



# Dossier Projet Expérimental

## Sissonne 2003

**Nom du Club ou de l'école :** CLES-FACIL club de l'INSA Lyon

**Nom du Projet :** Axelle

**Type de projet :** Fusée Expérimentale

**Moteur :** Chamois

**Emetteur KIWI :** OUI

**Les participants :**

Antoine Bourcelly, Bertrand Maurel, Carlos Correia Da Silva, Dikran Mahmoudian, Guillaume Peillex, Jérôme Hamm, Julien Truchot, Laurent Ruet, Louise Pontal, Nicolas Chaléroux, Philipp Bussmann, Pierre Fayet, Pierre-Loïc Ropars, Xavier Tourde.

**Objectifs du projet et description de la méthode employée :**

Notre but est de mesurer l'accélération subie par la fusée de façon fiable et précise. Pour cela nous comparerons 5 méthodes de mesures de ce paramètre :

- Dérivation de la vitesse mesurée par tube de Pitot
- Dérivation de la vitesse mesurée par anémomètre à fil chaud
- Mesure de l'accélération au travers de ses effets sur une petite lamelle flexible.
- Mesure à l'aide d'un accéléromètre du commerce
- Mesure à l'aide d'un accéléromètre piézoélectrique fabriqué au club

Afin d'augmenter la fiabilité globale de la fusée les données seront émises et enregistrées à bord. Un module contenant la puce mémoire sera largué à culmination afin de doubler les chances de récupération de cette dernière : descente en module ou descente en fusée si le module ne s'extrait pas.

**Type de télémesure :** numérique par FSK

**Éléments présents dans ce dossier :**

<input checked="" type="checkbox"/> Intro	1 pages A4
<input checked="" type="checkbox"/> Plan d'ensemble	
<input checked="" type="checkbox"/> Docs : Ecran F2 de Trajec	1 pages A4
<input checked="" type="checkbox"/> Documents et plans mécaniques	
<input checked="" type="checkbox"/> Plans : Structure de la fusée	1 pages A4
<input checked="" type="checkbox"/> Docs : Le système d'éjection du ralentisseur	2 pages A4
<input checked="" type="checkbox"/> Plans : Parachute	1 pages A4
<input checked="" type="checkbox"/> Documents schémas électriques et électroniques	
<input checked="" type="checkbox"/> Docs & schémas : Séquenceurs (para. et module)	4 pages A4
<input checked="" type="checkbox"/> Synoptique général : liaison inter-cartes	2 pages A4
<input checked="" type="checkbox"/> Protocole d'acquisition des données	1 pages A4
	<hr/>
	13 pages A4

**Dérogations :**

**REC3 p38 du CDC :** notre module descendra à 2m/s afin d'avoir le temps de localiser ses satellites par GPS.



<http://www.insa-lyon.fr/Associations/ClesFacil/>

Chaléroux Nicolas

[Nicolas.chaleroux@insa-lyon.fr](mailto:Nicolas.chaleroux@insa-lyon.fr)

**Projet : Axelle**

28 avril 2003

Version 1

## Trajectographie - Stabilité

F1 : Trajectoire F2 : Stabilité F3 : Fichiers F4 : Moteurs F5 : Uent

FUSEE:Axelle CLUB:CLES-FACIL MOTEUR:chamois\_U95 PAS: 10 %

virole: NON Xcg: 50  
masse: 1.000

biétage : NON

prop:1300

←330 → D Xcg vide: 700 → Xcg: 923 → masse:12.500 kg  
135

L=1300

coiffe:ogivale

jupe/rétréint : NON épaisseur ailerons : 2.0

sortir du programme

déplacements: ←↑↓ valid.: RETURN variations: +- nombre d'ailerons : 4

Produit Ms x Cn : inutilisé

envergure d'un aileron en millimètres

Cn=29.6 ||Xcp:1281 ||marge statique:de 2.6 à 3.1 cotes en mm

$V_{\text{Sortie Rampe}} = 21 \text{ m.s}^{-1}$  ( $V_{SO} > 20 \text{ m.s}^{-1}$ ) Pas de calcul 0.05

