

LE SATELLITE D'ASTRONOMIE COROT, PREMIER SUCCESSEUR DE JASON 1 SUR LA PLATE-FORME PROTEUS

Martine JOURET & Jean-Bernard DUBOIS

CNES / Centre Spatial de Toulouse

RESUME -

Le CNES a initialisé en 1993 un programme de petites missions scientifiques, basé sur l'utilisation d'une plate-forme multi-mission PROTEUS développée en partenariat avec Aérospatiale. Le projet COROT a été recommandé par le Comité de Programme Scientifique et retenu par le CNES comme première petite mission pouvant faire suite à JASON 1. Le lancement est prévu en 2002.

COROT est une mission de photométrie stellaire de très grande précision. Elle sera réalisée par un satellite en orbite terrestre polaire dont l'élément central est un télescope afocal réducteur de pupille. La charge utile est développée sous la responsabilité du Laboratoire d'Astronomie Spatiale (LAS) en coopération avec plusieurs laboratoires et organismes européens.

Pour la plate-forme PROTEUS, la mission COROT met en jeu des conditions de vol très différentes de celles de JASON, entraînant cependant des adaptations de la plate-forme de portée réduite.

ABSTRACT -

In 1996 CNES has started a program of cheap scientific missions using a multi mission satellite platform PROTEUS, currently developed in partnership between CNES and Aérospatiale. The COROT project, which has been recommended by the French Scientific Program Comitee, has been selected to be the next mission after JASON 1. The launch is forecast in 2002.

COROT is a very high accuracy stellar photometry experiment. It will be realised with a satellite on a polar orbit around the Earth, whose central element is an afocal telescope. The prime contractor of the payload is the the Laboratoire d'Astronomie Spatiale (LAS), who cooperates with other european laboratories and public companies. As the COROT mission and flight environment are very different from the JASON, it will lead to make some adaptations on the PROTEUS platform.

1. LE CONTEXTE DES PETITES MISSIONS AU C.N.E.S.

A l'issue d'un séminaire de prospective scientifique à Saint Malo en 1993, le CNES a recensé plusieurs missions scientifiques pouvant être réalisées dans le cadre d'une ligne de produit, c'est-à-dire sur la base de segments sol identiques et d'une même plate-forme satellitaire. Cette plate-forme, ayant fait l'objet d'une étude de faisabilité en 1994-1995 et dénommée PROTEUS (pour «Plate-forme Reconfigurable pour l'Observation, les Télécommunications et les Usages Scientifiques»), est développée par Aérospatiale pour le CNES depuis aout 1996. Il est prévu de réaliser une dizaine de satellites sur la base de cette plate-forme multimission, dont un satellite scientifique tous les 18 à 24 mois.

Le premier satellite scientifique basé sur la plate-forme PROTEUS sera le satellite JASON-1, faisant suite à Topex-Poséidon dans le cadre du programme franco-américain d'altimétrie océanique. Il sera lancé en mai 2000.

2. **COROT sera la seconde mission scientifique à bénéficier de la plate-forme PROTEUS. Les objectifs scientifiques prometteurs de cette mission et son coût peu élevé ont été les raisons de ce choix. En cohérence avec le plan de développement de la ligne de produit PROTEUS, le satellite COROT sera lancé en mai 2002 et bénéficiera d'une plate-forme et d'un segment sol récurrents.**

2. LA MISSION COROT

2.1. Objectifs scientifiques

La mission COROT a été contruite autour de deux objectifs scientifiques complémentaires : l'astérosismologie et la recherche d'exoplanètes.

2.1.1. Les programmes d'astérosismologie

L'astérosismologie est un domaine d'avenir de l'astronomie spatiale. Il s'agit de détecter et de mesurer les caractéristiques des modes propres d'oscillation des étoiles. Cette technique permet de sonder directement les détails de la structure interne des objets observés en interprétant le spectre des fréquences.

Les oscillations stellaires sont des ondes acoustiques ou de gravité, qui se propagent à travers l'étoile. Ce sont les modes propres de l'objet en équilibre, sphère de gaz autogravitante, éventuellement en rotation. Bien entendu, l'absence de résolution spatiale sur le disque stellaire limite le nombre de modes observables. Seuls les modes de plus bas degré sont détectables.

