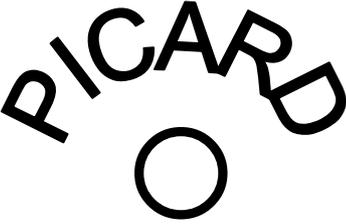


<p><b>OCA</b> <i>Fizeau</i> <i>Cassiopee</i></p>		<p>Référence : PIC-OCA-FM-DI-1.1-01 Edition : 1 Révision : 4 Date : 09/07/2009</p>
--	---	--

<p><b>Micro-satellite PICARD</b></p> <p><b>SODISM II</b></p> <p><b>ADAPTATION DE L'INSTRUMENT</b></p> <p><b>SODISM AU SOL</b></p>
---

	<b>NOM</b>	<b>FONCTION</b>	<b>DATE</b>
<b>PREPARE PAR</b>	<b>FRÉDÉRIC MORAND T. CORBARD A. IRBAH J.P. MARCOVICI G. THUILLIER</b>	<b>INGENIEUR</b>	<b>09/07/09</b>
<b>VU PAR</b>			

## BORDEREAU D'INDEXATION

**TITRE : SODISM II – ADAPTATION DE L'INSTRUMENT SODISM AU SOL**

**AUTEURS : FREDERIC MORAND, T. CORBARD, A. IRBAH, J.P. MARCOVICI, G. THUILLIER**

**MOTS CLES : PICARD, SODISM, SOL**

**RESUME : CE DOCUMENT PRESENTE LES BESOINS SPECIFIQUES ET LES ADAPTATIONS NECESSAIRES DE SODISM (II) POUR LE FAIRE FONCTIONNER AU SOL.**

**ABSTRACT : THIS DOCUMENT OVERVIEWS THE REQUIERED MODIFICATIONS OF SODISM (II) FOR ITS GROUND BASED OPERATION.**

## **DIFFUSION**

LATMOS – groupe projet

OCA

## MODIFICATIONS

EDITION	REVISION	DATE	PAGES MODIFIEES	VISA
1	0	03 fév. 04	Création du document	
1	1	04 jan. 06	Mise à jour évolutions PGCU	
1	2	09 sep. 06	Mise à jour évolution rack de pilotage : choix des amplificateurs, commande/contrôle sur module USB	
1	3	31 mar. 08	Mise à jour liaisons PGCU-PC et logiciel de vol, après réunion S.A. du 26/03/08	
1	4	09 Juil 09	Mise à jour du plan de fréquence mode nominal pour SODISM-2 (TC AI)	

## ACRONYMES

DORaySol	Définition et Observation du RAYon SOLaire
MISolFA	Moniteur d'Images SOLaires Franco Algérien
PREMOS	PREcision Monitor for OScillations measurements
SODISM	SOLar Diameter Imager and Surface Mapper
SOVAP	SOLar VARIability Picard
BNR	Borne Non Régulée
E/S	Entrées/Sorties
ECA	Electronique CAmera
IHM	Interface Homme-Machine
OBC	On Board Computer (sur la plateforme micro-satellite)
PCDU	Power Conditioning and Distribution Unit
PGCU	PICARD électronique Générale de la Charge Utile
PID	Proportionnel Intégral Dérivé
STB	Spécification Technique des Besoins
TC	TéléCommande
TM	TéléMesure
TU	Temps Universel
TS	Temps Sidéral
AC	A Confirmer
AD	A Définir

## REFERENCES

- [1] Spécifications de la mission PICARD – G. Thuillier (document PIC-SA-GT-SP-0.0-101)
- [2] Measurements and long-term changes of the solar diameter, Laclare F, Coin J.P, Delmas C. and Irbah A, *Solar Physics*, 1996, 166, 211-229
- [3] MISolFA : Un moniteur d'images solaires utile à la mission PICARD – A. Irbah & al. (document PIC-SA-DA-DJ-1.1-02)
- [4] STB PGCU (document PIC-SP-5096-V1REV1\_STB\_PGCU\_2.0)
- [5] Plan TM-TC de la charge utile PICARD (document PIC-SP-S-7-PG-5069-SA)
- [6] STB Logiciel de Vol DSP (document PIC-SP-S-7\_PG\_5097-SA-STB)
- [7] PREMOS Electrical Interface Control Document (document PIC-CI-S-7-PR-7004-WRC)

## SOMMAIRE

<b>I-</b>	<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>1</b>
<b>II-</b>	<b>PROBLEMATIQUE GENERALE .....</b>	<b>2</b>
II-1	ATMOSPHERE / VIDE.....	2
II-2	ALTERNANCE JOUR / NUIT.....	3
II-3	INTERFACES SOL .....	3
<b>III-</b>	<b>MECANIQUE ET THERMIQUE.....</b>	<b>3</b>
III-1	CONDITIONNEMENT AU SOL DU TELESCOPE SODISM II .....	4
III-2	MONTURE DE SODISM II .....	5
III-2.1	<i>Mécanique de la monture .....</i>	<i>5</i>
III-2.2	<i>Motorisation .....</i>	<i>7</i>
<b>IV-</b>	<b>ELECTRONIQUE.....</b>	<b>8</b>
IV-1	ARCHITECTURE GENERALE .....	8
IV-1.1	<i>Contexte instrumental de SODISM II .....</i>	<i>8</i>
IV-1.2	<i>Architecture générale de l'électronique de SODISM II.....</i>	<i>9</i>
IV-2	ELECTRONIQUE DE PILOTAGE DE LA MONTURE .....	10
IV-2.1	<i>PC de pilotage .....</i>	<i>10</i>
IV-2.2	<i>Sécurité utilisateur.....</i>	<i>12</i>
IV-2.3	<i>Rack électronique de pilotage.....</i>	<i>12</i>
IV-3	ELECTRONIQUE D'ACQUISITION SODISM II.....	14
IV-3.1	<i>PGCU SODISM II.....</i>	<i>14</i>
IV-3.2	<i>PC d'acquisition.....</i>	<i>15</i>
<b>V-</b>	<b>LOGICIELS.....</b>	<b>16</b>
V-1	LOGICIEL DE PILOTAGE DE LA MONTURE.....	16
V-2	LOGICIEL SODISM II .....	17
V-2.1	<i>Modes de fonctionnement de SODISM II .....</i>	<i>17</i>
V-2.2	<i>Logiciel du PC d'acquisition.....</i>	<i>18</i>
V-2.3	<i>Logiciel du DSP SODISM II.....</i>	<i>19</i>
V-3	FORMAT ET FLOT DES DONNEES SODISM II.....	20
V-4	TRAITEMENT DES DONNEES SOL.....	24
<b>VI-</b>	<b>CONCLUSION .....</b>	<b>24</b>

## I- INTRODUCTION

L'un des objectifs principaux de la mission PICARD (Réf. 1) est de mesurer le diamètre solaire et d'en étudier ses variations temporelles et latitudinales. En effet, les mesures du diamètre solaire effectuées depuis une trentaine d'année, en particulier à l'astrolabe solaire de l'Observatoire de Calern (Observatoire de la Côte d'Azur) présentent des variations apparentes. Celles-ci semblent montrer une anti-corrélation avec l'activité solaire, caractérisée par le nombre de taches (Réf. 2).

Malgré ces corrélations apparentes, certains ont attribué ces variations à des effets atmosphériques. Si l'atmosphère dégrade notablement la qualité des images et est à l'origine d'erreurs de mesures importantes sur le diamètre, il est indéniable aujourd'hui que ces variations sont probablement pour partie d'origine solaire.

Néanmoins, on comprend encore assez mal aujourd'hui comment et à quel point l'atmosphère perturbe la mesure du diamètre au sol (nature des incertitudes et/ou des biais). Il a donc été décidé, dans le cadre de la mission PICARD, d'installer au sol **SODISM II**, réplique de l'instrument de mesure du diamètre solaire SODISM, afin de pouvoir comparer les images obtenues au sol et dans l'espace. D'autre part, pour pouvoir quantifier les effets de la turbulence atmosphérique, il lui est associé un moniteur d'images solaires **MISoIFA** (Réf. 3). Il est apparu naturel d'installer ces deux instruments à l'Observatoire de Calern, qui fournit aujourd'hui la série temporelle de référence la plus longue, et où opère de façon routinière l'instrument de mesure du diamètre solaire DORaySol, successeur de l'astrolabe solaire de Francis Laclare.

Les objectifs de cette composante sol (nommée PICARDSOL) sont les suivants :

- assurer une comparaison des diamètres obtenus dans l'espace et au sol, afin de comprendre l'influence de l'atmosphère sur la connaissance du diamètre solaire,
- quantifier les effets de l'atmosphère, à l'aide de modèles dont les paramètres d'entrée seront fournis par le moniteur de turbulence MISOLFA, et ainsi améliorer la précision des mesures de diamètre au sol,
- comparer les mesures de diamètre obtenues par SODISM II et DORaySol, afin d'identifier les éventuels biais des deux méthodes et de connecter les mesures faites par SODISM (I et II) à la série historique
- poursuivre les mesures après la fin de la mission satellite PICARD, avec une précision au sol améliorée, et en connexion avec les séries de mesure faites avec les instruments du type DORaySol (réseau R2S3)

D'autre part, la présence de SODISM II au sol permettra également, durant la mission du satellite, d'avoir un banc de test immédiatement opérationnel pour tester les modifications logicielles nécessaires ou identifier et résoudre plus facilement les problèmes qui pourraient survenir à bord du satellite.

