

# La robotisation des télescopes

**Alain Klotz**

**Professeur en astronomie & astrophysique à l'Université de Toulouse**

**[klotz@cesr.fr](mailto:klotz@cesr.fr)**

# **SOMMAIRE**

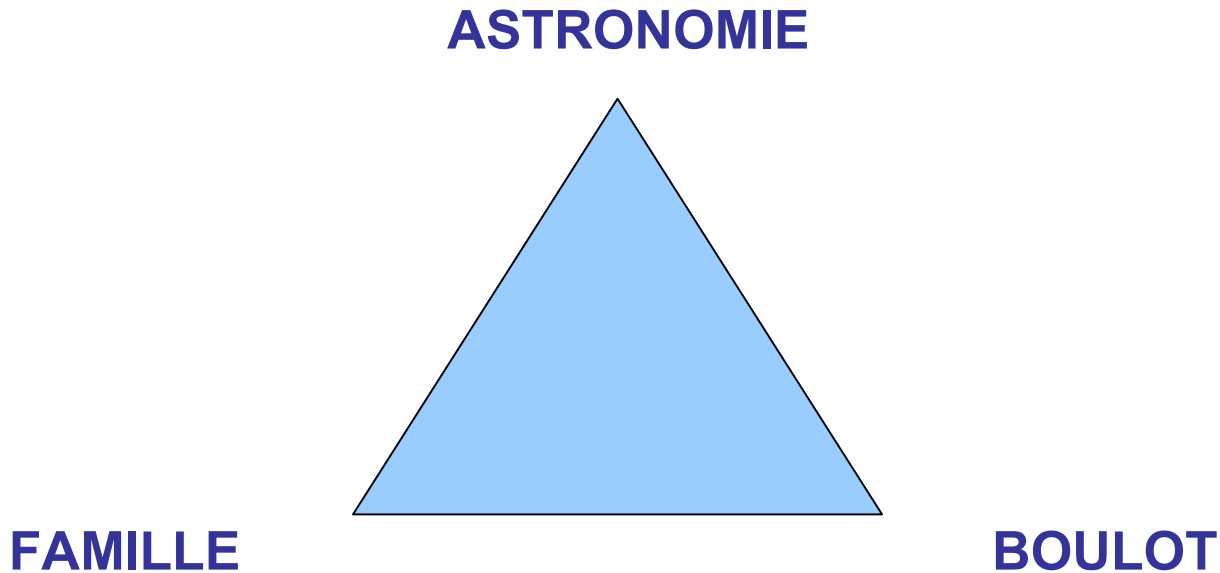
## **DEFINITIONS**

**ROTSE I, ROTSE III, TAROT**

**Quelques amateurs en France**

**FARO**

# SITUATION : Résoudre le triangle de Colas !



**Théorème de François Colas : On ne peut jamais faire les trois à la fois !**

**Une solution ? Il faut simplifier !**

# SOLUTIONS : Déléguer certaines tâches !

Délégation  
maximale

**Robotique** : Pas d'intervention humaine pendant les observations.

L'observatoire est complètement sous contrôle d'un logiciel autonome. Toutes les sécurités sont gérées par l'observatoire lui même. Le bureau à distance n'est utilisé que pour la maintenance.

**Automatique** : Téléopéré avec script de nuit. Possibilité de dormir pendant la nuit !

**Téléopéré** : Commandes électriques par ordinateur Télescopes GOTO, l'observateur reste éveillé pour envoyer les commandes et surveiller les sécurités. Pilotage généralement réalisé par bureau à distance.

**Manuel** : Pointage visuel ou par raquette GOTO, plaisir des yeux, webcam, APN, CCD en cliquant sur les boutons des logiciels

Délégation  
minimale

**Mode  
TELEOPERE**

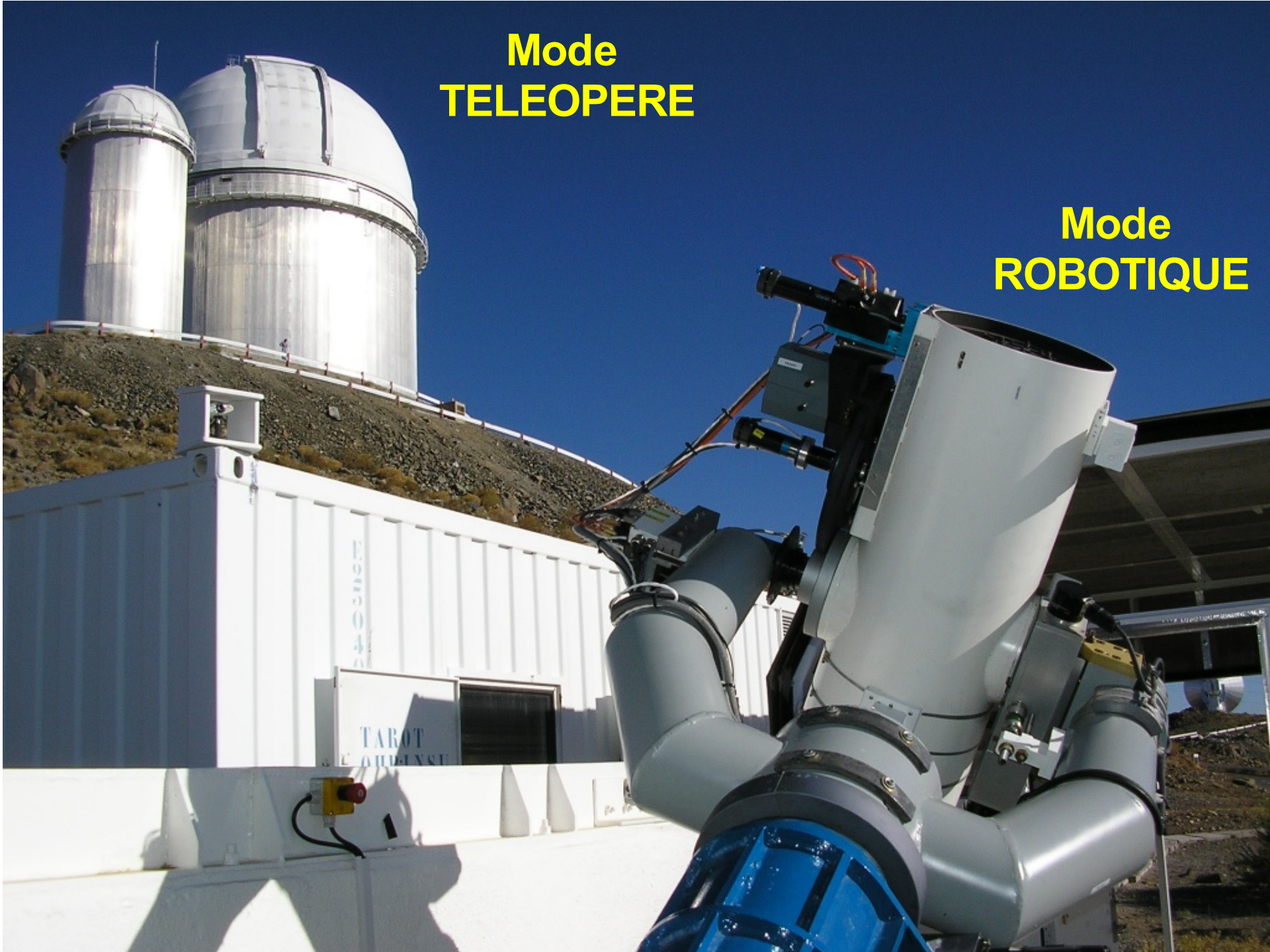


**Mode MANUEL**



**Mode  
TELEOPERERE**

**Mode  
ROBOTIQUE**



# Les armes de l'observatoire robotique

Leçons apprises : EVITER CERTAINES ERREURS POUR LE ROBOTIQUE

Monture de télescope fiable (fin de course, butées d'initialisation)

Caméra CCD fiable (éviter de givrer)

Toiture fiable (pas de point dur, étanche, retour d'états)

Pas d'opérateur ne signifie pas personne pendant la journée !

