

ESA-QCA0035T-C

**ONERA CERT**

**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*

**ETAT D'AVANCEMENT DES TRAVAUX 456406**

**DERTS  
Septembre 1997**

**ESSAI DE LOT : COMPOSANT HA5147**

**Rédigé par J.P. David  
S. Soonckindt**

**CR/COMP/174**

FICHE D'IDENTIFICATION

<p align="center"><b>ORGANISME EMETTEUR</b></p> <p align="center"><b>O.N.E.R.A.</b></p> <p align="center">-----</p> <p align="center"><b>CENTRE D'ETUDES ET DE RECHERCHES DE TOULOUSE</b></p> <p align="center">-----</p> <p align="center"><b>C.E.R.T.</b></p> <p align="center"><b>COMPLEXE AEROSPATIAL</b></p> <p align="center"><b>2 Avenue Edouard Belin</b></p> <p align="center"><b>TOULOUSE</b></p> <p align="center">-----</p> <p align="center"><b>BP n° 4025 - 31055 TOULOUSE Cedex</b></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			
			95/1427 Cde 01/721			
<p><b>DEPARTEMENT :</b></p> <p align="center"><b>DERTS</b></p>						
<p><b>TITRE :</b></p> <p align="center"><b>ESSAI DE LOT : COMPOSANT HA5147</b></p>						
<p><b>AUTEUR(s) :</b> J.P. David, S. Soockindt (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/174 EAT/456406	40	21	-		
<p><b>RESUME D'AUTEUR :</b></p> <p align="center">Ce document présente le travail effectué et les résultats obtenus lors de l'essai de lot réalisé pour le projet "INTEGRAL" sur des amplificateurs opérationnels HA5147.</p> <p align="center">Cette évaluation a été réalisée en accord avec la spécification générale ESA/SCC22900 et les desiderata du client.</p>						
<p><b>NOTIONS D'INDEXAGE :</b></p>						

• **LISTE DE DIFFUSION DU DOCUMENT C.E.R.T CR/COMP/174**

**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**

## **1 Cadre de l'essai :**

Ce document présente le travail effectué et les résultats obtenus lors de l'essai de lot réalisé pour le projet "Intégral" sur des amplificateurs opérationnels HA5147. Le détail des résultats, courbes et tableaux, est fourni dans le rapport d'essai ci-joint.

Cette évaluation a été réalisée en accord avec la spécification générale ESA/SCC 22900 et les desiderata du client.

## **2 Irradiation et dosimétrie :**

L'irradiation s'est déroulée dans le local "Méga" muni d'un irradiateur panoramique Co<sup>60</sup> "GMA2500".

Des dosimétries relatives du moyen d'irradiation à la "Babyline" et par composants MOS ont montré une excellente cohérence. Le niveau absolu de débit de dose a été fourni par les anciens moyens d'irradiation Co<sup>60</sup> du DERTS (Gammacell et chambre Milga) précédemment calibrés par des dosimètres thermo-luminescents.

A partir de cette dosimétrie, le débit de dose à toute date et en tout point du local est calculé à partir de la constante physique de décroissance de l'activité de la source (demi-vie) et la loi en  $1/d^2$ ,  $d$  étant la distance entre la source (quasi ponctuelle) et la zone active des composants.

Pour cet essai, le débit de dose a été fixé à 2,2Gy(Si)/h pour une dose finale de 500Gy(Si).

Au cours de l'irradiation (et de la guérison), les pièces étaient polarisées suivant le schéma fourni dans le rapport d'essai.

## **3 Caractérisation électrique :**

La caractérisation électrique a été effectuée au moyen d'un testeur "LTS2020". Elle a porté sur les paramètres de la data-sheet fabricant du composant.

## **4 Procédure post-irradiation :**

La procédure d'évaluation post-irradiation qui a été appliquée est la suivante :

- 168h/20°C sous polarisation.

Les mesures relevées après guérison sont repérées par "+168 h" dans les tableaux de valeurs.

#### **5 Bilan de l'évaluation :**

Les dégradations paramétriques sont modérées mais continues jusqu'à 400Gy(Si). A 500Gy(Si), le composant est fonctionnellement très dégradé (gain non-mesurable) et les valeurs relevées des paramètres ne sont probablement pas réalistes.

La partie la plus sensible de ces composants est donc interne, non accessible à une mesure paramétrique directe, et 400 Gy(Si) en est la limite de tenue typique dans les conditions d'essai appliquées.