Cependant, SODISM est un instrument conçu pour fonctionner dans l'espace, sur une plateforme microsatellite. Son installation au sol ne va pas sans imposer un certain nombre de contraintes supplémentaires et d'adaptations. C'est l'étude de ces contraintes et adaptations qui fait l'objet de ce document.

## II-PROBLEMATIQUE GENERALE

L'étude de l'adaptation au sol de SODISM II s'est faite en ayant pour guide les deux objectifs généraux suivant :

- SODISM II doit rester la copie la plus conforme possible de SODISM I et dans la mesure du possible, ses différents éléments ne doivent pas être modifiés. SODISM II doit en effet rester un modèle susceptible de voler,
- SODISM II doit travailler dans des conditions de fonctionnement les plus similaires possibles à celles de SODISM I.

La réalisation du premier objectif ne présente pas de difficultés majeures : l'instrument SODISM II sera en tous points identique à SODISM I ; seules quelques adaptations mineures au niveau des interfaces avec l'extérieur seront nécessaires (voir II-3)

Le deuxième objectif est plus difficile à atteindre. Si certains aspects sont rendus plus aisés par une installation au sol (maintenance plus facile, pas de risques liés au lancement -et ainsi tolérances de fabrication plus lâches-, ...), d'une manière générale, les conditions environnementales sont très différentes et la présence de l'atmosphère induit de nombreuses contraintes et adaptations supplémentaires.

Pour mener à bien l'adaptation de SODISM au sol, il a donc été nécessaire de faire une revue des différences avec l'Espace et des contraintes qu'elles imposent. Elles se regroupent en trois grandes classes, présentées ci-après.

### II-1 ATMOSPHERE / VIDE

La présence au sol de l'atmosphère terrestre modifie notablement l'environnement dans lequel SODISM II va fonctionner par rapport à SODISM I, qui évoluera dans le vide spatial :

- SODISM est conçu pour fonctionner dans le vide ; il est donc nécessaire d'enfermer l'instrument dans une enceinte à vide,
- les conditions thermiques au sol sont très différentes de celles de l'Espace : le radiateur ne verra plus une température très basse et constante, mais des températures fluctuantes au cours de la journée et de l'année, et proches de la température de fonctionnement de l'instrument. Une régulation thermique spécifique au sol est donc à mettre en œuvre,
- la météo, changeante, peut perturber le flot de donnée et donc le modifier ; elle réduit ainsi la possibilité d'automatisation systématique des procédures d'observation,
- la réfraction différentielle aplatit l'image du Soleil selon la direction verticale ; une correction des diamètres obtenus est donc nécessaire au sol,
- la turbulence atmosphérique perturbe énormément les images et la qualité des mesures. Cela rendra probablement certaines images inexploitable ; d'autre part certains algorithmes de traitement spécifiques, prenant en compte les paramètres de la turbulence, devront être utilisés (algorithmes dont les paramètres d'entrée seront fournis par le moniteur d'images solaires MISolFA),
- la transmission de l'atmosphère, qui est nulle dans l'ultraviolet, interdit l'utilisation de certaines longueurs d'onde sur SODISM II. Seules les longueurs d'onde 393 nm, 536.7 nm, 607 nm et 782 nm pourront être utilisées au sol.

## II-2 ALTERNANCE JOUR / NUIT

L'alternance jour/nuite, due à la rotation de la Terre de laquelle SODISM II est solidaire, interdit une observation continue du Soleil. Elle génère en quelque sorte de longues périodes d'éclipses dont la durée est variable au cours de l'année. Cela a deux conséquences importantes sur le fonctionnement de SODISM II :

- le flot de données est modifié et en l'occurrence réduit. L'acquisition des données doit se faire de façon discontinue (mais prévisible, comme pour les éclipses de SODISM I). Pour compenser cette réduction, une augmentation de la fréquence d'acquisition au sol est souhaitable,
- un régime de « veille spécifique » durant la nuit doit être mis en place.

## II-3 INTERFACES SOL

SODISM I est intégré sur la plate-forme microsatellite Myriade. Au sol, SODISM II doit retrouver les fonctionnalités offertes par cette plate-forme (fourniture d'énergie, déplacement, ...). Si les besoins sont les mêmes, les interfaces sont naturellement très différentes :

- la plate-forme du satellite doit être remplacée par une monture stable, capable de supporter l'instrument, de lui faire pointer, puis suivre le Soleil au cours de la journée. Cette monture et l'instrument doivent être abrités dans un bâtiment, qu'il faut donc construire.
- les alimentations électriques sont différentes, sujettes à coupures, et sensibles à la foudre : les alimentations doivent être sauvegardées (onduleurs) et une protection supplémentaire est nécessaire pour éviter des dégâts.
- l'interface d'entrée-sortie des données est simplifiée (pas d'antenne de réception radio nécessaire, transfert de données possible à n'importe quel instant, ...) mais elle est différente.

La suite de ce document présente les solutions retenues (ou envisagées) pour répondre à ces besoins particuliers au sol, dans les différents domaines techniques : mécanique et thermique, électronique, logiciels.

## III- MECANIQUE ET THERMIQUE

Les contraintes de l'exploitation de SODISM au sol mentionnées précédemment conduisent sur les plans mécanique et thermique à deux réalisations essentielles :

- il faut placer le télescope SODISM II dans une boîte étanche, munie d'un hublot transparent à l'une de ses extrémités, et à l'intérieur de laquelle règne le vide. Cette boîte doit aussi assurer la régulation thermique de l'instrument
- il faut réaliser une monture permettant de recevoir cette boîte et d'assurer les mouvements de pointage et de suivi du soleil au cours de la journée

Pour accueillir ces éléments, la construction d'un bâtiment a été nécessaire. Ce bâtiment est constitué d'une plate-forme recevant les deux instruments SODISM II et MISolFA. Cette plate-forme est protégée par un toit roulant mobile qui permet d'abriter les instruments. Un local fermé attenant à la plate-forme permet d'abriter les ordinateurs et autres éléments électroniques assurant le contrôle de l'ensemble des instruments



Fig. 1 Bâtiment PICARDSOL  
( SODISM II à gauche ; MISOLFA à droite)

### III-1 CONDITIONNEMENT AU SOL DU TELESCOPE SODISM II

Le télescope SODISM II sera donc installé dans une **boîte étanche** de dimensions extérieures maximales 320 \* 350 \* 700 mm. La plus petite dimension est contrainte par l'entraxe à l'intérieur du berceau de la monture (voir III-2). La forme exacte de la boîte est **AD**. L'un des petits côtés de cette boîte devra être muni d'un **hublot** de qualité optique.

SODISM II sera fixé à l'intérieur de la boîte par l'intermédiaire d'une plaque d'interface (**AD**), à l'aide de ses bipodes.

La porte d'entrée de SODISM II, inutile au sol, devra être retirée ; les mécanismes correspondants devront être démontés ou neutralisés.

Cette boîte étanche devra être maintenue sous **vide** (qualité du vide **AD**) pour permettre à SODISM II de fonctionner dans un environnement similaire à SODISM I. L'installation d'une **pompe à vide** sera donc nécessaire. Elle pourra trouver sa place sous la plate-forme (un logement et un accès ont été prévus sous le bâtiment)

L'instrument SODISM II doit être maintenu à une température de 20° C pour les éléments optiques et mécaniques, le CCD étant lui refroidi à une température de -40°C.

L'environnement de SODISM II ne sera pas stable en température au cours de la journée. De plus, les conditions de températures sont différentes selon les saisons. Il faut donc concevoir un système de régulation thermique qui soit opérationnel avec des températures ambiantes de -5°C à 30°C (amplitude thermique moyenne à l'Observatoire de Calern)

Il est donc envisagé d'utiliser une plaque maintenue à la température de 15° (**AC**), sur laquelle viendront se fixer les drains thermiques provenant des différents éléments de SODISM. Cette plaque sera régulée en température par un système thermique à base d'éléments Peltier et/ou

d'une circulation de liquide (AD). Il faudra veiller à ne pas évacuer la chaleur au voisinage du hublot d'entrée de la boîte étanche.

Un refroidissement du hublot sera peut-être nécessaire (AD).

Une étude thermique complète de ce système de régulation est à mener.

### III-2 MONTURE DE SODISM II

La conception de la monture SODISM II s'est faite autour de la possibilité de récupérer les éléments mécaniques et électromécaniques d'un télescope existant. L'Observatoire de la Côte d'Azur disposait d'un télescope à monture alt-alt (monture à berceau horizontal), doté d'une motorisation de précision lui permettant à la fois un pointage fin et un suivi d'une grande stabilité.

Malheureusement, la monture alt-alt génère de la rotation de champ, ce qui rend plus complexe le repérage de l'orientation du Soleil sur la caméra. Il a donc été décidé de récupérer le berceau, les blocs-moteur des deux axes et leur mécanique, et de transformer le tout en monture **équatoriale** à berceau, à l'intérieur duquel sera fixée la boîte étanche contenant SODISM II. Ainsi l'orientation du Soleil sur la caméra sera constante au cours de la journée

Les spécifications pour cette monture sont les suivantes :

- précision de pointage meilleure que 2 minutes d'arc en absolu
- précision de suivi meilleure que 10 secondes d'arc sur une minute

Le pointage fin pourra être assuré par un contrôle direct sur une image du Soleil (mode « image test » du DSP). La précision de suivi requise permet de rester dans la dynamique de correction par le mouvement du primaire de SODISM.

