

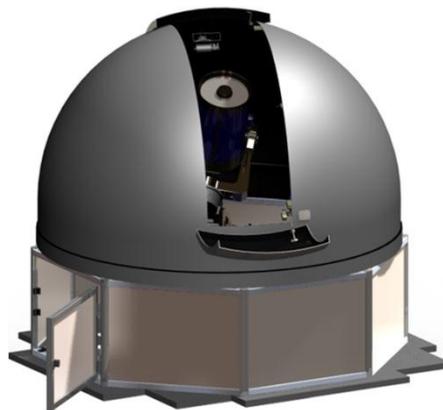
# Projet de Bachelor

---

Diplôme 2011

## Conception d'un observatoire astronomique robotisé et contrôlable par Internet

Par  
Pierre CLOT



## Résumé

Ce projet vise à installer un observatoire astronomique automatisé sur le toit de la HEIG-VD et contrôlable par Internet. L'observatoire sera composé d'un télescope MEADE LX200, d'un dôme fournis par Galileo et d'un mini-PC qui sera relié à Internet.

Ce travail de Bachelor s'est déroulé en plusieurs parties. L'année précédente, M. Laurent a réalisé sur Solidworks les différents éléments qui composent le système d'automatisation, ainsi que la commande d'une partie des éléments.

## Remerciements

Je remercie Mr. Lorenzo ZAGO pour son suivi, sa disponibilité, mais également pour tous les conseils qu'il m'a donné, que ce soit sur la pratique ou sur la rédaction du travail de Bachelor.

Un grand merci à Mr. Cyril OTTONIN pour son aide et ses conseils pour la réalisation des pièces, ainsi qu'à son équipe qui s'est donnée beaucoup de peine pour les réaliser.

Je tiens aussi à remercier mes proches pour leur soutien et leurs nombreuses relectures, ainsi que tous mes collègues pour leur bonne humeur au quotidien.

**Diplôme 2011**

*Réalisation d'un observatoire astronomique robotisé*

---

**Cahier des charges**

Complément de formation et recherche documentaire sur les télescopes d'amateur, familiarisation avec tous les détails du LX200.

Assimilation de la documentation et du matériel à disposition (projet M. Laurent).

Révision complète et détaillée du projet de l'observatoire :

- Design CAO de la base du télescope et de l'abri.
- Capteurs pour les mesures environnementales nécessaires : température, vitesse du vent, humidité, précipitations, ... ainsi que d'une ou plusieurs webcams.
- Prise en compte de toutes les conditions de charge extrême (ex. vent, pluie).
- Dessins de fabrications et/ou spécifications d'achat des éventuels composants à acquérir.

Suivi de la fabrication des composants spéciaux par l'atelier de la HEIG-VD.

Conception du logiciel de commande de l'abri et des divers capteurs, qui sera installé sur le mini-PC. Une interface graphique, par exemple en LabVIEW, est désirable, prévue ensuite pour être interfacée au LAN.

Montage de la base du télescope, de l'abri et de capteurs.

Essais et validation du système.

Rapports intermédiaires et finaux.

Le candidat :

Pierre Clot

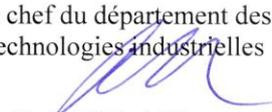


Le professeur responsable :



Lorenzo Zago

Le chef du département des  
Technologies Industrielles



Prof. Michel Etique

Yverdon-les-Bains, le 18 juillet 2011

1

# Table des matières

Résumé.....	ii
Remerciements .....	iii
Cahier des charges.....	iv
<b>1. Introduction.....</b>	<b>1</b>
<b>2. Télescope Meade LX200 EMC .....</b>	<b>2</b>
2.1 Descriptif .....	2
2.2 Monture.....	3
2.2.1 Monture Alt-Az .....	3
2.2.2 Monture Equatoriale .....	3
2.3 Contrôle du télescope .....	3
2.3.1 Contrôle par la télécommande.....	3
2.3.2 Contrôle avec AutoStar Suite .....	4
2.4 Réalisation d'un programme de test.....	5
2.4.1 Protocole du LX200 .....	5
2.4.2 Elaboration d'un programme .....	6
2.5 Comportement du télescope .....	6
<b>3. Mécanique.....</b>	<b>7</b>
3.1 Vue d'ensemble.....	7
3.2 Pier.....	8
3.3 Dôme .....	8
3.4 Base .....	9
3.4.1 Fixation .....	9
3.4.2 Parois .....	10
3.4.3 Porte .....	10
3.5 Motorisation de la base.....	11
3.5.1 Choix du moteur .....	11
3.5.2 Alimentation.....	11
3.5.3 Travail réalisé.....	12
3.6 Motorisation de la coupole .....	13
3.6.1 Trappe.....	13
3.6.2 Cimier .....	15
3.6.3 Alimentation de moteur du dôme.....	17
3.7 Emplacement final.....	17
3.7.1 Ancrage de l'observatoire .....	18
3.7.2 Travail réalisé.....	18
<b>4. Electronique .....</b>	<b>19</b>
4.1 Vue d'ensemble.....	19
4.2 Capteur d'environnement.....	20
4.2.1 Station météo de l'école .....	20
4.2.2 Station météo Oregon.....	20
4.2.3 Acquisition des données.....	21
4.2.4 A faire .....	21
4.3 Alimentation du dôme .....	22
4.3.1 Par câble .....	22

4.3.2	Par contact glissant .....	22
4.3.3	Par court contact .....	23
4.3.4	Au final.....	23
4.4	Motorisation du dôme .....	23
4.4.1	Choix du microcontrôleur.....	23
4.4.2	Vue d'ensemble du système .....	24
4.4.3	Régulateur de tension .....	24
4.4.4	Butées des moteurs.....	25
4.4.5	Circuit d'attaque des moteurs.....	26
4.5	Motorisation de la base.....	31
4.5.1	Schéma du pont H .....	31
4.5.2	Système de commande du dôme.....	32
4.5.3	Alimentation des capteurs Oregon .....	33
4.6	Commande des alimentations.....	33
4.6.1	Système de commutation .....	33
4.6.2	Schéma .....	34
4.6.3	Validation du circuit .....	34
<b>5.</b>	<b>Programmation.....</b>	<b>35</b>
5.1	VI Communication télescope .....	35
5.1.1	Introduction.....	35
5.1.2	Code.....	36
5.1.3	Paramètre d'entrée / sortie .....	37
5.1.4	Exemple .....	38
5.2	Commande de l'interface Labview.....	39
5.3	Programmation du cimier .....	40
5.3.1	Pseudo-code .....	40
5.3.2	Configuration des entrées / sorties.....	40
<b>6.</b>	<b>Assemblage .....</b>	<b>41</b>
6.1	Montage de la base .....	41
6.2	Montage du dôme .....	43
6.3	Montage de la trappe.....	44
6.4	Montage du cimier .....	44
6.5	Photos du dôme monté.....	45
<b>7.</b>	<b>Conclusion .....</b>	<b>46</b>
<b>8.</b>	<b>Liste de références .....</b>	<b>47</b>
8.1	Webographie.....	47
<b>9.</b>	<b>Liste des figures .....</b>	<b>48</b>
<b>10.</b>	<b>Annexe .....</b>	<b>50</b>
10.1	Datasheet .....	50
10.1.1	MSP430.....	50
10.1.2	Régulateur de tension .....	51
10.1.3	MOSFET de canal N .....	54
10.1.4	MOSFET de canal P .....	57
10.1.5	PN100 .....	59
10.1.6	Optocoupleur .....	61

10.1.7	Circuit d'attaque de pont .....	64
10.2	Élément mécanique pour la partie électronique .....	67
10.2.1	Bornes pour circuits imprimés avec raccordement à vis .....	67
10.2.2	Boîtier pour le système du dôme .....	69
10.2.3	Prise mâle et fiche femelle pour appareils .....	70
10.2.4	Prise jack femelle pour appareils .....	71
10.3	Alimentation .....	72
10.3.1	12 V .....	72
10.3.2	24 V .....	75
10.4	Station météo .....	77
10.4.1	Oregon .....	77
10.4.2	Capteur de pluie .....	83
10.5	Schéma .....	85
10.5.1	Commande du dôme .....	85
10.5.2	Commande de la base .....	88
10.5.3	Commande alimentation .....	89
10.6	Programmation MSP430 .....	90
<b>11.</b>	<b>Journal de travail .....</b>	<b>91</b>

## 1. Introduction

Ce travail de Bachelor possède la caractéristique d'être particulièrement pluridisciplinaire car il nécessite un travail de recherche dans plusieurs domaines : la mécanique, l'électronique et la programmation.

La partie mécanique de ce travail consiste à créer le système de motorisation du dôme. En effet, non seulement il est composé de deux trappes qui devront être automatisées, mais il faut aussi gérer la rotation du dôme. Cette partie a été grandement avancée par M. Laurent lors de son travail de Bachelor l'année précédente.

La partie électronique servira à la création de l'interfaçage entre la mécanique et l'informatique. En raison du fort courant demandé par les moteurs, il est nécessaire de réaliser un montage qui permettra la commande des moteurs. Il faut également prendre en compte l'asservissement en position du moteur du dôme.

De plus, ce travail est composé d'une grande partie de programmation. Il faudra, à l'aide de Labview, élaborer un programme qui permet de commander le dôme et le télescope à distance, et par Internet.

Le rapport se déroulera selon ce schéma. Après une explication du télescope, suivra un commentaire sur la partie mécanique du dôme, puis une explication sur les différents interfaçages créés afin d'automatiser le dôme. Enfin, la partie programmation sera expliquée.

## 2. Télescope Meade LX200 EMC

### 2.1 Descriptif

L'école possède un télescope 12'' Meade LX200. C'est un télescope de type Schmidt-Cassegrain. Il est composé d'un miroir concave primaire percé en son centre d'une lame asphérique (Lame de Schmidt) qui se situe à l'avant du tube et qui a pour but de corriger les aberrations. La lame est également utilisée comme support pour le miroir secondaire.

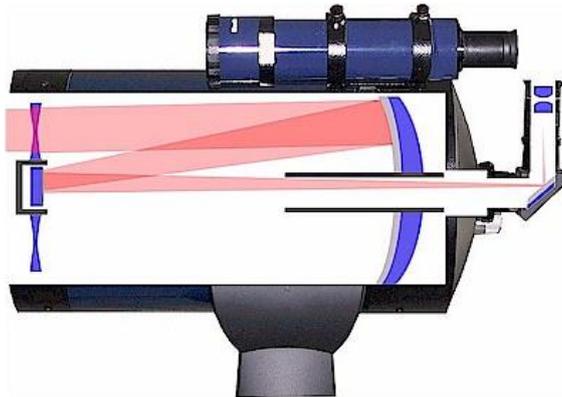


Figure 1 - Télescope du type Schmidt-Cassegrain

Ce télescope permet d'allier un grand diamètre (345 mm) et bonne longueur focale tout en gardant un tube très court (580 mm) grâce à la courbure prononcée du miroir primaire. Malheureusement, le miroir secondaire obstrue une grande partie du tube, ce qui diminue le contraste.

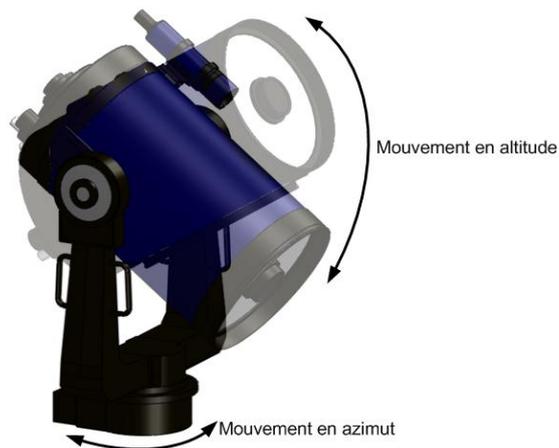


Figure 2 - Mouvements de la fourche

Le tube est monté sur une fourche motorisée qui lui permet un déplacement en altitude. Cette dernière est posée sur une base rotative qui permet un mouvement en azimut (Figure 2).

## 2.2 Monture

Pour un télescope de type Cassegrain, il existe principalement deux types de monture. La monture équatoriale et la monture alt-az.



Figure 3 - Télescope Meade sur monture alt-az



Figure 4 - Télescope Meade sur monture équatoriale

### 2.2.1 Monture Alt-Az

La monture Alt-Az possède un axe horizontal et un axe vertical. Cette monture permet de pointer facilement un astre, mais lorsqu'il s'agit de suivre un astre, il faut déplacer le télescope sur deux axes.

### 2.2.2 Monture Equatoriale

La monture équatoriale a un axe de rotation parallèle à l'axe de rotation de la terre. Ce qui permet, lorsque l'on pointe un objet, de modifier qu'un seul axe. Cette monture est préférable pour un suivi ou pour effectuer des photos avec un grand temps d'exposition. Pour notre projet, nous avons acheté un adaptateur afin de monter le télescope avec une monture équatoriale.

## 2.3 Contrôle du télescope

Comme nous l'avons vu plus haut, la fourche du télescope est motorisée. Elle est équipée d'une électronique qui permet à l'utilisateur de déplacer le télescope. Le programme de guidage possède également une base de données de positions d'étoiles et de planètes qui pourront être pointées automatiquement. Elle permet également le suivi d'une étoile, amenant ainsi la prise d'image de longue exposition.

Le contrôle de cette électronique se fait à l'aide d'une télécommande fournie avec le télescope. Mais il est également possible de commander le télescope par un port série RS-232. Plusieurs tests ont été effectués afin de contrôler le télescope.

### 2.3.1 Contrôle par la télécommande

La télécommande, appelée "raquette de commande" permet de guider le télescope sans autre dispositif annexe. Elle nous a permis de tester les différents déplacements possibles, de comprendre

comment marche le pointage automatique. Lors de l'utilisation finale, cette raquette ne sera pas utilisable pour un contrôle distant. En revanche, lors de phases de test, elle peut être utile car elle peut afficher en temps réel la position du télescope. Il faudra utiliser une autre méthode de contrôle.

### 2.3.2 Contrôle avec AutoStar Suite

AutoStar Suite est un programme gratuit fourni par Meade. Il offre une interface graphique qui permet plus facilement de retrouver une étoile.

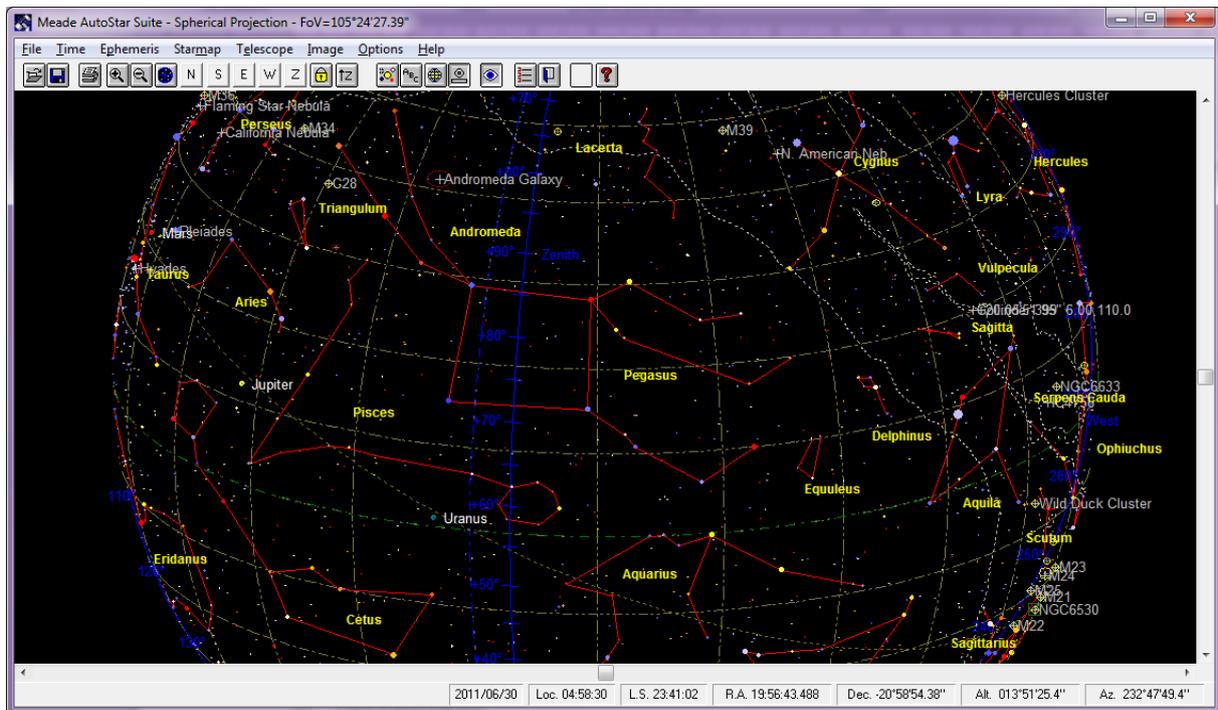


Figure 5 - Programme Meade AutoStar Suite

Après avoir relié le port série de mon ordinateur au télescope, le programme a pu être testé. Il permet, à l'aide des boutons 'N' 'S' 'E' et 'W' de déplacer manuellement le télescope. La sélection d'une étoile sur le programme offre la possibilité de mouvoir automatiquement le télescope sur cette position. Tant qu'un nouveau déplacement n'est pas demandé, le programme fera en sorte de maintenir l'objectif sur sa cible.

Toutefois, ce programme ne sera pas utile pour le projet, car il ne permet pas d'accès à distance ou d'être manipulé par un autre programme. Une autre méthode devra donc être employée afin de contrôler le télescope.

## 2.4 Réalisation d'un programme de test

La dernière solution afin de contrôler le télescope est d'envoyer directement les ordres par le port RS-232. En effet, le LX200 possède une liste de commande à envoyer par le port série afin de le contrôler. Une liste des opérations et du protocole utilisé est décrite dans le mode d'emploi du télescope.

### 2.4.1 Protocole du LX200

Le protocole utilisé pour le télescope est une communication série RS-232. Les spécificités de la couche liaison pour une communication avec un PC sont décrites dans le mode d'emploi :

- Débit d'information : 9'600 bauds
- Bit de parité : Aucun
- Nombre de bit de data : 8
- Bit de fin de message : 1

La transmission de caractères doit se faire selon la table ASCII.

En ce qui concerne la couche Application, Meade utilise le protocole suivant :

:Fonc XXX#

Le message commence par le caractère ':' et termine par '#'. Le premier mot est la fonction qui va être exécutée et le second concerne les paramètres de la fonction. Il existe plusieurs types de paramètre différents :

- :LS NNNN# -> Envoi d'un entier (4 chiffres)
- :SL HH:MM:SS# -> Envoi d'une heure

Il existe une soixantaine de fonction que le télescope peut gérer. Certaines sont utilisées pour le déplacement et d'autres pour la gestion de la base de donnée, ou encore pour donner ou lire certains paramètres. Voici quelques exemples de fonction :

Commande	Retourne	Description
:Mn# :Ms# :Me# :Mw#	Rien	Déplace à grande vitesse le télescope au nord/sud/est/ouest
:Qn# :Qs# :Qe# :Qw#	Rien	Arrêt du déplacement dans la direction spécifiée.
:MS#	0 (Déplacement possible) 1 (Objet hors de portée), 2, 4	Déplace le télescope à la coordonnée de l'objet sélectionné.
:GR#	+HH:MM.T#	Demande la valeur d'ascension droite actuelle
:GD#	sDD*MM#	Demande la déclinaison actuelle
:GA#	sDD*MM#	Demande l'altitude courante
:GZ#	DDD*MM#	Demande l'azimut courant
:LC NNNN# :LM NNNN# :LS NNNN#	Rien	Sélection l'objet NNNN dans les librairies. 'LS' pour étoile, 'LM' pour messier et 'LC' pour NGC

Tableau 1 - Exemple de commande

## 2.4.2 Elaboration d'un programme

Afin de tester le protocole et différentes fonctions, il a fallu réaliser un petit programme en Delphi qui permet, à l'aide du composant de port série, d'envoyer des commandes et de recevoir des informations.

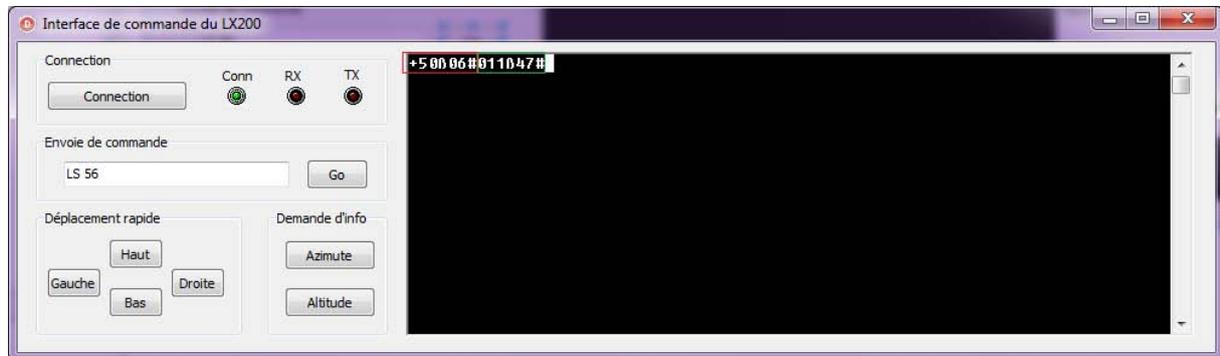


Figure 6 - Interface Delphi pour le LX200

Cette interface permet d'envoyer facilement des commandes au télescope, mais également de lire les informations qu'il me renvoie. Sur la Figure 6, on peut voir comment envoyer des commandes au télescope, mais aussi, grâce aux boutons dans le label "demande d'info" qui permettent de savoir l'azimut ou l'altitude que le télescope pointe. Le retour des données se fait sur la zone de texte en noir sur le programme, on peut lire une réponse de +50°06 pour l'azimut et 11°47 pour l'altitude. De plus, on constate que le protocole envoie un symbole '#' à la fin du message émis par le télescope. Ce programme nous permet de réaliser aisément des tests sur le fonctionnement du télescope.

## 2.5 Comportement du télescope

Pour comprendre le programme de gestion du télescope, différentes expériences ont été effectuées :

La première portait sur son fonctionnement lors de l'enclenchement du télescope. Après avoir allumé le télescope, nous avons fait une demande de position. Il se trouvait à une position de 0° alt et 0° az. Puis nous l'avons éteint et déplacé manuellement à une autre position. Une fois allumé à nouveau et après une nouvelle demande de position, elle était de nouveau à zéro. Cette expérience a été confirmée en déplaçant le télescope sur un objet de la base de donnée. Par exemple, l'objet se trouve à une position de 15° alt et 20° az. Une fois le déplacement demandé, le télescope se déplace correctement à cette position. Mais si nous le redémarrons, et que nous lui redemandons un déplacement à cette position, il refera le même déplacement. Toutefois, par rapport à la position initiale, il s'est déplacé de 30° d'altitude et de 40° d'azimut. On peut donc en déduire qu'il ne possède pas de capteur de position absolu.

Les butées de la fourche ont ensuite été testées. Le déplacement en azimut est effectué par la base de la fourche, elle n'a pas de butée. La fourche peut donc faire théoriquement autant de tour qu'elle veut. Or, un câble torsadé relie la base à la fourche : il permet d'alimenter le moteur du déplacement en altitude. Ainsi, en pratique, ce câble va limiter le déplacement de la base à  $\pm 180^\circ$ . En ce qui concerne le déplacement en altitude, il possède une butée : il est limité à un déplacement de 45° dans un sens et de 90° dans l'autre. Autre élément intéressant, la butée se fera par rapport à la position lors de la mise sous tension du télescope.

### 3. Mécanique

Cette section décrit toute la partie mécanique de ce projet. Il s'agira d'expliquer le fonctionnement de toutes les parties qui composent l'observatoire.

#### 3.1 Vue d'ensemble

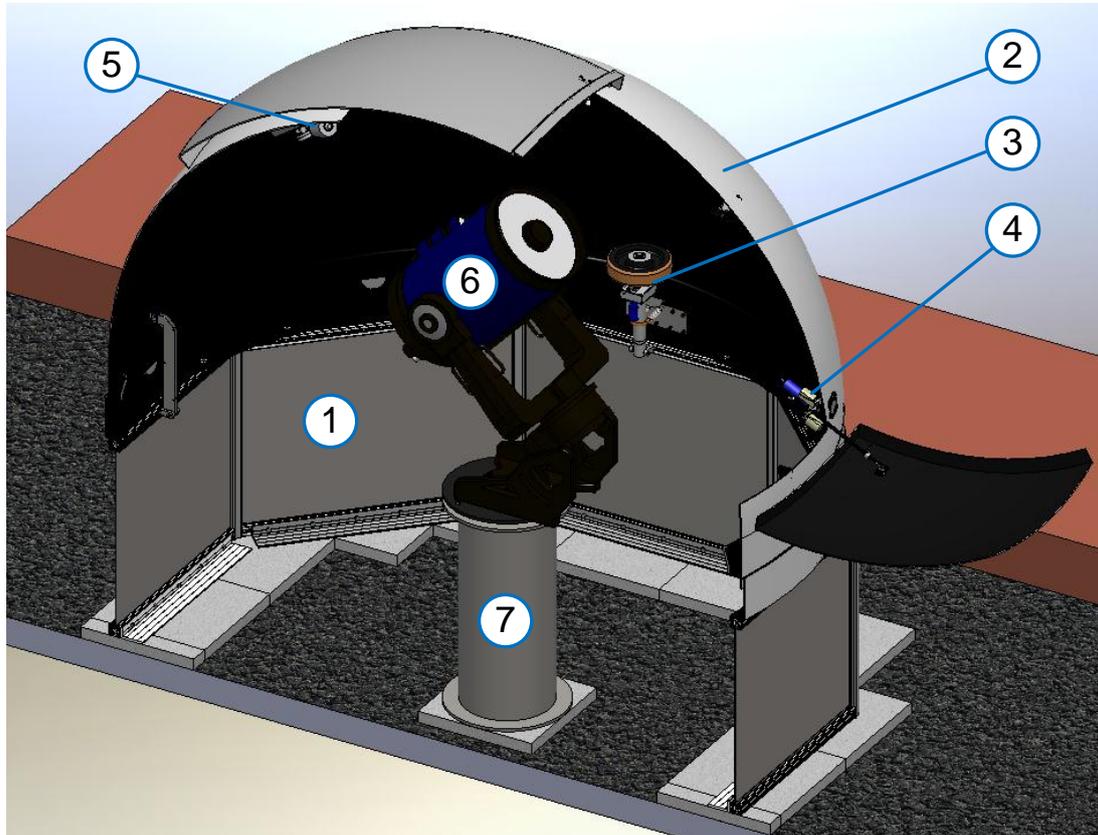


Figure 7 - Vue d'ensemble mécanique

Le dôme est composé de deux parties : la base (1), créée à partir de profilés de la marque Items et la coupole (2), élément acheté chez Galileo. Cette dernière est entraînée en rotation par une roue (3) fixée sur la base. L'ouverture du dôme se fait à l'aide de deux moteurs, un pour ouvrir la trappe (4) et un autre pour coulisser le cimier (5). A l'intérieur du dôme se trouve le télescope (6), fixé sur son pied (7). Au final, tous ces éléments se trouveront sur le toit de l'école.

Après cette brève vue d'ensemble, suivra une explication de ces différents éléments avec plus de détails.

## 3.2 Pier

Le pier est le support de télescope, il doit fournir les caractéristiques suivantes :

- Etre lourd et massif afin d'assurer la stabilité du télescope
- Le sommet du pier doit être le plus horizontal possible.
- Avoir une fréquence propre supérieure à 100Hz

La personne ayant précédemment travaillé sur ce projet a décidé de le faire construire par l'école et l'a dimensionné de sorte à respecter ces différentes caractéristiques.

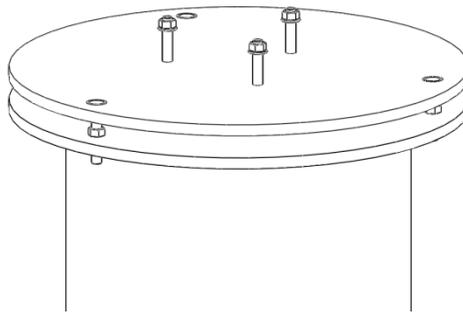


Figure 8 - Vue de la fixation du pier

Il est composé de deux disques soudés à un tube en fonte de 740 mm. Sur le sommet de cet assemblage vient se fixer un 3<sup>ème</sup> disque à l'aide de 3 vis. Les vis fourniront, à l'aide d'écrous, trois points d'appui réglables afin d'obtenir la surface la plus horizontale possible. Il y a également 3 vis qui permettent la fixation du télescope sur le disque.

Nous rencontrons toutefois un problème sur l'élément fini. En effet, lors de la soudure, la chaleur et le travail de la matière a légèrement déformé la base du pier, perdant ainsi un peu de sa stabilité. Au final, le pied sera posé sur une dalle et pour résoudre ce problème, il faudra donc fixer la dalle et le pied à l'aide de vis.

## 3.3 Dôme

Après une recherche de distributeur, nous avons acheté une coupole de Sirius Observatories chez Galileo. Sirius proposent différentes de tailles de coupole, allant de 2.3m de diamètre jusque à 6.7m. Elles sont vendues soit avec une base de 1.5m de haut, soit sans. Dans notre cas, une coupole de 2.3m suffit amplement. Puisque la base est trop haute et beaucoup plus chère, il a choisi de ne pas la prendre. Le choix du fournisseur s'est porté chez Galileo, un groupe français possédant une succursale à Lausanne. Ils nous ont permis de l'obtenir monnayant bon prix et un délai de livraison très court.

La coupole est composée d'une base, d'un grand anneau en fibres et d'un dôme. Dans la partie intérieure du dôme se trouvent plusieurs petites roulettes qui permettent la rotation de ce dernier.

### 3.4 Base

La base fournie par Sirius est cylindrique. Toutefois, si nous voulions en réaliser une, il serait beaucoup plus aisé de trouver des éléments pour construire une base octogonale plutôt que circulaire. C'est sur cette base que notre prédécesseur a porté son choix, étant construite à l'aide d'éléments Item.



Figure 9 - Base Items octogonale montée

#### 3.4.1 Fixation

Les poutres sont fixées aux colonnes à l'aide des fixations universelles 8 St de chez Item. Mais un usinage et nécessaire pour utiliser ces fixations : il faut deux fraisages à chaque extrémité de la poutre, un dessus et un dessous afin de garantir une bonne rigidité.

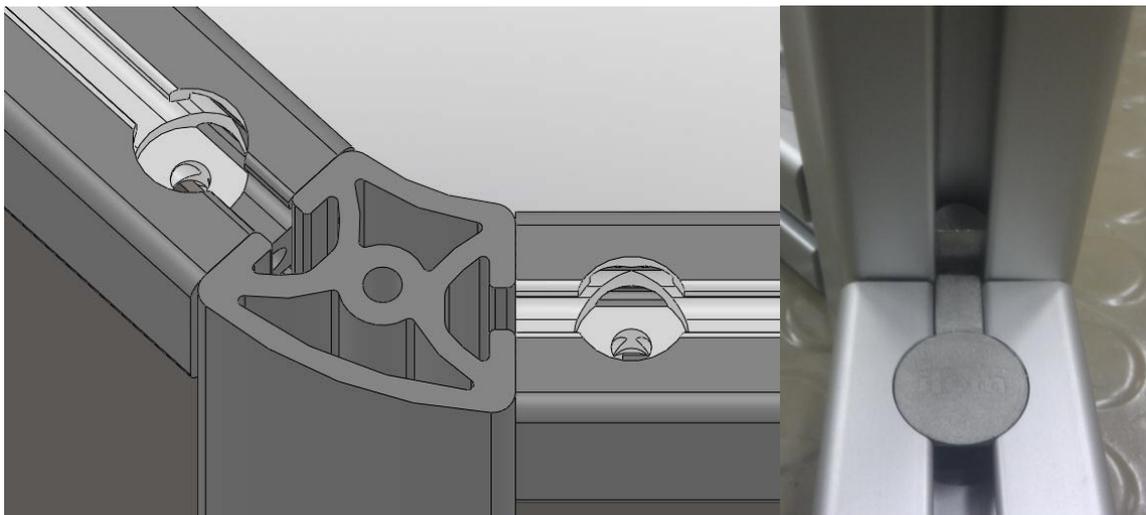


Figure 10 - Usinage pour fixation 8 st de chez Items et exemple pratique

Quant à la fixation de la base de la coupole, l'anneau a été percé afin d'avoir deux fixations par poutre. Une fois la base percée, nous pouvons la fixer grâce à des vis insérées dans le profilé et des

écrous. Item propose des vis coupées en deux afin d'être insérées directement dans le profilé sans le démonter.



Figure 11 - Fixation du dôme à la base Items

### 3.4.2 Parois

Les "murs" de la base se feront à l'aide de tôles en acier glissées dans les rainures des poutres et des colonnes. Items propose de vendre ces éléments, mais nous avons décidé de les commander et de les couper par le biais de l'atelier pour des raisons de coût.