**Finesse :**  $f = \frac{1600}{135} = 11.85$  ( $10 < f < 35$ )

**Portance :**  $C_n = 29.6$  ( $15 < C_n < 40$ )

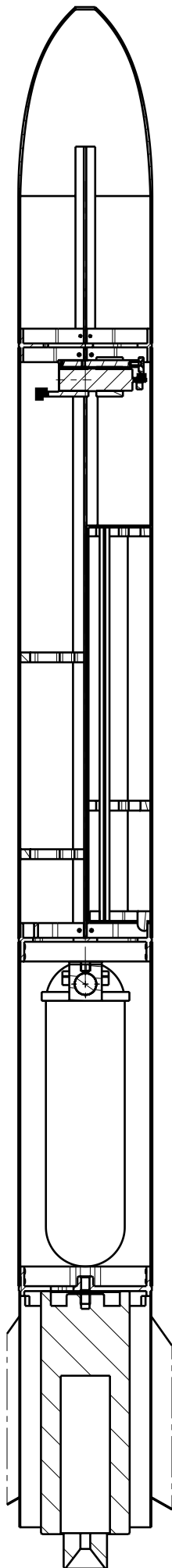
**Marge statique :**  $2.6 < M_s < 3.1$  ( $2 < M_s < 6$ )

**Cm** =  $M_s \times C_n$  :  $76.96 < C_m < 91.76$  ( $40 < C_m < 100$ )

**Vitesse Max** =  $133 \text{ m.s}^{-1}$

**Culmination** = 777 m

**Durée totale du vol** = 63.55 s



Coupe B-B[7]  
Echelle : 1:6



<http://www.insa-lyon.fr/Associations/ClesFacil/>

Nicolas Chaléroux  
[Nicolas.chalerooux@insa-lyon.fr](mailto:Nicolas.chalerooux@insa-lyon.fr)

**Projet : Axelle**

22 Avril 2003  
Version 1

## **Systeme d'éjection du ralentisseur**

### **Table des mises    jour du document**

<b>Version</b>	<b>Date</b>	<b>Objet de la mise �� jour</b>	<b>Auteur</b>
1	22/04/03	Création du document	Nicolas Chaléroux

### **Sommaire**

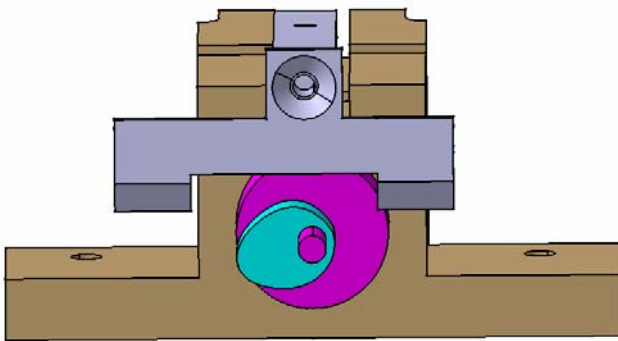
<b>1. PRINCIPE.....</b>	<b>2</b>
<b>2. VUE ISOMETRIQUE DE FACE .....</b>	<b>2</b>
<b>3. VUE ISOMETRIQUE DE COTE .....</b>	<b>2</b>
<b>4. VUE ISOMETRIQUE DE DESSUS .....</b>	<b>2</b>

## 1. Principe

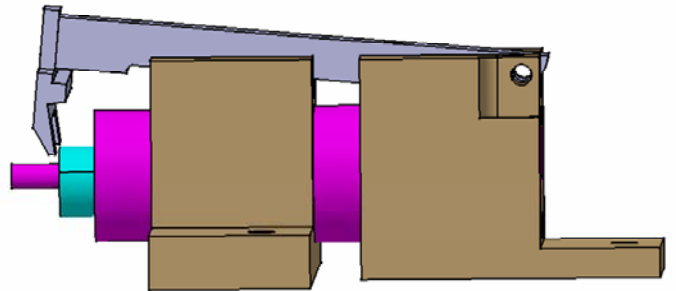
Cette année encore le CLES-FACIL reste fidèle à un système d'ouverture qui une fois activé répète, le même mouvement sans arrêt. L'idée et le dimensionnement de ce système nous viennent de fusées antérieures : Pauline, PSO, S Phoenix et Phoenix. Toutes ces fusées ont effectuées un vol nominal.

L'ouverture de la case parachute et la séparation du module s'effectuent sur ce même principe d'éjection latérale. Il y a donc deux réalisations indépendantes de ces plans dans Axelle. Nous souhaitons ainsi doubler nos chances de récupérer la mémoire de la fusée (bien qu'il y ait une télémessure) : soit module s'éjecte, soit le parachute fonctionne, soit les deux, soit ☹.

