



**Centre d'Etudes et de Recherches de Toulouse**

2 Avenue E. Belin, BP 4025, TOULOUSE Cédex, Téléphone 05 62 25 25 25

*Département d'Etudes et de Recherches  
en Technologie Spatiale*

**ESA-QCA0025S-C**

**RAPPORT INTERMEDIAIRE 456406**

**DERTS  
Septembre 1997**

**CARACTERISATION IONS LOURDS DE 4 COMPOSANTS  
POUR LE PROJET INTEGRAL  
(CS5016, MAX155, AD790, AD7545)  
(Brook 2, 23-25/04/97)**

**Rédigé par S. Duzellier, T. Nuns  
L. Guibert**

**CR/COMP/172**

FICHE D'IDENTIFICATION

<p><b>ORGANISME EMETTEUR</b></p> <p><b>O.N.E.R.A.</b> ----- CENTRE D'ETUDES ET DE RECHERCHES DE TOULOUSE ----- <b>C.E.R.T.</b> <b>COMPLEXE AEROSPATIAL</b> 2 Avenue Edouard Belin TOULOUSE ----- BP n° 4025 - 31055 TOULOUSE Cedex</p>	<b>CLASSIFICATION</b>			
	Secret militaire		Secret industriel	
	Titre : NC			
	Fiche : NC			
	Document : NC			
	Numéro de la fiche programme		Service de l'Etat chargé de l'exécution du contrat	
	T742B		CNES	
			Numéro du contrat	
			01/721 95/1427	
<p><b>DEPARTEMENT :</b> <b>DERTS</b></p>				
<p><b>TITRE :</b> CARACTERISATION IONS LOURDS DE 4 COMPOSANTS POUR LE PROJET INTEGRAL CS5016, MAX155, AD790, AD7545, (Brook 2, 23-25/04/97)</p>				
<p><b>AUTEUR(s) :</b> S. Duzellier, T. Nuns, L. Guibert (personne physique)</p>				
<b>Date</b>	<b>N° d'origine du document</b>	<b>Pages</b>	<b>Nombre Figures</b>	<b>Réf. biblio</b>
Septembre 1997	CR/COMP/172 RI/456402	8	1	-
<p><b>RESUME D'AUTEUR :</b></p> <p>Ce rapport présente les résultats des essais réalisés au Brookhaven National Labs, (USA). Ces essais concernent les caractérisations SEU/SEL de 2 convertisseurs analogique/numérique 16 bits et SEL d'un comparateur et d'un convertisseur.</p>				
<p><b>NOTIONS D'INDEXAGE :</b></p> <p>Convertisseurs, Comparateurs, Ions lourds, Upsets, Latch-up</p>				

**LISTE DE DIFFUSION DU DOCUMENT C.E.R.T CR/COMP/172**

**EXTERIEURS A L'ONERA**

**Monsieur le Directeur  
Centre National d'Etudes Spatiales  
18, av. E. Belin  
31401 Toulouse Cédex 4**

**A l'attention de :**

**Madame E. Ferrandiz, CT/AQ/CA/PC  
Monsieur R. Ecoffet, CT/AQ/CA/CE**

**3ex  
2ex**

**INTERIEURS A L'ONERA**

**CP  
DERTS**

**1ex  
5ex**

**DESTINATAIRES DE LA FICHE D'IDENTIFICATION SEULE**

**EXTERIEURS A L'O.N.E.R.A**

**A l'attention de Monsieur A. Olivero, CT/DA/AT**

**1ex**

**INTERIEURS A L'O.N.E.R.A.**

**ONERA/ISP - DERA - DERAT - DERI - DERMES - DERMO - DERO**

**DSE/E**

<b>CONDITIONS ET DÉROULEMENT DES ESSAIS</b>	<b>2</b>
---	----------

---

<b>RÉSULTATS</b>	<b>2</b>
------------------	----------

---

MAX195	2
CS5016	3
AD7945	4
AD790	4

<b>ANNEXE 1 : TABLEAUX DE RÉSULTATS</b>	<b>5</b>
---	----------

---

<b>ANNEXE 2 : CIRCUITS ET CONDITIONS DE TEST</b>	<b>9</b>
--	----------

---

Ce rapport présente les résultats des essais réalisés par le CERT au BNL (Brookhaven National Labs, USA). Ces essais concernent les caractérisations SEU/SEL de 2 convertisseurs analogique/numérique 16bits (CS5016 et MAX195) et SEL d'un comparateur (AD790), la caractérisation SEL d'un convertisseur (AD7545).

