

N O U V E L L E S DE LA SCIENCE

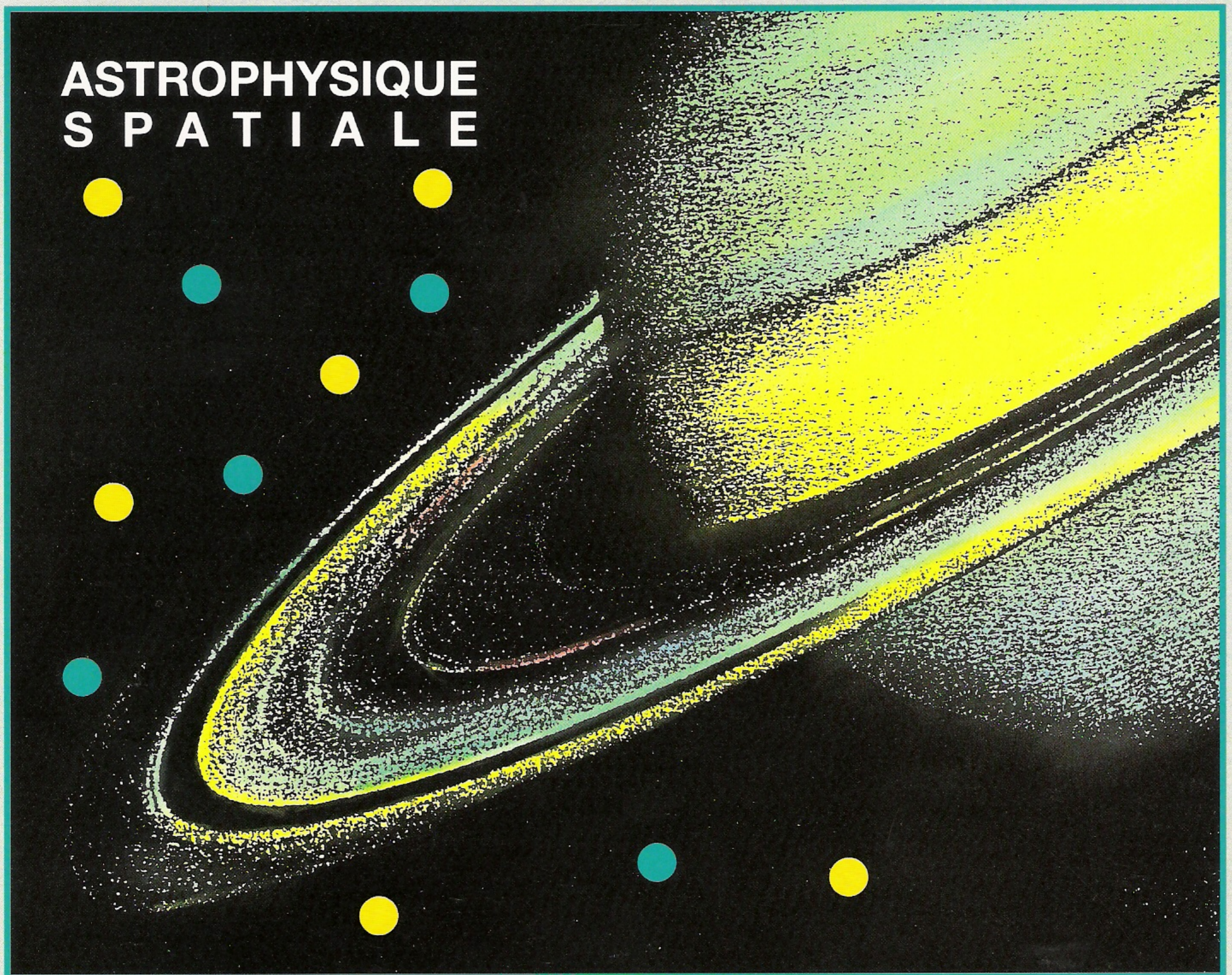
ET DES

TECHNOLOGIES

REVUE TRIMESTRIELLE D'INFORMATIONS ■ RECHERCHES AVANCEES ■ VIE DES LABORATOIRES ■
EXTRAITS DE SOMMAIRES DE REVUES

DOSSIER

ASTROPHYSIQUE
S P A T I A L E



André Koeckelenbergh

Chercheur Associé EIT
Observatoire Royal de Belgique
Université Libre de Bruxelles

Pierre Rochus

Responsable Technique du Projet EIT
IAL Space
Université de Liège

Le télescope pour l'ultraviolet extrême (EIT)

1. Introduction

EIT (EIT : Extreme ultraviolet Imaging Telescope) est un projet où sont associés trois laboratoires français, trois américains et deux institutions belges : IAL Space Centre de Recherche de l'Université de Liège et l'Observatoire Royal de Belgique (Radioastronomie et Physique Solaire ainsi qu'Astrophysique).