Le réseau internet doit être robuste (éviter le Wifi !) avec des IP fixes ou dynDNS

L'électricité doit pouvoir être réarmée (onduleurs, prises télécommandées)

Le logiciel doit savoir localiser les sources de problèmes techniques

Installer l'observatoire dans un lieu gardienné et sécurisé

# Expériences utilisant des télescopes robotiques

## ROTSE I

Premier sursaut gamma pendant l'émission gamma, survey étoiles variables

4 fois :  $D=16$  cm  $f=20$  cm, CCD 2x2k  
Champ =  $4 \times 12 \times 12^\circ$ , éch.  $\sim 14$  arcsec/pix  
Detection :  $R \sim 14$  (10 secondes)

## TEXAS – E.U. 1998-2000



GRB 990123 magnitude=9





# Expériences utilisant des télescopes robotiques

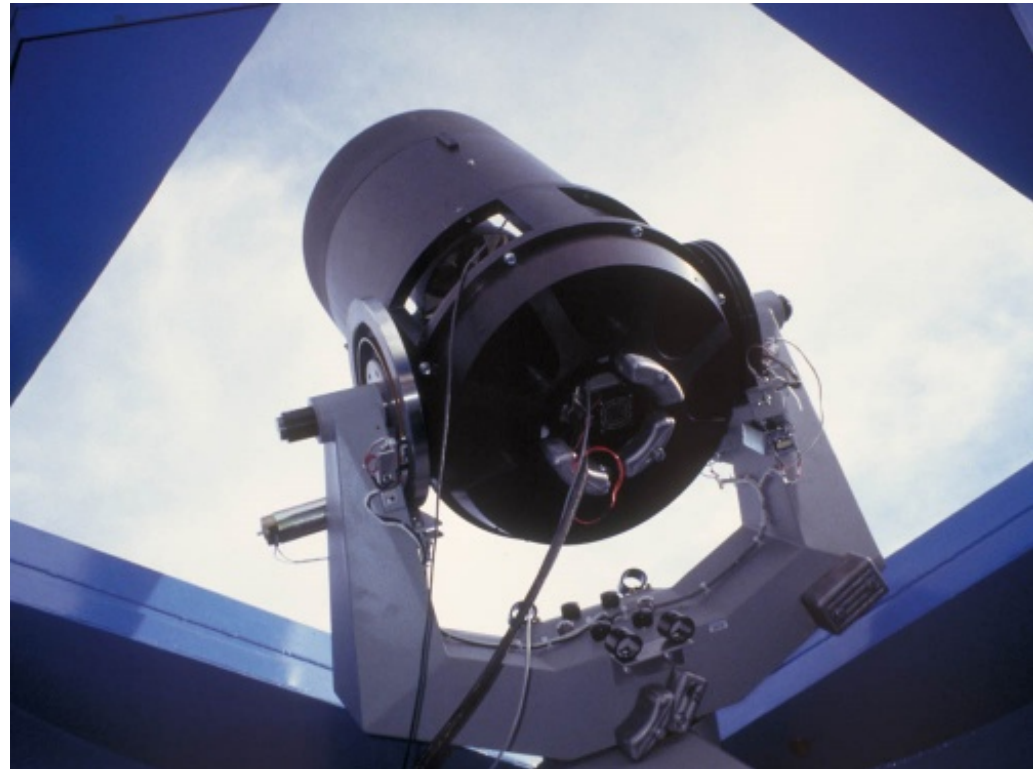
## ROTSE III

Sursaut gamma précoces, découvertes de supernovae

4 observatoires :  $D=45$  cm  $f=85$  cm, CCD 2x2k

Champ =  $2 \times 2^\circ$ , éch.  $\sim 3.3$  arcsec/pix

Detection :  $R \sim 17$  (10 secondes)



