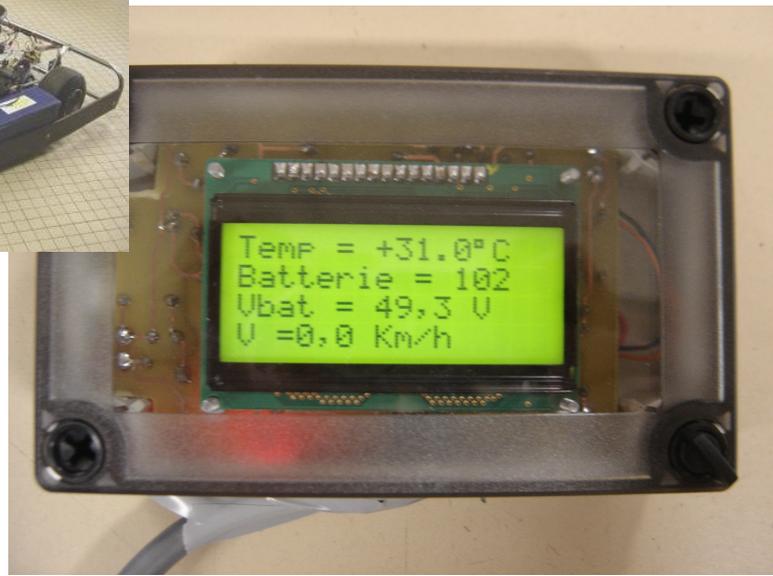


## Afficheur de vitesse, de tension et de température pour Kart électrique





# Afficheur de vitesse, de tension et de température pour Kart électrique

# Table des matières

Introduction.....	5
1. Cahier des charges.....	6
1.1. Objectif.....	6
1.2. Contraintes.....	6
1.3. Améliorations possibles.....	6
2. Recherches bibliographiques.....	7
3. Analyse du fonctionnement.....	7
3.1. Résultat ancien projet.....	7
3.2. Choix du boîtier.....	9
3.3. L'alimentation de la carte : le TRACOPOWER TEL 2 – 4811.....	11
3.4. Afficheur LCD.....	12
3.5. Capteur de température : le LM75 en I2C :.....	13
3.6. Capteur de vitesse par contacteur aimanté.....	14
3.7. Capteur de tension batterie.....	14
3.8. Gestion et acquisition des données : l'Atmega 8535.....	15
3.9. Câble de liaison entre les capteurs et la carte d'affichage.....	17
4. Schéma fonctionnels.....	18
4.1. Schéma fonctionnel de niveau 1 :.....	18
4.2. Schéma fonctionnel de niveau 2 :.....	18
5. Schéma structurel.....	19
6. Planning prévisionnel et réel.....	20
7. Réalisation.....	22
7.1. Typon et routage.....	23
7.2. Réalisation et assemblage de la carte.....	25
7.3. Programmation de la carte.....	25
8. Tests et validations.....	27
8.1. Alimentation.....	27
8.2. Mesure de tension de la batterie.....	27
8.3. Test du capteur de vitesse.....	28
8.4. Capteur de température.....	28
9. Nomenclature.....	30
10. Suivi de projet.....	31
Conclusion.....	32
Annexes.....	34

# Introduction

Notre projet consiste à réaliser une carte qui puisse afficher, à l'aide d'un écran LCD<sup>1</sup>, différentes informations liées au Kart électrique. Les informations sont : sa vitesse instantanée, le niveau de charge de la batterie ainsi que la température du moteur.

Ces diverses données vont être transmises au pilote du Kart afin de pouvoir les voir en toutes situations. L'acquisition des mesures est faite en temps réel par différents capteurs. Ceux-ci transmettent leurs informations au microcontrôleur.

La réalisation de notre projet consiste à créer un module simple permettant de mesurer différents paramètres de fonctionnement d'un kart. Pour cela, nous avons constitué une base de départ en étudiant les solutions techniques d'anciens projets ayant des fonctionnalités similaires.

Notre module doit répondre au cahier des charges, en particulier à la contrainte imposée sur son dimensionnement.

Dans un premier temps nous verrons le cahier des charges et ses différentes contraintes. Puis nous passerons à la partie théorique où nous verrons le fonctionnement du montage et les moyens technologiques mis en œuvre. Dans la suite du rapport nous verrons la partie réalisations avec les différents problèmes rencontrés. Enfin nous verrons les tests et la validation du projet avant de conclure sur les 16 semaines sur lesquelles le projet s'est déroulé.

---

<sup>1</sup> Liquide Cristal Display : Affichage à cristaux liquides

# 1. Cahier des charges

## 1.1. Objectif

Ce type de projet a déjà été réalisé plusieurs fois auparavant. Cependant leurs réalisations se faisaient sur l'assemblage de plusieurs cartes dissociant la partie acquisition de la partie traitement et affichage. Notre objectif à ce jour est de rassembler ces différentes parties sur une même carte. Pour cela, nous avons réduit les fonctionnalités de la partie acquisition afin de gagner de la place.

L'afficheur doit pouvoir nous indiquer :

- la tension de charge de l'ensemble des batteries,
- la vitesse instantanée du véhicule électrique,
- la température du moteur.

## 1.2. Contraintes

Le module complet est constitué d'un seul boîtier qui peut être intégré sur un support restreint (ex : volant ou tableau de bord de Kart électrique ).

L'électronique située à l'intérieur du boîtier doit résister aux vibrations produites par le Kart électrique. Il en est de même pour le boîtier. De plus, il doit aussi être étanche afin de préserver l'électronique des contraintes météorologiques. Cela nous impose des restrictions sur la connectique.

Des composants nous sont imposés pour le projet :

- l'afficheur LCD 16 caractères \* 4 lignes fourni par l'IUT GEII de Tours,
- le microcontrôleur<sup>2</sup> Atmega 8535 pour le traitement des informations.

Le coût total du module ne doit pas excéder 50 euros.

## 1.3. Améliorations possibles

Une fois nos objectifs réalisés, nous avons dans l'idée d'améliorer notre module en installant divers composants optionnels. Il peut être question d'un buzzer afin d'indiquer la décharge complète de la batterie du véhicule, de créer un chronomètre sur l'afficheur LCD en modifiant le programme du microcontrôleur, d'afficher la distance parcourue par le véhicule, améliorer l'ergonomie du boîtier protégeant l'ensemble du module. Ces modifications seront effectuées uniquement si le projet est terminé et si la conception de notre carte le permet.

---

<sup>2</sup> Unité autonome et programmable qui permet l'acquisition et de traitement des données.

## 2. Recherches bibliographiques

Le site de M.LEQUEU <http://www.thierry-lequeu.fr/> nous a fournis la plupart des informations dont nous avons eu besoin lors de nos séances, en particulier les sections :

- Programmation Atmega 8535 (pour la sonde de température, l'afficheur LCD et le logiciel Code Vision AVR<sup>3</sup>)
- Le rapport de projet de Pedro CARVALHO et Nicolas LAUZUN, mais aussi celui de Côme BOUET et Doudou FALL.
- La section Orcad<sup>4</sup> avec les librairies de composants et le schéma électrique de l'afficheur du projet précédent.

Le reste des informations vient de nos connaissances personnelles ainsi que des informations présentes sur les fiches techniques des différents composants.

## 3. Analyse du fonctionnement

Notre carte s'inspire des résultats d'études et réalisations déjà effectuées avec un afficheur LCD. Nous débutons notre analyse par une étude rapide des solutions technologiques présentées sur les cartes d'un ancien projet, puis sur la carte que nous réalisons.

### 3.1. Résultat ancien projet

Le binôme précédent n'avait pas le même objectif que nous au niveau de l'ergonomie. L'ensemble de leur projet est constitué de deux cartes séparées (la carte acquisition à l'arrière du véhicule et la carte de l'afficheur à l'avant). Elles sont reliées grâce à une connexion par nappe que nous n'utiliserons plus suite aux contraintes ergonomiques imposées.