Dans le spectre solaire, des expériences récentes (IPHIR sur PHOBOS, puis VIRGO sur SOHO) ont permis de distinguer environ 30 modes. COROT devrait en faire autant pour des étoiles à fortes variations comme les Delta-Scutti. Pour des étoiles de type solaire qui ont des amplitudes plus faibles, on observera moins de modes, mais avec une observation continue et stable pendant 150 jours on pourra atteindre une résolution de 0,1 μHz , qui ne peut être égalée par des observations terrestres, à moins de disposer d'un réseau de 8 télescopes de 8 mètres de diamètre également répartis sur la surface terrestre, et en supposant résolus les problèmes de raccordement de données.

COROT se donne pour but de contribuer à l'élaboration de modèles d'hydrodynamique stellaire, dont les paramètres sont très peu contraints actuellement. Pour cela, il y aura un double programme d'astérosismologie : un programme « exploratoire » pour explorer les propriétés sismologiques d'étoiles de différents types, et un programme « central » pour étudier en détail des objets sélectionnés.

Le programme exploratoire : ce programme consiste à explorer différents types d'étoiles depuis les plus massives (type spectral O et B) jusqu'aux moins massives (type spectral G et K). Pour ces étoiles différentes du Soleil, on ne dispose d'aucune prédiction sur les modes internes. Des observations de 10 à 20 jours environ, conduisant à des résolutions en fréquence de 0,6 μHz , devraient permettre d'évaluer la taille des coeurs convectifs des étoiles plus massives que le Soleil. Il est prévu de faire des mesures sur un nombre important d'étoiles pour renseigner de façon statistique des modèles dont le principal paramètre est la masse du corps.

Le programme central : il s'agit d'observer un petit nombre d'étoiles déjà bien connues, pour obtenir des mesures très fines des fréquences de leurs modes d'oscillation et de l'ensemble des grandeurs caractérisant ces modes. Ce programme permettra d'apporter des informations sur les principaux processus dynamiques : structure des coeurs convectifs, taille et composition de la zone convective extérieure, profil de rotation, mécanismes d'excitation et d'amortissement.

Performances visées en astérosismologie : les contraintes les plus fortes viennent du programme central. Corot devra être capable pour des étoiles de magnitude 6 au moins :

- de mesurer en 150 jours les fréquences individuelles des modes avec une résolution de 0,1 μHz , dans la bande [0.1, 10] mHz ;

- de mesurer en 5 jours les amplitudes des oscillations avec une précision du quart de l'amplitude prédite, soit 2,5 ppm pour les étoiles de type A et F, et 0,6 ppm pour les étoiles de type G comme le Soleil ;
 - d'offrir globalement une disponibilité opérationnelle de 90% sur 5 jours successifs, pendant 150 jours.
- La seule contrainte importante ajoutée par le programme exploratoire est la taille du champ, qui sera élargi à $(4^\circ)^2$ pour permettre d'observer plusieurs cibles à la fois. Ce champ permettra également de conduire à la fois les deux programmes.

2.1.2. La recherche d'exoplanètes

Aujourd'hui, les spécialistes estiment qu'au moins 5% des étoiles sont accompagnées de planètes. La plupart des planètes découvertes jusqu'à ce jour sont beaucoup plus massives que la Terre, et tournent sur des orbites très proches de leurs étoiles respectives, ce qui a conduit à les qualifier de « Jupiters chauds ». Corot se donne pour objectif de découvrir des planètes du même type que la Terre, donc éventuellement propices à l'apparition de la Vie. Il s'agira d'une première en direction des programmes plus ambitieux de la NASA et de l'ESA. La méthode proposée est simple: il s'agit d'observer les occultations de l'étoile provoquées par les transits des éventuelles planètes.

Le programme de recherche sera centré sur la recherche de planètes telluriques, et favorisera les objets légèrement plus gros que la Terre. Le nombre de transits attendus au cours des 2,5 ans de mission est compris entre 20 et 50. Ce programme sera mené en même temps que le programme central d'astérosismologie.

Performances visées en recherche d'exoplanètes. Pour obtenir les résultats précédents, on devra :

- observer au moins 30 000 étoiles de la séquence principale ;
- mesurer des variations de flux relatives comprises entre 7.10^{-4} et 5.10^{-3} pour des magnitudes comprises entre 15.5 et 11 ;
- recueillir si possible une information colorée.