# Expériences utilisant des télescopes robotiques

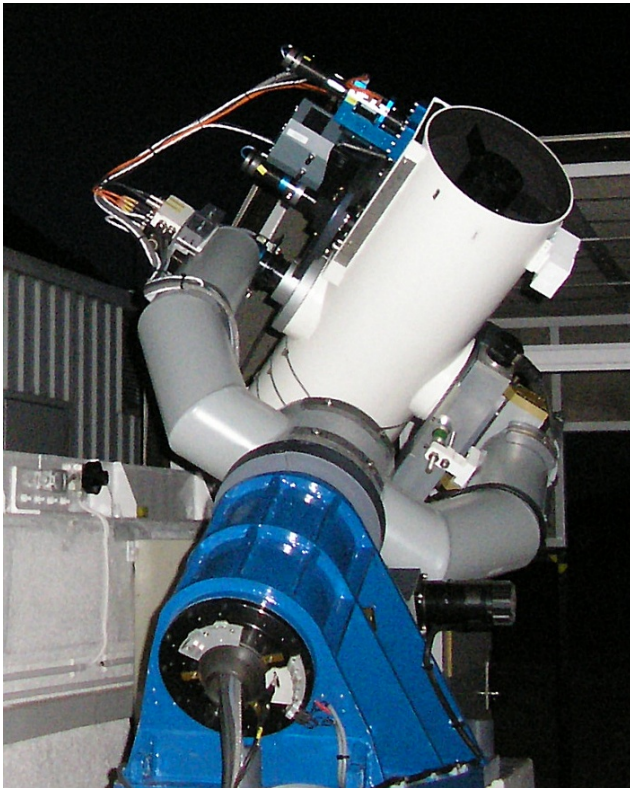
## TAROT

Sursaut gamma précoces, suivi d'étoiles variables, découvertes de supernovae

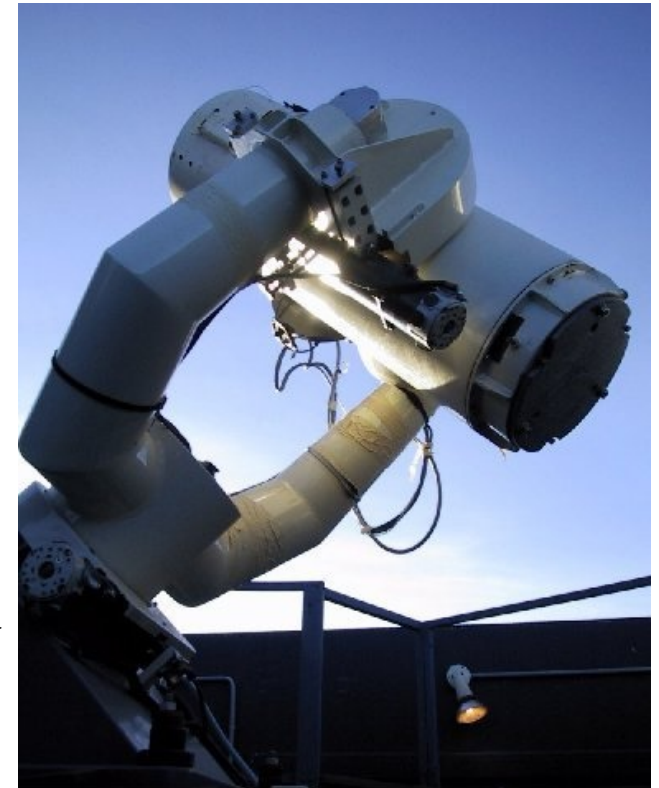
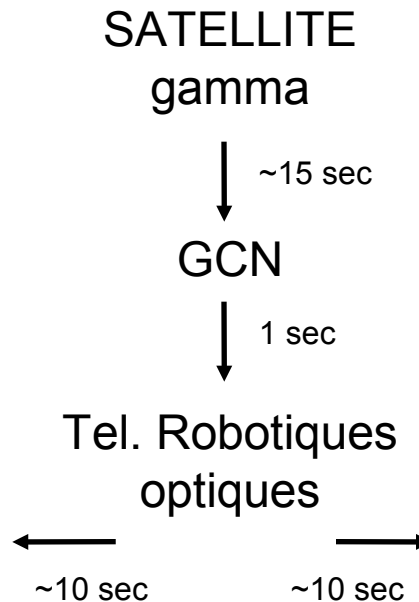
2 observatoires :  $D=25$  cm  $f=85$  cm, CCD 2x2k

Champ =  $2 \times 2^\circ$ , éch.  $\sim 3.3$  arcsec/pix

Detection :  $R \sim 17$  (10 secondes)



Chili 2006 (21 alertes)

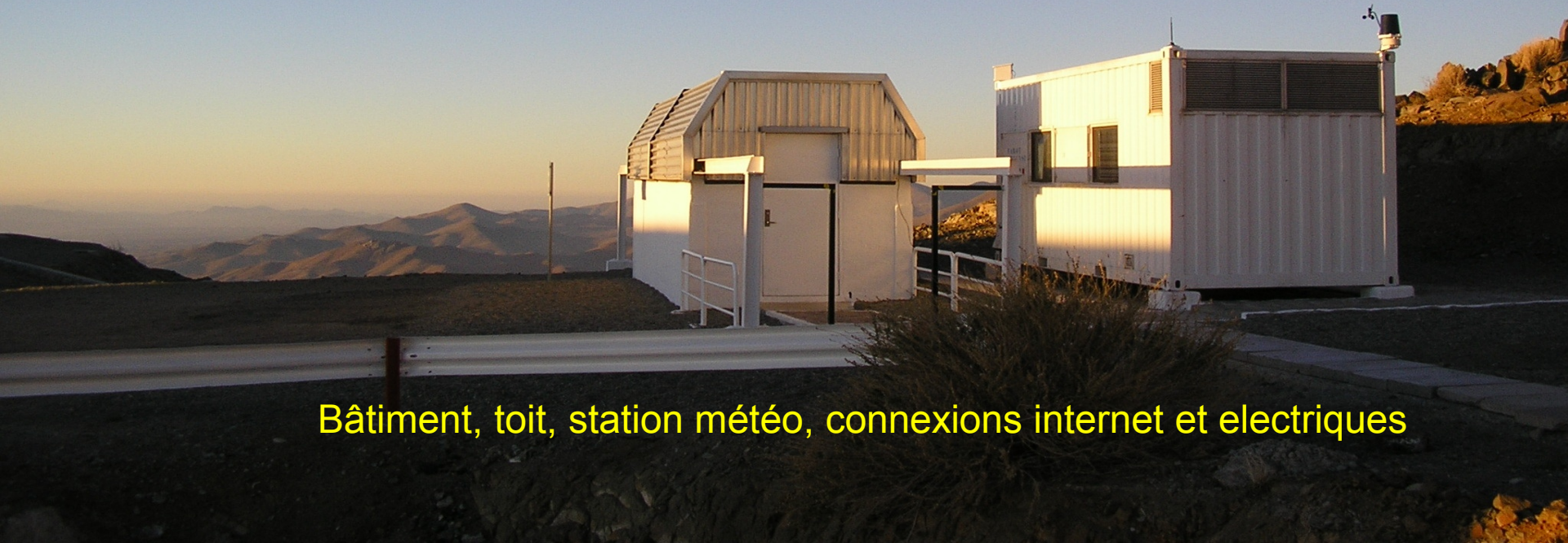


France 1998 (81 alertes)