A la base, les tôles étaient rectangulaires, mais il a fallu faire usiner les coins des tôles afin de réussir à les mettre en place. En effet, il fallait les adapter au système de fixation des poutres (voir Figure 10).

L'étanchéité du système est garantie par des joints qui se glissent à l'aide d'un tournevis directement entre la tôle et la rainure du cadre.

### 3.4.3 Porte

Afin d'accéder à l'intérieur de la coupole, une porte est indispensable. Pour résoudre ce problème, Items met à disposition des charnières. Il suffit alors de créer, à l'aide de poutres plus petites, un cadre de porte qui sera lié à la base avec ces charnières. Items propose également des serrures à mettre entre deux poutres afin de fermer et de verrouiller notre porte. Cette serrure nécessite également un usinage du cadre de la porte.



Figure 12 - Système de serrure de la porte

Pour la paroi de la porte, nous avons également besoin d'une tôle qui doit être plus petite que les précédentes. Actuellement, la tôle n'entre pas dans le cadre de la porte à cause de la serrure : il faudra modifier cette dernière.

### 3.5 Motorisation de la base

Comme nous l'avons vu plus haut, la coupole tourne à l'aide de petites roues à sa base. Par essais avec un dynamomètre, il a été démontré qu'une force de 20 N suffit à le faire tourner. Afin de le mettre en rotation, M. Laurent a choisi une méthode qui consiste à appuyer une roue motorisée contre la coupole de manière à l'entraîner par friction.

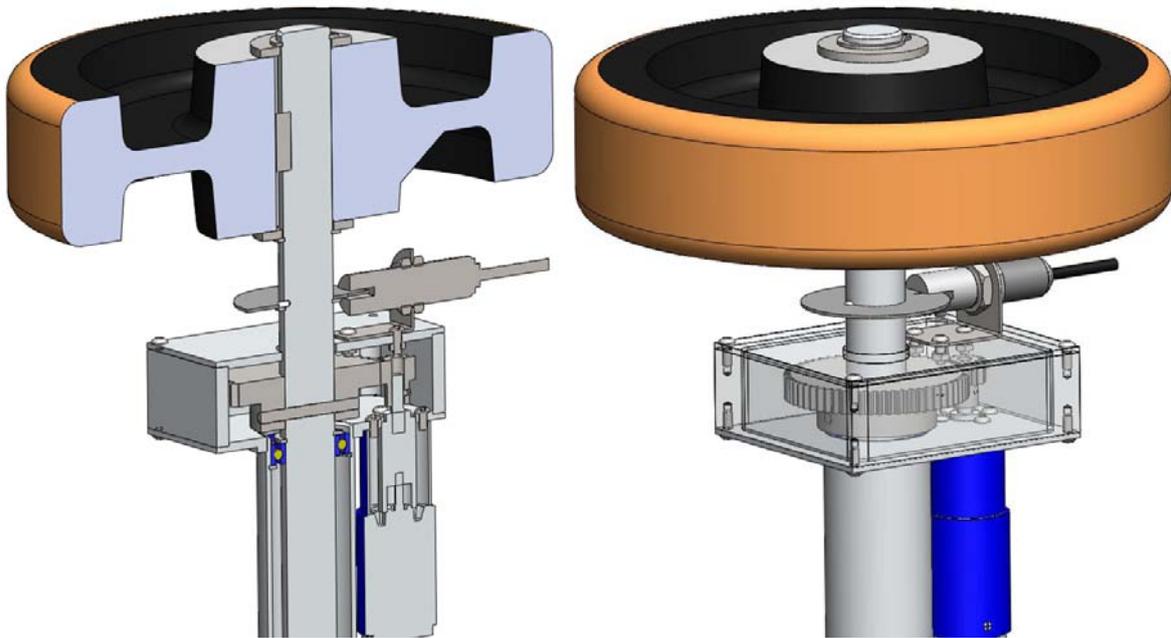


Figure 13 - Motorisation du dôme - Coupe et vue totale

La roue est fixée sur la barre à l'aide de circlipe et une clavette permet la liaison de ces éléments. Ce système est également lié à une roue dentée à l'aide d'une goupille. Tout ce système est tenu dans un tube à l'aide de deux roulements à bille. L'entraînement de ce sous-ensemble est fait par un pignon fixé sur un moteur.

La fixation à la base se fait à l'aide de pièces glissées dans le rail

#### 3.5.1 Choix du moteur

Durant le projet précédent, le choix s'est porté sur un moteur Maxon avec les caractéristiques suivantes :

- Tension nominal : 24 [V]
- Courant nominal : 0.7 [A]
- Puissance : 15 [W]

#### 3.5.2 Alimentation

Comme l'alimentation de ce moteur nécessite beaucoup moins de puissance, une alimentation 24 [V] qui fournit jusqu'à 1.1 [A] a été achetée chez Distrelec.

### 3.5.3 Travail réalisé

Le système est assemblé et monté sur la base, mais il reste toutefois encore le système de rappel à ressort à installer. Voici quelques images du montage fini :



Figure 14 - Photo de la motorisation du dôme



Figure 15 - Fixation à la base

Quelques problèmes doivent encore être résolus, comme, premièrement, la fixation du boîtier au tube. Initialement, il était prévu un serrage entre ces éléments, toutefois il n'est pas suffisant. Une des solutions qui s'offrirait à nous serait de souder ces éléments. Néanmoins, il faudrait auparavant avoir la certitude que l'ensemble fonctionne correctement car le système ne serait plus démontable.

Le second problème à traiter est la liaison entre la roue et le dôme. La roue possède une surface trop lisse, tout comme la surface du dôme : le coefficient de frottement n'est pas suffisant pour faire tourner la coupole. Une des solutions envisageables serait de tester différents matériaux à fixer sur le dôme, comme par exemple du papier de verre collé à l'aide de double face ou du gaffer.

### 3.6 Motorisation de la coupole

La motorisation de la coupole sert à ouvrir et fermer cette dernière. Elle est composée de deux éléments : une trappe et un cimier. La trappe est une petite porte montée sur charnière à la base du dôme. Le cimier quant à lui coulisse, à l'aide de roulettes, sur un rail sur le reste de la longueur du dôme. Son déplacement se fait à l'aide d'une traction sur une corde.

Lorsque le dôme est fermé, le cimier vient par-dessus la trappe, il faut donc prendre en compte un ordre de fonctionnement : ouvrir le cimier avant la trappe, mais fermer la trappe avant le cimier.

#### 3.6.1 Trappe

L'actionnement de la trappe se fait au moyen du système suivant :

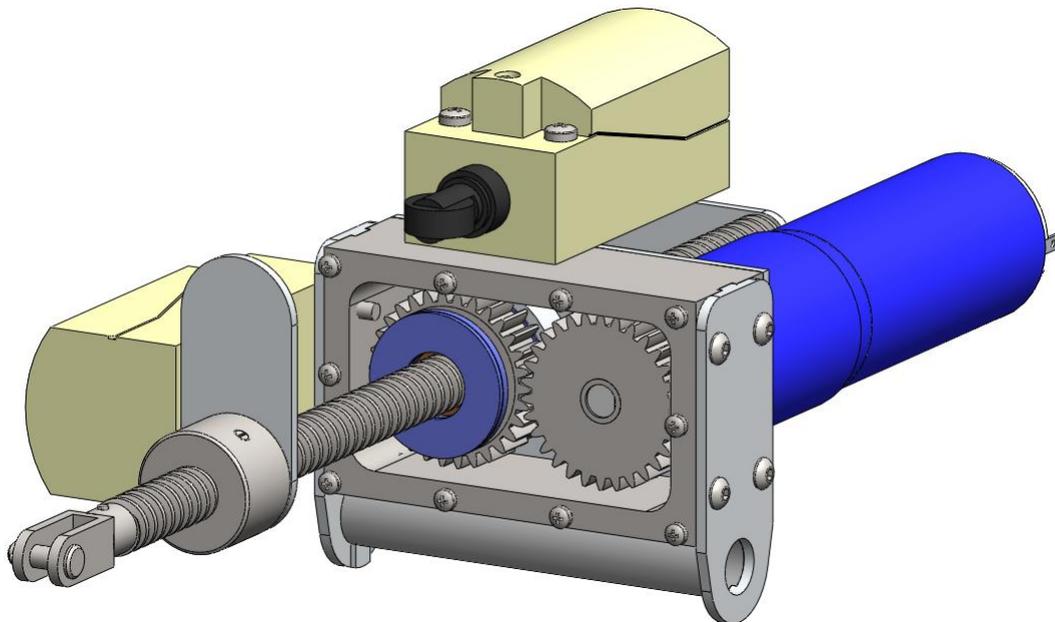


Figure 16 - Système de motorisation de la trappe.

Sur le moteur est fixé un pignon qui entraîne, à l'aide d'une roue dentée, un écrou à filet trapézoïdal. Dans cet écrou passe une vis sans fin qui est fixée à la base de la trappe. Cette dernière étant bloquée en rotation, une rotation de l'écrou va la faire avancer ou reculer, ce qui abaissera ou remontera la trappe. Sur la vis se trouvent aussi deux plaques en aluminium. Elles sont utilisées comme surface d'appui pour les capteurs de butée.

Ce système est tenu sur un bras fixé sur le côté du dôme, la fixation est faite de manière à ce que tout mouvement d'inclinaison soit libre. La trappe sera « prise en sandwich » par deux tôles d'aluminium (Figure 17 - Emplacement et fixation de la motorisation de la trappe (Figure 17 – image de droite). La partie à l'intérieur est pliée afin d'avoir une prise pour la vis.

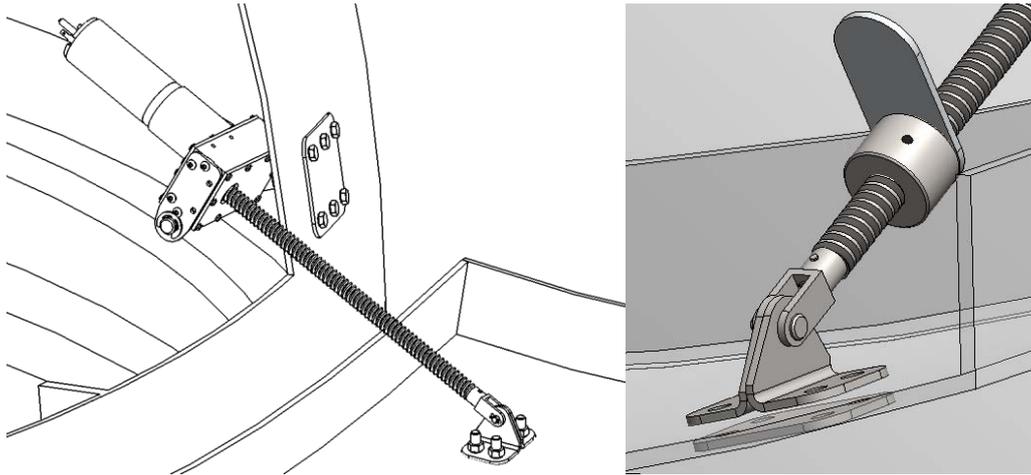


Figure 17 - Emplacement et fixation de la motorisation de la trappe

### 3.6.1.1 Choix du moteur

Lors du précédent travail, le choix s'est porté sur un moteur Maxon de 60 [W] alimenté en 12 [V]. Le courant nominal en charge est de 4 [A]. Un réducteur planétaire a également été commandé afin de satisfaire le dimensionnement du système.

### 3.6.1.2 Travail réalisé

Une grande partie des éléments a été assemblée. Le roulement et la roue dentée ont dû être assemblés à la presse sur l'écrou vu le grand serrage entre ces éléments. J'ai également monté toutes ces pièces dans le boîtier prévu à cet effet.

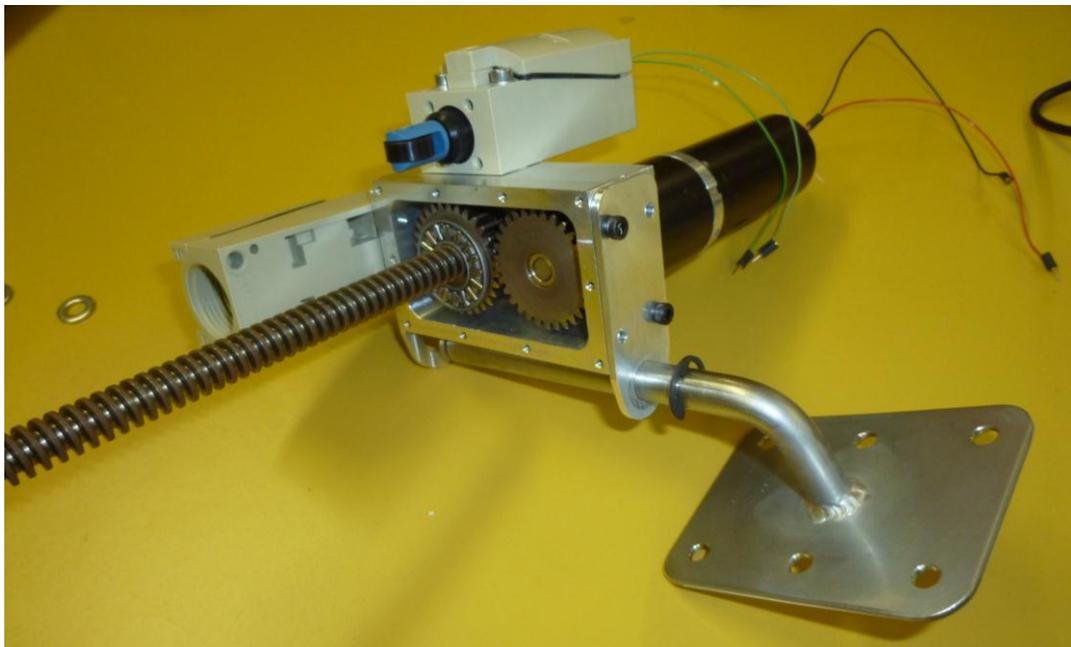


Figure 18 - Motorisation de la trappe assemblée

En revanche, lors de mon montage, j'ai constaté que le roulement à rouleau, utilisé comme butée dans le boîtier, était complètement libre. On y retrouve presque 5mm de jeu, ce qui rend le système inutilisable.

Après avoir effectué une recherche, il a été découvert que ce roulement n'était pas complet. En effet, sur les plans, il est composé de trois éléments : le roulement et deux rondelles de butée qui l'englobent. Le problème est qu'uniquement le roulement a été commandé. Bien qu'une nouvelle commande ait été passée, les pièces n'ont toujours pas été livrées.

### 3.6.2 Cimier

Le cimier se déplace à l'aide d'une corde, notre prédécesseur s'est donc orienté sur un système à tambour. Le tambour était initialement fixé sur une roue dentée, entraînée par le biais un pignon par un moteur. L'ensemble du montage sera fixé sur une rainure au sommet du dôme.

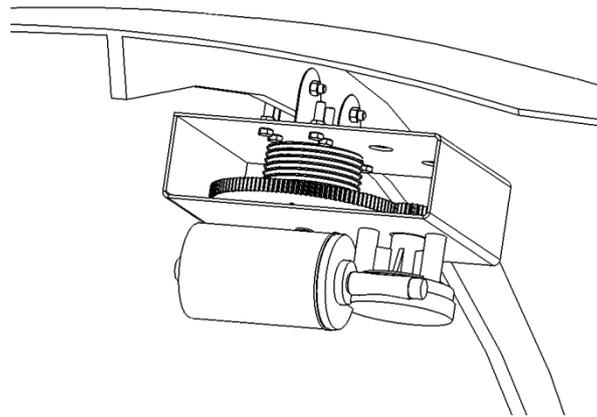


Figure 19 - Emplacement de la motorisation du cimier

#### 3.6.2.1 Choix du moteur

Lors du précédent travail de Bachelor, le système avait été dimensionné pour fonctionner avec le moteur suivant :

Tension d'alimentation :	24 [V]
Courant nominal :	4 [A]
Puissance du moteur :	21.7 [W]
Couple de sortie nominal :	0.8 [Nm]
Vitesse nominal :	260 [t/min]



Tableau 2 - Caractéristique du moteur du cimier

Malheureusement, la commande n'a jamais été reçue car Bosch a arrêté la production de ce moteur. Il a donc fallu rechercher un moteur équivalent, mais tous les nouveaux modèles ne correspondent pas car ils n'ont pas le même rapport de réduction interne.

Le rapport de réduction des roues dentées est de 6, donc nous avons à la sortie sur le pignon :

260 [t/min]	Par 1 : 6 ->	43 [t/min]
0.8 [Nm]		4.8 [Nm]

Après ce calcul, nous avons pu observer que les nouvelles séries de moteur avaient justement ces plages de valeurs. Par ailleurs, le choix d'un moteur alimenté en 12[V] paraît plus pertinent car cette caractéristique permet d'éviter d'avoir besoin de deux alimentations différentes ou d'un système de régulation de tension.

Comme le moteur F 006 B20 098 initialement commandé n'était plus disponible chez Bosch, le choix s'est porté sur le moteur 0 390 251 690 de Bosch, disponible chez Voltec à Bussigny

Tension d'alimentation :	12 [V]
Courant nominal :	8 [A]
Puissance du moteur :	20 [W]
Couple de sortie nominal :	5 [Nm]
Vitesse nominale :	38 [t/min]



Tableau 3 - Caractéristique du nouveau moteur du cimier

Il est un peu plus lent que le moteur précédent, mais cela ne pose pas de problème dans notre cas.

### 3.6.2.2 Travail réalisé

Comme la disponibilité du moteur restait incertaine et qu'il fallait le recevoir pour le mesurer correctement, ces éléments n'ont pas été construits. Mais le nouveau montage sera similaire à l'ancien système : il suffira de fixer directement le tambour sur le moteur car les rouages ne sont plus nécessaires.

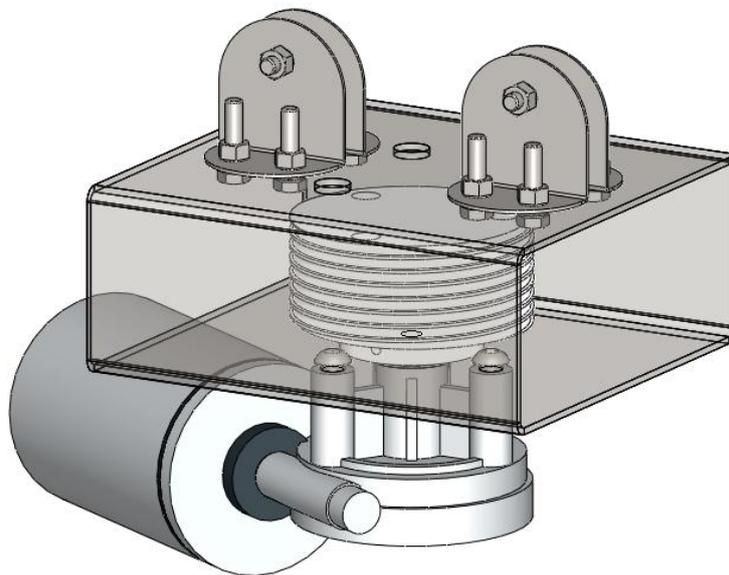


Figure 20 - Forme du système de motorisation du cimier avec nouveau moteur

Pour le serrage entre l'axe du moteur et le tambour, nous avons pensé utiliser un élément que nous avons en stock : un moyeu expansible. Il est important de penser à prévoir une place pour passer une clef à tube pour le serrer.

### 3.6.3 Alimentation de moteur du dôme

Nous avons deux moteurs DC dans le dôme qui fonctionnent au 12 [V]. Il nous faudra donc une alimentation 12[V]. Pour le courant, un moteur fonctionne avec un courant nominal de 4 [A], alors qu'il faut à l'autre un courant de 8 [A]. Il faudrait une alimentation de plus de 15 [A] si l'on aimerait que les deux moteurs tournent en même temps tout en assurant les pics de courant au démarrage. Mais une telle alimentation serait beaucoup trop grande et onéreuse. Il est préférable de faire fonctionner un moteur après l'autre. Par conséquent, une alimentation de 10 [A] suffit.

J'ai trouvé une alimentation à découpage de 12 [V] qui peut fournir jusqu'à 10 [A] chez Distrelec.

### 3.7 Emplacement final

L'observatoire se trouvera au final sur le toit de l'école :



Figure 21 - Emplacement final de l'observatoire

Sur le puits de lumière se trouve une boîte de dérivation qui permettrait de passer le câble d'alimentation, mais également le câble réseau.

Le toit de l'école est recouvert de gros gravier sous lesquels se trouve une couche assurant l'étanchéité du bâtiment. On ne peut donc pas poser notre installation directement sur le gravier. En revanche, comme on peut le voir sur la figure ci-dessus, il est possible de gratter le gravier pour déposer les dalles directement sur la couche d'étanchéité. Les dalles en béton de 40 x 40 cm peuvent s'acheter chez Coop Brico+loisirs. Nous avons le choix de suivre le contour de la base, qui demanderait une vingtaine de dalles, ou de recouvrir entièrement l'intérieur du dôme.

### 3.7.1 Ancrage de l'observatoire

Maintenant que nous avons une surface où installer notre observatoire, il faut trouver un système de fixation. En effet, nous ne pouvons pas simplement le déposer sur les dalles, il faut l'ancrer pour qu'il ne bouge pas en raison de précipitations ou de vents violents.

Initialement, il était prévu de le lester. Cette méthode consiste à ajouter du poids à la structure. Pour cela, il fallait trouver un emplacement pour placé les lests. Mais la structure laisse peu de place pour être lestée, il faut ajouter de la surface. Item propose des profilés en forme de "L" que l'on fixera une fois de plus avec les écrous insérables dans le profilé.



Figure 22 - Fixation pour ancrage de l'observatoire

Ensuite, la méthode aurait été de placer sur la base des profilés près de 260 kg de poids en plomb. Mais cette solution semble trop onéreuse et peu pratique. En revanche, l'idée percer nos dalles en béton et d'y mettre des tampons semble plus adaptée. L'encrage se ferait donc avec des vis passant par la base du "L" vissée dans les dalles. Cette méthode permettrait d'ajouter au poids de la structure celui des dalles, qui sera non seulement nettement supérieur à 260 kg mais qui en plus, ne nécessite pas l'achat d'éléments supplémentaires. De plus, l'étanchéité du toit n'est pas compromise, car le perçage se ferait uniquement sur nos dalles.

### 3.7.2 Travail réalisé

Pour faciliter les phases de tests et d'essais, nous avons décidé de monter l'observatoire dans une salle de cours. Il se trouve dans la salle de diplôme C06b.

## 4. Electronique

La partie électronique consiste à créer l'interfaçage entre l'ordinateur et les différents éléments du projet, comme les moteurs et les capteurs.

### 4.1 Vue d'ensemble

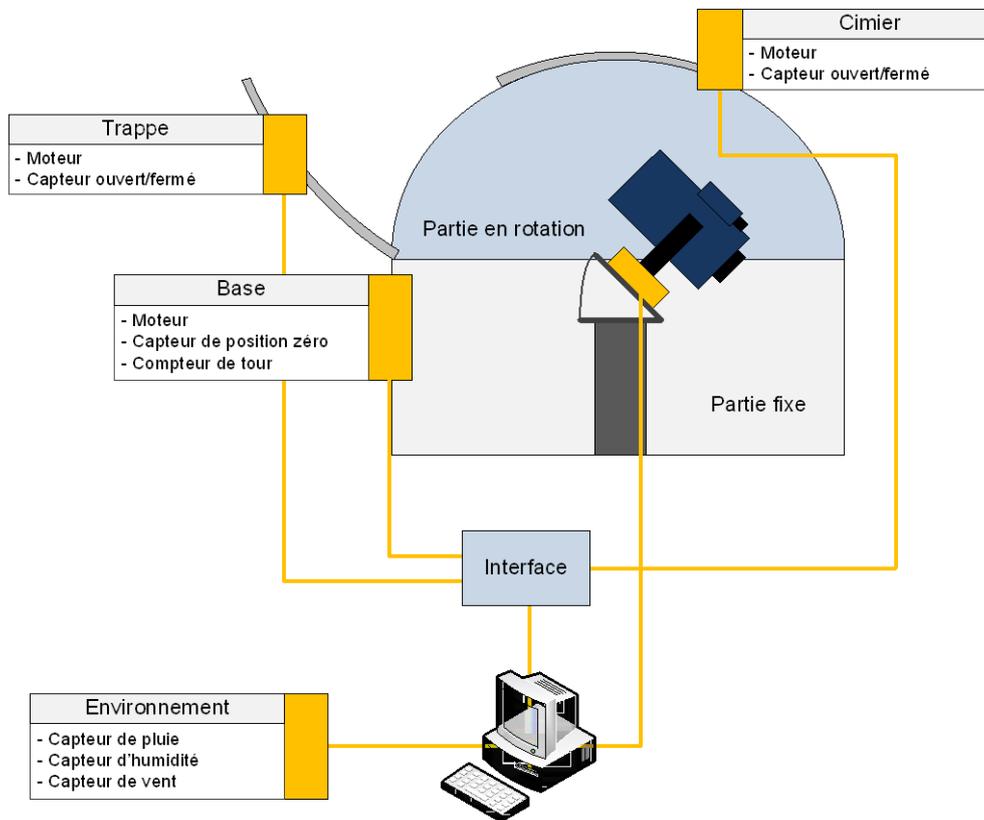


Figure 23 - Vue d'ensemble des éléments du dôme

Sur la coupole, nous avons deux moteurs : un pour ouvrir et fermer la trappe et un autre pour actionner le cimier. Chacun de ces moteurs est couplé avec deux interrupteurs de fin de cours. Ces éléments sont sur la partie mobile du dôme, ce qui pose un problème d'alimentation et de commande.

La base est composée d'un moteur afin d'entraîner la rotation du dôme. Pour connaître la position du dôme, nous avons deux capteurs optiques. Le premier est placé sur un disque à fente qui permet de compter le nombre de tours du moteur. Et le deuxième nous indique la position initiale de la coupole. Ces moteurs doivent être commandés depuis un programme qui tourne sur le PC.

Nous avons également besoin de capteurs nous permettant de connaître l'environnement et la météo pour nous permettre de fermer automatiquement le dôme selon certaines conditions météorologiques.

## 4.2 Capteur d'environnement

Pour assurer la sécurité du système, il faut connaître et mesurer les conditions météorologiques. Il doit par exemple fermer le dôme automatiquement s'il pleut ou s'il y a trop de vent, et empêcher l'utilisateur de pouvoir se connecter. Le capteur peut aussi fournir des informations telles qu'une humidité de l'air inadéquate pour une observation. Une station météo est nécessaire pour obtenir ces différentes informations.

### 4.2.1 Station météo de l'école

Il se trouve que l'école possède déjà une station météo installée sur le toit de l'école. Celle-ci comprend :

- Un pluviomètre (quantité de pluie tombée)
- Un anémomètre (vitesse du vent)
- Une girouette (direction du vent)
- Un baromètre (Pression atmosphérique)
- Un hygromètre (humidité)
- Un thermomètre (température)



Figure 24 - Station météo de l'école

Malheureusement, le pluviomètre et l'hygromètre sont défectueux. Comme ce sont les capteurs les plus importants de notre système, il faut donc trouver une autre solution.

### 4.2.2 Station météo Oregon

La solution la plus simple est d'acheter une station météo que l'on mettrait sur le dôme. Il faut que cette station communique avec un ordinateur : une station météo USB semble être une solution adéquate.

Notre choix a été porté sur la station WMRS 200 de Oregon, vendu chez Farnell. Elle possède tous les capteurs que propose la station météo de l'école.



Figure 25 - Station météo Oregon WMRS 200

### 4.2.3 Acquisition des données

L'acquisition des données par la station météo peut se faire avec plusieurs programmes, mais malheureusement aucun programme en Labview qui fonctionne directement avec cette station n'a été trouvé. Le programme "Virtual Weather Station" permet malgré tout de lire facilement ces valeurs, et il les sauve toutes les minutes dans un fichier. Un programme Labview qui lit ce fichier et met en forme ces valeurs doit donc être créé.

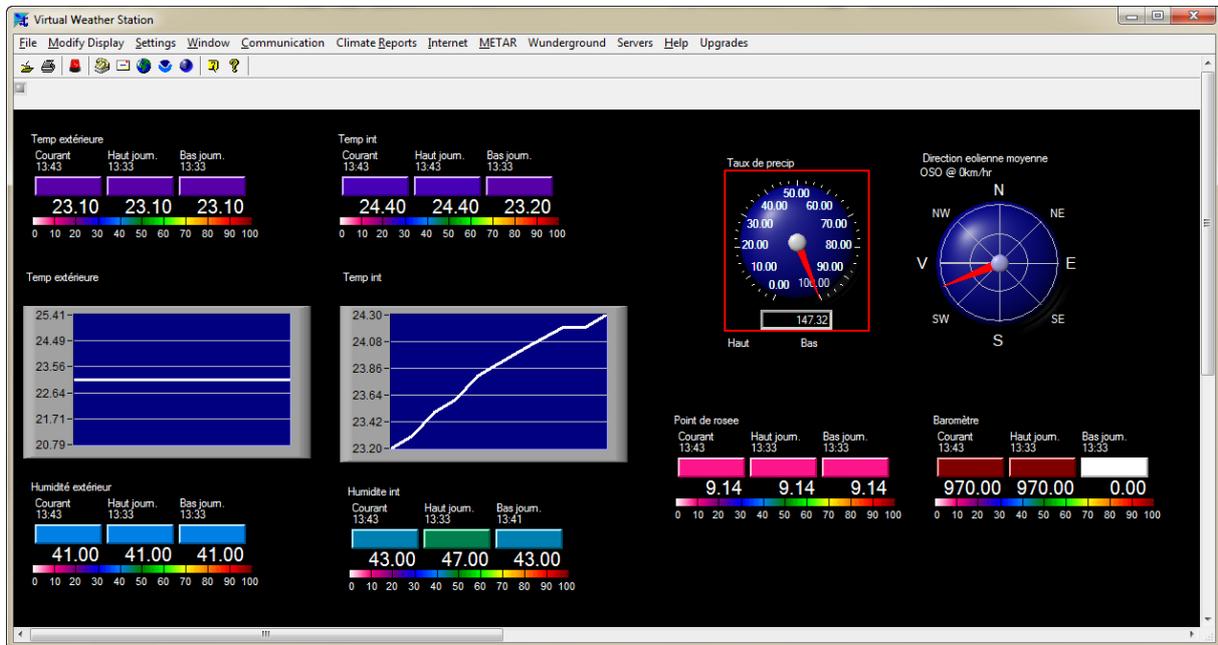


Figure 26 - Acquisition de la station météo avec Virtual Weather Station

A noter que la station lit une température extérieure et intérieure. En effet, la station de base possède un capteur de température, ce qui permettrait d'avoir la température extérieur, mais aussi à l'intérieur de l'observatoire.

### 4.2.4 A faire

Faute de temps, ces acquisitions n'ont pas pu être traitées. Toutefois, quelques tests ont été effectués avec cette station.

Le capteur le plus important du système est le pluviomètre. Il a donc fallu observer le temps de réaction du système et la quantité d'eau nécessaire afin de déclencher le capteur. Il s'avère qu'il faut pratiquement 1 minute pour lire une mise à jour des capteurs, et qu'il ne se déclenche qu'après 8 [ml]. Ce temps de réponse est beaucoup trop lent pour mesurer une précipitation. Il faut donc prévoir d'ajouter un capteur en plus. Après recherche, un capteur vendu par Conrad pourrait parfaitement faire l'affaire.

## 4.3 Alimentation du dôme

### 4.3.1 Par câble

Plusieurs solutions sont envisageables. La plus simple consiste à laisser trainer un câble torsadé entre la coupole et la base. Mais la limitation du nombre de tours pose problème: si elle en fait plusieurs, le câble va s'enrouler autour du pier.

Cette solution est malgré tout utilisable car le télescope possède un câble entre la fourche mobile et sa base : celui-ci est également limité dans son nombre de tours.

Dans le programme final, il faudra donc prendre en compte cette limite de rotation du télescope, et donc, si cette solution est validée, nous avons implicitement la limite de rotation du dôme.

### 4.3.2 Par contact glissant

Cette méthode consiste à mettre sur l'anneau de base de la coupole un système de piste de cuivre, et grâce à un système de charbon sur la partie mobile, il est possible d'alimenter le dôme. Pour la transmission des données, un système fiable et peu coûteux qui utilise la technologie Bluetooth a été trouvé. BlueGiga propose des modules Bluetooth avec un microcontrôleur programmable qui permettrait de gérer facilement par ordinateur l'alimentation des moteurs et la lecture des capteurs.