2. Objectifs scientifiques

Le but de l'expérience est de fournir une image UV du disque solaire et de la couronne proche dans un choix de longueurs d'onde correspondant à l'émission d'atomes coronaux ionisés. Il s'agit de HeII - 30.4 nm qui apparaît dans la région de transition entre chromosphère et couronne (température de 60 000 K) et de trois émissions du fer ionisé : FeIX - 171 nm, FeXII - 19.5 nm et FeXV - 28.4 nm qui sont parmi les plus remarquables dans le spectre coronal et correspondent à des températures atteignant 3 000 000 K.

Ces émissions discrètes sont bien contrastées et suffisamment isolées dans le spectre pour être sélectionnées sans ambiguïté par des filtres monochromateurs interférentiels multicouches.

L'image sera formée par une combinaison Ritchey-Chrétien de 11.5 cm d'ouverture et 1.65 m de distance focale résultante.

L'image utile couvrira 45' x 45', c'est-à-dire le disque entier et la couronne jusqu'à 0.5 R, soit 350 000 km d'altitude.

La couronne E et la base de la couronne K seront bien surveillées. La résolution angulaire approchera des 2.6" grâce à l'utilisation d'un détecteur de transfert de charge (DTC)¹ de 1024 x 1024 pixels (éléments d'image) de 21 x 21 micromètres. Un traitement d'image adéquat permettra, si nécessaire, de s'approcher d'une résolution angulaire de 1". La réalisation du télescope ainsi qu'une part de la calibration du système incombent à IAL Space et ses sous-traitants. Du fait du rôle que jouera l'ORB dans l'analyse des données recueillies, il est associé à la procédure de calibration et à l'étude des filtres interférentiels.

3. Analyse coordonnée des résultats

EIT apportera durant ses temps d'observation, des images comparables à celles réalisées en 1973 par le Skylab en profitant de la mise en action de technologies nouvelles qui rendent possible la mise au point de systèmes compacts et performants.

La surveillance des trous coronaux (coronal holes) et de l'ensemble des régions actives considérées dans leur évolution et leur espace pourrait bien apporter une contribution majeure à la topologie temps-espace des régions qui sont à l'origine des rayonnements et des flux de particules qui agissent sur la magnétosphère, puis perturbent l'ionosphère et le champ magnétique terrestre.

En outre, en corrélant ses observations avec celles des autres charges utiles de SOHO, EIT devrait pouvoir améliorer notre connaissance quantitative des mécanismes de chauffage de la couronne et d'accélération du vent solaire.

De plus, on espère pouvoir compter sur un bon recouvrement dans le temps avec les systèmes d'ob-

servations et mesures embarqués sur la sonde ISPM/ULYSSES et faire progresser ainsi les connaissances à propos du vent solaire. La similitude des comportements observés dans le domaine X-UV et dans le domaine radioélectrique impliquera une corrélation des données avec les observations des instruments au sol tels les coronomètres, les magnétographes et les radiohéliographes.

Quelques uns des principaux instruments existant actuellement dans ces trois variétés sont précisément gérés par les laboratoires et institutions qui coopèrent au programme SOHO. La Belgique, pour son compte, dispose d'un système de surveillance automatisé des éruptions et des protubérances solaires qui est en cours de modernisation à l'Observatoire Royal et le radiohéliographe sur 408 Mhz de la station radioastronomique de Humain fournira en permanence des images bidimensionnelles de la basse couronne solaire active en coopération avec les instruments français et américains. L'expérience acquise par le centre de données pour les indices de l'activité solaire (Sunspot Index Data Center-Brussels) et par les astrophysiciens liégeois et bruxellois pourra être coordonnée avec celle de leurs collègues français et américains pour tenter d'élucider quelques-uns des problèmes non encore résolus de la physique des relations Soleil-Terre.

4. Approche expérimentale

Les images du soleil seront prises successivement dans quatre bandes passantes étroites du domaine ultraviolet extrême,

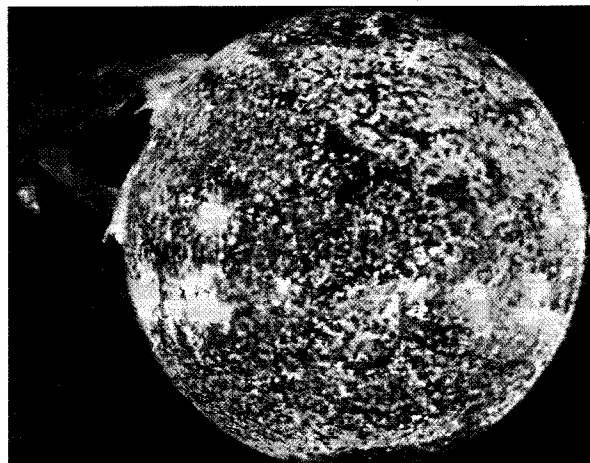


Figure 1 : Spectaculaire éruption au limbe solaire (image de Skylab 73).