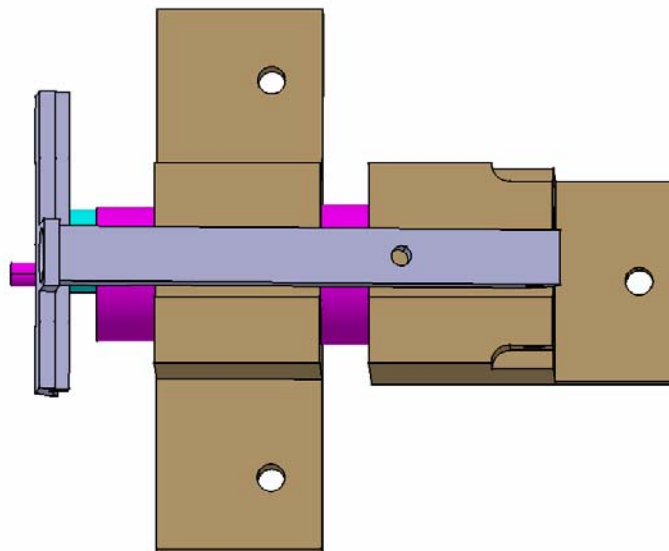
## 2. Vue isométrique de face



## 3. Vue isométrique de coté



## 4. Vue isométrique de dessus





<http://www.insa-lyon.fr/Associations/ClesFacil/>

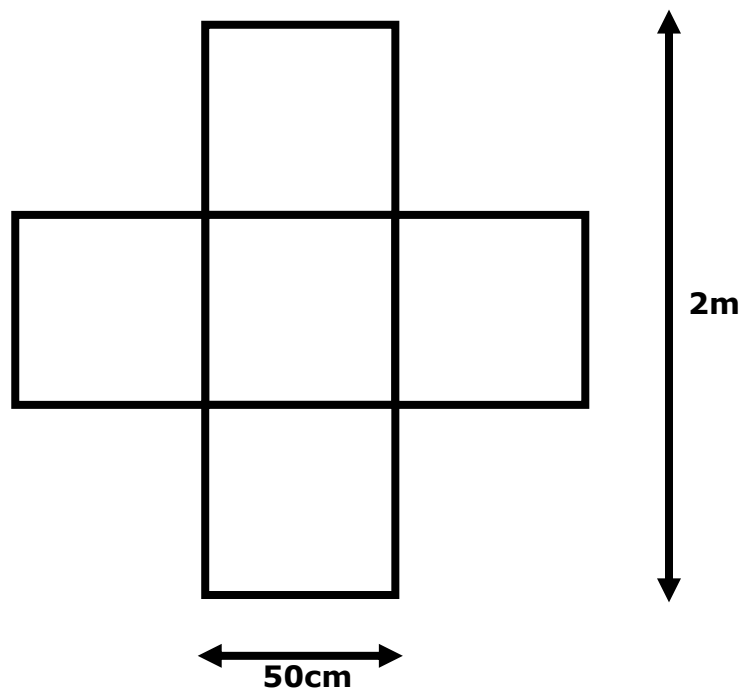
Pontal Louise & Pellet Natacha  
[lpontal@gmdserveur.insa-lyon.fr](mailto:lpontal@gmdserveur.insa-lyon.fr)  
[pelletnata@minitel.net](mailto:pelletnata@minitel.net)

**Projet : Axelle**

28 avril 2003  
Version 1

## Dimensionnement - Système de Récupération

Le système de récupération de la fusée est un parachute dimensionné pour permettre une descente à une vitesse de  $10\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ .



Le système de récupération du module sera une banderole à poches de forme cylindrique (10cm de diamètre) avec 10 poches (15cm×15cm). Il est très difficile de calculer la vitesse exacte de descente sous « parachute » avec ce genre de système. De plus, il est important pour que notre GPS puisse se relocaliser durant la descente (mini 50sec). Ceci nous a amené à dimensionner cette banderole pour une descente à approximativement  $5\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$  soit la limite autoriséé !

Nous espérons que ce point ne posera pas de problème pour la mise en oeuvre de notre projet et attirons votre regard sur ce point dès maintenant. Une demande de dérogation avait été très fortement envisagée lors de la définition de projet puis abandonnée.