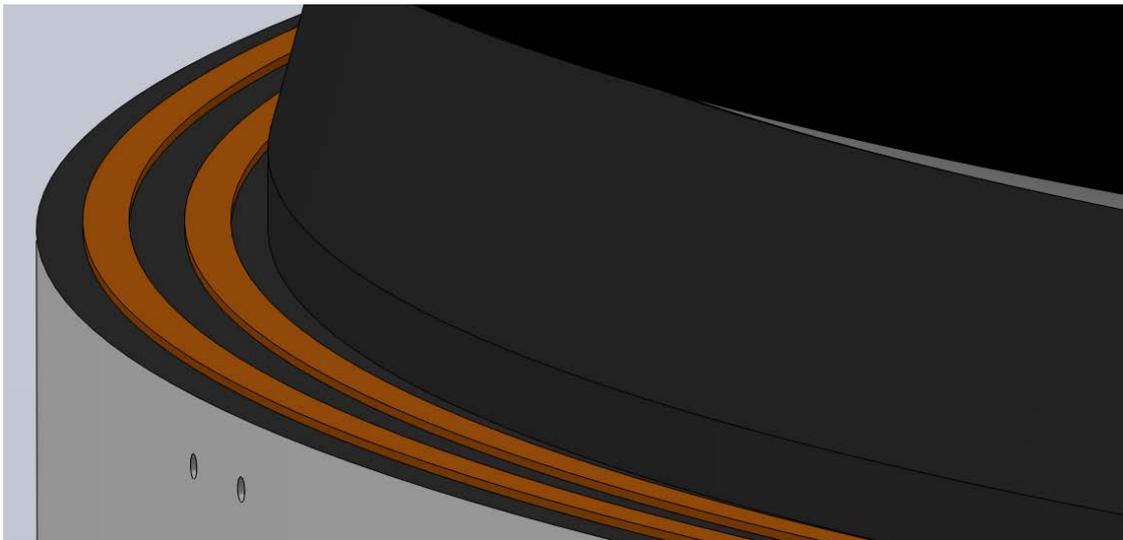


Figure 27 – Exemple de contact glissant directement installé sur la base

Toutefois cette solution n'est pas vraiment réalisable pour plusieurs raisons :

- La coupole est réalisée en fibre de verre, ce qui implique qu'elle se déforme facilement.
- Après montage, il est facile de constater que la base du dôme n'est pas parfaitement circulaire.

On ne peut donc pas garantir la concentricité entre la base et le dôme, cette solution n'est, par conséquent, pas réalisable.

### 4.3.3 Par court contact

Comme le dôme a une position initiale, on peut facilement imaginer que, lorsqu'il n'est pas en cours d'utilisation, il reste dans cette position. Si l'on choisit de travailler comme ça, on peut faire en sorte que le contact électrique se fasse uniquement sur cette position.

L'inconvénient, c'est que cette méthode implique que l'ouverture et la fermeture du dôme puisse se faire que dans une position, mais cela ne pose pas de réel problème.

### 4.3.4 Au final

Pour les essais, l'idée de mettre un câble a été retenue. Mais pour le montage final, la solution du petit contact semble correcte. Les pièces nécessaires à sa réalisation ont commencé à être dessinées mais cette idée a rapidement été abandonnée car il fallait définir où le système et son encombrement pouvaient être placés. Cela n'était possible qu'une fois le dôme monté en pratique.

En ce qui concerne la connectique, nous avons tout de même décidé d'utiliser 3 pôles :

1. Le VCC, du +12V dans mon cas afin d'alimenter les moteurs.
2. Le GND
3. La commande.

La commande arrive directement sur une entrée du microcontrôleur. Pour ouvrir le dôme, il faut mettre un état 0 à la commande, donc une connexion au GND. Pour la fermeture, grâce à une résistance de pull up interne, un état de "patte en l'air", c'est-à-dire aucune connexion suffit.

## 4.4 Motorisation du dôme

Comme nous avons un signal de commande pour commander deux moteurs ainsi que leurs capteurs respectifs, j'ai cherché une solution que me permettait de gérer tous ces éléments directement dans la partie mobile. La solution la plus simple était d'avoir un microcontrôleur qui gère toute cette partie.

Le deuxième problème était le contrôle des moteurs. En effet, un microcontrôleur n'a pas une grande puissance de sortie : il faut trouver un système qui permet de laisser passer un fort courant dans un moteur avec un faible courant de commande. Il faut également que le courant puisse passer dans les deux sens dans le moteur afin de changer le sens de rotation.

### 4.4.1 Choix du microcontrôleur

Comme l'écriture d'un programme sur un microcontrôleur (abrégé  $\mu$ C) demande des outils, nous avons cherché ce que l'école avait à disposition afin de gagner du temps. Il s'est avéré que M. Zago avait à disposition des PIC de la famille MSP programmable directement par clef USB. Cette solution aurait permis de programmer facilement le PIC, mais comme il se trouve sur un petit circuit, l'intégration sur un autre circuit n'aurait pas été très propre.

Comme je voulais plutôt programmer directement un circuit intégré (IC), j'ai cherché des kits de développement. Finalement, j'ai trouvé la solution suivante :

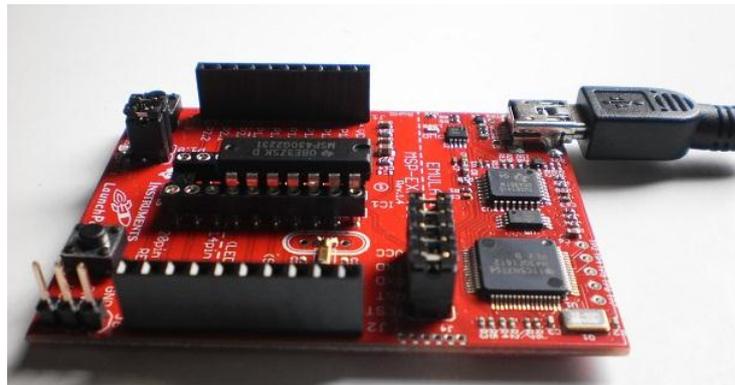


Figure 28 - Kit de développement LaunchPad

Texas Instrument propose, pour 5\$, un kit de développement complet, qui permet de programmer des IC de 14 à 20 pattes. Ce kit me permet de programmer facilement un IC, mais également de le déboguer.

Il est fourni avec un  $\mu\text{C}$  de la famille MSP430 sous le format DIL-14 (Comme sur la Figure 28) qui pourra être intégré directement dans un circuit. Il est alimenté en 3.3V.

#### 4.4.2 Vue d'ensemble du système

Voici les différents éléments du système :

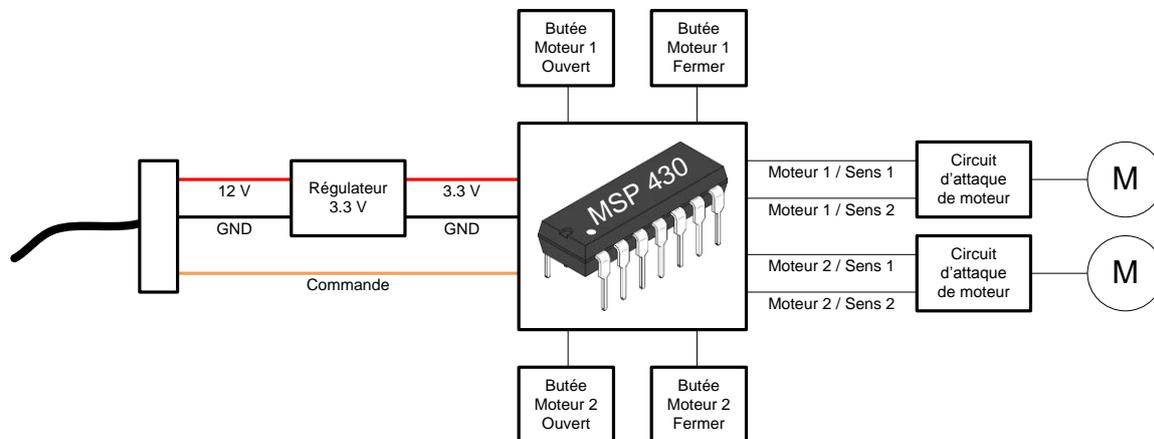


Figure 29 - Vue d'ensemble de la partie de commande du dôme

Par la suite, je vais développer les systèmes de butée, la régulation en tension et le système d'attaque des moteurs.

#### 4.4.3 Régulateur de tension

Le  $\mu\text{C}$  doit être alimenté en 3.3V, il faut donc abaisser la tension d'alimentation de 12V d'entrée. Cette tâche peut être effectuée par un régulateur de tension.

J'ai choisi de prendre LD1117V33 chez Distrelec. Il possède les caractéristiques suivantes :

Tension de sortie :	3.3 V
Courant de sortie :	0.95 A
Tension d'entrée max :	15 V
Tension Dropout max :	1.2 V
Boîtier :	TO-220
Température de service :	0...+125 °C
Courant d'alimentation :	5 mA



Tableau 4 - Caractéristique du régulateur de tension

Le fonctionnement d'un tel composant est facile à mettre en œuvre, il suffit de faire le montage suivant :

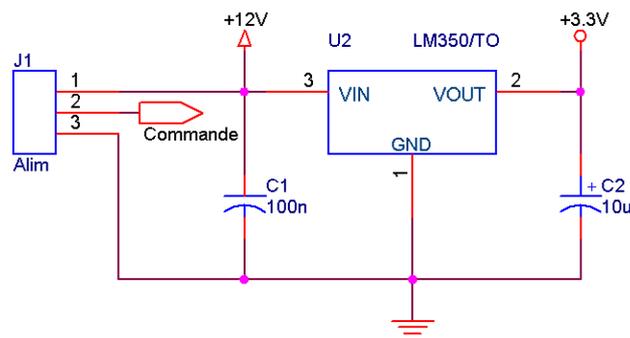


Figure 30 - Circuit de fonctionnement du régulateur de tension

#### 4.4.4 Butées des moteurs

Lors du travail précédent, des interrupteurs fabriqués par Panasonic ont été choisis comme butée. Ils sont chacun composés de deux contacteurs, un ouvert et un fermé. Comme le  $\mu\text{C}$  permet de mettre des pull-up internes, j'ai choisi le montage suivant :

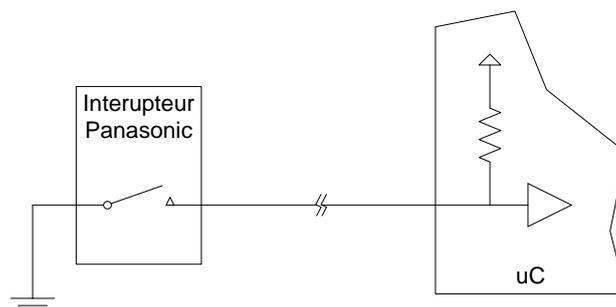


Figure 31 - Schéma de fonctionnement des interrupteurs

Dans ce cas, lorsque l'interrupteur est au repos, la résistance de pull up force l'entrée à un état haut. Une fois que l'interrupteur est enclenché, le microcontrôleur voit un état bas.

#### 4.4.5 Circuit d'attaque des moteurs

Les moteurs du dôme ne demande pas de réelle régulation, on peut tout à fait imaginer de les faire travailler en ON/OFF jusqu'aux butées. Je sais également qu'il y a un risque de fort courant, jusqu'à 8 A pour le moteur du cimier, il faut donc prévoir un système assez robuste.

La solution la plus simple pour actionner notre moteur et mode ON/OFF est le pont en H :

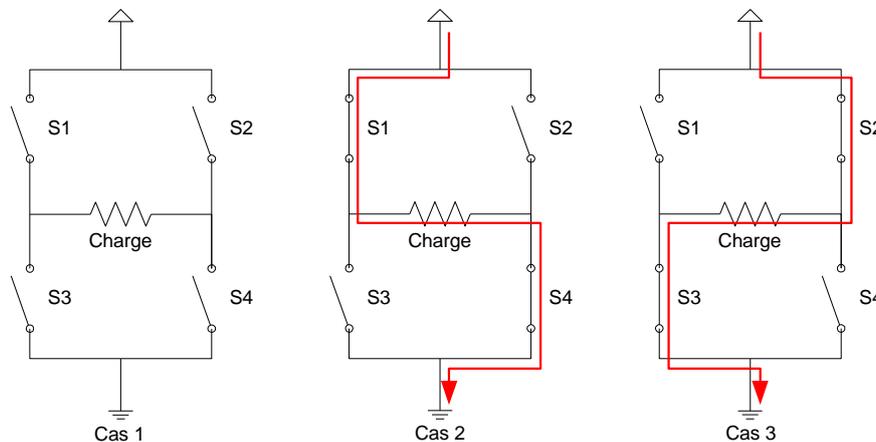


Figure 32 - Fonctionnement du pont H

Dans le cas 1, les interrupteurs sont ouverts, aucun courant ne passe dans la charge. Mais lorsque l'on ferme S1 et S4, le courant peut passer dans un sens. Lorsque que S2 et S3 sont fermés, le courant passe également dans la charge, mais dans l'autre sens. Le changement de sens du courant dans un moteur DC permet de le faire changer de sens.

Certains cas sont à éviter, comme S1 et S3 en même temps, qui produirait un court-circuit. Il faut donc toujours travailler par paire d'interrupteur : S1 avec S4 et S2 avec S3.

Sur le principe, le pont H est parfait dans notre cas. Le problème est de créer le système d'interrupteur contrôlable par un  $\mu\text{C}$ . Après avoir recherché dans les data-sheet, nous avons une tension de sortie de 3.3V et un courant maximum de 5 mA.

##### 4.4.5.1 Par relais

Mes premières recherches se sont portées sur les relais. Nous avons cherché des relais pour board capables d'être piloté par le  $\mu\text{C}$ . Malheureusement, je me suis retrouvé avec deux problèmes. Le premier est la tension d'activation, au minimum de 5V. Ce problème pourrait être contourné si l'on attaque avec le  $\mu\text{C}$  un transistor qui amènerait du 12V au relais. Le second est plus important : tous les relais de basse tension trouvés supportent difficilement plus de 5 ampères. Il faut donc trouver une autre solution.

##### 4.4.5.2 Par transistor

J'ai donc cherché des transistors de puissance. Les transistors Darlington, un montage en étage de plusieurs transistors, pourrait être une bonne solution. Mais ces transistors demandent de trop gros courant pour être commuté.

#### 4.4.5.3 Par MOSFET

La différence entre le MOSFET et le transistor est qu'il ne commute pas à l'aide d'un courant, mais d'une tension. De plus, ils permettent de conduire de fort courant. J'ai donc décidé d'utiliser des MOSFET de puissance.

Pour être utilisé dans un pont H, il faut utiliser deux types différents de MOSFET : Le canal P et N. Les types N sont les plus courants : il faut appliquer une tension positive à leurs bornes afin de les faire conduire. Les MOS de canal P demandent une tension négative. Par ailleurs, lors de commutation, de fortes tensions induites sont générées. Il faut également prévoir de prendre des MOS qui résistent à de fortes puissances. J'ai choisi les MOS IRF4905PbF et ZXM64N035L3 décrit dans l'annexe aux pages 54 et 57.

Après des tests pratiques, j'ai constaté qu'une tension de 3.3V ne suffit pas à faire conduire correctement le MOS. Il faudra quand même un système à transistor pour attaquer les MOS. Un PN100 fera parfaitement l'affaire (annexe 10.1.5 page 59).

#### 4.4.5.4 Schéma du pont H à MOSFET

Au final, nous avons le schéma suivant :

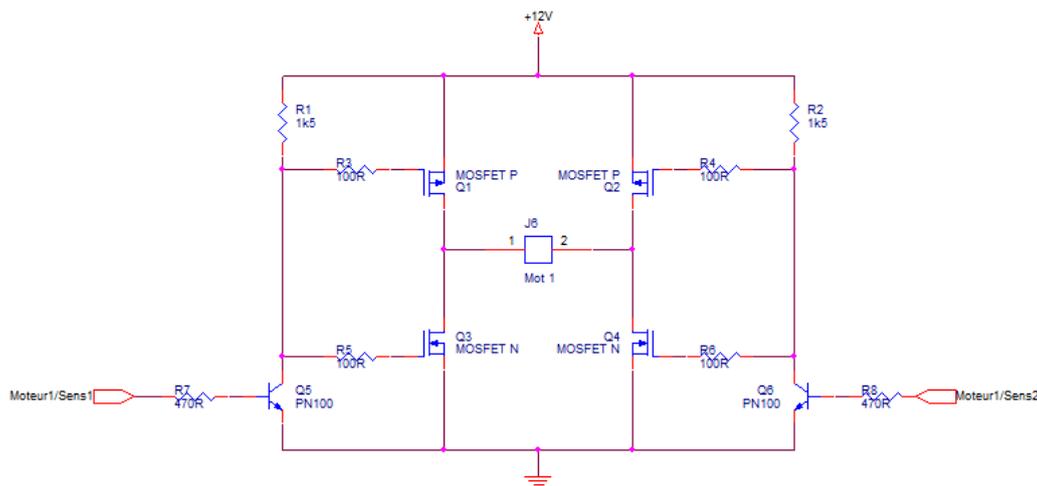


Figure 33 - Schéma H utilisé pour mon montage

Si l'on étudie un côté du pont, nous avons l'effet suivant : lorsque nous avons une tension de 0 [V] sur la base du transistor Q5, ce dernier ne conduit pas, il y a alors une tension de 12 [V] sur les gates des MOS. Q1 va être bloqué et Q3 va conduire. Et lorsque l'on applique une tension de 3.3 [V] sur la base du transistor, ce dernier va conduire et nous avons 0V sur les gates des MOS. Dans ce cas, Q1 conduit est Q3 est bloqué.

La table de vérité du montage sera :

Sens 1 [V]	Sens 2 [V]	Résultat
0	0	Le moteur sera en court-circuit sur la masse -> Bloqué
0	3.3	Le moteur tourne dans un sens
3.3	0	Le moteur tourne dans l'autre sens
3.3	3.3	Le moteur sera en court-circuit au 12 [V] -> Bloqué

Tableau 5 - Table de vérité du pont H

Un avantage de ce montage est qu'il permet d'éviter tout court-circuit entre l'alimentation et la masse.

#### 4.4.5.5 Validation du système

Pour le valider, le système suivant a été réalisé:

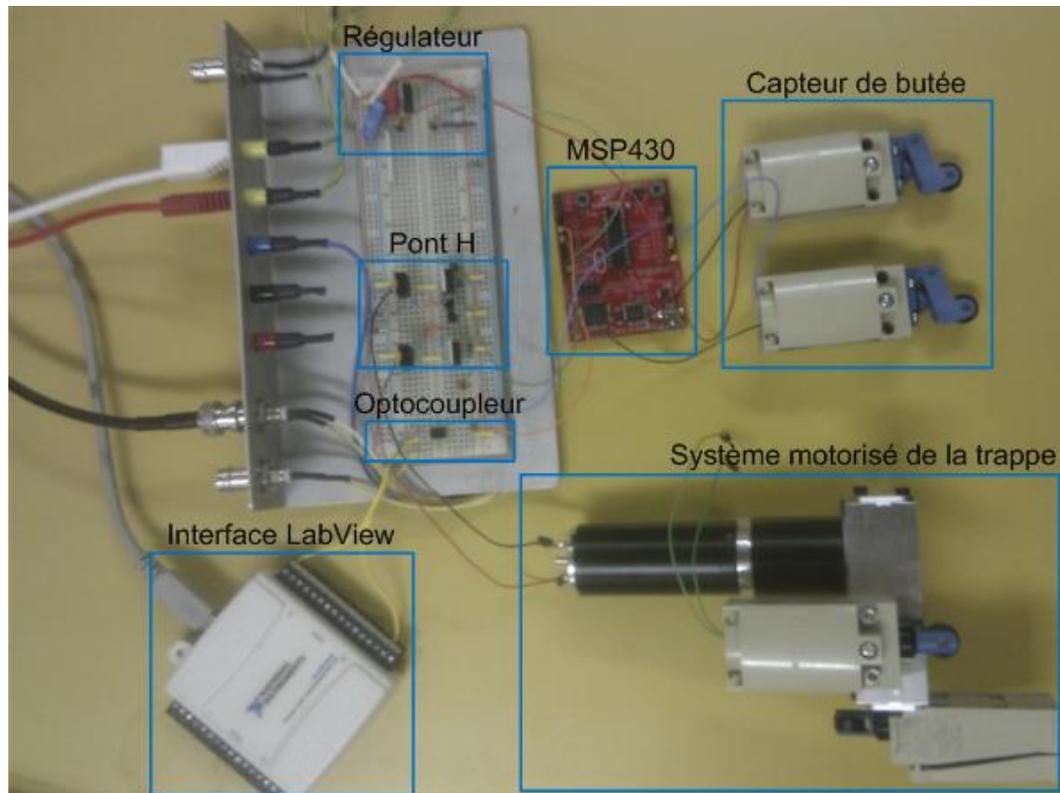


Figure 34 - Validation du système de commande du dôme

Sur la maquette, le système de régulation de tension et du pont H a été monté. A l'aide d'un oscilloscope, nous avons contrôlé la tension de sortie du régulateur. J'ai mesuré une tension linéaire de 3.3 [V], comme prévu. En ce qui concerne le pont H, dans un premier temps des LEDs nous ont permis de voir quels MOSFET étaient bloqués ou conduisaient.

La commande se fait directement pour une interface Labview, ce qui nous a permis de tester son fonctionnement. Il nous a également permis de tester le système d'optocouplage, utilisé pour éviter une différence de tension entre l'ordinateur et l'alimentation du montage.

Le microcontrôleur a été intégré afin de commander le pont H et de lire les capteurs. Cette manipulation nous a permis de valider le programme de mon microcontrôleur, qui sera expliqué dans le chapitre 5.3 - Programmation du cimier à la page 40.

Une fois tous ces sous-systèmes fonctionnels, les LEDs du pont H ont été remplacées par notre moteur. Un bouton sur Labview a directement permis la commande du sens du moteur. Le système étant valide, il peut donc être monté sur un board.

#### 4.4.5.6 Création du board

Au début, l'idée était de construire le montage sur un verroboard. Mais n'en n'ayant plus à l'atelier, et pour des raisons de pratique et de disponibilité le choix s'est finalement porté sur un PCB (circuit électrique imprimé), méthode qui de plus, est plus propre.

Dans le cas de notre montage, comme il peut y avoir des courants jusqu'à 8 [A], il faut prévoir des pistes plus larges pour supporter ce courant.

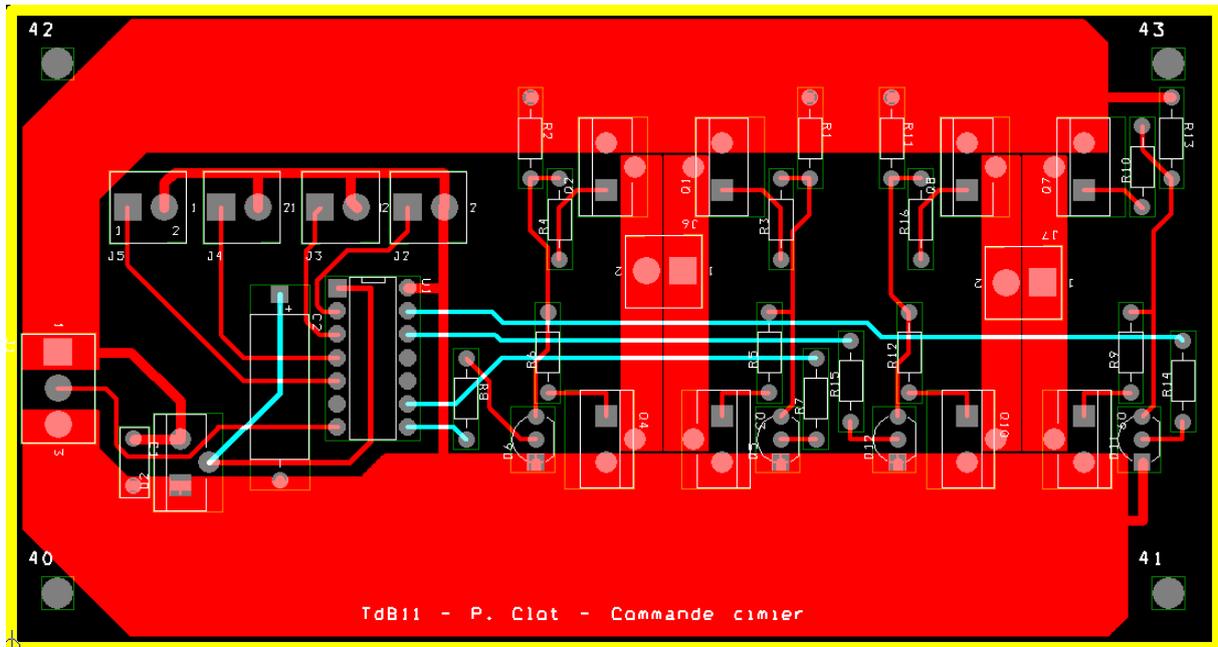


Figure 35 - PCB pour le circuit de commande du dôme

En ce qui concerne la connexion entre le PCB et les éléments externes, nous avons choisi des bornes soudables à vis qui supportent un courant nominal de 12 [A] (voir annexe 10.2.3 page 70).

#### 4.4.5.7 Intégration du circuit dans le dôme

Le dôme se trouvant à l'extérieur, une connectique et un boîtier pour le circuit résistant à l'humidité est à prévoir. Distrelec nous en apporte un qui serait parfait pour cette application (voir annexe 10.2.2, page 69).

Pour la connexion entre le circuit et les éléments extérieurs, le choix s'est porté sur des connecteurs sur le boîtier. Les capteurs ne demandant pas de courant, des petits connecteurs jack suffisent amplement (annexe 10.2.4 page 71). Les connecteurs pour les moteurs doivent être un peu plus conséquents au vu des forts courants qui les traversent. Nous avons donc choisi des connecteurs qui peuvent passer 8 [A] (annexe 10.2.3, page 70).

Afin de mettre en place correctement ces éléments en respectant leur encombrement, le montage a été réalisé sur Solidworks :

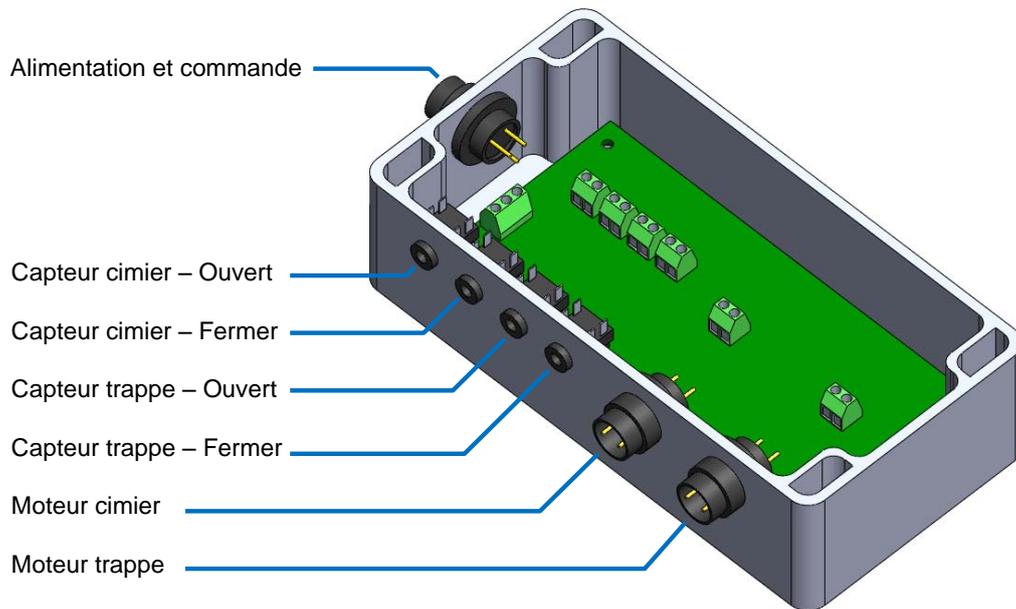


Figure 36 - Représentation du boîtier sur Solidworks

#### 4.4.5.8 Au final

Voici une photo du montage fini :

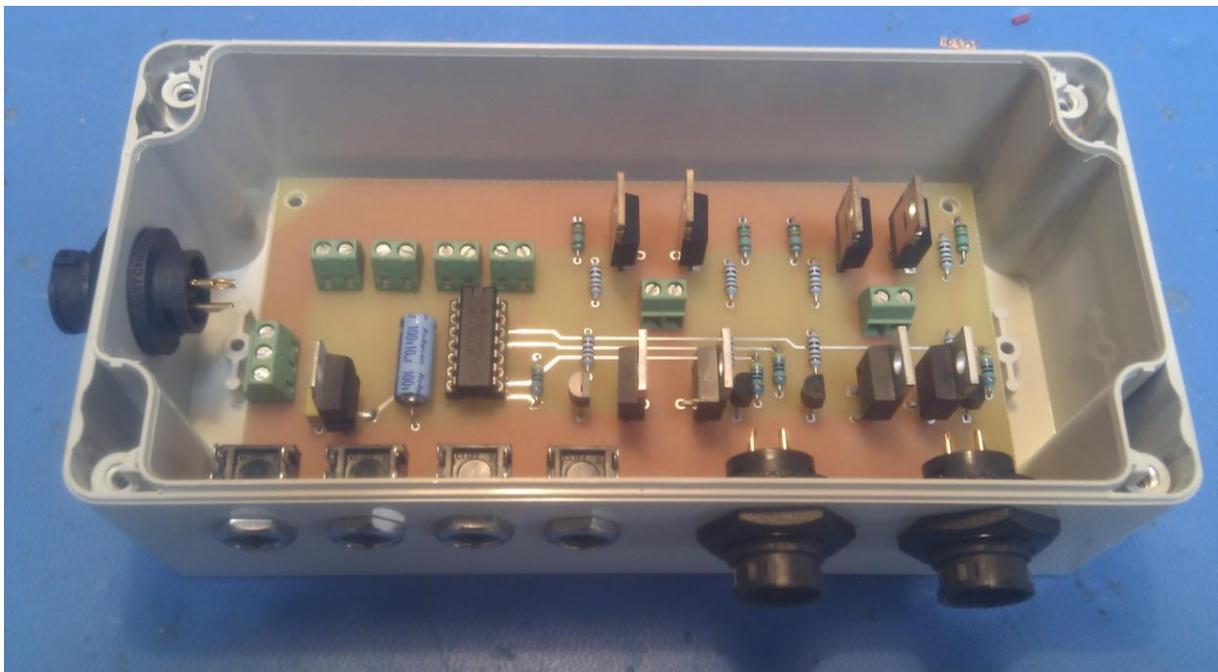


Figure 37 - Boîtier de commande du dôme complet

## 4.5 Motorisation de la base

La motorisation de la base est un peu plus compliquée. En effet, comme nous devons avoir constamment la partie ouverte du dôme dans la même direction que le télescope, il faut un positionnement plus ou moins précis du dôme. Il doit être asservi en position.

Le contrôle devra se faire par l'interface Labview, il faudra à nouveau créer un système de commande de moteur. Pour la régulation, un système à modulation de largeur d'impulsions (PWM) permettrait un contrôle précis de la vitesse du moteur.

Les MOS de canal P ne sont pas assez efficaces pour une utilisation en PWM, il faut donc trouver un autre système, tout en gardant le montage en pont H. Le circuit IR2110 (annexe 10.1.7 page 64) permet d'attaquer un pont H composé de deux MOS de canal N. Il permettra de garder notre pont, et à l'aide d'un signal PWM, d'assurer un asservissement de position.

Ce circuit comprendra également la partie de commande du dôme, c'est-à-dire la liaison entre l'interface Labview en passant par un optocoupleur.

### 4.5.1 Schéma du pont H

Après avoir recherché des informations complémentaires sur le fonctionnement du système chez M. Girardin, le schéma suivant a été élaboré:

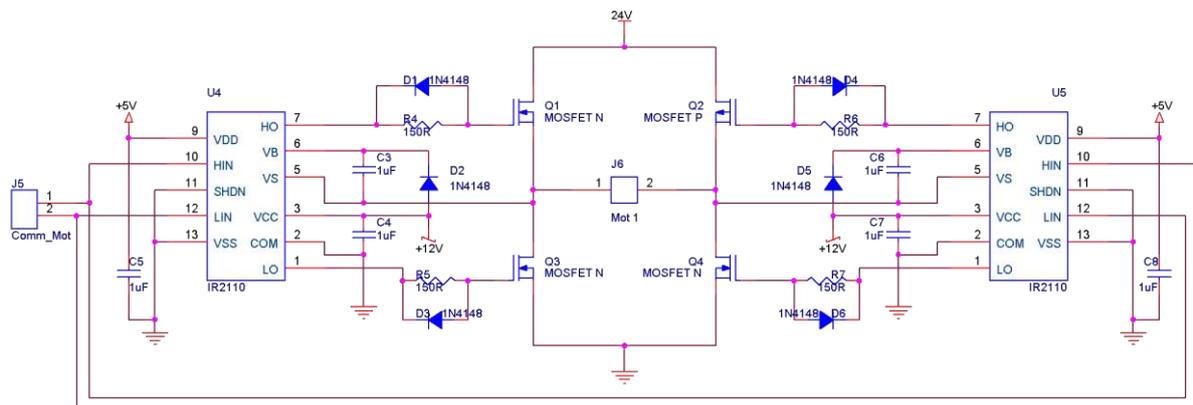


Figure 38 - Pont H commandé par un circuit d'attaque.

