

# StarDICE

## Contrôle-commande de la coupole

Laurent Le Guillou  
(Sorbonne Université / LPNHE)

*StarDICE "bi-hebdo"*  
2021-11-18

LPNHE : Marc Betoule, Sébastien Bongard, Patrick Ghislain, Laurent Le Guillou, Jérémy Neveu, Philippe Repain, Eduardo Sepulveda, Thierry Souverin, Arthur Vattier

# StarDICE : Coupole Ouest des “jumelés”



- StarDICE : **automatisation** indispensable pour obtenir la statistique nécessaire
- Coupole fonctionnelle mais **commandes manuelles** :
  - **Rotation** de la coupole
  - **Ouverture / fermeture** du cimier

Depuis 2018, travail sur l'automatisation de la coupole (stages, travaux en pointillés)

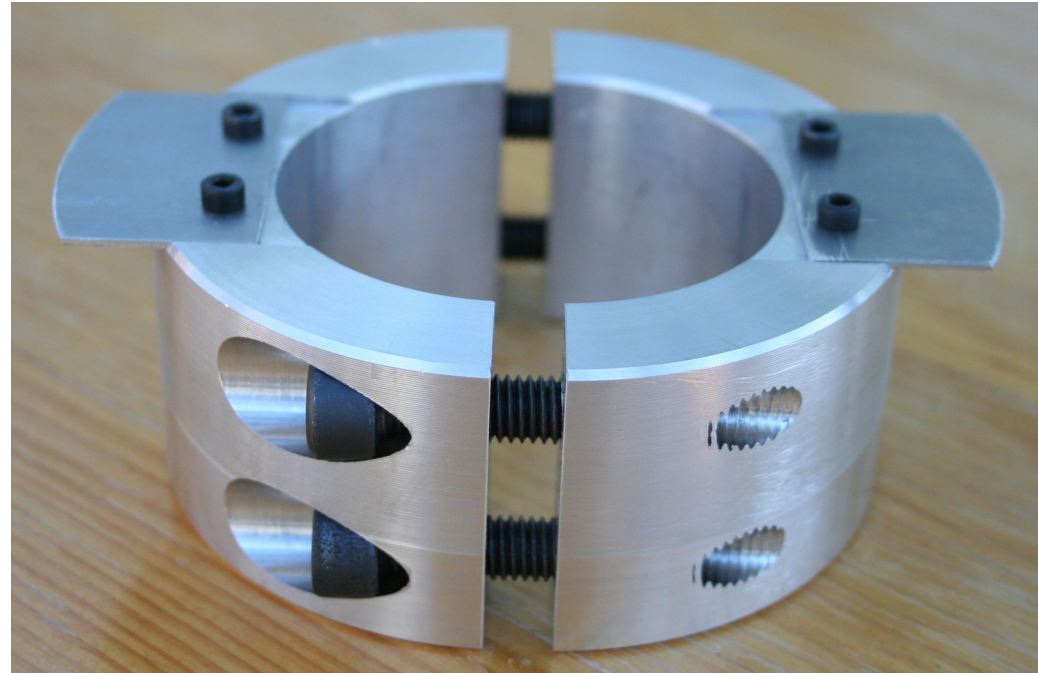
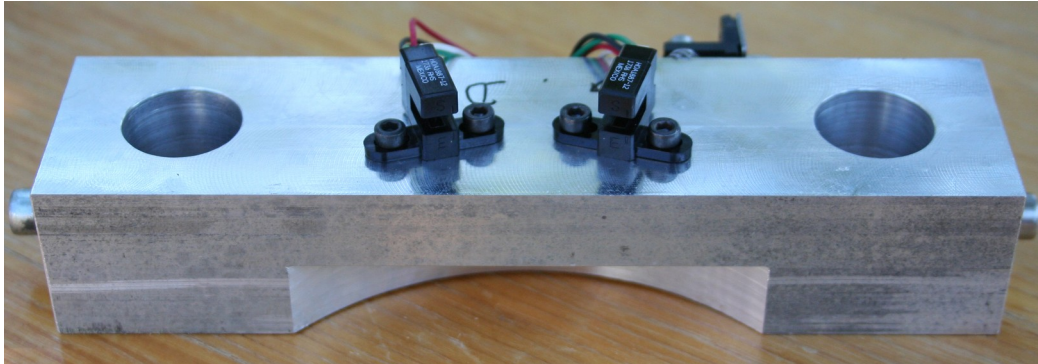
# Rotation de la coupole