**ANNEXE**  
**RAPPORT D'ESSAI**

# Table des matières

<b>1 Rapport d'essai: HA5147</b>	<b>1</b>
Composant testé: . . . . .	1
Conditions d'irradiation: . . . . .	1
Liste des paramètres testés: . . . . .	2
Condition de polarisation sous irradiation: . . . . .	3
Profil d'irradiation: . . . . .	4
Courbes de dégradations . . . . .	7
Paramètre :+Is . . . . .	7
Paramètre :-Is . . . . .	8
Paramètre :Vos . . . . .	9
Paramètre :Ios . . . . .	10
Paramètre :+IbAvg . . . . .	11
Paramètre :+Aol . . . . .	12
Paramètre :-Aol . . . . .	13
Paramètre :CMRR . . . . .	14
Paramètre :+PSRR . . . . .	15
Paramètre :-PSRR . . . . .	16
Paramètre :+Vout1 . . . . .	17
Paramètre :+Vout2 . . . . .	18
Paramètre :-Vout1 . . . . .	19
Paramètre :-Vout2 . . . . .	20
Paramètre :+Iout . . . . .	21
Paramètre :-Iout . . . . .	22
Paramètre :+SR . . . . .	23
Paramètre :-SR . . . . .	24
Paramètre :GBWP . . . . .	25
Résultats de mesures . . . . .	27

**Composant :** HA5147  
**Type de test :** dose cumulée  
**Contrat :** CNES 97  
**Date de l'essai :** 21/07/1997  
**Référence DERTS :** 97024

### Composant testé :

Fonction : Ultra Low Noise, Precision, High SR Operational Amplifier

Fabricant: Analog Device

Boîtier : Dil 14

Echantillon : 5 pièces irradiées et 1 témoin

Liste des pièces testées :

no. interne	id. pièce	date code	remarques
1	1	9523	pièce témoin
2	2	9523	
3	3	9523	
4	4	9523	
5	5	9523	
6	6	9523	

### Conditions d'irradiation :

Source de radiation : source Co<sup>60</sup> (gamma)

Commentaire: Irradiateur type GMA

Dose totale déposée: 500 Gy(Si)

Débit de dose: 2,20 Gy/h (Si)

Conditions d'exposition: 7 étapes (50, 100, 150, 200, 350, 400 et 500 Gy)

Ecran absorbant :

Température: ambiante



### Liste des paramètres testés :

#	nom	description
1	+Is	Positive Supply Current( $V_s = +/-15V$ )
2	-Is	Negative Supply Current( $V_s = +/-15V$ )
3	Vos	Offset voltage ( $R_s = 50 \text{ Ohms}, V_s = +/-15V$ )
4	Ios	Offset current( $V_s = +/-15V$ )
5	+IbAvg	Average Input Bias Current( $V_s = +/-15V$ )
6	+Aol	Open Loop Gain ( $R_l = 2k\text{Ohms}, V_s = +/-15V$ , from $V_{out} = 0V$ to $+10V$ )
7	-Aol	Open Loop Gain ( $R_l = 2k\text{Ohms}, V_s = +/-15V$ , from $V_{out} = 0V$ to $-10V$ )
8	CMRR	Common mode rejection ratio( $\Delta V_{cm} = +11V$ )
9	+PSRR	Power supply rejection ratio( $\Delta V_{sup} = +14V$ )
10	-PSRR	Power supply rejection ratio( $\Delta V_{sup} = -14V$ )
11	+Vout1	Vout high( $V_s = +/-15V, R_{load} = 2k\text{Ohms}$ )
12	+Vout2	Vout high( $V_s = +/-15V, R_{load} = 600\text{Ohms}$ )
13	-Vout1	Vout low( $V_s = +/-15V, R_{load} = 2k\text{Ohms}$ )
14	-Vout2	Vout low( $V_s = +/-15V, R_{load} = 600\text{Ohms}$ )
15	+Iout	Output source current
16	-Iout	Output sink current
17	+SR	positive slew rate( $V_s = +/-15V, V_{out} = -3$ to $+3V$ )
18	-SR	negative slew rate( $V_s = +/-15V, V_{out} = +3$ to $-3V$ )
19	GBWP	Gain Bandwith Product( $V_s = +/-15V$ )