## Conditions et déroulement des essais

Les essais se sont déroulés au BNL (Brookhaven, USA) du 23 au 25 Avril 1997. Les ions utilisés sont listés dans le tableau 1.

Ion	Energie (MeV)	Range (um)	LET(Si) en MeV/mg/cm <sup>2</sup>
Br-79	290	37.3	37.1
Cl-35	210	63.5	11.4
I-127	350	33.1	59.9
Si-28	185	75.7	7.9
F-19	140	120.4	3.38
C-12	99	184.5	1.44

Tableau 1

L'accélérateur du Brookhaven Nat. Lab est un tandem Van de Graaff de tension maximum 15 MV. Les irradiations sont faites avec un faisceau direct contrairement à l'IPN d'ORSAY.

Les essais réalisés par le CERT dans le cadre du projet INTEGRAL concernent les composants présentés dans le tableau suivant.

Composant	Type	Fabricant	Projet	Test	dtc	sn
MAX195	CAN16bits	MAXIM	Integral	SEU/SEL	9616	1
CS5016	CAN16bits	CRYSTAL	Integral	SEU/SEL	9508	1, 2
AD7945	CAN12bits	Analog dev.	Integral	SEL	9522	1
AD790	Comparateur	Analog dev.	Integral	SEU/SEL	9547	1, 2

Tableau 2

## Résultats

### MAX195

Une carte et un programme de test ont été développés permettant le test du convertisseur en mode conversion pour deux motifs : "Tout à 0" (TA0, Vin=0V) et "Tout à 1" (TA1, Vin=Vref). De plus, la scrutation du niveau de la broche "EOC" permet de vérifier les erreurs conduisant au passage intempestif en mode calibration du composant. Les résultats obtenus sont décrits ci-dessous.

- le MAX195 s'avère sensible au latch-up à partir du Brome à 48° d'incidence du faisceau ( $LET_{eff}^1=55$ , seuil du phénomène). En raison de problèmes techniques (seuil de courant de détection minimal trop haut), il n'a pas été possible de faire une mesure précise de la section efficace SEL
- pas de différence de sensibilité entre TA0 et TA1 ( $\sigma = 7 E-6 \text{ cm}^2/\text{comp.}$ ). On n'observe pas de saturation ni de seuil franc pour ce type d'évènements (figure 1),
- en TA1, seuls les bits D0 et D1 basculent (les 2 bits de poids faible),
- en TA0, seul le bit D0 est erroné (LSB),
- les erreurs de type "calibration" (passage intempestif en mode calibration) sont les plus probables (voir figure 1,  $LET_{seuil}$  de 11 MeV/mg/cm<sup>2</sup> et  $\sigma_{sat} = 5E-5 \text{ cm}^2/\text{comp.}$ ).

### CS5016

Les conditions de test sont les mêmes que pour le MAX195 (test en mode conversion - TA0/TA1, test du passage en mode calibration "calibration"). Les résultats sont présentés sur la figure 1.

- ce composant est très sensible au latch-up :

$LET_{seuil} = 7 \text{ MeV/mg/cm}^2$ ;  $\sigma_{sat} = 4.5E-3 \text{ cm}^2/\text{comp.}$

La caractérisation SEU de ce composant n'a pu être réalisée en raison de la forte sensibilité SEL (temps mort important).