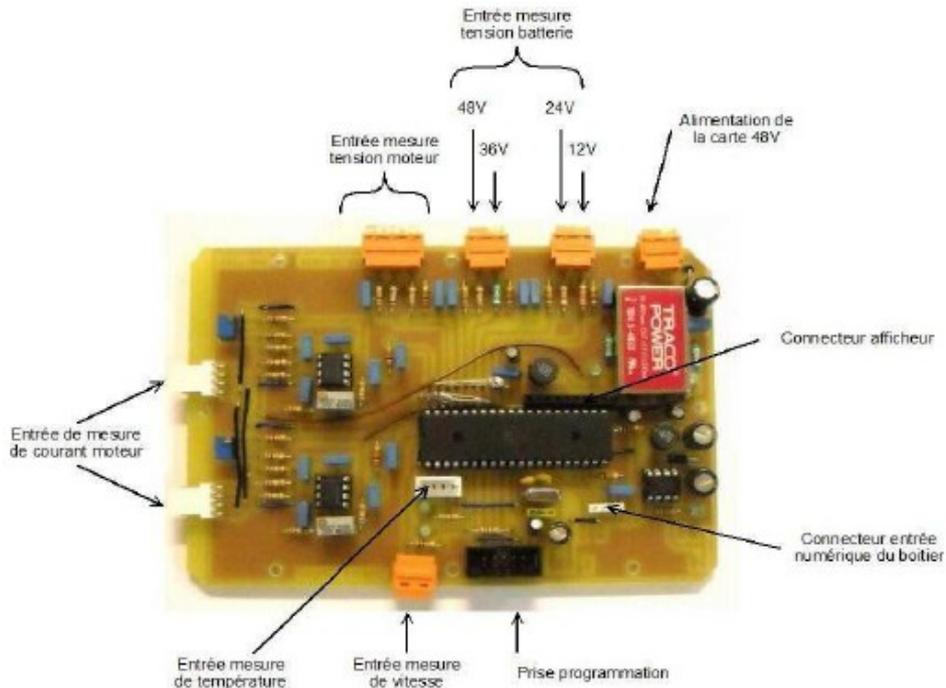
---

3 Logiciel de programmation de composants programmables

4 Logiciel Conception Assistée par Ordinateur (CAO) de carte électronique

### 3.1.1. Carte d'acquisition précédente

La carte d'acquisition du projet précédent se présentent sous cette forme :



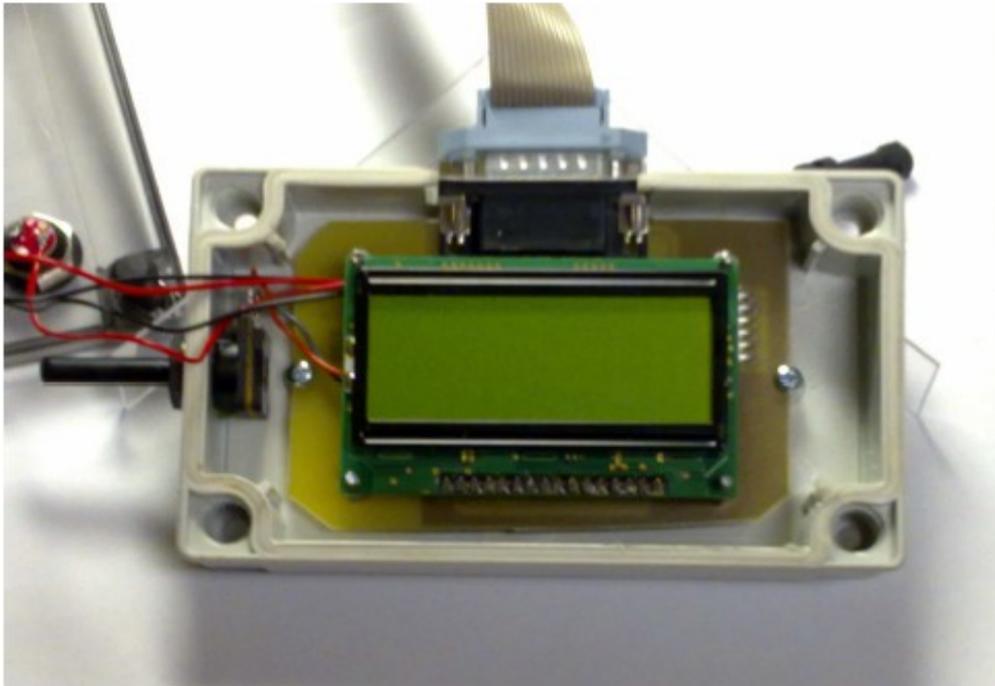
*Illustration 1: Carte d'acquisition du projet précédent*

L'objectif de cette carte est de convertir des données analogiques entrantes en des grandeurs numériques capables d'être transmises à l'afficheur. Les données entrantes sont : la température des moteurs, les courants consommés, les tensions des batteries et la vitesse instantanée du Kart. Ces fonctions sont réalisées par le microcontrôleur Atmega 8535 qui transmet ses différentes informations à l'afficheur.

L'ensemble du montage est alimenté par les batteries qui fournissent du 48V. Une première conversion par le TRACOPOWER (convertisseur abaisseur continu) permet d'obtenir du 15V afin d'alimenter la partie acquisition. Une seconde conversion à partir du 15V par le composant LM2574 permet d'obtenir du 5V qui alimente le microcontrôleur et l'afficheur LCD.

### 3.1.2. Carte de l'afficheur précédent

Cette seconde carte ne contient que l'écran LCD ainsi qu'un bouton poussoir afin de changer la vue de l'écran. Le contraste de l'écran est réglé manuellement par un potentiomètre<sup>5</sup> situé sur le coté.

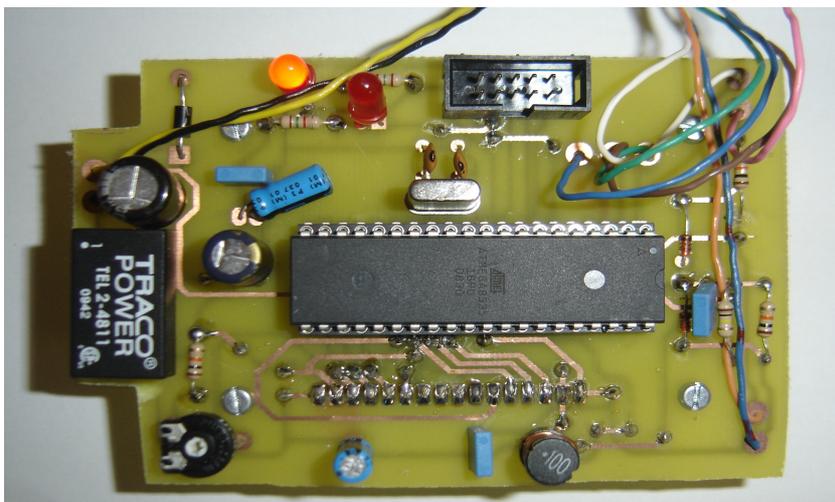


*Illustration 2: Disposition de l'afficheur de l'ancien projet*

### 3.2. Choix du boîtier

Notre montage se doit d'être contenu dans un seul et même boîtier qui est lui-même de taille restreinte afin de pouvoir être placé sur le tableau de bord du Kart électrique ou sur le volant.

Nous avons choisi le modèle de boîtier FIBOX 80mm\*130mm\*35mm qui est celui utilisé pour l'affichage dans le projet du semestre passé.