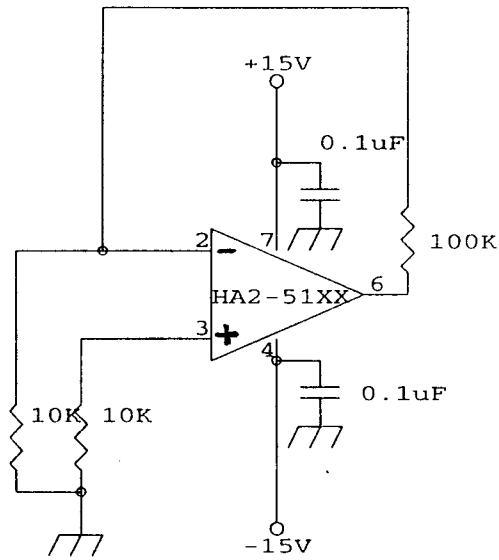
**Condition de polarisation sous irradiation :**

Figure 1.1: Schéma de polarisation sous irradiation

## Profil d'irradiation :

Source de radiation : source  $\text{Co}^{60}$  (gamma)

Commentaire : Irradiateur type GMA

Ecran absorbant :

Température : ambiante

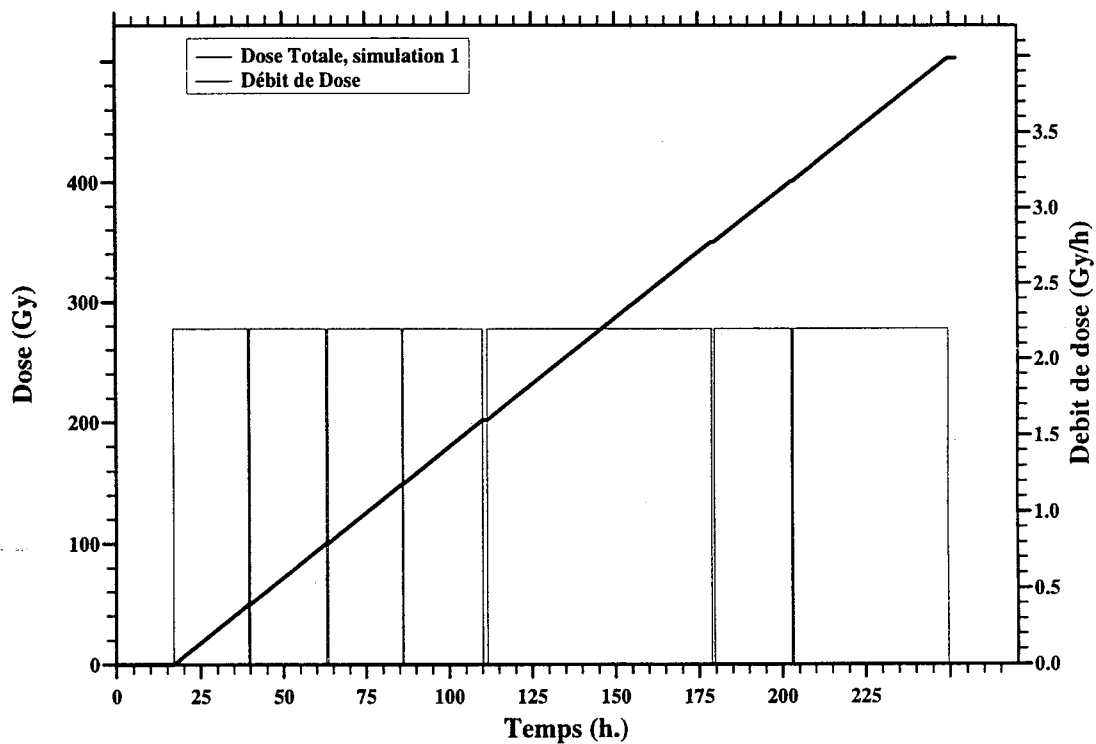


Figure 1.2: Dose déposée en fonction du temps d'essai

Date	Temps	Dose	Déb. dose	Remarques
21/07/1997	17h00	0 Gy	2,2 Gy/h	début d'exposition
22/07/1997	15h30	50 Gy	—	fin d'exposition
—	16h00	50 Gy	2,2 Gy/h	début d'exposition
23/07/1997	15h00	100 Gy	—	fin d'exposition
—	15h30	100 Gy	2,2 Gy/h	début d'exposition
24/07/1997	14h00	150 Gy	—	fin d'exposition
—	14h19	150 Gy	2,2 Gy/h	début d'exposition
25/07/1997	14h10	200 Gy	—	fin d'exposition
—	15h30	200 Gy	2,2 Gy/h	début d'exposition
28/07/1997	10h45	350 Gy	—	fin d'exposition
—	11h34	350 Gy	2,2 Gy/h	début d'exposition
29/07/1997	10h45	400 Gy	—	fin d'exposition
—	11h15	400 Gy	2,2 Gy/h	début d'exposition
31/07/1997	9h30	500 Gy	—	fin d'exposition