<http://www.insa-lyon.fr/Associations/ClesFacil/>

Philipp Bssmann

[philipp.bussmann@ifrance.com](mailto:philipp.bussmann@ifrance.com)

**Projet : Axelle**

24 avril 2002

Version 2

## Séquenceur 2002-2003

# Table des mises à jour du document

Version	Date	Objet de la mise à jour	Auteur
1	22/04/03	Création du document	Philipp Bussmann
2	24/04/03	Intégration dans le modèle de mise en page	Nicolas Chaléroux

## Sommaire

<b>1. INTRODUCTION .....</b>	<b>2</b>
<b>2. FONCTIONNEMENT .....</b>	<b>2</b>
2.1. MINUTERIE .....	2
2.2. ALIMENTATION .....	2
2.3. LE CAPTEUR DE DECOLLAGE : ACCELERO-CONTACT .....	2
2.4. ACTIONNEUR .....	3
2.5. INTERFACE AVEC LES AUTRES SYSTEMES ELECTRIQUES DE LA FUSEX .....	3
2.6. CONCLUSION .....	3

## 1. Introduction

Notre fusex cette année présente la particularité de détacher un module à culmination, ceci pour accroître la sécurité des données et la fiabilité (qui sera donc le leitmotiv de cette note explicative). Il faut donc déployer le module et un parachute pour freiner la descente du corps de la fusex. Ceci nécessite une double minuterie : il faut lâcher le module légèrement avant le parachute pour pas qu'ils s'emmêlent l'un l'autre. Comme c'est censé augmenter la fiabilité, il ne faut pas que ces deux systèmes soient commandés par une même minuterie, qui serait alors le talon d'Achille de la fusex. C'est pourquoi il y a deux séquenceurs totalement indépendants et bien sûr isolés électriquement entre eux et avec le reste de la fusex.

La minuterie est de nature électrique, basée sur le circuit imprimé : NE555. Comme la minuterie est double, tous les systèmes décrits ci-dessous sont présents deux fois de manière indépendante.

## 2. Fonctionnement

Le schématic ci-joint est complémentaire des explications qui vont suivre

### 2.1. Minuterie

C'est-à-dire la temporisation elle-même. Elle est assurée par le bloc NE555. Le circuit RC (R variable) permet de régler le délai voulu. Ce délai est dimensionné pour couvrir la plage 10-25 secondes, et théoriquement ajustable à moins d'une seconde près.

Le signal qui la déclenche est issu du bloc FLIP : une bascule RS. Elle maintient le signal issu du capteur de décollage en empêchant les « rebonds » et donc des déclenchements multiples. A la sortie de la bascule, le circuit RC transforme le signal à états en impulsion, seul moyen de déclencher le NE555.

La porte logique XOR permet d'avoir une sortie à 0V jusqu'à la fin de la temporisation, ensuite à 5V.

### 2.2. Alimentation

Elle est assurée par une pile 9V type 6F22 et stabilisée à 5V par un régulateur de tension ( LP2951 ) commandé par interrupteur.

### 2.3. Le capteur de décollage : accéléro-contact

Le capteur de décollage est un micro rupteur (interrupteur) sur le levier duquel on fixe du poids pour que le signal se déclenche à une accélération de 4g. Pour plus de fiabilité il y aura 2 accéléro-contacts.

## **2.4. Actionneur**

C'est le même principe pour les deux systèmes : la case parachute et le module. Avec un moteur pour chaque système. C'est un moteur à courant continu 12V qui soulève un levier retenant la case parachute grâce à un axe décentré.

Le moteur est alimenté directement sur la pile 9V et commandé par un MOSFET (transistor à effet de champs). Le moteur se met donc en marche après le délai défini compté à partir du décollage. Il tourne en continu à vitesse réduite pour être sûr que la case parachute s'est libérée.

## **2.5. Interface avec les autres systèmes électriques de la fusex**

Pour fonctionner le microcontrôleur central a besoin des informations gérés par le séquenceur : décollage, largage du module, déploiement du parachute. Comme les contacts électriques autres que la masse sont interdits, des optocoupleurs assurent l'isolation électrique.