- Coupole posée sur un système de galets
- Rotation assurée par un **moteur**, avec un **réducteur**, et un **entraînement via une chaîne (friction)**.
- Commande manuelle

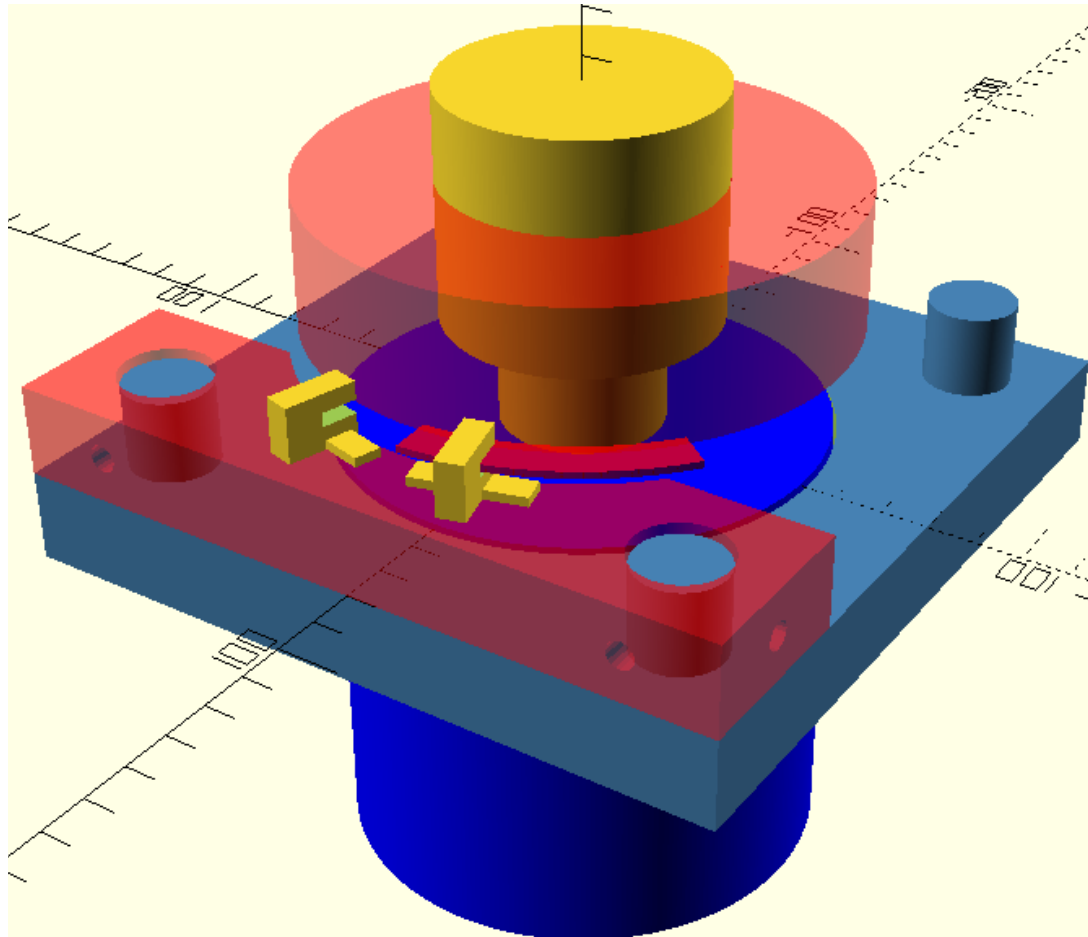


# Repérage en rotation : compte-tours (2018)



- **Compte-tours « maison »** fixé sur l'axe du réducteur
- Principe : une **ailette** passe dans les entrefers de **deux capteurs de position** :
  - **Décompte** des tours
  - Le sens de rotation est connu
- 2 ailettes par tour : 45 tours d'axe par tour de couple : 90 « pas » par tour.
  - résolution en position approx de 4°.