He II	30.4 nm	$6 \cdot 10^4$ K
Fe IX	17.1 nm	10^6 K
Fe XII	19.5 nm	$1.6 \cdot 10^6$ K
Fe XV	28.4 nm	$3 \cdot 10^6$ K,

sélectionnées grâce à 4 multicouches différentes déposées sur les 4 quadrants des 2 miroirs à incidence normale, d'un télescope de Ritchey-Chrétien à un grand champ de vue et haute résolution spatiale. Un masque tournant, couvrant les trois quarts du miroir primaire, permet de sélectionner un quadrant particulier et donc une bande passante donnée pour former alternativement sur le détecteur

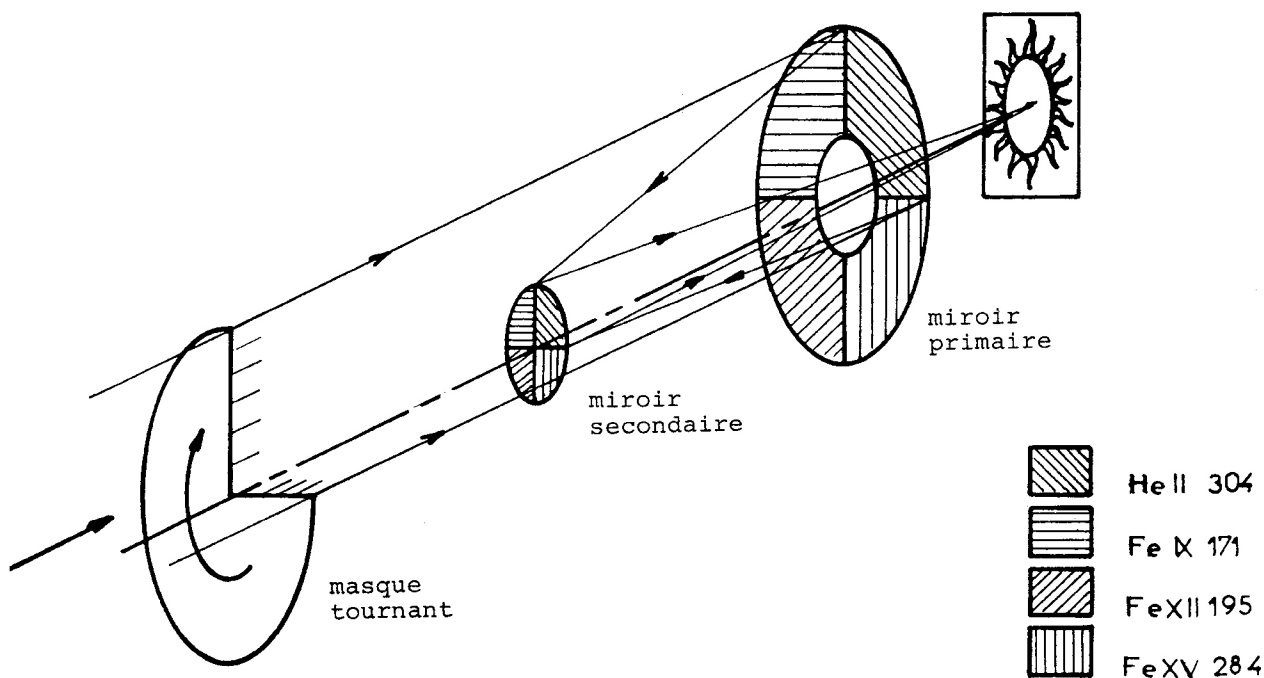


Figure 2 : Schéma de principe de EIT

DTC, une image des structures du disque solaire qui coexistent à des températures allant de $6 \cdot 10^4$ à $3 \cdot 10^6$ K. Ce concept de 4 télescopes en un seul permet non seulement une économie en volume et en poids mais aussi un coalignement stable et précis des 4 types d'images. L'optique de EIT permet une résolution spatiale de l'ordre de l'Arcsec sur tout le champ de vue de 45 Arcmin, contrairement à un télescope à incidence rasante dont la résolution se dégrade en s'écartant en dehors de l'axe. L'image est recueillie par une caméra DTC (format : 1024 x 1024 pixels, sensibilité à 304 Å : 1000 e⁻/pixel/sec en moyenne ; étendue dynamique : $2 \cdot 10^5$, résolution temporelle : 10 sec).

La dimension du pixel (21 microns) conduit à une résolution effective de 2.6 Arcsec, qui peut être améliorée en analysant plusieurs images décalées, par des techniques de traitement de l'image.

