



Premier Workshop CubeSat Etudiant Atelier SCAO pour NanoSats

Frédéric Viaud

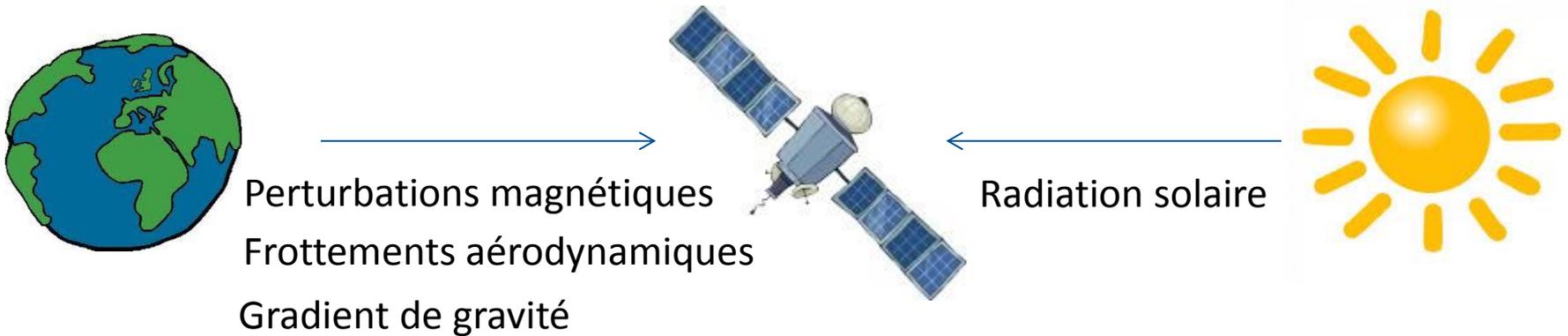
Université Paris Diderot
Jeudi 9 juin 2016