# Repérage en rotation : compte-tours



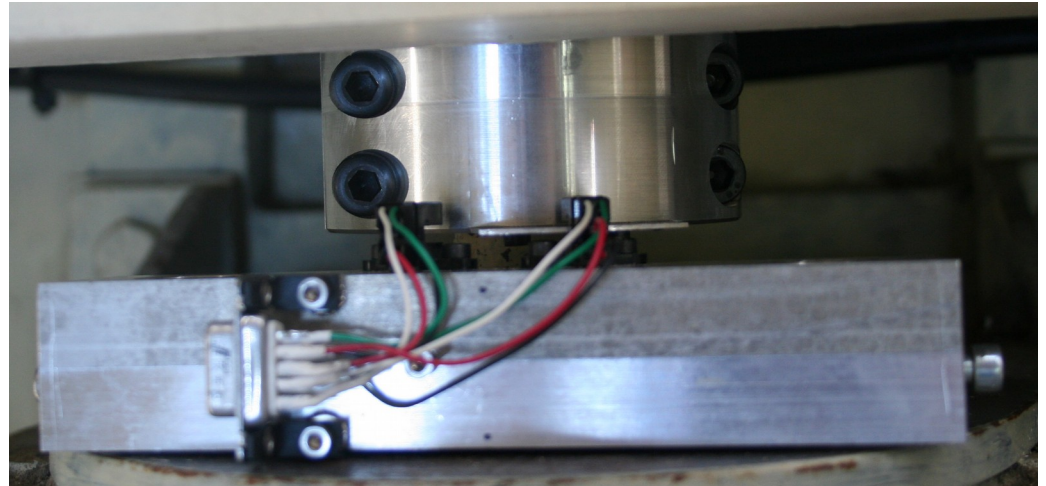
*(Vidéo principe + vidéo version 4 ailettes)*

- **Compte-tours « maison »** fixé sur l'axe du réducteur
- Principe : une **ailette** passe dans les entrefers de **deux capteurs de position** :
  - **Décompte** des tours
  - Le **sens de rotation** est **connu** (2 capteurs)
- Lecture capteurs Arduino
- 2, puis 4 ailettes par tour : 45 tours d'axe par tour de coupole : 90, puis 180 « occultations » par tour.
  - **résolution en position approx de 2° (précéd. 4°)**