La sélectivité dans des bandes passantes étroites est obtenue par effets interférométriques dans les dépôts multicouches en matériaux synthétiques réalisés sur les miroirs primaire et secondaire. Ce procédé d'amélioration de la réflectivité sélective par multicouches est utilisé depuis une dizaine d'années en optique RX. L'étrouitesse de la bande passante en longueurs d'onde (la largeur relative de la bande passante vaut de 1 à 7 %) permet d'être plus sélectif dans les raies d'émission solaire qui nous intéressent.

5. Description technique

5.1. Objectifs

Les objectifs techniques de l'instrument sont principalement :

- résolution spatiale élevée dans un grand champ de vue ;
- bonne résolution spectrale, suffisante pour isoler des raies individuelles d'émission solaire ;
- sensibilité adéquate dans la zone de longueurs d'ondes : 17.1 - 30.4 nm ;
- capacité de fournir des données en temps réel en support aux autres instruments coronaux ;
- économie de poids et de volume.

5.2. Description des composants

EIT est placé sur le satellite SOHO à côté de l'expérience UVCS, à proximité de FPSS (Fine Pointing Sun Sensor ; système qui détermine le centre du soleil et permet d'aligner le satellite sur ce centre) ; comme EIT, contrairement à la plupart des autres expériences, n'a pas la possibilité de se réaligner en vol (absence de pattes mobiles), cette proximité vis-à-vis du FPSS est très utile et sera, si nécessaire encore améliorée, pour réduire au minimum le

mésalignement entre EIT et le FPSS, qui serait dû aux déformations de la structure du satellite en ambiance spatiale (microgravité, gradients de température,...). EIT a l'aspect général d'un cylindre supporté sur la plateforme du satellite par trois pieds isostatiques, afin d'éviter des contraintes dues à des déformations de la plateforme. La structure enveloppée dans un manteau de protection thermique (isolant multicouche : MLI) possède deux sections principales :

- la section télescope contenant les composants optiques, le bafflage et les mécanismes ;
- la section caméra comprenant le détecteur et son électronique de proximité.

La boîte de commande électronique est commune avec celle de l'expérience LASCO.

L'expérience est maintenue sous basse pression d'azote sec, ce qui la protège à la fois contre la pollution durant l'assemblage, les tests et l'intégration, et contre le bruit acoustique interne lors du lancement.

La section caméra est elle-même en deux parties :

- l'une étanche, sous basse pression, contient le détecteur avec son préampli et un doigt froid connecté au radiateur, et est en relation directe avec la section télescope ;
- l'autre non étanche vis-à-vis de l'extérieur contient les 3 cartes électroniques.

Cette configuration permet de séparer l'optique de l'électronique et d'éviter les problèmes de contamination dus au dégazage des composants électroniques.

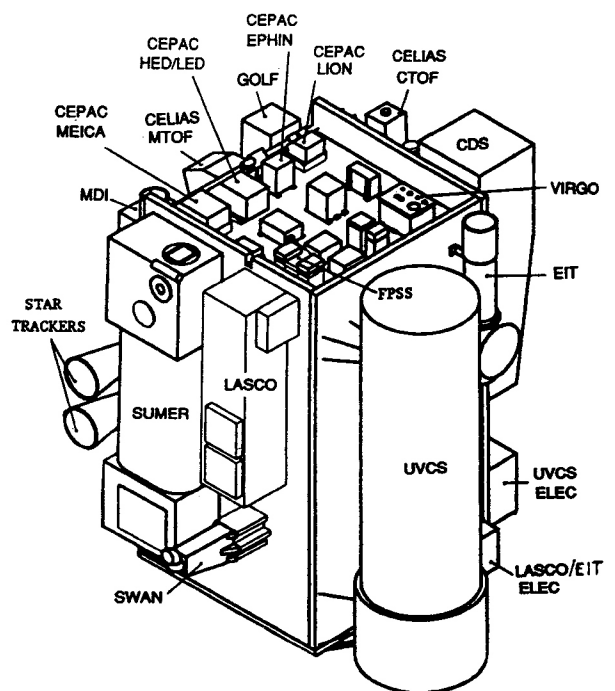


Figure 3 : Schéma de SOHO.