2.2. Principales exigences Système

Le système Corot est constitué d'un satellite, d'un segment sol et du lanceur. L'opportunité de réaliser une forte économie en utilisant une plate-forme PROTEUS crée une contrainte sur l'orbite, qui doit être comprise entre 550 et 1500 km, sur la capacité de stockage des données (2 Gb) ainsi que sur le débit de télémesure, qui pour Corot est de l'ordre de 550 kb/s.

L'application du besoin en performances scientifiques au système Corot crée les exigences suivantes.

Orbite du satellite :

- polaire, circulaire, altitude comprise entre 800 et 900 km.
- choix du noeud ascendant à faire par les astronomes utilisateurs, en juin 2000.
- contrôle du plan de l'orbite à $0,2^\circ$ près pendant la mission

Plan de mission :

La mission comportera au moins 5 phases de 150 jours combinant les 3 programmes, et 5 phases où on privilégiera le programme exploratoire, tout en continuant la recherche d'exoplanètes. Le plan d'observation débutera par le programme exploratoire. L'enchaînement sur le programme central dépend de la position du soleil par rapport au plan de l'orbite, donc de la date de lancement.

Lanceur

Le lanceur du satellite COROT fait actuellement l'objet d'une consultation restreinte auprès de divers organismes internationaux..

Dimension, orientation et pointage du champ de vue de l'instrument :

- champ de vue carré de $2,8^\circ \times 2,8^\circ$, divisé en deux, chaque partie étant dédiée à l'un des deux objectifs scientifiques.
- observations effectuées quand le Soleil est à plus de 90° de la direction de visée de l'instrument.
- Précision de pointage : chaque étoile du champ de vue devra être pointée avec une précision de 0,2 pixel.

Segment sol :

Compte tenu du volume de données à transmettre, le segment sol devra comporter au moins une station de réception assurant 20 minutes de transmission par jour.

2.3. Description de l'instrument

La charge utile de Corot a pour fonction de mesurer les éclaircissements faibles en provenance d'étoiles de magnitude 15,5 (limite basse pour les exoplanètes) à 6 (limite supérieure pour l'astérosismologie), avec le minimum de perturbations, et de transmettre les mesures au sol. Le développement de la charge utile s'effectue sous la responsabilité du LAS de Marseille, avec l'aide de l'Observatoire de Meudon et de l'Institut d'Astronomie Spatiale d'Orsay.

Les principaux choix qui ont été faits sont les suivants :

- mesure photométrique par dispositifs à transferts de charges (CCD),
- défocalisation du champ pour permettre un comptage plus précis des éclaircissements,
- protection contre la lumière parasite du Soleil grâce à un baffle à 2 étages « raccourci »,
- décomposition spectrale dans le champ exoplanètes à l'aide d'un prisme.

L'instrument de Corot est constitué de :

- un télescope composé d'un collecteur afocal à miroirs et d'un objectif dioptrique à lentilles,
- un bloc focal partageant le champ entre les détecteurs voués à l'astérosismologie et ceux voués à la détection d'exoplanètes,
- une case à équipements, assurant l'interface entre la plate-forme et le télescope, et contenant les boîtiers électroniques
- une structure externe composée d'un caisson thermique et d'un baffle externe.

L'instrument a été optimisé pour permettre le respect des spécifications de qualité image, qui ont conduit aux dimensionnements suivants : surface collectrice de 300 cm² ; focale de 1,1m ; surface des tâches images défocalisées de 300 pixels pour l'astérosismologie, et de 40 pixels pour les exoplanètes.