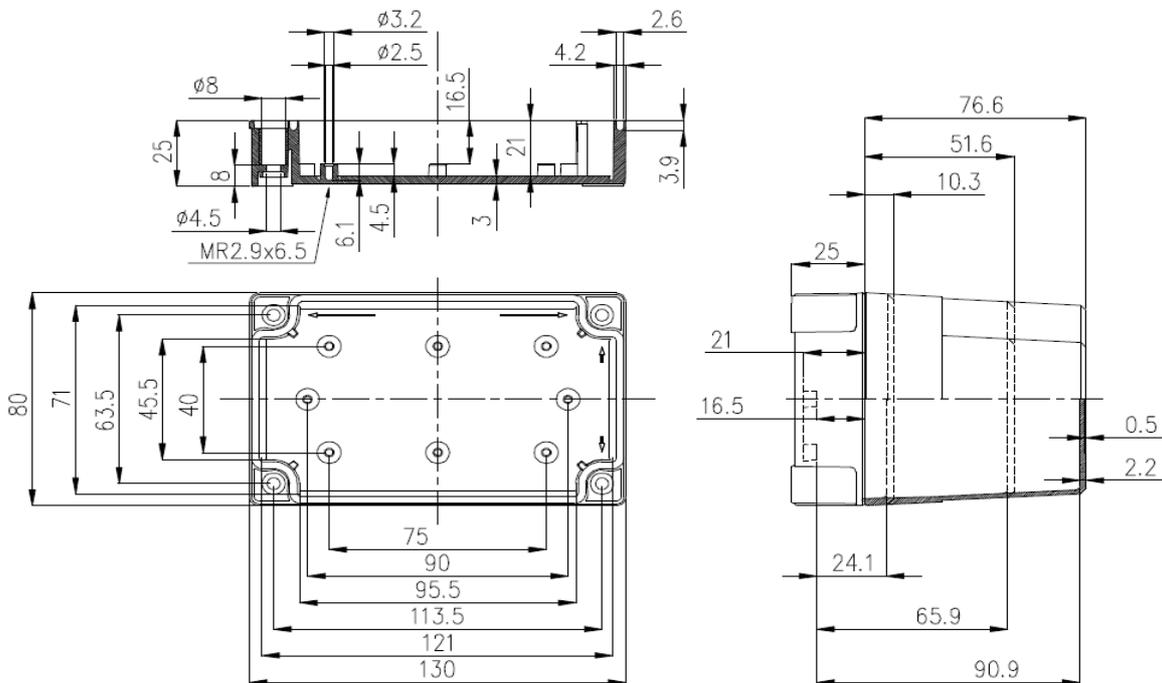


*Illustration 3: Carte d'acquisition et de gestion d'affichage actuel*

<sup>5</sup> Résistance variable.

C'est un boîtier étanche, robuste, petit et facilement démontable : il convient parfaitement à notre cahier des charges.

Le choix de ce boîtier, impose des dimensions de la carte électronique interne au maximum de 94mm\*69mm. Cependant il y a une possibilité de dépassement sur les cotés en suivant les bords du boîtier, solutions pour laquelle nous avons opté :



*Illustration 4: Dimensions du boîtier FIBOX du projet actuel*

### 3.3. L'alimentation de la carte : le TRACOPOWER TEL 2 – 4811



Illustration 5: Vue de dessus du TRACOPOWER TEL2 - 4148

Tous les éléments de notre montage fonctionnent en +5V, cependant la tension entrante sur le montage viens des batteries du véhicule montées en série, ce qui fait du 48V continu. La première solution était de mettre un régulateur de tension du type 7805. Cependant le rendement de ce composant ne dépasse pas les 50%, ce qui provoque (par effet joule) un échauffement important du composant. Cela obligerait l'installation d'un système de régulation de température.

Nous avons donc opté pour une autre solution : l'utilisation d'un convertisseur abaisseur continu. Il peut atteindre un rendement de l'ordre de 80%. L'utilisation d'un convertisseur de ce type ne nécessite aucun dissipateur ni régulateur de température.

Le TRACO POWER Tel 2-4811 est le composant que nous avons choisit.

Il permet de convertir une tension continue entre 36V et 75V en du 5V. Le courant délivré en sortie est de l'ordre de 400mA. Celui-ci est largement suffisant pour alimenter les composants de la carte (consommation équivalente à 100mA). L'utilisation de ce composant nous permet une grande plage de tension en entrée et un rendement de 73%. Celui-ci nous évite la mise en place d'un dissipateur thermique encombrant.

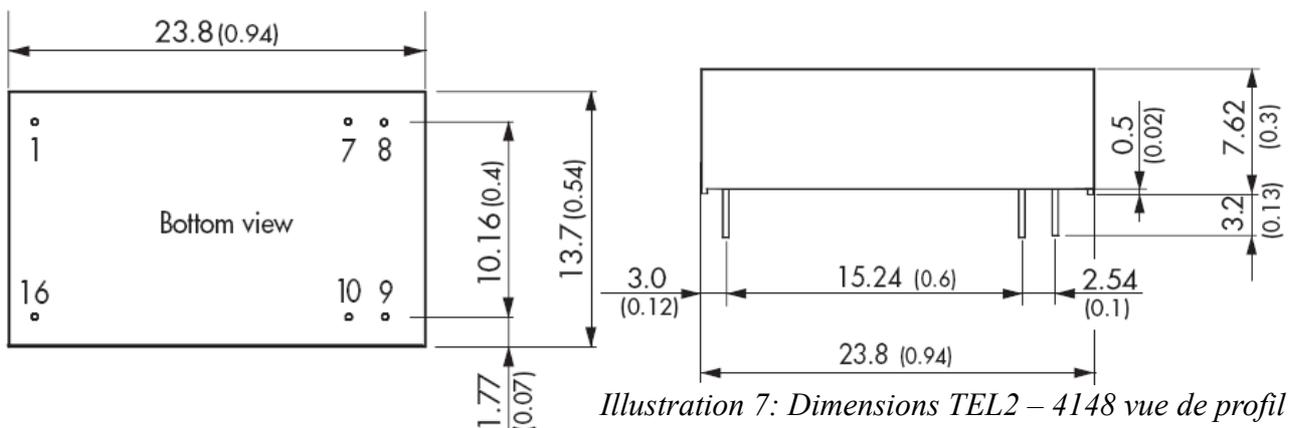


Illustration 7: Dimensions TEL2 – 4148 vue de profil

Illustration 6: Dimensions TEL2 - 4148 vue de dessus



Sur l'afficheur :

- les pattes 1 et 2 sont respectivement connectées à l'alimentation GND et VCC (0V et +5V),
- les pattes 15 et 16 sont connectées au rétro-éclairage à LED,
- la patte 3 permet, grâce à une tension, de régler le contraste de l'afficheur,
- les pattes 4, 5 et 6 servent à la communication avec le microcontrôleur ainsi qu'à l'écriture des données,
- les pattes 7 à 14 (DB0 à DB7) servent à transmettre le message à afficher.

### 3.5. Capteur de température : le LM75 en I2C :

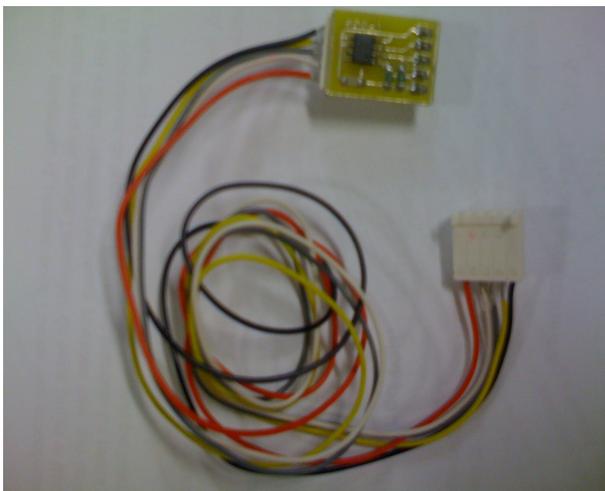


Illustration 11: LM75 monté avec son câble

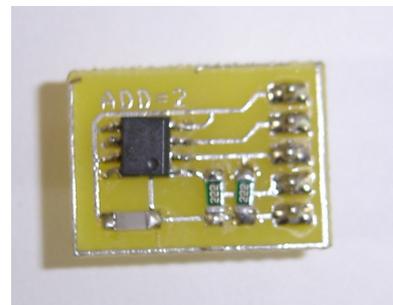


Illustration 12: LM75 monté sur plaque

Sur le capteur :

- Le fil rouge correspond au +5V,
- Le fil Blanc correspond à une première entrée de programmation (Port B, bit 0),
- Le fil Gris correspond à une deuxième entrée de programmation (Port B, bit 1),
- Le fil Noir correspond à la masse.

Le LM75 est un capteur de température avec interface I2C<sup>7</sup>. Sa marge de fonctionnement va de -25° à 100°. Ce composant convient à notre cahier des charges car un moteur électrique est en surchauffe lorsqu'il atteint les 90°C-100°C.

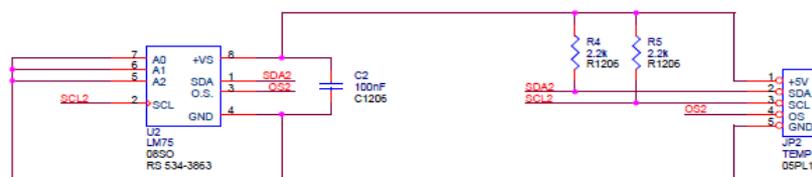


Illustration 13: Schéma structurel du LM75

<sup>7</sup> Protocole de communication série entre deux composants programmables

Sur notre carte, le connecteur I2C a été supprimé pour pouvoir souder les connexions de la sonde de température. Cette modification a été réalisée par logique de conception et pour limiter les parasites.