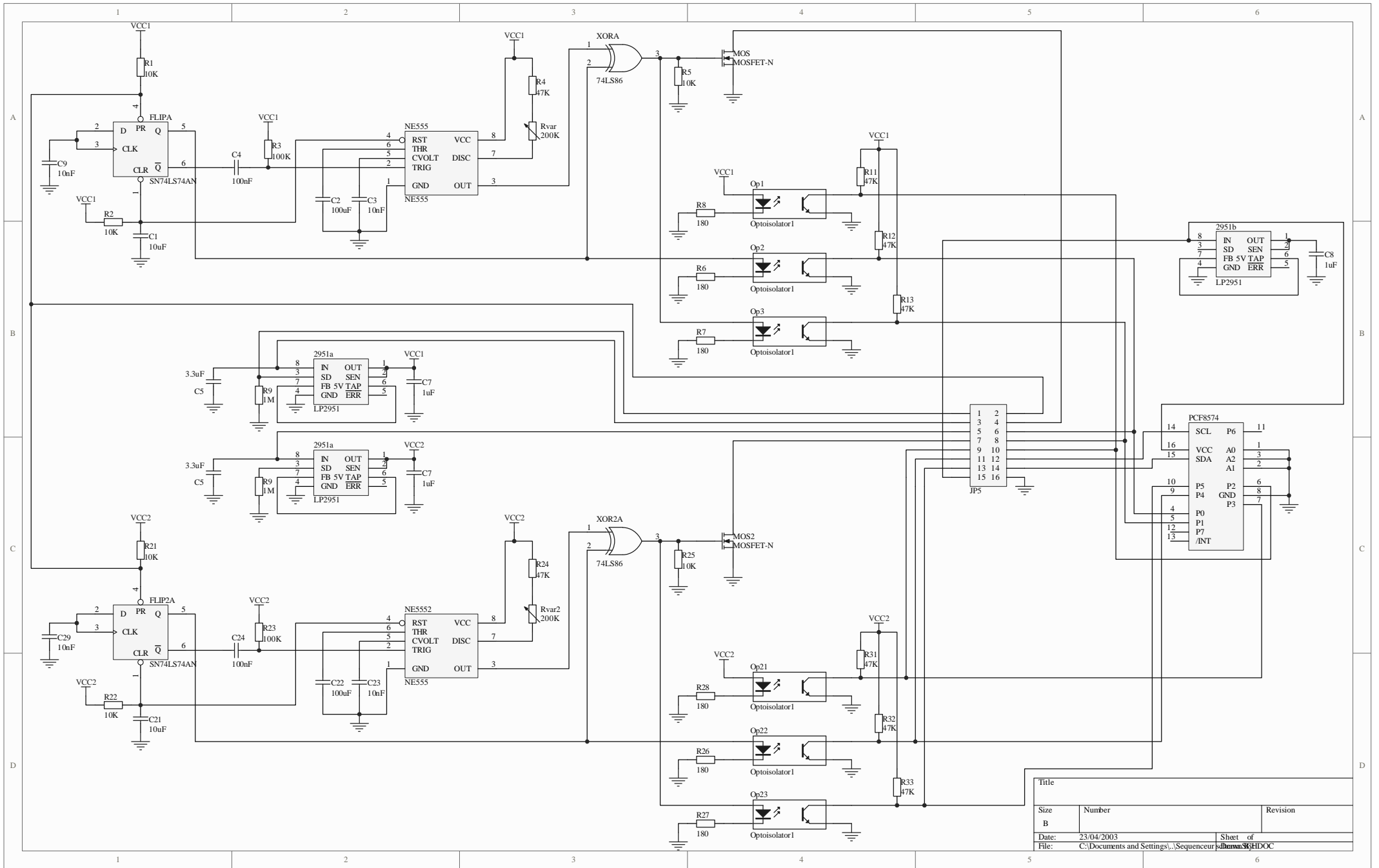
Les informations dans la fusée transitent par bus I2C, c'est le composant PCF8574 qui réalise l'interface avec la minuterie.

Toute la partie PCF8574, son alimentation (régulateur) est donc isolée du reste par les optocoupleurs.

## **2.6. Conclusion**

Le séquenceur est basé sur le circuit imprimé NE555, un grand classique dans le domaine des minuteries. On peut donc le considérer comme fiable, d'autant plus qu'il est très facile à mettre en œuvre. On pourrait lui reprocher de n'être pas très précis (système analogique), le réglage devra donc être fait de manière minutieuse.