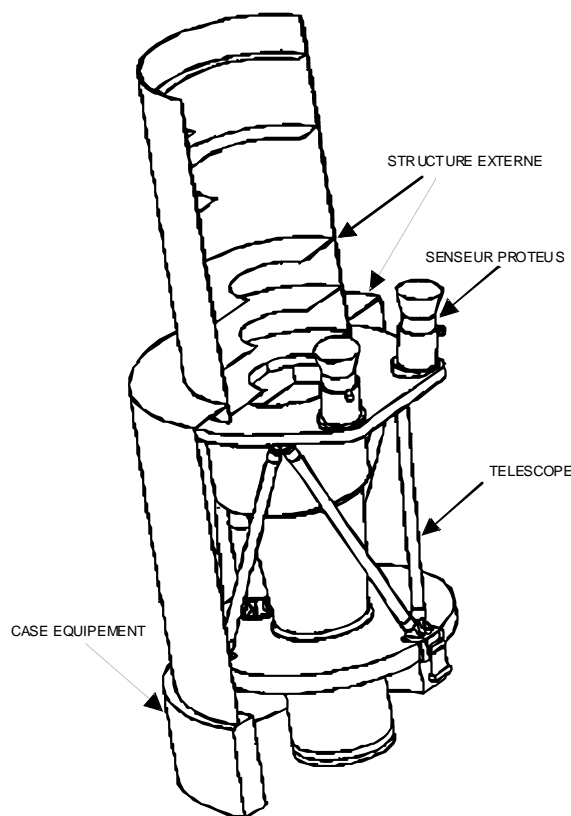


Figure 2-1 : vue générale de l'instrument

2.3.1. Collecteur afocal :

Le collecteur afocal comporte 2 miroirs paraboliques cofocaux. Sa focale est de 1005 mm.

Le champ de vue est un cercle de 4 degrés de diamètre°, le faisceau moyen est incliné de 0,8° sur l'axe commun des miroirs paraboliques pour limiter l'ouverture numérique des miroirs à F/1.3.

La pupille est réelle et elliptique de 240 mm suivant OY (axe situé dans le plan de symétrie),
300 mm suivant OX.

La structure du collecteur afocal, qui est la structure interne de la charge utile, est constituée par 2 platines, reliées par des tubes, lesquels constituent le point clé pour le respect des performances optiques.

La platine inférieure supporte d'une part le miroir M1 (350 x 290 mm) grâce à une extension rendue étanche et d'autre part l'ensemble objectif dioptrique + bloc focal. Elle constitue l'interface de l'instrument avec la structure externe, grâce à une monture de type isostatique qui évitera de répercuter les déformations de PROTEUS vers l'instrument, tout en garantissant une première fréquence assez élevée pour minimiser les effets des microvibrations en basse fréquence.

La platine inférieure supporte aussi l'électronique de proximité des détecteurs.

La platine supérieure porte le miroir M2 (155 x 135 mm). Elle supporte aussi les deux senseurs stellaires de la plate-forme Protéus.

Un baffle interne est placé entre les deux plateaux de façon à rendre étanche (poussières, lumière) le volume ainsi délimité et ses fixations évitent de ramener des contraintes sur les platines. Il englobe la platine intermédiaire et se raccorde aussi à l'entrée de l'objectif dioptrique.

2.3.2. Objectif dioptrique

L'objectif est constitué de 3 doublets dont les lentilles de diamètre 145 mm sont en verre FK52 et LAK8.

2.3.3. Bloc focal

Le bloc focal comprend 4 CCD disposés en carré, un prisme éclateur spectral (sur la voie exoplanètes seulement), un boîtier mécanique avec ses pieds de fixation et une fenêtre optique qui le rend étanche aux poussières. Le bloc focal a pour rôle d'assurer un assemblage précis des 4 CCDs avec une spécification thermique sur la température des CCDs. La spécification de stabilité de température des détecteurs conduit à concevoir l'ensemble bloc focal comme une boîte isotherme présentant une inertie thermique importante. L'isolation thermique comprend une super isolation pour minimiser les échanges par rayonnement. Pour minimiser les pertes par conduction, les pieds de fixation sont réalisés dans un matériau isolant. Chaque CCD de 2048x2048 pixels a une surface utile de 27.65 mm de côté, ce conduit à un champ de 2,5 arc sec par pixel.

2.3.4. Case à équipements

La case à équipements est composée : d'un caisson interne assurant la liaison directe du télescope sur la plate-forme, d'un caisson externe qui supporte les boîtiers électroniques et le radiateur du bloc focal.

Le caisson interne possède une structure conique se raccordant en 4 points au plateau supérieur de la plate-forme PROTEUS. Il est ajouré sur 4 faces afin de permettre l'intégration des boîtiers électroniques et de minimiser la masse.

Le caisson externe est un cylindre de diamètre 1360 mm et de hauteur 400 mm qui supporte les équipements

Les boîtiers électroniques comportent : une électronique de proximité, une électronique de contrôle caméra, une électronique de traitement numérique.