#### III-2.1 Mécanique de la monture

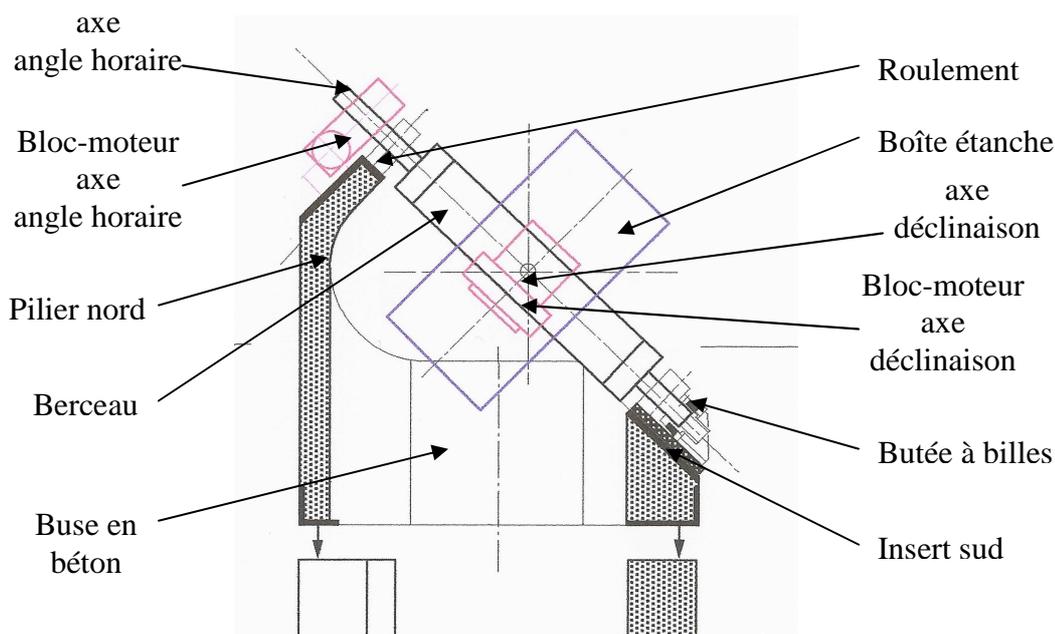


Fig. 2 Schéma mécanique de la monture SODISM II

La structure de la monture est constituée d'une **buse en béton** armé, de forme au sol octogonale, comportant sur son côté nord un **pilier** qui porte à son extrémité un insert métallique, dont le plan fait un angle de  $43.5^\circ$  avec l'horizontale (latitude de Calern). Le côté sud reçoit lui aussi un insert métallique d'orientation identique. L'insert sud porte une **butée à billes** et l'insert nord un **roulement à billes**, qui reçoivent chacun un bout d'axe matérialisant l'axe d'angle horaire. Ces deux bouts d'axe portent le berceau (voir figure 2). L'axe d'angle horaire est motorisé par un **bloc-moteur** (voir III-2.2) fixé sur la partie supérieure du pilier nord. Un système de **butées de fin de course** fixées sur l'axe, autorise une rotation totale de  $200^\circ$  (un peu plus d'un demi-tour)

Le berceau porte au milieu de ses grands côtés deux roulements portant chacun un axe court à l'extrémité duquel, à l'intérieur du berceau, se trouve un flasque sur lequel doit venir se fixer la **boîte étanche** contenant SODISM II. L'un de ces axes reçoit, fixé à l'extérieur du berceau, le **bloc moteur** qui permet d'assurer la rotation de la boîte étanche (axe de déclinaison) (voir figure 2). Un système de **butées de fin de course** fixées sur l'axe autorise une rotation totale de  $140^\circ$  du tube (un peu moins d'un demi-tour, le mouvement de déclinaison étant limité par l'encombrement de la boîte à l'intérieur du berceau).

La figure 3 montre la monture SODISM II implantée dans son bâtiment à l'Observatoire de Calern. La boîte étanche de SODISM II est matérialisée par un volume en bois de dimensions identiques.



Fig. 3 La monture SODISM II

### III-2.2 Motorisation

Chacun des deux axes du télescope est motorisé par un module bloc-moteur (les deux modules sont parfaitement interchangeables) comprenant :

- une roue dentée de 180 dents, fixée sur l'axe considéré,
- une vis sans fin (dite *vis tangente*), permettant d'entraîner la roue dentée. Un système presseur à ressorts, qui permet d'engager la vis tangente à fond de filet dans la roue dentée, ainsi qu'un ressort hélicoïdal enroulé sur l'axe, permettent d'assurer le rattrapage de jeu dans l'accouplement,
- un moteur à courant continu ARTUS T-2171 entraînant la vis tangente à l'une de ses extrémités,
- une génératrice tachymétrique TG-2179B, accouplée directement sur l'axe moteur, permettant de fournir l'information de vitesse de rotation du moteur,
- un codeur incrémental *Heidenhain ROD 250 et son module d'interpolation EXE 602D* (72000 points par tour après interpolation) à l'autre extrémité, assurant le codage en position angulaire de la vis tangente,
- un repère constitué d'un ergot métallique solidaire de l'axe de la roue dentée qui, associé à un détecteur de proximité inductif fixé sur le bâti, fournit un zéro de position absolu pour l'axe.

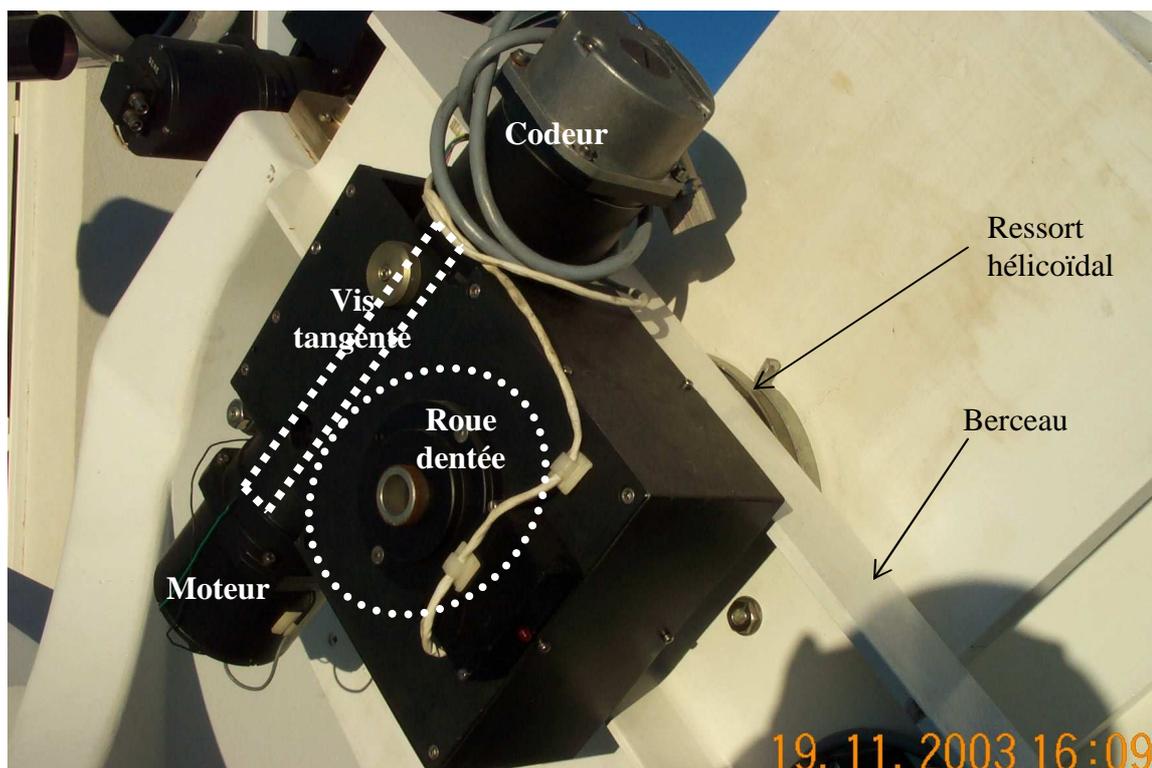


Fig. 4 Bloc-moteur d'entraînement des axes (ici axe de déclinaison)

## IV- ELECTRONIQUE

### IV-1 ARCHITECTURE GENERALE

#### IV-1.1 Contexte instrumental de SODISM II

SODISM II a pour objectif de comparer les mesures du diamètre solaire obtenues avec le même instrument dans l'espace et au sol, afin de comprendre l'influence de l'atmosphère sur ces mesures et de permettre ainsi d'améliorer leur précision au sol. Pour quantifier les effets atmosphériques, SODISM II sera accompagné du moniteur d'images solaires MISolFA. Ces deux instruments seront installés sur le site de Calern, à l'Observatoire de la Côte d'Azur.

Du point de vue électronique et informatique, SODISM II s'intègre donc dans un ensemble plus grand comprenant l'instrument MISolFA. L'ensemble de ces deux instruments forment le segment PICARDSOL.