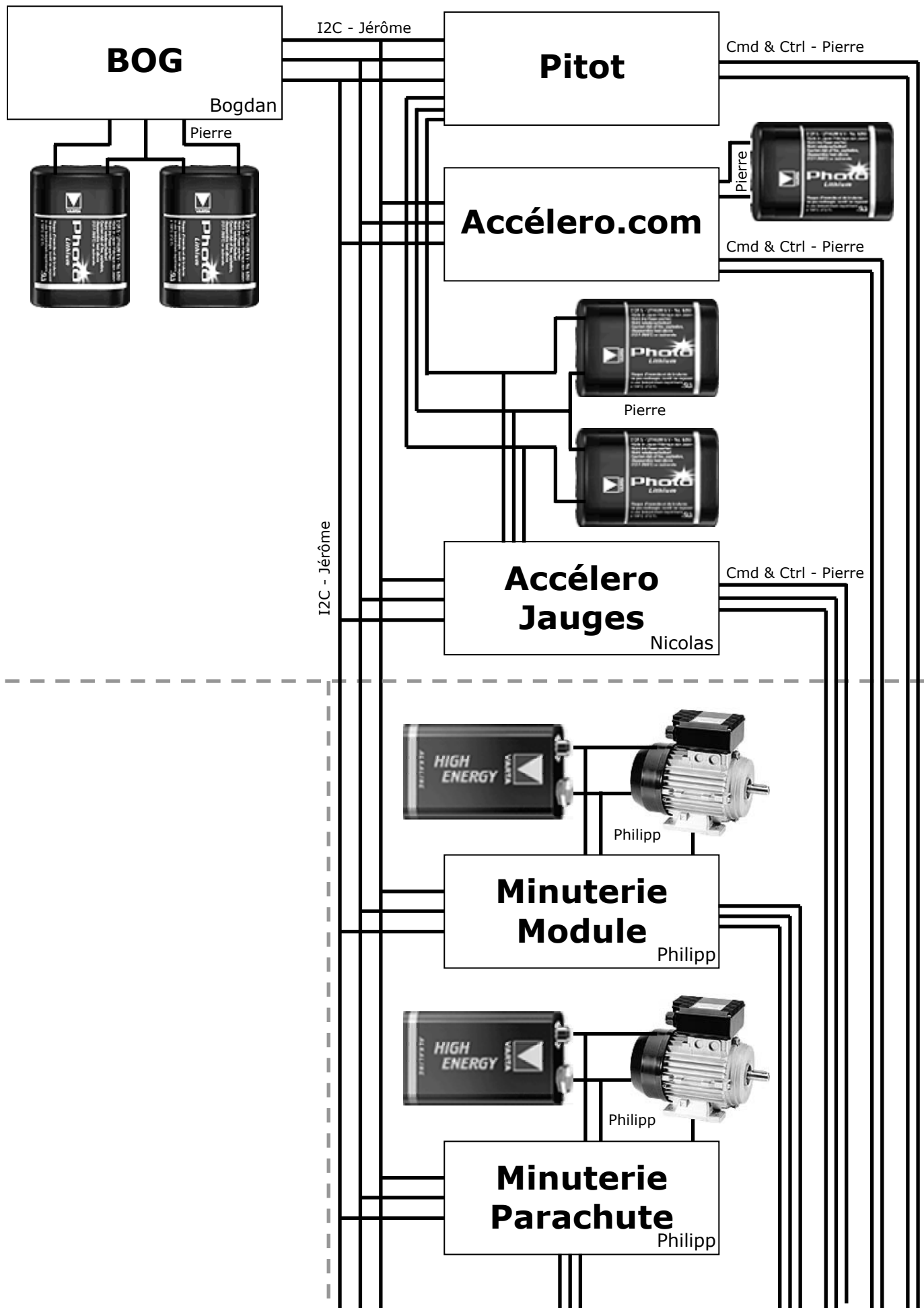
Il est à noter que tout a été fait pour obtenir une **fiabilité maximum**, tout a été pensé dans ce sens.