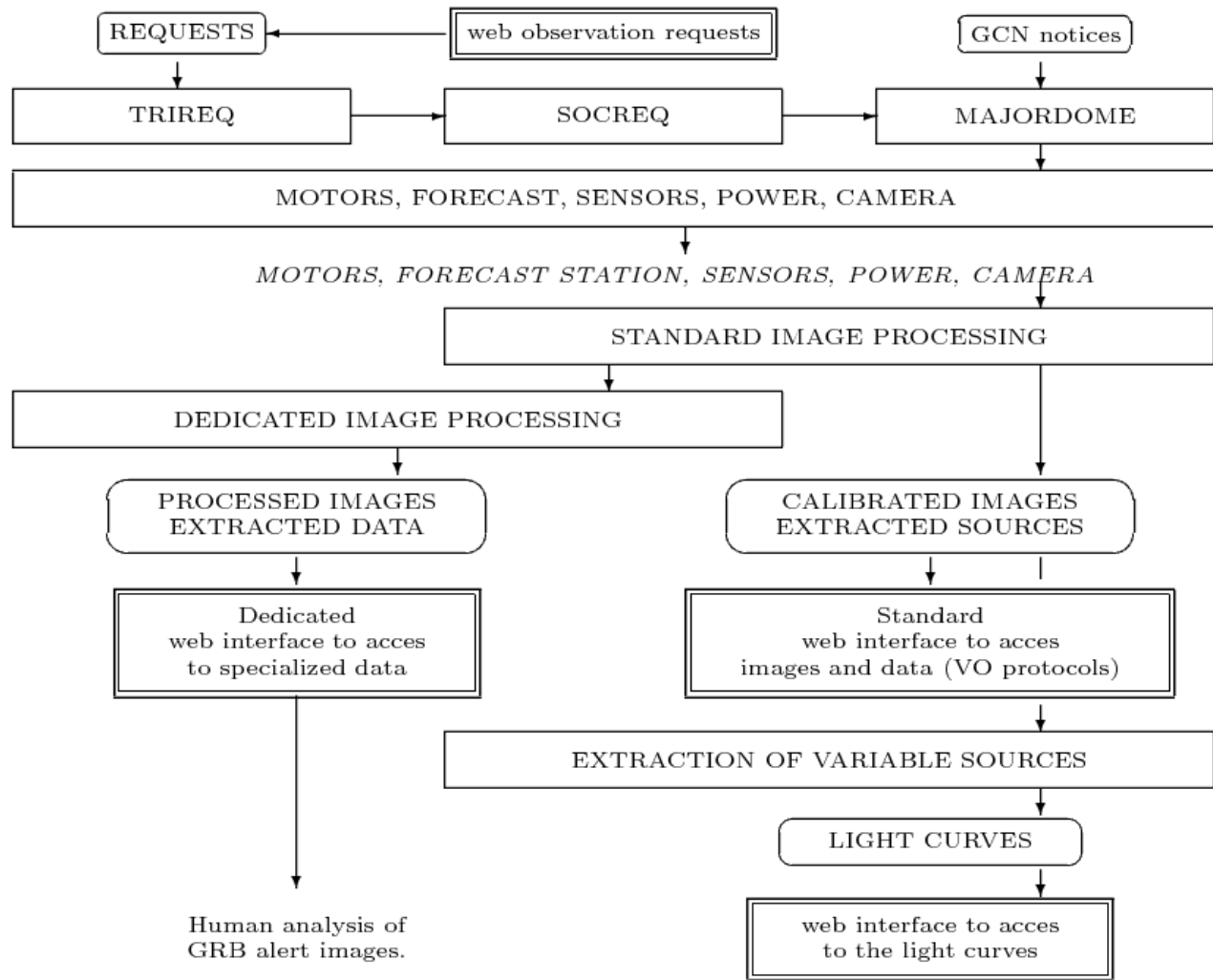
# TAROT - Matériel robotique

moteurs, capteurs, télescope, caméra, onduleurs, electricité, ordinateurs



Bâtiment, toit, station météo, connexions internet et électriques

# TAROT - Logiciel Robotique (AudeLA+ROS)



Legend:



*HARDWARE*



Fig. 2.— Flow diagram of TAROT components.



# CADOR - le point central d'un réseau

**Science ;** Manager les deux TAROT et d'autres telescopes robotiques à partir d'un point central. CADOR est un serveur à 9 ordinateurs + 10 TByte de disque pour archivage.



TAROT D=0.25m (Calern 1998)

TAROT D=0.25m (La Silla 2006)



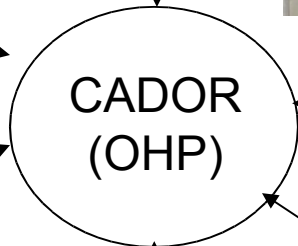
FARO D=0.20m (Banon 2009)



Zadko D=1m (Australie 2010)

Satino D=0.35m (OHP 2009)  
AstrAcad D=0.50m (OHP 2011 ?)

WEB interfaces (+VO protocols)



Autres observatoires possibles s'ils utilisent le même logiciel (ROS).