L'objectif à atteindre est qu'un seul opérateur puisse faire fonctionner les deux instruments simultanément. Cela passe par une automatisation complète des instruments SODISM II et MISolFA.

L'architecture informatique et électronique générale de l'ensemble des instruments est présentée figure 5.

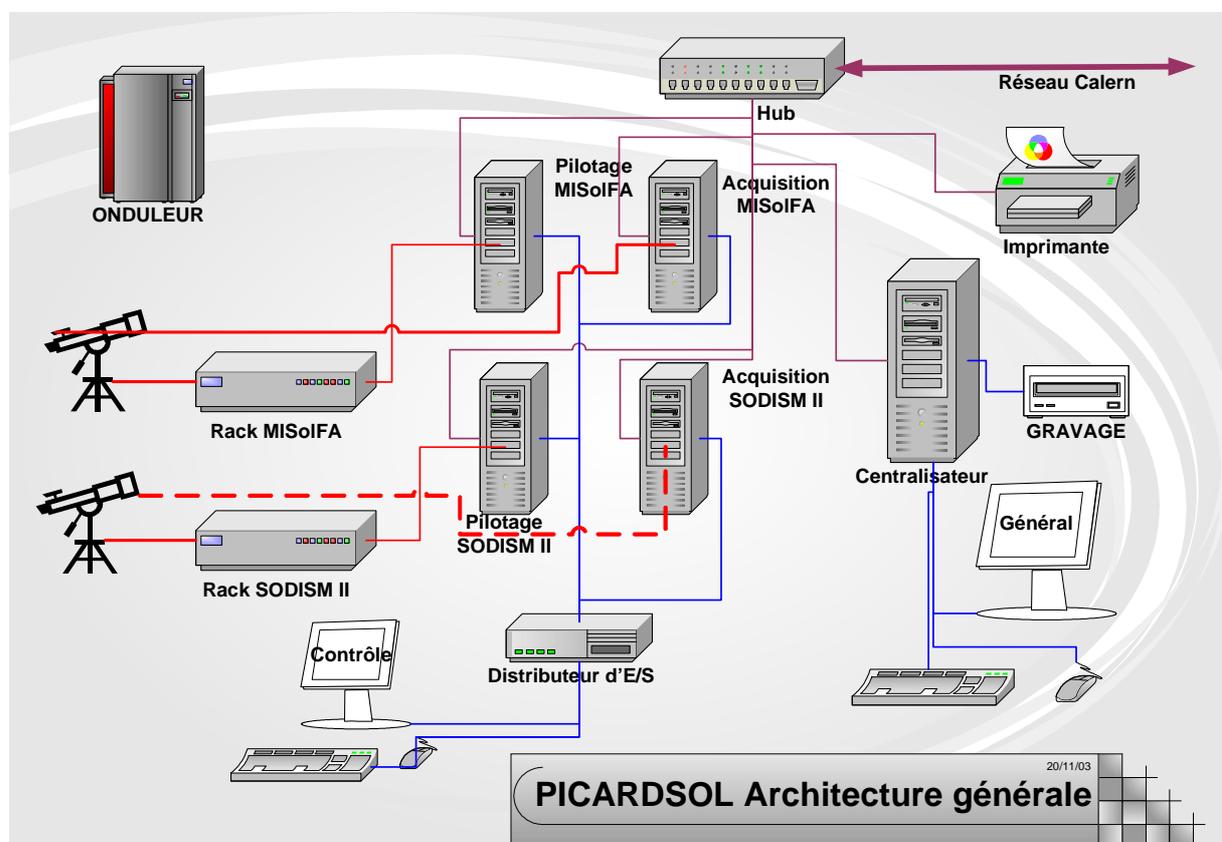


Fig. 5 Architecture informatique et électronique générale de PICARDSOL

La structure informatique de chacun des deux nouveaux instruments (SODISM II et MISolFA) est similaire. On trouve :

- un PC dit de **pilotage**, relié à un rack électronique, le tout commandant le déplacement du télescope (et d'autres actuateurs pour l'instrument MISolFA)
- un PC dit **d'acquisition**, commandant la partie « scientifique » de l'instrument (boîte focale de MISolFA, SODISM II)

Ces quatre ordinateurs sont reliés entre eux (et avec l'extérieur) par des liaisons ethernet (protocole standard TCP/IP).

Ils fournissent tous à un autre PC, dit **centralisateur**, toutes les informations essentielles à l'observateur pour le contrôle de l'ensemble des instruments. Ce centralisateur reçoit en outre les informations provenant de l'instrument DORaySol. L'observateur, via le centralisateur, peut également envoyer des commandes aux différents PCs.

Enfin, une console (écran + clavier + souris) est partagée, par l'intermédiaire d'un distributeur d'entrées/sorties, entre les quatre premiers PCs à des fins de diagnostic et d'intervention en cas de pannes ou de problèmes.

Nous allons maintenant nous intéresser à la partie spécifique à l'instrument SODISM II

## IV-1.2 Architecture générale de l'électronique de SODISM II

L'électronique de SODISM II s'articule donc autour de deux éléments principaux :

- l'**électronique d'acquisition** :  
**!!!! A COMPLETER PAR LE LATMOS !!!!**
- l'**électronique de pilotage** : elle comprend un PC de pilotage, qui assure la commande des deux moteurs d'axes de la monture. Il est relié à un rack électronique de pilotage par l'intermédiaire d'une carte d'axes PMAC et d'une liaison série sur bus USB2. Ce rack assure l'interface de puissance (amplification) avec les moteurs, ainsi que le contrôle des alimentations et la gestion des sécurités.

Ces deux ordinateurs communiquent entre eux via une liaison ethernet, au moyen de phrases ASCII (voir V-1)

Un synoptique général de cette architecture est présenté figure 6.

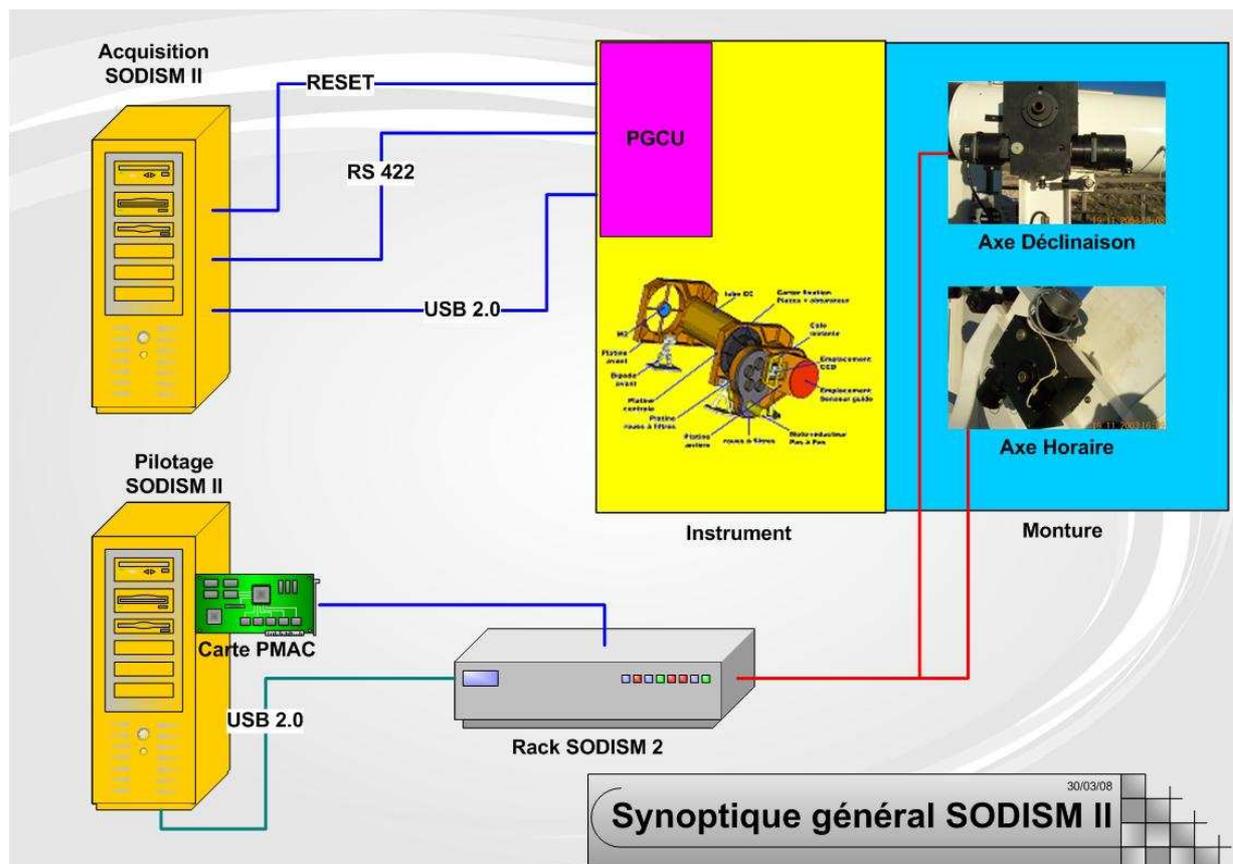


Fig. 6 Synoptique général de l'électronique SODISM II

Les deux parties qui suivent s'attachent à décrire de manière plus approfondie les électroniques de pilotage et d'acquisition

## IV-2 ELECTRONIQUE DE PILOTAGE DE LA MONTURE

### IV-2.1 PC de pilotage

#### IV-2.1.1 Commande des moteurs

Le composant principal du PC de pilotage est donc la carte de contrôle d'axe PMAC lite, fabriquée par la société américaine *DeltaTau* et distribuée par *Jambrun Automation* en France.