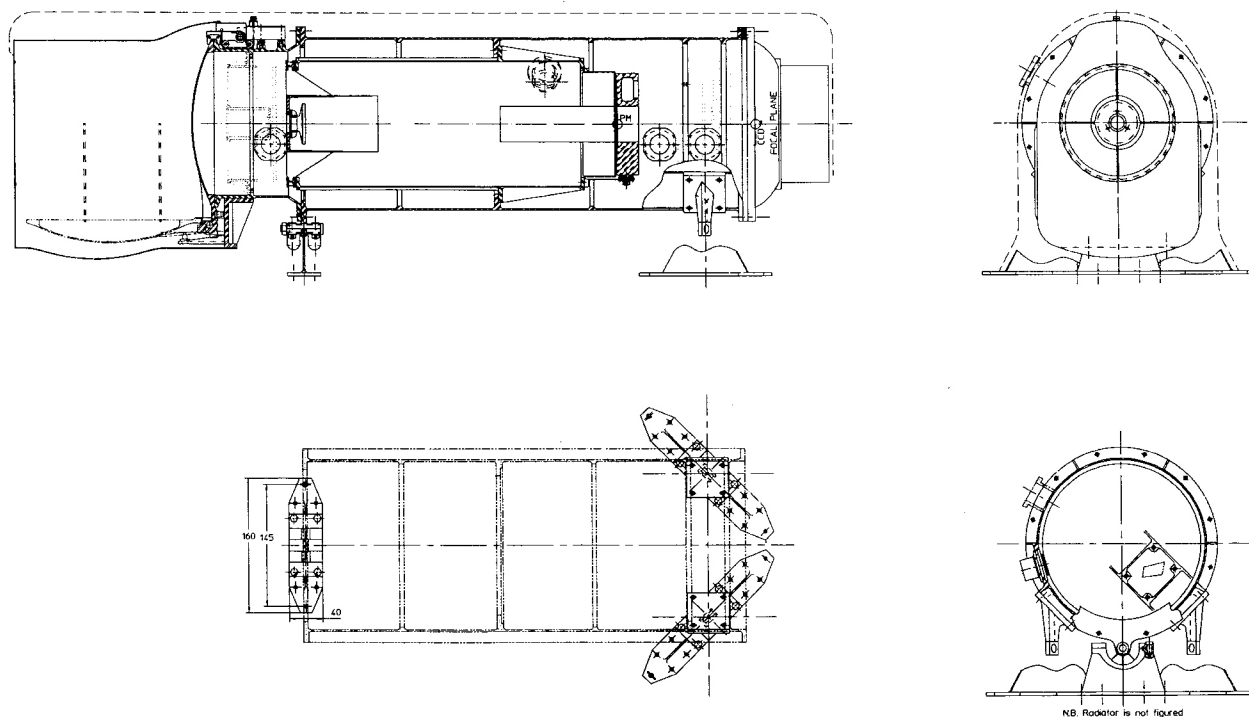


Figure 4 : Schéma du design SBI.

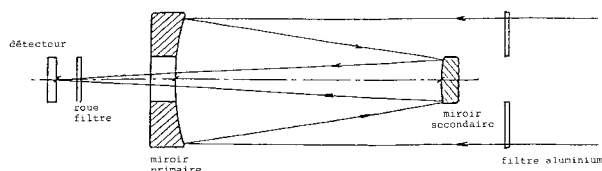


Figure 5 : Schéma optique de EIT.

Les deux sections sont alignées en distance par un anneau d'épaisseur réglable et en rotation par deux pions de localisation, puis sont boulonnées. Un baffle attaché à l'avant de l'expérience contient entièrement la porte lorsque celle-ci s'ouvre, de manière à éviter d'envoyer de la lumière parasite vers les autres expériences.

5.2.1. Télescope

Le télescope est essentiellement formé de deux miroirs de forme hyperbolique, supportés par une structure stable vis-à-vis des conditions rencontrées dans l'espace (microgravité, température, absence de pression atmosphérique à l'extérieur). La stabilité de la distance primaire-secondaire doit être meilleure que 7 micromètres pour assurer la qualité de l'image ; ceci est réalisé d'une part en découplant le support des miroirs, des déformations inévitables de la structure extérieure et d'autre part, soit en choisissant un matériau support à faible dilatation thermique et stable dans le temps, soit en réalisant un contrôle thermique de ce support. Nous avons choisi la seconde solution, en prenant comme sup-

port de l'optique, un tube en aluminium contrôlé thermiquement de façon à maintenir la température à 20 degrés C, qui est également la température d'assemblage, de test et de calibration. Pour éviter des contraintes et déformations dans le miroir primaire, celui-ci est supporté par trois lames flexibles avec rotule.

Dimensions caractéristiques :

Distance focale : 1650 mm

Diamètre de la surface collectrice : 115.5 mm

Rapport d'obscurcissement : 0.5

Champ de vue (carré) : 45 x 45 arcminutes

La pupille est sur le miroir primaire.

La réflectivité est > 10 % pour chaque miroir (Objectif souhaité 20 %).

La tache d'aberration d'un quart de pupille dans le plan focal optimal est :

Champ de vue
5 16 26 37 (arcminutes)

Tache d'aberration
0.6 0.3 1.7 < 4 (arcseconde).