Etant donné les problèmes techniques rencontrés sur la détection latch-up (défectueuse sur l'alimentation négative du composant), des mesures complémentaires ont été réalisées à LOUVAIN (28-29 juin 1997) à l'aide du testeur LUCI (composant alimenté entre 0V et +5V). Ici, le composant est polarisé en statique (test en mode dynamique dans le cas des essais BNL). Ces mesures valident les mesures réalisées au BNL et confirment les valeurs de seuil et à saturation (voir figure 1).

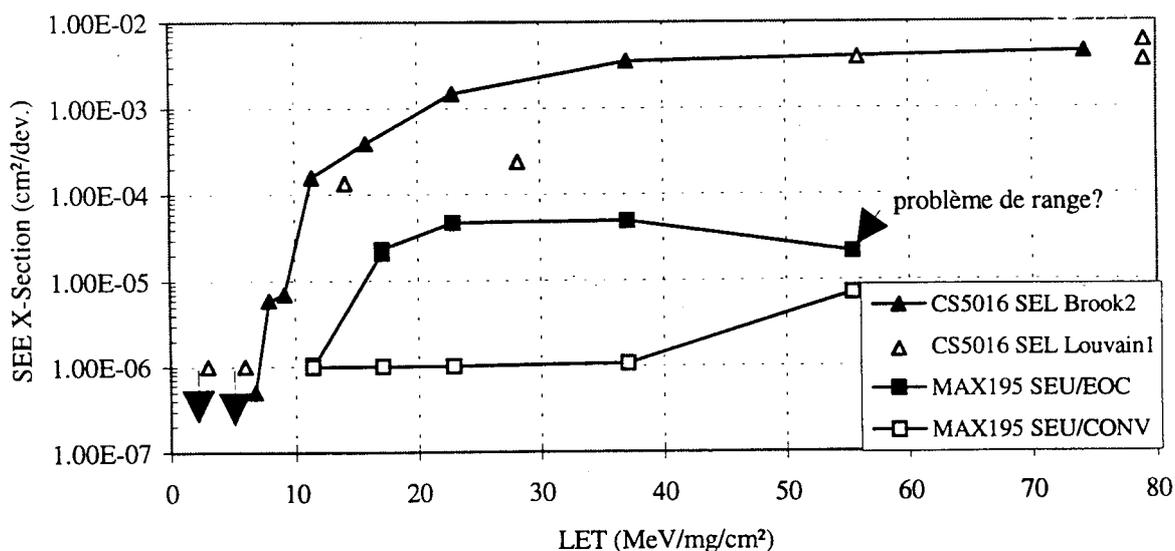


Figure 1 - Courbes de section efficace des 2 CANs 16bits

<sup>1</sup> LET effectif =  $LET(0^\circ)/\cos\theta$

## AD7945

Ce convertisseur 12 bits a été testé vis à vis du latch-up à l'aide du testeur LUCI du CNES (conditions de polarisation en annexe).

Une seule pièce a été irradiée. Celle-ci présentait un courant de consommation de 3mA, le seuil de détection a été fixé à 30mA.

*Aucun latch-up a été détecté* sur ce produit pour un LET max de 74.2 MeV/mg/cm<sup>2</sup> (Brome 290MeV, tilt=60°, range=18.6µm) et pour une fluence reçue de 1.25E+6 part./cm<sup>2</sup>.

## AD790

Deux configurations de test ont été utilisées (voir schéma en annexe) :

±Vcc = +6.2V, GND (pièce 1),

±Vcc = +5V, -5V (pièce 2).

Les transitoires de l'ordre de quelques nanosecondes, d'amplitudes supérieurs à 2.8V (niveau TTL) sont interceptés par une bascule D dont la sortie est scrutée par le testeur MEMTEST. Les évènements de type latch-up sont également surveillés.