Si l'on étudie le fonctionnement théorique du driver, une tension de 5 [V] mise sur l'entrée HIN de U4 fait conduire le MOS Q1. Réciproquement, une tension appliquée sur l'entrée LIN fait conduire le MOS Q3. On constate également qu'il ne faut jamais appliquer une tension sur les deux entrées en même temps ! Cette manipulation ferait conduire les deux transistors en même temps et produirait un court-circuit. D'autre part l'alimentation pour la conduction de Q1 se fait à l'aide du condensateur. Si ce dernier est trop déchargé, la conduction du Q1 ne se fera plus. Ce circuit ne peut donc pas être utilisé en continu. Il est par conséquent obligatoire de changer souvent l'état de HIN afin de recharger ce condensateur.

La commande des moteurs et l'alimentation du circuit en 5 [V] se fait par l'interface Labview. Pour l'alimentation, j'ai prévu de la faire venir directement depuis le PC, ce qui nous permet d'avoir de plus grands courants à disposition sans mettre en danger l'interface.

#### 4.5.1.1 Validation du système

Lors de nos tests pour mieux comprendre le fonctionnement de l'IR2110, nous avons malencontreusement fait un court-circuit entre deux pattes avec l'oscilloscope. Cette erreur a détruit le circuit. Il a donc fallu arrêter les tests le temps de les recommander.

Lorsqu'il faudra reprendre la validation du système, le montage suivant permettrait de faire tous les différents essais de commande de MOS sans risque de court-circuit :

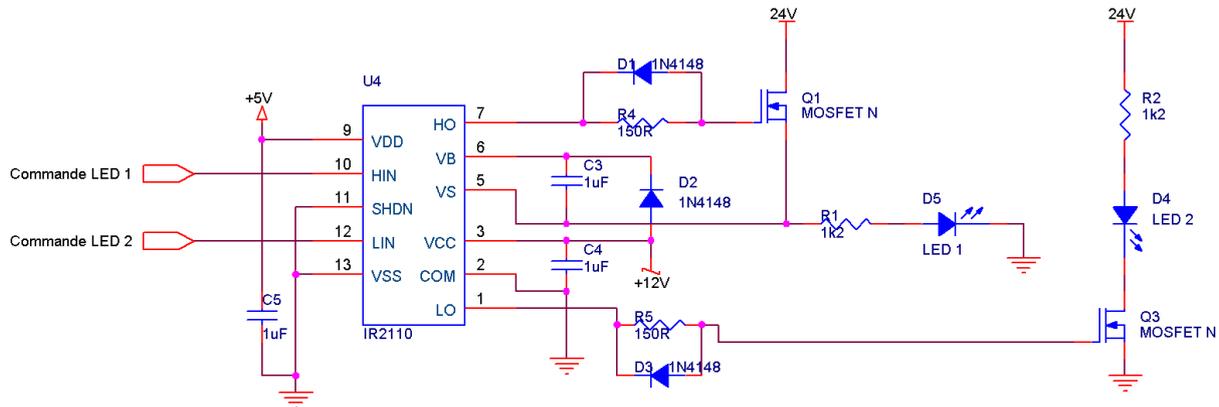


Figure 39 - Circuit de validation de l'IR2110

#### 4.5.2 Système de commande du dôme.

Comme expliqué plus haut, la commande du dôme se fait par le biais d'un optocoupleur. La raison est la suivante : la commande se fait via l'interface Labview, dont l'alimentation vient de l'ordinateur. Quant au circuit commandé, il est alimenté par une alimentation 12 [V] externe. Il faut un optocoupleur pour garantir une séparation galvanique entre ces alimentations.

L'interface Labview possède des sorties open-collecteur. C'est-à-dire que lorsque la sortie est activée, un transistor interne conduit directement vers la masse. Cette méthode permet de faire passer un plus grand courant dans un circuit intégré. Mais ce système crée un effet "inverseur" : la sortie en état haut devient une masse. Il faudra en tenir compte pour créer le circuit d'interface.

Le circuit de commande est le suivant :

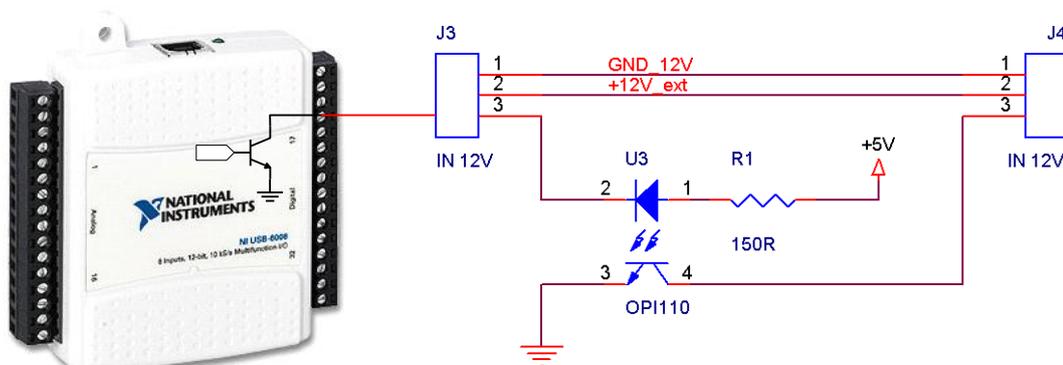


Figure 40 - Système de commande du dôme

Lorsque que le transistor interne conduit, un courant traversera la LED. Le transistor de l'optocoupleur conduira également, connectent la commande à la masse pour le dôme. Ce montage a été testé et validé lors de l'essai décrit au chapitre 4.4.5.5 à la page 28.

### 4.5.3 Alimentation des capteurs Oregon

Comme vu dans le chapitre 4.2.2 (page 20), l'installation du dôme comprendra différents capteurs afin de mesurer l'environnement météorologique, de la marque Oregon. Tous ces capteurs communiquent par onde hertziennes : ils sont, par conséquent, tous indépendants de la base. Leur alimentation se fait donc par deux piles 1.5 [V] de format AA ou AAA, mais ils sont également prévus pour fonctionner à l'aide d'une alimentation externe.

Dans ce but, intégrer dans le circuit de commande de la base une alimentation pour ces capteurs semble être une idée pertinente. La tension d'entrée est entre 3.0 [V] et 3.6 [V], système de régulation du chapitre 4.4.3 a donc été repris.

## 4.6 Commande des alimentations

Dans la coupole, le seul appareil qui doit fonctionner en permanence est le mini PC. Non seulement afin de lire les différents capteurs météo, mais aussi pour permettre à un utilisateur à distance de prendre le contrôle du dôme. Tout le reste, comme les alimentations des moteurs et le télescope pourraient être éteints lorsque la coupole n'est pas utilisée.

Les éteindre permettrait premièrement d'éviter une usure prématurée de ces éléments, et deuxièmement d'économiser de l'énergie. Afin de réaliser cette tâche, un circuit de commande d'alimentation a été élaboré par l'interface Labview.

### 4.6.1 Système de commutation

Afin d'avoir un système qui pourrait être commandé facilement par l'interface Labview, tout en commutant une grande puissance, nous avons choisi un relais.

Comme nous avons plusieurs alimentations à couper : celle de 12 V pour le dôme, une de 24 V pour le moteur de la base, mais également le transformateur du télescope, le plus simple est de faire une commutation commune directement sur le 230 V. Il faut également un relais à deux contacts: un pour la phase et l'autre pour le neutre. J'ai également cherché un relais qui n'est pas monostable : il serait plus intéressant d'en avoir un qui a une commande pour être ouvert et une deuxième pour être fermer.

Le relais suivant fourni chez Distrelec remplira parfaitement cette tâche :

<b>Type de relais :</b>	Bistable, 2 bobines
<b>Ucoil :</b>	12 VDC
<b>Pcoil :</b>	600 mW
<b>Courant de commutation :</b>	8 A
<b>Courant maximum :</b>	15 A pendant 4 s
<b>Tension de commutation :</b>	250 VAC



Tableau 6 - Caractéristiques du relais

#### 4.6.2 Schéma

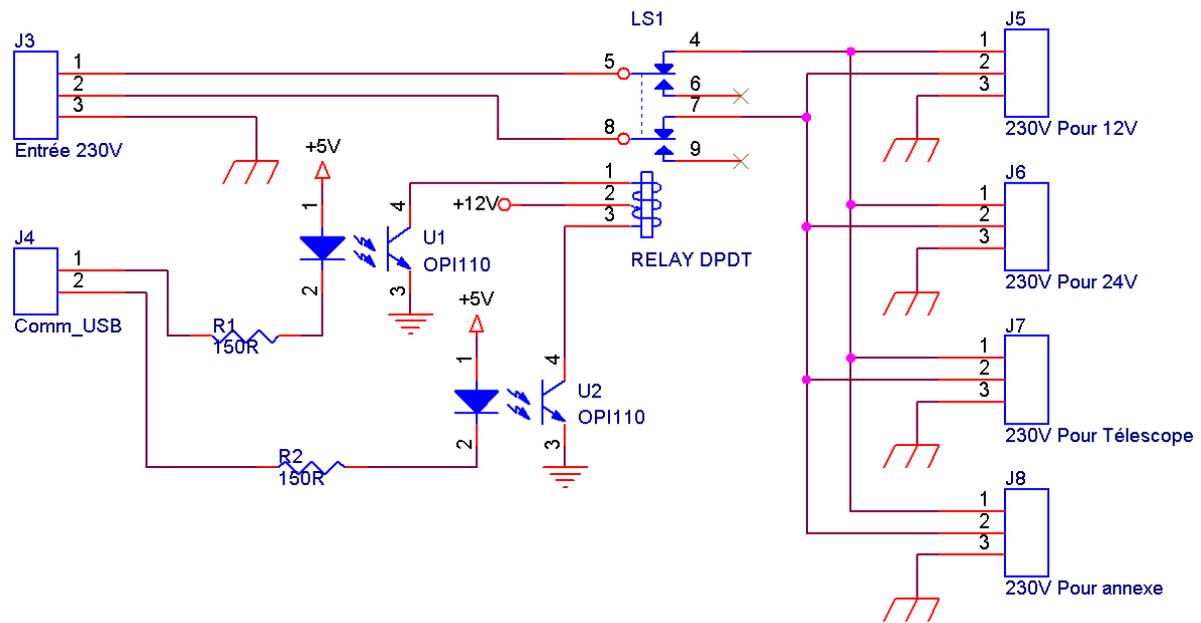


Figure 41 - Schéma du système de commande d'alimentation

De plus dans ce circuit, le système d'optocoupleur a été repris afin de commander le relais.

#### 4.6.3 Validation du circuit

Faute de composant en stock, le circuit n'a pu être validé. Il devrait arriver début septembre. Le dessin du circuit imprimé est tout de même réalisé.

## 5. Programmation

Le contrôle et l'automatisation du dôme et du télescope se feront à l'aide d'un programme qui tournera en permanence sur un ordinateur dédié à cette tâche. Le programme devra aussi faire office de serveur afin d'être contrôlé à distance. Il sera généré par un code Labview.

Labview permet de créer des programmes graphiques sous forme d'instruments virtuels, également appelés VI. L'espace de travail est séparé en deux parties : la face avant et le diagramme (Figure 42). La face avant est la partie visible pour l'utilisateur qui contient différents objets comme des boutons, des zones de textes ou encore des images. L'interaction de ces éléments se fait dans la partie diagramme qui permet au programmeur de relier les éléments afin de construire ce programme.

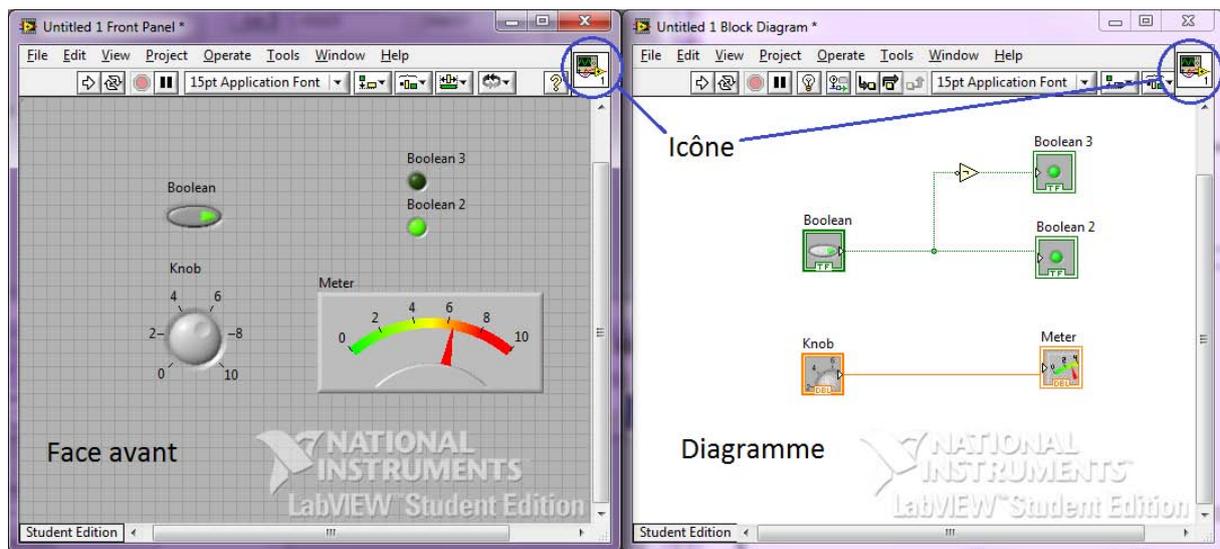


Figure 42 - Exemple de fenêtre Labview

Chaque machine virtuelle comprend une icône, cette dernière permet de créer un lien entre le programme et l'extérieur. Cette méthode nous apporte la possibilité d'utiliser facilement un VI dans un autre VI comme une sous-fonction.

Comme le programme va être conséquent, le code sera séparé au mieux en sous-VI pour faciliter et rendre le programme plus simple et facilement transmissible.

### 5.1 VI Communication télescope

#### 5.1.1 Introduction

Ce premier VI doit communiquer avec le télescope par le port série. Il a comme entrées différentes fonctions et devra sortir les valeurs retournées par le télescope. Labview fournit une bibliothèque de communication série qui, malheureusement, ne reconnaît pas les périphériques de l'ordinateur. Pour remédier à ce problème, il faut télécharger et installer le programme NI VISA disponible sur le site de National Instrument.

Une fois le programme installé, lors de l'exécution MAX (Measure & Automation Explorer, logiciel fourni avec Labview qui permet la configuration de matériels et de logiciels National Instruments), on peut constater que le port série est reconnu et utilisable sous le nom de COM1.

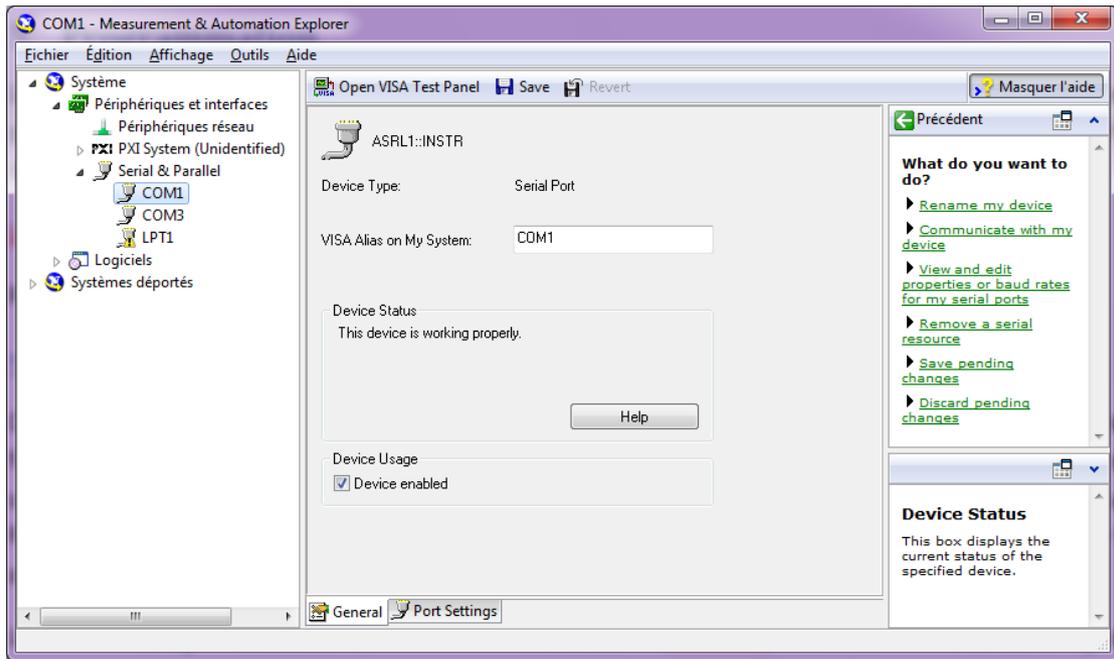


Figure 43 - Identification du port série avec MAX

Il est maintenant possible de communiquer avec le port série.

### 5.1.2 Code

Ce VI est programmé de cette manière :

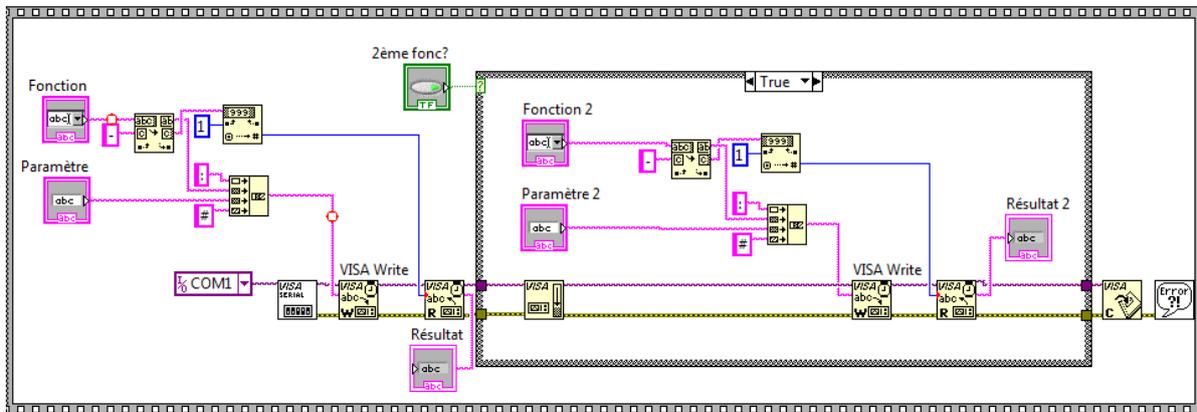


Figure 44 – Diagramme du VI de contrôle du télescope

Pour mieux comprendre le fonctionnement du programme, voici une description des blocs qui le composent:



Ce VI permet d'ouvrir une communication avec un port série, les paramètres d'entrée sont le port série que l'on utilisera, mais également tous les éléments du protocole RS-232 vu dans le chapitre 2.4.1 (page 5).



Ce VI sert à écrire un texte sur la communication série. Le paramètre d'entrée est un string qui contient le texte à envoyer.



Il permet de lire le texte contenu dans le buffer de réception. Le problème de ce bloc est qu'il demande le nombre de caractères à lire. Comme nous l'avons constaté au chapitre 2.4.2, la fin du message se termine par un '#', mais malheureusement, il n'y a pas de possibilité de lire le message jusqu'à un caractère précis. Il faut donc, pour chaque fonction, savoir exactement le nombre de caractères retournés.

Si le nombre de caractères attendu n'est pas arrivé, le programme fera une erreur de timeout en attendant la réponse.



Ce VI permet de vider le buffer de réception. Il est important de faire cette étape entre deux lectures. Si cette étape n'est pas effectuée, le début de la 2<sup>ème</sup> lecture commencera par le caractère '#' reçu lors du précédent message.



Ce dernier VI de communication permet de fermer la connexion avec le port série. Il vide également le buffer.

Et voici l'interface utilisateur du programme :

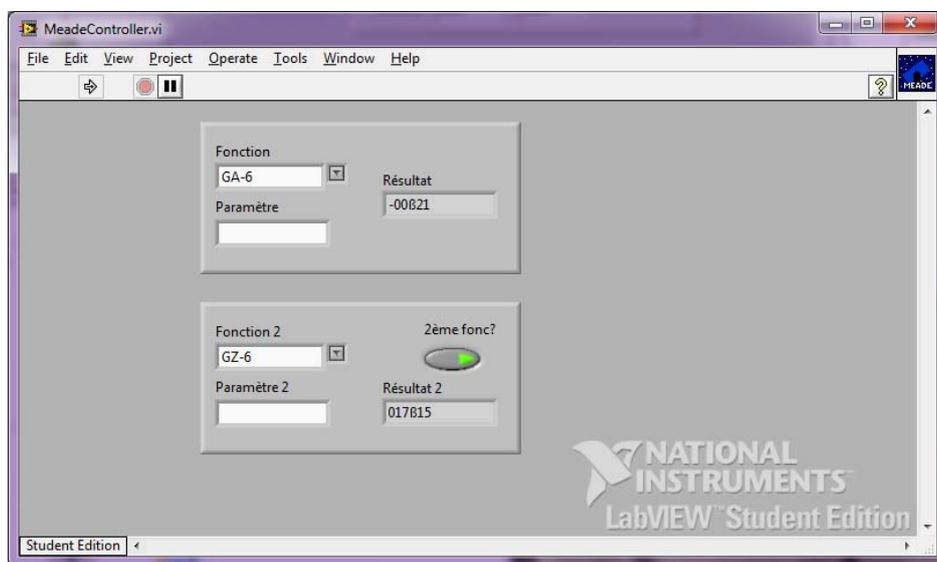


Figure 45 - Face avant du VI de contrôle du télescope

### 5.1.3 Paramètre d'entrée / sortie

Les éléments du VI de la Figure 45 sont directement reliés à "l'icône du programme". En entrée, nous avons la fonction à envoyer, et si besoin le paramètre. La réponse de cette fonction est écrite dans "Résultat". Comme beaucoup de fonctions vont par paires, il est possible d'envoyer directement une 2<sup>ème</sup> fonction au télescope à condition d'activer l'entrée booléenne.

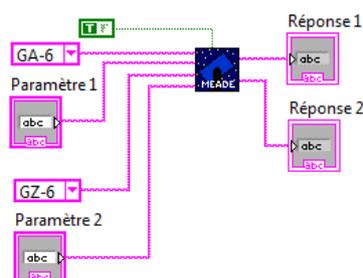


Figure 46 - Paramètre du programme de contrôle du télescope

### 5.1.4 Exemple

Il a été nécessaire de réaliser une interface de commande du télescope pour que ce VI puisse être testé. Il permet de faire des déplacements manuels, mais aussi en passant par la base de donnée. Il permet encore de lire des informations de position et de limite.

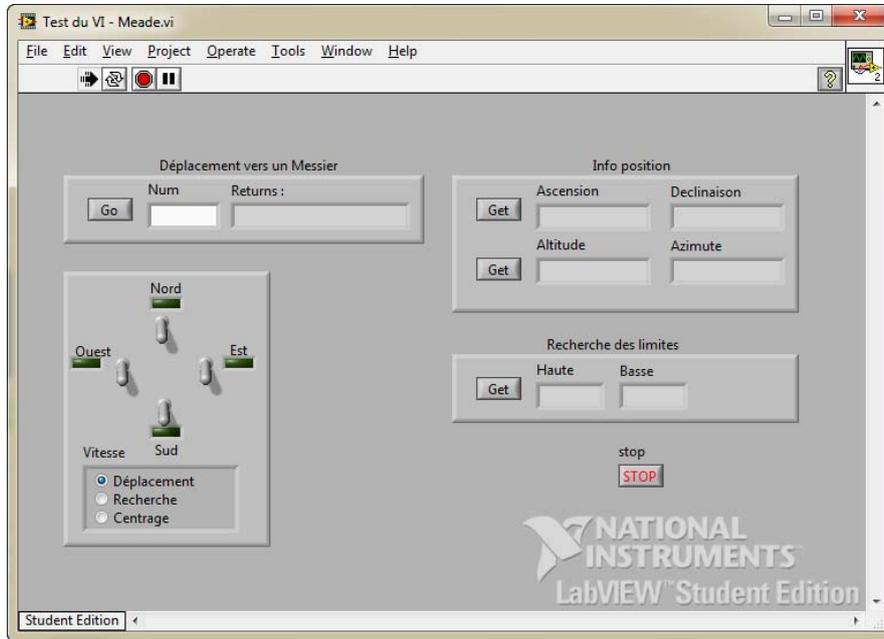


Figure 47 - Interface de commande du télescope

La partie diagramme est un peu plus difficile à représenter, car toutes les fonctions sont cachées dans une boucle d'évènement. En effet, il est possible de programmer une action pour chaque évènement effectué par l'utilisateur. La Figure 48 représente le code effectué lorsque l'utilisateur clique sur le bouton "Go" du déplacement automatique. Le programme envoie la fonction LM avec comme paramètre le numéro du Messier, puis il envoie la fonction de déplacement vers la cible. Ensuite le télescope renvoie un message sur la possibilité d'effectuer le déplacement (selon le chapitre 2.4.1).

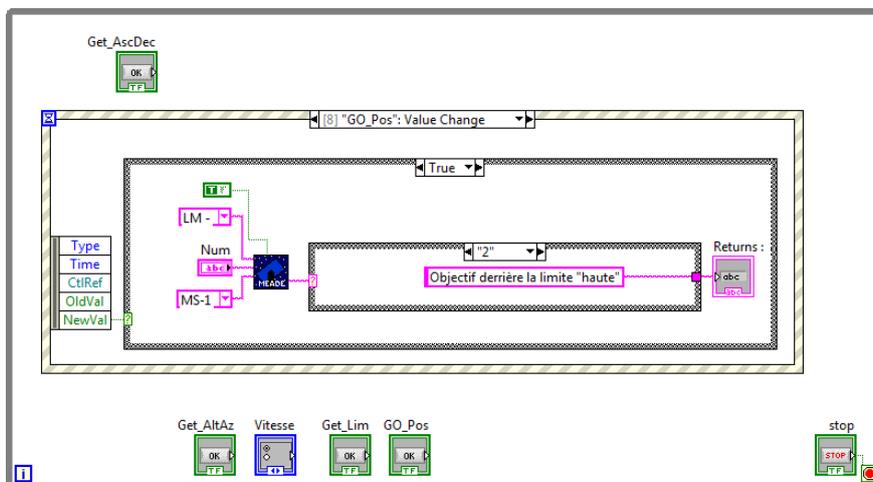


Figure 48 – Exemple d'un diagramme du programme de commande du télescope

Grace à ce programme, le système de commande du télescope est validé.

## 5.2 Commande de l'interface Labview

Pour interfacier les éléments électroniques à l'ordinateur, nous avons vu précédemment qu'une interface Labview est à notre disposition : le NI USB 6008. Il nous offre 12 entrée/sortie numériques et 4 analogiques directement utilisable par Labview.



Figure 49 - Interface Labview

Pour utiliser cet appareil sur Labview, nous devons installer un programme annexe appelé "Driver NI-DAQmx Base". De plus, l'installation met dans un dossier<sup>1</sup> différents exemples de VI, très utiles pour comprendre comment intégrer notre interface à un programme.

Afin de faire les essais de validation, reprendre un de ces exemples suffit pour modifier l'état d'une entrée :

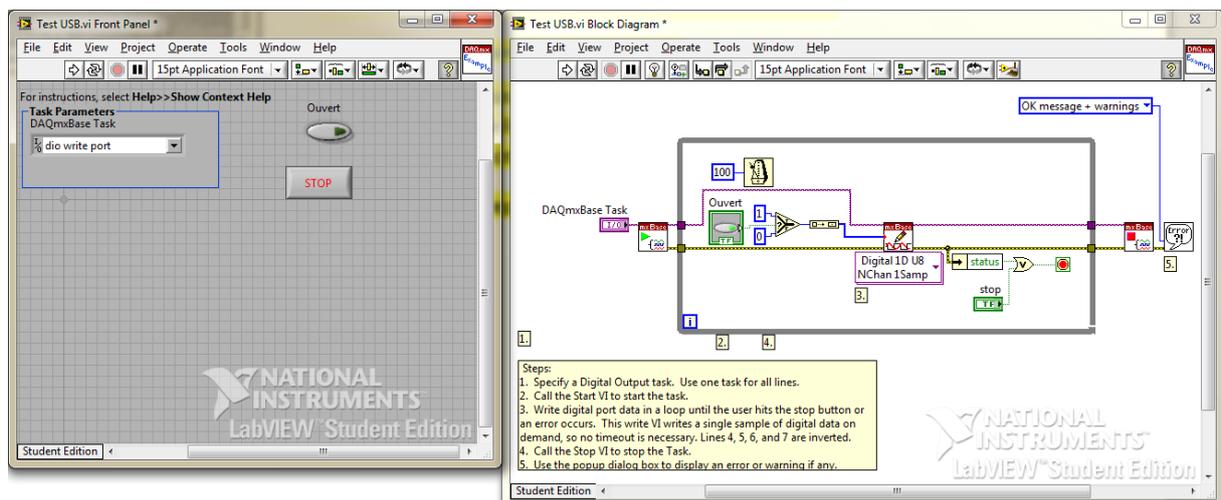


Figure 50 - Programme d'essais de communication avec l'interface

<sup>1</sup> ...\\Programme File\\National Instruments\\LabVIEW 2009\\examples\\daqmxbase

### 5.3 Programmation du cimier

Comme vu au chapitre 4.4.2 - Vue d'ensemble du système, nous devons créer un programme pour le MSP qui commande les moteurs en fonction des capteurs.

#### 5.3.1 Pseudo-code

```

SI Commande = 1 // Le dôme doit être fermé
    TANT QUE buté = 0 OU commande = 0
        Actionner le moteur 2
    Arrêter moteur 2
    TANT QUE buté = 0 OU commande = 0
        Actionner le moteur 1
    Arrêter moteur 1

SINON Commande = 0 // Le dôme doit être ouvert
    TANT QUE buté = 0 OU commande = 1
        Actionner le moteur 1
    Arrêter moteur 1
    TANT QUE buté = 0 OU commande = 1
        Actionner le moteur 2
    Arrêter moteur 2
    
```

#### 5.3.2 Configuration des entrées / sorties

Une des difficultés de la programmation d'un microcontrôleur est la configuration des entrées et des sorties. Le premier élément est de choisir le "sens" d'utilisation avec le registre PxDIR, sachant que le choix de sortie se fait avec un état 1 :

Nom	Mot1/S2	Mot1/S1	Comm	-	Cpt2/F	Cpt2/O	Cpt1/F	Cpt1/O
<b>Port</b>	P1.7	P1.6	P1.5	P1.4	P1.3	P1.2	P1.1	P1.0
<b>I/O</b>	Out	Out	In	X	In	In	In	In
<b>Bit</b>	1	1	0	0	0	0	0	0

Tableau 7 - Configuration des I/O

Nous avons alors P1DIR = 0xC0 et réciproquement P2DIR = 0xC0. Maintenant, il faut choisir quels entrées ont une résistance de pull-up. Cette action se produit en forçant un état 1 dans le registre P1REN :

Nom	Mot1/S2	Mot1/S1	Comm	-	Cpt2/F	Cpt2/O	Cpt1/F	Cpt1/O
<b>Port</b>	P1.7	P1.6	P1.5	P1.4	P1.3	P1.2	P1.1	P1.0
<b>Pullup</b>	Non	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
<b>Bit</b>	0	0	1	1	1	1	1	1

Tableau 8 - Configuration des pull-up

Donc P1REN |= 0x3F. Après plusieurs essais, pour faire fonctionner les pull-up, il faut également définir les sorties à l'état haut, donc P1OUT = 0x3F. Pour éviter tout problème, il faut faire de même avec P2. A la base, le port 2 n'est pas utilisé comme I/O, il faut donc sélectionner le type d'utilisation de ce port. Ce choix se fait avec P2SEL. Un état bas permet de choisir une utilisation I/O, donc P2SEL &= 0x3F.

Avec toutes ces informations, nous pouvons maintenant programmer notre microcontrôleur. Comme expliqué plus haut, ce programme a été testé et est fonctionnel.

## 6. Assemblage

Cette partie décrit le montage de la structure pas-à-pas. Elle sera utile lorsqu'il faudra remonter l'observatoire sur le toit de l'école.

### 6.1 Montage de la base

Le premier élément à faire est de monter l'hexagone, pour cela, nous avons besoin des 16 poutres et des 8 colonnes. Il nous faut également 24 fixations universelles 8 St de Items.