La chaîne de traitement de l'information scientifique se fait sur deux voies numériques strictement identiques, tant du point de vue matériel que du point de vue logiciel. Chaque voie numérique de traitement est en liaison avec deux CCD, chacun étant destiné à un objectif scientifique différent. On obtient ainsi une simplification dans le développement du logiciel et un mode dégradé satisfaisant au mieux chaque objectif scientifique.

2.3.5. Structure externe

La structure externe protège la charge utile des variations de température et supporte le baffle externe. Celui-ci a une longueur de 990 mm. Son rôle est de limiter fortement l'éclairement direct des diaphragmes d'entrée, et ainsi de contribuer à réduire la lumière parasite solaire détectée dans le plan focal à moins de 1 électron/pixel*seconde.

3. LE SATELLITE COROT

3.1. LA PLATE-FORME PROTEUS

La plate-forme PROTEUS est une plate-forme multi-missions, développée en partenariat par le CNES et l'Aérospatiale. Elle est dédiée à un très grand nombre d'utilisations, pour un faible coût récurrent et une durée de développement Satellite (hors instrument) d'environ 24 mois.

Les équipements sont aménagés sur les panneaux latéraux d'une structure cubique de 1 m de côté. Le sous-système de propulsion comporte un réservoir à hydrazine de 40 litres et 4 tuyères de 1N. L'interface avec la charge utile se situe au quatre coins supérieurs de la structure. L'interface avec le lanceur est réalisée à l'aide d'un adaptateur spécifique, monté sur le bas de la plate-forme.