Cette carte permet de piloter 4 moteurs synchrones ou à courant continu simultanément. Elle dispose de mémoire et d'une intelligence locale (DSP 56001) qui lui permettent d'assurer la gestion complète en temps réel de l'asservissement des 4 moteurs : lecture des codeurs, calculs des vitesses et de la boucle d'asservissement numérique (asservissement PID), génération des rampes d'accélération et de décélération, gestion des fins de courses, recherche des zéros, asservissement en position d'arrêt.

La carte est connectée au fond de panier du PC et communique avec lui par l'intermédiaire d'une DLL fournie par le constructeur (voir V-1)

Les voies de la carte sont affectées de la façon suivante :

- voie 1 : moteur d'axe d'angle horaire
- voie 2 : moteur d'axe de déclinaison

Les deux autres voies de la carte ne sont pas utilisées

Pour chacune des voies, on dispose des signaux suivants :

- un signal DAC +/- 10 V de commande de l'ampli correspondant
- un signal de validation de l'ampli correspondant
- des signaux codeurs (2 signaux carrés en quadrature et leurs compléments)
- un signal de zéro (axe et/ou codeur)
- deux signaux de fin de course
- un signal d'alarme ampli (sécurité thermique et/ou défaut)

On trouve également, en sortie de la carte quelques tensions de référence (+5V ; +/-12V ) et quelques signaux logiques, qui ne sont pas utilisés.

L'ensemble de ces signaux est acheminé vers le rack électronique de pilotage via un câble en nappe à 60 voies.

#### ***IV-2.1.2 Contrôle des alimentations***

Afin de garantir la sécurité électrique de l'instrument et de pouvoir intervenir en cas d'anomalie, l'ensemble des alimentations du rack de pilotage est contrôlé par le PC de pilotage :

- d'une part, la mise en route ou l'arrêt de chaque alimentation est contrôlé par un relais statique commandé par le logiciel de pilotage,
- la fourniture de la tension secteur au rack est elle aussi contrôlée par un relais statique,
- d'autre part, chaque tension d'alimentation est mesurée en permanence

Les commandes des relais et la lecture des tensions sont réalisées par l'intermédiaire d'un module d'entrées/sorties sur bus USB [voir plus loin]

#### ***IV-2.1.3 Raquette de commande***

La monture de SODISM II est munie d'une raquette de commande permettant de prendre le contrôle manuel des deux axes pour effectuer des corrections ou un pointage manuel.

Cette raquette dispose de 6 boutons :

- 2 pour le mouvement en angle horaire (+ et -)
- 2 pour le mouvement en déclinaison (+ et -)
- 1 commutateur automatique / manuel
- 1 commutateur vitesse lente / vitesse rapide

Les 6 signaux correspondants sont des signaux logiques TTL, qui sont lus par le module USB mentionné ci-dessus pour le contrôle des alimentations, et transmis au PC de pilotage qui prend en compte les corrections de mouvement.

## IV-2.2 Sécurité utilisateur

Pour assurer la sécurité de l'utilisateur et de l'instrument, deux boutons d'arrêt d'urgence sont installés sur le système et coupent l'alimentation secteur du rack de pilotage, provoquant ainsi l'arrêt instantané de tous les actionneurs mécaniques.

L'un de ces boutons est situé près du télescope ; l'autre bouton est placé dans la salle de contrôle, près de l'ordinateur de pilotage de l'instrument.

## IV-2.3 Rack électronique de pilotage

Le rack électronique de pilotage a donc pour fonction de fournir la puissance aux moteurs qui assurent les mouvements des différents mécanismes, à savoir :

- l'axe d'angle horaire
- l'axe de déclinaison

Ces deux axes sont strictement identiques d'un point de vue électronique.

Cette électronique se présente sous la forme d'un rack de dimensions standards (19 pouces, hauteur 3U), connecté au PC comme indiqué précédemment. La figure 7 propose un synoptique du contenu de ce rack.

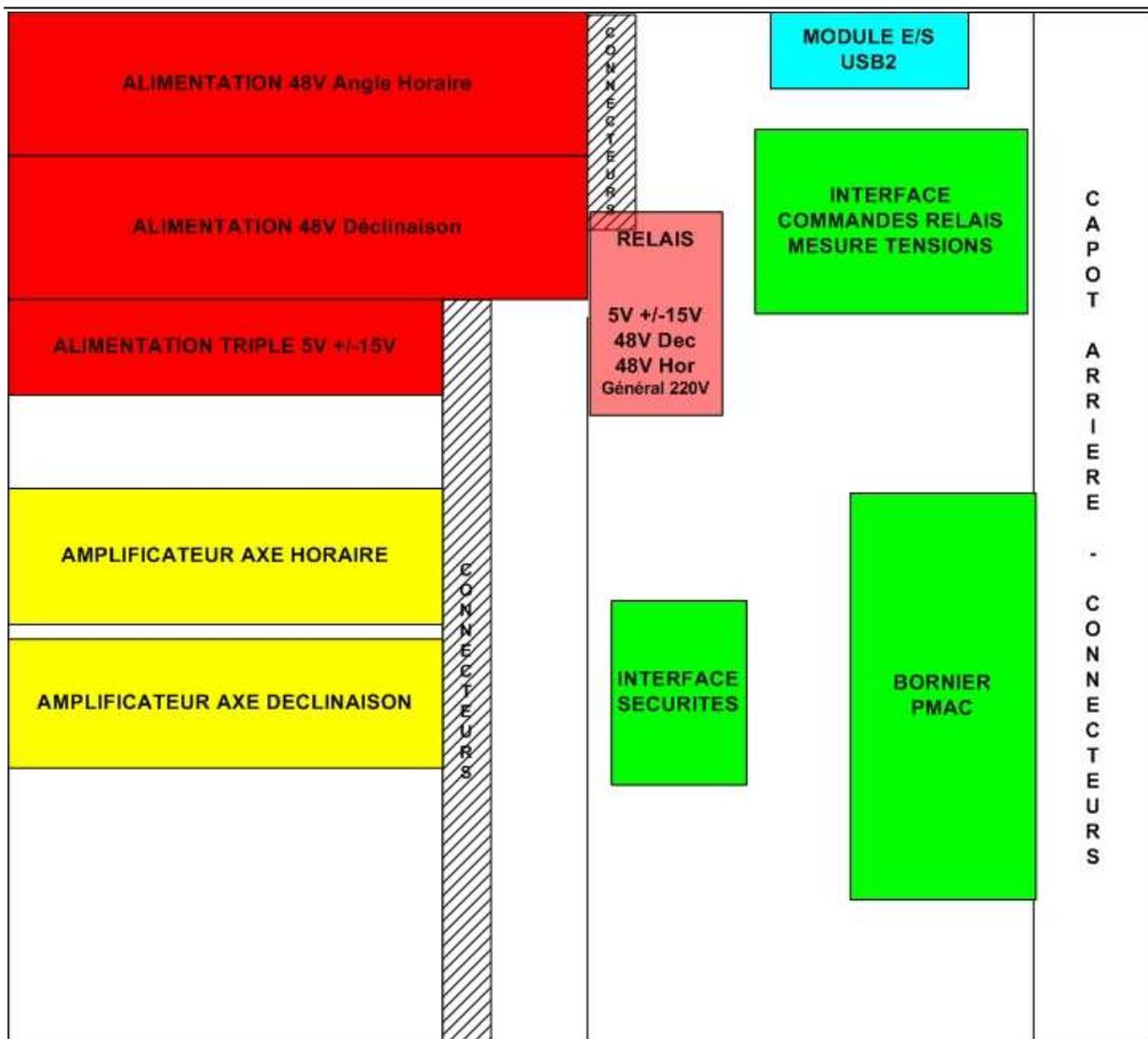


Fig. 7 Synoptique du rack électronique de pilotage SODISM II

On y trouve :

- deux **amplificateurs** de puissance 50V / 4A MIDL 504 de Midi Ingénierie, recevant en entrée un signal de consigne +/- 10V et un signal provenant d'une génératrice tachymétrique, permettant de commander un asservissement en boucle de vitesse. Ces amplis reçoivent directement et gèrent de façon hard les signaux de fins de course, ils acceptent un signal de validation, et délivrent un signal d'erreur en cas de dysfonctionnement. Ces deux amplis commandent respectivement le moteur de l'axe horaire et le moteur de l'axe de déclinaison,
- deux **alimentations** 48V / 4A fournissant la puissance aux amplificateurs,
- une **alimentation** basse tension (5V ; +/-15V) fournissant les alimentations des codeurs, des interrupteurs de fin de course mécaniques, des détecteurs de proximité et des signaux de validation et d'erreur.