### 3.6. Capteur de vitesse par contacteur aimanté

Notre capteur de vitesse est à « aimant-interrupteur à lame souple ». Il est monté dans un boîtier étanche résistant à la poussière, l'humidité, la chaleur et les chocs.



Illustration 14: Capteur de vitesse à lame souple

Le système se comporte comme un interrupteur fermé s'ouvrant à chaque passage de l'aimant. Celui-ci génère un signal rectangulaire de fréquences et de rapports cycliques variable selon la vitesse du Kart. Un montage simple avec un +5V et une résistance permet au capteur d'envoyer du +5V ou du 0V au microcontrôleur.

### 3.7. Capteur de tension batterie

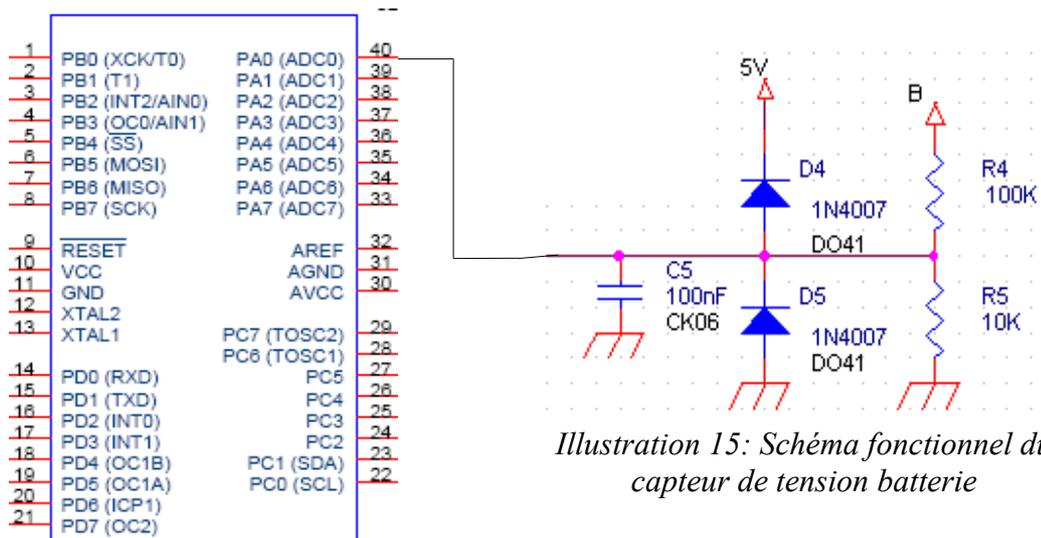


Illustration 15: Schéma fonctionnel du capteur de tension batterie

Le capteur de la tension de batterie est un pont diviseur de tension. Il adapte la tension en sortie des batteries (+48V) en une tension plus basse (+5V) non destructrice vis-à-vis du microcontrôleur.

Les deux diodes servent à éviter la détérioration du microcontrôleur par une tension trop forte ou une polarité inverse. Le condensateur limite les parasites.

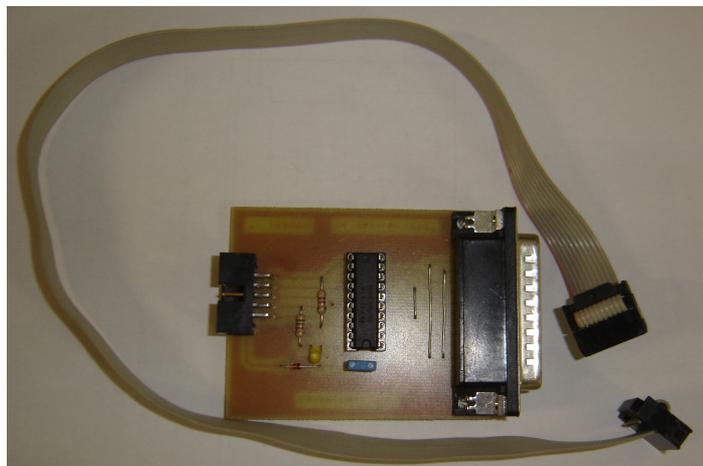
### **3.8. Gestion et acquisition des données : l'Atmega 8535**



*Illustration 16: Vue du microcontrôleur Atmel Atmega 8535*

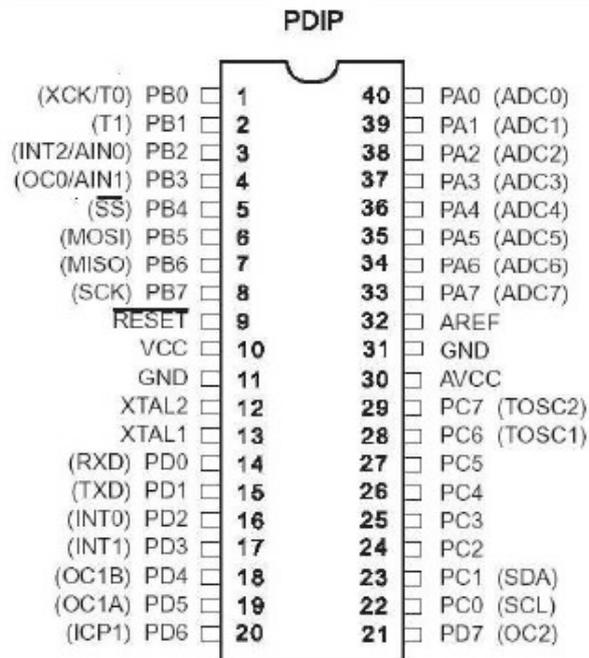
Ce composant, imposé par le cahier des charges, permet de remplir toutes les fonctions d'acquisitions et de traitement des données dont nous avons besoin. Ces nombreuses fonctionnalités ainsi que sa facilité de programmation en font un composant idéal. Il est de taille modeste pour un prix accessible.

La programmation du composant est réalisée à l'aide d'une carte annexe prévue à cet effet.



*Illustration 17: carte de programmation du microcontrôleur*

Connecté à l'ordinateur par un port parallèle (ex : port de l'imprimante), il convertit les données afin de les transmettre au microcontrôleur. L'utilisation de cette carte de programmation impose d'avoir un connecteur prévu à cet effet sur notre montage.



*Illustration 18: énumération des pattes du 8535*

Le microcontrôleur est composé de 4 ports qui remplissent chacun des fonctions différentes :

- le Port A (de PA0 à PA7) dispose de 8 entrées (ADC0 - ADC7) pouvant être utilisées en tant que convertisseurs analogique/numérique (CAN). Les pattes AREF, GND et AVCC permettent de pouvoir comparer les tensions d'entrées avec une référence. Nous utilisons un CAN (PA0) afin de mesurer la tension de la batterie.
- le Port B permet la programmation du composant via le connecteur CON ISP, ainsi que la connexion du capteur de température en I2C,
- le Port C est relié à l'afficheur pour lui transmettre les informations,
- le Port D sert à utiliser INT0 (PD2), une entrée d'interruption pour la mesure de la vitesse.

Le microcontrôleur est cadencé par un quartz de 16Mhz, ce qui nous donne une puissance de calcul avantageuse.

### **3.9. Câble de liaison entre les capteurs et la carte d'affichage**



*Illustration 19: Câble multibrin utilisé dans notre projet*

Du fait des restrictions sur la connectique, nous avons choisi d'utiliser un seul câble pour relier les différents capteurs et l'alimentation au boîtier. Cette liaison est assurée par un câble souple gainé comportant 14 fils conducteurs tressés par paire, dont seulement 9 sont utilisés.

La souplesse de celui-ci est son principal avantage, il permet une installation facile dans le Kart. De plus, il résiste mieux aux agressions extérieures. Ce câble mesure environ 2 mètres.

