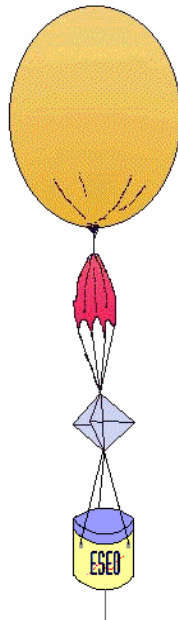


ESEO

CAO

**Lancement du ballon
stratosphérique
« PHOENIX II »
le 12 mars 2005**

Club Aéronautique de l'Ouest



<http://cao.phoenix2.free.fr>



Sommaire

Sommaire	2
Introduction	3
I- Objectifs	4
II- Résultats.....	5
Les résultats des capteurs	6
III- L'équipe.....	8
1) Organigramme	8
2) Organisation périphérique du projet	9
IV- Planning.....	11
V- Budget	14
VI- Communication Interne.....	16
VII- Communication externe	21
VIII- Bénéfices individuels	22
Hubert Martin :	22
Simon Champenois :	22
Edouard Dupin :	22
Antoine Lenormand :	23
Anne-Sophie Goureau :	23
Conclusion.....	24
ANNEXE	25
SCHEMA DE LA NACELLE	25
SCHEMAS ELECTRONIQUES	26
Code implanté sur le microcontrôleur	28

Introduction

Lorsqu'en juin 2003 nous reprenions le club aérospatial nous n'imaginions pas aller aussi loin. Notre objectif était alors de découvrir le monde de l'aérospatiale. Deux ans plus tard nous avons deux lancers de ballons stratosphériques à notre actif. Le Club Aérospatial de l'Ouest a pu renaître des ses cendres grâce au projet Phoenix et ses deux nacelles Phoenix I et Phoenix II. Ce club portait une histoire liée de très près à celle de l'école. On ne l'avait vu réaliser qu'un projet en 10 ans, en l'an 2000. Il avait pourtant participé à la renommée de l'Ecole dans le monde de l'aérospatiale français. En revenant avec ce grand projet nous avons perpétué l'histoire de l'aérospatiale à l'ESEO dans la plus pure tradition du club, avec passion et enthousiasme. Vous obtiendrez, par ce document, les détails de notre organisation.

Profitons également de cette introduction pour remercier ceux qui nous ont aidé dans ce projet :

M. Charruault,
Le BDE, dont son président Simon Lelarge
Le Club Robot,
M. Bouvier,
M. Guitton,
M. Geslin,
Mme Halgand,
M. Beloeil,
Le club photo,
Le LCI,
Le VDE,

Charly Delmas-Marsalet, Jean Rousseau, Thomas Gaudriot, Guillaume Artaud, Nicolas Bizard, Clément Le Tonnelier, Romain Vadrot : pour leur aide le jour du lancer,
Julien Martin : pour nous avoir prêté sa voiture avec laquelle nous avons fait 600 kilomètres afin d'aller chercher la nacelle dans le Berry.

Ainsi que Planète Sciences dont : Etienne, Vincent, Christel et Erwan,

Le CNES dont Nicolas Verdier,

Et Les radioamateurs dont M. Paris.

I- Objectifs

L'objectif du club était d'envoyer, comme cela avait été déjà fait l'an passé, un ballon sonde dans la stratosphère, soit à près de 30 000 mètres d'altitude. Ce projet s'inscrivait dans le prolongement de celui de l'an passé et en reprenait même le nom : le projet Phoenix II.

On peut distinguer plusieurs objectifs dans cette entreprise. Tout d'abord le but pédagogique. Un ballon sonde permet de s'initier à l'univers de l'aérospatiale, d'apprendre de quoi est composée notre atmosphère, jusqu'où l'on peut pousser les limites d'un ballon, de l'électronique. Cela permet de rencontrer des passionnés, des ingénieurs membres de clubs ou du CNES.

Il y avait aussi le but lié aux expériences. Une partie des idées furent reprises sur le précédent projet. Mais il a aussi fallu innover puisque nous voulions prendre des photographies. Nous avons donc dû faire, ou refaire, toutes les cartes électroniques, programmer le microprocesseur, et concevoir de nouveau tout l'intérieur de la nacelle.

De plus notre club désirait faire découvrir le monde de l'aérospatiale aux autres élèves de l'École. C'est pour cela que dès le départ notre objectif était de lancer notre ballon depuis l'école et si possible lors des journées portes ouvertes du 12 mars 2005 pour contribuer à la bonne image de l'école. Nous voulions également réaliser un site Internet rassemblant l'ensemble de nos travaux de la manière la plus complète possible.

II- Résultats

Le Club Aérospatial de l'Ouest avait deux grands objectifs : lancer un ballon sonde et apprendre. Sur ces deux points l'activité du club a été un grand succès. Nous considérons par ailleurs que la réussite d'un projet est liée à la richesse de l'enseignement qu'il nous a apporté. Certes toutes les expériences ne nous ont pas donné les résultats escomptés mais le projet fut d'une richesse incroyable.

Le projet Phœnix s'est en réalité étalé sur deux ans avec tout d'abord l'envol de la nacelle Phœnix I le 26 mai 2004 puis la nacelle Phœnix II le 12 mars 2005. Cette réalisation par étapes était absolument nécessaire pour bien étudier la faisabilité d'un tel projet et surtout pour pouvoir prendre les bons contacts et appréhender au mieux les différents problèmes.

La nacelle Phoenix I était assez rudimentaire. Des capteurs simples, en envol loin de l'école, à Vitré : Nous pouvons parler d'un petit pas, un coup d'essai par lequel on a pu tirer énormément d'enseignements.

Le véritable objectif, aboutissement des deux ans de travail, était le lancer de Phœnix II depuis le toit de l'école avec un appareil photographique et deux fois plus de capteurs.

Voici donc les résultats du club. Nous passerons très brièvement sur le lancer de Phœnix I. Notons toutefois qu'il fut un succès total avec près de 3h de télémesures et une altitude maximale de près de 30 000 mètres. Il a fait l'objet d'un rapport très apprécié par les responsables de Planètes Sciences qui l'ont immédiatement mis à disposition du public sur Internet. Ce rapport a de plus été transmis au CNES, à Motorola et à un responsable de la SAGEM que cela intéressait.

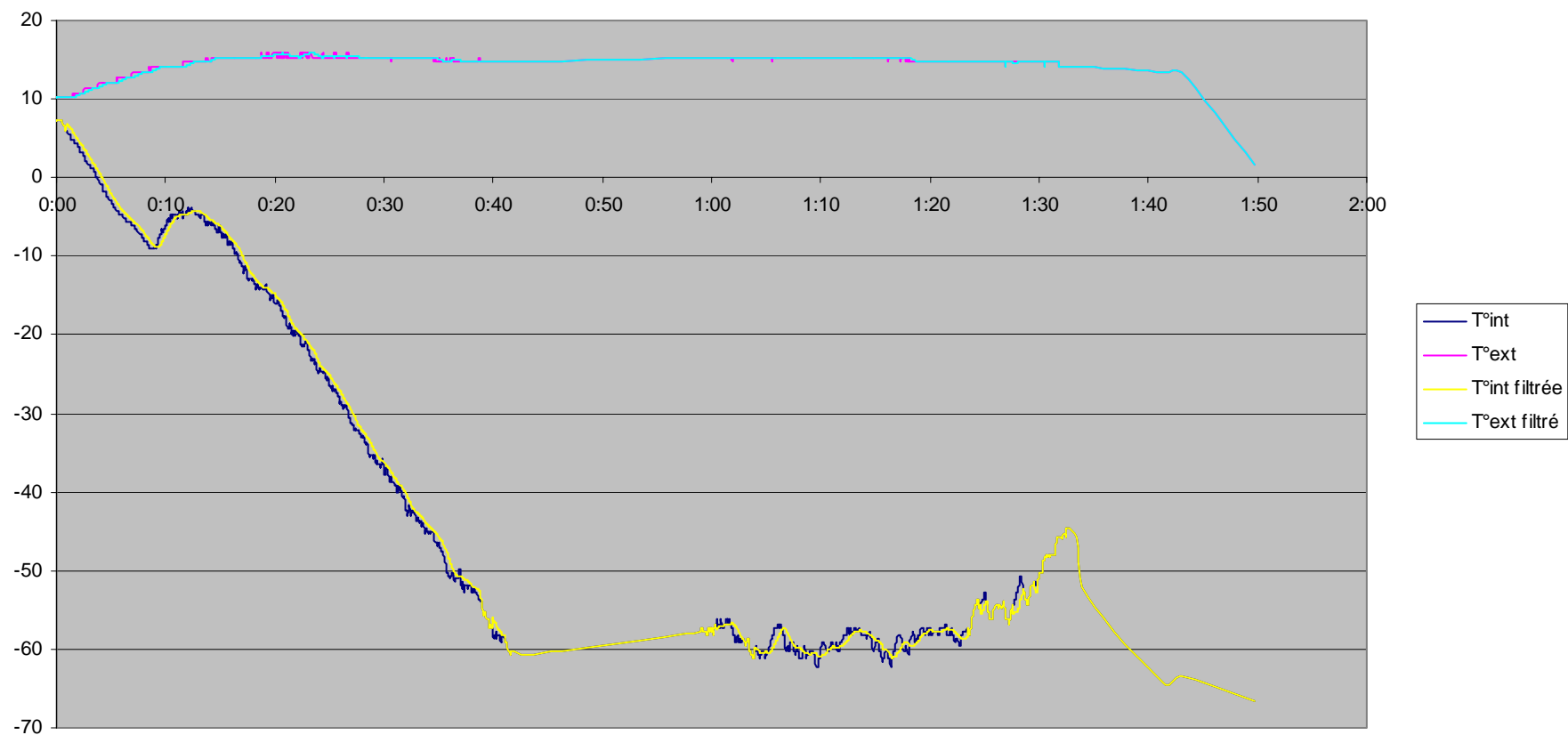
Pour le lancer de Phoenix II nous pouvons également parler de succès :

- lancer du ballon lors des journées portes ouvertes du 12 mars 2005 depuis le toit du nouveau bâtiment devant plusieurs dizaines d'élèves.
- un exposé d'environ 15 minutes devant l'ensemble de la promotion des deuxièmes années du cycle ingénieur de l'école.
- un site Internet complet : cao.phoenix2.free.fr, qui a reçu près de 380 visites à ce jour.
- Trois articles de presse locale faisant mention du projet.
- Plus de deux heures de télémesures.
- un vol de près de 300 km.
- une altitude maximale d'environ 25 000 mètres
- Nous regrettons cependant qu'en raison d'un problème technique non encore identifié à ce jour, seules deux photos ont été prises au début du lancer.