Pour garantir une bonne rigidité et éviter toute flexion, il est recommandé de fixer les poutres des deux côtés avec les fixations universelles (comme représenté sur la Figure 52). Toutefois, il est impossible d'accéder aux éléments intérieurs pour les serrer lorsque les tôles sont installées. Il a donc été décidé de mettre deux éléments sur les poutres de la base, et un seul, à l'extérieur, sur les poutres du haut.

La première étape consiste à construire la base provisoire de notre structure. Elle sert à donner la forme et une rigidité à notre structure. Cette base est fixée à l'aide d'un élément de fixation. Comme montré sur la Figure 51 :



Figure 51 - Fixation du bas de la base



Figure 52 - Fixation du haut de la base

Ensuite, nous pouvons fixer les poutres supérieures. Ces dernières sont fixées avec deux éléments. Le sens des écrous est à retenir: dans un sens, ils dépassent l'élément de fixation, alors que dans l'autre, ils sont à fleur. Comme il n'est pas possible de les mettre à fleur des deux côtés, il faut privilégier le côté extérieur. Ces derniers doivent également être serrés au maximum.

Une fois notre structure montée (comme montré sur la Figure 53), il faut alors la retourner. De cette manière, les écrous inaccessibles contre le sol sont fixés correctement.



Figure 53 – Montage de la base avant d'être retournée

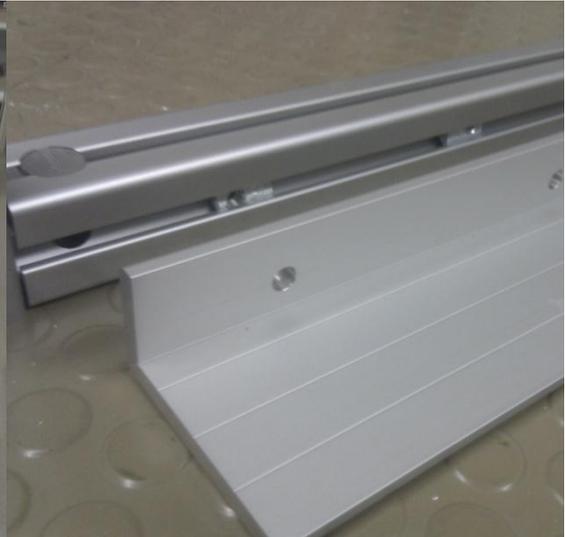


Figure 54 – Fixation des profilés

Les poutres, actuellement du haut, sont uniquement utiles pour que la structure soit assez résistante pour être retournée. Une fois la structure retournée, nous pouvons les enlever.

Ensuite, l'installation des profilés en "L" : il suffit de glisser les écrous dans le rail puis de les visser. Lors de l'installation sur le toit, il faudra percer les dalles pour fixer nos profilés.



Figure 55 – Installation des "murs"



Figure 56 – Base terminée

La prochaine étape consiste à installer les murs de notre système. Il suffit de glisser les tôles dans le profilé (comme montré sur la Figure 55). Une fois la tôle en place, nous pouvons de nouveau mettre les poutres et les fixer définitivement. Notre base est construite !

## 6.2 Montage du dôme

En premier lieu, commençons par poser l'anneau de base de la coupole. Il est composé de trois éléments numérotés joints par vis. Après avoir centré l'anneau par rapport à la structure, il est possible de noter l'endroit à percer pour laisser passer les vis. Une fois percé, il suffit de mettre les vis Item aux bons endroits pour le déposer facilement. Ensuite, un petit écrou et une rondelle par vis permet de fixer l'anneau à la base.



Figure 57 - Pause de l'anneau de la coupole

Pour faciliter le travail de remontage, l'emplacement des jointures et leurs numéros a été marqué au stylo feutre. Une démarche équivalente a été faite pour les poutres.

La prochaine étape est l'installation de la coupole. Elle est divisée en deux parties, qui peuvent être jointes à l'aide de plusieurs boulons. Cette opération nécessite 4 personnes et se passe en plusieurs phases :

1. D'abord, un groupe prend la première moitié de la coupole et la pose sur l'anneau. Attention de bien la maintenir en place car elle a tendance à s'écarter. Deux personnes sont donc nécessaires afin de maintenir les extrémités.
2. Ensuite, les deux autres personnes vont prendre la deuxième partie pour la déposer sur le rail, dès lors, les groupes aux extrémités peuvent tenir les deux pièces qui composent la coupole.
3. Enfin, il faut une personne qui entre dans la base pour boulonner les demi-coupoles ensemble.

Une fois ces opérations effectuées, la coupole est montée correctement.

### 6.3 Montage de la trappe

L'installation de la trappe se fait facilement, mais nécessite deux personnes. La trappe possède deux charnières à sa base, il suffit qu'une personne tienne la trappe pendant que l'autre, à l'intérieur, met les boulons.



Figure 58 – Trappe montée sur le dôme

### 6.4 Montage du cimier

Le montage du cimier est un peu plus compliqué. Il faut glisser quatre jeux de roues à l'intérieur d'un rail. Le plus simple est de les faire passer correctement sur la partie avant du cimier, puis de redescendre la plaque jusqu'à ce que les roulements arrière se trouvent hors du rail. Ensuite, il suffit de le remonter avec les roues qui passent dans le rail.



Figure 59 - Un roulement du cimier

## 6.5 Photos du dôme monté

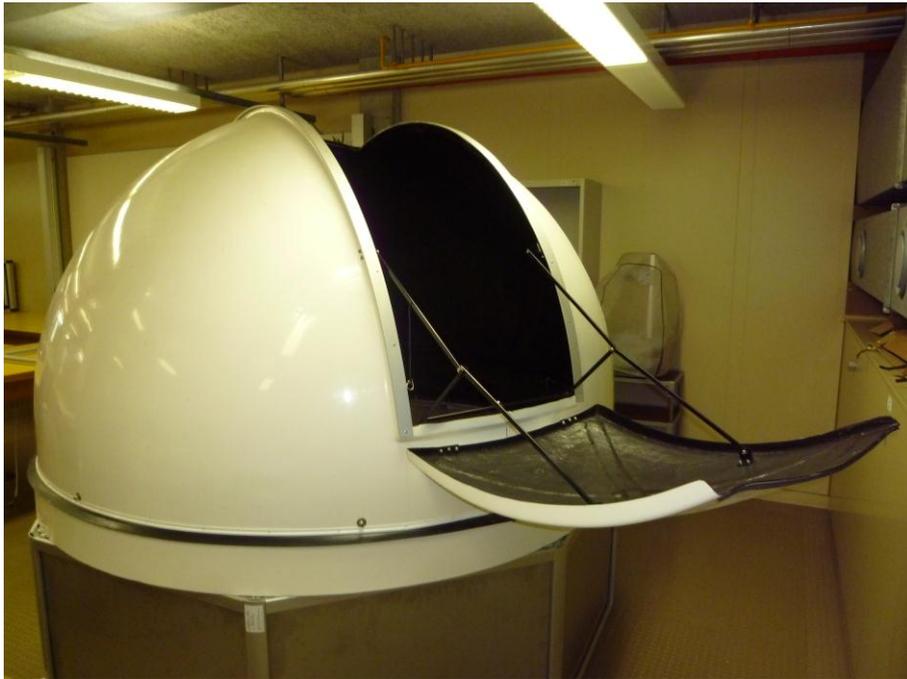


Figure 60 - Dôme ouvert



Figure 61 - Dôme fermé

## 7. Conclusion

Pour conclure, nous pouvons tout d'abord affirmer que ce travail de Bachelor est une tâche riche et son côté pluridisciplinaire apporte des connaissances concrètes. Effectivement, nous sommes bien souvent amenés à réaliser qu'une partie d'un projet final, cette partie étant notre spécialité. Or, dans ce projet, nous devons nous concentrer sur un tout ; ce qui amène à s'intéresser et à acquérir des connaissances dans d'autres domaines comme ici l'alliance de l'électronique, la mécanique et la programmation. Ainsi, même si ce travail est conséquent il nous offre néanmoins la possibilité de mêler nos passions, la programmation dans mon cas, à d'autres domaines afin de créer.

Ensuite, ce travail est idéal pour clôturer un apprentissage car il nous offre l'opportunité de mettre en pratique toutes les connaissances acquises durant de longues années de dur labeur. Par exemple, j'ai souvent eu à dessiner des pièces sans en avoir jamais eu le résultat entre les mains. Dans le cas de ce travail de Bachelor, j'ai conçu ces pièces qui ont ensuite été produites. C'est à ce moment que certaines notions, comme notamment la précision et le sérieux, prennent toute leur importance : une moindre erreur et tout est à refaire.

Malgré tout l'enrichissement que m'a apporté ce travail, je ne peux m'empêcher d'éprouver quelques regrets. Car en effet, j'aurai réellement eu à cœur de pouvoir monter l'observatoire sur le toit et de pouvoir profiter du travail effectué par mon prédécesseur et moi-même.

Toutefois je me réjouis d'avoir pu contribuer à l'avancement du projet en ayant achevé certains éléments comme, entre autres, la commande du dôme d'un point de vue de l'électronique et de la programmation. Les sous-programmes permettant de communiquer avec le télescope représentent aussi un pas vers l'achèvement du projet, tout comme les éléments de motorisation. Et d'un point de vue plus pratique la base et le dôme sont tous deux prêt à être monté.

Malheureusement, certains éléments manquants m'ont empêché d'achever complètement certaines parties comme par exemple le relais pour valider le circuit de commutation d'alimentation du 230.

Il reste encore passablement de travail avant d'enfin pouvoir observer les étoiles comme intégrer la motorisation du dôme, valider certains circuits, créer le sous-programme d'acquisition de la météo et enfin réaliser le programme principal qui serait véritablement le cœur de l'observatoire.

En somme, je conclurai en affirmant que ce travail m'a donné une certaine soif de créer. J'espère en effet pouvoir être à nouveau confronté à un projet similaire sans être victime du manque de temps et du manque de matériel pour pouvoir l'achever et remplacer un certain sentiment de frustration par un sentiment d'accomplissement.

## 8. Liste de références

### 8.1 Webographie

- Baumer :** [www.baumerelectric.com](http://www.baumerelectric.com)
- Bosch :** [www.bosch.ch](http://www.bosch.ch)
- Bossard :** [www.bossard.com](http://www.bossard.com)
- Claude D'Eramo :** [www.astroderamocielpourtous.ch](http://www.astroderamocielpourtous.ch)
- Distrelec :** [www.distrelec.ch](http://www.distrelec.ch)
- Farnell :** [ch.farnell.com](http://ch.farnell.com)
- FederTECHNIK :** [www.federtechnik.ch](http://www.federtechnik.ch)
- Galileo Lausanne :** [www.galileo.cc](http://www.galileo.cc)
- Google CH :** [www.google.ch](http://www.google.ch)
- Item :** [www.item24.com](http://www.item24.com)
- Maxon motors :** [www.maxonmotor.ch](http://www.maxonmotor.ch)
- Natinal Instrument :** [www.ni.com/fr/](http://www.ni.com/fr/)
- Oregon scientific :** <http://fr.oregonscientific.com/>
- Panasonic :** [www.panasonic-electric-works.ch](http://www.panasonic-electric-works.ch)
- Sirius Observatories :** [www.siriusobservatories.com](http://www.siriusobservatories.com)
- Tente :** [www.tente.ch](http://www.tente.ch)
- Wikipédia EN :** [en.wikipedia.org](http://en.wikipedia.org)
- Wikipédia FR :** [fr.wikipedia.org](http://fr.wikipedia.org)

## 9. Liste des figures

Figure 1 - Télescope du type Schmidt-Cassegrain.....	2
Figure 2 - Mouvements de la fourche .....	2
Figure 3 - Télescope Meade sur monture alt-az.....	3
Figure 4 - Télescope Meade sur monture équatoriale.....	3
Figure 5 - Programme Meade AutoStar Suite .....	4
Figure 6 - Interface Delphi pour le LX200.....	6
Figure 7 - Vue d'ensemble mécanique.....	7
Figure 8 - Vue de la fixation du pier .....	8
Figure 9 - Base Items octogonale montée.....	9
Figure 10 - Usinage pour fixation 8 st de chez Items et exemple pratique.....	9
Figure 11 - Fixation du dôme à la base Items.....	10
Figure 12 - Système de serrure de la porte .....	10
Figure 13 - Motorisation du dôme - Coupe et vue totale .....	11
Figure 14 - Photo de la motorisation du dôme .....	12
Figure 15 - Fixation à la base .....	12
Figure 16 - Système de motorisation de la trappe.....	13
Figure 17 - Emplacement et fixation de la motorisation de la trappe .....	14
Figure 18 - Motorisation de la trappe assemblée .....	14
Figure 19 - Emplacement de la motorisation du cimier .....	15
Figure 20 - Forme du système de motorisation du cimier avec nouveau moteur.....	16
Figure 21 - Emplacement final de l'observatoire .....	17
Figure 22 - Fixation pour ancrage de l'observatoire .....	18
Figure 23 - Vue d'ensemble des éléments du dôme.....	19
Figure 24 - Station météo de l'école .....	20
Figure 25 - Station météo Oregon WMRS 200.....	20
Figure 26 - Acquisition de la station météo avec Virtual Weather Station.....	21
Figure 27 – Exemple de contact glissant directement installé sur la base.....	22
Figure 28 - Kit de développement LaunchPad .....	24
Figure 29 - Vue d'ensemble de la partie de commande du dôme .....	24
Figure 30 - Circuit de fonctionnement du régulateur de tension .....	25
Figure 31 - Schéma de fonctionnement des interrupteurs.....	25
Figure 32 - Fonctionnement du pont H.....	26
Figure 33 - Schéma H utilisé pour mon montage .....	27
Figure 34 - Validation du système de commande du dôme .....	28
Figure 35 - PCB pour le circuit de commande du dôme.....	29
Figure 36 - Représentation du boîtier sur Solidworks.....	30
Figure 37 - Boîtier de commande du dôme complet .....	30
Figure 38 - Pont H commandé par un circuit d'attaque.....	31
Figure 39 - Circuit de validation de l'IR2110 .....	32
Figure 40 - Système de commande du dôme.....	32
Figure 41 - Schéma du système de commande d'alimentation .....	34
Figure 42 - Exemple de fenêtre Labview .....	35
Figure 43 - Identification du port série avec MAX.....	36

Figure 44 – Diagramme du VI de contrôle du télescope .....	36
Figure 45 - Face avant du VI de contrôle du télescope .....	37
Figure 46 - Paramètre du programme de contrôle du télescope .....	37
Figure 47 - Interface de commande du télescope .....	38
Figure 48 – Exemple d’un diagramme du programme de commande du télescope.....	38
Figure 49 - Interface Labview .....	39
Figure 50 - Programme d'essais de communication avec l'interface.....	39
Figure 50 - Fixation du bas de la base .....	41
Figure 51 - Fixation du haut de la base .....	41
Figure 52 – Montage de la base avant d’être retournée .....	42
Figure 53 – Fixation des profilés.....	42
Figure 54 – Installation des “murs” .....	42
Figure 55 – Base terminée.....	42
Figure 56 - Pause de l'anneau de la coupole.....	43
Figure 57 – Trappe montée sur le dôme .....	44
Figure 58 - Un roulement du cimier .....	44
Figure 59 - Dôme ouvert .....	45
Figure 60 - Dôme fermé .....	45

# 10. Annexe

## 10.1 Datasheet

### 10.1.1 MSP430



MSP430G2x31  
MSP430G2x21

www.ti.com

SLAS694H—FEBRUARY 2010—REVISED AUGUST 2011

## MIXED SIGNAL MICROCONTROLLER

### FEATURES

- **Low Supply-Voltage Range: 1.8 V to 3.6 V**
- **Ultra-Low Power Consumption**
  - **Active Mode: 220  $\mu$ A at 1 MHz, 2.2 V**
  - **Standby Mode: 0.5  $\mu$ A**
  - **Off Mode (RAM Retention): 0.1  $\mu$ A**
- **Five Power-Saving Modes**
- **Ultra-Fast Wake-Up From Standby Mode in Less Than 1  $\mu$ s**
- **16-Bit RISC Architecture, 62.5-ns Instruction Cycle Time**
- **Basic Clock Module Configurations**
  - **Internal Frequencies up to 16 MHz With One Calibrated Frequency**
  - **Internal Very Low Power Low-Frequency (LF) Oscillator**
  - **32-kHz Crystal**
  - **External Digital Clock Source**
- **16-Bit Timer\_A With Two Capture/Compare Registers**
- **Universal Serial Interface (USI) Supporting SPI and I2C (See Table 1)**
- **Brownout Detector**
- **10-Bit 200-ksps A/D Converter With Internal Reference, Sample-and-Hold, and Autoscan (See Table 1)**
- **Serial Onboard Programming, No External Programming Voltage Needed, Programmable Code Protection by Security Fuse**
- **On-Chip Emulation Logic With Spy-Bi-Wire Interface**
- **Family Members Details See Table 1**
- **Available in 14-Pin Plastic Small-Outline Thin Package (TSSOP), 14-Pin Plastic Dual In-Line Package (PDIP), and 16-Pin QFN Package**
- **For Complete Module Descriptions, See the MSP430x2xx Family User's Guide (SLAU144)**

### DESCRIPTION

The Texas Instruments MSP430 family of ultra-low-power microcontrollers consists of several devices featuring different sets of peripherals targeted for various applications. The architecture, combined with five low-power modes, is optimized to achieve extended battery life in portable measurement applications. The device features a powerful 16-bit RISC CPU, 16-bit registers, and constant generators that contribute to maximum code efficiency. The digitally controlled oscillator (DCO) allows wake-up from low-power modes to active mode in less than 1  $\mu$ s.

The MSP430G2x21/G2x31 series is an ultra-low-power mixed signal microcontroller with a built-in 16-bit timer and ten I/O pins. The MSP430G2x31 family members have a 10-bit A/D converter and built-in communication capability using synchronous protocols (SPI or I2C). For configuration details, see Table 1.

Typical applications include low-cost sensor systems that capture analog signals, convert them to digital values, and then process the data for display or for transmission to a host system.



Please be aware that an important notice concerning availability, standard warranty, and use in critical applications of Texas Instruments semiconductor products and disclaimers thereto appears at the end of this data sheet.

PRODUCTION DATA information is current as of publication date. Products conform to specifications per the terms of the Texas Instruments standard warranty. Production processing does not necessarily include testing of all parameters.

Copyright © 2010–2011, Texas Instruments Incorporated

## 10.1.2 Régulateur de tension



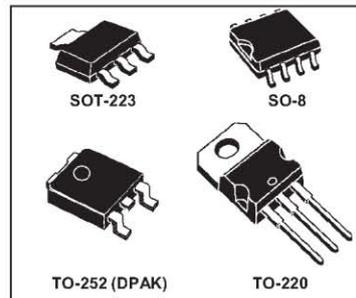
### LD1117 SERIES

#### LOW DROP FIXED AND ADJUSTABLE POSITIVE VOLTAGE REGULATORS

- LOW DROPOUT VOLTAGE (1V TYP)
- 2.85V DEVICE PERFORMANCES ARE SUITABLE FOR SCSI-2 ACTIVE TERMINATION
- OUTPUT CURRENT UP TO 800mA
- FIXED OUTPUT VOLTAGE OF: 1.8V, 2.5V, 2.85V, 3.0V, 3.3V, 5.0V
- ADJUSTABLE VERSION AVAILABILITY ( $V_{ref}=1.25V$ )
- INTERNAL CURRENT AND THERMAL LIMIT
- AVAILABLE IN  $\pm 1\%$  (AT 25°C) AND 2% IN FULL TEMPERATURE RANGE
- SUPPLY VOLTAGE REJECTION: 75 dB (TYP)
- TEMPERATURE RANGE: 0°C TO 125°C

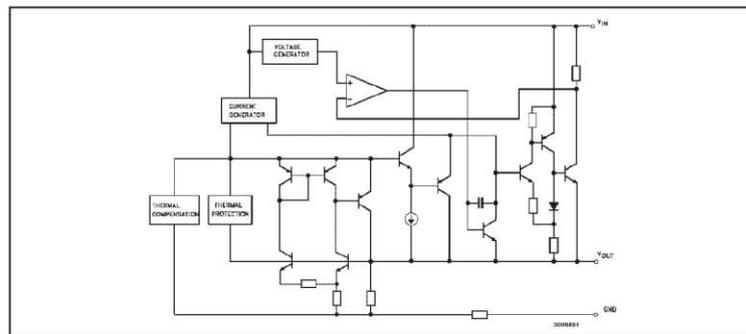
#### DESCRIPTION

The LD1117 is a LOW DROP Voltage Regulator able to provide up to 800mA of Output Current, available even in adjustable version ( $V_{ref}=1.25V$ ). Concerning fixed versions, are offered the following Output Voltages: 2.5V, 2.85V, 3.0V, 3.3V and 5.0V. The 2.85V type is ideal for SCSI-2 lines active termination. The device is supplied in: SOT-223, DPAK, SO-8 and TO-220. The SOT-223 and DPAK surface mount packages optimize the thermal characteristics even offering a relevant space saving effect. High efficiency is assured by NPN



pass transistor. In fact in this case, unlike than PNP one, the Quiescent Current flows mostly into the load. Only a very common 10 $\mu$ F minimum capacitor is needed for stability. On chip trimming allows the regulator to reach a very tight output voltage tolerance, within  $\pm 1\%$  at 25 °C. The ADJUSTABLE LD1117 is pin to pin compatible with the other standard Adjustable voltage regulators maintaining the better performances in terms of Drop and Tolerance.

#### BLOCK DIAGRAM



June 2002

1/18

## LD1117 SERIES

### ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

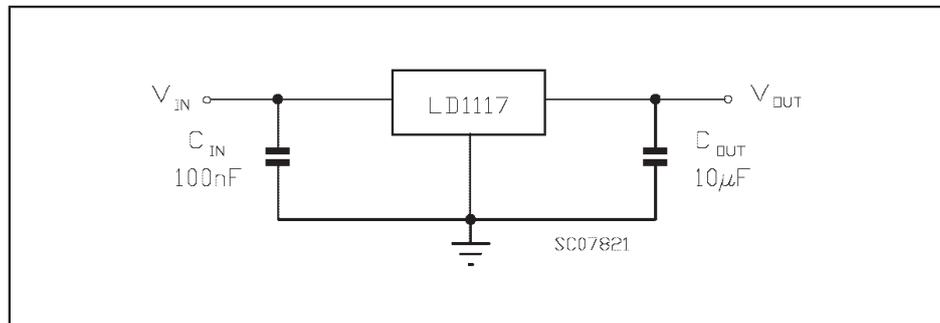
Symbol	Parameter	Value	Unit
$V_{IN}$	DC Input Voltage	15	V
$P_{tot}$	Power Dissipation	12	W
$T_{stg}$	Storage Temperature Range	-40 to 150	°C
$T_{op}$	Operating Junction Temperature Range	0 to 125	°C

Absolute Maximum Ratings are those value beyond which damage to the device may occur. Functional operation under these condition is not implied. Over the above suggested Max Power Dissipation a Short Circuit could definitively damage the device.

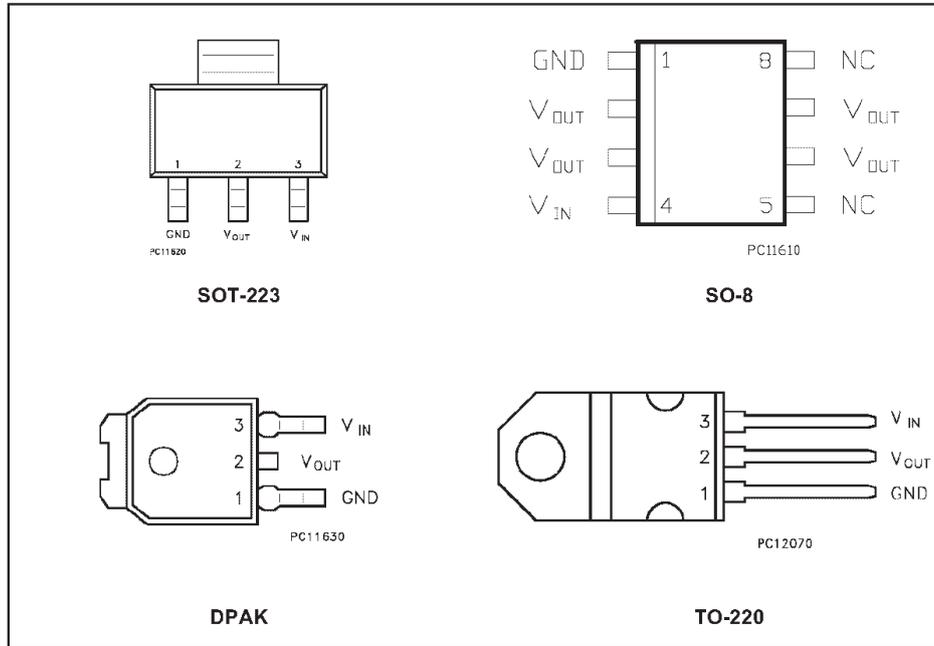
### THERMAL DATA

Symbol	Parameter	SOT-223	SO-8	DPAK	TO-220	Unit
$R_{thj-case}$	Thermal Resistance Junction-case	15	20	8	3	°C/W
$R_{thj-amb}$	Thermal Resistance Junction-ambient				50	°C/W

### APPLICATION CIRCUIT



CONNECTION DIAGRAM AND ORDERING NUMBERS (top view)



NOTE: The TAB is connected to the  $V_{OUT}$

SOT-223	SO-8	DPAK	TO-220	Output Voltage
LD1117S18	LD1117D18	LD1117DT18	LD1117V18	1.8V
LD1117S18C	LD1117D18C	LD1117DT18C	LD1117V18C	1.8V
LD1117S25	LD1117D25	LD1117DT25	LD1117V25	2.5V
LD1117S25C	LD1117D25C	LD1117DT25C	LD1117V25C	2.5V
LD1117S28	LD1117D28	LD1117DT28	LD1117V28	2.85V
LD1117S30	LD1117D30	LD1117DT30	LD1117V30	3V
LD1117S30C	LD1117D30C	LD1117DT30C	LD1117V30C	3V
LD1117S33	LD1117D33	LD1117DT33	LD1117V33	3.3V
LD1117S33C	LD1117D33C	LD1117DT33C	LD1117V33C	3.3V
LD1117S50	LD1117D50	LD1117DT50	LD1117V50	5V
LD1117S50C	LD1117D50C	LD1117DT50C	LD1117V50C	5V
LD1117S	LD1117D	LD1117DT	LD1117V	ADJUSTABLE FROM 1.25 TO 15V



### 10.1.3 MOSFET de canal N

## ZXM64N035L3

---

### 35V N-CHANNEL ENHANCEMENT MODE MOSFET

---

#### SUMMARY

$V_{(BR)DSS} = 35V$ ;  $R_{DS(on)} = 0.060\Omega$ ;  $I_D = 13A$

#### DESCRIPTION

This new generation of high cell density planar MOSFETs from Zetex utilizes a unique structure that combines the benefits of low on-resistance with fast switching speed. This makes them ideal for high efficiency, low voltage, power management applications.

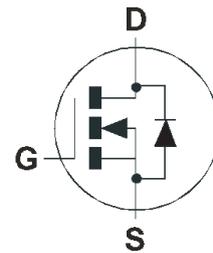


#### FEATURES

- Low on-resistance
- Fast switching speed
- Low threshold
- Low gate drive
- TO220 package

#### APPLICATIONS

- 100W Class D Audio Output Stage
- Motor Control

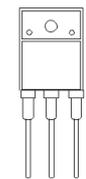


#### ORDERING INFORMATION

DEVICE	MULTIPLES
ZXM64N035L3	1000

#### DEVICE MARKING

- ZXM6  
4N035



**G D S**  
Front View

---

PROVISIONAL ISSUE A - JANUARY 2002



## ZXM64N035L3

### ABSOLUTE MAXIMUM RATING

PARAMETER	SYMBOL	LIMIT	UNIT
Drain-Source Voltage	V <sub>DSS</sub>	35	V
Gate-Source Voltage	V <sub>GS</sub>	±20	V
Continuous Drain Current (V <sub>GS</sub> =10V; T <sub>C</sub> =25°C)(a) (V <sub>GS</sub> =10V; T <sub>A</sub> =25°C)(b)	I <sub>D</sub>	13 3.5	A
Pulsed Drain Current (b)	I <sub>DM</sub>	30	A
Continuous Source Current (Body Diode)(b)	I <sub>S</sub>	2.4	A
Pulsed Source Current (Body Diode)(b)	I <sub>SM</sub>	30	A
Power Dissipation at T <sub>A</sub> =25°C (a) Linear Derating Factor	P <sub>D</sub>	20 160	W mW/°C
Power Dissipation at T <sub>A</sub> =25°C (b) Linear Derating Factor	P <sub>D</sub>	1.5 12	W mW/°C
Operating and Storage Temperature Range	T <sub>j</sub> :T <sub>stg</sub>	-55 to +150	°C

### THERMAL RESISTANCE

PARAMETER	SYMBOL	VALUE	UNIT
Junction to Case (a)	R <sub>θJC</sub>	6.25	°C/W
Junction to Ambient (b)	R <sub>θJA</sub>	83.3	°C/W



PROVISIONAL ISSUE A - JANUARY 2002

## ZXM64N035L3

### ELECTRICAL CHARACTERISTICS (at $T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise stated).

PARAMETER	SYMBOL	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT	CONDITIONS.
<b>STATIC</b>						
Drain-Source Breakdown Voltage	$V_{(BR)DSS}$	35			V	$I_D=250\mu\text{A}$ , $V_{GS}=0\text{V}$
Zero Gate Voltage Drain Current	$I_{DSS}$			1	$\mu\text{A}$	$V_{DS}=35\text{V}$ , $V_{GS}=0\text{V}$
Gate-Body Leakage	$I_{GSS}$			100	nA	$V_{GS}=\pm 20\text{V}$ , $V_{DS}=0\text{V}$
Gate-Source Threshold Voltage	$V_{GS(th)}$	1.0			V	$I_D=250\mu\text{A}$ , $V_{DS}=V_{GS}$
Static Drain-Source On-State Resistance (1)	$R_{DS(on)}$			0.060 0.070	$\Omega$	$V_{GS}=10\text{V}$ , $I_D=3.7\text{A}$ $V_{GS}=4.5\text{V}$ , $I_D=1.9\text{A}$
Forward Transconductance (1)(3)	$g_{fs}$	4.3			S	$V_{DS}=10\text{V}$ , $I_D=1.9\text{A}$
<b>DYNAMIC (3)</b>						
Input Capacitance	$C_{iss}$		950		pF	$V_{DS}=25\text{V}$ , $V_{GS}=0\text{V}$ , $f=1\text{MHz}$
Output Capacitance	$C_{oss}$		200		pF	
Reverse Transfer Capacitance	$C_{rss}$		50		pF	
<b>SWITCHING(2) (3)</b>						
Turn-On Delay Time	$t_{d(on)}$		4.2		ns	$V_{DD}=15\text{V}$ , $I_D=3.7\text{A}$ $R_G=6.0\Omega$ , $V_{GS}=10\text{V}$
Rise Time	$t_r$		4.5		ns	
Turn-Off Delay Time	$t_{d(off)}$		20.5		ns	
Fall Time	$t_f$		8		ns	
Total Gate Charge	$Q_g$			27	nC	$V_{DS}=24\text{V}$ , $V_{GS}=10\text{V}$ , $I_D=3.7\text{A}$
Gate-Source Charge	$Q_{gs}$			5	nC	
Gate-Drain Charge	$Q_{gd}$			4.5	nC	
<b>SOURCE-DRAIN DIODE</b>						
Diode Forward Voltage (1)	$V_{SD}$			0.95	V	$T_J=25^\circ\text{C}$ , $I_S=3.7\text{A}$ , $V_{GS}=0\text{V}$
Reverse Recovery Time (3)	$t_{rr}$		24.5		ns	$T_J=25^\circ\text{C}$ , $I_F=3.7\text{A}$ , $di/dt=100\text{A}/\mu\text{s}$
Reverse Recovery Charge (3)	$Q_{rr}$		19.1		nC	

#### NOTES

- (1) Measured under pulsed conditions. Width=300 $\mu\text{s}$ . Duty cycle  $\leq 2\%$ .  
(2) Switching characteristics are independent of operating junction temperature.  
(3) For design aid only, not subject to production testing.

PROVISIONAL ISSUE A - JANUARY 2002



## 10.1.4 MOSFET de canal P

International  
**IR** Rectifier

- Advanced Process Technology
- Ultra Low On-Resistance
- Dynamic dv/dt Rating
- 175°C Operating Temperature
- Fast Switching
- P-Channel
- Fully Avalanche Rated
- Lead-Free

### Description

Fifth Generation HEXFETs from International Rectifier utilize advanced processing techniques to achieve extremely low on-resistance per silicon area. This benefit, combined with the fast switching speed and ruggedized device design that HEXFET Power MOSFETs are well known for, provides the designer with an extremely efficient and reliable device for use in a wide variety of applications.

The TO-220 package is universally preferred for all commercial-industrial applications at power dissipation levels to approximately 50 watts. The low thermal resistance and low package cost of the TO-220 contribute to its wide acceptance throughout the industry.