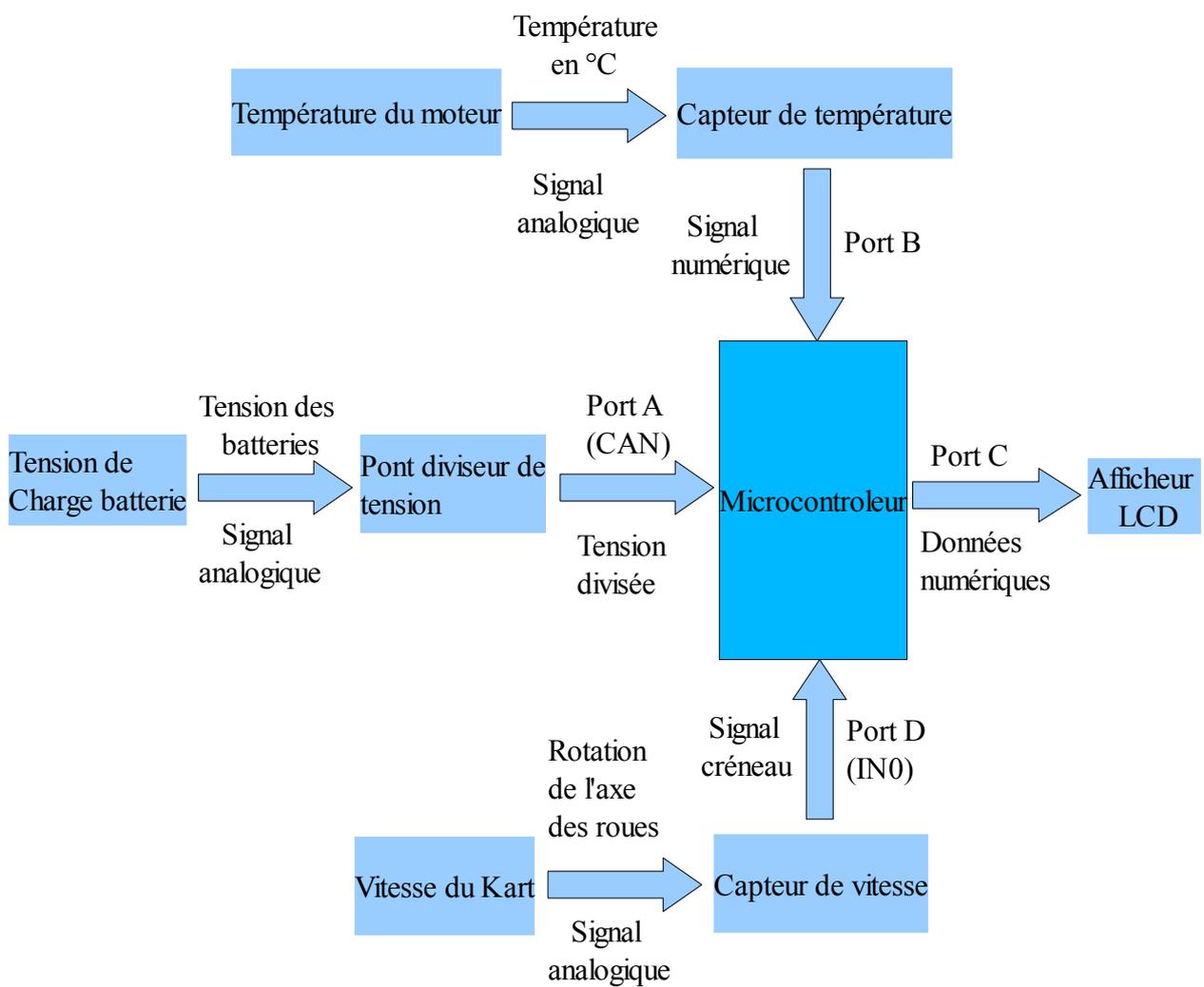
Il fait partis des composants de récupération que nous n'avons pas eu besoin d'acheter.

## 4. Schéma fonctionnel

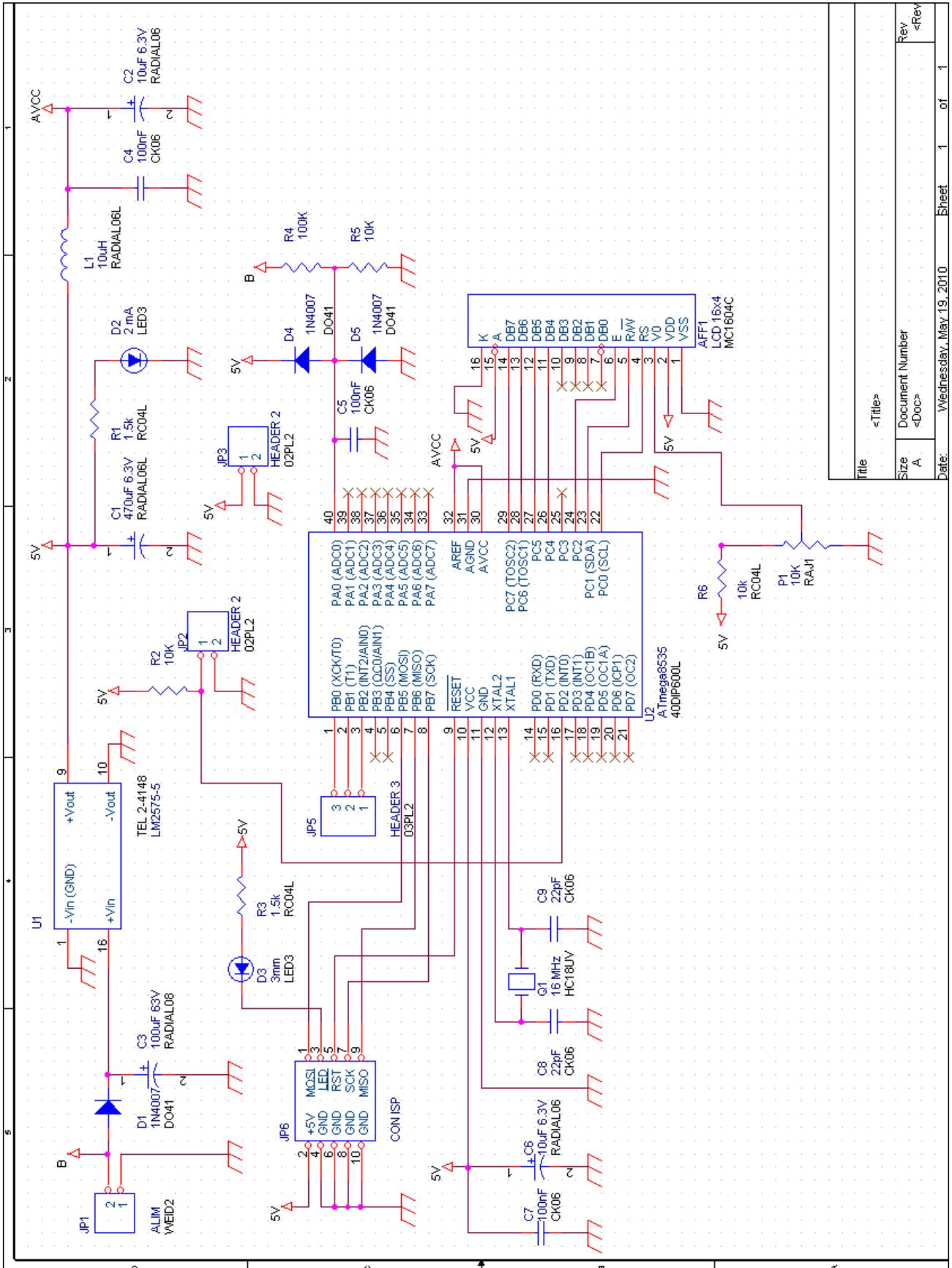
### 4.1. Schéma fonctionnel de niveau 1 :



### 4.2. Schéma fonctionnel de niveau 2 :



# 5. Schéma structurel



Title		<Title>
Size	Document Number	<Doc>
Rev	<Rev>	
Date:	Wednesday, May 19, 2010	Sheet 1 of 1

## 6. Planning prévisionnel et réel

Ci-dessous, le planning prévisionnel et réel qui nous a permis de gérer notre temps en fonction des séances restantes :

Comme vous pouvez le constater, le planning prévisionnel n'a pas été respecté.

Nous nous sommes adaptés au retard et avons modifié le planning en fonction de nos priorités.

Nous avons principalement pris du retard sur trois parties :

- La partie programmation : suite au mauvais fonctionnement de la sonde de température et du capteur de vitesse, nous avons essayé de modifier le programme pour corriger les erreurs.
- La partie réalisation et routage : le logiciel de routage étant nouveau, la compréhension de son fonctionnement était obligatoire pour une plus grande facilité d'utilisation. De plus, plusieurs cartes ont dû être abandonnées pour différentes raisons (ex : impossibilité de soudage après réalisation).
- La rédaction du dossier a malheureusement mis plus de temps que prévue. Notre organisation entre binôme n'étant pas encore bien au point.