OUTLINE

- I. Introduction
- II. Equipements SCAO
- III. Logiciel SCAO
- IV. Autres

I. Introduction

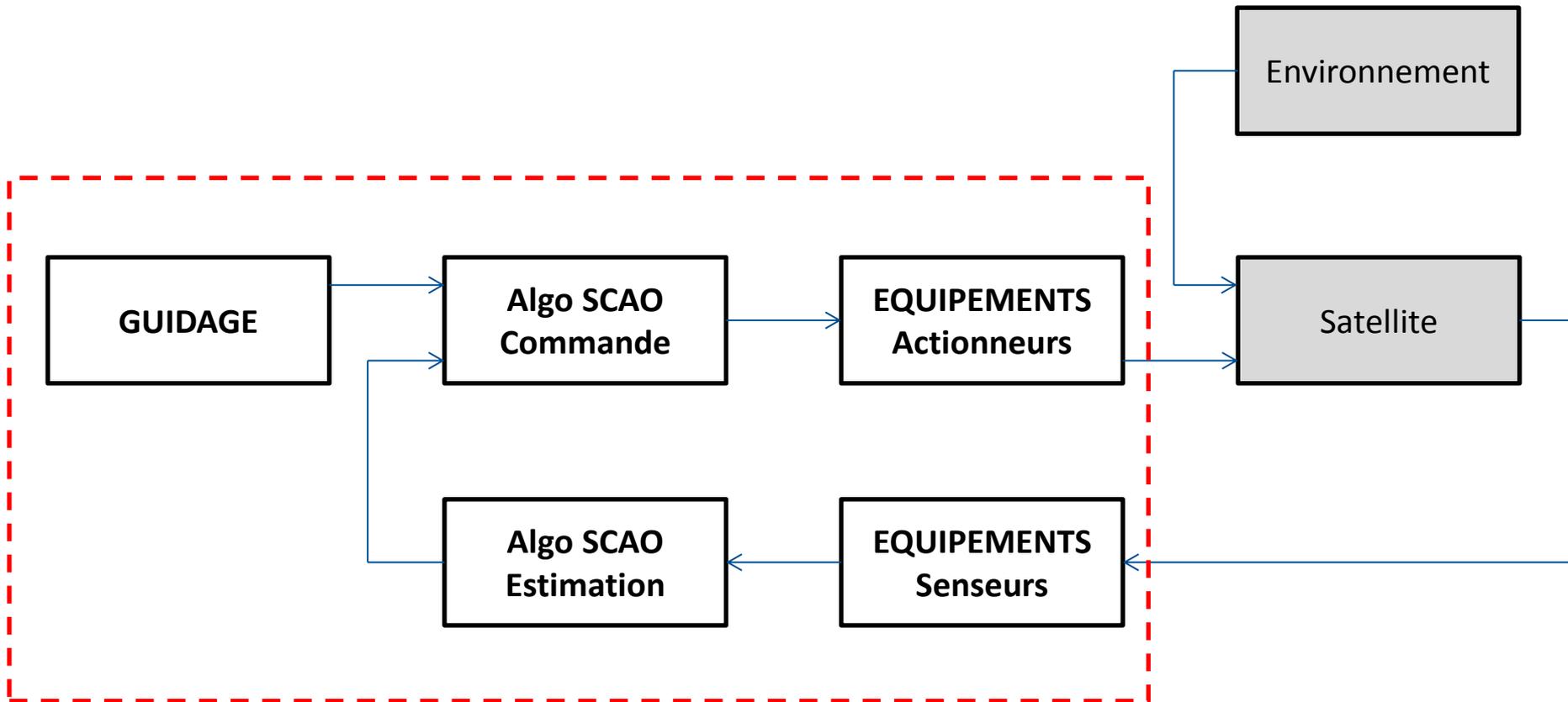
Présentation de l'environnement spatial



→ Les perturbations extérieures désorientent le satellite

I. Introduction

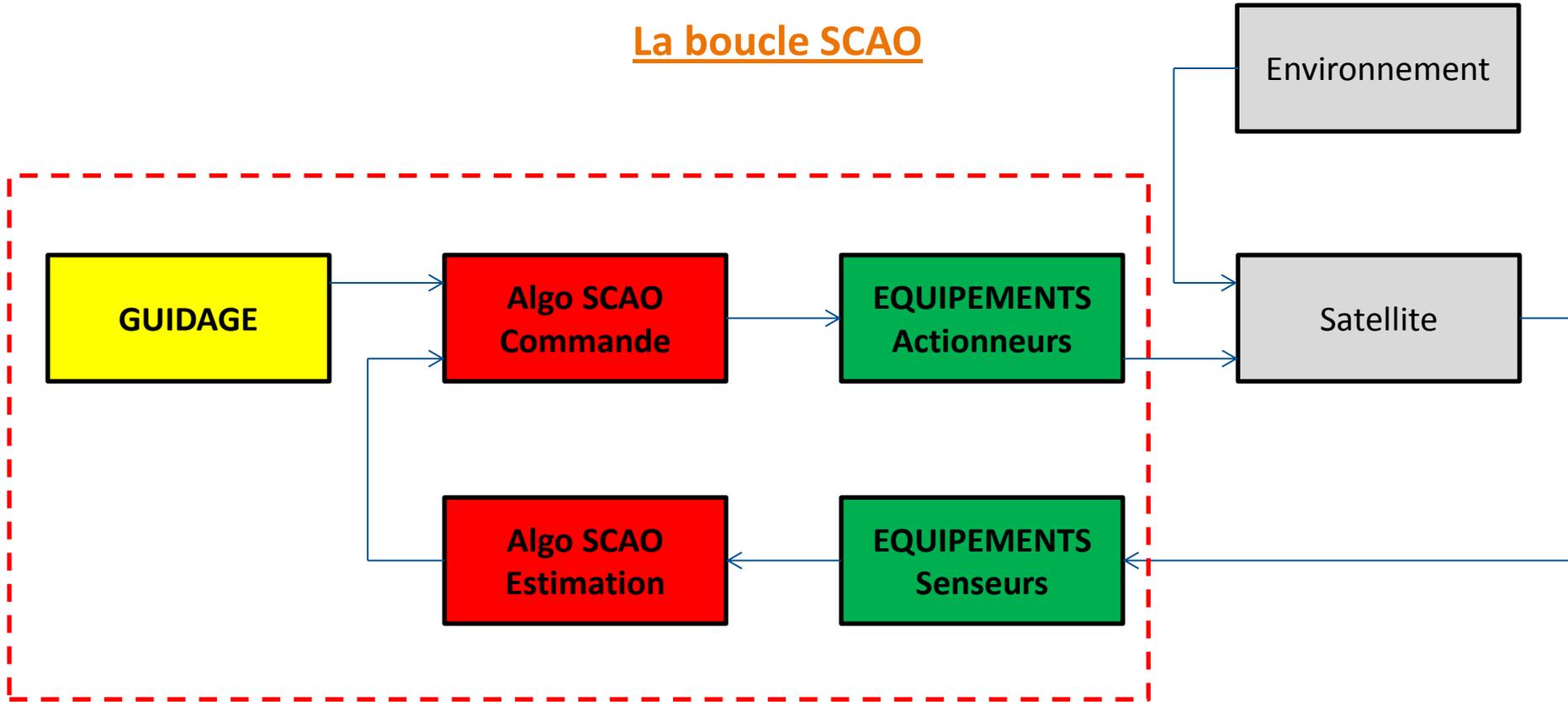
La boucle SCA(O)



Développement du SCAO

I. Introduction

La boucle SCAO



3 domaines d'activités:

- Equipements
- Logiciel SCAO
- Guidage

II. Equipements SCAO

1. Dimensionnement et choix des équipements
2. Tests des équipements

II. Equipements SCAO

Choix des équipements

Senseurs

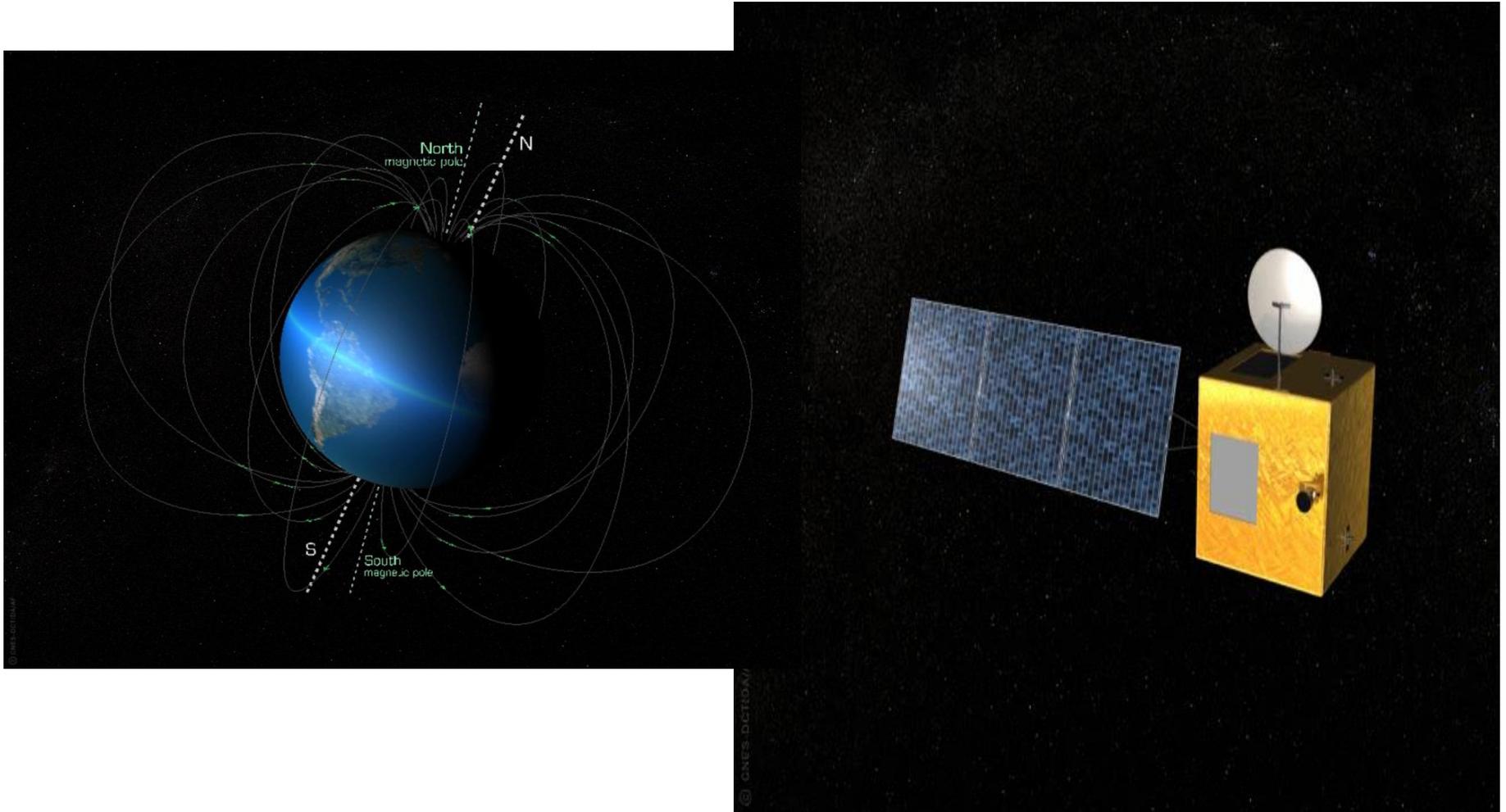
- Magnétomètre
- Senseur solaire
- Senseur terre
- Senseur stellaire
- Gyro
- Charge utile

Actionneurs

- Magnétocoupleur
- Roue à réaction
- Roue à inertie
- Actionneur gyroscopique
- Propulsion

II. Equipements SCAO

Actionneurs



II. Equipements SCAO

Choix des équipements sur Eyesat

Senseurs

- **Magnétomètre**
- ~~Senseur solaire~~
- ~~Senseur terre~~
- **Senseur stellaire**
- ~~Gyre~~
- ~~Charge utile~~

Actionneurs

- **Magnétocoupleur**
- **Roue à réaction**
- ~~Roue à inertie~~
- ~~Actionneur gyroscopique~~
- ~~Propulsion~~