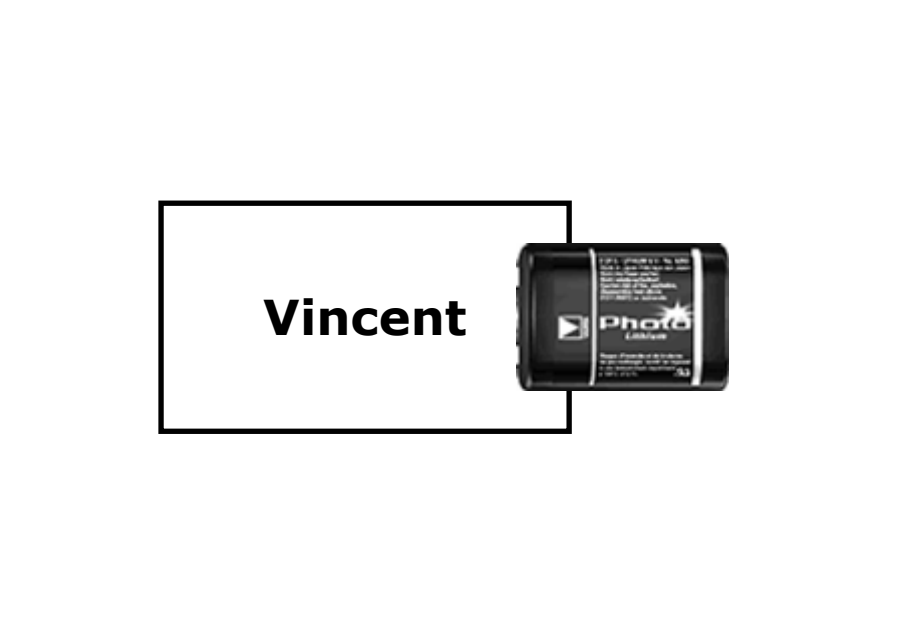
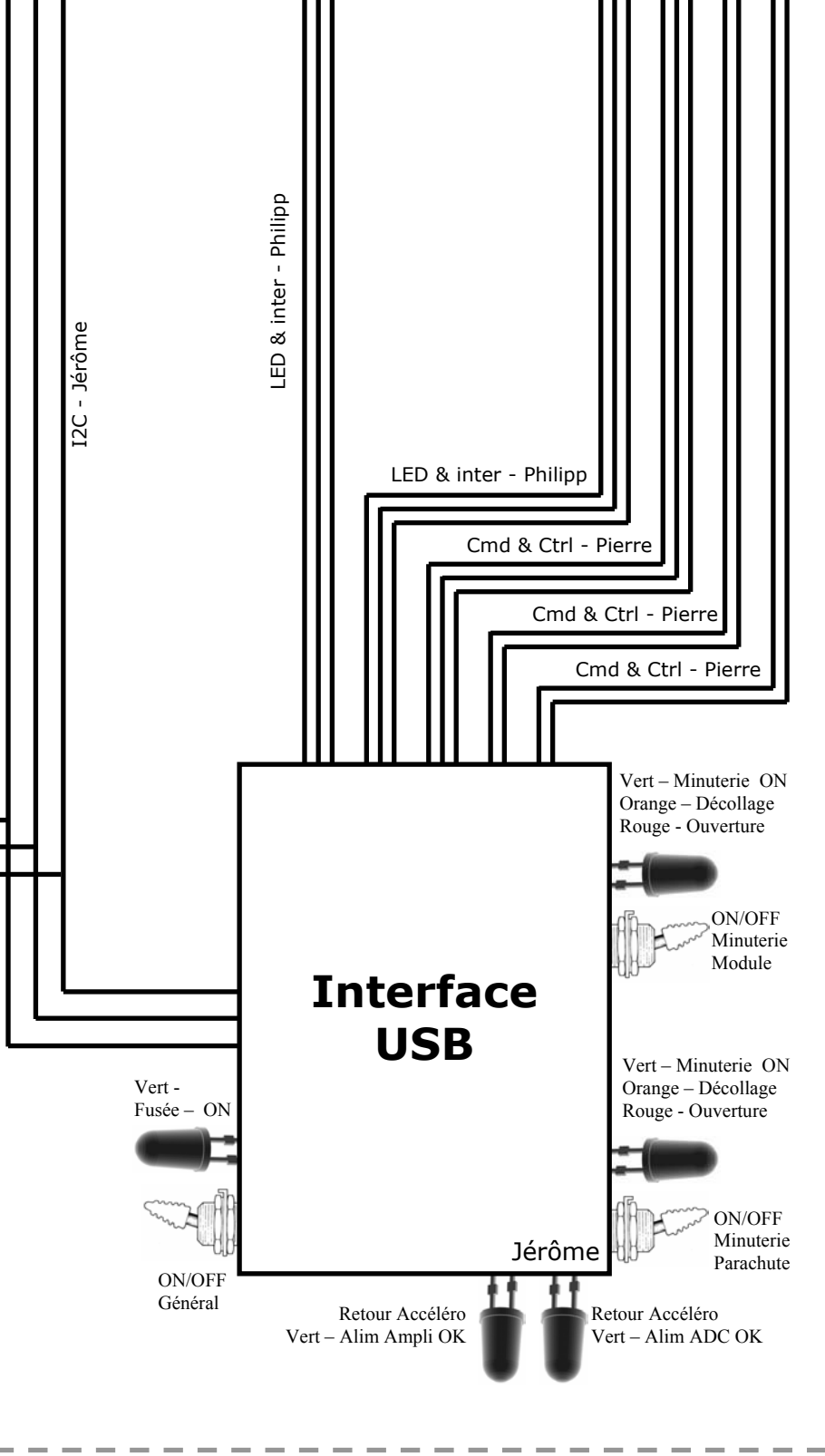
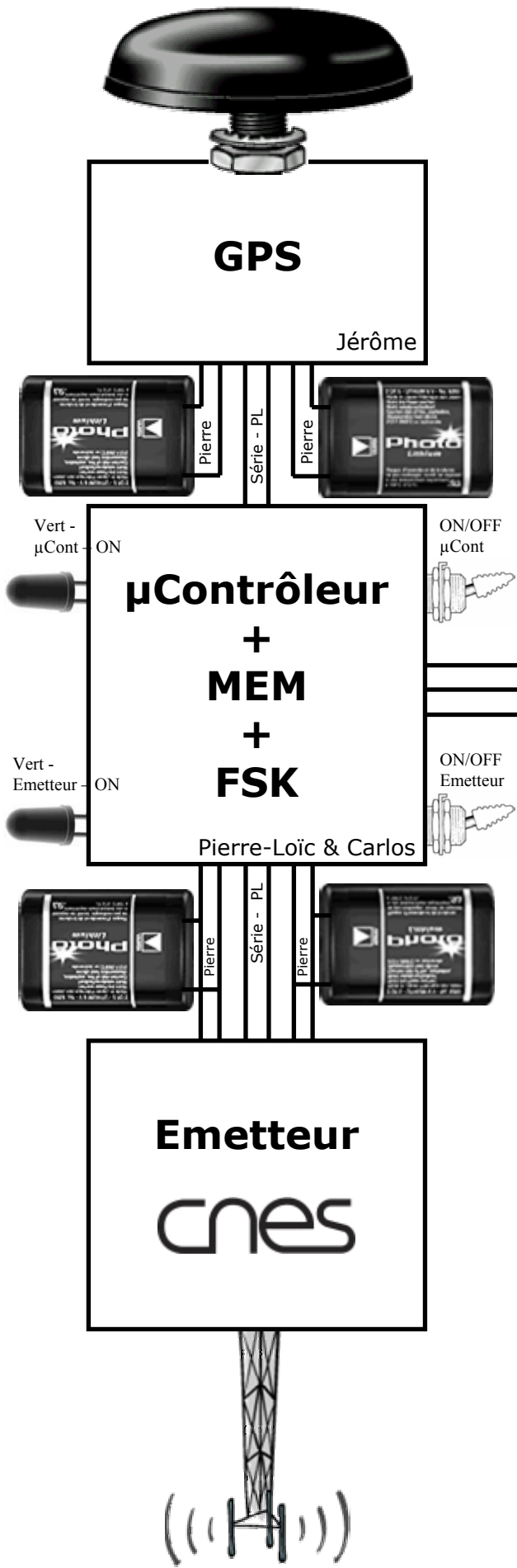