Tache/semaine	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Découverte sujet	■						■	■									
	■	■															
Compréhension sujet	■	■															
	■	■															
Cahier des charges	■	■	■														
	■	■															
Études solutions		■	■														
		■	■	■													
Choix composants		■	■	■													
			■	■													
Étude composants					■	■											
				■	■	■											
Étude programmation					■	■											
Réalisation typon et routage									■								
									■	■	■	■	■				
Réalisation carte										■							
										■	■	■	■				
Porgrammation											■						
												■	■	■			
Tests												■	■	■			
													■	■	■		
Rédaction dossier														■	■	■	
												■	■	■	■		
Préparation oraux																■	■
																■	■
Oraux																	■
																	■

En rouge on a le planning prévisionnel et en vert le planning réel. Le jaune représente les vacances.

## 7. Réalisation

Après l'étude théorique et le choix des composants, nous devons réaliser la carte électronique de notre projet. Cette partie occupé la majorité de notre temps de travail, et ce tout en vérifiant que notre montage final répondait au cahier des charges. La taille de la carte fut l'élément le plus problématique.

Le schéma électrique et le plan de routage des pistes ont été réalisés à partir du logiciel Orcad, logiciel de CAO mis à la disposition des étudiants de l'IUT GEII de Tours pour la conception de cartes électroniques.

La principale difficulté fut de mettre tous les composants sur la même carte (acquisition et afficheur). Pour réaliser cette opération, notre plan de routage s'est fait sur deux faces (recto et verso). L'IUT disposant du matériel nécessaire à la réalisation de carte doubles-faces.

Par souci de faisabilité, l'afficheur LCD fut placé sur la face cuivre (et non sur la face des composants). Cela évite le croisement de plusieurs fils sur les faces.

Désormais le contraste du LCD est réglé d'usine<sup>8</sup> afin d'éviter le placement d'un potentiomètre accessible par l'utilisateur.

Par souci d'étanchéité, un seul câble multibrin sort du boîtier par un système résistant à l'humidité.

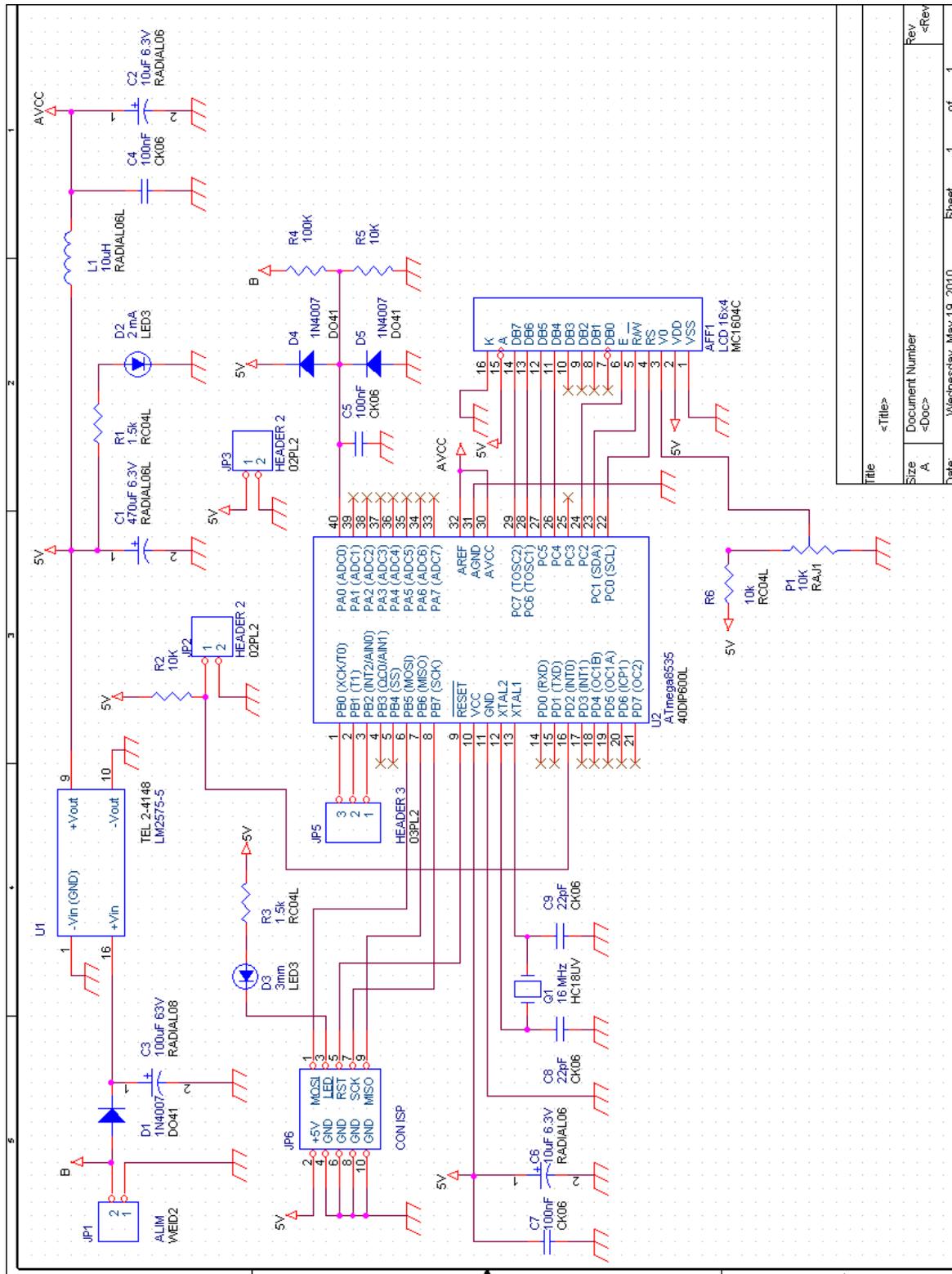
Le capteur de température n'a pas encore de protection contre les intempéries. S'il est protégé, sa capacité de mesure est affectée.

---

<sup>8</sup> Lors de la construction de la carte.

## 7.1. Typon et routage

La plupart des composants étaient données dans les bibliothèques de M. LEQUEU<sup>9</sup>, seul le composant TEL2-4148 a dû être fait entièrement sous Layout<sup>10</sup>.



Title	Document Number	Rev
<Title>	<Doc>	<Rev>
Size	A	
Date:	Wednesday, May 19, 2010	Sheet 1 of 1

Illustration 20: Schéma électrique sous Capture

<sup>9</sup> Enseignant à l'IUT GEII de Tours.

<sup>10</sup> Logiciel de conception de typon pour le routage.