### Absolute Maximum Ratings

	Parameter	Max.	Units
$I_D @ T_C = 25^\circ\text{C}$	Continuous Drain Current, $V_{GS} @ -10\text{V}$	-74	A
$I_D @ T_C = 100^\circ\text{C}$	Continuous Drain Current, $V_{GS} @ -10\text{V}$	-52	
$I_{DM}$	Pulsed Drain Current ①	-260	
$P_D @ T_C = 25^\circ\text{C}$	Power Dissipation	200	W
	Linear Derating Factor	1.3	W/°C
$V_{GS}$	Gate-to-Source Voltage	$\pm 20$	V
$E_{AS}$	Single Pulse Avalanche Energy ②	930	mJ
$I_{AF}$	Avalanche Current ③	-38	A
$E_{AR}$	Repetitive Avalanche Energy ④	20	mJ
dv/dt	Peak Diode Recovery dv/dt ⑤	-5.0	V/ns
$T_J$	Operating Junction and	-55 to +175	°C
$T_{STG}$	Storage Temperature Range		
	Soldering Temperature, for 10 seconds	300 (1.6mm from case)	
	Mounting torque, 6-32 or M3 screw	10 lb•in (1.1N•m)	

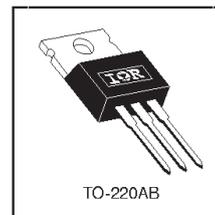
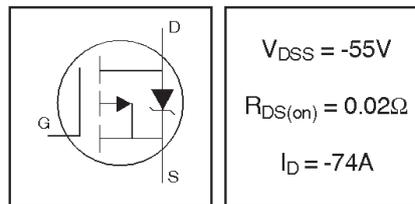
### Thermal Resistance

	Parameter	Typ.	Max.	Units
$R_{\theta JC}$	Junction-to-Case	—	0.75	°C/W
$R_{\theta CS}$	Case-to-Sink, Flat, Greased Surface	0.50	—	
$R_{\theta JA}$	Junction-to-Ambient	—	62	

PD - 94816

## IRF4905PbF

HEXFET® Power MOSFET



11/6/03

# IRF4905PbF

International  
IR Rectifier

## Electrical Characteristics @ T<sub>J</sub> = 25°C (unless otherwise specified)

	Parameter	Min.	Typ.	Max.	Units	Conditions
V <sub>(BR)DSS</sub>	Drain-to-Source Breakdown Voltage	-55	---	---	V	V <sub>GS</sub> = 0V, I <sub>D</sub> = -250μA
ΔV <sub>(BR)DSS/ΔT<sub>J</sub></sub>	Breakdown Voltage Temp. Coefficient	---	-0.05	---	V/°C	Reference to 25°C, I <sub>D</sub> = -1mA
R <sub>DS(on)</sub>	Static Drain-to-Source On-Resistance	---	---	0.02	Ω	V <sub>GS</sub> = -10V, I <sub>D</sub> = -38A ①
V <sub>GS(th)</sub>	Gate Threshold Voltage	-2.0	---	-4.0	V	V <sub>DS</sub> = V <sub>GS</sub> , I <sub>D</sub> = -250μA
g <sub>fs</sub>	Forward Transconductance	21	---	---	S	V <sub>DS</sub> = -25V, I <sub>D</sub> = -38A
I <sub>DSS</sub>	Drain-to-Source Leakage Current	---	---	-25	μA	V <sub>DS</sub> = -55V, V <sub>GS</sub> = 0V
		---	---	-250		V <sub>DS</sub> = -44V, V <sub>GS</sub> = 0V, T <sub>J</sub> = 150°C
I <sub>GSS</sub>	Gate-to-Source Forward Leakage	---	---	100	nA	V <sub>GS</sub> = 20V
	Gate-to-Source Reverse Leakage	---	---	-100		V <sub>GS</sub> = -20V
Q <sub>g</sub>	Total Gate Charge	---	---	180	nC	I <sub>D</sub> = -38A
Q <sub>gs</sub>	Gate-to-Source Charge	---	---	32		V <sub>DS</sub> = -44V
Q <sub>gd</sub>	Gate-to-Drain ("Miller") Charge	---	---	86		V <sub>GS</sub> = -10V, See Fig. 6 and 13 ②
t <sub>d(on)</sub>	Turn-On Delay Time	---	18	---	ns	V <sub>DD</sub> = -28V
t <sub>r</sub>	Rise Time	---	99	---		I <sub>D</sub> = -38A
t <sub>d(off)</sub>	Turn-Off Delay Time	---	61	---		R <sub>G</sub> = 2.5Ω
t <sub>f</sub>	Fall Time	---	96	---		R <sub>D</sub> = 0.72Ω, See Fig. 10 ③
L <sub>D</sub>	Internal Drain Inductance	---	4.5	---	nH	Between lead, 6mm (0.25in.) from package and center of die contact
L <sub>S</sub>	Internal Source Inductance	---	7.5	---		
C <sub>iss</sub>	Input Capacitance	---	3400	---	pF	V <sub>GS</sub> = 0V
C <sub>oss</sub>	Output Capacitance	---	1400	---		V <sub>DS</sub> = -25V
C <sub>rss</sub>	Reverse Transfer Capacitance	---	640	---		f = 1.0MHz, See Fig. 5

## Source-Drain Ratings and Characteristics

	Parameter	Min.	Typ.	Max.	Units	Conditions
I <sub>S</sub>	Continuous Source Current (Body Diode)	---	---	-74	A	MOSFET symbol showing the integral reverse p-n junction diode.
I <sub>SM</sub>	Pulsed Source Current (Body Diode) ①	---	---	-260		
V <sub>SD</sub>	Diode Forward Voltage	---	---	-1.6	V	T <sub>J</sub> = 25°C, I <sub>S</sub> = -38A, V <sub>GS</sub> = 0V ②
t <sub>rr</sub>	Reverse Recovery Time	---	89	130	ns	T <sub>J</sub> = 25°C, I <sub>F</sub> = -38A
Q <sub>rr</sub>	Reverse Recovery Charge	---	230	350	nC	di/dt = -100A/μs ③
t <sub>on</sub>	Forward Turn-On Time	Intrinsic turn-on time is negligible (turn-on is dominated by L <sub>S</sub> +L <sub>D</sub> )				

### Notes:

- ① Repetitive rating; pulse width limited by max. junction temperature. ( See fig. 11 )
- ② Starting T<sub>J</sub> = 25°C, L = 1.3mH  
R<sub>G</sub> = 25Ω, I<sub>AS</sub> = -38A. (See Figure 12)
- ③ I<sub>SD</sub> ≤ -38A, di/dt ≤ -270A/μs, V<sub>DD</sub> ≤ V<sub>(BR)DSS</sub>, T<sub>J</sub> ≤ 175°C
- ④ Pulse width ≤ 300μs; duty cycle ≤ 2%.

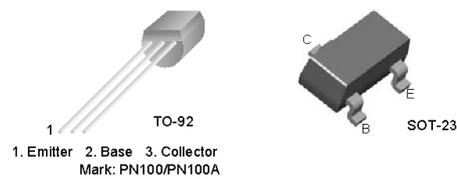
## 10.1.5 PN100

**FAIRCHILD**  
SEMICONDUCTOR®

October 2008

### PN100/PN100A/MMBT100/MMBT100A NPN General Purpose Amplifier

- This device is designed for general purpose amplifier applications at collector currents to 300mA.
- Sourced from process 10.



#### Absolute Maximum Ratings\* $T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Ratings	Units
$V_{CE0}$	Collector-Emitter Voltage		45
$V_{CBO}$	Collector-Base Voltage		75
$V_{EBO}$	Emitter-Base Voltage		6.0
$I_C$	Collector current	- Continuous	500
$T_J, T_{stg}$	Junction and Storage Temperature		-55 ~ +150

\* These ratings are limiting values above which the serviceability of any semiconductor device may be impaired.

#### NOTES:

1. These ratings are based on a maximum junction temperature of 150 degrees C.
2. These are steady state limits. The factory should be consulted on applications involving pulsed or low duty cycle operations.

\* Pulse Test: Pulse Widths $\leq 300\mu\text{s}$ , Duty Cycles $\leq 2\%$

#### Thermal Characteristics $T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Max.		Units
		PN100 PN100A	*MMBT100 *MMBT100A	
$P_D$	Total Device Dissipation Derate above 25°C	625 5.0	350 2.8	mW mW/°C
$R_{\theta JC}$	Thermal Resistance, Junction to Case	83.3		°C/W
$R_{\theta JA}$	Thermal Resistance, Junction to Ambient	200	357	°C/W

\* Device mounted on FR-4 PCB 1.6" x 1.6" x 0.06"

**Electrical Characteristics**  $T_C=25^\circ\text{C}$  unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Test Condition	Min.	Max.	Units
<b>Off Characteristics</b>					
$BV_{CBO}$	Collector-Base Breakdown Voltage	$I_C = 10\mu\text{A}, I_E = 0$	75		V
$BV_{CEO}$	Collector-Emitter Breakdown Voltage *	$I_C = 1\text{mA}, I_B = 0$	45		V
$BV_{EBO}$	Emitter-Base Breakdown Voltage	$I_E = 10\mu\text{A}, I_C = 0$	6.0		V
$I_{CBO}$	Collector-Base Cutoff Current	$V_{CB} = 60\text{V}$		50	nA
$I_{CES}$	Collector-Emitter Cutoff Current	$V_{CE} = 40\text{V}$		50	nA
$I_{EBO}$	Emitter Cutoff Current	$V_{EB} = 4\text{V}$		50	nA
<b>On Characteristics</b>					
$h_{FE}$	DC Current Gain	$I_C = 100\mu\text{A}, V_{CE} = 1.0\text{V}$ $I_C = 10\text{mA}, V_{CE} = 1.0\text{V}$ $I_C = 100\text{mA}, V_{CE} = 1.0\text{V}^*$ $I_C = 150\text{mA}, V_{CE} = 5.0\text{V}^*$	100 100A 100 100A 100 100A	80 240 100 300 100 100 350 100	450 600
$V_{CE(sat)}$	Collector-Emitter Saturation Voltage	$I_C = 10\text{mA}, I_B = 1.0\text{mA}$ $I_C = 200\text{mA}, I_B = 20\text{mA}$		0.2 0.4	V V
$V_{BE(sat)}$	Base-Emitter Saturation Voltage	$I_C = 10\text{mA}, I_B = 1.0\text{mA}$ $I_C = 200\text{mA}, I_B = 20\text{mA}$		0.85 1.0	V V
<b>Small Signal Characteristics</b>					
$f_T$	Current Gain Bandwidth Product	$V_{CE} = 20\text{V}, I_C = 20\text{mA}$		250	MHz
$C_{ob0}$	Output Capacitance	$V_{CB} = 5.0\text{V}, f = 1.0\text{MHz}$		4.5	pF
NF	Noise Figure	$I_C = 100\mu\text{A}, V_{CE} = 5.0\text{V}$ $R_G = 2.0\text{k}\Omega, f = 1.0\text{KHz}$	100 100A	5.0 4.0	dB dB

 \* Pulse Test: Pulse Width  $\leq 300\mu\text{s}$ , Duty Cycle  $\leq 2.0\%$

## 10.1.6 Optocoupleur



# ILD1/ 2/ 5 / ILQ1/ 2/ 5

Vishay Semiconductors

## Optocoupler, Phototransistor Output (Dual, Quad Channel)

### Features

- Current Transfer Ratio at  $I_F = 10 \text{ mA}$
- Isolation Test Voltage, 5300  $V_{RMS}$

### Agency Approvals

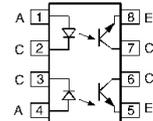
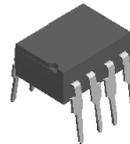
- UL - File No. E52744 system Code H or J
- CSA 93751
- BSI IEC60950 IEC60965
- DIN EN 60747-5-2 (VDE0884)
- DIN EN 60747-5-5 pending  
Available with Option 1
- FIMKO

### Description

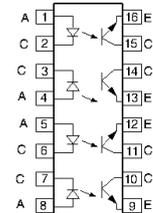
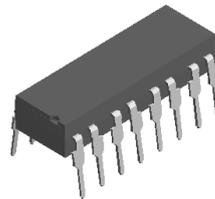
The ILD1/ 2/ 5/ ILQ1/ 2/ 5 are optically coupled isolated pairs employing GaAs infrared LEDs and silicon NPN phototransistor. Signal information, including a DC level, can be transmitted by the drive while maintaining a high degree of electrical isolation between input and output. The ILD1/ 2/ 5/ ILQ1/ 2/ 5 are especially designed for driving medium-speed logic and can be used to eliminate troublesome ground loop and noise problems. Also these couplers can be used to replace relays and transformers in many digital interface applications such as CTR modulation.

The ILD1/ 2/ 5 has two isolated channels in a single DIP package and the ILQ1/ 2/ 5 has four isolated channels per package.

Dual Channel



Quad Channel



### Order Information

Part	Remarks
ILD1	CTR > 20 %, DIP-8
ILQ1	CTR > 20 %, DIP-16
ILD2	CTR > 100 %, DIP-8
ILQ2	CTR > 100 %, DIP-16
ILD5	CTR > 50 %, DIP-8
ILQ5	CTR > 50 %, DIP-16
ILD1-X007	CTR > 20 %, SMD-8 (option 7)
ILD1-X009	CTR > 20 %, SMD-8 (option 9)
ILD2-X006	CTR > 100 %, DIP-8 400 mil (option 6)
ILD2-X007	CTR > 100 %, SMD-8 (option 7)
ILD2-X009	CTR > 100 %, SMD-8 (option 9)
ILD5-X009	CTR > 50 %, SMD-8 (option 9)
ILQ1-X009	CTR > 20 %, SMD-16 (option 9)
ILQ2-X009	CTR > 100 %, SMD-16 (option 9)

For additional information on the available options refer to Option Information.

# ILD1/ 2/ 5 / ILQ1/ 2/ 5



Vishay Semiconductors

## Absolute Maximum Ratings

$T_{amb} = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ , unless otherwise specified

Stresses in excess of the absolute Maximum Ratings can cause permanent damage to the device. Functional operation of the device is not implied at these or any other conditions in excess of those given in the operational sections of this document. Exposure to absolute Maximum Rating for extended periods of the time can adversely affect reliability.

## Input

Parameter	Test condition	Symbol	Value	Unit
Reverse voltage		$V_R$	6.0	V
Forward current		$I_F$	60	mA
Surge current		$I_{FSM}$	2.5	A
Power dissipation		$P_{diss}$	100	mW
Derate linearly from 25 °C			1.3	mW/°C

## Output

Parameter	Test condition	Part	Symbol	Value	Unit
Collector-emitter reverse voltage		ILD1	$V_{CER}$	50	V
		ILQ1	$V_{CER}$	50	V
		ILD2	$V_{CER}$	70	V
		ILQ2	$V_{CER}$	70	V
		ILD5	$V_{CER}$	70	V
		ILQ5	$V_{CER}$	70	V
Collector current			$I_C$	50	mA
	$t < 1.0\text{ ms}$		$I_C$	400	mA
Power dissipation			$P_{diss}$	200	mW
Derate linearly from 25 °C				2.6	mW/°C

## Coupler

Parameter	Test condition	Symbol	Value	Unit
Isolation test voltage (between emitter and detector referred to standard climate 25 °C/ 50 % RH, DIN 50014)		$V_{ISO}$	5300	$V_{RMS}$
Creepage			$\geq 7.0$	mm
Clearance			$\geq 7.0$	mm
Isolation resistance	$V_{IO} = 500\text{ V}, T_{amb} = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$	$R_{IO}$	$10^{12}$	$\Omega$
	$V_{IO} = 500\text{ V}, T_{amb} = 100\text{ }^{\circ}\text{C}$	$R_{IO}$	$10^{11}$	$\Omega$
Package power dissipation		$P_{tot}$	250	mW
Derate linearly from 25 °C			3.3	mW/°C
Storage temperature		$T_{stg}$	- 40 to + 150	°C
Operating temperature		$T_{amb}$	- 40 to + 100	°C
Junction temperature		$T_J$	100	°C
Soldering temperature	2.0 mm from case bottom	$T_{sld}$	260	°C



**Electrical Characteristics**

T<sub>amb</sub> = 25 °C, unless otherwise specified

Minimum and maximum values are testing requirements. Typical values are characteristics of the device and are the result of engineering evaluation. Typical values are for information only and are not part of the testing requirements.

**Input**

Parameter	Test condition	Symbol	Min	Typ.	Max	Unit
Forward voltage	I <sub>F</sub> = 60 mA	V <sub>F</sub>		1.25	1.65	V
Reverse current	V <sub>R</sub> = 6.0 V	I <sub>R</sub>		0.01	10	μA
Capacitance	V <sub>R</sub> = 0 V, f = 1.0 MHz	C <sub>O</sub>		25		pF
Thermal resistance, junction to lead		T <sub>thJL</sub>		750		K/W

**Output**

Parameter	Test condition	Symbol	Min	Typ.	Max	Unit
Collector-emitter capacitance	V <sub>CE</sub> = 5.0 V, f = 1.0 MHz	C <sub>CE</sub>		6.8		pF
Collector-emitter leakage current	V <sub>VCE</sub> = 10 V	I <sub>CEO</sub>		5.0	50	nA
Saturation voltage, collector-emitter	I <sub>CE</sub> = 1.0 mA, I <sub>B</sub> = 20 μA	V <sub>CEsat</sub>		0.25	0.4	V
DC forward current gain	V <sub>CE</sub> = 10 V, I <sub>B</sub> = 20 μA	HFE	200	650	1800	
DC forward current gain saturated	V <sub>CE</sub> = 0.4 V, I <sub>B</sub> = 20 μA	HFE <sub>sat</sub>	120	400	600	
Thermal resistance, junction to lead		R <sub>thjl</sub>		500		K/W

**Coupler**

Parameter	Test condition	Symbol	Min	Typ.	Max	Unit
Capacitance (input-output)	V <sub>IO</sub> = 0 V, f = 1.0 MHz	C <sub>IO</sub>		0.8		pF

**Current Transfer Ratio**

Parameter	Test condition	Part	Symbol	Min	Typ.	Max	Unit
Current Transfer Ratio (collector-emitter saturated)	I <sub>F</sub> = 10 mA, V <sub>CE</sub> = 0.4 V	ILD1 ILQ1	CTR <sub>CEsat</sub>		75		%
		ILD2 ILQ2	CTR <sub>CEsat</sub>		170		%
		ILD5 ILQ5	CTR <sub>CEsat</sub>		100		%
Current Transfer Ratio (collector-emitter)	I <sub>F</sub> = 10 mA, V <sub>CE</sub> = 10 V	ILD1 ILQ1	CTR <sub>CE</sub>	20	80	300	%
		ILD2 ILQ2	CTR <sub>CE</sub>	100	200	500	%
		ILD5 ILQ5	CTR <sub>CE</sub>	50	130	400	%

## 10.1.7 Circuit d'attaque de pont

International  
**IR** Rectifier

Data Sheet No. PD60147 rev.U

**IR2110(-1-2)(S)PbF/IR2113(-1-2)(S)PbF**

### HIGH AND LOW SIDE DRIVER

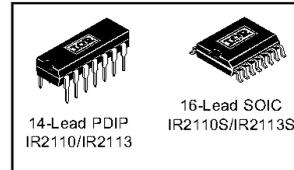
#### Features

- Floating channel designed for bootstrap operation  
Fully operational to +500V or +600V  
Tolerant to negative transient voltage  
dV/dt immune
- Gate drive supply range from 10 to 20V
- Undervoltage lockout for both channels
- 3.3V logic compatible  
Separate logic supply range from 3.3V to 20V  
Logic and power ground  $\pm 5V$  offset
- CMOS Schmitt-triggered inputs with pull-down
- Cycle by cycle edge-triggered shutdown logic
- Matched propagation delay for both channels
- Outputs in phase with inputs

#### Product Summary

$V_{\text{OFFSET}}$ (IR2110)	500V max.
(IR2113)	600V max.
$I_{\text{O}+/-}$	2A / 2A
$V_{\text{OUT}}$	10 - 20V
$t_{\text{on/off}}$ (typ.)	120 & 94 ns
Delay Matching (IR2110)	10 ns max.
(IR2113)	20ns max.

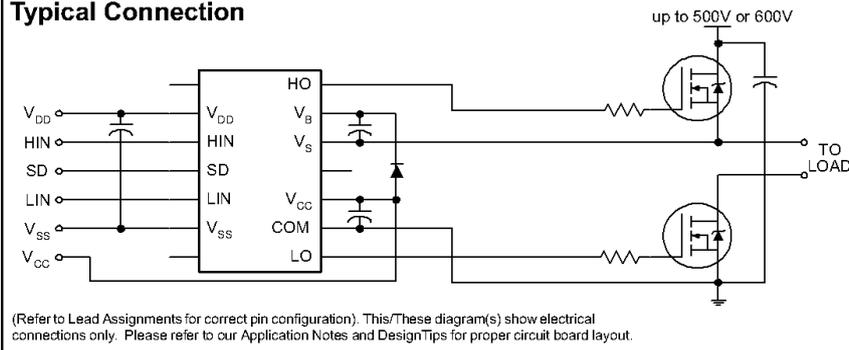
#### Packages



#### Description

The IR2110/IR2113 are high voltage, high speed power MOSFET and IGBT drivers with independent high and low side referenced output channels. Proprietary HVIC and latch immune CMOS technologies enable ruggedized monolithic construction. Logic inputs are compatible with standard CMOS or LSTTL output, down to 3.3V logic. The output drivers feature a high pulse current buffer stage designed for minimum driver cross-conduction. Propagation delays are matched to simplify use in high frequency applications. The floating channel can be used to drive an N-channel power MOSFET or IGBT in the high side configuration which operates up to 500 or 600 volts.

#### Typical Connection



www.irf.com

1

**Absolute Maximum Ratings**

Absolute maximum ratings indicate sustained limits beyond which damage to the device may occur. All voltage parameters are absolute voltages referenced to COM. The thermal resistance and power dissipation ratings are measured under board mounted and still air conditions. Additional information is shown in Figures 28 through 35.

Symbol	Definition	Min.	Max.	Units	
V <sub>B</sub>	High side floating supply voltage (IR2110)	-0.3	525	V	
	(IR2113)	-0.3	625		
V <sub>S</sub>	High side floating supply offset voltage	V <sub>B</sub> - 25	V <sub>B</sub> + 0.3		
V <sub>HO</sub>	High side floating output voltage	V <sub>S</sub> - 0.3	V <sub>B</sub> + 0.3		
V <sub>CC</sub>	Low side fixed supply voltage	-0.3	25		
V <sub>LO</sub>	Low side output voltage	-0.3	V <sub>CC</sub> + 0.3		
V <sub>DD</sub>	Logic supply voltage	-0.3	V <sub>SS</sub> + 25		
V <sub>SS</sub>	Logic supply offset voltage	V <sub>CC</sub> - 25	V <sub>CC</sub> + 0.3		
V <sub>IN</sub>	Logic input voltage (HIN, LIN & SD)	V <sub>SS</sub> - 0.3	V <sub>DD</sub> + 0.3		
dV <sub>S</sub> /dt	Allowable offset supply voltage transient (figure 2)	—	50		V/ns
P <sub>D</sub>	Package power dissipation @ T <sub>A</sub> ≤ +25°C	(14 lead DIP)	—	1.6	W
		(16 lead SOIC)	—	1.25	
R <sub>THJA</sub>	Thermal resistance, junction to ambient	(14 lead DIP)	—	75	°C/W
		(16 lead SOIC)	—	100	
T <sub>J</sub>	Junction temperature	—	150	°C	
T <sub>S</sub>	Storage temperature	-55	150		
T <sub>L</sub>	Lead temperature (soldering, 10 seconds)	—	300		

**Recommended Operating Conditions**

The input/output logic timing diagram is shown in figure 1. For proper operation the device should be used within the recommended conditions. The V<sub>S</sub> and V<sub>SS</sub> offset ratings are tested with all supplies biased at 15V differential. Typical ratings at other bias conditions are shown in figures 36 and 37.

Symbol	Definition	Min.	Max.	Units
V <sub>B</sub>	High side floating supply absolute voltage	V <sub>S</sub> + 10	V <sub>S</sub> + 20	V
V <sub>S</sub>	High side floating supply offset voltage (IR2110)	Note 1	500	
	(IR2113)	Note 1	600	
V <sub>HO</sub>	High side floating output voltage	V <sub>S</sub>	V <sub>B</sub>	
V <sub>CC</sub>	Low side fixed supply voltage	10	20	
V <sub>LO</sub>	Low side output voltage	0	V <sub>CC</sub>	
V <sub>DD</sub>	Logic supply voltage	V <sub>SS</sub> + 3	V <sub>SS</sub> + 20	
V <sub>SS</sub>	Logic supply offset voltage	-5 (Note 2)	5	
V <sub>IN</sub>	Logic input voltage (HIN, LIN & SD)	V <sub>SS</sub>	V <sub>DD</sub>	
T <sub>A</sub>	Ambient temperature	-40	125	

Note 1: Logic operational for V<sub>S</sub> of -4 to +500V. Logic state held for V<sub>S</sub> of -4V to -V<sub>BS</sub>. (Please refer to the Design Tip DT97-3 for more details).

Note 2: When V<sub>DD</sub> < 5V, the minimum V<sub>SS</sub> offset is limited to -V<sub>DD</sub>.

### Dynamic Electrical Characteristics

$V_{BIAS}$  ( $V_{CC}$ ,  $V_{BS}$ ,  $V_{DD}$ ) = 15V,  $C_L$  = 1000 pF,  $T_A$  = 25°C and  $V_{SS}$  = COM unless otherwise specified. The dynamic electrical characteristics are measured using the test circuit shown in Figure 3.

Symbol	Definition	Figure	Min.	Typ.	Max.	Units	Test Conditions
$t_{on}$	Turn-on propagation delay	7	—	120	150	ns	$V_S = 0V$
$t_{off}$	Turn-off propagation delay	8	—	94	125		$V_S = 500V/600V$
$t_{sd}$	Shutdown propagation delay	9	—	110	140		$V_S = 500V/600V$
$t_r$	Turn-on rise time	10	—	25	35		
$t_f$	Turn-off fall time	11	—	17	25		
MT	Delay matching, HS & LS turn-on/off	(IR2110) (IR2113)	—	—	—		10 20

### Static Electrical Characteristics

$V_{BIAS}$  ( $V_{CC}$ ,  $V_{BS}$ ,  $V_{DD}$ ) = 15V,  $T_A$  = 25°C and  $V_{SS}$  = COM unless otherwise specified. The  $V_{IN}$ ,  $V_{TH}$  and  $I_{IN}$  parameters are referenced to  $V_{SS}$  and are applicable to all three logic input leads: HIN, LIN and SD. The  $V_O$  and  $I_O$  parameters are referenced to COM and are applicable to the respective output leads: HO or LO.

Symbol	Definition	Figure	Min.	Typ.	Max.	Units	Test Conditions
$V_{IH}$	Logic "1" input voltage	12	9.5	—	—	V	
$V_{IL}$	Logic "0" input voltage	13	—	—	6.0		
$V_{OH}$	High level output voltage, $V_{BIAS} - V_O$	14	—	—	1.2		$I_O = 0A$
$V_{OL}$	Low level output voltage, $V_O$	15	—	—	0.1		$I_O = 0A$
$I_{LK}$	Offset supply leakage current	16	—	—	50	$\mu A$	$V_B = V_S = 500V/600V$
$I_{QBS}$	Quiescent $V_{BS}$ supply current	17	—	125	230		$V_{IN} = 0V$ or $V_{DD}$
$I_{QCC}$	Quiescent $V_{CC}$ supply current	18	—	180	340		$V_{IN} = 0V$ or $V_{DD}$
$I_{QDD}$	Quiescent $V_{DD}$ supply current	19	—	15	30		$V_{IN} = 0V$ or $V_{DD}$
$I_{IN+}$	Logic "1" input bias current	20	—	20	40		$V_{IN} = V_{DD}$
$I_{IN-}$	Logic "0" input bias current	21	—	—	1.0		$V_{IN} = 0V$
$V_{BSUV+}$	$V_{BS}$ supply undervoltage positive going threshold	22	7.5	8.6	9.7	V	
$V_{BSUV-}$	$V_{BS}$ supply undervoltage negative going threshold	23	7.0	8.2	9.4		
$V_{CCUV+}$	$V_{CC}$ supply undervoltage positive going threshold	24	7.4	8.5	9.6		
$V_{CCUV-}$	$V_{CC}$ supply undervoltage negative going threshold	25	7.0	8.2	9.4		
$I_{O+}$	Output high short circuit pulsed current	26	2.0	2.5	—	A	$V_O = 0V$ , $V_{IN} = V_{DD}$ $PW \leq 10 \mu s$
$I_{O-}$	Output low short circuit pulsed current	27	2.0	2.5	—		$V_O = 15V$ , $V_{IN} = 0V$ $PW \leq 10 \mu s$

## 10.2 Élément mécanique pour la partie électronique

### 10.2.1 Bornes pour circuits imprimés avec raccordement à vis



Extract from the online catalog

#### MKDS 1/ 2-3,81

Order No.: 1727010

The figure shows a 10-position version of the product



<http://eshop.phoenixcontact.de/phoenix/treeViewClick.do?UID=1727010>

PC terminal block, Nominal current: 10 A, Nom. voltage: 160 V, Pitch: 3.81 mm, Number of positions: 2, Type of connection: Screw connection, Assembly: Soldering, Conductor/PCB connection direction: 0 °, Color: green

#### Commercial data

EAN	4017918025489
Pack	50 pcs.
Customs tariff	85369010
Weight/Piece	0.001155 KG
Catalog page information	Page 49 (CC-2007)

#### Product notes

WEEE/RoHS-compliant since:  
01/01/2003



<http://www.download.phoenixcontact.com>

Please note that the data given here has been taken from the online catalog. For comprehensive information and data, please refer to the user documentation. The General Terms and Conditions of Use apply to Internet downloads.

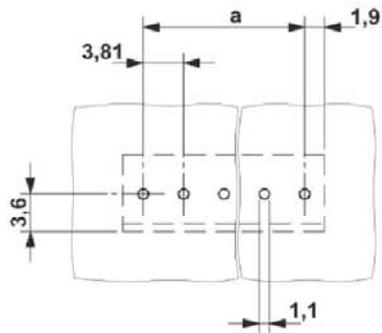
#### Technical data

##### Dimensions / positions

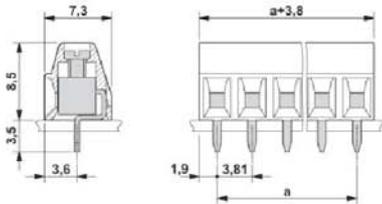
Height	8.5 mm
Pitch	3.81 mm
Dimension a	3.81 mm

### Drawings

#### Drilling diagram



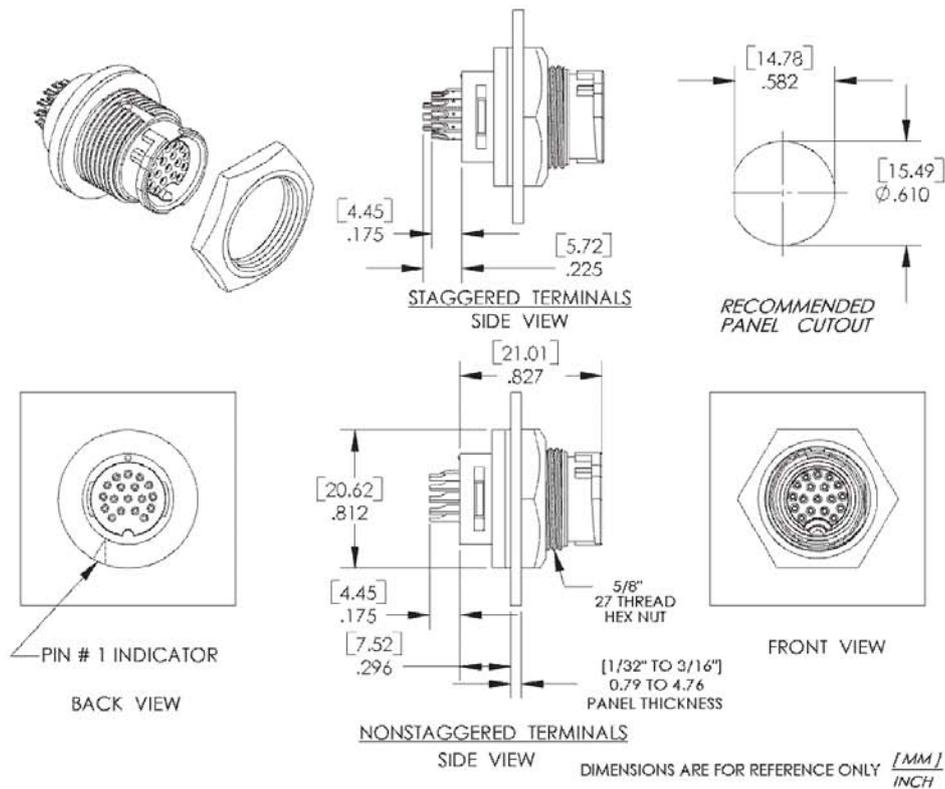
#### Dimensioned drawing



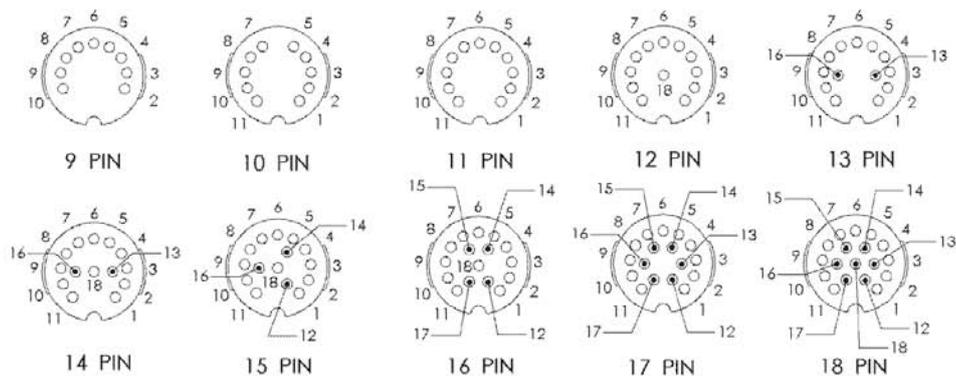


### 10.2.3 Prise mâle et fiche femelle pour appareils

## 4 WEATHERTIGHT CONNECTORS PRODUCT BULLETIN 541



### PANEL CONNECTOR CONTACT ARRANGEMENTS (FRONT VIEW)





## 10.3 Alimentation

### 10.3.1 12 V

**TRACO  
POWER**

## Enclosed Power Supplies

TXL Series, 15–1000 Watt



#### Features

- ◆ Compact metal case with screw terminal block
- ◆ Dual and triple output models with isolated outputs
- ◆ Universal input 85–264 VAC
- ◆ EMI/EMC compliance with EN 61000-6-3 and EN 61000-6-1
- ◆ Compliance to EN 61000-3-2 (PFC)
- ◆ Short circuit and overvoltage protection
- ◆ International safety approvals
- ◆ 3-year product warranty



The TRACOPOWER TXL series is a family of enclosed power supplies designed for a wide range of cost critical applications. With a low profile metal case and screw terminal block connection, they are easy to install in any equipment.