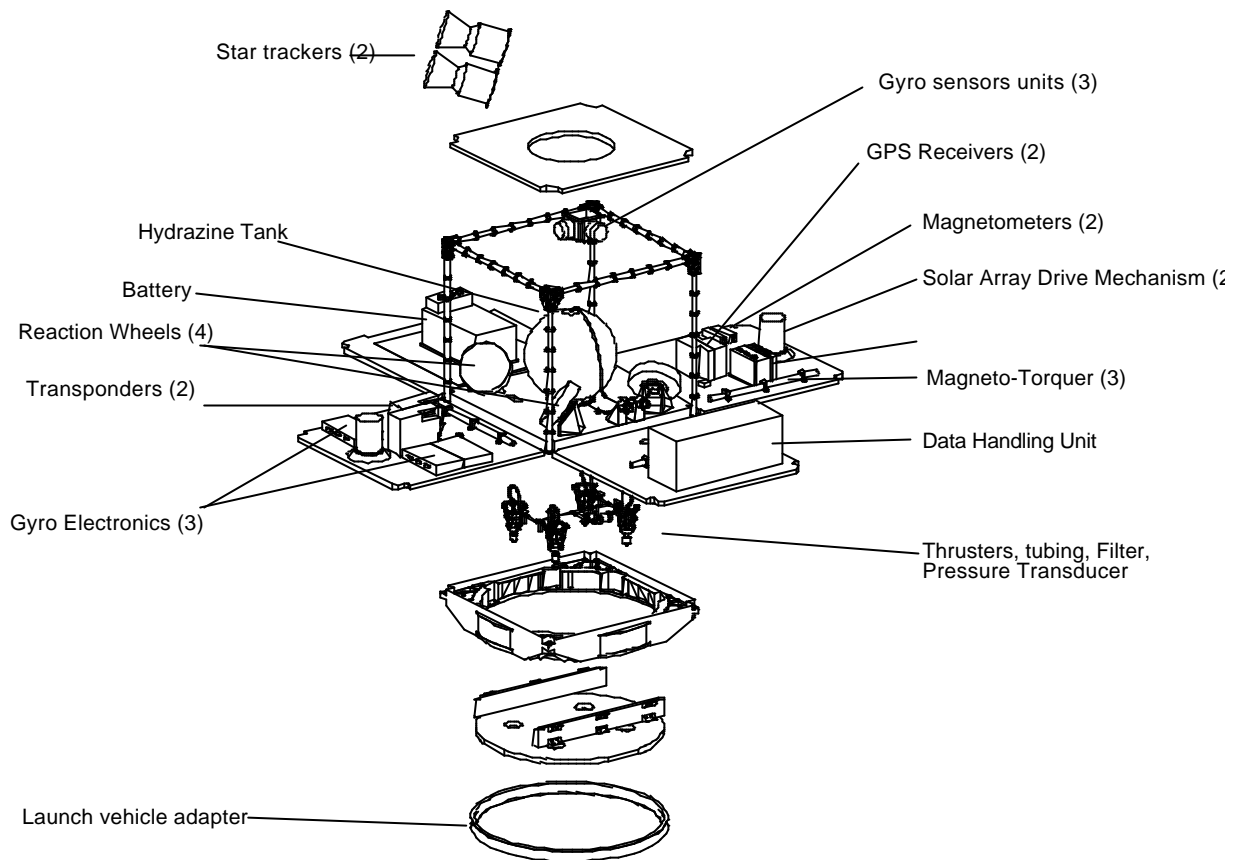


Figure 3.1-1 Vue éclatée de la plate-forme PROTEUS

Les principales caractéristiques et performances de la plate-forme PROTEUS sont présentés dans les tableaux suivants :

Masse CU admissible : 100 - 300 kg
Hydrazine 30 Kg max.
Durée de vie 5 ans
Puissance CU disponible : 200 W (*)
Diamètre max. 1984 mm
Hauteur 1004 mm

(*) pour une orbite inertielle à 800 Km

La table suivante présentent les performances de pointage PROTEUS pour une mission inertielle à 3 sigma.

restitution d'attitude sans calibration des biais	75 arcsec
restitution d'attitude avec calibration des biais	11 arcsec
précision de pointage sans calibration des biais	85 arcsec

précision de pointage sans calibration des biais	21 arcsec
stabilité dans la bande 0-4 Hz	2 arcsec

3.2. LES BESOINS DE LA CHARGE UTILE COROT

La charge utile COROT à adapter sur PROTEUS présente les caractéristiques suivantes :

Masse : 190Kg
Puissance max. pour l'électronique : 100 W
Puissance max. pour le réchauffage : 50W

N.B : les puissances sont données pour le mode d'observation.

Les spécifications de stabilité du positionnement de l'étoile dans le plan focal de l'instrument imposent des exigences sévères sur le pointage. Elles conduisent à une allocation de **0.5 arcsec RMS** au niveau du plan focal vis à vis des perturbations aléatoires.

L'instrument COROT nécessite également des conditions de propreté très sévères en raison de la sensibilité des performances scientifiques à la pollution des miroirs (allocation de 1000 ppm sur les miroirs pendant toute la durée de développement du télescope).

3.3. ADAPTATIONS DE LA PLATE-FORME PROTEUS A COROT

En confrontant les contraintes mission et les exigences de l'instrument aux performances de PROTEUS, on constate la bonne adéquation de PROTEUS à la mission COROT .

La compatibilité est acquise au niveau mission, pour l'orbite, la durée de vie et la capacité de manoeuvre.

Les besoins de l'instrument sont satisfaits pour les exigences de masse, de puissance et de télémétrie ; par contre des adaptations sont nécessaires pour satisfaire, d'une part la performance de pointage, et d'autre part pour assurer la compatibilité de la mission avec les contraintes thermiques PROTEUS.

La performance de stabilité de pointage demandée de 0,5 arcsec RMS n'est pas compatible avec la performance du pointage PROTEUS sur les axes transverses. Un nouveau mode mission doit être implémenté, de façon à garantir les exigences de l'instrument. Dans ce mode l'instrument se substitue au capteur stellaire de PROTEUS. Il fournit des informations écartométriques à partir du signal scientifique, permettant ainsi de s'affranchir des erreurs dues au capteur stellaire de PROTEUS et des postes liés aux fluctuations relatives des axes de visées instrument et capteur stellaire. Ce mode spécifique est mis en oeuvre pendant les phases d'observation.

Les contraintes thermiques PROTEUS impliquent un retournement du satellite dans le cas des missions inertielles, pour éviter que le soleil ne réchauffe trop la face batterie. Cette contrainte est incompatible avec l'exigence mission qui interdit une rotation autour de l'axe de visée télescope pendant 150 jours. Un autre scénario de mission est à définir pour satisfaire à la fois les exigences de la mission et les exigences thermiques de la plate-forme.