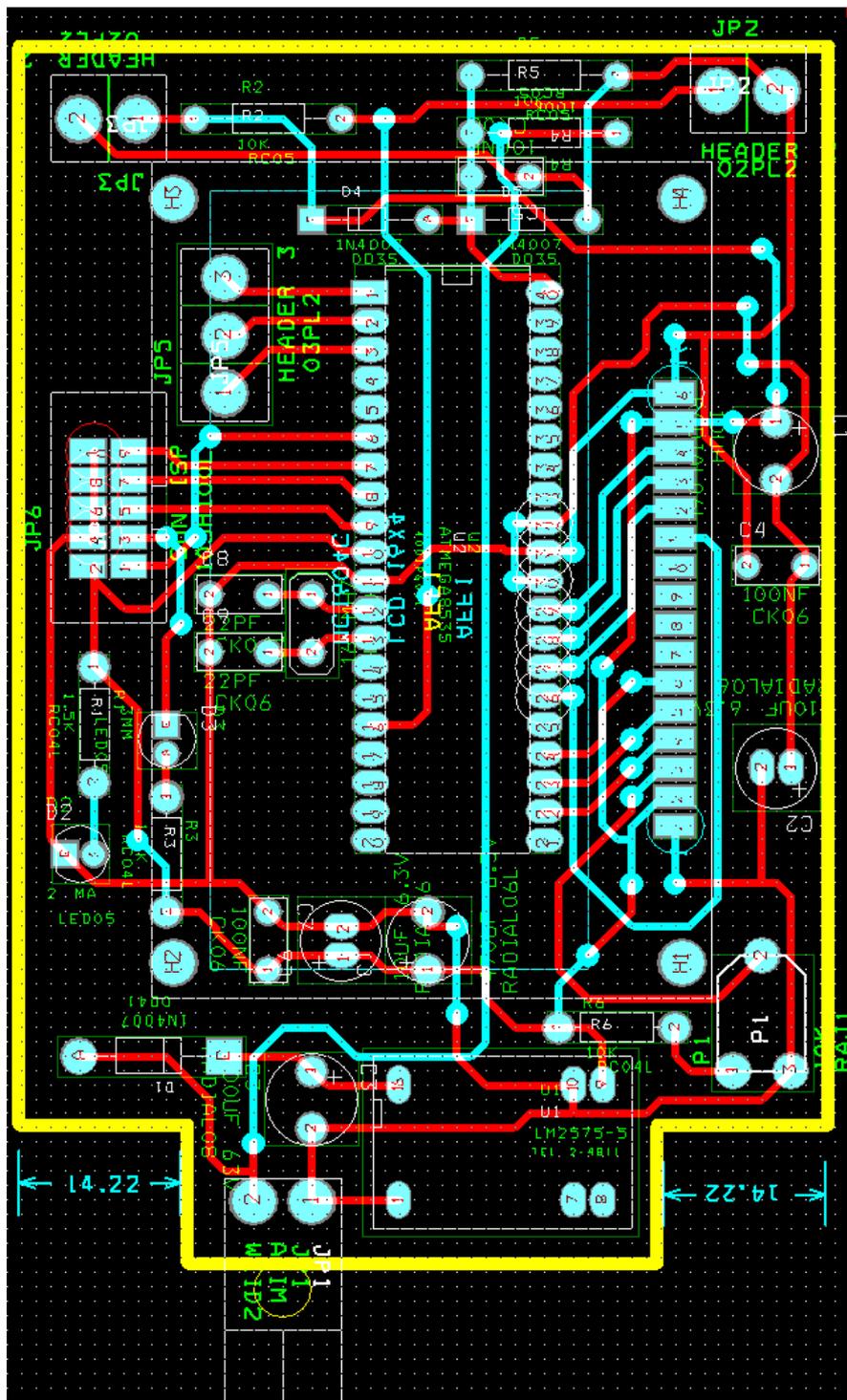


Illustration 21: Visualisation du schéma de routage de la carte sous Orcad Layout

Les fils bleus représentent les pistes électriques de la face « composant » et les fils rouges celle de la face « cuivre ». De nombreux vias<sup>11</sup> ont du être réalisés. Le placement des composants permet de ne pas perturber la partie programmation du microcontrôleur par l'alimentation en 48V. Le LCD est, quant à lui, placé au plus près du microcontrôleur.

<sup>11</sup> Dispositif de conduction de passage d'une surface à une autre

## 7.2. Réalisation et assemblage de la carte

Après avoir conçu le plan de routage, nous avons réalisé notre carte grâce à l'équipement de l'IUT.

Cette procédure consiste à insoler la carte vierge avec des rayons UV (un papier calque avec l'imprimé du circuit conçu sur Orcad est placé sur la carte afin d'éviter l'insolation des futures pistes). Puis dans un second temps, nous « révélons » la carte en la plongeant pendant quelques secondes dans un produit révélateur. Puis, nous passons la carte dans une graveuse permettant l'élimination du cuivre insolé en ne laissant ainsi que les pistes de notre carte. Enfin, nous nettoyons la carte avec une solution éliminatrice pour enlever le cuivre oxydé.

Voici notre carte ainsi placée dans son logement :



*Illustration 22: Carte terminée dans son boîtier*

La carte ne rentre pas entièrement dans son emplacement en hauteur. En effet, l'afficheur empêche la visserie d'assurer correctement l'étanchéité du boîtier. N'étant qu'un prototype, le support provisoire de l'afficheur LCD pourra être retiré et ainsi nous pourrions souder la carte afficheur à la carte d'acquisition et permettre une bonne fermeture du boîtier.

## 7.3. Programmation de la carte

L'utilisation du microcontrôleur Atmega8535 est simple. Cependant la mise en place d'opérations complexes et de correcteurs d'erreurs de mesures a pris beaucoup de temps.

La programmation du microcontrôleur s'est faite par le logiciel AVR Code Vision, il permet de programmer en codage C<sup>12</sup>. Pour faciliter la programmation, des bibliothèques<sup>13</sup> mises à dispositions ont permis d'utiliser des fonctions prédéfinies.

---

<sup>12</sup> Langage de programmation;

<sup>13</sup> Ensemble de fichiers permettant d'utiliser des fonctions pré-définies.

### 7.3.1. Le capteur de température

Avec une librairie mise à disposition et une initialisation automatique, on récupère facilement la température du capteur que l'on adapte pour l'affichage (ex : détermination du signe de la température, résolution de la température). Cependant l'initialisation du capteur impose un numéro d'adresse qui est propre à chacun. Si on change le composant, il faut reprogrammer le microcontrôleur pour que le changement prenne effet.

### 7.3.2. Mesure de la tension de la batterie

En utilisant l'entrée du convertisseur analogique/numérique<sup>14</sup>, on obtient une valeur numérique codé sur 10 bits. Cela donne ici une résolution de mesure inférieure à 0,1V par rapport à la valeur initiale de la tension. On transforme ensuite la valeur calculée réelle en un entier de façon à pouvoir l'afficher correctement sur le LCD.

### 7.3.3. Mesure de la vitesse

Cette partie fût la plus délicate à programmer.

Un premier compteur permet de définir un temps de référence de 1s. Il incrémente 250 000 fois par seconde (250Khz), son cycle de comptage commence de 0 et fini à 255. Il faut environ 977 cycles de comptage pour obtenir 1s. Lorsque la seconde est passée, on récupère les informations sur la vitesse pour les transmettre à l'affichage. On prévient la partie affichage de l'arrivée de nouvelles données en mettant un drapeau à 1.

Un second compteur aux paramètres similaires permet de mesurer le temps qui passe entre deux impulsions du capteur de vitesse. Si le temps entre deux impulsions est trop court, c'est un rebond, sinon c'est bien le comptage d'un tour.

Pour que le microcontrôleur puisse compter les impulsions envoyées par le capteur de vitesse, on utilise une entrée d'interruption (ici INT0). Celle-ci permet, lorsque cette entrée est activé, d'exécuter un programme d'interruption qui stoppe temporairement le programme principal. On profite de cette interruption pour incrémenter le nombre de tours s'il est accepté par le système anti-rebond.

### 7.3.4. Affichage des données

La librairie du LCD permet par une fonction pré-programmée d'envoyer une chaîne de caractère à un endroit précis sur l'afficheur. Le rafraichissement de l'affichage se fait en continu, sauf pour la vitesse qui nécessite qu'un drapeau soit activé pour réactualiser la vitesse.

---

<sup>14</sup> Permet de convertir un signal de type analogique en signal numérique.

## 8. Tests et validations

L'objectif des tests est de s'assurer du bon fonctionnement de notre projet.

### 8.1. Alimentation

La carte est alimentée par une tension d'alimentation de valeur équivalente à la celle délivrée par la tension des batteries. On teste la carte en appliquant ensuite une valeur supérieure à la tension nominale des batteries puis en inversant la polarité.

Le résultat est satisfaisant car notre carte supporte correctement ces mauvais traitements. Les diodes laissent ou empêchent le passage du courant en fonction du test appliqué. La tension délivrée aux composants de la carte est bien du +5V comme prévu.

### 8.2. Mesure de tension de la batterie



*Illustration 23: Visualisation de la tension des batteries*

La mesure de la tension de la batterie fonctionne parfaitement. On peut mesurer de 0V à 67,5V. Au dessus de 67,5V, la tension de sortie du pont diviseur remplace le +5V présent sur la carte, évitant ainsi d'endommager les entrées analogiques du microcontrôleur.

### 8.3. Test du capteur de vitesse

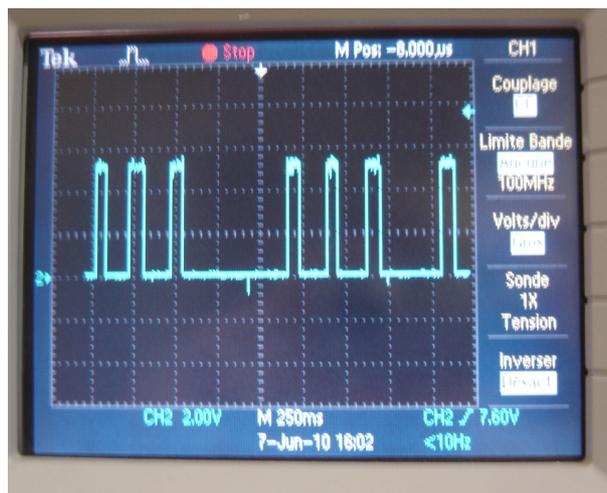


Illustration 24: Exemple de signal envoyé par le contacteur à lame souple

Ce test a permis de vérifier le bon fonctionnement du capteur de vitesse et des signaux envoyés au microcontrôleur. Le comportement obtenu est celui voulu. Cependant, les défauts dus aux rebonds n'ont pu être visualisés correctement sur l'oscilloscope.