Les résultats des capteurs

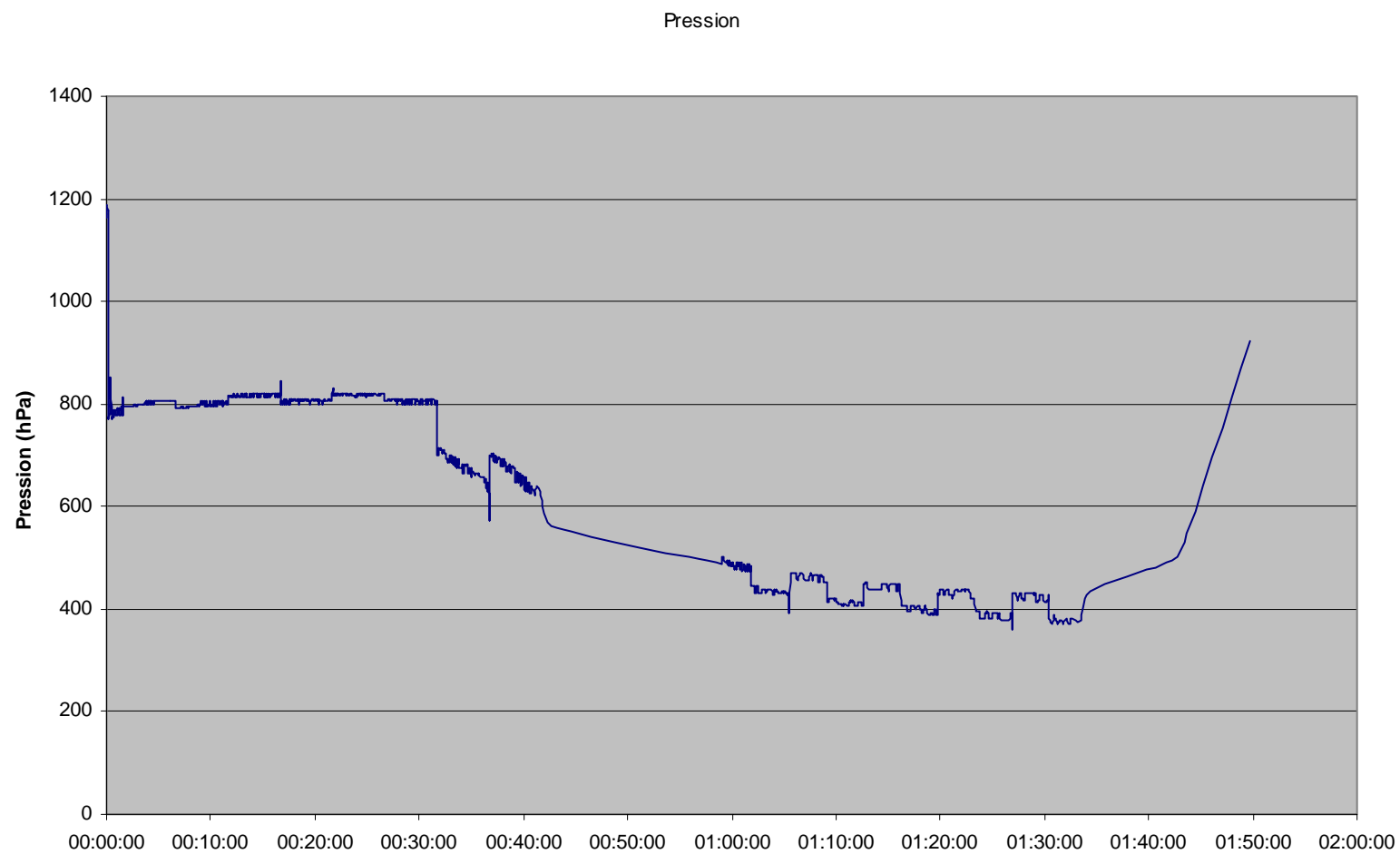
Température

Voici les courbes données par les capteurs de température interne et externe :



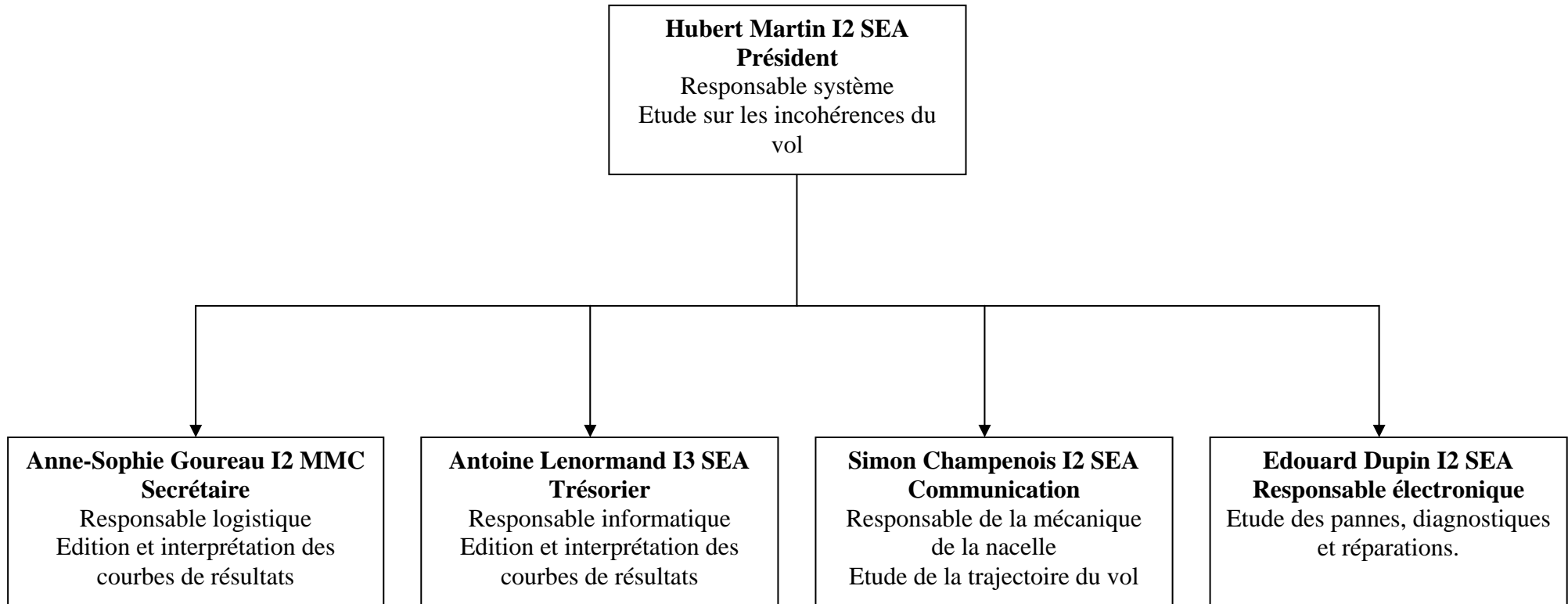
Pression

Voici la courbe de pression obtenue. Elle apparaît fautive. Le capteur semble s'être montré défaillant à la suite des problèmes de CEM survenus juste avant le décollage. Cette courbe est donc à prendre avec discernement.

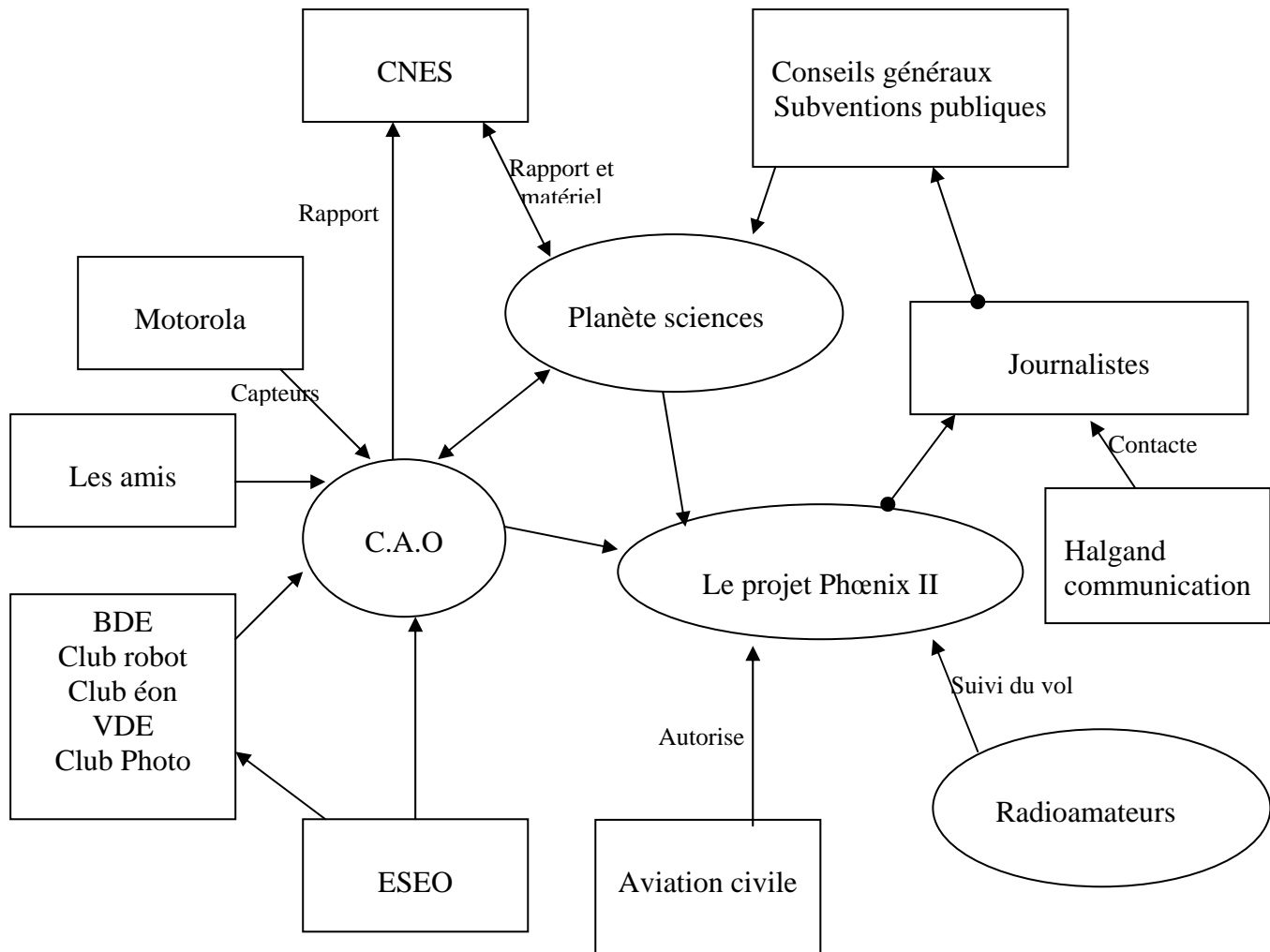


III- L'équipe

1) Organigramme



2) Organisation périphérique du projet



Voici un schéma qui donne une idée du monde qui a été lié, de près ou de loin, au projet Phœnix II. Nous allons revenir dessus afin de mieux expliquer les interactions existantes entre ces différents acteurs.

Tout d'abord le binôme Planète Sciences - C.A.O. Ce sont les acteurs principaux de ce projet, ceux qui en étaient au cœur, les réalisateurs. Le rôle du C.A.O. est bien connu puisqu'il fait l'objet de ce rapport mais rappelons succinctement son travail : réaliser la nacelle, choisir les expériences, trouver un budget, mettre en œuvre l'électronique de bord, suivre les expériences, les analyser, écrire et transmettre un rapport sur le vol.

De son côté Planète Science a le rôle très important de surveiller et d'aider les clubs dans leurs projets. Ils éditent donc un cahier des charges qui doit être suivi scrupuleusement. Un membre de l'association vient régulièrement rendre visite au club pour constater l'état d'avancement du projet et proposer des solutions aux problèmes rencontrés. L'association fournit également la chaîne de vol (ballon, parachute, déflecteur radar), ainsi que la chaîne d'émission réception. De plus ce sont eux qui demandent les autorisations indispensables auprès de l'aviation civile.