(a) Propriétés des miroirs

L'utilisation de l'optique dans le domaine de l'extrême ultraviolet exige des surfaces optiques aux formes extrêmement précises et superpolies. Comme une surface sphérique est plus facile à polir avec précision qu'une surface asphérique de révolu-

tion, les miroirs sont d'abord polis pour leur donner une forme sphérique ; ils sont ensuite asphérisés par évaporation sous vide d'une fine couche non uniforme de bore, qui conserve le fini de surface. Le revêtement de réflexion sélective dans le domaine de l'extrême ultra-violet, est ensuite réalisé par dépôts de multiples couches d'oxydes métalliques qui agissent comme un filtre interférométrique. Le dépôt est en fait constitué d'un empilement périodique de paires de matériaux alternés. Une couche est absorbante et réfléchissante et de dimension faible par rapport à la longueur d'onde ; l'autre couche est transparente et plus épaisse. La période de l'empilement est ajustée de manière à produire une interférence constructive par réflexion.

i) Miroir Primaire

Le miroir primaire est réalisé d'un matériau à faible coefficient de dilatation thermique et est allégé pour minimiser les déformations sous son poids propre.

Matière : Zérodur Qualité spéciale allégé

Diamètre physique : 122 mm

Diamètre utile externe : 115.5 mm

Diamètre utile interne : 58 mm

Forme : concave

Épaisseur du centre : 25

Rayon de courbure : 1100 mm

Coefficient d'asphéricité : -0.10699

Figure : $\lambda/10$ dans le visible

Rugosité : 3 Å RMS

Trou central : 45 mm

La position angulaire de chaque multicouche par rapport à une marque de référence est connue avec une précision de ± 30 arcmin.

Un masque est monté sur la face réfléchissante du miroir primaire pour délimiter les zones actives en vue d'éviter un recouvrement de deux longueurs d'ondes différentes sur le secondaire.

ii) Miroir Secondaire

Matière : Zerodur Qualité spéciale massif

Diamètre physique : 48 mm

Diamètre utile externe : 46 mm

Diamètre utile interne : 7 mm

Forme : convexe

Rayon de courbure : 536.25 mm

Coefficient d'asphéricité : -4.1111

Figure : $\lambda/10$ (dans le visible)

Rugosité : 3 Å RMS

Revêtements : x 4 multicouches

5.2.2. *Filtres*

Le système comprend une série de filtres disposés à différents endroits du télescope souvent en redondance pour éviter les effets d'impact :

- un filtre aluminium à l'entrée de l'expérience ;
- une roue porte-filtre ;
- éventuellement si les derniers développements le permettent, un dépôt aluminium à l'arrière du DTC aminci, éclairé par l'arrière.

(a) Filtre Aluminium

Un filtre d'aluminium/carbone (200 nm d'aluminium avec éventuellement à l'arrière 10 nm de carbone sur un grillage de nickel) est placé à l'entrée du télescope et réfléchit tout le flux solaire au-dessus de 75 nm.

Transmission du filtre aluminium :

$T > 40\%$ pour $17\text{ nm} < \lambda < 35\text{ nm}$

$T < 10^{-7}$ pour $\lambda > 200\text{ nm}$

Ce filtre aluminium est protégé des ondes acoustiques internes lors du lancement, grâce au vide réalisé à l'intérieur de l'expérience.

(b) Filtres de la roue porte-filtres

Une roue porte-filtre est située près du plan focal et possède 4 positions d'arrêt : 2 filtres aluminium (en redondance, choix du meilleur en opération), 1 filtre de MgF_2 pour mesurer en vol, la lumière parasite au-delà de 1100 Å et un trou.

5.2.3. *Caméra et détecteur*

La caméra comprend : le détecteur, l'électronique de proximité, le système de refroidissement du détecteur par un radiateur regardant l'espace froid et un système de chauffe pour la régulation de la température et la décontamination du détecteur.

Le choix du détecteur de EIT est crucial pour réaliser avec succès les objectifs de la mission.

En particulier, le détecteur doit avoir une efficacité quantique adéquate dans l'XUV, une dimension de pixel en accord avec la distance focale, doit couvrir la totalité du champ de vue, présenter une résolution acceptable, comporter un refroidissement raisonnable du CCD et posséder une dynamique capable d'enregistrer des images d'un soleil calme, de trous coronaux et de régions actives du soleil.

Notre choix s'est porté sur un CCD 1024 x 1024 aminci et illuminé par l'arrière, développé par Tektronix et qui sera également utilisé par LASCO. Le CCD sera refroidi à -80 degrés C pour réduire le courant d'obscurité.