# DEUX REALISATIONS AMATEURS EN FRANCE

Laurent Bernasconi

Claudine Rinner

Observatoires automatiques : télescopes de 50 cm (Deconihoult) + MCMT + Prism



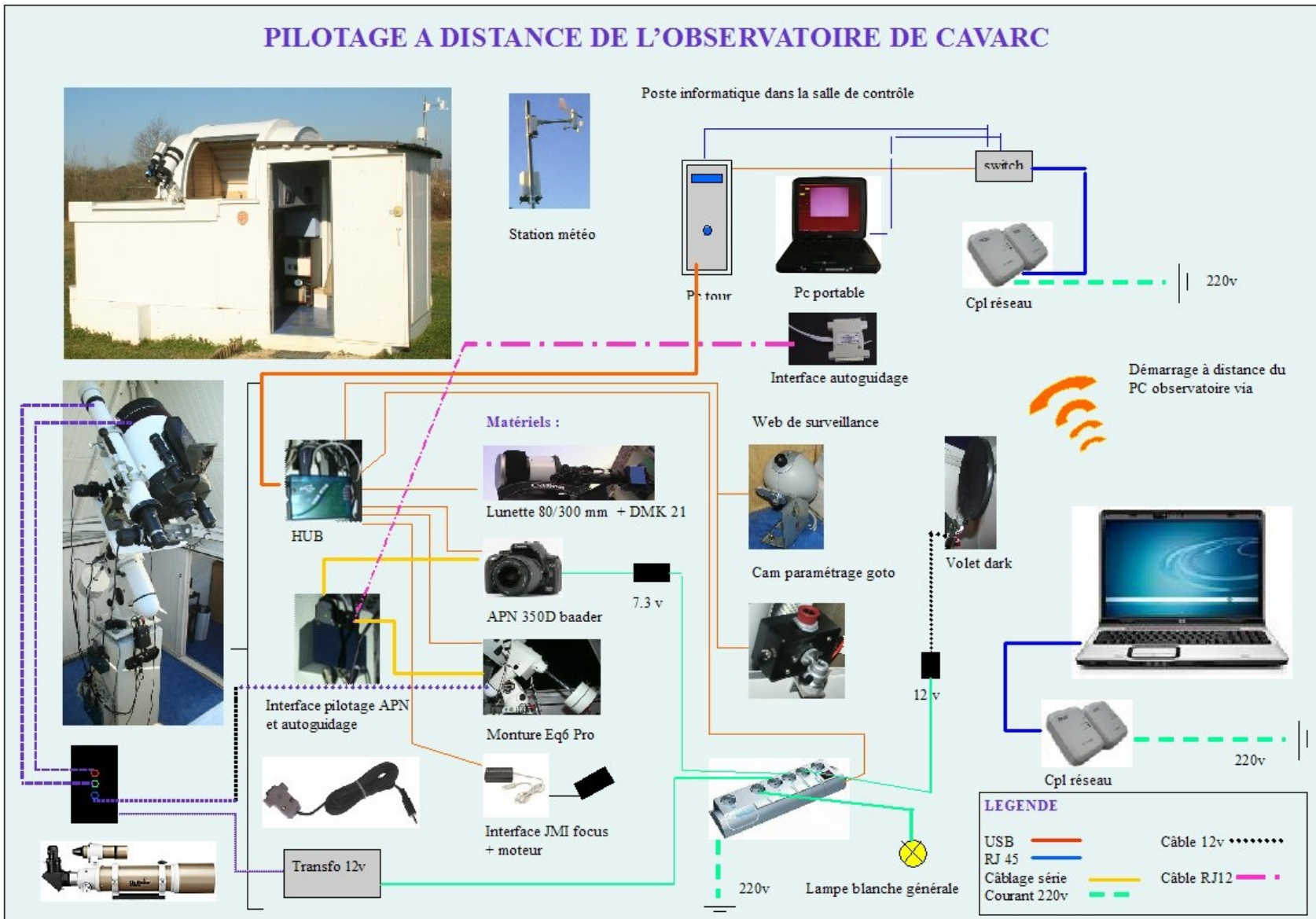
<http://www.astrosurf.com/bernasconi/>



<http://www.astrosurf.org/rinner/>

# Observatoire automatique de Jérôme RUDELLE

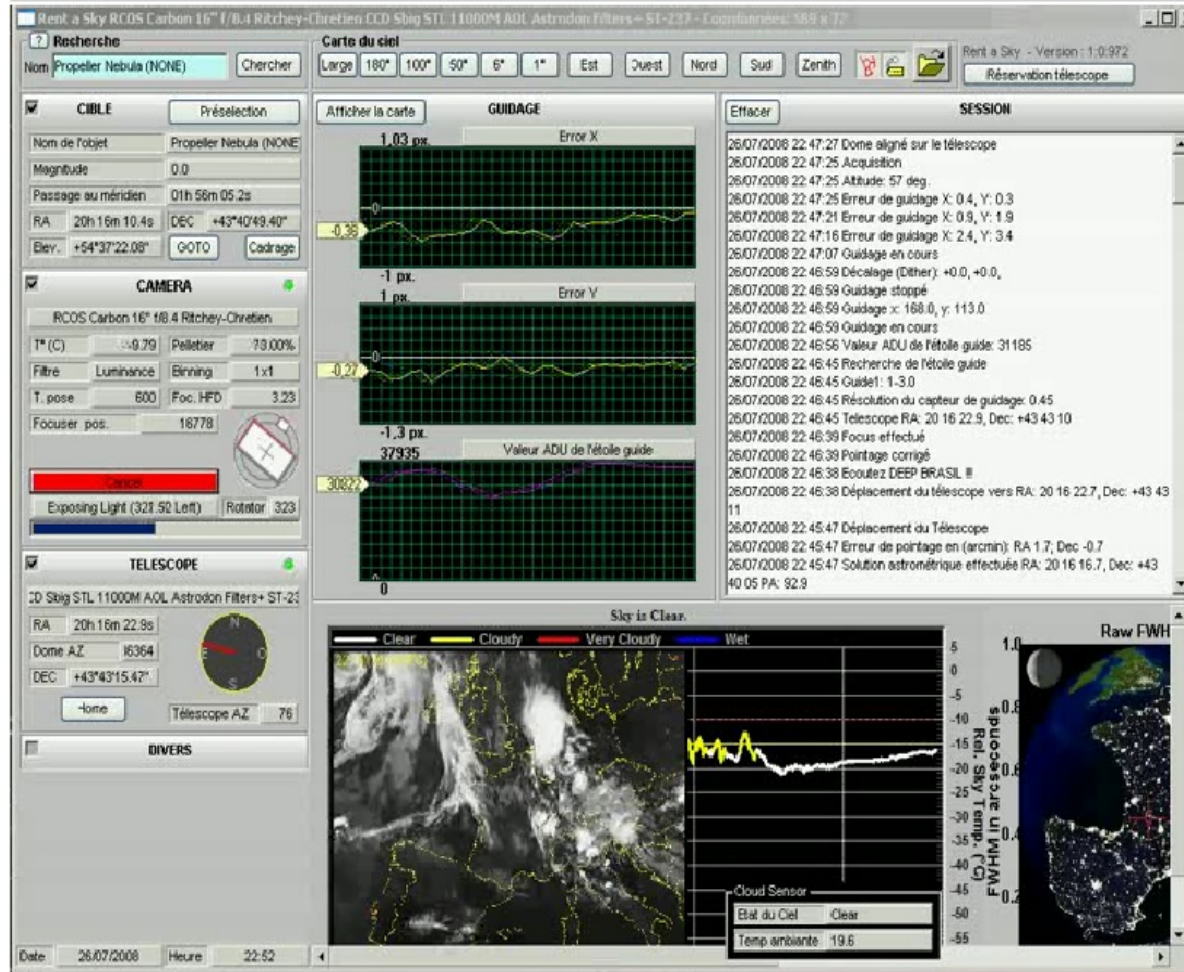
## PILOTAGE A DISTANCE DE L'OBSERVATOIRE DE CAVARC





# Observatoire télépiloté Rent-a-Sky

Logiciel client dédié. Location horaire.





# Le télescope robotique FARO

Un peu d'histoire :

1998 : LX200 dans mon jardin

2000 : AudeLA et petits scripts Tcl pour rechercher des supernovae

2003 : TAROT Calern et scripts AudeLA/ROS traitements d'images

2008 : TAROT Chili et scripts AudeLA/ROS pilotage robotique.

2009 : FARO et scripts AudeLA/ROS observatoire robotique complet.

FARO est un vieux LX200 avec quelques modifications + logiciel TAROT et intégration dans un système autonome pour moins de 10 000 € à Banon (15 km de l'OHP) :



**F**rançois Kugel



**A**lain Klotz

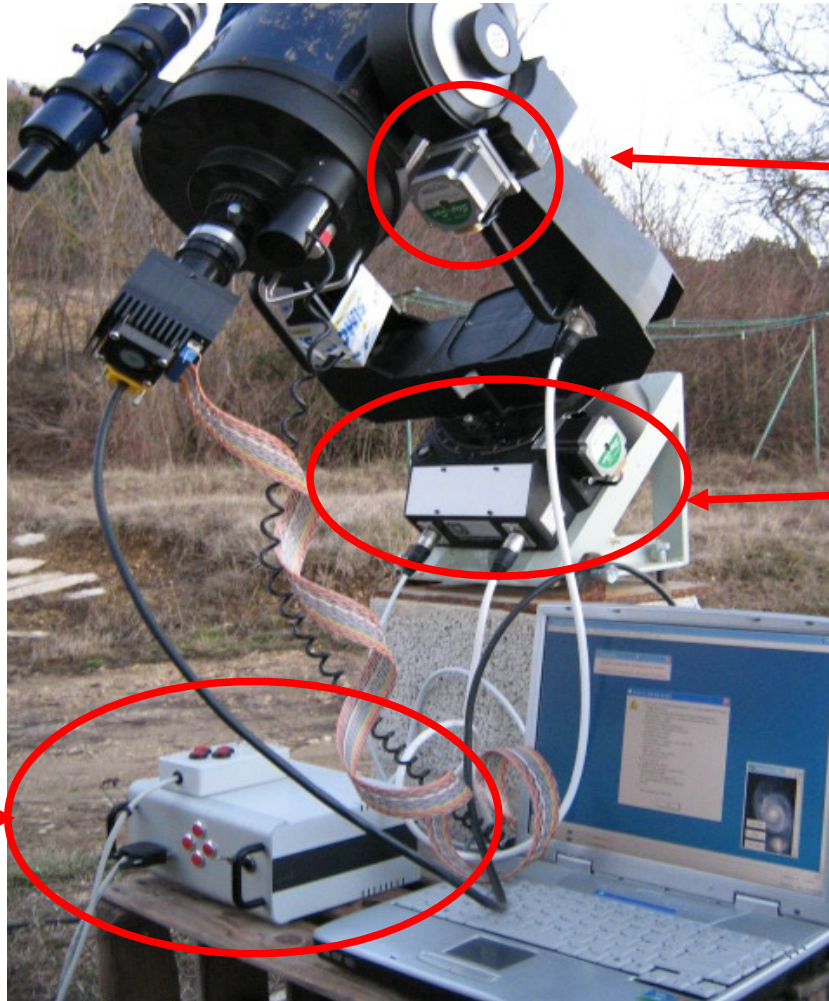


**R**obotic **O**bservatory

# Le télescope robotique FARO

Conversion robotique :