Toutes ces activités aérospatiales ont lieu sous l'égide du CNES (Centre National d'Etude Spatiale). Tous ces projets ne pourraient exister sans leur accord et sans leur aide. Ils fournissent à Planète Sciences le matériel dont ils ont besoin. Les rapports sur les vols leur sont transmis soit directement par les clubs, soit via Planète Sciences, justifiant ainsi leurs activités.

N'oublions pas les radios-amateurs chargés de suivre le vol du ballon et de localiser son point de chute.

Motorola a fourni au C.A.O. des capteurs de pression dont l'achat n'aurait pu être effectué par le club seul.

Le BDE a également participé à la réussite du projet non seulement par la subvention qu'il a attribuée au club mais également par son soutien moral capital avec le concours de l'École. Nous remercions d'ailleurs l'administration, et en particulier notre directeur, M. Charruault, qui nous a permis de lancer le ballon depuis le toit de l'école lors des J.P.O. Sans oublier le corps professoral qui s'est rendu très disponible.

Nous pouvons également citer le club électronique qui a largement contribué au succès du projet par le prêt d'une partie de ses instruments, le club robot qui nous a fourni des outils et le VDE qui a eu la patience d'attendre la fin du lancer pour nous apporter de quoi bien déjeuner.

Enfin n'oublions pas les amis par qui l'on a pu trouver un appareil photographique, qui étaient présent pour nous aider le jour du lancer et qui nous ont toujours soutenu dans cette entreprise par leur enthousiasme, leur intérêt, et leurs encouragements.

IV- Planning

En début d'année associative 2004, l'équipe a décidé d'un planning qu'elle a respecté par la suite. Il s'agissait tout d'abord de définir les tâches à réaliser puis de les classer dans un ordre chronologique, et enfin d'attribuer à chacune une date limite de réalisation. Ce qui donne ceci :

1. Première réunion et lancement de notre nouvelle année associative : 23/09/2004
2. Rendre le club existant au niveau de l'administration et du BDE (fin septembre)
3. Rédiger le dossier bilan du projet Phoenix et le faire parvenir au CNES, à Planète Sciences, et à Mr Charruault (jusqu'à mi-octobre)
4. Lancer le projet Phoenix II (septembre)
5. Dossier associatif n°1 + budget et planning prévisionnels (octobre)
6. Inscription à Planète Sciences (novembre)
7. Rencontre avec Mr Charruault pour obtenir son autorisation pour le lancer lors des JPO (décembre)
8. Réalisation d'une carte de commande d'un appareil photo lors d'un projet scolaire (jusqu'en décembre)
9. Choix d'un appareil photo argentique (janvier)
10. Commande de pellicules (janvier)
11. Carte des capteurs (fin janvier)
12. Envoi du dossier technique à Planète Sciences (fin janvier)
13. Mise en ligne du site du CAO après autorisation de Mr Charruault : cao.phoenix2.free.fr (début février)
14. Code de programmation de la carte de commande (mi-février)
15. Intégration de l'appareil photo à la carte de commande + tests (fin février)
16. Début de la campagne d'informations dans les promos inférieures pour chercher des repreneurs (début mars)
17. Prise de connaissance des données concernant l'émetteur Kiwi (début mars)
18. Réadaptation de la nacelle au nouveau projet (début mars)
19. Intégration du module électronique + tests (début mars)
20. Contacter les radioamateurs (début mars)
21. Préparation du lancer : logistique, finalisation du module électronique (début mars)
22. Le lancer le 12 mars 2005 à 17h06
23. Analyse des résultats (avril 2005)
24. Bilan (dossiers...) (2 mai 2005)
25. Réunion d'informations concernant le vol de Phoenix II du 12 mars (mai)
26. Informer pour passer la main à une nouvelle équipe (mai)

Réunions régulières : 23/09, 18/10, 21/01, 29/01, 03/03



ID	Aug '04				Sep '04				Oct '04				Nov '04				Dec '04				Jan '05				Feb '05				Mar '05				Apr '05				May '05				Jun '05							
	19	26	02	09	16	23	30	06	13	20	27	04	11	18	25	01	08	15	22	29	06	13	20	27	03	10	17	24	31	07	14	21	28	07	14	21	28	04	11	18	25	02	09	16	23	30	06	13
19																																																
20																																																
21																																																
22																																																
23																																																
24																																																
25																																																
26																																																

Intégration du module électronique + tests

Contacteur les radioamateurs

Préparation du lancer : logistique, finalisation du module électronique

Le lancer le 12 mars 2005 à 17h06

Analyse des résultats

Bilan (dossiers...)

Réunion d'informations concernant le vol de Phoenix II du 12

Informers pour passer la main à une nouvelle équipe

V- Budget

COMPTES

Sbvention BDE	332.00 €
---------------	----------

Projet "Phoenix" II

	Débit	Crédit
Construction de la nacelle :	12.91 €	
Bande adhésive	7.91 €	
Pistolet à colle	5.00 €	
Modules électroniques :	80.53 €	
Appareil photo	20.00 €	
Programmateur de PIC	10.00 €	
composants + capteurs	11.57 €	
3 piles 4,5V	13.50 €	
Piles AA 1,5V	3.80 €	
Pellicules photo	11.15 €	
développement	10.51 €	
Frais administratif (ANSTJ - CNES) :	50.00 €	
Inscription à Planète Sciences	50.00 €	
Frais de fonctionnement :	84.98 €	
Préparation à la réunion	13.00 €	
Réunion avec notre suiveur	4.00 €	
Dernière réunion avant le lancer	8.40 €	
ballon baudruche (pour JPO)	5.00 €	
Essence (pour chercher la nacelle)	46.90 €	
pique-nique	7.68 €	

Total Aérospatial:	228.42 €	
---------------------------	-----------------	--

Etat cette année :	103.58 €	
---------------------------	-----------------	--

Solde au début d'année	149.51 €
-------------------------------	-----------------

Solde actuel:	253.09 €
----------------------	-----------------

VI- Communication Interne

Afin que tous les étudiants de l'ESEO puissent suivre l'évolution et l'avancement de notre projet, nous les avons informés tout au long de l'année. Les principaux moyens d'information ont été :

- 1) des mails groupés destinés aux 5 promotions
 - mail pour annoncer la mise en ligne du site Internet de notre club
 - mail pour annoncer la date et le lieu du lancer du ballon

- 2) des présentations orales
 - interventions orales de 5 min auprès des P2 et I1 par les membres du club
 - intervention de 15 min par Hubert Martin auprès des I2
 - annonce par Radio'truche du projet chaque midi de la semaine précédent le lancer

- 3) affiches (voir les pages suivantes)
 - logo du projet Phoenix affiché dans le hall (*affiche 1*)
 - présentation du projet affichée dans le hall (*affiche 2*)
 - annonce de la date et du lieu du lancer affichée dans le hall et dans chaque classe (*affiche 3*)
 - annonce du résultat du succès de notre lancer (*affiche 4*)

Affiche 1
(30cm * 42 cm)

Projet PHOENIX II



Affiche 2

(30cm * 42 cm)



But du projet :

- Réaliser la nacelle et les circuits électroniques
- Relever la température et la pression en temps réel
- Prendre des photos en fonction de l'altitude
- Analyser les résultats obtenus

Vol du ballon :

- Distance parcourue : une centaine de km
- Durée de vol : environ 2h30
- Altitude : 20 à 30 km



Affiche 3

(84cm * 60cm)



Club Aérospatial de l'Ouest
Projet PHOENIX II



LANCER DU BALLON - SONDE
samedi 12 mars à 14h
de l'ESEO

Affiche 4
(84cm * 84cm)



LE CAO

(Club Aéronautique de l'Ouest)

**VOUS ANNONCE QUE LE PROJET
DE BALLON SONDE
"PHOENIX II"
A ETE UN SUCCES**



Nous tenons à remercier :

- M . CHARRUAULT
- Le BDE et en particulier son président Simon LE LARGE
- Le club ROBOT (merci pour le matos qu'on vous a pris)
- M . BOUVIER
- M . GUITTON
- M . GESLIN
- Mme HALGAND
- M . BELOEIL
- Le club PHOTO
- Le LCI
- Le VDE (pour ses litres de café)
- Charly Delmas-Marsalet / Jean Rousseau
/ Thomas Gaudriot / Guillaume Artaud
/ Nicolas Bizard / Clement Letonnelier
/ Romain Vadrot (pour leur aide au lancer)
et tout les autres qui ont porté le projet
par leur soutien.



www.cao.phoenix2.free.fr

VII- Communication externe

Voici un article faisant état de nos efforts dans le domaine de la communication externe. Ajoutons que le club a participé à une conférence de presse préparatoire aux J.P.O. et organisée par Mme Halgand. Le Courrier de l'Ouest, RCF Anjou et NRJ étaient présents à cette réunion. Un dossier de presse avait d'autre part été transmis à Ouest France.

ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR

L'ESEO veut leur « donner envie » d'y entrer

Les journées portes ouvertes de l'École supérieure d'électronique de l'ouest se déroulaient le week-end dernier.

Pendant deux jours, Jacky Charruault, le directeur de l'ESEO et de nombreux étudiants ont été mis à contribution afin de « donner envie et de convaincre » les lycéens ou étudiants que l'école les valait bien. Pour cela, le directeur faisait une présentation générale de l'école qui précédait une visite des lieux.

L'ESEO propose ainsi aux élèves de filière S mais aussi de STI un cursus avec au terme de leurs études une réelle chance de trouver un emploi stable. « 75 % des étudiants trouvent un poste moins de trois mois après leur sortie » assure Jacky Charruault.

Un ballon sonde
Pendant leur cursus, les élèves alternent cours et stages en entreprise. Ils se voient également offrir la possibilité de partir étudier un an à l'étranger (Chine, Australie, Canada, etc.) grâce à la mise en place des doubles diplômes. L'ESEO proposera une nouvelle option dans les technologies biomédicales, « un domaine très porteur ». Afin d'aider les futurs étudiants



Des étudiants de l'ESEO répondent aux questions des lycéens et des étudiants lors des journées portes ouvertes

à se renseigner, plusieurs stands de différents domaines tels que l'aéronautique, les télécommunications ou l'automobile, étaient mis à la disposition des visiteurs. Ainsi, pour les passionnés d'aérospatiale, un « spectaculaire et inédit » ballon sonde bardé de capteurs s'est envolé du toit de l'ESEO jusqu'à 30 kilomètres d'altitude. Pendant son périple, la sonde fera des photos et des mesures de son environnement.

La voiture de Pescarolo
Autre centre d'intérêt : l'espace robotique, où des étudiants montraient leur robot qui participera au concours E = M6 dans quelques mois. Enfin, l'ESEO a exposé la voiture d'Henri Pescarolo, 4e aux dernières 24 heures du Mans, pour laquelle un ingénieur de l'école a participé à l'électronique embarquée. Les nombreux lycéens qui ont visité cet établissement « réputé et bien coté » durant ces deux jours ont jusqu'au 16 avril pour déposer un dossier.

VIII- Bénéfices individuels

Hubert Martin :

En tant que président la tâche était essentiellement d'organiser au mieux l'équipe et de prévoir les difficultés pour mieux y faire face. Ce projet fut d'un grand bénéfice. Il a fallu croire en sa réussite, se motiver à tout instant, rêver en demeurant cependant très près des réalités, simplifier les méthodes au maximum, et surtout rester calme.

Le calme est absolument nécessaire pour mener une équipe car cela évite bien des quiproquos, bien des déconvenues et bien des fatigues inutiles. Bien entendu le chemin est encore très long.