On trouve également :

- un **bornier** permettant de recevoir le câble en nappe à 60 voies provenant de la carte **PMAC** et de le distribuer sur des bornes à vis afin de faciliter la connexion avec :
  - o les amplificateurs (signaux de commande, de validation, de défaut)
  - o les codeurs
  - o les fins de courses et les zéros
  - o les alimentations des DACs (+/- 15V)
- un **module « d'interface sécurités »** permettant d'assurer, entre la carte PMAC et les amplificateurs, l'adaptation d'impédance des signaux de validation et de défaut des amplificateurs, des entrées de fins de courses mécaniques et des détecteurs de proximité (zéros axes).
- un **module d'entrées/sorties sur bus USB2** National Instrument USB 6008, disposant de 8 voies d'E/S analogiques et 12 voies d'E/S numériques qui permet de gérer les relais statiques de commande des alimentations [voir ci-après], la lecture des signaux provenant de la raquette de commande du télescope et la mesure des tensions délivrées par les alimentations [voir ci-après]
- **4 relais statiques de commande des alimentations**, qui contrôlent la mise en route et l'arrêt de :
  - o l'alimentation générale du rack (220 V secteur)
  - o les deux alimentations 48V
  - o l'alimentation triple (5V ; +/- 15V)
- un **module « d'interface alimentations »** permettant :
  - o d'assurer l'adaptation d'impédance entre les sorties numériques du module USB 6008 et le circuit de commande des relais statiques,
  - o d'assurer l'isolation galvanique, au moyen d'opto-coupleurs analogiques, entre les alimentations du rack et les entrées analogiques du module USB 6008,
  - o d'assurer l'interface électrique entre une sonde LM35 et une entrée analogique du module USB, afin de contrôler la température du rack.

C'est également sur ce module que les boutons d'arrêt d'urgence coupent l'alimentation secteur lorsque l'un des deux est enfoncé.

**NOTE** : En pratique, le rack de pilotage de SODISM II est câblé rigoureusement de la même façon que celui de MISOLFA [réf 3]. Seuls les éléments de puissance (alimentations et amplificateurs) inutiles pour le pilotage de SODISM II ne sont pas installés.

De cette façon, les deux racks sont permutables très rapidement en cas de panne de l'un d'eux.

## IV-3 ELECTRONIQUE D'ACQUISITION SODISM II

### IV-3.1 PGCU SODISM II

Le PGCU de SODISM II sera le plus identique possible à celui de SODISM I (Réf. 4). Aucune modification des cartes ne devra être effectuée.

L'OBC (On Board Computer) de la plateforme satellite sera remplacé dans ses fonctionnalités par le PC d'acquisition. Les signaux échangés avec le PGCU SODISM II ne seront pas exactement identiques à ceux de SODISM I mais utiliseront des lignes matérielles existantes. Ainsi, même si le protocole d'échange sera quelque peu différent, il n'induera aucune modification matérielle de la carte DSP et ne demandera aucune reprogrammation des FPGA de cette carte.

Le PGCU communiquera donc avec le PC d'acquisition par le moyen de trois lignes différentes :

- un bus de communication sériel asynchrone à 19 200 bauds, sur ligne différentielle RS 422, permettant la réception des TC et l'envoi des TM. Ce bus est celui de la liaison avec l'instrument PREMOS [réf. 7], qui n'existe pas au sol.
- les pixels de l'image ainsi que les observables de la carte ECA (Electronique CAMéra) seront capturées en temps réel par une carte NIDAC connectée au fond de panier du PGCU, et au PC d'acquisition par un câble USB (USB 2.0).
- un signal de Reset (ligne différentielle) pris sur le connecteur OBC

La carte Alimentations restera identique à celle de SODISM I. Le PGCU demande 5 BNR fournies sur le satellite par la PCDU. Cette dernière devra être remplacée dans cette fonctionnalité par une alimentation 33V dont la puissance est **AC**. Cette alimentation sera sauvegardée sur une batterie de capacité suffisante pour maintenir l'instrument en veille (voir V-2.1) plusieurs jours (interruptions météo de longue durée), et isolée du secteur pendant les périodes de veille afin de limiter les risques liés à la foudre.

Le PGCU sera fixé sur le berceau ou le pilier nord du télescope (**AD**), afin de minimiser la longueur des câbles et de réduire ainsi le risque de parasitage des signaux. Il faudra néanmoins veiller à ce que la dissipation thermique du PGCU ne vienne pas générer des turbulences locales au voisinage du hublot d'entrée de la boîte étanche SODISM II.

### IV-3.2 PC d'acquisition

Le PC d'acquisition a pour fonction de s'interfacer avec le PGCU d'une part, avec le PC de pilotage de la monture d'autre part. Il doit fournir également les interfaces avec l'utilisateur et le centralisateur (voir IV-1.1)

Sur le plan matériel, ce PC ne demande aucune fonctionnalité particulière. Il doit disposer d'une connexion réseau pour s'interfacer avec les autres PC du système.

Son rôle essentiel est de remplacer dans ses fonctionnalités l'OBC, et en particulier de recevoir les TM et d'envoyer les TC à la carte DSP du PGCU. Pour cela, il doit fournir, comme indiqué précédemment :

- une liaison série RS 422 à 19200 bauds (ligne différentielle)
- une liaison série USB permettant l'acquisition des images
- une ligne différentielle de RESET (qui pourra transiter également par le BUS USB (**AC**))

Il sera relié à une station météo propre à l'ensemble des instruments solaires afin de pouvoir enregistrer ces paramètres dans les entêtes des fichiers images (voir V-3)

Il devra assurer la commande et le contrôle de l'alimentation 33V fournissant les BNR à l'instrument SODISM II, ainsi que de la charge de la batterie de sauvegarde de SODISM II en mode « veille thermique » (voir V-2.1)

## V-LOGICIELS

### V-1 LOGICIEL DE PILOTAGE DE LA MONTURE

Le logiciel de pilotage de la monture est relativement simple dans la mesure où le PC de pilotage fonctionne comme un automate qui recevra des consignes de l'ordinateur d'acquisition. Néanmoins, il doit être capable d'assurer de façon autonome le pointage et le suivi du Soleil au cours de la journée.

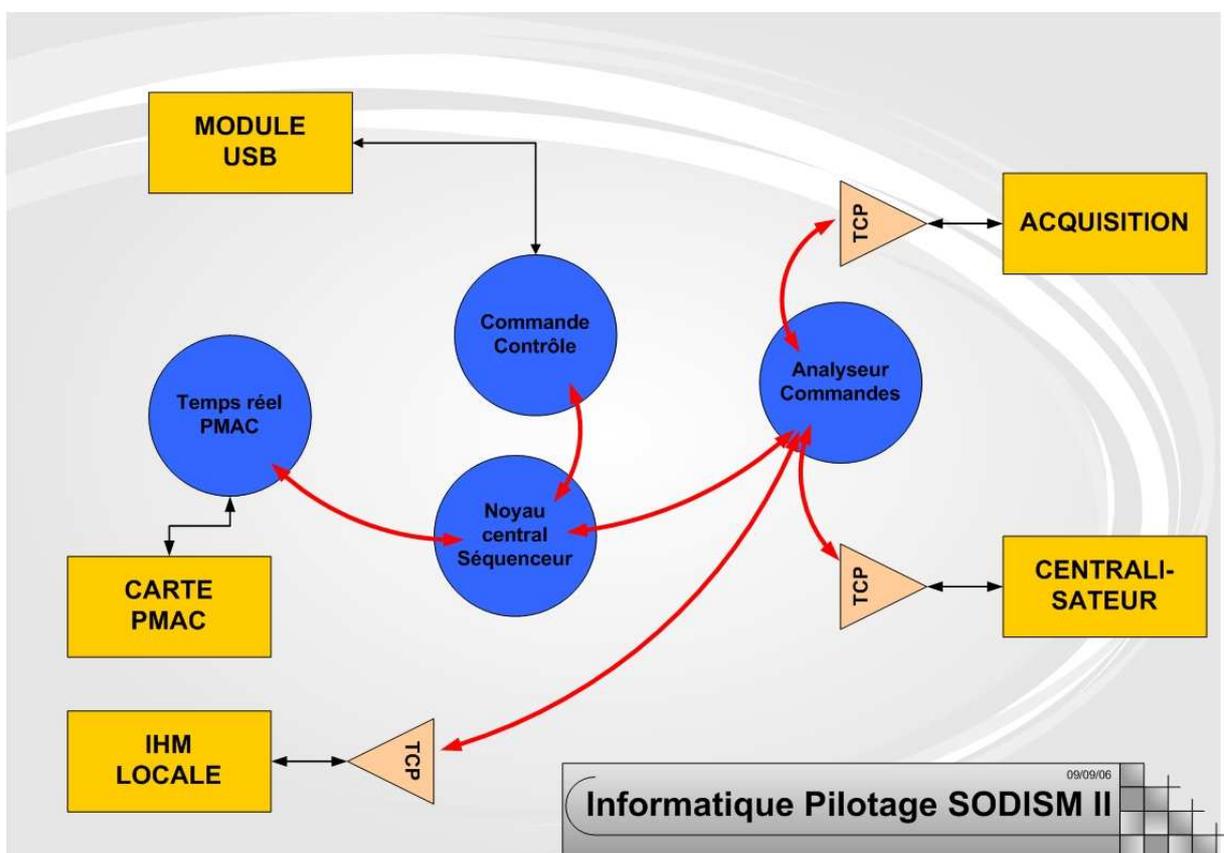


Fig. 8 Synoptique du logiciel de pilotage SODISM II

Il est composé essentiellement de 4 modules (voir figure 8) :