Moteurs Meade remplacés par le système MCMT II (1500 €)



MCMT II moteur dec

MCMT II moteur ra

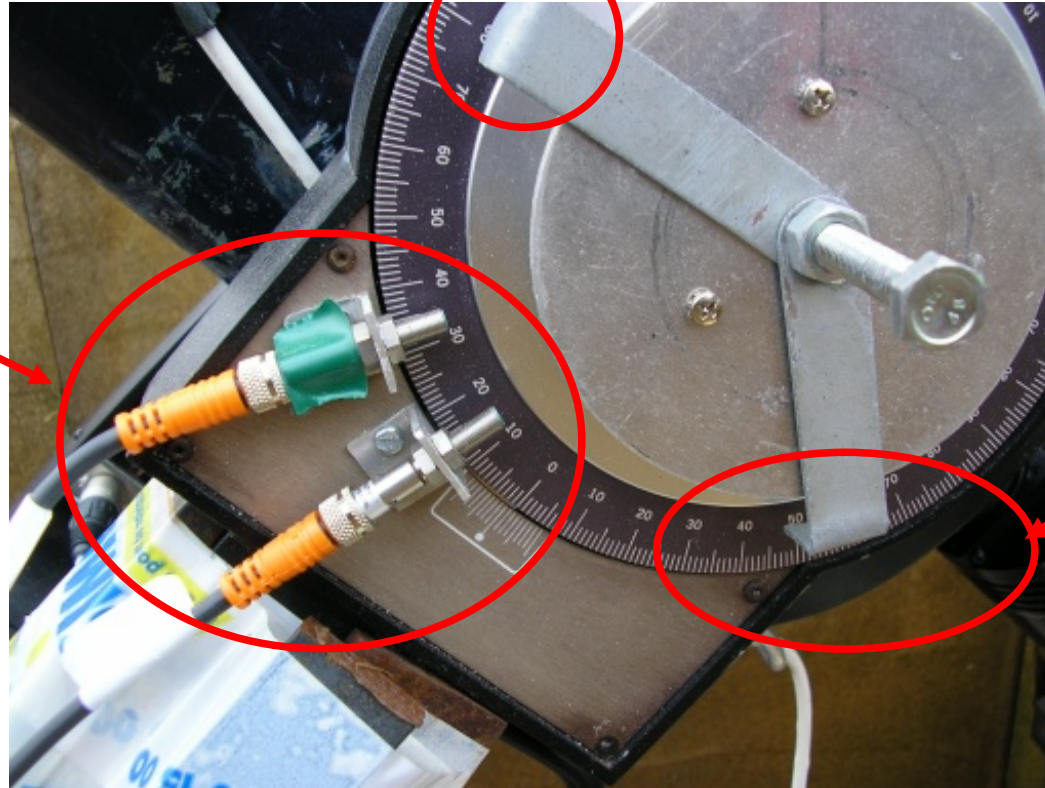
Contrôleur  
MCMT II

# Le télescope robotique FARO

Conversion robotique :

Capteurs inductifs pour les limites DEC et Angle Horaire (300 €) pour inits

Deux capteurs  
inductifs  
(effect Hall)



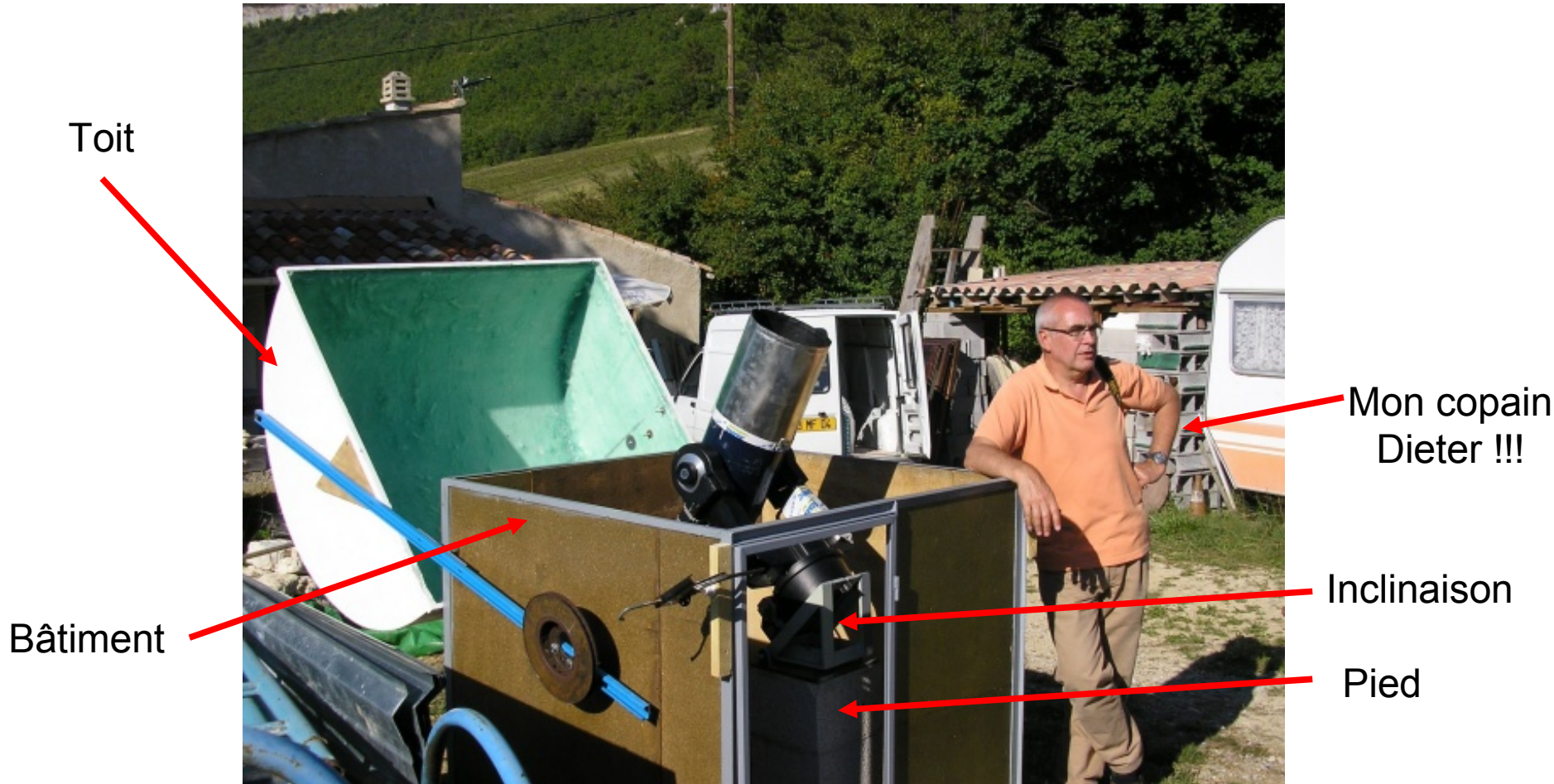
Bras métallique mobile pour  
limite DEC-