Il faut de plus, en tant que président, avoir une bonne vision de son équipe. Qui est le plus habilité pour cette tâche ? A qui l'on peut confier cette tâche pour que le travail soit le mieux réparti ? On est souvent tenté de tout faire soi-même, ou de confier le travail aux mêmes personnes. Mais on apprend peu à peu à déléguer, à faire confiance.

Nous pouvons aussi dire que ce projet fut d'un grand apport intellectuel. Nous avons été confrontés à énormément de problèmes qu'il a fallu résoudre, parfois dans des moments de grand stress où il fallait à tout prix conserver son sang froid. Le monde de l'aérospatiale a un peu plus ouvert ses portes à notre soif de découverte.

Enfin, ce projet m'a en partie permis d'obtenir un stage très intéressant dans l'aéronautique.

Simon Champenois :

Le club aérospatial fut pour moi l'occasion de mener un projet à long terme (2 ans). Il m'a permis de pouvoir mettre en pratique mes connaissances théoriques en électronique mais surtout de savoir gérer un projet de sa création jusqu'à son aboutissement. Il a fallu s'adapter à chaque problème que l'on a rencontré afin de pouvoir mener à bien le lancer. J'ai beaucoup appris par le travail en équipe et compris qu'une bonne organisation, qu'une bonne définition de nos rôles et qu'une bonne hiérarchie dans le club nous a permis d'aboutir à un succès. J'ai pu voir aussi qu'une bonne communication entre les différents membres de l'équipe fut un facteur déterminant dans la réussite de notre projet. Le club a donc été pour moi une façon d'entrevoir le domaine de l'aérospatiale et pourquoi pas d'y travailler en tant que futur ingénieur. Ce club m'a permis aussi d'acquérir le sens de la responsabilité et de la décision.

Edouard Dupin :

- Individuel :

Ce club m'a permis de comprendre et d'assimiler les problèmes liés aux dates butoirs (le ballon avait une date de lancer) et des objectifs bien définis, surtout dans un projet de cette envergure. Il est aussi important de noter que ce club met en avant les problèmes d'organisations (même si je n'y étais pas directement lié).

- Relationnel :

Ce club m'a permis de me faire remarquer un de mes défauts, qui est de dire directement ce que je pense à voix haute même si cela peut vexer les autres. C'est un point relationnel que je m'efforce de corriger, pas en arrêtant de dire ce que je pense directement mais en essayant de le dire de manière à éviter de vexer mon interlocuteur !!!! C'est dur.

- L'encadrement :

Cadre en chaîne massif doré à la feuille d'or, une vraie merveille ☺

Bon management

- Intellectuel :

J'ai appris à gonfler des ballons à l'hélium pour le prochain mariage, là il était beaucoup plus gros comme ça on a bien vu la manipulation, c'était très instructif aussi d'apprendre les bases de l'aérospatiale.

- Motivation :

Grande, enfin un projet intéressant qui sert à quelque chose, ça motive beaucoup plus.

Antoine Lenormand :

Cette année fut l'occasion d'apprendre énormément sur le domaine de l'aérospatiale, mes connaissances étant très limitées avant de faire partie de ce club. Fort de notre expérience de l'année précédente, notre équipe s'est entre aidée pour permettre l'élaboration du ballon sonde. Ce fut un travail d'équipe très enrichissant.

Anne-Sophie Goureau :

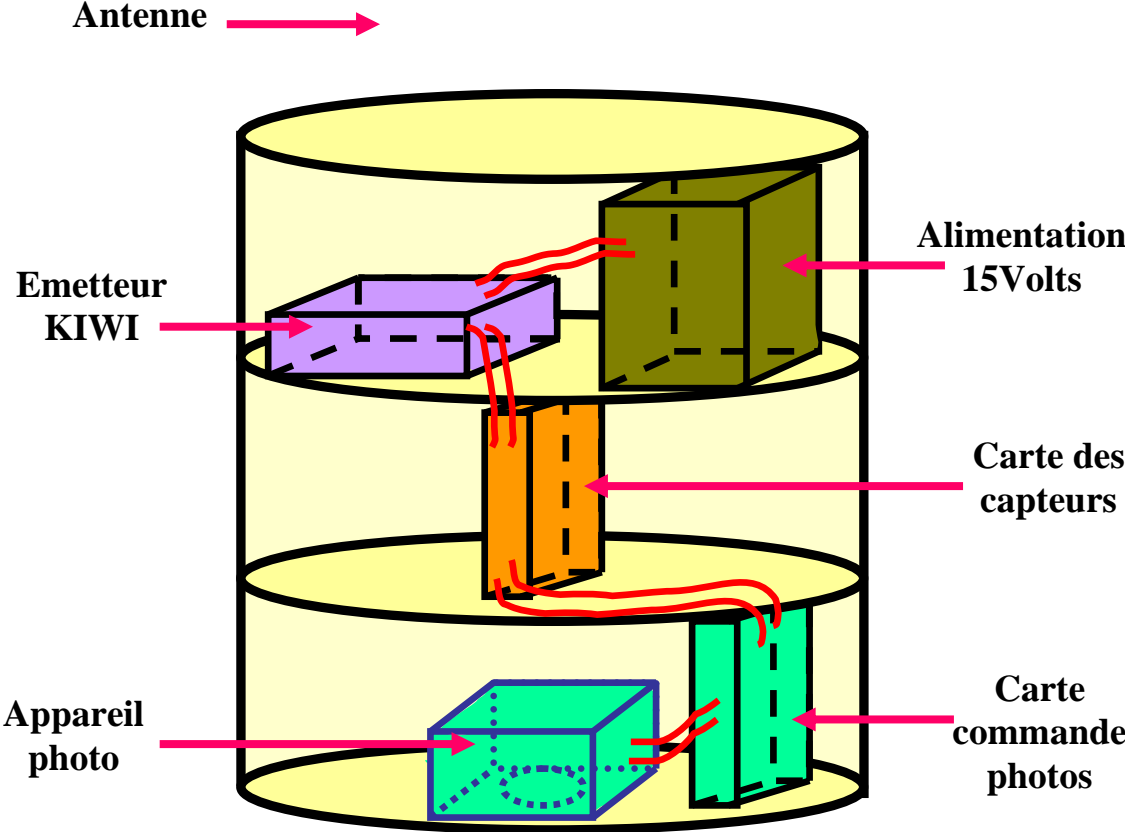
Cette année associative me donna l'opportunité de découvrir l'aspect logistique d'un projet. Les comptes-rendus que je réalisais pendant les réunions m'aident à rappeler régulièrement les étapes du planning à l'équipe, ce qui permet donc de respecter les contraintes de temps que nous nous étions fixées. De plus, s'insérer dans un environnement totalement masculin et établi en tant que tel ne fut pas chose facile, et m'aida à m'affirmer.

Conclusion

Le projet Phoenix a vu son apogée avec le lancement de Phoenix II. Nous avons alors pu montrer notre savoir faire devant une grande partie de l'Ecole. L'équipe a trouvé des méthodes d'organisation efficaces qui s'appliquaient aux personnalités de chacun et qui permettaient une gestion optimale du projet. Toutefois le travail n'est pas encore terminé. Chaque lancer fait l'objet d'un rapport. Certes, le lancer d'un ballon est spectaculaire et attire le public, mais c'est l'analyse des mesures et des problèmes qui animent une grande partie de la passion des membres du club. Cette année le travail s'annonce passionnant en raison de nombreuses anomalies détectées. La réflexion s'annonce approfondie et l'enseignement de taille. Encore une fois nous répétons que l'intérêt d'un projet est lié à l'enseignement qu'il nous apporte.