- un **noyau central séquenceur**, qui a pour fonction de communiquer avec les modules dits « temps réel » [module PMAC, module USB2 – voir ci-après], afin de leur transmettre des ordres bas niveau (rotation d'un axe, commande d'un relais) ou au contraire de recevoir des paramètres (position des axes, valeur d'une tension). Il doit également surveiller l'ensemble des automatismes (vérifier qu'un ordre demandé à l'électronique a été effectué correctement ; contrôler régulièrement la cohérence entre les commandes et l'état des systèmes, lire régulièrement les paramètres d'état de l'instrument, ...). Il doit également envoyer régulièrement aux autres parties du système

(acquisition, centralisateur, affichage local) des informations sur l'état de l'instrument. Enfin il doit être capable d'effectuer des commandes de haut niveau (par exemple : pointer le Soleil), en les décomposant en séquences d'ordres à envoyer aux modules « temps réel »,

- un **module « temps réel PMAC »** qui sert à l'interface avec la carte PMAC. Ce module, par l'intermédiaire d'une DLL, permet de traduire les commandes venant du noyau central dans le langage de la carte. D'autre part, il permet de lire les variables d'état de la carte (position codeurs, état des fins de courses, etc ...)
- un **module « temps réel commande-contrôle »**, très simple, qui envoie sur la liaison série USB2 les commandes permettant de :
  - o commander un relais d'alimentation,
  - o lire une tension d'alimentation,
  - o lire les commandes raquette.
- un **analyseur-synthétiseur de commandes**, qui permet d'assurer la liaison de l'ordinateur de pilotage avec les autres parties du système. Cet analyseur-synthétiseur analyse les messages qu'il reçoit ou génère des commandes qu'il envoie. Ces messages ou commandes sont sous forme de « phrases » ASCII, constituées de mots-clés et de paramètres. Ces messages ou commandes transitent par des liens ethernet (protocole TCP-IP), gérés sur chaque machine par l'intermédiaire de sockets. Ces liens doivent être établis avec :
  - **l'ordinateur d'acquisition**,
  - une **Interface Homme-Machine locale**, qui permet d'accéder à toutes les informations (y compris celles de bas niveau), et ce à des fins de diagnostic en cas de pannes. Cette interface doit être disponible via la console partagée par le distributeur d'entrées/sorties (voir IV-1.1).
  - le **centralisateur**, ordinateur qui regroupe toutes les informations importantes provenant de SODISM II, MISOLFA et DORAYSOL (voir IV-1.1).

## V-2 LOGICIEL SODISM II

### V-2.1 Modes de fonctionnement de SODISM II

Les modes de fonctionnement de SODISM II seront identiques à ceux de SODISM I (Réf. 6)

- **Le mode nominal**

Il reste identique sur le principe au mode nominal de SODISM I. Seule la table de configuration est modifiée pour tenir compte du séquençage particulier au sol (voir V-3)

Si la météo provoque une interruption momentanément de l'acquisition des images, le séquençage n'est ni modifié ni interrompu et les images non acquises sont perdues. Si la météo provoque une interruption de longue durée, le système pourra passer dans le mode *standby* ou *régulation*.
- **Les modes étalonnage**
  - Le **mode flat-field** est identique à celui de SODISM I.
  - Le **mode stellaire** est conservé. Il permettra d'effectuer des calibrations sur étoiles de nuit.

- Les modes *cartographie* et *absorption* sont sans objet au sol. Ils resteront programmés dans le logiciel du DSP mais ne seront pas utilisés.
- **Les modes technologiques**
  - Le **mode test charge utile** est identique à celui de SODISM I.
  - Le **mode images test** sera utilisé en particulier pour contrôler la qualité du pointage et du suivi de la monture de SODISM II.
  - Le **mode régulation thermique** sera utilisé pendant la nuit (voir ci-dessous).
  - Le **mode init** est identique à celui de SODISM I.
- **Le mode standby** est identique à celui de SODISM I.

Durant les interruptions dues à la nuit, le système passera en mode régulation thermique, afin de maintenir le CCD en température, pour lui éviter des cycles réchauffement-refroidissement trop fréquents. Une alimentation sauvegardée sur batterie permettra à l'instrument de rester dans ce mode plusieurs jours si nécessaire.

Le logiciel du PC d'acquisition enverra donc chaque matin une TC de reprise du mode nominal et chaque soir une TM de passage en mode régulation thermique.

## V-2.2 Logiciel du PC d'acquisition

Le logiciel du PC d'acquisition a une structure tout à fait analogue à celle du logiciel du PC de pilotage (voir figure 9).

On y retrouve :

- un **analyseur-synthétiseur de commandes**, qui fonctionne sur un principe rigoureusement identique à celui du logiciel de pilotage, et qui assure, de la même façon, la communication avec :
  - le PC de pilotage
  - une IHM locale permettant le contrôle de bas niveau en cas de panne
  - le centralisateur
- un **module de gestion RS 422** sous la forme d'un composant logiciel gérant la communication (intégré) et assurant la liaison sérielle avec le PGCU SODISM II pour le transfert des TM / TC,
- un **module de gestion USB**, permettant d'acquérir les images et les observables associées,
- un **noyau central séquenceur**, qui communique avec les modules précédents, et dont les fonctionnalités méritent d'être détaillées.

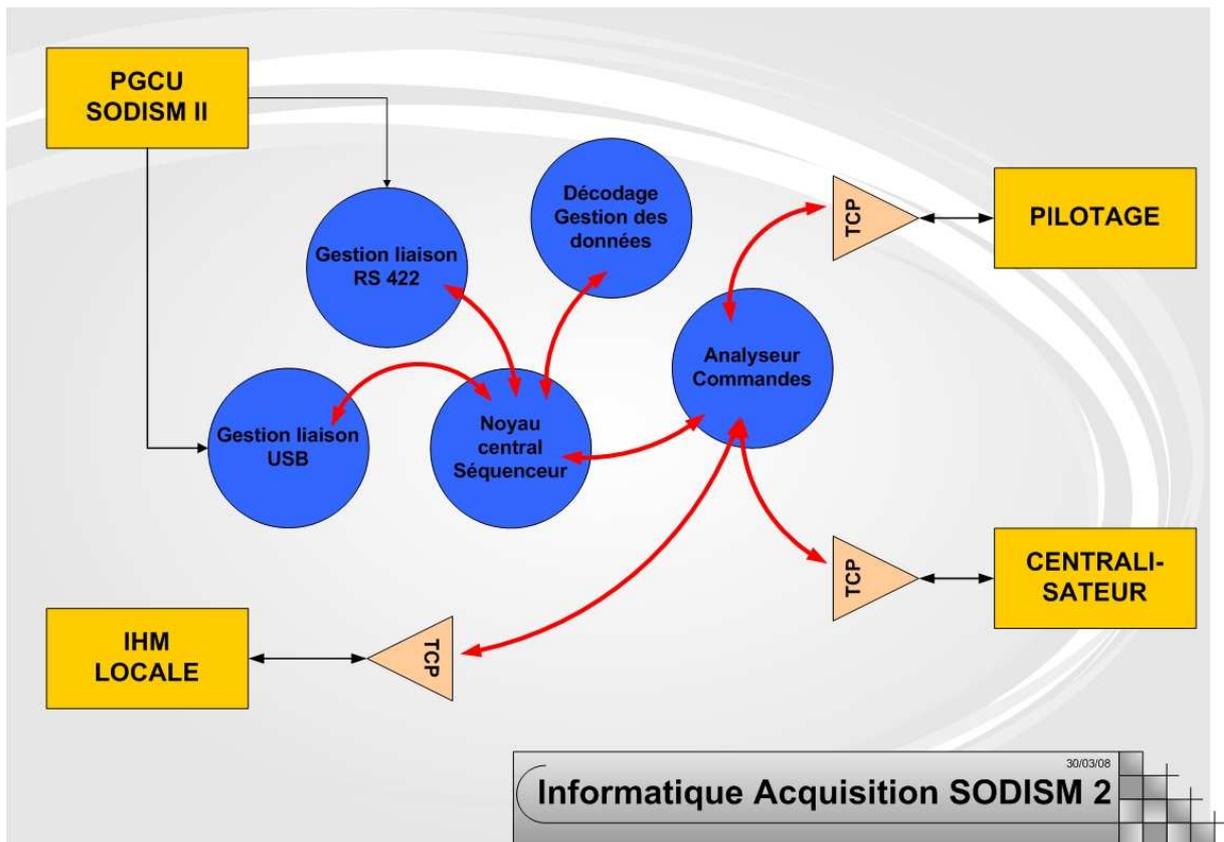


Fig. 9 Synoptique du logiciel d'acquisition SODISM II

Le noyau central doit assurer les fonctions suivantes :

- effectuer le séquençage des opérations au cours de la journée (mise en marche de l'instrument, pointage du Soleil, contrôle du suivi, arrêt de l'instrument)
- envoyer des ordres au pilotage (pointage, suivi, ...)
- contrôler la qualité du pointage et du suivi
- générer les TC nécessaires pour commander SODISM
- acquérir les images et observables associées par l'intermédiaire du module USB
- recevoir les TM (servitudes), et les interpréter si besoin.
- enregistrer les données météo
- stocker les données obtenues par TM et les associer aux images correspondantes. Cette tâche sera confiée à un **module de décodage et gestion des données**, qui tournera en parallèle du noyau.

