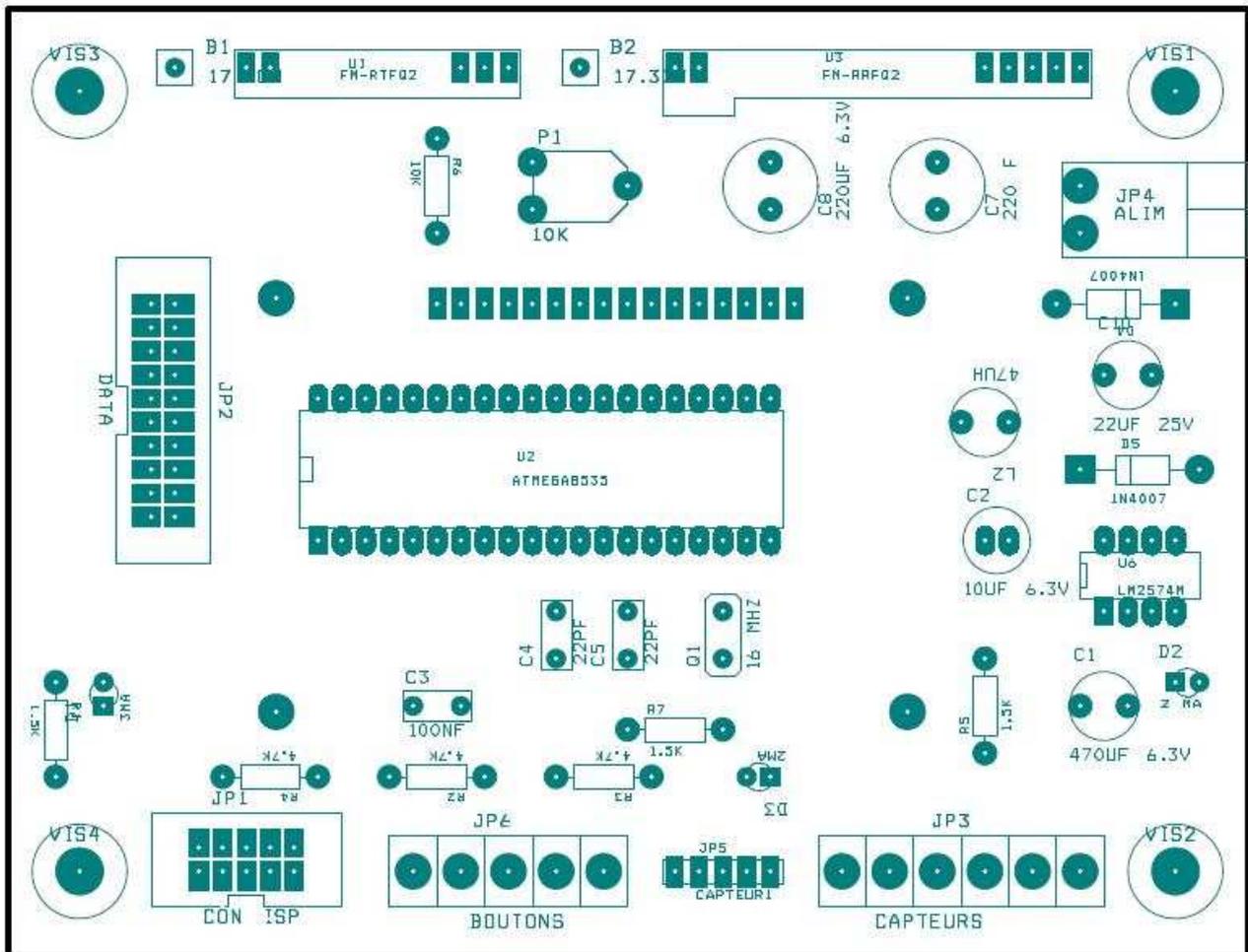
Annexe 1 : circuit imprimé face bottom



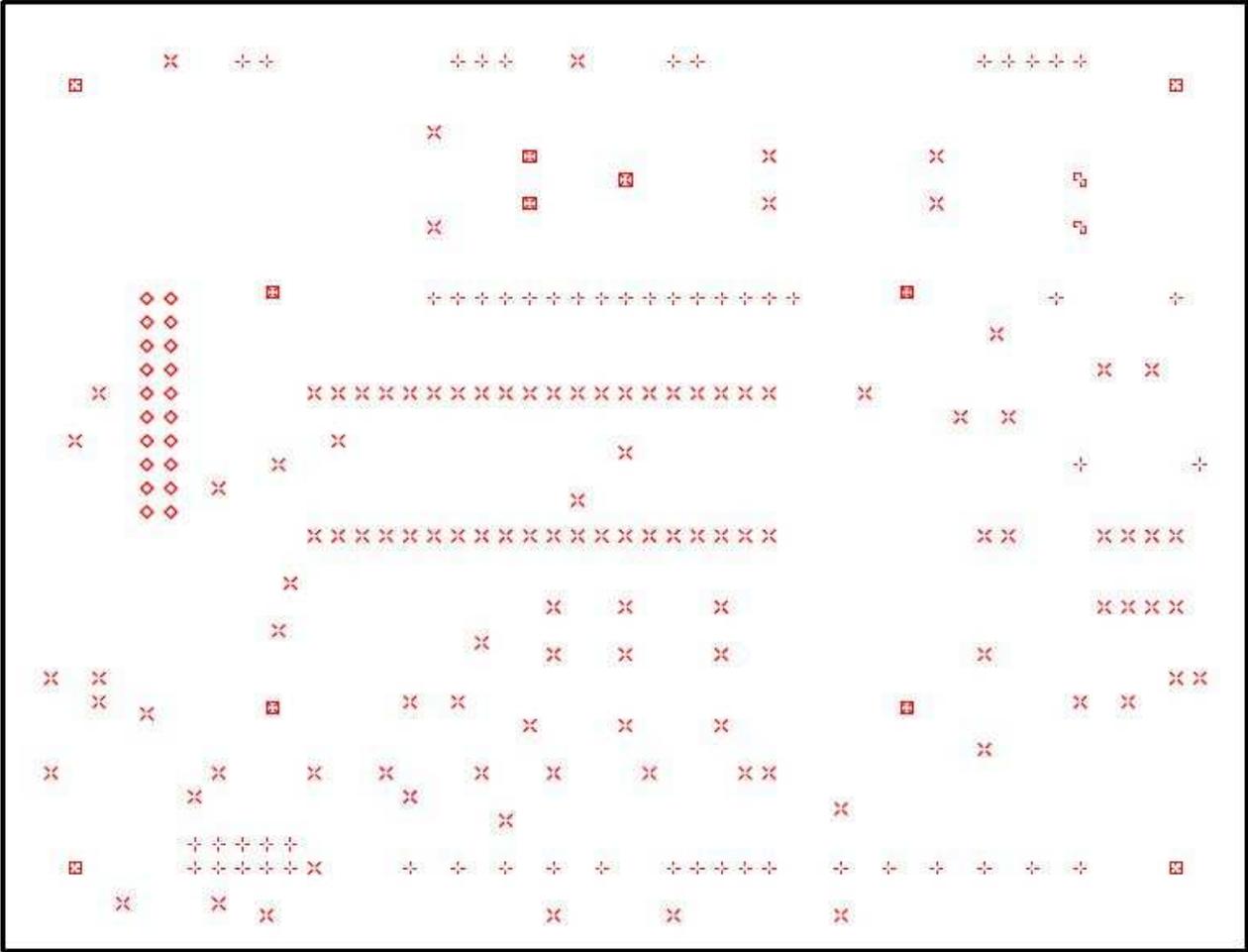
Annexe 2 : circuit imprimé face top



Annexe 3 : implantation des composants



Annexe 4 : documentation des composants



DRILL CHART				
SYM	DIAM	TOL	QTY	NOTE
x	0.031		115	
+	0.039		58	
o	0.039		20	
⊠	0.047		7	
⊞	0.059		4	
⊡	0.059		2	
TOTAL			206	