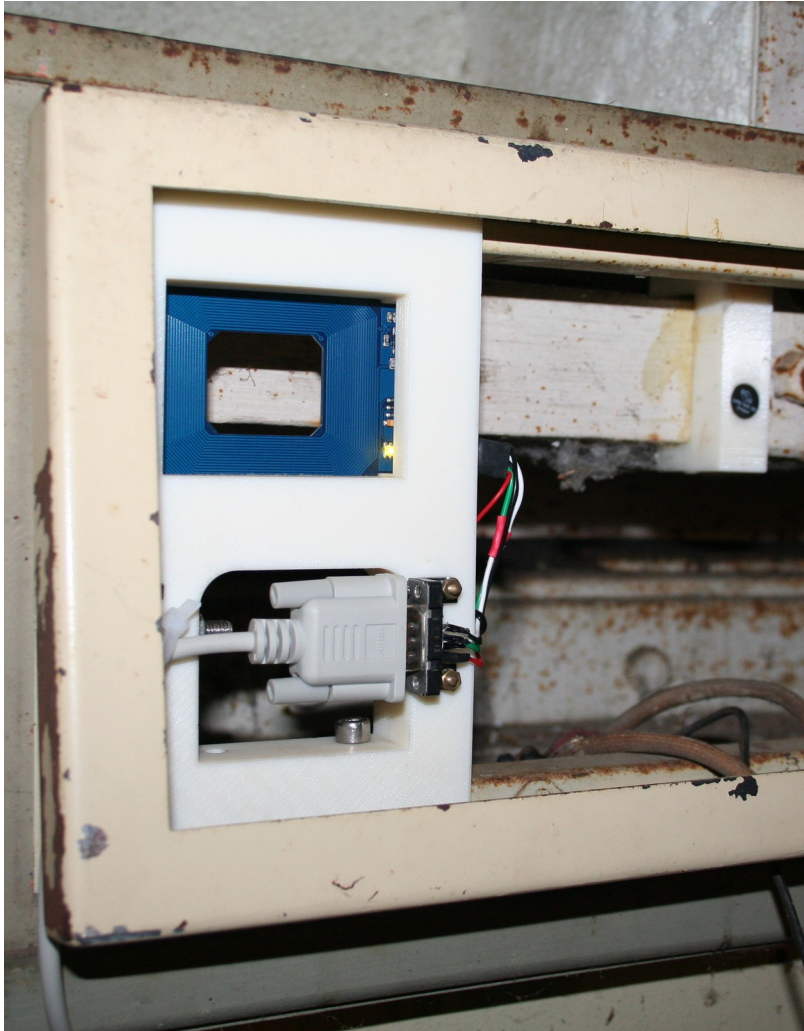
# Repérage en rotation : compte-tours



- **Compte-tours « maison »** fixé sur l'axe du réducteur : principe : une **ailette** passe dans les entrefers de **deux capteurs de position**.
- Initialement : 2 ailettes par tour : 45 tours d'axe par tour de coupole : 90 « pas » par tour → résolution en position approx de  $4^\circ$ .
- **Nov 2021** : 4 ailettes / tour → résol.  $\sim 2^\circ$



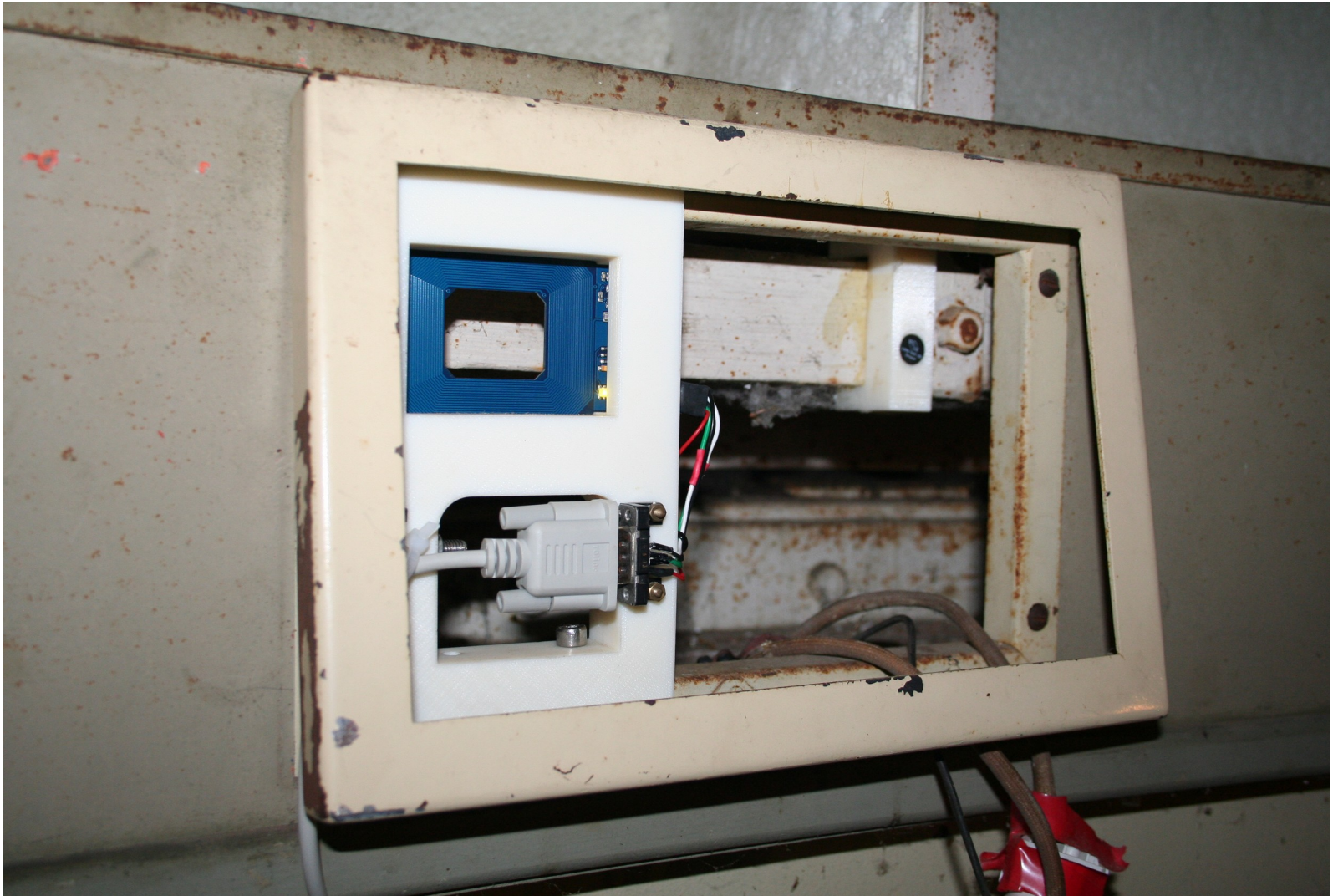
# Initialisation : repérage absolu de la position