Bras métallique  
mobile pour  
limite DEC+



# Le télescope robotique FARO

Conversion robotique :  
cabane, toit mobile, pied et table équatoriale (800 €)





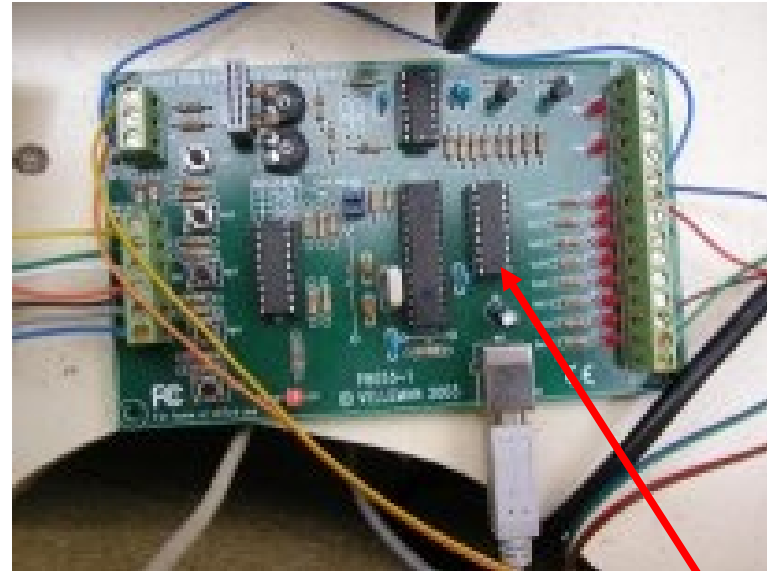
# Le télescope robotique FARO

Conversion robotique :

Interfaces électriques et électroniques vers l'ordinateur (150 €)

Protocoles USB pour contrôler tout ce que l'on veut dans l'observatoire.

Prise  
télépilotée



Carte Velleman K8055

# Le télescope robotique FARO

Conversion robotique :

Appareils optiques et caméra CCD (4400 €)

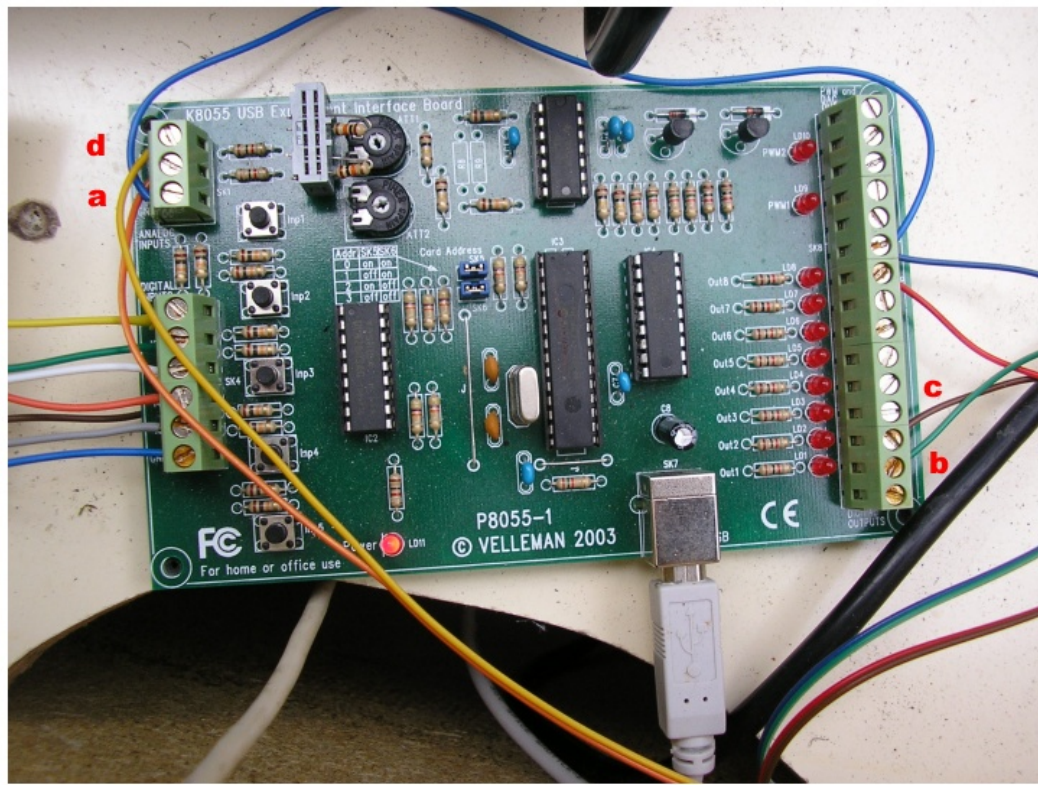
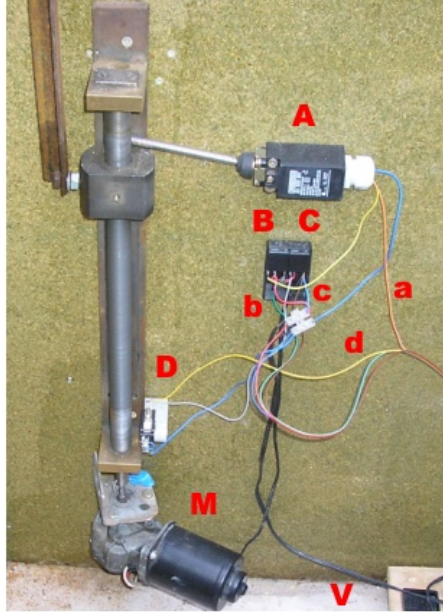
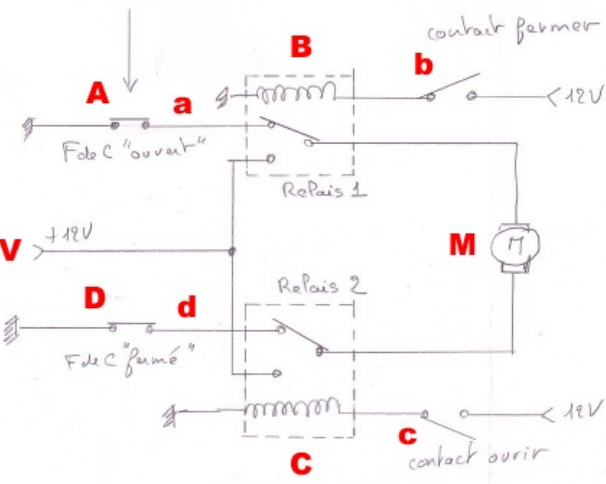
Reducteur F/3.3 donne un champ 50 x 40 arcmin (2"/pix)