Title		
Size	Number	Revision
B		
Date:	23/04/2003	Sheet of
File:	C:\Documents and Settings\...\Sequencer	LP2951.HDOC

# Projet 2002-2003 : Axelle

V3 : 17-03-03







<http://www.insa-lyon.fr/Associations/ClesFacil/>

Jérôme Hamm

[Jerome.hamm@insa-lyon.fr](mailto:Jerome.hamm@insa-lyon.fr)

**Projet : Axelle**

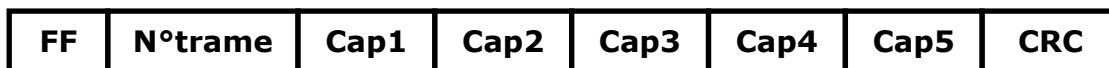
24 avril 2003

Version 2

## **Format télémesure Axelle 2003**

L'expérience du projet Axelle repose sur les mesures de cinq capteurs, les valeurs acquises seront sauvegardées à bord de la fusée (EEPROM) et plus précisément à bord du module qui sera éjecté à culmination. Dans un souci de plus grande fiabilité encore, nous émettrons la plus grande quantité possible de ces données à travers un KiwiMillenium (A son débit maximum qui est de 4800Bauds).

Le format utilisé respectera la spécification suivante, notre format de trames étant encapsulé dans le format SNR.



**Figure 1 : Format trame projet Axelle 2003**

Les valeurs des capteurs sont échantillonnées sur 12 bits mais transmises sur 8 bits uniquement afin de préserver la bande passante. Il est à noter que les valeurs sur 12 bits seront stockées dans mémoire à bord du module.

### **Estimation du nombre de trames reçues :**

Avec les hypothèses suivante :

- 1 bit de start, 1 bit de stop, octet d'information à 8 bits
- 2 octets pour le numéro de trame
- 1 octet par capteur
- 1 octet pour le CRC

soit une trame de 9 octets de 10 bits (8 bits d'info + 2 bits de contrôle)

Au total, nous prévoyons de transmettre (4800/90) 500 trames par secondes soit la moitié de nos acquisitions.