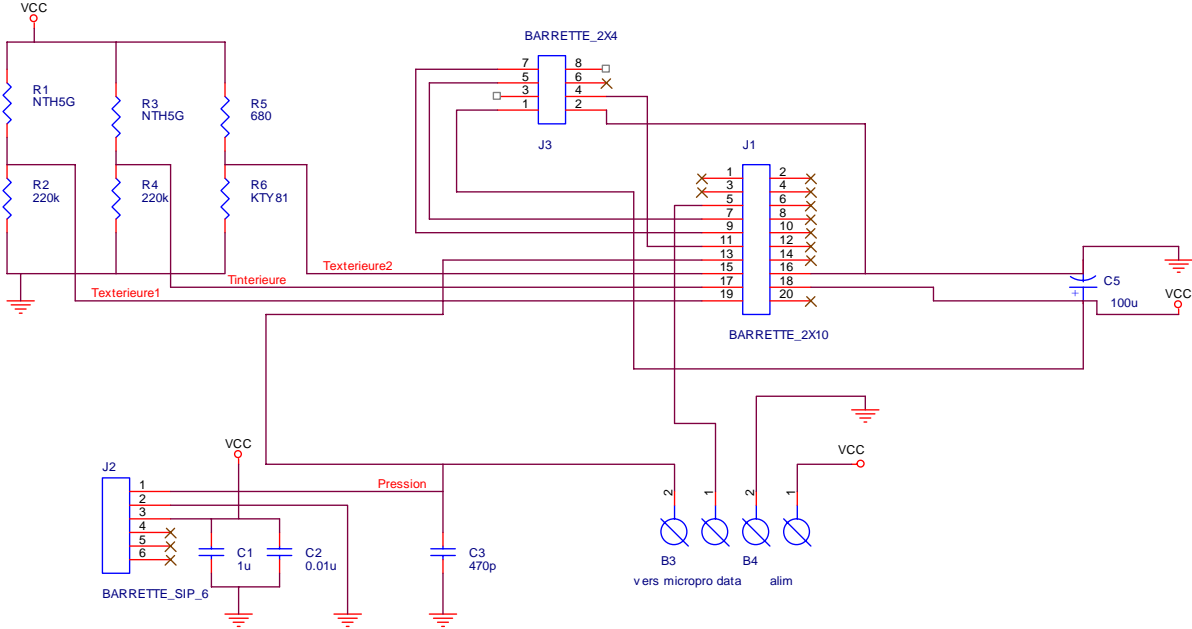
ANNEXE

SCHEMA DE LA NACELLE

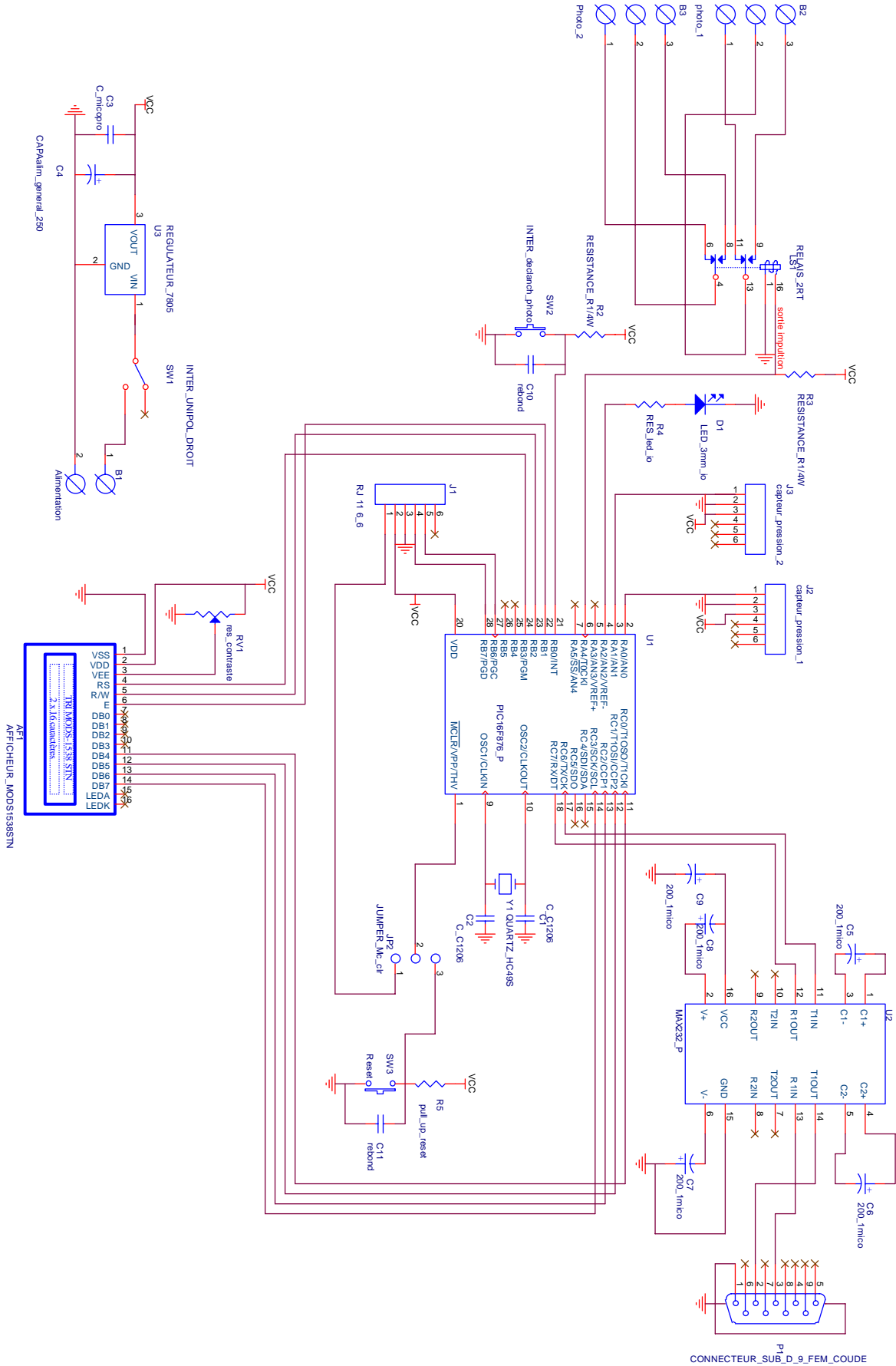


SCHEMAS ELECTRONIQUES

La carte de capteurs



Carte microcontrôleur



Code implanté sur le microcontrôleur

Ballon1.c

```
/**
 * @file ballon1.c
 *
 * @brief contrôle des prises de photos de l'appareil
 *
 * Permet tout d'abord de prendre une certaine quantité de
 photos, séparé par un temps déterminé
 * Puis, prend des photos suivant l'altitude (connue grace au
 capteur de pression).
 * Enfin, lorsque le capteur de pression l sera saturé, prise
 de photo séparé par un temps déterminé
 *
 * @date 28/01/05
 * @author Antoine LENORMAND
 *
 * @todo mettre les valeurs de pression que l'on souhaite
 */
```

```
#include "16f876A.h"
#include "definition.h"
```

```
#use delay(clock=2000000)
#use rs232(baud=9600, xmit=PIN_C6, rcv=PIN_C7)
```

```
structure_PORTA PORTA;
structure_PORTB PORTB;
structure_PORTC PORTC;
#byte PORTA=BASE_PORTA
#byte PORTB=BASE_PORTB
#byte PORTC=BASE_PORTC
```

```
//#fuses HS, NOWDT, NOPROTECT, NOBROWNOUT, NOPUT
#fuses HS, NOWDT, NOPROTECT, NOBROWNOUT, NOPUT , NOLVP
```

```
/*
 * Constantes
 */
```

```
/**
 * Nombre de photo à prendre dans la pellicule
```

```

*/
#define NB_PHOTOS 36

/**
 * Temps d'attente avant de prendre la première photo
 */
#define TEMPS_1 10000 /******/

/**
 * Nb de photos à prendre au début
 */
#define NB_PHOTOS_DEBUT 6 /******/

/**
 * temps entre chaque photo à prendre au début
 */
#define TEMPS_ATTENTE_MS_DEBUT 10000
/******/

/**
 * Nb de photos prisent suivant le capteur 1 de pression
 */
#define NB_PHOTOS_CAPT1 15 /******/

/**
 * Temps d'attente entre la mise à jour des valeurs de
pression (Convertissions A/N)
 */
#define TEMPS_ATTENTE_PRESSION_MS 5000
/******/

/**
 * Nb de photos prisent après le capteur 1
 */
#define NB_PHOTOS_FIN NB_PHOTOS - NB_PHOTOS_DEBUT -
NB_PHOTOS_CAPT1

/**
 * temps entre chaque photo à la fin
 */
#define TEMPS_ATTENTE_MS_FIN 213000
/******/

```

```

/**
 * Tableau des valeurs de pression du capteur 1 pour
 lesquelles on souhaite prendre des photos
 */
const int16 valeur_pression1[NB_PHOTOS_CAPT1]
    = { 192, 179, 154, 133, 114, 98, 83, 70, 57, 46, 36, 27,
20, 14, 8}; // tableau des valeurs 1 pour la prise des photos
/*      0.5  1    2    3    4    5    6    7    8    9   10  11
12 13 14    hauteurs */

/**
 * valeur limite de pbCapteur ( 5mn = 300 s = 300000 ms )
 */
#define VAL_PB_CAPTEUR 300000/TEMPS_ATTENTE_PRESSION_MS

/**
 * Tableau des valeurs de pression du capteur 2 pour
 lesquelles on souhaite prendre des photos (inutile puisque pas
 de capteur 2)
 */
/*const int16
valeur_pression2[NB_PHOTOS_CAPT2]={250,238,221,204,187,170,153
,136,102,85,68,51,34,17}; // tableau des valeurs 2 pour la
prise des photos*/

/*
 * Déclaration des variables globales privées
 */

/**
 * nombre de photos qui ont été prises
 */
int nbPhotosPrises;

/**
 * permet de prendre des photos s'il y a un problème avec le
 capteur de pression
 */
int32 pbCapteur;

```

```

/*
 * Définition des fonctions privées
 */

/**
 * @brief prend des photos et envoie l'info qu'une photo a été
prise au kiwi
 */
void prendrePhoto();

/**
 * @brief Sert à initialiser le système
 *
 * @post le système est initialisé
 */
void init () {          //initialisation des données

int i;

    disable_interrupts (GLOBAL);
        // initialisation des ports A, B, C et D (0 :
output, 1 : input)
    set_tris_a(0b00000001);
    set_tris_b(0b00000001);
    set_tris_c(0b10000000);

    printf ("\n\r\n\r\n\r\n\r\n\r");
    printf ("\n initialisation 3\n\r boulet\n\r");

    /* initialisation des can pour la pression */
    setup_adc( ADC_CLOCK_INTERNAL );
    setup_adc_ports(RA0_ANALOG );

    PORTA.led=1;
    delay_ms(300);
    PORTA.led=0;
    delay_ms(300);
    PORTA.led=1;
    delay_ms(300);
    PORTA.led=0;
    delay_ms(300);
    PORTA.led=1;
    delay_ms(300);
    PORTA.led=0;
    delay_ms(300);
}

```

```

        PORTA.led=1;
        delay_ms(300);
        PORTA.led=0;

    PORTA.prisePhoto = 0;
    nbPhotosPrises=0;

    printf ("\ninitialisation terminée\n\r");

    printf ("\n\n\rvoici les valeurs du tableau\n\r");

    for (i=0;i<NB_PHOTOS_CAPT1;i++)
        printf ("tableau[%i]=%li\n\r",i,valeur_pression1[i]);

    enable_interrupts (GLOBAL);
    enable_interrupts (INT_EXT);
}

/**
 * @brief interruption extérieure
 */
#ifdef INT_EXT
void it_bouton(void) {

    disable_interrupts (GLOBAL);

    //prendrePhoto();

    enable_interrupts (GLOBAL);
}

/**
 * @brief fonction principale
 */
void main () {

/**
 * valeurs de pression du capteur
 */
    int16 pression1=0;

    int i,j=0;

```



```

        init();

delay_ms(TEMPS_1);

/*****
*****/
/* Prise de NB_PHOTOS_DEBUT photos, séparées par un temps de
TEMPS_ATTENTE_MS secondes */
/*****
*****/
        for (i=0;i<NB_PHOTOS_DEBUT;i++){
                delay_ms(TEMPS_ATTENTE_MS_DEBUT);
                prendrePhoto();
        }

        delay_ms(TEMPS_ATTENTE_MS_DEBUT);

/***** FIN prise de photos 1
*****/

/*****/
/* Test des valeurs de pression (inutilisé) */
/*****/
/* while(1) {
        set_adc_channel(0);
        delay_ms( 10 );
        pression1 = read_adc();

        set_adc_channel(1);
        delay_ms( 10 );
        pression2 = read_adc();

        delay_ms( 1000 );

        printf(" A/D value1 = %2x A/D value2 = %2x
Nombre de Photos=%i\r",pression1,pression2,nbPhotosPrises);
}*/
/***** FIN test valeurs pression
*****/

```

```

/*****/
/* Prise des photos restantes suivant l'altitude */
/*****/

/***** DEBUT capteur pression 1
*****/
    i=0;
    set_adc_channel(0);
    delay_ms( 10 );
    pression1 = read_adc();
    do{

        while ( pression1>valeur_pression1[i]
/*****/ && pbCapteur < VAL_PB_CAPTEUR - 1){
            delay_ms( TEMPS_ATTENTE_PRESSION_MS );
            set_adc_channel(0);
            delay_ms( 10 );
            pression1 = read_adc();

                printf(" A/D value1 = %2x      Nombre de
Photos=%i\n\r", pression1, nbPhotosPrises);

                    /*****/pbCapteur += 1;

        }

            /*****/pbCapteur = 0;

    prendrePhoto();
        set_adc_channel(0);
        delay_ms( 10 );
        pression1 = read_adc();

            printf(" A/D value1 = %2x      Nombre de
Photos=%i\n\r", pression1, nbPhotosPrises);
                delay_ms( TEMPS_ATTENTE_PRESSION_MS );
                i++;

    } while( i < NB_PHOTOS_CAPT1 );

/***** FIN capteur pression 1
*****/

    i=0;
/*****/

```

```

/* Prise de NB_PHOTOS_FIN photos, séparées par un temps de
TEMPS_ATTENTE_MS secondes */
/*****
*****/
    for ( i = 0 ; i < NB_PHOTOS_FIN ; i++ ){
        delay_ms(TEMPS_ATTENTE_MS_FIN);
        prendrePhoto();
    }
/***** FIN prise de photos 1
*****/
}

```

```

void prendrePhoto(){

    PORTA.relais=0;
    delay_ms(800);
    PORTA.relais=1;

    PORTA.prisePhoto = ! PORTA.prisePhoto; // changement
d'état pour indiquer une prise de photo

    nbPhotosPrises ++;
    printf ("\n\rNombre de photos prises : %i
\n\r",nbPhotosPrises);

}

```

definition.h

```

/*****
*****/
/* Définition du PORT A */
/*****
*****/
typedef struct {
    boolean pression1; // liaison du capteur de pression 1
    boolean prisePhoto; // Change d'état après qu'une photo
soit prise
    boolean led; // liaison vers la diode de test
    boolean unused1; // inutilisé
    boolean relais; // liaison vers le relais de
prise de photographique argentix si on trouve un appareil
    boolean unused2; // inutilisé
}