5.2.4. *Sous-système électronique*

Le sous-système de l'électronique EIT est une unité de commande contrôlée par microprocesseur et de traitement des données. Il comprend un micropro-

cesseur de contrôle avec mémoire de contrôle, la caméra CCD, l'interface électronique avec le télescope, la commande des mécanismes, les convertisseurs de puissance, la commande du contrôle thermique et l'interface électronique avec le satellite. Le microprocesseur de contrôle assure le contrôle général de l'expérience : il reçoit et exécute des commandes venant du satellite, envoie au système de télémétrie les données expérimentales et les paramètres de l'expérience, contrôle les différents mécanismes. Il mémorise l'état de l'instrument et les tables de paramètres pour les temps d'exposition, les séquences d'opération, etc. La boîte électronique principale, qui est commune à LASCO, contient toute l'électronique, excepté celle de proximité associée à la caméra et aux commandes des moteurs. Pour satisfaire les contraintes de transmission, les données des images doivent être comprimées. Après analyse de l'image, l'algorithme de compression le plus approprié est choisi. Plusieurs algorithmes de compression sont pris en compte ; ceux qui donnent un facteur de compression le plus élevé sont les plus longs à calculer. Sans entrer dans les détails, une compression des images EIT conduisant à 4-5 bits par pixel doit être possible.

5.2.5. Mécanismes

(a) Porte

A l'avant de l'expérience, une porte à 2 positions (à 90 degrés) ferme hermétiquement la structure. Cette porte est mise en mouvement par un moteur pas à pas. Pour la première ouverture, un système à ressort avec commande pyrotechnique est prévu pour débloquer la porte en cas de collage du joint sur son support ; un amortisseur est prévu pour le choc. Des encodeurs donnent une indication de la position de la porte.

Un autre système commande pyrotechnique est prévu pour ouvrir définitivement la porte en cas de panne moteur.

(b) Masque tournant

A l'avant du télescope, un masque tournant couvrant les trois quarts de la surface du miroir primaire permet le choix de la longueur d'onde. Des encodeurs donnent une indication de la position du masque. Le nombre de manœuvres prévues est de l'ordre de 10^5 sur la durée de vie de l'expérience.

(c) Roue porte-filtres

Une roue porte-filtres à 4 positions (voir ci-dessus) est prévue près de la caméra DTC. Le nombre total de rotations est de l'ordre de 10^3 sur la durée de vie de l'expérience. Des encodeurs donnent une indication de la position de la roue porte-filtres.

(d) Obturateur du détecteur

L'obturateur du détecteur se trouve près du détecteur ; pour certaines observations, le temps d'éclair-

ement du DTC doit être très court (de l'ordre de 2 sec) et il est nécessaire que tous les pixels soient éclairés pendant le même temps avec une grande précision : 5 %. Le choix pour ce système consiste en deux lames identiques tournant toujours dans la même direction. Une lame ouvre le champ de vue tandis que la seconde le referme pendant la même durée et à vitesse constante. Le nombre maximum d'opérations est moindre que 5×10^5 sur la durée de vie de l'expérience.

5.2.6. Composants critiques

Les composants critiques de l'expérience des points de vue réalisation, fragilité et contamination sont : les miroirs et leurs multicouches, le détecteur, le filtre aluminium. Un plan de contrôle de la propreté au cours des différentes étapes (fabrication, montage, intégration, vérifications, tests,...) de la vie du télescope, doit être établi en fonction de la sensibilité des composants par rapport aux différents types de contaminants et des objectifs scientifiques.

5.3. Concept thermique

Nous prévoyons un contrôle thermique actif au niveau du cylindre interne, support de l'optique. Les différents flux thermiques entrant et sortant sont :

- la part du flux solaire absorbée au niveau du filtre aluminium à l'entrée ;
- la dissipation des moteurs pas à pas (quelques watts pendant 1 % du temps) ;
- l'échange par rayonnement et par conduction avec le satellite ;
- la puissance dissipée dans l'électronique ;
- l'échange par rayonnement avec l'espace froid au travers de l'isolant multicouche ;
- l'échange avec l'espace froid du radiateur qui sert à refroidir le DTC.

5.4. Philosophie des modèles et de qualification

La mise au point du concept EIT et sa qualification sont basées sur les différents modèles suivants :

- une *maquette optique* pour tester les optiques et mettre au point la calibration (mesure de la lumière parasite, test du bafflage, contrôle de la précision de montage, mesure de la qualité optique, mesure du spot à 25.4 nm et à 30.4 nm et photométrie à 17 nm et à 30.4 nm, mesures avec le filtre aluminium, calibration avec la caméra prototype) ;
- un *modèle thermo-structurel* (livré à l'ASE en novembre 91) : pour la caractérisation des propriétés géométriques (centre de masse, moment d'inertie, ...) pour tous les tests mécaniques, dynamiques et thermiques (test au simulateur de flux solaire) ;
- un *modèle Engineering* (livré à l'ASE en juillet 92) qui possèdera une caméra prototype et des

simulateurs des mécanismes, pour la caractérisation électrique : interfaces électriques et mécaniques, test des principaux modes opératoires, du logiciel de vol et du dialogue entre l'expérience et le satellite (y compris les mises à jour du logiciel de vol transmises par télécommandes) ;

- un *modèle de réserve* en cas de problème ;
- le *modèle de vol* qui sera délivré à l'ASE en mai 92. Ce modèle sera d'abord testé optiquement (alignement, test interférométrique, spot à 253.7 nm), sera ensuite testé en vibrations avec un contrôle d'alignement et d'intégrité entre chaque test. Il subira ensuite des tests thermiques et de compatibilité électromagnétique. Ces tests sur le modèle de vol seront réalisés au niveau acceptation alors qu'ils le seront au niveau qualification pour les autres modèles. Une recalibration est prévue quelques mois avant le lancement prévu en juillet 95.