II. Equipements SCAO

Test des équipements

→ Objectifs

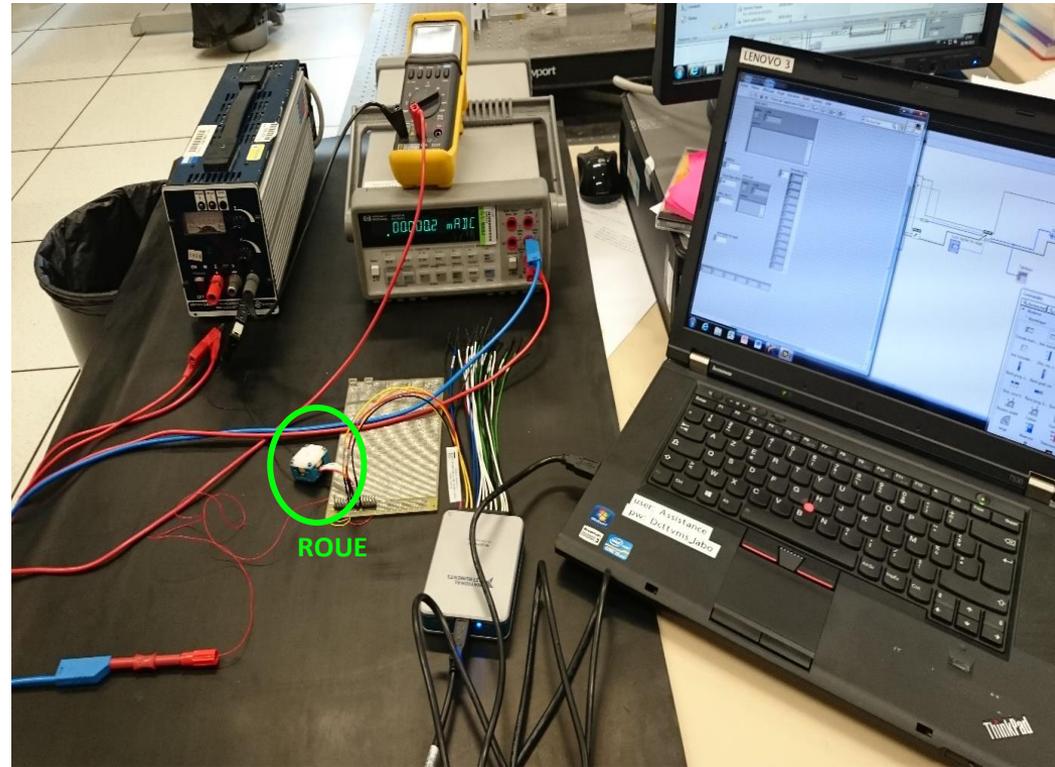
- **Vérification du fonctionnement**
- **Prise en main de l'équipement (mise en œuvre , type d'utilisation, pilotage)**
- **Vérification spécifications (données data sheets)**
- Evaluation de durée de vie sous vide pour cette mission (pas qualification),
- Résistance aux radiations

II. Equipements SCAO

Test d'une roue à réaction

Moyen de test

- Liaison USB/I²C
- Pilotage et acquisition via Labview
- Tests sous air et sous vide



II. Equipements SCAO

Test d'une roue à réaction

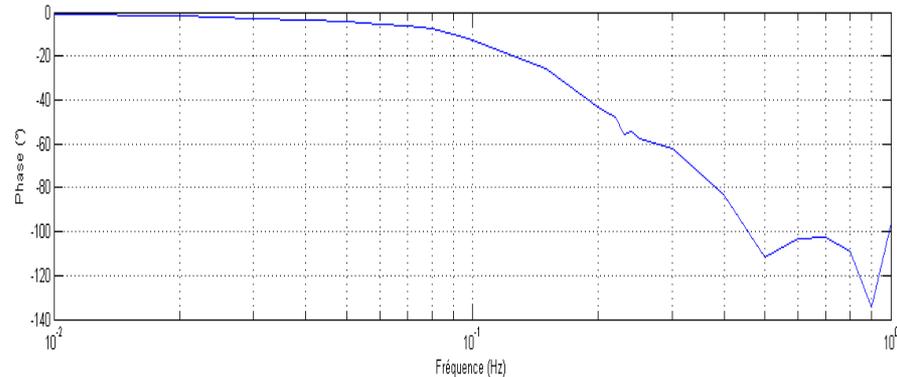
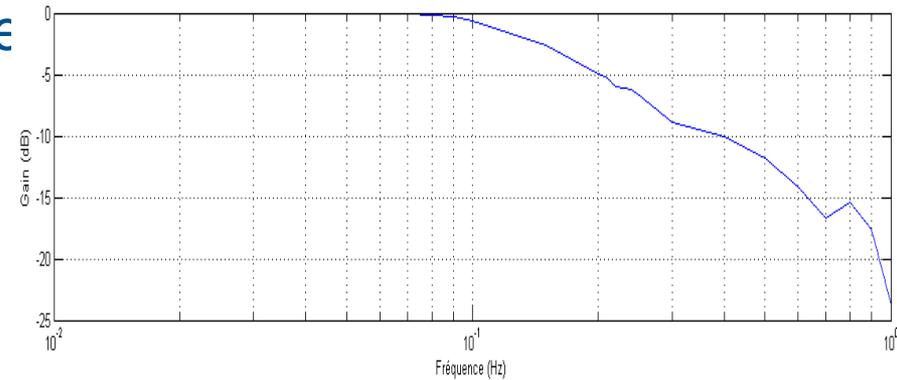
Analyses temporelle et fréquentielle

Analyse temporelle

- Échelons de vitesse
- Vérification des données constructeur
- Zone morte
- Couples de friction et stiction

Analyse fréquentielle

- Consignes sinusoïdales
- Diagramme de Bode



II. Equipements SCAO

Test du senseur stellaire : banc BRAHMS



II. Tests des équipements principaux

Test du senseur stellaire : ciel réel



II. Equipements SCAO

Test du senseur stellaire : ciel réel



II. Equipements SCAO

Discussion !