There are 69 models in this range with single, dual, and triple output voltages from 3.3 VDC to 48 VDC in 12 power ranges from 15 W to 1000 W. These power supplies have universal input and comply with European EMC standards and the Low Voltage Directive (LVD).

Models with Single Output				
Order Code	Case Type	Output Power max.	Output Voltage nom.	Output Current max.
TXL 015-3.3S	B	15 Watt	3.3 VDC	3.0 A
TXL 015-05S			5 VDC	3.0 A
TXL 015-12S			12 VDC	1.3 A
TXL 015-15S			15 VDC	1.0 A
TXL 015-24S			24 VDC	0.63 A
TXL 015-48S			48 VDC	0.32 A
TXL 025-3.3S	C	25 Watt	3.3 VDC	6.0 A
TXL 025-05S			5 VDC	5.0 A
TXL 025-12S			12 VDC	2.1 A
TXL 025-15S			15 VDC	1.7 A
TXL 025-24S			24 VDC	1.1 A
TXL 025-48S			48 VDC	0.57 A
TXL 035-3.3S	D	35 Watt	3.3 VDC	9.0 A
TXL 035-05S			5 VDC	7.0 A
TXL 035-12S			12 VDC	3.0 A
TXL 035-15S			15 VDC	2.4 A
TXL 035-24S			24 VDC	1.5 A
TXL 035-48S			48 VDC	0.75 A
TXL 050-05S		50 / 60 Watt	5 VDC	10.0 A
TXL 060-12S			12 VDC	5.0 A
TXL 060-15S			15 VDC	4.0 A
TXL 060-24S			24 VDC	2.5 A

<http://www.tracopower.com>

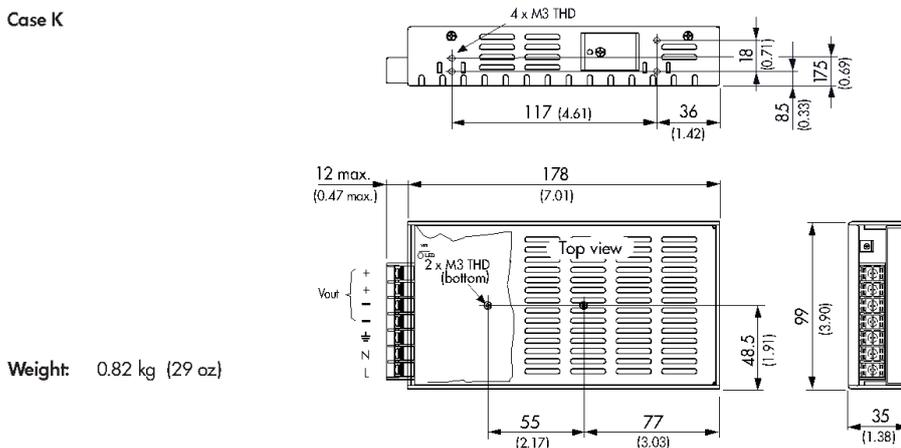
Page 1 of 10

Models with Single Output					
Order Code	Case Type	Output Power max.	Output Voltage nom.	Output Current max.	
TXL 060-3.3S TXL 060-05S TXL 070-12S TXL 070-15S TXL 070-24S TXL 070-48S	E	60 / 70 Watt	3.3 VDC 5 VDC 12 VDC 15 VDC 24 VDC 48 VDC	15.0 A 12.0 A 6.0 A 4.8 A 3.0 A 1.5 A	
TXL 100-3.3S TXL 100-05S TXL 100-12S TXL 100-15S TXL 100-24S TXL 100-48S	J	100 Watt	3.3 VDC 5 VDC 12 VDC 15 VDC 24 VDC 48 VDC	25.0 A 20.0 A 8.5 A 6.8 A 4.5 A 2.1 A	
TXL 120-12S TXL 120-15S TXL 120-24S TXL 120-48S	K	120 Watt	12 VDC 15 VDC 24 VDC 48 VDC	10.0 A 8.0 A 5.0 A 2.5 A	
TXL 150-05S TXL 150-12S TXL 150-24S TXL 150-48S	L	150 Watt	5 VDC 12 VDC 24 VDC 48 VDC	30.0 A 12.5 A 6.3 A 3.2 A	
TXL 220-12S TXL 220-24S TXL 220-48S	N	220 Watt	12 VDC 24 VDC 48 VDC	18.4 A 9.2 A 4.6 A	
TXL 300-24S TXL 300-48S	O	300 Watt	24 VDC 48 VDC	12.5 A 6.5 A	
TXL 600-24S TXL 600-48S	P	600 Watt	24 VDC 48 VDC	25.0 A 12.5 A	
TXL 1000-24S TXL 1000-48S	Q	1000 Watt	24 VDC 48 VDC	40.0 A 21.0 A	
Models with Multiple Output					
Order Code	Case Type	Output Power max.	* Output 1 (Main Output)	* Output 2	* Output 3
TXL 035-0512D TXL 035-0524D TXL 035-1212D TXL 035-1515D	D	35 Watt	+5 VDC/ 4.0 A +5 VDC/ 4.0 A +12 VDC/ 1.5 A +15 VDC/ 1.3 A	+12 VDC/ 1.5 A +24 VDC/ 1.3 A -12 VDC/ 1.5 A -15 VDC/ 1.3 A	
TXL 060-0512DI TXL 060-0524DI TXL 060-0521TI TXL 060-0522TI TXL 060-0533TI TXL 060-0534TI	E	60 Watt	5 VDC/ 8.0 A 5 VDC/ 6.0 A 5 VDC/ 8.0 A 5 VDC/ 7.0 A 5 VDC/ 7.0 A 5 VDC/ 6.0 A	12 VDC/ 4.0 A 24 VDC/ 2.2 A 12 VDC/ 3.5 A 12 VDC/ 3.5 A 15 VDC/ 3.0 A 12 VDC/ 1.5 A	5 VDC/ 1.0 A 12 VDC/ 1.0 A 15 VDC/ 1.0 A 24 VDC/ 1.2 A
TXL 100-0512DI TXL 100-0524DI TXL 100-0521TI TXL 100-0522TI TXL 100-0533TI TXL 100-0534TI	J	100 Watt	5 VDC/ 12.0 A 5 VDC/ 10.0 A 5 VDC/ 12.0 A 5 VDC/ 12.0 A 5 VDC/ 12.0 A 5 VDC/ 12.0 A	12 VDC/ 6.0 A 24 VDC/ 4.0 A 12 VDC/ 5.0 A 12 VDC/ 5.0 A 15 VDC/ 3.0 A 12 VDC/ 3.0 A	5 VDC/ 1.5 A 12 VDC/ 1.5 A 15 VDC/ 1.5 A 24 VDC/ 2.0 A

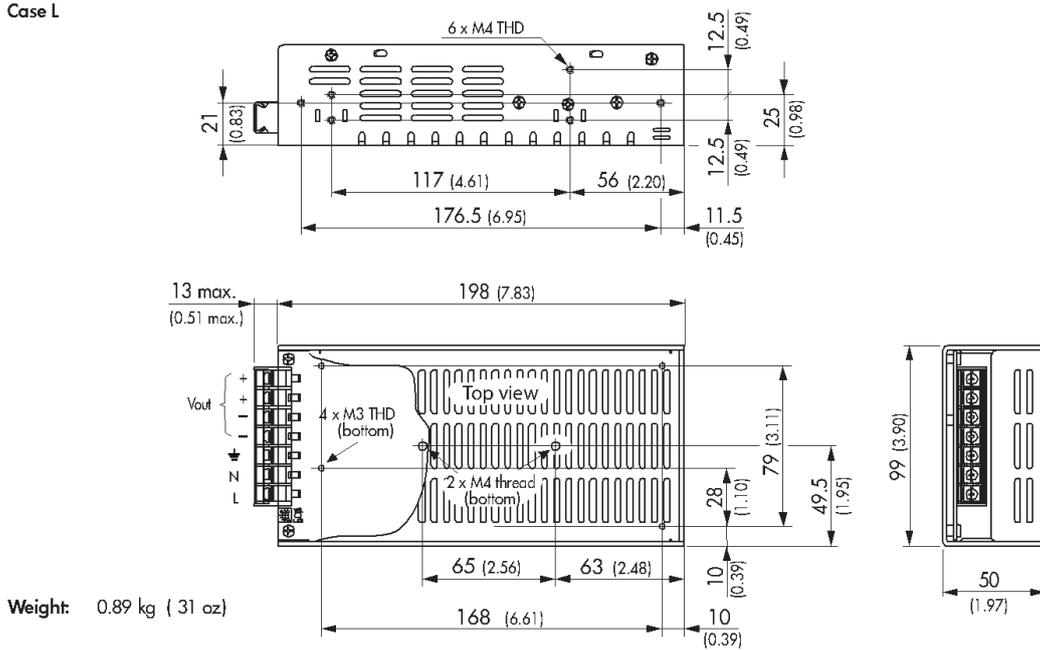
\* Total power must not exceed specified max. output power

**Case Dimensions**

Case K



Case L



Max mounting screw penetration: 3.0 mm (0.12)

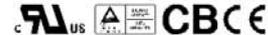


25W Single Output Switching Power Supply

RS-25 series



- Features :
- Universal AC input / Full range
  - Protections: Short circuit/Over load/Over voltage
  - Cooling by free air convection
  - LED indicator for power on
  - 100% full load burn-in test
  - All using 105 °C long life electrolytic capacitors
  - Withstand 300VAC surge input for 5 second
  - High operating temperature up to 70 °C
  - Withstand 5G vibration test
  - High efficiency, long life and high reliability
  - 3 years warranty



SPECIFICATION

MODEL	RS-25-3.3	RS-25-5	RS-25-12	RS-25-15	RS-25-24	RS-25-48	
OUTPUT	DC VOLTAGE	3.3V	5V	12V	15V	24V	48V
	RATED CURRENT	6A	5A	2.1A	1.7A	1.1A	0.57A
	CURRENT RANGE	0 – 6A	0 – 5A	0 – 2.1A	0 – 1.7A	0 – 1.1A	0 – 0.57A
	RATED POWER	19.8W	25W	25.2W	25.5W	26.4W	27.36W
	RIPPLE & NOISE (max.) Note.2	80mVp-p	80mVp-p	120mVp-p	120mVp-p	120mVp-p	200mVp-p
	VOLTAGE ADJ. RANGE	2.85 – 3.6V	4.75 – 5.5V	10.8 – 13.2V	13.5 – 16.5V	22 – 27.6V	42 – 54V
	VOLTAGE TOLERANCE Note.3	±3.0%	±2.0%	±1.0%	±1.0%	±1.0%	±1.0%
	LINE REGULATION Note.4	±0.5%	±0.5%	±0.5%	±0.5%	±0.5%	±0.5%
	LOAD REGULATION Note.5	±2.0%	±1.0%	±0.5%	±0.5%	±0.5%	±0.5%
	SETUP, RISE TIME	1200ms, 23ms/230VAC 2200ms, 30ms/115VAC at full load					
HOLD TIME (Typ.)	80ms/230VAC 14ms/115VAC at full load						
INPUT	VOLTAGE RANGE	88 – 264VAC 125 – 373VDC (Withstand 300VAC surge for 5sec. Without damage)					
	FREQUENCY RANGE	47 – 63Hz					
	EFFICIENCY(Typ.)	72%	77%	79%	82%	84%	85%
	AC CURRENT (Typ.)	0.7A/115VAC 0.4A/230VAC					
	INRUSH CURRENT (Typ.)	COLD START 30A/230VAC					
	LEAKAGE CURRENT	<2mA/ 240VAC					
PROTECTION	OVER LOAD	110 – 180% rated output power Protection type : Hiccup mode, recovers automatically after fault condition is removed					
	OVER VOLTAGE	3.8 – 4.45V	5.75 – 6.75V	13.8 – 16.2V	17.25 – 20.25V	27.6 – 32.4V	55.2 – 64.8V
ENVIRONMENT	WORKING TEMP.	-20 ~ +70 °C (Refer to output load derating curve)					
	WORKING HUMIDITY	20 ~ 90% RH non-condensing					
	STORAGE TEMP., HUMIDITY	-40 ~ +85 °C, 10 ~ 95% RH					
	TEMP. COEFFICIENT	±0.03%/°C (0 – 50 °C)					
	VIBRATION	10 – 500Hz, 5G 10min./1cycle, period for 60min. each along X, Y, Z axes					
SAFETY & EMC (Note 6)	SAFETY STANDARDS	UL60950-1, TUV EN60950-1 Approved					
	WITHSTAND VOLTAGE	I/P-O/P:3KVAC	I/P-FG:1.5KVAC	O/P-FG:0.5KVAC			
	ISOLATION RESISTANCE	I/P-O/P, I/P-FG, O/P-FG:100M Ohms/500VDC					
	EMI CONDUCTION & RADIATION	Compliance to EN55022 (CISPR22) Class B					
	HARMONIC CURRENT	Compliance to EN61000-3-2, -3					
OTHERS	EMS IMMUNITY	Compliance to EN61000-4-2, 3, 4, 5, 6, 8, 11; ENV50204 light industry level, criteria A					
	MTBF	309.7Khrs min. MIL-HDBK-217F (25 °C)					
	DIMENSION	79*51*28mm (L*W*H)					
	PACKING	0.2Kg; 80pcs/13Kg/0.57CUFT					
NOTE	1. All parameters NOT specially mentioned are measured at 230VAC input, rated load and 25 °C of ambient temperature. 2. Ripple & noise are measured at 20MHz of bandwidth by using a 12" twisted pair-wire terminated with a 0.1µf & 47µf parallel capacitor. 3. Tolerance : includes set up tolerance, line regulation and load regulation. 4. Line regulation is measured from low line to high line at rated load. 5. Load regulation is measured from 0% to 100% rated load. 6. The power supply is considered a component which will be installed into a final equipment. The final equipment must be re-confirmed that it still meets EMC directives.						

File Name:RS-25-SPEC 2006-04-12

**Mechanical Specification** Case No.931A Unit:mm

Pin No.	Assignment	Pin No.	Assignment
1	AC/L	4	DC OUTPUT -V
2	AC/N	5	DC OUTPUT +V
3	FG		

**Block Diagram** fosc: 60KHz

**Derating Curve** **Static Characteristics (24V)**

File Name:RS-25-SPEC 2006-04-12

## 10.4 Station météo

### 10.4.1 Oregon

#### Kit Station Météo USB Modèle: WMRS200 MANUEL DE L'UTILISATEUR

##### TABLE DES MATIÈRES

<b>INTRODUCTION</b> .....	1
<b>CONTENU DE L'EMBALLAGE</b> .....	1
Hub de Communication USB .....	1
Anémomètre-Girouette / Thermo Hygromètre .....	2
Pluviomètre .....	2
Pièces d'assemblage .....	2
<b>ACCESSOIRES - CAPTEURS</b> .....	2
<b>VUE D'ENSEMBLE</b> .....	2
Face Avant .....	2
Vue Arrière .....	2
Anémomètre-Girouette .....	3
Pluviomètre .....	3
Thermo Hygromètre .....	3
<b>DEMARRAGE</b> .....	3
Installation de l'anémomètre .....	3
Installation du thermo hygromètre .....	4
<b>MONTAGE D'UN CAPTEUR</b> .....	4
Anémomètre-Girouette .....	4
Thermo hygromètre Montage séparé .....	4
Réglage du Pluviomètre .....	4
<b>DEMARRAGE</b> .....	5
Réglage du Hub de Communication USB .....	5
Transmission de Données du Capteur .....	5
<b>VISUALISATION DES RELEVÉS SUR LE PC</b> .....	5
Désactiver le Mode Veille du PC .....	6
<b>REINITIALISATION</b> .....	6
<b>DEPANNAGE</b> .....	6
<b>SPECIFICATIONS</b> .....	6
<b>PRECAUTIONS</b> .....	7
<b>A PROPOS D'OREGON SCIENTIFIC</b> .....	7
<b>EUROPE - DÉCLARATION DE CONFORMITÉ</b> .....	7

##### INTRODUCTION

Nous vous remercions d'avoir choisi ce Kit station Météo USB (WMRS200) de Oregon Scientific™.

Grâce à sa capacité simplifiée de téléchargement sur votre PC par câble USB, le Kit Station Météo (modèle WMRS200) affiche sur votre écran d'ordinateur les relevés météorologiques de manière pratique et intuitive.

La station météorologique peut être connectée à un ordinateur à l'aide d'une connexion USB. Le logiciel lit les dernières données collectées depuis la station de base. Veuillez télécharger le logiciel à l'adresse suivante:

<http://10.1.6.110/wmrs200.exe>

Pour plus de détails, reportez-vous au manuel d'instruction du logiciel.

##### Spécifications requises

La spécification minimum requise pour l'utilisation du logiciel est:

- Système d'exploitation : Microsoft Windows 98 ou version supérieure
- Processeur: 300Mhz ou version supérieure
- RAM: 128Mb au minimum
- Espace libre sur le disque dur : 50 Mb au minimum
- CD-ROM

Le Hub de communication USB est compatible avec d'autres capteurs. Si vous désirez acheter des capteurs supplémentaires, veuillez contacter votre revendeur local.

Les capteurs avec ce logo  sont compatibles avec cet appareil.

**REMARQUE** Garder ce mode d'emploi à proximité lors de l'utilisation de ce nouvel appareil. Il contient des instructions pratiques complètes ainsi que des détails techniques et des avertissement à connaître.

##### CONTENU DE L'EMBALLAGE

###### HUB DE COMMUNICATION USB



1 x Hub de communication USB



1 x câble USB

## ANEMOMETRE-GIROUETTE / THERMO HYGROMETRE

		 2 piles AA UM-3 1.5V
1 x Anémomètre/ Girouette (1 x girouette au dessus et 1 x anémomètre en dessous)	1 x Mât en aluminium	 2 piles AAA UM-4 1.5V
		 4 x vis (Type C)
1 x Boîtier de capteur de température / humidité	1 x Capteur de température / humidité	 1 x connecteur de capteur

## PLUVIOMETRE

		 4 x vis (Type C)
1 x Collecteur de pluie	1 x Filtre	 2 piles AA UM-3 1.5V
		 6 x Rondelles

## PIECES D'ASSEMBLAGE

		 2 x Ferrures
1 x Collier d'attache horizontale	1 x Base versatile (Pour fixer au mur ou au sol)	

## ACCESSOIRES - CAPTEURS

Cet appareil peut fonctionner avec jusqu'à 10 capteurs à tout moment pour détecter la température extérieure, l'humidité relative ou les rayons UV en divers lieux.

Des capteurs à distance sans fil comme ceux-ci-dessous peuvent être achetés séparément. Pour plus d'information, contacter le détaillant le plus proche.\*

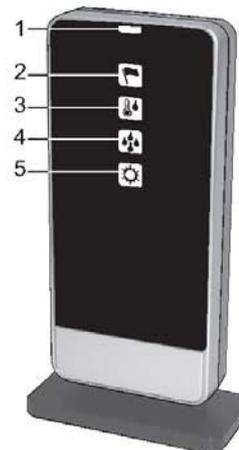
- Panneau solaire STC800 connectable à l'anémomètre et au thermo hygromètre

- Thermo-hygro THGR800 (3-Canaux)
- Thermo-hygro THGR810 (10-Canaux)
- UV UVN800

\* Caractéristiques et accessoires ne seront pas valables pour tous les pays.

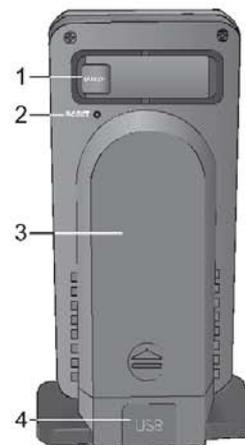
## VUE D'ENSEMBLE

### FACE AVANT



1. Indique que la connexion USB est activée / que l'appareil est mis en marche (ON)
2. Indique le statut de réception de l'anémomètre
3. Indique le statut de réception du capteur thermo-hygromètre
4. Indique le statut de réception du pluviomètre
5. Indique le statut de réception du capteur UV

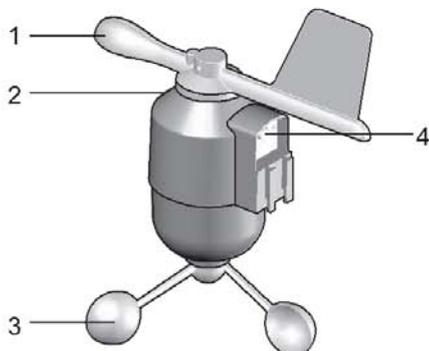
### VUE ARRIERE



1. **SEARCH:** Permet d'initier une recherche de capteurs à distance
2. **RESET (REINITIALISER):** Réinitialise l'appareil aux réglages par défaut
3. Compartiment des piles

4. Prise USB : Permet de télécharger les relevés sur votre PC / de recharger la batterie rechargeable

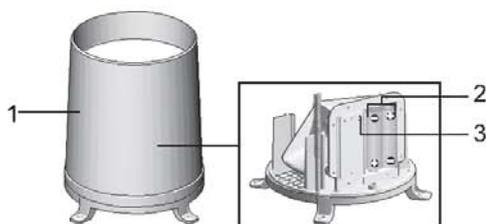
### ANEMOMETRE - GIROQUETTE



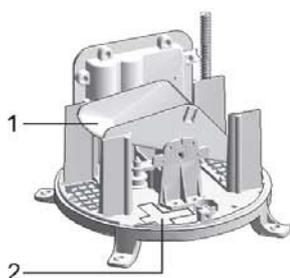
1. Direction du vent
2. Boîtier de la girouette
3. Anémomètre
4. Prise de connexion au panneau solaire

### PLUVIOMETRE

#### Base et entonnoir:

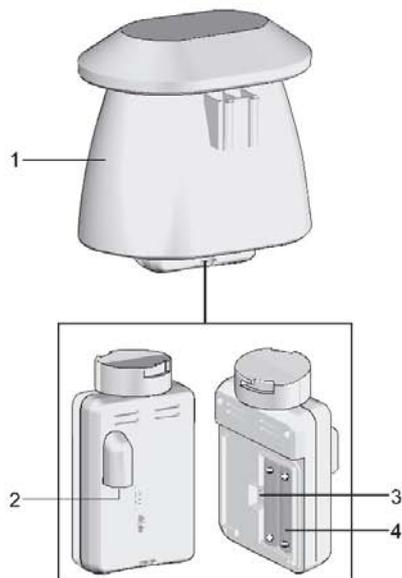


1. Pluviomètre
2. Compartiment à piles
3. Bouton **RESET**



1. Entonnoir
2. Indicateur

### THERMO HYGROMETRE



1. Boîtier du capteur de température / humidité
2. Prise de connexion au panneau solaire
3. Bouton **RESET**
4. Compartiment à piles

### DEMARRAGE

#### INSTALLATION DE L'ANEMOMETRE

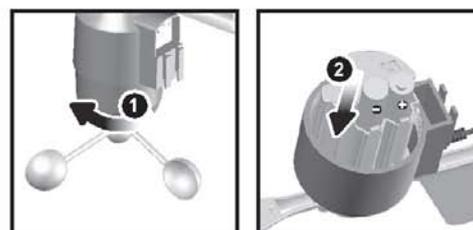
Le capteur de vent fait des lectures de la vitesse et la direction du vent.

Le capteur est alimenté par des piles. Il est à même de transmettre des données à distance au Hub de communication USB à une portée de fonctionnement de 100 mètres (328 pieds).

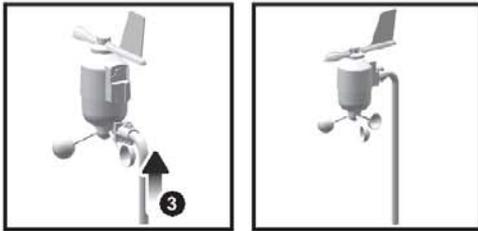
**IMPORTANT** S'assurer que le capteur pointe vers le nord pour lui permettre d'enregistrer des données précises.

**REMARQUE** Le capteur doit être placé dans une zone ouverte loin des arbres ou autre obstacle.

#### Installation des piles :



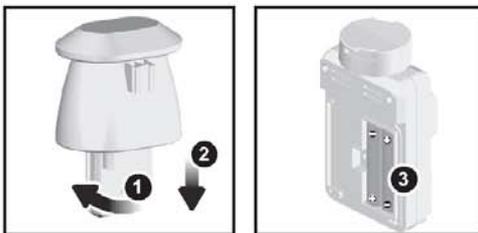
1. Dévisser l'anémomètre du capteur de vent soigneusement.
2. Installer les piles en veillant à la polarité correcte (+ / -) et replacer l'anémomètre. Appuyer sur **RESET** après chaque changement de piles.



3. Faire glisser la girouette sur le bout de l'attache en plastique située sur le mât en aluminium.

**REMARQUE** Utiliser des piles alcalines pour une plus grande longévité et des piles au lithium en vente aux particuliers pour des températures en dessous de 0°C.

### INSTALLATION DU THERMO HYGROMETRE



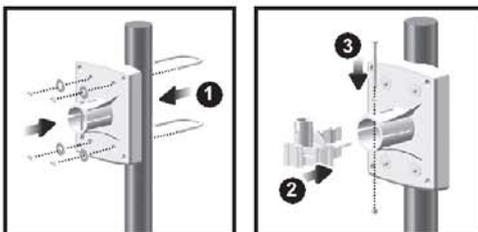
1. Tenir le capteur, tourner et cliquer vers la gauche.
2. Retirer le capteur du boîtier.
3. Installer les piles en veillant à la polarité correcte (+ / -) et replacer le capteur. Appuyer sur **RESET** après chaque changement de piles.



4. Insérer le capteur dans le boîtier, tourner et cliquer vers la droite pour bien fermer.
5. Faire glisser le capteur de température et d'humidité sur la petite extrémité du connecteur de capteur.

### MONTAGE D'UN CAPTEUR

#### ANEMOMETRE - GIROUETTE



1. Fixer la base en plastique sur le poteau existant avec la ferrure en U, les rondelles et les écrous.

2. Insérer le collier d'attache horizontale dans la base.
3. Fixer fermement en place par une vis.



4. Insérer le capteur de vent dans le haut du collier.
5. Fixer le mât en aluminium fermement en place par une vis.
6. Faire glisser le capteur extérieur sur le collier.

**IMPORTANT** Pour de meilleurs résultats, orienter la girouette au nord.



### THERMO HYGROMETRE MONTAGE SEPRE

1. Insérer 4 vis de type A dans les trous du connecteur de capteur. Visser fermement en place, par exemple sur une palissade.



### REGLAGE DU PLUVIOMETRE

Le pluviomètre collecte les précipitations ; relève le total des précipitations et l'intensité pluviale sur une période donnée. Le capteur transmet les données au Hub de communication USB.

Le Hub de communication USB et le pluviomètre doivent se situer à une distance de : environ 100 mètres (328 pieds) en plein air.

Le pluviomètre doit être monté horizontalement à environ 1 mètre (3 pieds) du sol dans une zone découverte loin d'arbres ou autres obstacles pour permettre à la pluie de tomber naturellement pour obtenir des données précises.

### Installation du pluviomètre :



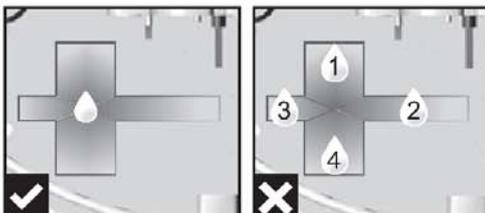
1. Enlever les vis et faire glisser le couvercle vers le haut.
2. Installer les piles (2 x UM-3 / AA) en faisant correspondre les polarités (+ / -). Appuyer sur **RESET** après chaque changement de piles.



3. Enlever le ruban en fibre.

#### Pour s'assurer d'un niveau horizontal :

Mettre quelques gouttes d'eau sur la croix à la base de l'entonnoir pour vérifier le niveau horizontal.



L'eau va se concentrer au centre de la croix quand le pluviomètre est à niveau.

Si de l'eau reste sur 1-4, le pluviomètre n'est pas horizontal.

Si nécessaire, ajuster le niveau avec la vis.



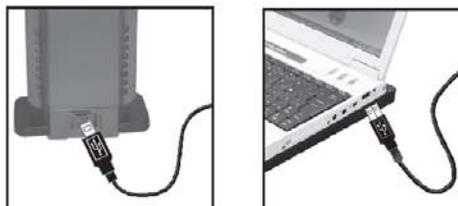
**REMARQUE** Pour de meilleurs résultats, s'assurer que la base est horizontale pour permettre l'écoulement maximum de toute pluie reçue.

### DEMARRAGE

#### REGLAGE DU HUB DE COMMUNICATION USB

**REMARQUE** Insérez les piles des capteurs en respectant les polarités (+/-) avant d'installer le Hub de communication USB.

Pour une utilisation continue, connectez le Hub de communication USB à l'ordinateur via le câble USB fourni. Une batterie rechargeable est incluse en secours uniquement.



**REMARQUE** N'exposez pas les piles à une chaleur excessive comme les rayons du soleil et le feu.

#### TRANSMISSION DE DONNEES DU CAPTEUR

##### Recherche d'un capteur :

Appuyez et maintenez **SEARCH** situé à l'arrière du Hub de communication USB.



Les icônes clignotent en mode recherche.

Un affichage continu des icônes indique que le capteur respectif a été enregistré avec succès.

**REMARQUE** L'appareil recherchera uniquement le capteur enregistré ou le nouveau capteur réinitialisé dans les 30 dernières minutes. Pour enregistrer un nouveau capteur, réinitialisez le capteur avant d'effectuer la recherche.

**ASTUCE** La portée de transmission peut varier en fonction de nombreux facteurs. Il peut être nécessaire d'essayer plusieurs emplacements pour obtenir les meilleurs résultats.

#### VISUALISATION DES RELEVÉS SUR LE PC

##### Télécharger les relevés sur votre PC :

Branchez le cordon USB et téléchargez les données sur votre PC.

Pour plus de commodité, la batterie sera automatiquement rechargée.

**REMARQUE** Le logiciel doit être installé sur le PC avant de télécharger les relevés à partir du Hub de communications USB.

**IMPORTANT** Assurez-vous que le mode Veille de l'ordinateur soit désactivé, cela pourrait affecter le fonctionnement de l'appareil.

**DESACTIVER LE MODE VEILLE DU PC**

1. Cliquez droit sur le Bureau.
2. Sélectionnez Propriétés.
3. Cliquez sur l'onglet "Ecran de veille" dans la fenêtre Propriétés.
4. Cliquez sur "Gestion de l'alimentation" en bas de la fenêtre.
5. Une nouvelle fenêtre s'affiche : "Propriétés des options d'alimentation".
6. Sous l'option "Mise en veille", sélectionnez "Jamais" dans le menu déroulant.
7. Cliquez sur "Appliquer" et sur "OK".
8. Vous reviendrez à la fenêtre précédente. Appuyez sur « OK » pour confirmer et sortir.