Tableau 1.1: Etapes d'irradiation

Contrat : CNES 97  
 Fabricant: Analog Device  
 Date code: 9523

Référence DERTS : 97024  
 Boitier: Dil 14  
 5 pièces irradiées et 1 témoin

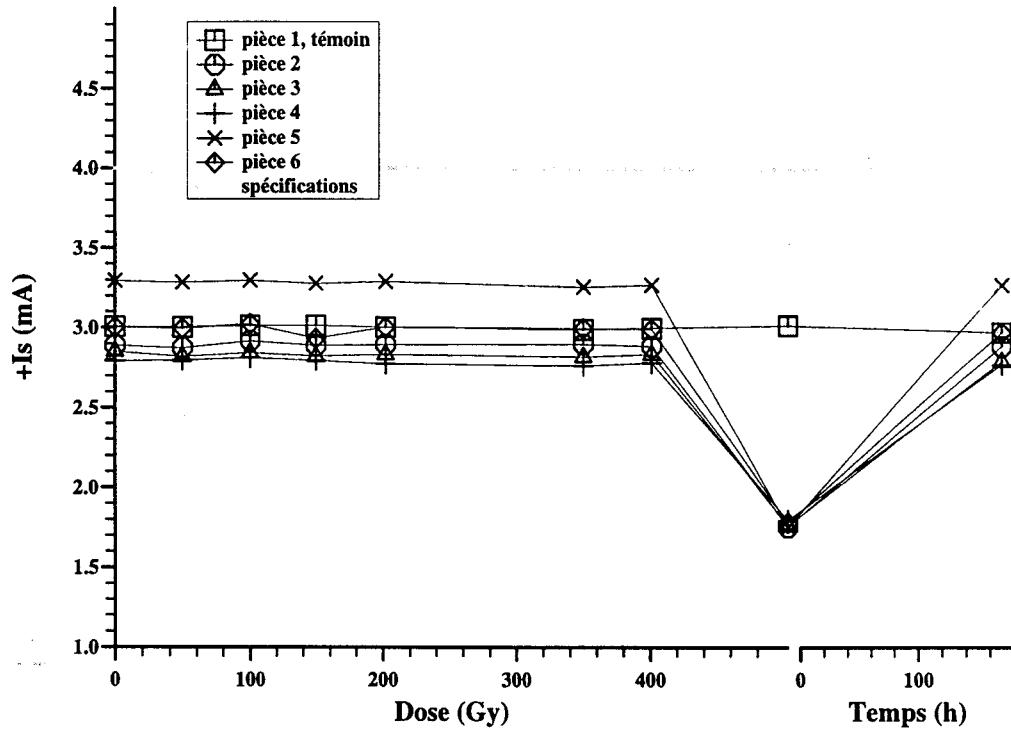


Figure 1.3: Positive Supply Current( $V_s = \pm 15V$ )

Spécification :  $+I_s < 4 \text{ mA}$

Les valeurs mesurées sont données en page 28.