L'aménagement des senseurs stellaires sur l'instrument fait également partie des adaptations de PROTEUS à la mission. Cet aménagement doit tenir compte des contraintes de dégagement du champ de vue des senseurs, ainsi que des contraintes mécaniques et thermiques de l'équipement. Pour COROT, il s'agit également d'optimiser l'aménagement pour diminuer l'indisponibilité des mesures du senseur liée à la présence de la Terre dans le champ de vue au cours de l'orbite.

De plus, un plan proprement spécifique à COROT devra être mis en place par le contractant Satellite pour satisfaire les exigences de propriétés, non compatibles avec le plan général PROTEUS.

Les 2 volets les plus significatifs des adaptations sont les aspects pointage et thermique. Ils sont développés ci-dessous.

3.3.1. Adaptation du pointage

Le tableau suivant présente une estimation du bilan de stabilité de pointage. Ce bilan est relatif à la chaîne fonctionnelle de pointage PROTEUS générique comprenant le viseur CAL. Il est décomposé en fonction des fréquences de façon à évaluer l'impact des perturbations sur les données scientifiques dans le plan focal de l'instrument

perturbation	fréquence	effet sur les axes transverses
thermoélastique Rs/Rv	f_0	1
erreurs senseurs	f_0	6
couples perturbateurs	$2f_0$	0,08
transitoires jour/nuit	transitoire à $2 f_0$	5
transitoires commande des macs	transitoire à 0.008 Hz	18
pas de quantification des roues	aléatoire	< 0,05
bruit senseurs	aléatoire	1

f_0 est la fréquence orbitale et vaut : $1,6 \cdot 10^{-4}$ Hz.

Bilan de pointage COROT, senseur plate-forme parallèle à l'instrument

On constate que les postes prépondérants sur les axes transverses sont liés aux erreurs de mesure d'attitude à la fréquence orbitale, ainsi qu'à la commande des magnétocoupleurs, et aux transitoires jour/nuit. Le niveau de bruit introduit par les senseurs d'attitude (1 arcsec RMS) est d'ores et déjà incompatible avec la spécification (0,5 arcsec RMS).

La solution proposée consiste à introduire des informations écartométriques fournies par la charge utile dans le filtre estimateur d'attitude de la plate-forme, à la place des informations du senseur stellaire PROTEUS. Ceci permet ramener le bruit à un niveau compatible avec la spécification. Cette solution permet également de réduire l'amplitude des perturbations à la fréquence orbitale d'un facteur proche de 200, ce qui atténue l'impact de ces perturbations sur les résultats scientifiques.

On constate également dans le bilan PROTEUS que les perturbations transitoires liées à l'activation des magnétocoupleurs excèdent largement la spécification. Les activations régulières des magnétocoupleurs pourraient compromettre la faisabilité de la mission. La solution retenue consiste à n'activer les magnétocoupleurs que 4 fois par orbite et à inhiber au sol les mesures scientifiques perturbées.

Les perturbations liées aux transitoires jour/nuit sont également largement supérieures à la spécification COROT. Etant donnée leur faible occurrence (2 fois par orbite), les mesures scientifiques seront également inhibées pendant ces transitoires.

Compte tenu de l'orbite sélectionnée, la position du générateur solaire sera ajustée tous les 10 jours. Les perturbations liées à ce mouvement seront prise en compte dans bilan de disponibilité des données scientifiques.

Les hypothèses présentées ci-dessus permettent de dresser un bilan préliminaire des perturbations de pointage comprenant la contribution de chacun des trois axes :

	bilan
perturbations aléatoires (1σ)	0,15 arcsec (allocation 0,5 arcsec)
perturbations harmoniques (amplitude par raie)	0,17 arcsec à ω_0 0,12 arcsec à $2 \omega_0$
dépointages transitoires	indisponibilité < 2,7 % pendant les observations

bilan de pointage de la mission COROT dans le plan focal

La faisabilité de la mission COROT est donc démontrée au niveau des exigences de pointage, avec un impact limité, concernant principalement les algorithmes SCAO du logiciel de vol.