- Compte-tours est à **zéro** à l'**allumage** du contrôleur : nécessité d'un **repérage absolu** de la position de la coupole
- Solution : **Antenne RFID + tags RFID** placés à intervalles réguliers sur l'armature inférieure de la coupole
- Dès qu'un **tag est détecté**, la position de la coupole est **calibrée**
- **A tester** : **détection automatique** d'éventuels **glissements** de la chaîne d'entraînement par **lecture continue des tags RFID**.

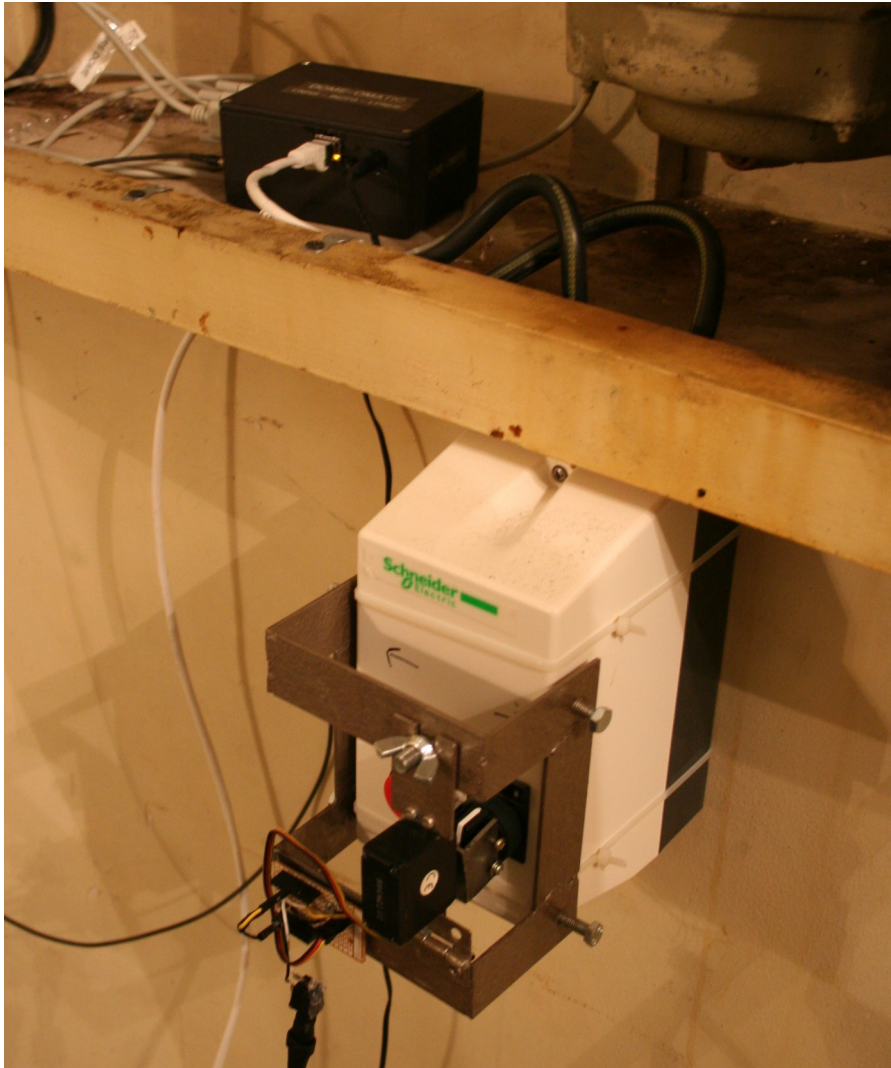


# Initialisation : repérage absolu de la position



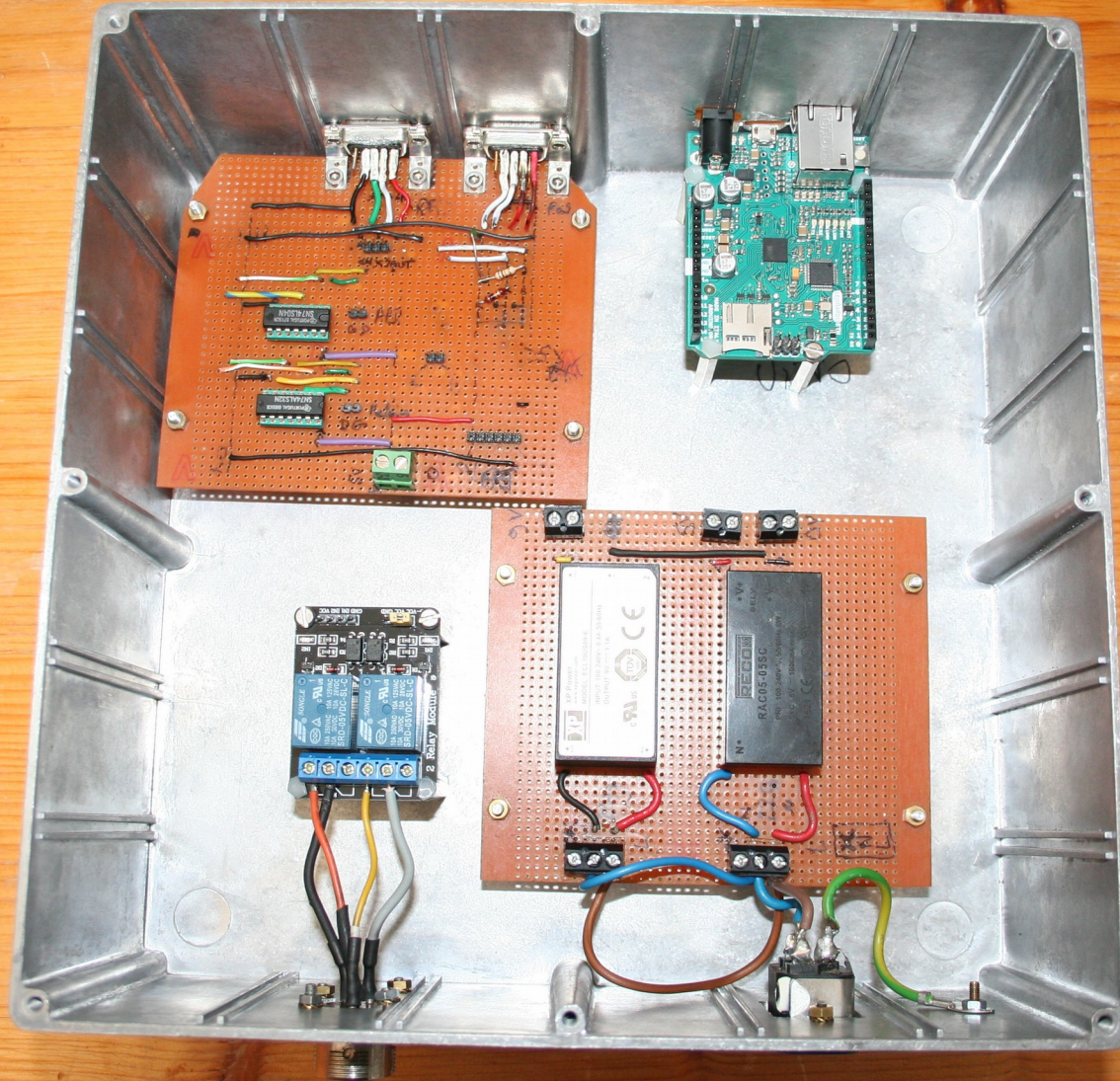


# Contrôle de la commande de rotation



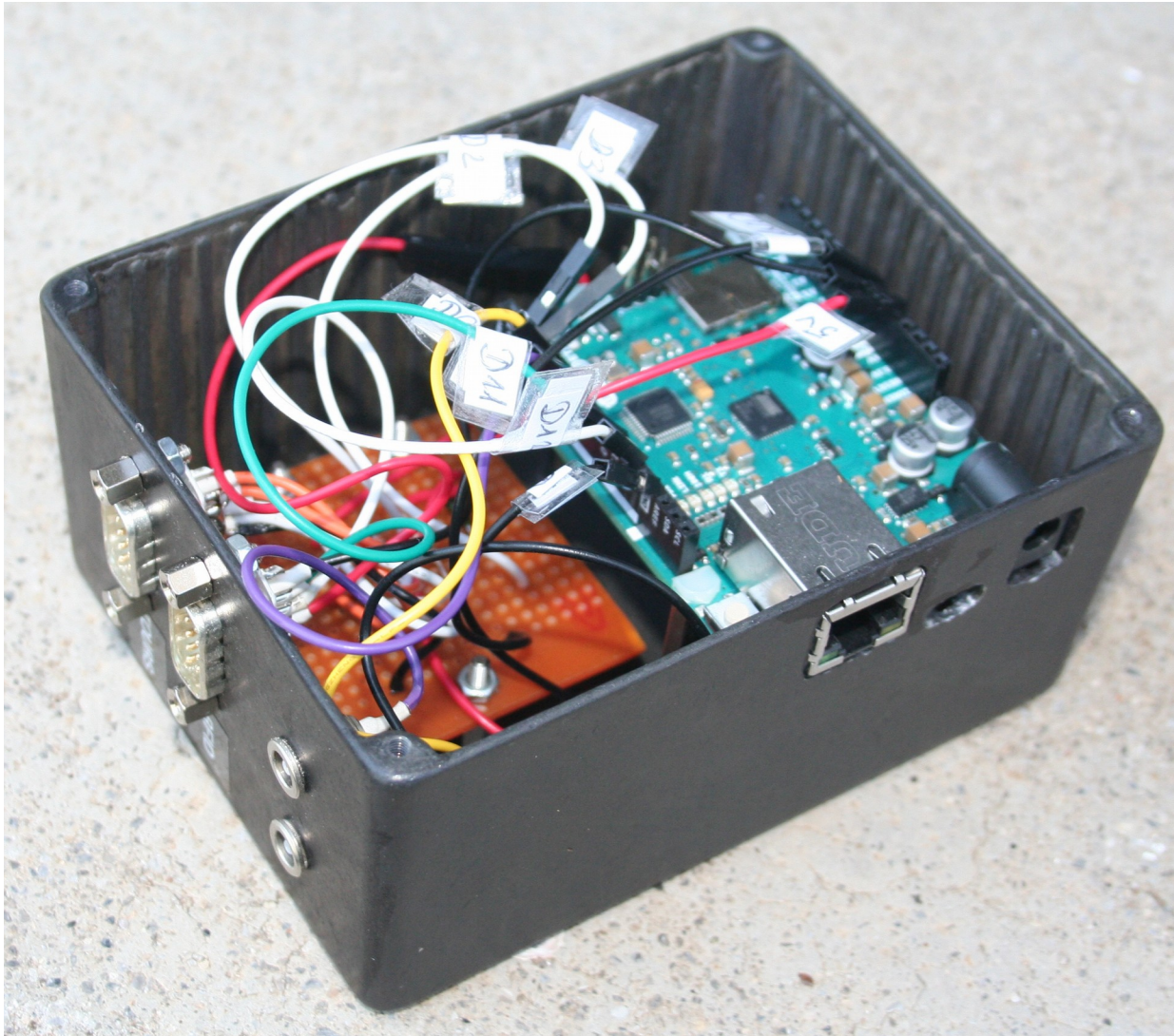
- **Recâblage** du boîtier (Edo)
- Contrôle du **bouton de commande** : petit moteur pas à pas **qui tourne le bouton** à notre place (Marc)
- Intégration de la logique (RFID, compte-tours et commande du bouton) dans un **boîtier plus compact**, commandé via Ethernet (Laurent)
- Prochaine étape : remplacement des deux boîtiers par des **systèmes commandables en remote avec deux modes, « manuel » et « auto »** : (Edo, LLG) Relais arrivés tardivement au LPNHE.