Les TM et les TC auront toutes rigoureusement le même format que celles de SODISM I [réf. 5]. La particularité du fonctionnement sol est que ces TM et TC peuvent être transmises à n'importe quel moment.

Le logiciel du PC d'acquisition pourra éventuellement procéder au traitement des images sol pendant les phases d'attente, ou au transfert de ces images vers un PC dédié au traitement (AD).

### V-2.3 Logiciel du DSP SODISM II

Le logiciel de bord du DSP de SODISM II devra être notablement modifié par rapport à la version utilisée pour SODISM I [réf. 6]. Toutefois, ces modifications vont dans le sens de la simplification du code

En particulier :

- les compressions d'images sont supprimées
- le découpage en imagerie est supprimé
- l'empaquetage est supprimé

Trois modifications notables sont à prendre en compte :

- la gestion de la liaison série « PREMOS » est modifiée pour pouvoir y faire transiter les TM / TC.
- L'acquisition des images n'est plus gérée par le DSP
- L'interruption 1 Hz n'est plus matérielle mais devient logicielle

Plusieurs modules du logiciel de vol DSP restent inchangés :

- la gestion des cartes mécanismes, pointage et thermique est inchangée
- la gestion des modes de fonctionnement est inchangée
- les TM/TC servitudes sont inchangées
- les alarmes sont inchangées

La table de configuration du mode nominal sera modifiée pour tenir compte des séquences d'acquisition spécifiques au sol, et en particulier de l'absence de données héliosismologiques (voir flot de données en V-3)

## **V-3 FORMAT ET FLOT DES DONNEES SODISM II**

Le format des données (images) SODISM II sera strictement identique à celui des données de SODISM I. L'entête des fichiers, au format FITS est commun. Seuls quelques mots clés sont spécifiques soit au sol, soit à l'espace (voir Tableau I)

Le flot de données, en revanche, sera différent, pour les raisons déjà évoquées précédemment (alternance jour/nuit, interruptions météo, absence de données héliosismologiques, 4 longueurs d'onde d'acquisition seulement).

Les fréquences d'acquisition proposées pour le sol sont les suivantes, sachant qu'on observe 6 longueurs d'onde :

- un limbe toutes les 6 mn pour une longueur d'onde donnée,
- une image pleine toutes les 36 mn pour une longueur d'onde donnée (et cette image pleine remplace alors l'acquisition du limbe correspondant),
- une image de flat-field par jour dans chaque longueur d'onde (\*)
- une image de courant d'obscurité par jour

(\*) En ce qui concerne le flat-field, un algorithme de validation est nécessaire pour vérifier que celui-ci a bien été enregistré dans des conditions normales d'observation (absence de nuages, transparence correcte, ...). Le cas échéant, ce flat-field pourra être redemandé au cours de la journée.

Le tableau II résume le flot de données TM images correspondant à une journée moyenne.

Au **centre de mission de Bruxelles** seront transmis :

- un limbe de niveau 1A (corrigé du flat-field et du courant d'obscurité) toutes les 45 mn, en synchronisation avec les acquisitions faites par SODISM I dans les longueurs d'onde prévues pour la mesure du diamètre (535.7 nm, 607 nm, 782 nm)
- les paramètres de la turbulence mesurés par MISolFA au moment de l'acquisition des limbes précédents. Ceci permettra, à l'aide des modèles d'atmosphère et d'un algorithme de convolution, de comparer les images obtenues au sol et dans l'espace.
- une image pleine par jour à 393 nm de longueur d'onde (identification des régions actives)

**PICARD / SODISM****MOTS CLES ENTETE FITS IMAGES**

(rouge : critères de recherche , bleu : parties spécifiques espace, vert : parties spécifiques sol)

Nom du fichier,

**Niveau de fichier** (1A),

INSTRUMENT

- nom (PICARD/SODISM I ou PICARD/SODISM II (ou MISolFA))
- les filtres sélectionnés,
- la durée de pose,
- températures (CCD, miroirs, tube carbone-carbone ?, Tension CCD ?, Filtres),
- indicateur de correction sur le primaire
- météo (température, pression, hygrométrie, vent (vitesse et direction))

TEMPS ET REPERES

- numéro d'orbite,
- **date du début de pose** (Heure TU et heure croissante "PICARD", MJD),
- indicateur données orbite prévues ou réelles,
- distance instrument Soleil,
- coordonnées géocentriques du satellite (début de pose),
- coordonnées de la station,
- cosinus directeurs de l'axe de visée satellite Soleil,
- azimut et distance zénithale du Soleil,
- ascension droite et déclinaison du Soleil,
- barycentre de l'éclairement (X, Y en pixels),
- **indicateur d'absorption** (zone aurorale, anomalie AS, entrée dans l'ombre, ...)

CARACTERISTIQUES DE L'IMAGE

- **la longueur d'onde,**
- **type d'image** (limbe étroit, limbe large, image pleine solaire, image FF, courant d'obscurité),
- Le centre (X,Y) utilisé pour l'occultation dans le cas du limbe,
- le rayon intérieur et la largeur du limbe,
- le taux de compression dans le cas de la compression destructive,

PIXELS

- référence de la matrice du courant d'obscurité utilisé,
- référence de la matrice du Flat-Field utilisé,
- facteur d'échelle relatif,
- nom du fichier brut d'origine,
- nom du fichier utilisé pour la cartographie des pixels,

CALCULS

max, min, moyenne, écart-type.

Tableau I. Mots-clés de l'entête FITS des images

Objectifs Scientifiques	Type d'image	Tc	Taille (Koctets)	Mbits /jour (8h) <sup>1</sup> (net)
Régions actives	393 nm – limbe 70 pixels <sup>(*)</sup> 5 limbés par 36 mn <sup>2</sup>	ND	558	290
	393 nm - image pleine 1 image pleine par 36 mn	1	8096	844
Mesure du diamètre	535 nm - limbe 70 pixels <sup>(*)</sup> 5 limbés par 36 mn	ND	558	290
	535 nm - image pleine 1 image pleine par 36 mn	1	8096	844
	607 nm - limbe 70 pixels <sup>(*)</sup> 5 limbés par 36 mn	ND	558	290
	607 nm - image pleine 1 image pleine par 36 mn	1	8096	844
	782 nm - limbe 70 pixels <sup>(*)</sup> 5 limbés par 36 mn	ND	558	290
	782 nm - image pleine 1 image pleine par 36 mn	1	8096	844
	535HL ou AD – limbe 70 pixels 5 limbés par 36 mn	ND	558	290
	535HL ou AD – image pleine 1 image par 36 mn	1	8096	844
Etalonnage et test	Image pleine Flatfield (393, 535, 782, 1025) Par jour	1	8395	263
	1 image de courant d'obscurité par jour	1	8395	66
<b>TOTAL</b>				<b>7133</b>

(\*) PIC-SP-S-7-5080-SA Ed3 Rev 0 AnnexeD : 324 \* 1.72 (70 pixels au lieu de 40)

Tableau II. Flot de données TM images SODISM II, par jour (8h sans interruptions)

<sup>1</sup> On considère que nous aurons au mieux 8h d'observations continues en un jour. C'est très optimiste.

<sup>2</sup> 1 limbe toutes les 6 minutes sauf lorsque l'on fait une image pleine.

## V-4 TRAITEMENT DES DONNEES SOL

Les algorithmes et les logiciels de traitement des images au sol et dans l'espace seront identiques dans la mesure où SODISM II gardera des formats d'enregistrement strictement identiques à SODISM I

Néanmoins, quelques adaptations seront nécessaires pour prendre en compte :

- la réfraction différentielle (qui aplatit l'image du Soleil et fausse donc la valeur du diamètre
- les variations de la transparence de l'atmosphère
- la qualité variable des images due à la turbulence atmosphérique

D'autre part, des algorithmes spécifiques devront être mis en œuvre pour prendre en compte dans le calcul des diamètres les paramètres de la turbulence fournis par MISolFA

Cela nécessitera la mise en place d'un **groupe spécifique de traitement des données sol**.

## VI- CONCLUSION

L'installation de SODISM II au sol a nécessité l'étude et la réalisation d'un certain nombre d'éléments pour l'accueillir, et en particulier :

- un bâtiment,
- une monture permettant de recevoir l'instrument et de lui faire pointer et suivre le soleil,
- une électronique de pilotage de cette monture.

Un certain nombre d'adaptations de SODISM lui-même sont également nécessaires. La démarche toujours suivie a été de modifier le moins possible d'éléments afin de garder un instrument au sol le plus conforme possible à celui de l'espace. L'insertion dans une boîte sous vide et régulée thermique permet au télescope de fonctionner dans un environnement similaire à celui de l'espace.

Le système d'acquisition et le logiciel de vol de SODISM II ne sont pas modifiée. Les formats des TM et TC sont identiques.

Ainsi SODISM II aura réellement un fonctionnement analogue à SODISM I et pourra servir de banc de test en cas de problèmes sur SODISM dans l'espace pendant la mission du satellite.