```

```

        boolean unused3;    // inutilisé
        boolean unused4;    // inutilisé
}structure_PORTA;

```

```

#define BASE_PORTA 0x05    // PORT A est à l'adresse 5 sur
le PIC

```

```

/*****/
/* Définition du PORT B */
/*****/
typedef struct {
    boolean interrupteur;    // liaison vers l'interrupteur
qui prend les photos
    boolean lcd_e;          // liaison vers LCD enable
    boolean lcd_rw;         // liaison vers LCD read
write
    boolean lcd_v0;         // liaison vers LCD V zéro
    boolean unused1;        // inutilisé
    boolean unused2;        // inutilisé
    boolean unused3;        // inutilisé RJ11
    boolean unused4;        // inutilisé RJ11
}structure_PORTB;

```

```

#define BASE_PORTB 0x06    // PORT B est à l'adresse 6 sur
le PIC

```

```

/*****/
/* Définition du PORT C */
/*****/
typedef struct {
    boolean lcd_db4;        // liaison vers LCD données
4
    boolean lcd_db5;        // liaison vers LCD données
5
    boolean lcd_db6;        // liaison vers LCD données
6
    boolean lcd_db7;        // liaison vers LCD données
7
    boolean unused1;        // inutilisé
    boolean unused2;        // inutilisé

```

```
        boolean rs232_emission;          // liaison vers la liaison
RS232
        boolean rs232_reception; // réception de la liaison RS232
    }structure_PORTC;
```

```
#define BASE_PORTC 0x07          // PORT C est à l'adresse 7 sur
le PIC
```

Sommaire

Sommaire	1
Introduction	2
Cahier des charges.....	3
Réalisation de la carte	4
1) Schéma fonctionnel.....	4
2) Schéma Electrique.....	8
3) Réalisation du projet :	6
Le routage.....	6
L'implémentation des composants.....	6
La réalisation	7
Programme	8
1) Schéma fonctionnel.....	8
2) L'initialisation.....	10
a) initialisation des broches du microprocesseur.....	10
b) Les Timers	10
c) les variables globales.....	10
d) validation des interruptions.....	11
3) Interruption Extérieure.....	11
4) Interruption du TIMER0	11
5) Interruption du TIMER1	11
6) L'interfaçage de l'écran LCD	12
Conduite du projet.....	13
1) Répartition du travail	13
2) Problèmes rencontrés	13
1) conception de la carte.....	13
2) La gestion de l'écran LCD.....	13
3) Développement possible du projet.....	14
Conclusion.....	15

Introduction

Ce mini projet s'est effectué dans le cadre d'un projet pour le club aérospatial de l'école. Le but était de réaliser une carte permettant de contrôler le déclenchement d'un appareil photographique qui doit être embarqué dans la nacelle d'un ballon sonde. Ce projet s'appelle « Phoenix II ».

La carte répond donc à un certain nombre de contraintes imposées par cet objectif auxquels se rajoutent des contraintes liées à l'aspect pédagogique de ce projet.

Les buts essentiels étaient de réaliser une carte utilisant au maximum les possibilités du microprocesseur et de faire fonctionner le système par un programme en langage C embarqué.

Cahier des charges

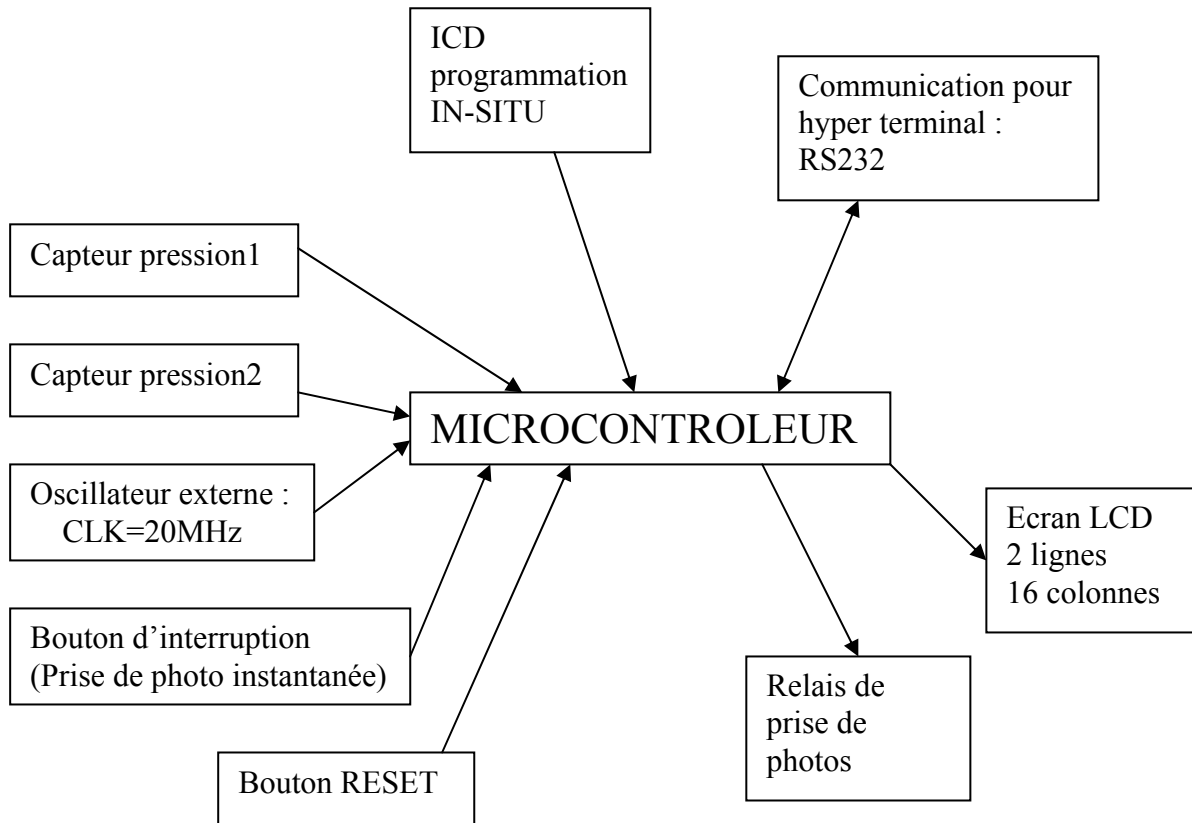
Le cahier des charges a été en parti fourni par le club aérospatial de l'ESEO :

Le but sera de contrôler un appareil photographique grâce à une carte fonctionnant autour d'un microcontrôleur PIC 16F876A.

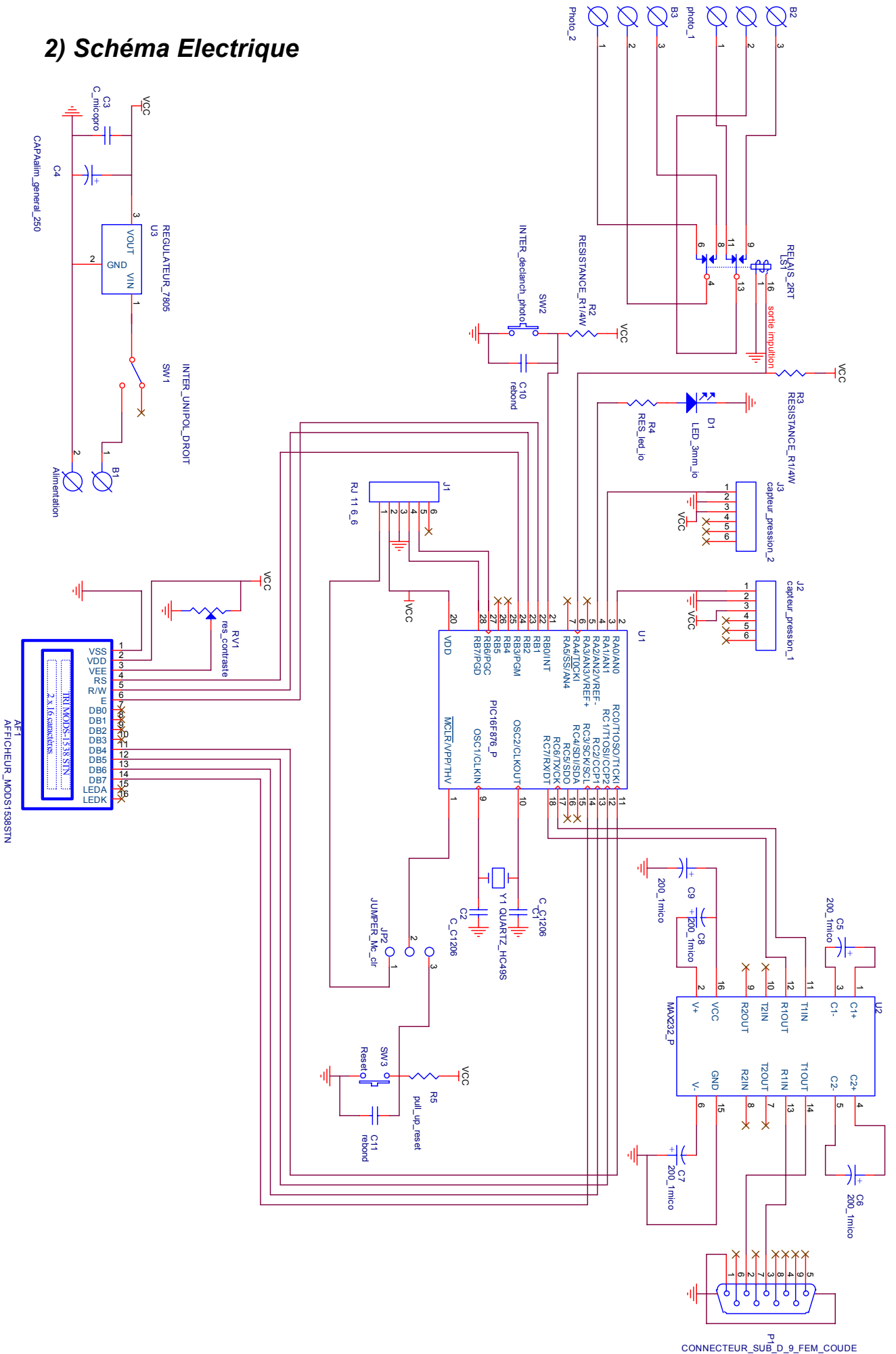
- 1) une diode clignotera au début, juste après la mise sous tension.
- 2) on contrôlera la prise de photos par l'action d'un bouton poussoir branché sur la patte d'interruption matérielle du PIC.
- 3) la carte doit permettre la prise de photos régulièrement pendant un temps défini dans le programme.
- 4) Une fois le temps écoulé, la prise de photos se fait en fonction de l'altitude. Pour cela deux capteurs de pression (simulés par des potentiomètres pour le mini projet) seront régulièrement consultés. La pression varie de façon linéaire en fonction de l'altitude. Cette propriété permet de les utiliser pour la prise de photos. Deux capteurs sont nécessaires pour des gammes différentes de pressions. Lorsque l'un sera à saturation l'autre prendra le relais.
- 5) La carte devra pouvoir être programmée et débogué par l'intermédiaire de l'ICD2
- 6) On pourra afficher des informations sur l'hyper terminal par une liaison série.
- 7) Un écran LCD permettra d'afficher des informations essentielles : le nombre de photos prise, les valeurs hexadécimal de la tension à la sortie des capteurs.
- 8) Alimentation : la carte sera alimenté en 15V et comportera un interrupteur de mise en route.
- 9) Un relais permettra de prendre les photos. La carte agissant sur ce relais.