3.3.2. Adaptation thermique

L'orbite de COROT est particulièrement dimensionnante pour les aspects thermiques. Le pointage inertiel de 150 jours sur la même cible, ne satisfait pas les contraintes thermiques de la batterie. En effet, au cours de l'observation, la face batterie ne pourra pas être maintenue à l'ombre, comme supposée dans les hypothèses PROTEUS. Il s'agit donc d'améliorer les conditions énergétiques externes sur cette face, de façon à maintenir la batterie dans la plage de température spécifiée.

Une solution envisagée consiste à orienter le satellite autour de l'axe de visée, de telle sorte que l'axe des panneaux soit à 45° de l'axe des pôles pendant la durée d'observation. Cette attitude permet de diminuer les flux externes sur la face batterie de 15 % environ..

Ces hypothèses permettent de rendre compatibles les contraintes thermiques de PROTEUS avec les contraintes mission de COROT. Toutefois, ce compromis est effectué au de la puissance de réchauffage nécessaire au contrôle thermique du module batterie.

3.4. CARACTERISTIQUES DU SATELLITE

Le satellite est composé de l'instrument COROT, de la plate-forme PROTEUS équipée de son adaptateur lanceur (fig. 3.4). Les principales caractéristiques du satellite COROT sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Masse	500Kg
Hauteur	4100 mm
diamètre max.	1984 mm
Puissance Electrique	380 W
Puissance contrôle thermique	130W
Stabilité de Pointage	0,5 arcsec
TM	500 Mbit/jour
Capacité de stockage	2 Gbits
Delta V	120 m/s
Durée de vie	2,5 ans
Disponibilité	90% sur 5 jours

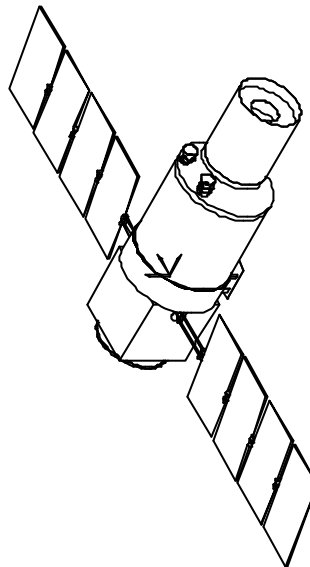


Figure 3.4 :SEQARABIC

Figure 3.4 : Satellite COROT

3.5. PLAN DE DEVELOPPEMENT DU SATELLITE

La philosophie de développement de l'instrument est basée sur deux modèles : le MIQ, modèle d'Ingénierie et de qualification, suivi du modèle de vol (MV).

Au niveau satellite, la validation logicielle et système est effectuée sur un banc de validation développé au titre de PROTEUS, équipé d'un modèle fonctionnel de l'instrument permettant également de valider le mode de pointage spécifique à COROT.

Le satellite COROT sera développé selon la philosophie proto-vol. La phase d'AIT satellite est dimensionnée à 8 mois.

Quelques dates clés :

Revue de définition préliminaire instrument	:	octobre 98
Fin de qualification du modèle MIQ	:	septembre 2000
Livraison du modèle de vol de l'instrument	:	septembre 2001
Phase d'AIT satellite	:	septembre à mai 2001
Lancement	:	fin mai 2002

4. CONCLUSION

COROT est la première mission spatiale de sismologie stellaire et de recherche des planètes telluriques. Cette mission permettra à la fois d'explorer cette nouvelle discipline et d'approfondir les connaissances sur des étoiles bien déterminées.

Grâce au programme exoplanètes, on s'attend à découvrir avec COROT plusieurs dizaines de planètes, incluant des objets de type terrestre.

Le lancement du satellite COROT, deux ans après Jason 1, confirmera l'intérêt de la plate-forme PROTEUS pour servir de base à des missions scientifiques très diverses.

REFERENCES:

- [1] C.Catala & al: 4th SOHO workshop on helioseismology, Vol. 2, p.549
- [2] Ph. Bertheux, F. Douillet, J.C. Chiarini: « AEROSPATIALE Espace & Defense industrial approach for CNES PROTEUS platform », *Small Satellites Services System*, Annecy, June 1996
- [3] J.B.Dubois, B. Lazard, F. Douchin, F. Paoli, F. Douillet, T.Dargent: « A new European small platform: PROTEUS, and prospected scientific applications », *AAAF Symposium Réalisations et Perspectives des satellites scientifiques européens*, Paris, November 1996