*Aucun évènement a été détecté* pour les conditions décrites dans le tableau 3.

pièce	LET (MeV/mg/cm <sup>2</sup> )	Angle	fluence effective (p/cm <sup>2</sup> )	SEU	SEL
1	37.1	0°	1E+6	0	0
1	74.2	60°	1E+6	0	0
2	74.2	60°	1E+6	0	0

Tableau 3 - Résultats au Brome 290MeV

## **Annexe 1 : Tableaux de résultats**

## MAX195

Run #	Date	Time	DeviceID	Ion	Energy MeV	Range um	LET	Tilt deg	Time sec	Flux #/cm2/sec	Fluence #/cm2	Dose RAD(Si)	TotalDose RAD(Si)	SEU total	CrossSec cm2	SEU conv	CrossSec conv (cm <sup>2</sup> )	EOC	CrossSec EOC (cm <sup>2</sup> )
191	25Apr97	06:46	MAX195	Cl-35	210	63.5	11.4	0	492.5	1.94E+03	9.55E+05	1.75E+02	1.69E+03	1	1.05E-06	1	1.05E-06	0	1.05E-06
192	25Apr97	06:48	MAX195	Cl-35	210	63.5	11.4	0	54.5	1.88E+04	1.02E+06	1.87E+02	1.88E+03	2	1.96E-06	1	9.78E-07	1	9.78E-07
194	25Apr97	06:52	MAX195	Cl-35	210	42.5	17.1	48	93.7	1.07E+04	1.01E+06	2.75E+02	2.21E+03	21	2.09E-05	0	9.95E-07	21	2.09E-05
195	25Apr97	06:54	MAX195	Cl-35	210	42.5	17.1	48	100.7	9.94E+03	1.00E+06	2.74E+02	2.49E+03	24	2.40E-05	1	9.99E-07	23	2.30E-05
196	25Apr97	06:57	MAX195	Cl-35	210	31.7	22.9	60	126.2	7.95E+03	1.00E+06	3.68E+02	2.86E+03	48	4.78E-05	1	9.97E-07	47	4.69E-05
197	25Apr97	06:59	MAX195	Cl-35	210	31.7	22.9	60	123	8.16E+03	1.00E+06	3.68E+02	3.22E+03	48	4.79E-05	1	9.97E-07	47	4.69E-05
225	25Apr97	11:13	MAX195	Br-79	290	37.3	37.1	0	205.7	4.53E+03	9.32E+05	5.54E+02	3.96E+03	47	5.05E-05	1	1.07E-06	46	4.94E-05
226	25Apr97	11:25	MAX195	Br-79	290	24.9	55.4	48	144.1	9.72E+02	1.40E+05	1.24E+02	4.65E+03	4	2.86E-05	1	7.14E-06	3	2.14E-05