6. Organisation du consortium EIT

L'expérience EIT proposée à l'ASE (Agence Spatiale Européenne)/NASA, par J.P. Delaboudinière P.I. (Chercheur Principal), de l'IAS (Institut d'Astrophysique Spatiale, Verrières-le-Buisson, France) sera réalisée par un consortium international qui réunit les Instituts suivants :

En France :

IAS dont les responsabilités sont : Direction Scientifique, définition et spécification de l'instrument en collaboration avec IAL SPACE, design optique, vérification, mesure, qualification et calibration des composants optiques, obtention des filtres, tests optiques et calibration photométrique au niveau de l'instrument pour les modèles requis, conduite de l'analyse des résultats de EIT.

LAS (Laboratoire d'Astronomie Spatiale) dont les responsabilités sont : Conception, développement, fabrication, tests et qualification des mécanismes : Roue porte-filtres (commune à LASCO) et masque tournant pour les modèles requis.

IOTA (Institut d'Optique Théorique et Appliquée) dont les responsabilités sont : Fabrication des miroirs avec dépôts de bore et multicouches.

Les facilités du CNES : INTESPACE pour la réalisation des essais vibratoires et acoustiques sous le contrôle d'IAL SPACE.

En Belgique :

IAL Space dont les responsabilités sont :

- la direction technique du programme EIT, la coordination de l'assurance qualité, le contrôle des plannings ;
- la conception, le développement et la fabrication de la structure mécanique de la section télescope et

du container de transport (en sous-traitance à SPACEBEL Instrumentation, SBI) ;

- qualification du télescope et de l'instrument ;
- la conception, le développement et la fabrication des équipements support au sol ;
- conception et calculs thermiques, contrôle thermique excepté le système de refroidissement du DTC (en sous-traitance à SPACEBEL Instrumentation, SBI) ;
- intégration et tests fonctionnels au niveau instrument ;
- tests d'ambiance thermique ;
- participation à l'analyse des résultats de EIT.

O.R.B. (Observatoire Royal de Belgique) dont les responsabilités sont :

- support au développement du logiciel de vol ;
- participation à l'analyse des résultats de EIT.

Aux Etats-Unis :

NRL (Naval Research Laboratory à Washington) dont les responsabilités sont :

- conception, fabrication, tests et calibration de la caméra DTC (y compris le système de refroidissement et la régulation thermique du détecteur) ;
- analyse thermique de la caméra DTC et de l'électronique de proximité ;
- conception, fabrication et test de la boîte électronique (commune à LASCO) ;
- conception, fabrication et test de l'obturateur (commun à LASCO) ;
- interfaces électriques vers le satellite ;
- conception et développement du logiciel de vol EIT ;
- conception et développement de l'EGSE : équipement support électrique au sol de EIT et logiciel associé ;
- design et développement de l'IGSE : équipement support au sol de l'instrument EIT et logiciel associé ;
- intégration et tests fonctionnels avec LASCO.

LPARL (Lockheed Palo Alto Research Laboratory) dont les responsabilités sont :

- tests du détecteur dans la région de 17-30.4 nm et classification des différents DTC de vol ;
- support, quand nécessaire, à la conception, la fabrication, les tests et la calibration du système caméra DTC ;
- support, quand nécessaire, au développement du logiciel ;
- support, quand nécessaire, à l'intégration avec LASCO and aux tests fonctionnels ;

- adaptation du logiciel de réduction de données Solar-A SXT à l'expérience EIT ;

- participation à l'analyse des résultats de EIT.

GSFC (Goddard Space Flight Center à Washington)
dont les responsabilités sont :

- support, quand nécessaire, au développement du logiciel de vol ;

- participation à l'analyse des résultats de EIT.

tion débutera en 1991 et se terminera en 1993. Le lancement est prévu pour mi-1995. La phase E d'exploitation des résultats pourra ensuite commencer, l'expérience ayant une durée de vie de 2 ans, pouvant éventuellement être étendue à 6 ans si les circonstances le permettent.

7. Planning

La phase B (d'études) a débuté en 1988 et se terminera fin 1990. La phase C/D comprenant notamment la réalisation des plans de détails, la fabrication, l'assemblage, l'intégration, la vérification, la qualifica-