Réalisation de la carte

1) Schéma fonctionnel

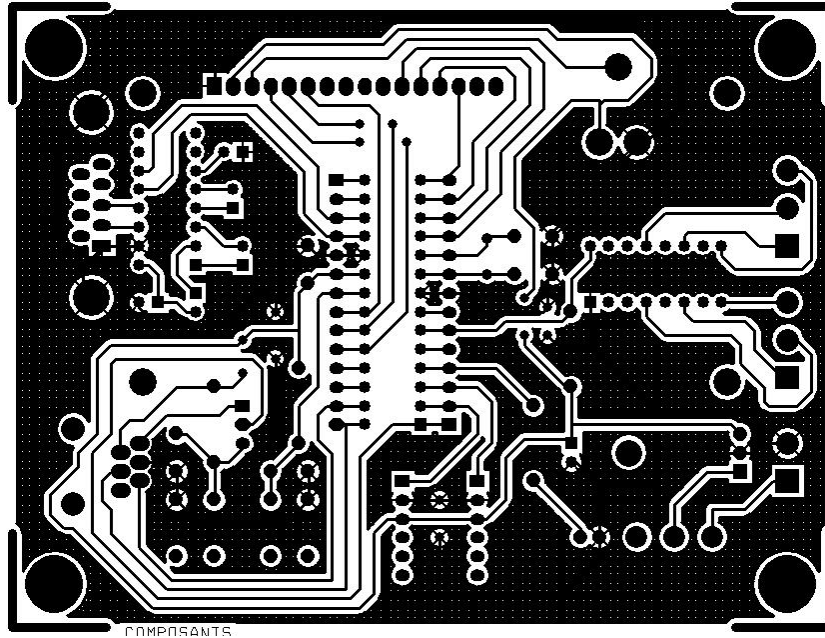


2) Schéma Electrique

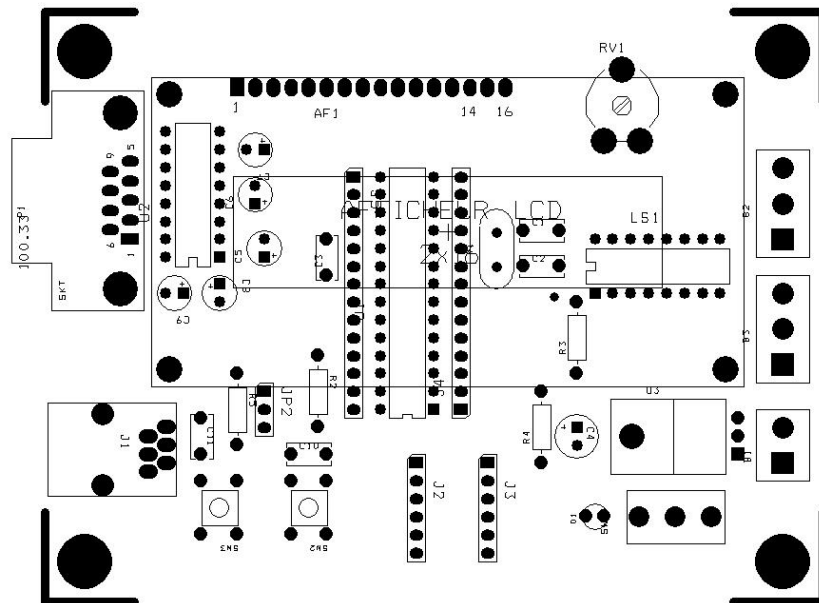


3) Réalisation du projet :