**REINITIALISATION**

Appuyer sur **RESET** pour revenir aux réglages par défaut.

**DEPANNAGE**

PROBLEME	SYMPTOME	REMEDE
Capteur	 Les icônes ne s'affichent pas	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Vérifiez les piles du capteur</li> <li>2. Vérifiez si les capteurs ne sont pas hors de portée</li> <li>3. Vérifiez que le Hub de communication USB est connecté à l'aide du câble USB</li> </ol>
PC	Téléchargement impossible	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Vérifiez que le logiciel est installé et qu'il fonctionne</li> <li>2. Vérifiez que le PC est connecté au Hub de communication par le câble USB</li> </ol>

**SPECIFICATIONS****UNITE PRINCIPALE**

Dimensions (L x l x H)	68 x 46 x 136 mm (2.7 x 1.8 x 5.4 pouces)
Poids	92 g (0.2 lbs) sans piles

**BAROMETRE**

Baromètre	mb/hPa, inHg and mmHg
Plage de mesure	700 – 1050mb/hPa
Précision	+/- 10 mb/hPa
Résolution	1mb (0.0 inHg)
Réglage d'altitude	Niveau de la mer L'utilisateur règle la compensation

Affichage météo	Ensoleillé, Nuit claire, Couvert, Nuageux, Nuit nuageuse, Pluvieux et Neigeux
Mémoire	Données historiques et graphique bâtonnets pour les dernières 24hrs

**TEMPERATURE INTERIEURE**

Unité Temp.	°C / °F
Plage affichée	0°C à 50°C (32°F à 122°F)
Plage opérationnelle	-30°C à 60°C (-4°F à 140°F)
Précision	0°C - 40°C: +/- 1°C (+/- 2.0°F) 40°C - 50°C: +/- 2°C (+/- 4.0°F)
Confort	20°C à 25°C (68°F à 77°F)
Mémoire	Temp. Actuelle, Min et Max Point de Rosée avec Min et Max
Alarme	Hi / Lo

**HUMIDITE RELATIVE INTERIEURE**

Plage affichée	2% à 98%
Plage opérationnelle	25% à 90%
Résolution	1%
Précision	25% - 40%: +/- 7% 40% - 80%: +/- 5% 80% - 90%: +/- 7%
Confort	40% à 70%
Mémoire	Actuelle, Min et Max
Alarme	Hi / Lo

**HORLOGE ATOMIQUE / RADIO-PILOTAGE**

Synchronisation	Auto ou désactivée
Affichage horaire	HH:MM:SS
Format horaire	12hr AM/PM ou 24hr
Calendrier	JJ/MM or MM/JJ
Jours de la semaine	(E, G, F, I, S)
Piles	4 x UM-3 (AA) 1.5V Adaptateur secteur 6V

**UNITE DE CAPTEUR DE VENT**

Dimensions (L x l x H)	178 x 76 x 214 mm (7 x 3 x 8.4 pouces)
Poids	100 g (0.22 lbs) sans piles
Unités vitesse du vent	m/s, kph, mph, noeuds
Précision de vitesse	2 m/s ~ 10 m/s (+/- 3 m/s) 10 m/s ~ 56 m/s (+/- 10%)
Précision de direction	16 positions
Transmission du signal vitesse du vent	Environ toutes les 14 secondes
Mémoire	Rafales max.
Piles	2 x UM-3 (AA) 1.5V

**UNITE DE TEMPERATURE / HUMIDITE EXTERIEURES TEMPERATURE RELATIVE**

Dimensions (L x l x H)	115 x 87 x 118 mm (4.5 x 3.4 x 4.6 pouces)
Poids	130 g (0.286 lbs) sans piles
Unité temp.	°C / °F
Plage affichée	-50°C à 70°C (-58°F à 158°F)
Plage opérationnelle	-30°C à 60°C (-4°F à 140°F)
Précision	-20°C - 0°C: +/- 2°C (+/- 4.0°F) 0°C - 40°C: +/- 1°C (+/- 2.0°F) 40°C - 50°C: +/- 2°C (+/- 4.0°F) 50°C - 60°C: +/- 3°C (+/- 6.0°F)
Confort	20°C à 25°C (68°F à 77°F)

## 10.4.2 Capteur de pluie

### Détecteur de Pluie (Modèle 24 V AC/DC)



4 016138 1183986  
numéro de commander. 18 76 08  
CON-REGME-24V

#### Traits caractéristiques

- ▶ Opération sûre, principe de mesure électrolytique
- ▶ La déposition peut être détectée comme la pluie ou la neige
- ▶ Tension d'exploitation 24 V DC/AC
- ▶ Grand secteur de détecteur chauffé pour séchage rapide et opération dans saison d'hiver
- ▶ La production de contact libère le potentiel (le Relais) 30V/4A
- ▶ Sensibilité et mode de commutation réglable
- ▶ Paller universel à montage du Mur / mât comme accessoires

#### Les secteurs typiques d'application

- ▶ Garderies, Agriculture
- ▶ Contrôle de panneaux de Ventilation
- ▶ Construction de l' instrumentation, Stations Météorologiques

#### Description fonctionnelle

Le grand secteur de détecteur réagit à la pluie ou la neige. La polarité de commutateur et la sensibilité sont réglables. L'appareil de chauffage facultativement commuté empêche la congélation ou la formation de rosée et accélère le séchage. Dans l'arrangement(mise) de sensibilité maximal, le dispositif est aussi approprié pour la reconnaissance du brouillard. Les accessoires sont disponibles pour le mât et le montage de mur qui permet l'assemblée simple. Des secteurs typiques d'application sont des garderies, l'agriculture, pour construire l'instrumentation et aussi à la maison et aux jardins.

#### Application

La garde de pluie est adaptée avec un contact de relais pour la commutation de tensions basses jusqu'à 30 V DC/AC qui peut être employé pour faire fonctionner n'importe quel dispositif de commutation par exemple un dispositif de contrôle d'inscription. La sensibilité peut être ajustée dans un grand choix. On fournit le dispositif d'un appareil de chauffage pour le séchage plus rapide et l'identification de neige.

#### Mounting

L'installation de l'unité de Détecteur de Pluie doit être effectuée par seulement le **personnel Autorisé**. Les règles de sécurité applicables doivent être suivies! Le Détecteur de Pluie peut être installé sur un mur / mât montant la parenthèse. Si tels accessoires ne sont pas employés, le soin doit être pris que l'angle montant est approximativement 30° d'horizontal. Les points de secteur de détecteur doivent être sur l'en bas le côté. Le montage du Détecteur de Pluie doit être fait à une place qui est librement accessible pour la pluie. Le dégouttement de l'eau peut défavorablement retarder la commutation en arrière ou peut mener à un permanent "MARCHE/ARRÊT" des contacts.



#### Connexion

Après l'enlèvement de la couverture de détecteur, le câble de contrôle doit être inséré dans le presse-câble M16.

La tension de provision doit être connectée aux terminaux VCC et GND. Les terminaux NC, COM, et NO sont les contacts de changement privés au potentiel pour la commutation.

#### Maintien

L'unité de Détecteur de Pluie est presque privé du maintien. La surface de détecteur doit être de temps en temps nettoyée avec un tissu humide (par exemple une fois annuellement, selon le lieu d'installation). En cas de la condition persistante, même s'il ne fait pas de pluie, il déclenche en raison de la contamination forte.

#### Mesures de précautions

- Le dispositif est approprié seulement pour les tensions basses et ne doit pas être fait fonctionner sur la provision de conduite maitresse!!
- Le contact de relais est seulement approprié pour les signaux de valeur bas et ne doit pas entrer dans le contact avec la provision de conduite maitresse!
- The Le type de protection est valable seulement avec une enveloppe intacte, complète, des vis de couverture et le presse- câble correctement serrée et le joint de couverture doit toujours être disponible sur la couverture de détecteur!
- The La pertinence pour de certaines applications doit être vérifiée par l'utilisateur!

HYGROSENS INSTRUMENTS GmbH Postfach 1054 D-79839 Löffingen Tel: +49 7654 80963-0 Fax: +49 7654 80963-9

Les droits sont réservés à tous changements apportés dans les données techniques

Issu 04/2006



## Détecteur de Pluie (Modèle 24 V AC/DC)

### Donnée Technique

Mesure de la température	
Tension d'opération	24V DC/AC ±10%
courant d'entrée	50 mA max en général. réchauffeur 40 - 180 mA (PTC)
méthode de mesure	mesure électrolytique AC
Taux de contact	30V DC / 4 A max
Connexion serre-fil	0.5mm – 1.5mm2 serre-fil avec protection
Dimensions	80 mm x 82 mm x 58 mm
Dégagement Diamètre de montage	Horizontal: 50 mm Vertical: 70 mm Diamètre: 4.3 mm
Glande de câble	M16
Logement	ABS, Protection type IP54
EMV- Compatibilité Emission de bruit : Résistance au bruit:	89/336/EWG EN 61000-6-3 EN 61000-6-1
Possibilité de provision	Unité en logement d'alarme à la pluie, PG- connecteur/ couverture en aveugle, vis à couverture et documentation
accessoires Spéciaux	Mur combiné console de mât montage Catalogue No. REGME-WAHA
Droits réservés pour les changements de données techniques!	

### Réglage

**Rendement du générateur de signal (optionnel):** Aux terminaux de connexion (Broche BUZ et GND) un générateur de signal Piézo passif peut être connecté. La condition du signal (signal acoustique pour sec et ou humide) peut être sélectionné avec les liens d'interrupteur S1-S2 or S2-S3. Dans la position par défaut S2-S3, le générateur de signal est inactif pour la pluie.

**En mode de commutation:** le mode de commutation du relais (pick-up ou déclenchement avec la pluie) peut être sélectionné avec les liens d'interrupteur T1-T2 ou T2-T3. Dans le réglage dans l'usine, lien T1-T2 est connecté et le relais y s'éteint si la surface du détecteur se mouille.

**Chauffage:** la surface du connecteur est chauffée, si le lied de HZ1-HZ2 est connecté. Pour assurer le séchage rapide et l'opération sous la température du pont de congélation le chauffage doit être allumé, pour sentir le brouillard, le chauffage doit être éteint.

**Réglage de la sensibilité :** La sensibilité au signal d'humidité peut être ajustée par le potentiomètre. Faisant tourner le bouton de potentiomètre dans le sens inverse des aiguilles d'une montre la direction donne la sensibilité plus haute (gauche = la haute sensibilité, le droit = la sensibilité basse). Pour le signal de pluie normal, la position moyenne est la plus appropriée. Notez

bien qu'aucune fonction n'a lieu dans la fin la position!

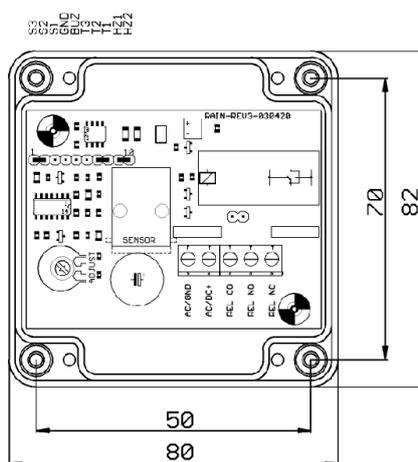
**Indicateurs:** Il y a un vert LED sur L'appareil pour indiquer le statut d'opération et un rouge LED pour indiquer la position de commutateur (le contact de relais de moyens éteint).

### Disposition de la connexion

Connecteur	
REL NC	Contact de l'interrupteur d'ouverture
REL NO	Contact de l'interrupteur de fermeture
REL CO	Contact de l'interrupteur commun
AC/DC	Tension opérationnelle AC/ +24V CC +10%
AC/GND	Tension opérationnelle AC ou 0V

### Liens de la prise

Configuration		
1	S3	Générateur de signal en mode de commutateur
2	S2	Contact Commun à S3, S1
3	S1	Générateur de signal en mode de commutateur (humide)
4	GND	Générateur de signal (terrain)
5	BUZ	Rendement de générateur de signal
6	T3	Générateur de signal (sec)
7	T2	Contact Commun à T3, T1
8	T1	En mode de commutateur Relais (humide)
9	HZ1	Chauffage
10	HZ2	Chauffage
Réglage de l'usine: S3-S2 T1-T2 HZ1-HZ2		

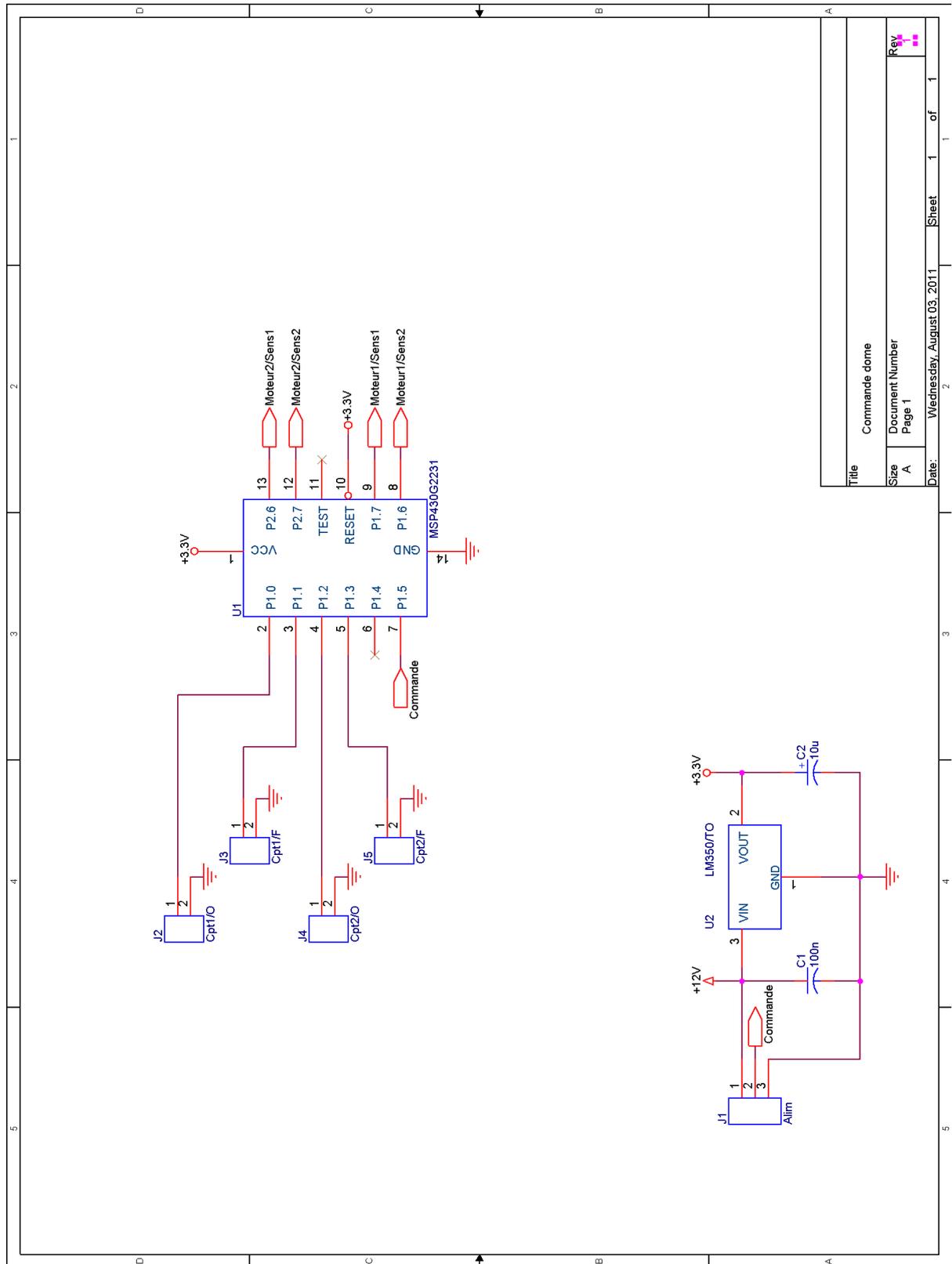


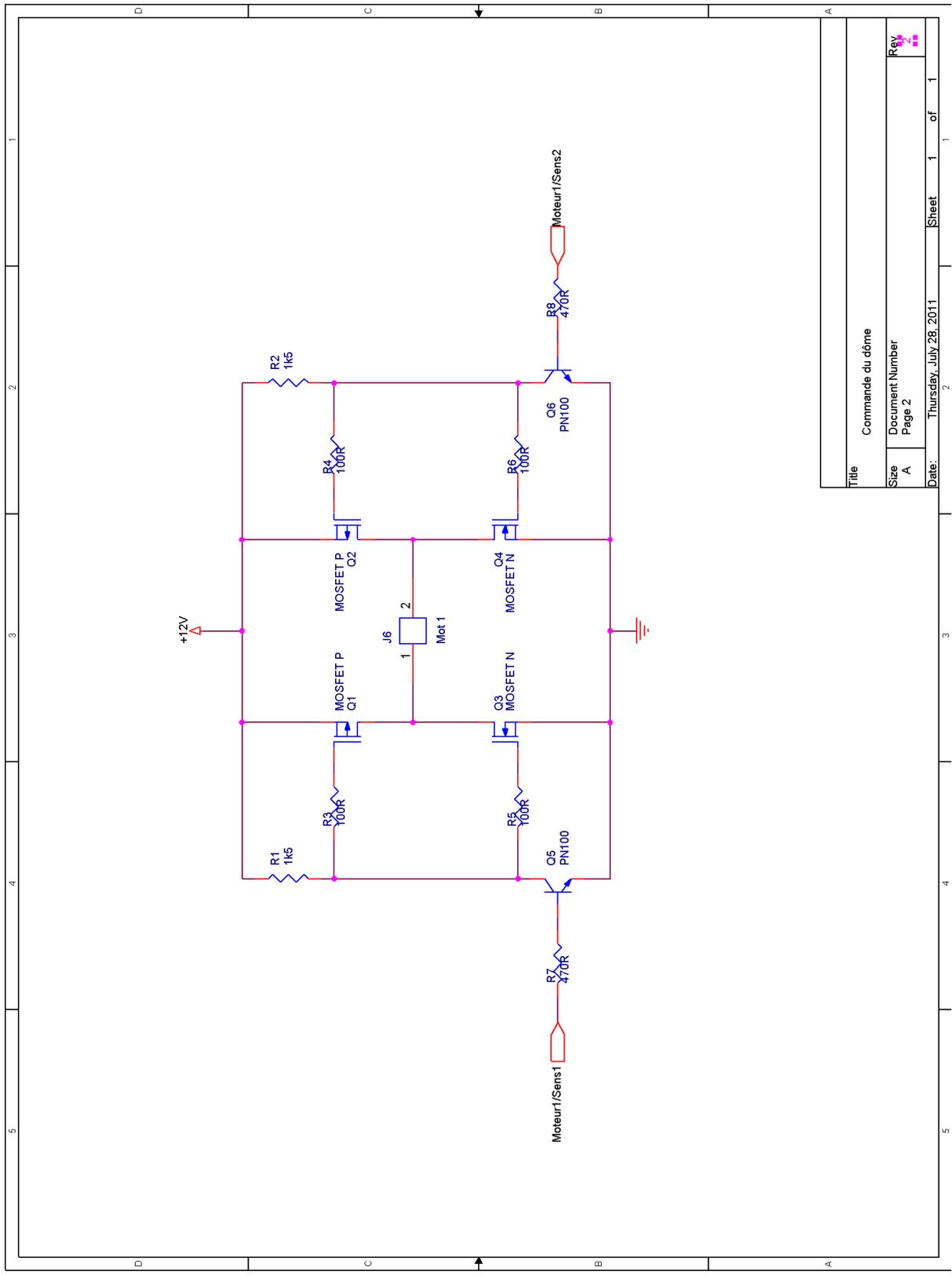
Pour plus d'informations/détails à visiter notre site:  
[www.hygroSENS.com](http://www.hygroSENS.com)

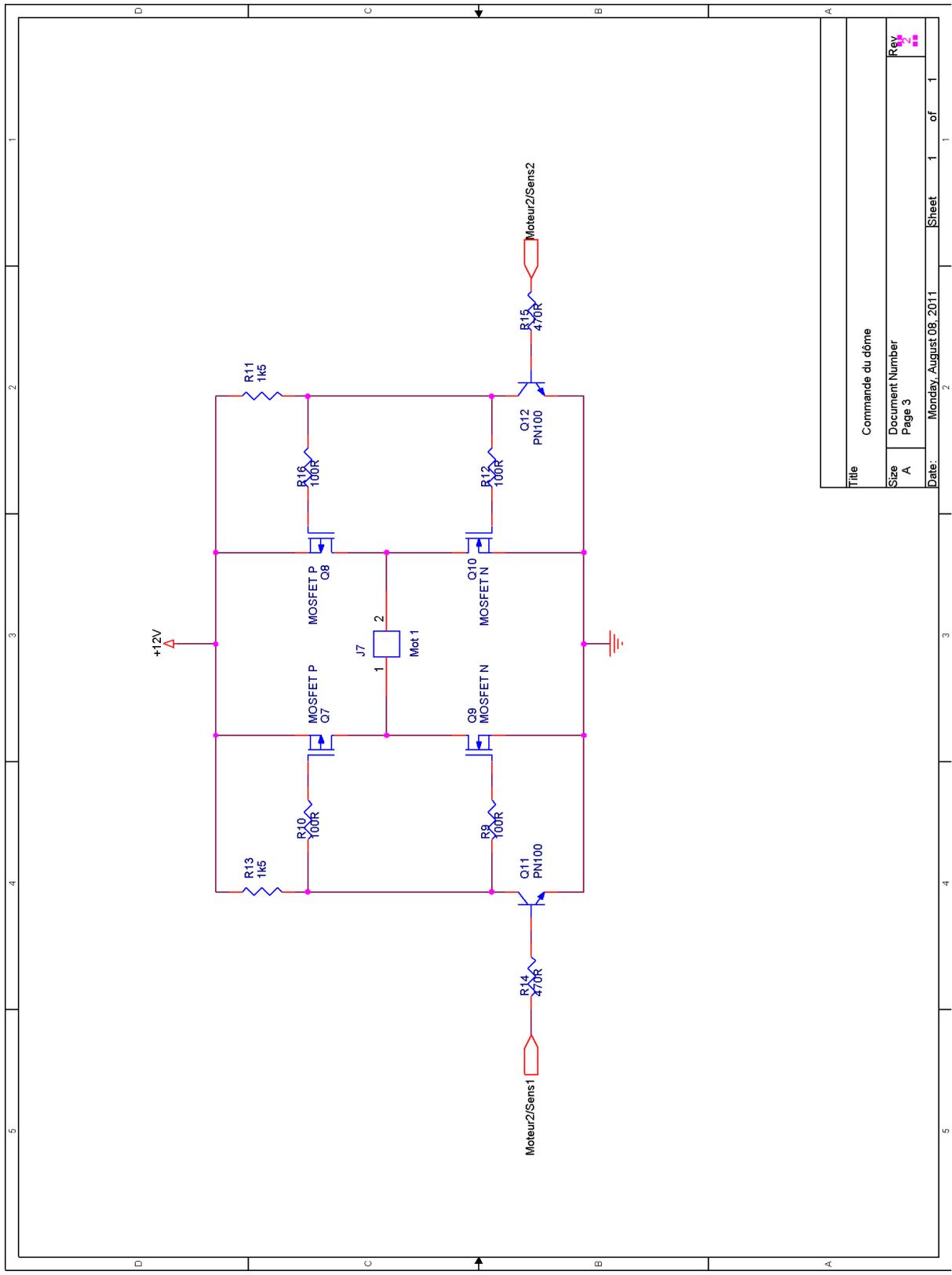


# 10.5 Schéma

## 10.5.1 Commande du dôme

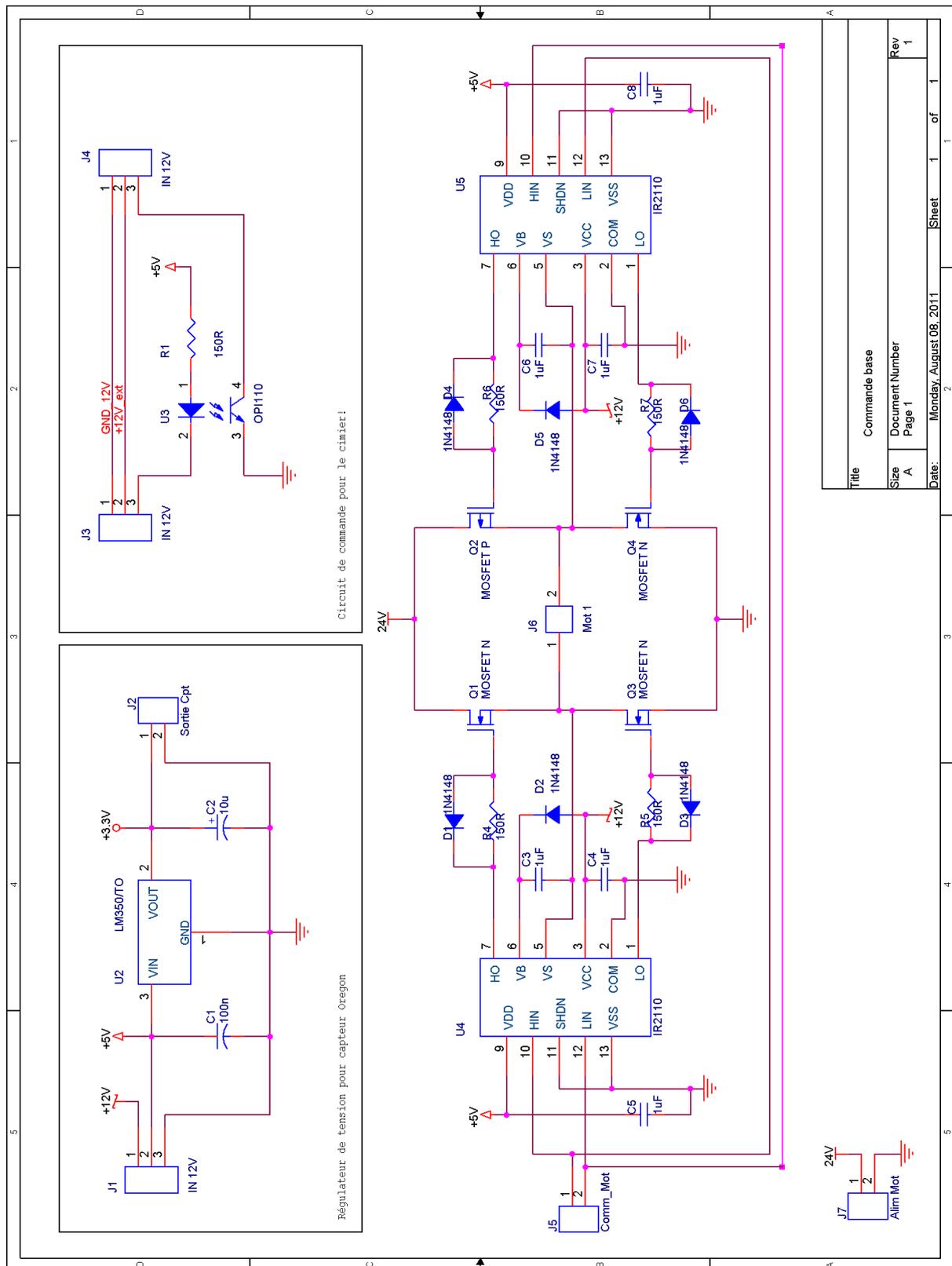






Title		Commande du dôme	
Size	Document Number		Rev
A	Page 3		1
Date:	Monday, August 08, 2011	Sheet	1 of 1

## 10.5.2 Commande de la base



Title		Commande base	
Size	A	Document Number	Page 1
Date:	Monday, August 08, 2011	Sheet	1 of 1
Rev	1		

**10.5.3 Commande alimentation**

## 10.6 Programmation MSP430

```
/**
 * MSP430G2xx1 Commande du d- Software Toggle P1.0
 */
// Description : Petit programme qui permet de commander les différents moteurs
//               du cimier.
//
// Nom : Pierre Clot
// Date : 11.08.2011
/**

#include <msp430g2231.h>

void main(void)
{
    WDTCTL = WDTPW + WDTHOLD;           // Stop watchdog timer

    P1DIR = 0xC0;                       // Sélection des I/O (1 = O, 0 = I)
    P1OUT = 0x3F;                       // Préparé les entrées pour pull-up
    P1REN |= 0x3F;                      // Mettre les 4 capteurs en pull-up

    P2SEL &= 0x3F;                      // Pour utiliser le port2 en I/O
    P2DIR = 0xC0;                       // Selection des I/O (1 = O, 0 = I)
    P2OUT &= 0x3F;
    P2REN &= 0x3F;

    while (1)
    {
        if (0x20 & P1IN)                 // Tester la commande
        // Le dôme doit être fermé
        {
            // Actionner le moteur 2 pour fermer la trappe
            while ( (0x08 & P1IN) && (0x20 & P1IN) )
            {
                P2OUT |= 0x80;          // Mettre en marche le moteur
            }
            P1OUT &= 0x3F;              // Arrêter le moteur
            P2OUT &= 0x3F;              // Arrêter le moteur

            // Actionner le moteur 1 pour fermer le cimier
            while ( (0x02 & P1IN) && (0x20 & P1IN) )
                // Les capteurs sont sur des pull-up -> 0 quand actif
            {
                P1OUT |= 0x40;          // Mettre en marche le moteur
            }
            P1OUT &= 0x3F;              // Arrêter le moteur
            P2OUT &= 0x3F;              // Arrêter le moteur
        }
        else
        // Le dôme doit être ouvert
        {
            // Actionner le moteur 1 pour ouvrir le cimier
            while ( (0x01 & P1IN) && !(0x20 & P1IN) )
            {
                P1OUT |= 0x80;          // Mettre en marche le moteur
            }
            P1OUT &= 0x3F;              // Arrêter le moteur
            P2OUT &= 0x3F;              // Arrêter le moteur

            // Actionner le moteur 2 pour ouvrir la trappe
            while ( (0x04 & P1IN) && !(0x20 & P1IN) )
            {
                P2OUT |= 0x40;          // Mettre en marche le moteur
            }
            P1OUT &= 0x3F;              // Arrêter le moteur
            P2OUT &= 0x3F;              // Arrêter le moteur
        }
    }
}
}
```

## 11. Journal de travail

### *Semaines de préparation*

- Réception et discussions des objectifs
- Lecture de l'ancien travail de Bachelor
- Compréhension et visualisation des éléments sous Solidworks
- Premier pas avec le télescope, réalisation d'un programme de commande
- Etude de système d'alimentation du dôme.

Tous ces éléments m'ont permis d'avoir une véritable vue d'ensemble sur le projet

### *Semaine du 20 au 26 juin*

- Premier passage à l'atelier avec mes plans, discussions des éléments à corriger sur ces derniers
- Modification de plans.

### *Semaine du 27 juin au 3 juillet*

- Dépôt des nouveaux plans et mis en route de la fabrication des pièces.
- Etude de système de commande de moteur.
- Etude de système d'alimentation du dôme.
- Réalisation des schémas de commande de moteur

### *Semaine du 4 au 10 juillet*

- Suite de la réalisation des schémas de commande de moteur.
- Dessin du layout de PCB de commande de moteur.
- Mesure de la base du dôme.
- Début de dessin d'un système d'alimentation
- Modification du schéma de l'axe de la motorisation de la base
- Rédaction du rapport

### *Semaine du 11 au 17 juillet*

- Essai de montage de la base Item, mais nécessite la modification des poutres Item
- Test de circuit électronique de commande de moteur.
- Recherche d'une station météo.
- Rédaction du rapport

### *Semaine du 18 au 24 juillet*

- Réalisation des plans pour modifier des poutres et réception de ces éléments
- Réalisation des schémas de construction de tôle.
- Construction théorique du boîtier électronique du cimier
- Modification du layout du circuit du cimier
- Réception de toutes les pièces
- Assemblage de la base

- Montage de la base - suite
- Réception des tôles et tentative d'installation
- Création du layout du circuit de commande du 230V
- Recherche et essais de fonctionnement de l'interface USB Labview
- Rédaction du rapport

#### *Semaine du 25 au 31 juillet*

- Montage de la partie mécanique trappe (ajustement, assemblage, chassage)
- Essais de fonctionnement de la partie électronique dôme
- Début de montage de la partie mécanique de la base
- Modification du circuit électronique de la partie dôme.
- Validation du circuit + prog + labview
- Modification final du layout du circuit électrique dôme et envoi à l'atelier
- Réception du PCB, montage et validation du système

#### *Semaine du 1 au 7 août*

- Montage du dôme
- Rédaction du rapport

#### *Semaine du 8 au 14 août*

- Rédaction du rapport