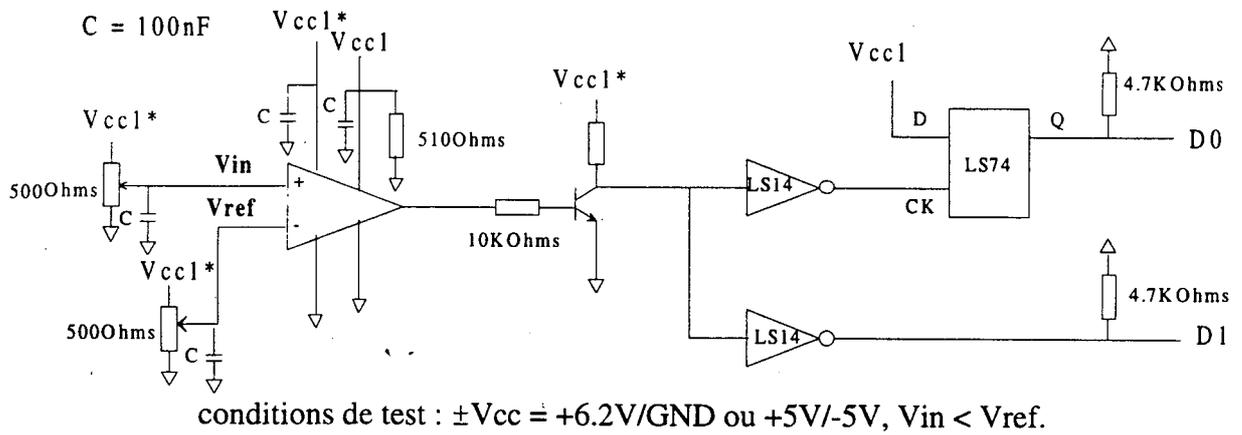
cs5016

Run #	Date	Time	DeviceID	Ion	Energy MeV	Range um	LET(Si) MeV.cm2/mg	Tilt deg	Roll deg	Time sec	Flux #/cm2/sec	Fluence #/cm2	Dose RAD(Si)	TotalDose RAD(Si)	Latch-up	CrossSec cm2
215	25Apr97	09:25	cs5016	F-19	140	120.4	3.38	0	0	38.2	2.95E+04	1.13E+06	6.10E+01	1.19E+03	0	8.87E-07
216	25Apr97	09:28	cs5016	F-19	140	60.2	6.76	60	0	134.3	1.50E+04	2.02E+06	2.19E+02	1.41E+03	1	4.96E-07
217	25Apr97	09:32	cs5016	F-19	140	60.2	6.76	60	0	133.6	1.51E+04	2.02E+06	2.19E+02	1.63E+03	0	4.94E-07
221	25Apr97	10:12	cs5016	Si-28	185	75.7	7.9	0	0	145.7	1.40E+04	2.04E+06	2.58E+02	2.61E+03	12	5.90E-06
218	25Apr97	09:34	cs5016	F-19	140	41.2	9.88	70	0	104.2	1.07E+04	1.11E+06	1.76E+02	1.80E+03	0	9.00E-07
219	25Apr97	09:36	cs5016	F-19	140	41.2	9.88	70	0	99.7	1.07E+04	1.06E+06	1.68E+02	1.97E+03	0	9.41E-07
220	25Apr97	10:09	cs5016	Si-28	185	65.6	9.13	30	0	165.7	1.21E+04	2.01E+06	2.94E+02	2.35E+03	14	6.97E-06
186	25Apr97	05:55	cs5016	Cl-35	210	63.5	11.4	0	0	184.9	1.41E+03	2.60E+05	4.77E+01	1.07E+03	0	3.85E-06
187	25Apr97	05:58	cs5016	Cl-35	210	63.5	11.4	0	0	29.7	1.38E+03	4.11E+04	7.52E+00	1.07E+03	0	2.44E-05
188	25Apr97	06:09	cs5016	Cl-35	210	63.5	11.4	0	0	544.5	3.46E+02	1.88E+05	3.45E+01	1.11E+03	0	5.32E-06
189	25Apr97	06:24	cs5016	Cl-35	210	63.5	11.4	0	0	427.9	1.78E+02	7.62E+04	1.40E+01	1.12E+03	12	1.58E-04
222	25Apr97	10:22	cs5016	Si-28	185	37.9	15.8	60	0	156.2	2.47E+02	3.85E+04	9.75E+00	2.66E+03	15	3.90E-04
190	25Apr97	06:27	cs5016	Cl-35	210	31.7	22.9	60	0	133.7	1.07E+02	1.42E+04	5.22E+00	1.13E+03	21	1.47E-03
223	25Apr97	10:57	cs5016	Br-79	290	37.3	37.1	0	0	47.8	1.55E+02	7.42E+03	4.41E+00	2.69E+03	26	3.50E-03
2	24Apr97	03:50	cs5016	Br-79	290	37.3	37.1	0	0	189.4	6.03E+03	1.14E+06	6.78E+02	6.78E+02	58	5.08E-05
224	25Apr97	11:00	cs5016	Br-79	290	18.6	74.2	60	0	92.1	8.80E+01	5.34E+03	6.35E+00	2.70E+03	24	4.49E-03



## Annexe 2 : Circuits et conditions de test

### AD790 test SEU/SEL



### AD7945 (test SEL avec LUCI)

DB0-DB10	0V
DB11	+5V (charge 4.7K)
Vref	+5V
Vdd	+5V
/WR	Clock
/CS	Clock