# boîtier de commande (proto, Arthur V., 2018)



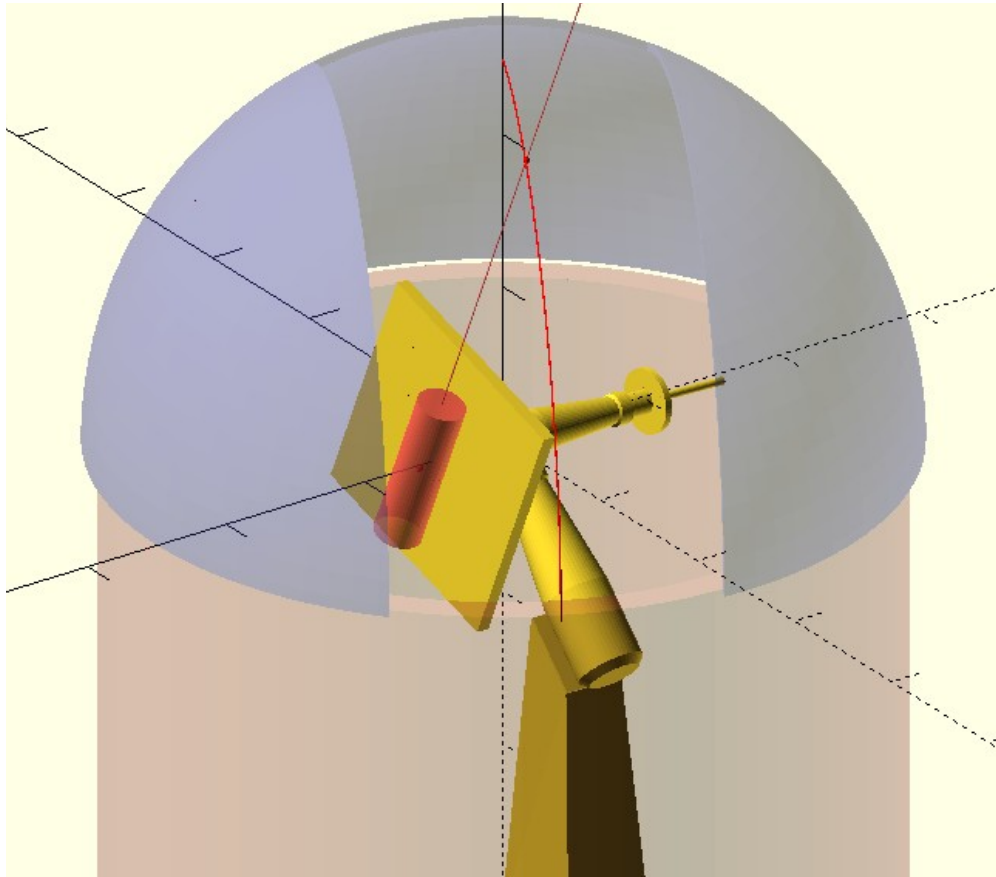


# Intégration : boîtier de commande (ethernet)



- Version compacte (2020 – 2021).
- Contrôle via **Ethernet** : arduino ETH + driver python sous git.
- **1<sup>ers</sup> tests avec succès fin juillet 2020 ; revalidé nov 2021.**
- **Boîtier répliqué** pour tests au LPNHE.
- Pointés coupole **imparfaits** : risques de vignettage ?

# Pointé optimal de la coupole (08-2020 – 11-2021)



*(vidéos principe + vidéo Jérémie pour illustrer)*

- Monture « allemande » : l'**azimut optimal pour la coupole** n'est pas celui du télescope !
- **Maquette 3D** (openscad) à partir des cotes de la monture et de la coupole (plans + mesures sur site)
- **Calcul analytique** (et code python) pour déterminer l'**azimut optimal** de la coupole pour chaque pointé pour éviter tout vignettage.
- Intégré dans le code de pointé
- **Testé avec succès Nov 2021**
- Maquette et codes sur git.