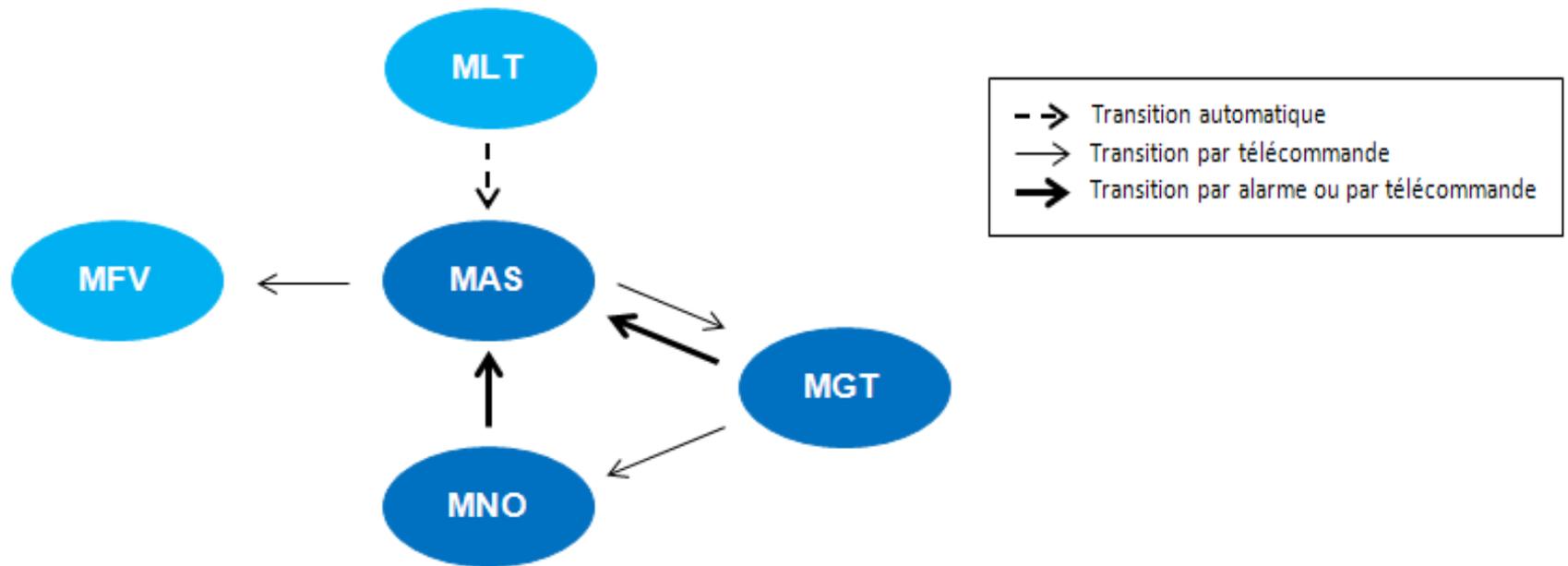
- Faire des tests!!
- Mise en commun des résultats de tests sur les équipements
- Mise en commun de moyen de tests
- Stratégie de calibration sol/vol
- Tests de signe

III. Logiciel SCAO

1. Choix d'une architecture SCAO
(avec conception des lois de commande et de l'estimation)
2. Réalisation d'un simulateur
3. Génération d'un logiciel de vol

III. Logiciel SCAO

Architecture SCAO



- Un mode SCAO = un ensemble d'équipements
→ changement d'équipements = changement de mode

III. Logiciel SCAO

Mode Acquisition/Survie

Objectifs

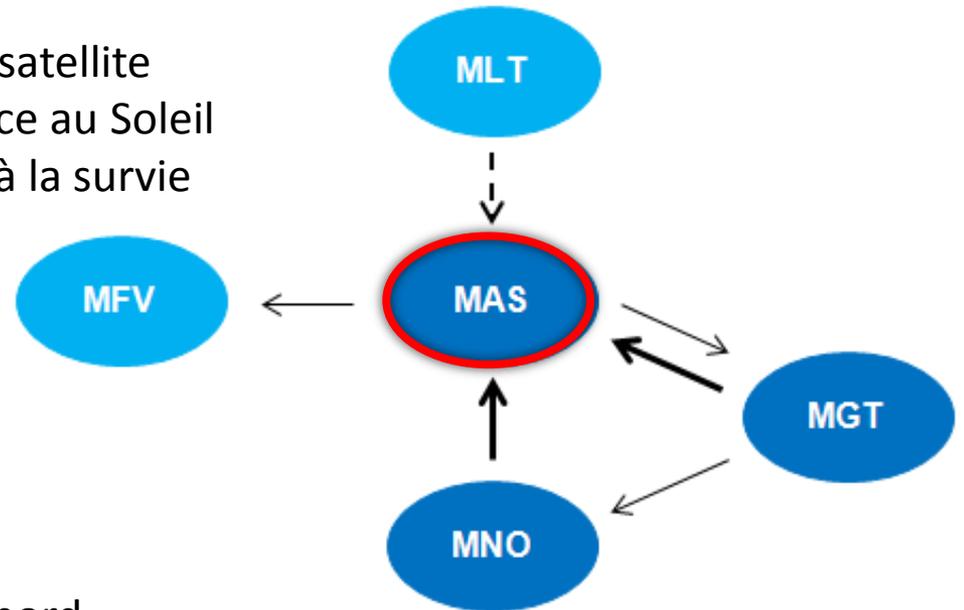
- Réduire la vitesse de rotation du satellite
- Orienter les panneaux solaires face au Soleil
- Mode commun à l'acquisition et à la survie

Equipements

- Magnétomètre
- 3 magnéto-coupleurs

Solution retenue

- Pas d'estimateur, pas de calcul à bord
- Le moins d'équipements possibles
- Loi en Bpoint pour diminuer les vitesses
- Moment cinétique pour orienter de manière robuste le satellite face au soleil