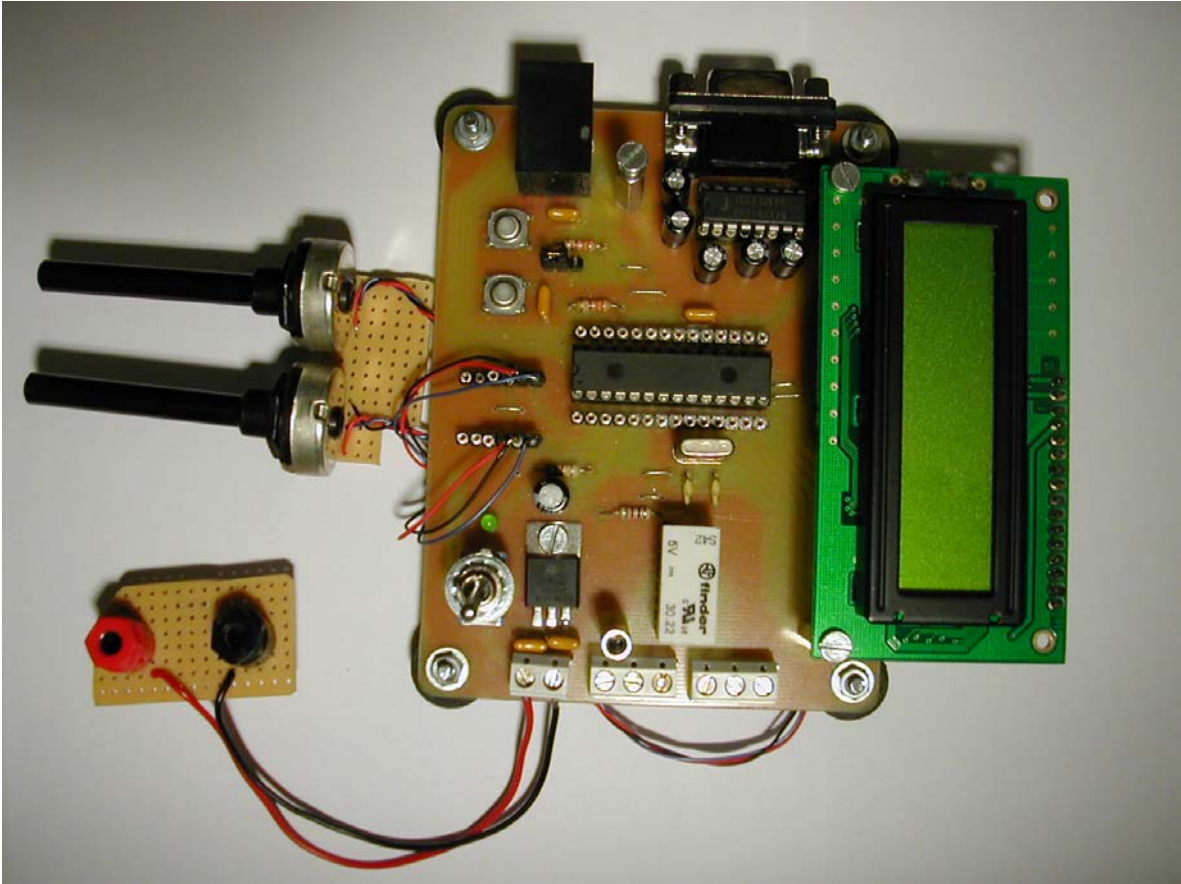
Le routage



L'implémentation des composants

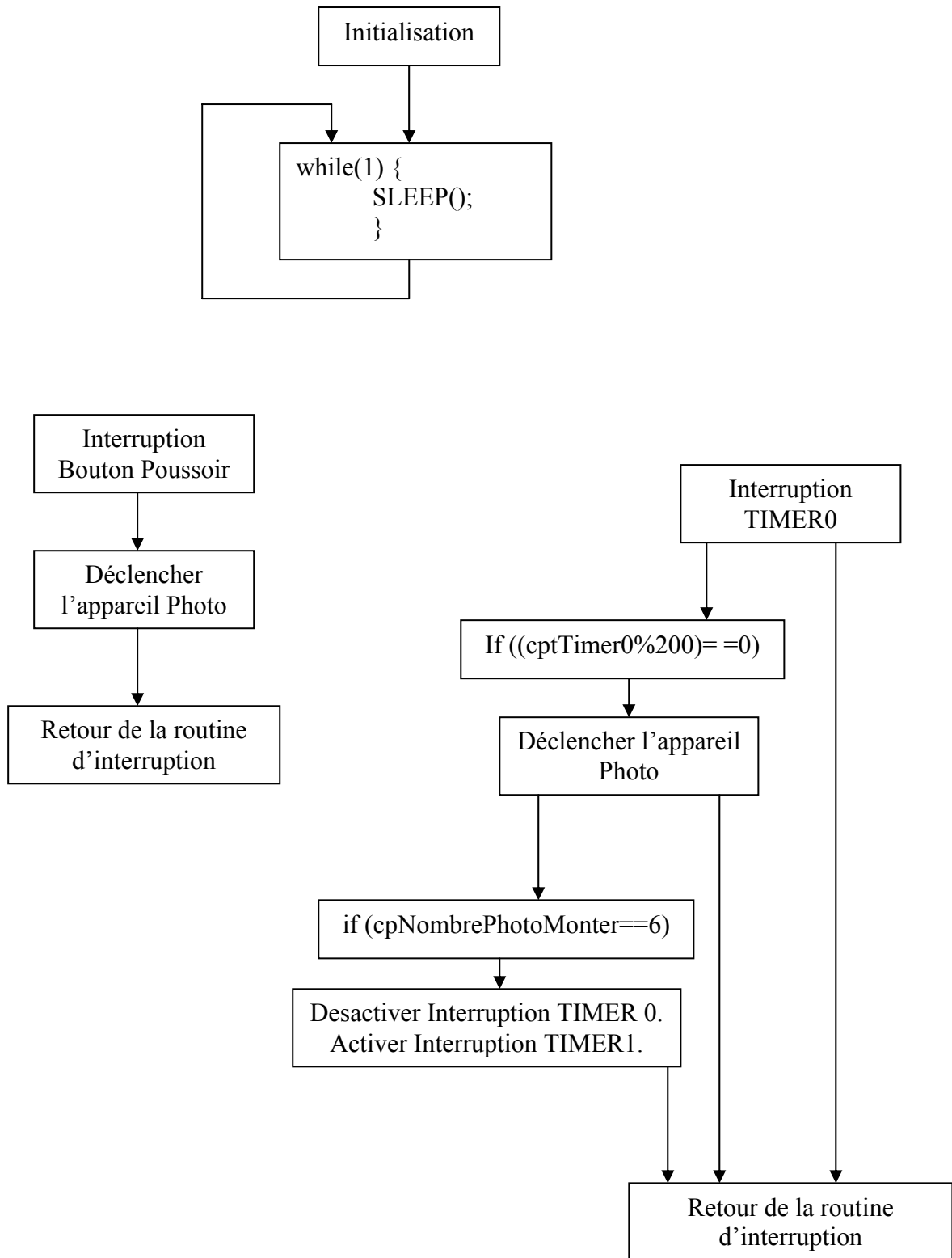


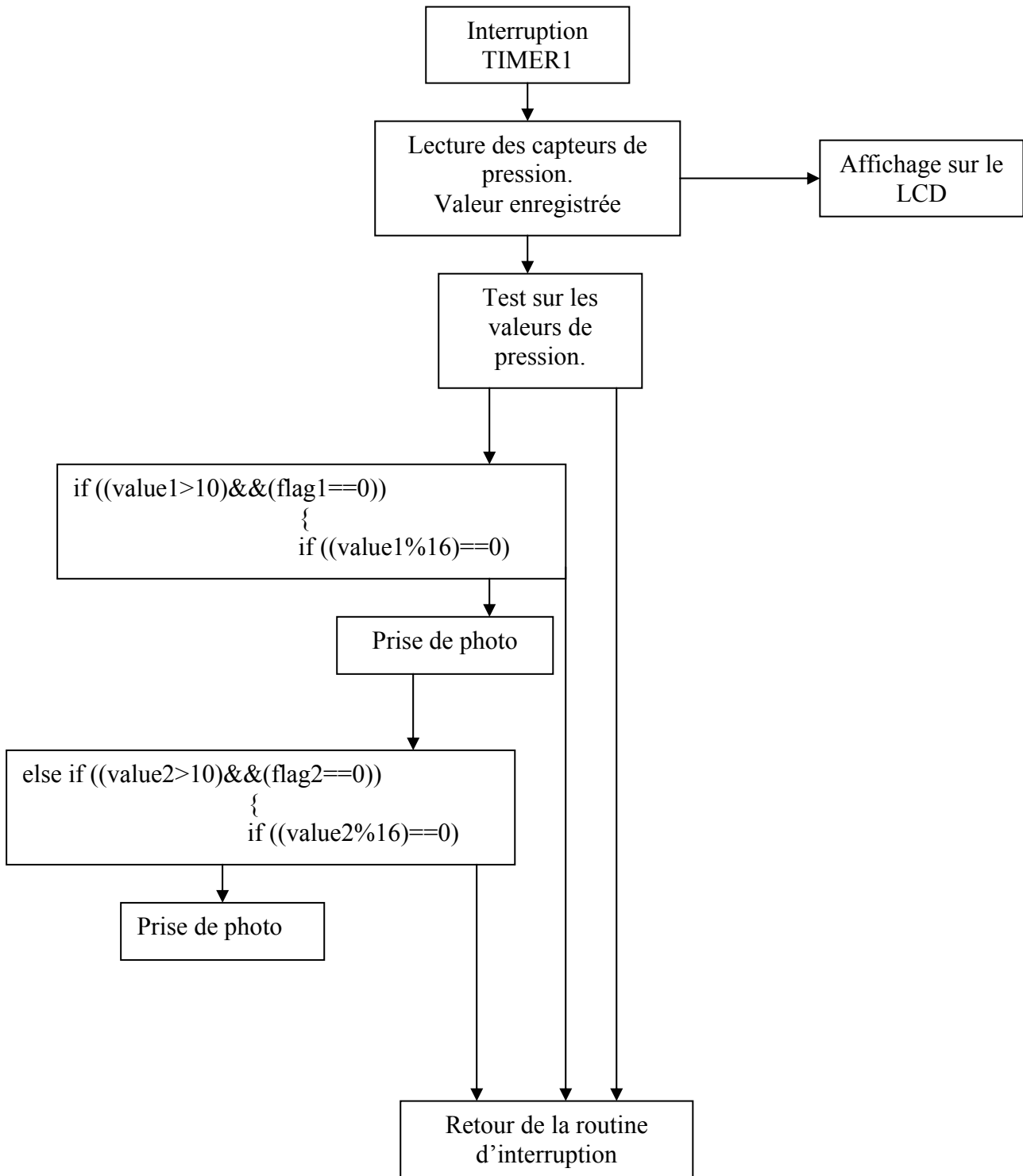
La réalisation



Programme

1) Schéma fonctionnel





2) L'initialisation

Cette procédure permet d'initialiser toutes les données du programme.

a) initialisation des broches du microprocesseur

L'une des premières choses consiste à initialiser les pattes d'entrées et de sorties du microcontrôleur :

```
// Initialisation des ports A, B, C et D (0 : output, 1 : input)
set_tris_a(0b00000011);
set_tris_b(0b00000001);
set_tris_c(0b10000000);
```

On constate qu'il y a clairement 4 entrées : les deux capteurs de pression, le bouton poussoir et l'entrée du port série.

b) Les Timers

Il faut aussi initialiser les timers qui serviront pour les interruptions. Ci-dessous on remarque la division du timer 0 par 256 ce qui permet de réduire le nombre d'interruptions.

```
/* initialisation des timers*/

setup_timer_0 (RTCC_DIV_256);
setup_timer_1(T1_INTERNAL);
```

c) les variables globales

On initialise 4 variables globales :

```
cptTimer0=0; permet de conditionner les interruptions du timer 0.
cpNombrePhotoMonter=0; permet de compter le nombre de photos prises.
```

Les flags permettent de conditionner la prise de photos en fonctions de la pression. Si flag=0 alors on regarde la valeur de la pression sinon on l'ignore.

```
flag1=0;
flag2=0;
```

d) validation des interruptions

En fin d'initialisation on autorise les interruptions :

```
enable_interrupts (INT_EXT);  
enable_interrupts (INT_TIMER0);  
enable_interrupts (GLOBAL);
```

3) Interruption Extérieure

C'est l'interruption générée par le bouton poussoir. Elle déclenche systématiquement la prise d'une photographie et donc l'incrémement du compteur de photos. On affiche sur l'écran LCD que le bouton poussoir a agit et le nombre de photos prises.

4) Interruption du TIMER0

Cette interruption permet la prise de photo au début pendant une durée limitée et à des intervalles réguliers. Un compteur « cptTimer0 », s'incrémement à chaque interruption. Lorsque son modulo est égal à une certaine valeur (dépendante de la période choisi) alors on prend une photo. Lorsque 6 (valeur arbitraire) photos on été prises on bloque toutes les interruptions du TIMER0.

En même temps que les interruptions du TIMER0 sont annulées, on autorise les interruptions du TIMER1. Ainsi les photos seront désormais prises en fonction de l'altitude.

5) Interruption du TIMER1

Cette interruption permet la prise de photo en fonction de l'altitude. A chaque interruption on regarde la valeur des capteurs. Les deux capteurs sont branchés sur l'entrée du convertisseur analogique numérique. Ainsi la valeur lue est un nombre hexadécimal codé sur 8 bits.

Si pour la valeur lue aucune photographie n'a jamais été prise alors le « flag » est mis à « 0 ».

Si le « flag » est à 0 et si la valeur est une valeur pour laquelle on veut une photo alors la photo est prise, le « flag » est mis à « 1 », et la valeur est enregistrée dans une variable auxiliaire pour la première vérification.

Dans cette routine on vérifie d'abord le premier capteur. Celui qui servira pour les altitudes les plus basses. On ne regarde le deuxième capteur que lorsque le premier est arrivé à saturation.

En permanence des informations sont envoyés sur l'hyper terminal est l'écran LCD. On peut notamment lire en temps réel les valeurs hexadécimales des capteurs de pressions, le nombre de photos déjà prises et les valeurs des « flag ».

6) L'interfaçage de l'écran LCD

Pour utiliser l'interface LCD nous avons simplement été importer le driver sous forme de .h et de .c et nous l'avons utiliser :

Initialisation de l'écran LCD :

```
LCD2X16_init();
```

Instruction permettant de placer sur l'écran le caractère x a la position actuel du curseur :

```
LCD2X16_putChar("x");
```

Ensuite nous avons eut besoin de charger des chaînes de caractère alors nous avons créé notre procédure le permettant, sachant que nous pouvons choisir la ligne :

```
void print_lcd_string(char s[],int y,int valid)
{int i;
  if (!(y==1 || y==2)) y=1;           //évite les erreur de ligne

  LCD2X16_setCursor(1,y);             // placement sur la bonne ligne
  i=0;
  while (s[i]!=0 && i<=16)             //boucle d'écriture de tous les caractère de la
                                        // chaîne.
  {
    LCD2X16_putChar(s[i]);
    i++;
  }
  if (valid==1){printf("%s\n\r",s);}
}
```

Pour imprimer la chaîne de caractère que nous désirons nous utilisons une astuce en mettant la chaîne de caractère dans une variable qui sera ensuite charger de la valeur (chaîne de caractère) désirée.

Il est impératif que la chaîne de caractère ne fasse que 16 caractères maximum (condition pour le programmeur).

```
sprintf(string,"xxxxxxxxxxxxxxxx");
print_lcd_string(string,Choix de la ligne,validation de l'écriture sur le RS232);
```

Conduite du projet

1) Répartition du travail

Globalement nous avons cherché à travailler ensemble pour que chacun puisse profiter de l'apport pédagogique de ce projet. Toutefois nous avons réparti le projet entre l'électronique et la programmation.

Ainsi nous avons conçu le fichier « capture » ensemble. Mais l'essentiel du routage fut réalisé que par un membre du binôme, l'autre revenant sur les détails, après une réflexion menée à deux.

De la même manière le programme fut le fruit de la réflexion des deux membres du binôme, et le codage fut pour l'essentiel réalisé par une seule personne.

A chaque fois, le but était de permettre d'avoir une nouvelle vision qui permettait de revenir sur les détails et de régler les problèmes, tout en répartissant au mieux la charge de travail.

2) Problèmes rencontrés

1) conception de la carte

Le problème essentiel est un problème de conception de la carte. En effet le relais a été mal géré ce qui a pour conséquence une mauvaise gestion de la consommation de la carte. Pour régler ce problème il faut couper une piste et rebrancher correctement le relais.

2) La gestion de l'écran LCD

Les autres problèmes furent ensuite des problèmes liés au code. Notamment lorsque nous avons voulu implémenter l'écran LCD. En effet, à cause d'une mauvaise configuration, il était impossible de le faire fonctionner. Finalement la commande « #fuses NOLVP » nous a permis de résoudre ce problème et d'utiliser cet écran pour afficher des informations.

3) Développement possible du projet

Comme nous l'avons déjà expliqué, cette carte est réalisée dans le cadre d'un projet du club aérospatial. Elle répond donc non seulement au besoin pédagogique du projet (écran LCD, interruption matérielle) mais aussi à l'objectif du club.

C'est pourquoi cette carte a été conçue pour pouvoir la faire évoluer le plus simplement possible en répétant notamment toutes les broches du microcontrôleur.

Par exemple, l'écran LCD, implémenté dans le cadre du mini projet sera retiré pour le lancer. Les pattes ainsi libérées peuvent être alors réutilisées.

Si nous devons décrire très brièvement cette carte nous dirions que c'est un PIC entouré de nombreux connecteurs permettant son adaptation à un grand type d'utilisation.

Ainsi les capteurs de pression n'ont pas été soudés sur cette carte. Le type de capteur n'ayant pas été défini de façon définitive et leur implantation n'étant pas totalement connue. Des emplacements ont donc été prévus pour venir y brancher une carte les contenant.

D'autre part le code devant encore être développé de façon plus rigoureuse, des pattes seront nécessaires : pour faire la liaison avec un émetteur de type KIWI millenium permettant la transmission des données des capteurs de pressions et de savoir à quelles altitudes les photos ont été prises.

Enfin, cette carte est prévue pour déclencher deux appareils photographique de façon simultanée grâce à l'emploi d'un relais double. Le projet de base n'en prévoit qu'un mais il est ainsi possible de rajouter un appareil photo numérique ou un appareil orienté différemment.

Conclusion

Ce mini projet nous a beaucoup apporté dans la compréhension des microcontrôleurs et de leur utilisation possible, mais nous a aussi fait découvrir certaines de ses limites comme le nombre limité de périphériques possibles à installer dessus. Ce mini projet nous a aussi fait prendre conscience qu'il était largement plus simple d'interfacer un PIC qu'un microprocesseur, et ainsi de faciliter le développement de petites applications.

On peut donc conclure que les PIC peuvent servir à toute l'application ne demandant pas trop de ressources soit matérielles soit de calcul. Les microcontrôleurs ont donc un grand domaine d'application dans tous les systèmes embarqués.