### 8.4. Capteur de température

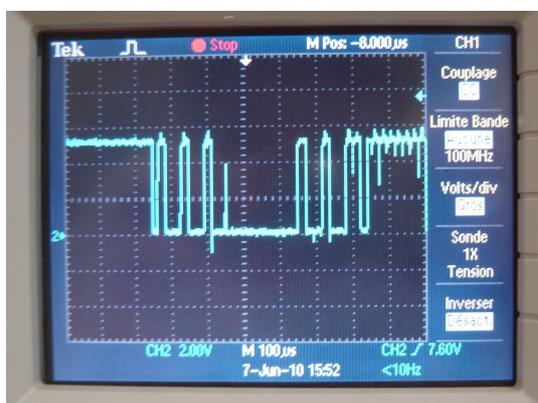


Illustration 26: Visualisation de la sortie SDA du LM75

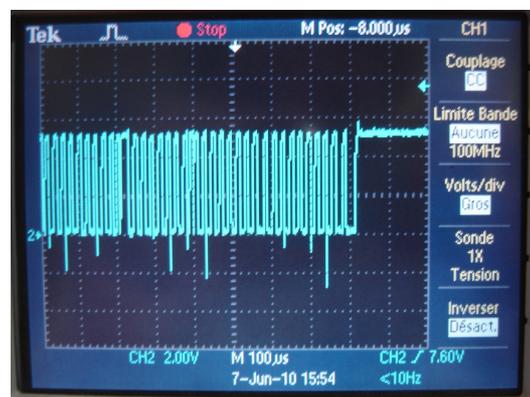
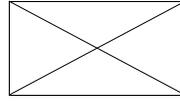


Illustration 25: Visualisation de la sortie SCL du LM75

L'affichage du capteur de température a finalement pu être un succès. Celui-ci fonctionnant correctement suite à différents tests de continuités du câble de liaison, car certains fils sont sectionnés dans le câble. Ici, nous pouvons observer les signaux sortants respectivement de la sortie SDA (les données numériques image de la température converties par le LM75) et de la sortie SCL (signal de synchronisation).

Les résultats des tests sont donc concluants. Le cahier des charges est respecté tant au niveau du bon comportement des capteurs que du respect des contraintes.

**Accepté**



**Refusé**



## 9. Nomenclature

Composant	Quantité	Prix (euros)/unité
Afficheur LCD MC1604C	1	24,53
Condensateur 470µF 6,3V	1	0,45
Condensateur 10µF 6,3V	2	0,31
Condensateur 100µF 6,3V	1	0,26
Condensateur 100nF	3	0,61
Condensateur 22pF	2	0,13
Diode 1N4007	1	0,1
Diode 1N4148	2	0,02
LED 2mA	2	0,2
Connecteur ISP 10 broches droit	1	1,88
Inductance 10 µH	1	1,05
Résistances	7	0,43
Quartz 16 Mhz	1	1,56
TRACOPOWER TEL2-4148	1	16,1
Atmega8535	1	6,01
Capteur de température LM75	1	1,59
Capteur de vitesse lame souple MK 21P	1	4,69
Boitier Fibox PC100/35LT	1	12,86
	<b>Total</b>	<b>77,25 euros</b>

Le coût total du projet dépasse le budget prévu initialement. Cependant si les achats s'effectuent en prenant plusieurs de chaque composant, le prix total par montage serait proche du budget initial.

## 10. Suivi de projet

Semaine	Résumé séance
8	Découverte du sujet et début de recherches de solutions technologiques.
9	Continuation de la semaine précédente.
10	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conception structure de la carte électronique,</li> <li>• Début du choix des solutions technologiques.</li> </ul>
11	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fin des choix de solutions technologiques,</li> <li>• Dossier de documentation technique complet,</li> <li>• Début des tests.</li> </ul>
12	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Test sonde température,</li> <li>• Test sur plaque d'essai du montage de mesure de tension des batteries,</li> <li>• Essai du câble multibrin.</li> </ul>
13	Utilisation du câble multibrin réussie.
14	Vacances
15	
16	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schéma Layout terminé, début du routage sous Orcad,</li> <li>• Début rédaction dossier.</li> </ul>
17	Routage sous Layout
18	Première réalisation de carte.
19	Modification sous Orcad puis deuxième réalisation de la carte.
20	Modification sous Orcad puis troisième réalisation de la carte.
21	Fin de réalisation de la carte et début des tests.
22	Programmation et test de la carte.
23	Fin de programmation et phase de test réussie. Fin de la rédaction du dossier. Projet terminé.

# Conclusion

Notre objectif principale fut la diminution d'encombrement de l'ensemble acquisition et affichage.

L'analyse technique et les choix technologiques se sont déroulés sans difficultés.

Lors du déroulement du projet, nous avons été contraint d'établir un planning détaillé. Il fut mis à jour tout au long de nos séances d'études et réalisations pour permettre une meilleure organisation.

De plus, la réalisation de ce type de projet nous a permis d'approfondir nos connaissances acquises au cours de la formation à l'IUT et de s'adapter aux contraintes liées à l'ergonomie pour le placement des composants et des techniques de routage.

Certaines améliorations peuvent être apportées au projet : le montage doit être intégré dans un nouveau boîtier pour passer du prototype à la version finale, il faut revoir la connexion du capteur de température au câble, de plus on peut rajouter une fonction chronomètre au montage.

Notre projet est entièrement fonctionnel. Nous espérons maintenant pouvoir tester notre projet en condition réelle : sur un Kart. Nous pourrions ainsi mieux nous rendre compte des performances de notre montage.

## Index des illustrations

Illustration 1: Carte d'acquisition du projet précédent.....	8
Illustration 2: Disposition de l'afficheur de l'ancien projet.....	9
Illustration 3: Carte d'acquisition et de gestion d'affichage actuel.....	9
Illustration 4: Dimensions du boîtier FIBOX du projet actuel.....	10
Illustration 5: Vue de dessus du TRACOPOWER TEL2 - 4148.....	11
Illustration 6: Dimensions TEL2 - 4148 vue de dessus.....	11
Illustration 7: Dimensions TEL2 – 4148 vue de profil.....	11
Illustration 8: Circuit et connectique de l'afficheur.....	12
Illustration 9: Vue globale de l'afficheur LCD.....	12
Illustration 10: Dimensions de l'afficheur LCD.....	12
Illustration 11: LM75 monté avec son câble.....	13
Illustration 12: LM75 monté sur plaque.....	13
Illustration 13: Schéma structurel du LM75.....	13
Illustration 14: Capteur de vitesse à lame souple.....	14
Illustration 15: Schéma fonctionnel du capteur de tension batterie.....	14
Illustration 16: Vue du microcontrôleur Atmel Atmega 8535.....	15
Illustration 17: carte de programmation du microcontrôleur.....	15
Illustration 18: énumération des pattes du 8535.....	16
Illustration 19: Câble multibrin utilisé dans notre projet.....	17
Illustration 20: Schéma électrique sous Capture.....	23
Illustration 21: Visualisation du schéma de routage de la carte sous Orcad Layout.....	24
Illustration 22: Carte terminée dans son boîtier.....	25
Illustration 23: Visualisation de la tension des batteries.....	27
Illustration 24: Exemple de signal envoyé par le contacteur à lame souple.....	28
Illustration 25: Visualisation de la sortie SCL du LM75.....	28
Illustration 26: Visualisation de la sortie SDA du LM75.....	28

Les photos viennent de sources personnelles.

Les schémas viennent du projet sous Capture et Layout.

Le reste provient des documents techniques liés aux composants

# Annexes

- Documentation du composant TRACOPOWER TEL2-4811,
- Fiche technique du boîtier FIBOX,
- Pré-document technique sur l'Atmega8535,
- Document technique sur le capteur de température LM75,
- Programme présent dans le microcontrôleur pour la gestion du montage,
- Schéma Layout de la carte électronique,
- Schéma de routage sous Orcad, coté composant puis cuivre,
- Sérigraphie face composant puis cuivre.