III. Logiciel SCAO

Mode Grossier de Transition

Objectifs

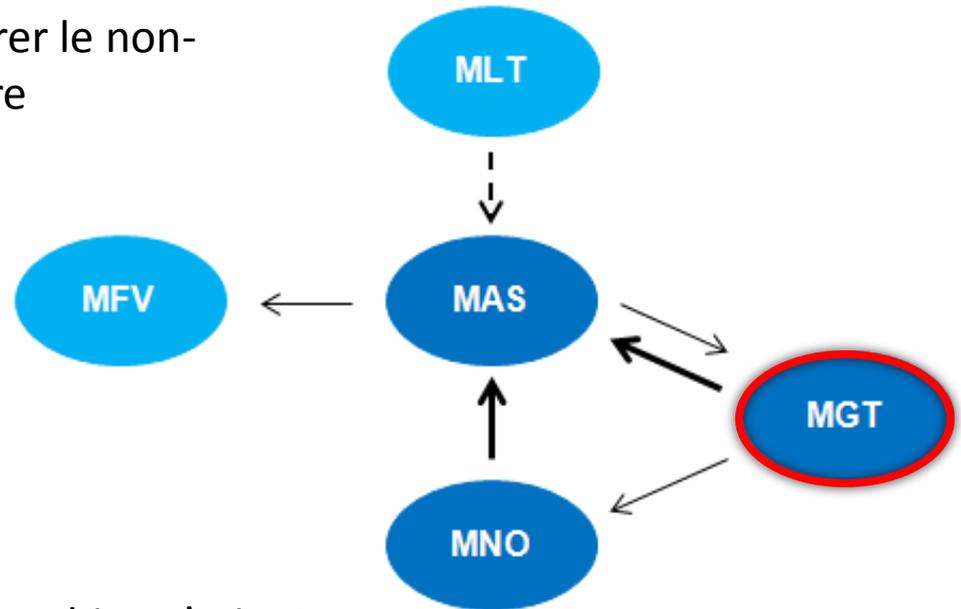
- Assurer la transition entre le MAS et le MNO
- Pointage géocentrique pour assurer le non-éblouissement du senseur stellaire

Equipements

- Magnétomètre
- 3 magnéto-coupleurs
- 1 roue de réaction

Solution retenue

- Contrôle « tout magnétique » pour bien s'orienter par rapport à la direction du champ magnétique
- Moment cinétique embarqué pour créer de la raideur gyroscopique sur l'axe normal au champ magnétique



III. Logiciel SCAO

Mode Normal

Objectifs

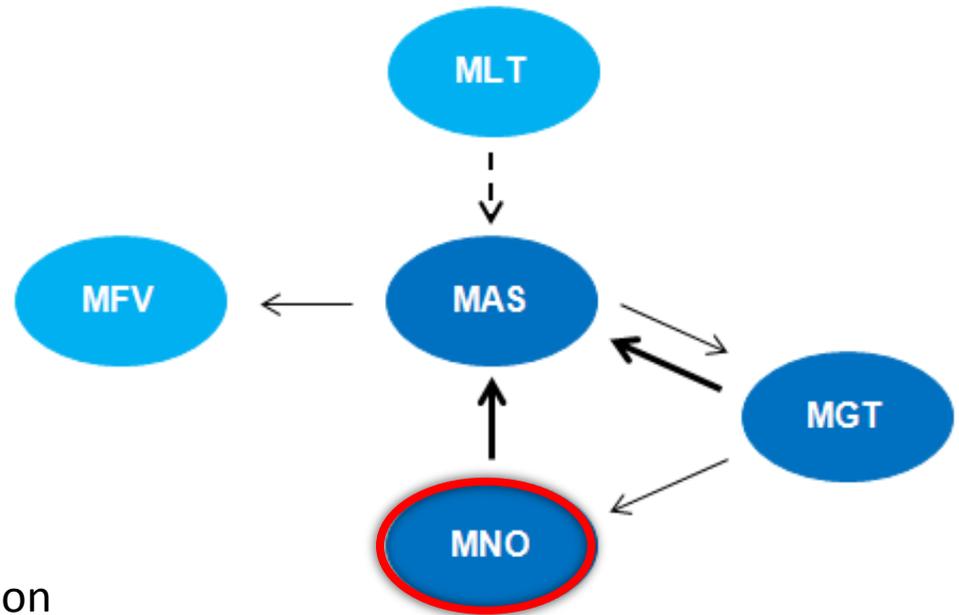
- Assurer le pointage et la stabilité opérationnels

Equipements

- Senseur stellaire
- 3 roues à réaction
- 3 magnéto-coupleurs

Solution retenue

- Contrôle 3 axes par roues à réaction
- Veille, manœuvres, vidage station, prise de vue