SBIG  
ST 2000 XM

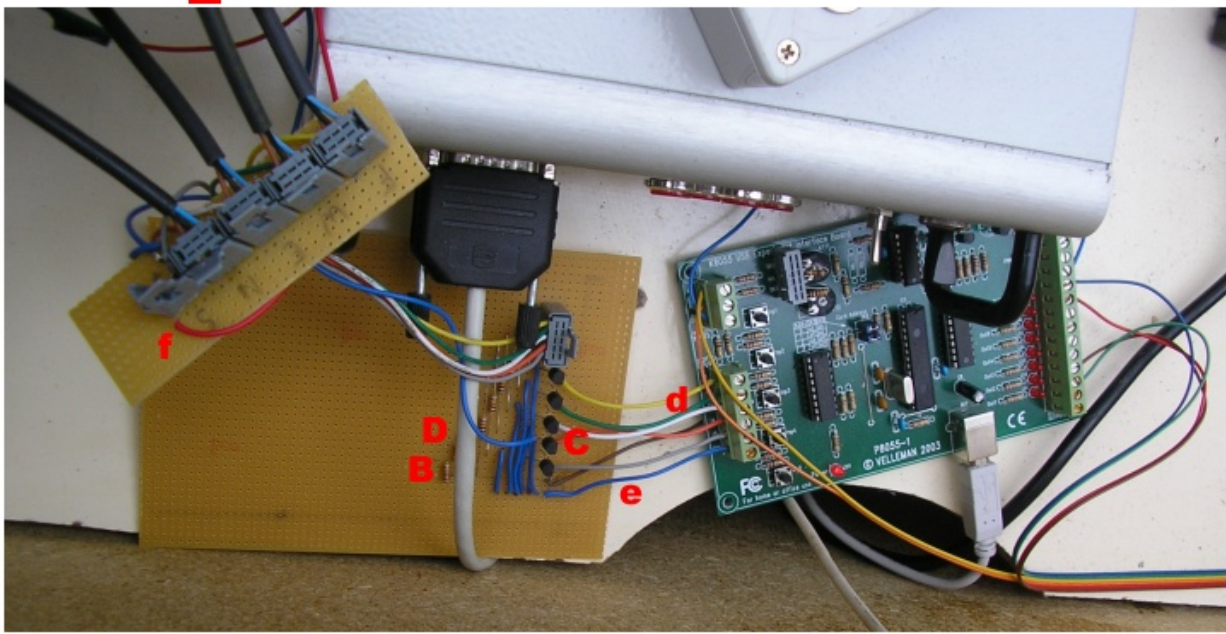
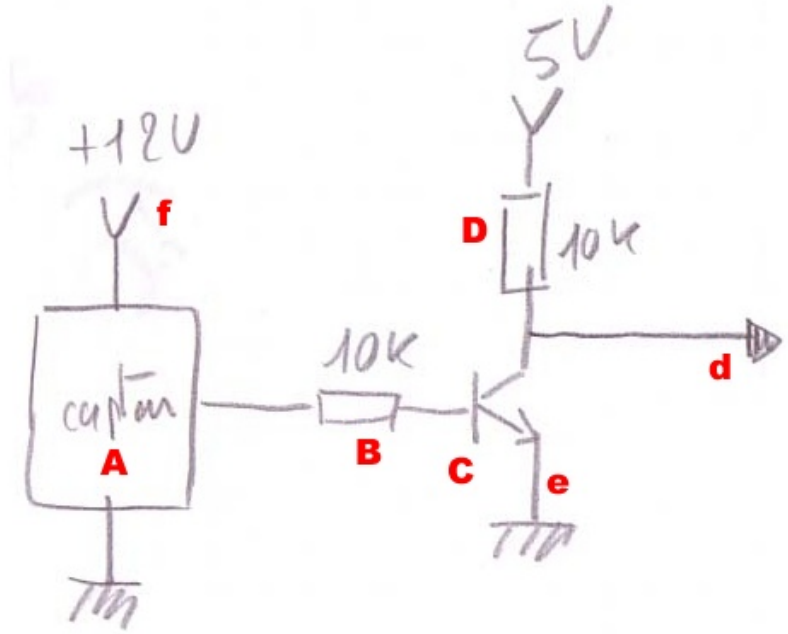


SBIG Roue à filter  
+ filtres Astronomik

Fin de course  
S'OUVRE a la fin de course









# Le télescope robotique FARO

- \* Telescope : Meade LX200 20 cm sans motorisation. [1500 E occasion]
- \* Reducer optique : Meade F/D 3.3 [140 E]
- \* Moteurs : MCMT II + protocol Ascom (USB) [1500 E]
- \* Prises télépilotées : Gembird SIS-PM [45 E]
- \* Alimentation 24 V [150 E]
- \* Carte Velleman VM110 : K8055, USB [60 E]
- \* Capteurs inductifs : Baumer IFRM 05 P1501/S35L + câbles [~300 E]
- \* Capteurs fin de course du toit : Telemecanique [~100 E]
- \* Webcam : Philips ToUcam USB [80 E]
- \* Ordinateur : HP pavillon a6700 + Vista family [500 E]
- \* Carte PCI USB : TrendNet 4 ports USB [30 E]
- \* Camera SBig ST2K XM : [3450 E]
- \* Roue à filtres Sbig CFW-9 : [520 E]
- \* Filtres optiques : LRGB Astronomik [270 E]
- \* Cable chaud : 220V 20W (Castorama) : [30 E]
- \* Fournitures électroniques: [100 E]
- \* Lampe [20 E]
- \* Structure métallique du bâtiment [~200 E]
- \* Toit en fibre de verre + résine [~200 E]
- \* Mechanisme d'ouverture/fermeture du toit [~200 E]
- \* Moteur du toit : [~100 E]
- \* Pied et table équatoriale : [~200 E]
- \* Station météo : [] (partagé avec le T500)
- \* Moniteur de nuages : [] (partagé avec le T500)

Total = 9700 €  
(sans station météo  
ni moniteur de nuages :1500 €)

Probablement  
20000 € avec des matériaux nobles

# Le télescope robotique FARO

Améliorations :

- Roue à filtres

- Focalisation électrique

- Remplacement de la vis sans fin de l'axe horaire

Duplications :

- Tous les plans sont publiques

- Industrialisation avec Sheyliak (35 cm, 1°x1°, spectro) => 50 000 € ?

- Boîte à poser au fond du jardin avec 220 V + internet.

Qui peut être intéressé ?

- Clubs d'amateurs

- Particuliers

=> Mise en réseau et partage des plannings d'observation par analyse des VOEvents de LSST, Pan-Starr, Gaia, etc.