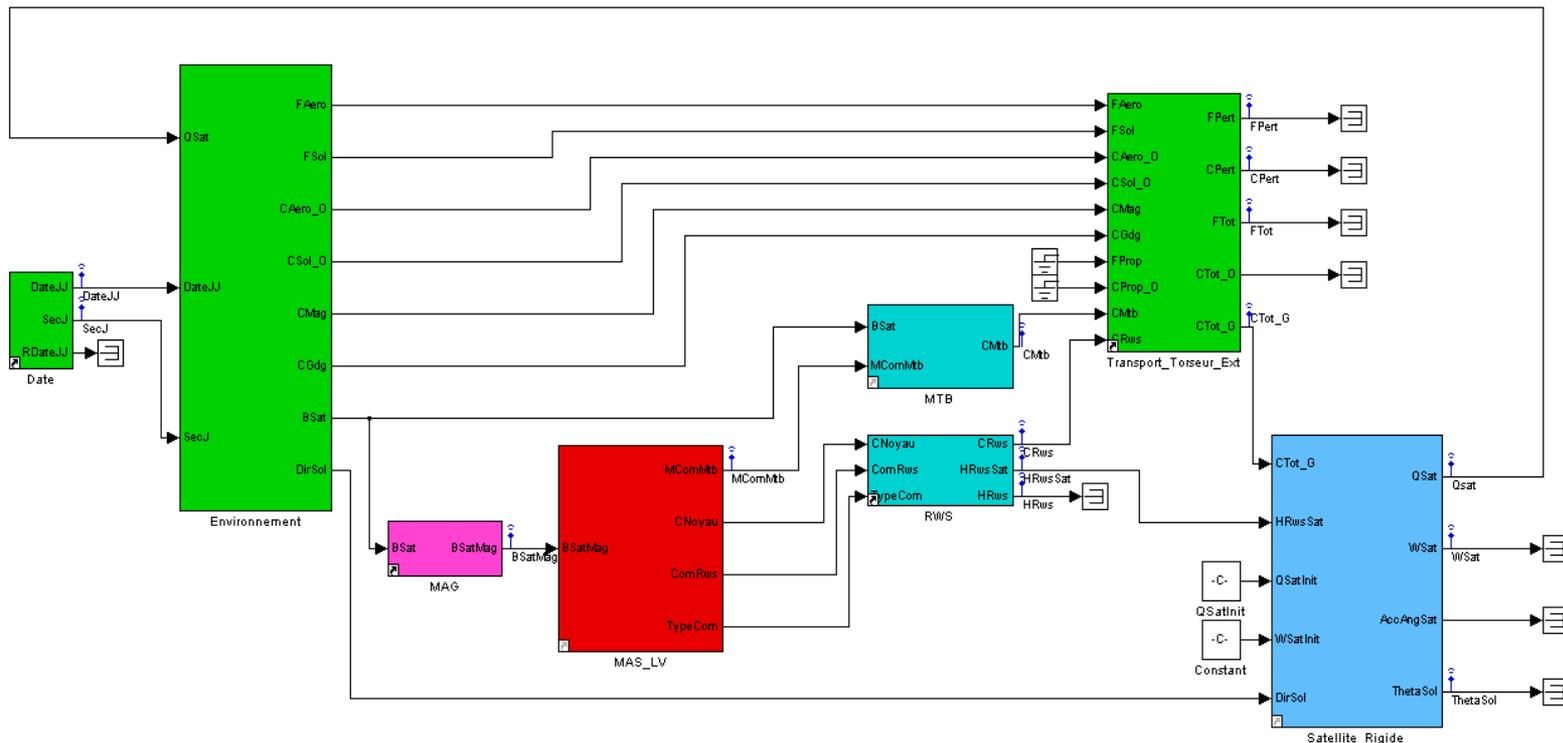
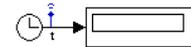
III. Logiciel SCAO

Choix d'une architecture SCAO

- Mode Survie
 - ✓ Robuste (sans PSO, minimum d'équipements)
 - ✓ Tout magnétique, bien validé
 - ✓ Attention à l'utilisation
(commandabilité, time sharing, fréquence)
- Mode Mission
 - ✓ Meilleurs senseurs/actionneurs
 - ✓ Possibilité de recharger en vol (Démo)

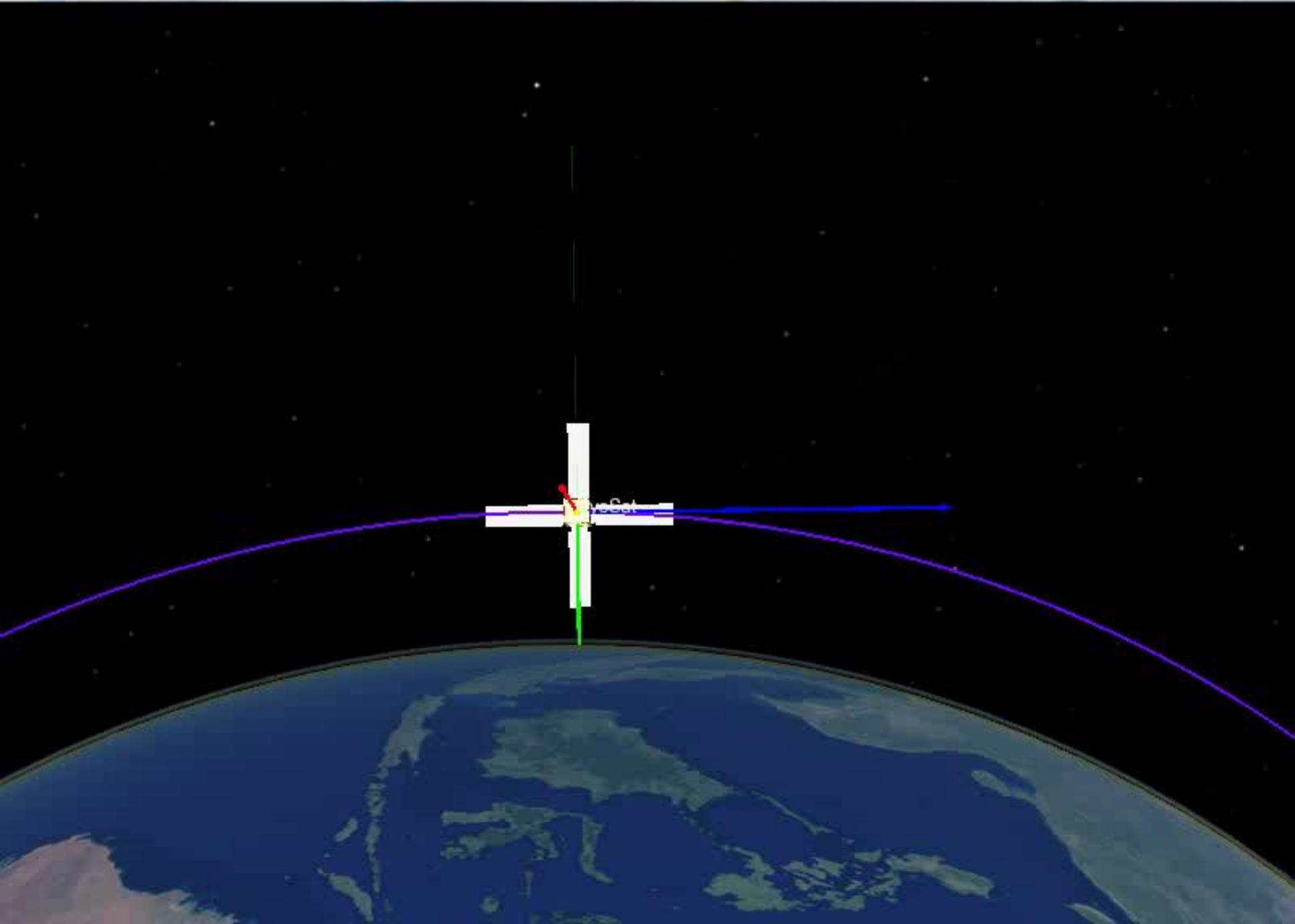
III. Logiciel SCAO

Conception du simulateur SCAO



→ Conception du simulateur

- Matlab/Simulink → génération automatique du code!!
- Validation/Optimisation des lois de commande par balayage
- Tests de performances et d'agilité



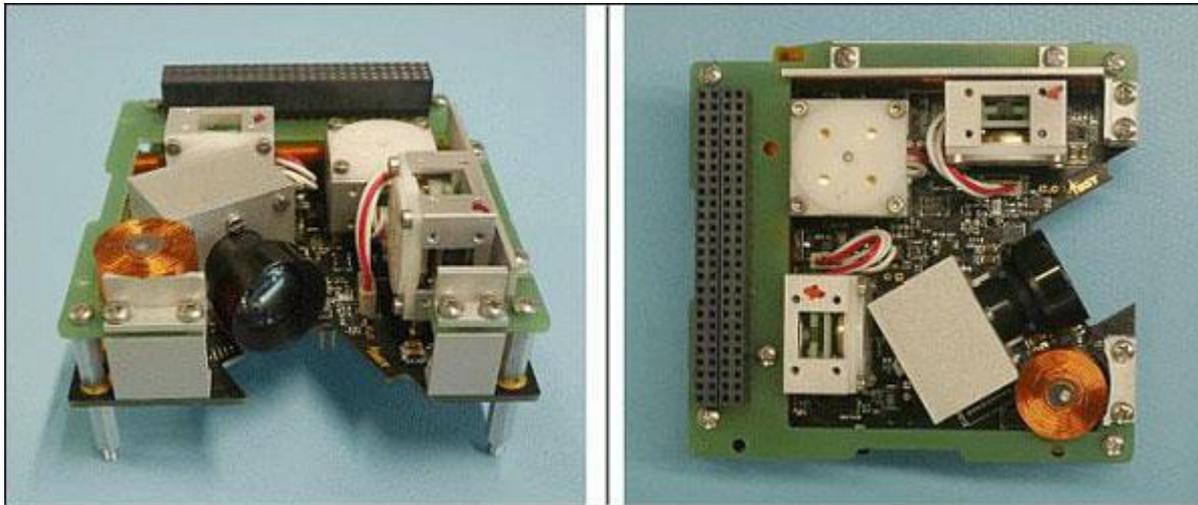
III. Logiciel SCAO

Discussion !

- Conception des algorithmes
(choix de la fréquence, prise en compte des modes souples, des interactions entre les équipements)
- Disposer d'un simulateur représentatif : mise en commun?
(environnement, perturbations)
- Estimation des perturbations magnétiques
- Génération du code à embarquer
- Continuité du travail au sein d'un projet étudiant
(résultats de tests équipements, évolution inerties...)

Discussion !

- Achat d'un SCAO « tout fait » ?



Source : BST

Fin



Merci de votre attention!

N'hésitez pas si vous avez des questions