Contrat : CNES 97  
 Fabricant: Analog Device  
 Date code : 9523

Référence DERTS : 97024  
 Boitier: Dil 14  
 5 pièces irradiées et 1 témoin

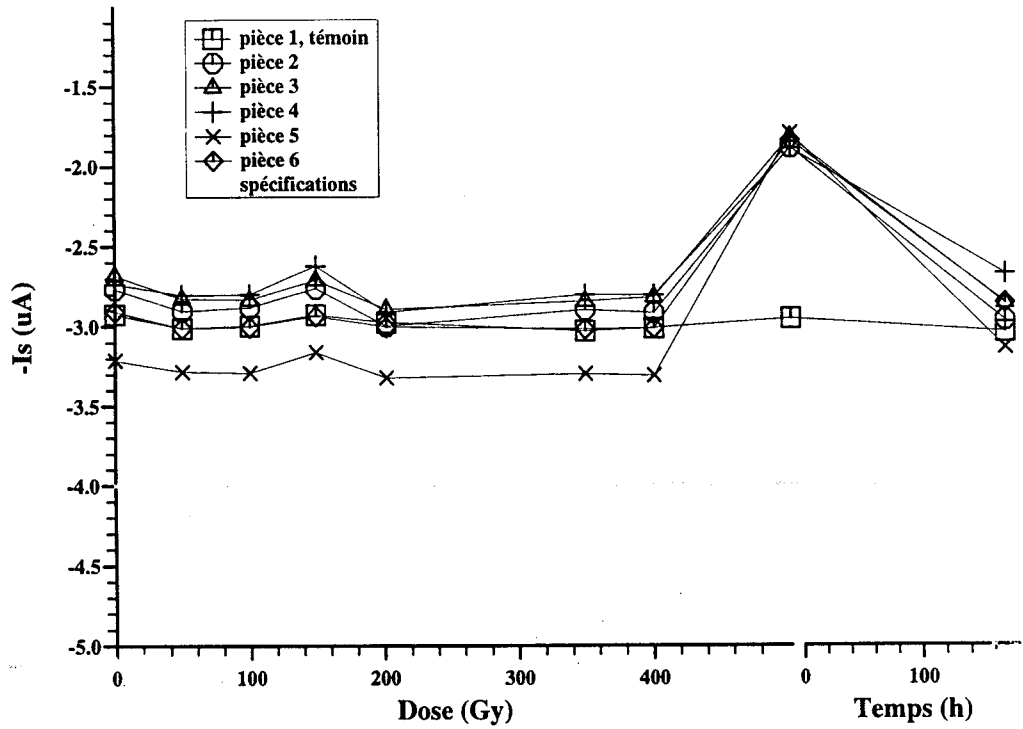


Figure 1.4: Negative Supply Current ( $V_s = \pm 15V$ )

Spécification :  $-4 \mu A < -I_s$

Les valeurs mesurées sont données en page 28.

Contrat : CNES 97  
 Fabricant: Analog Device  
 Date code : 9523

Référence DERTS : 97024  
 Boitier: Dil 14  
 5 pièces irradiées et 1 témoin

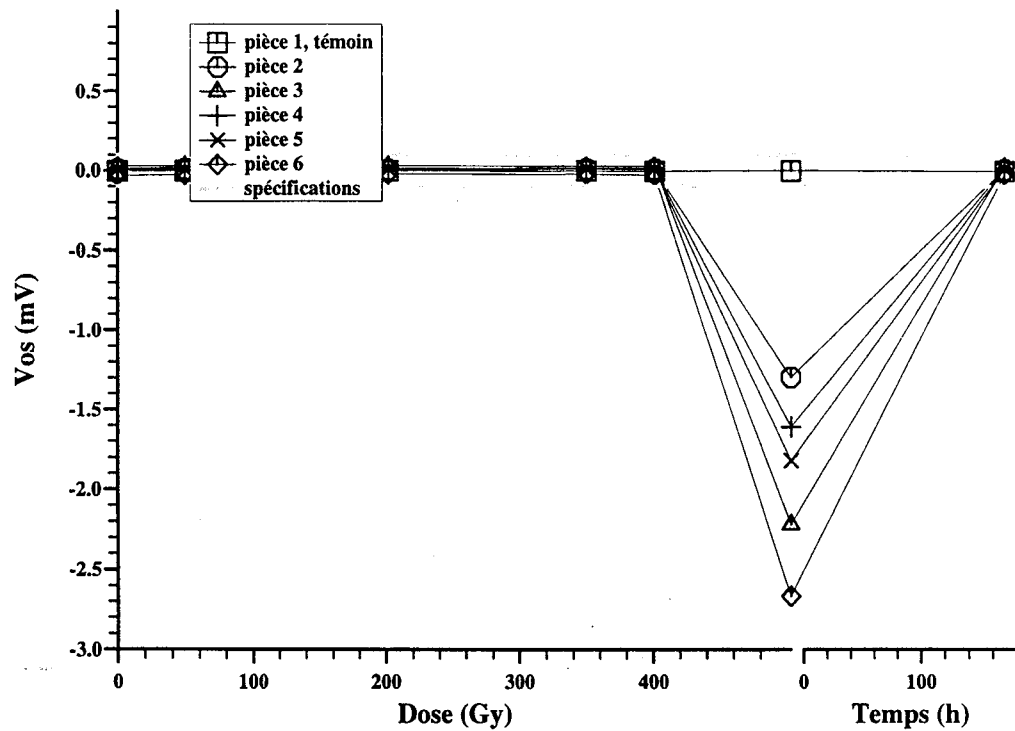


Figure 1.5: Offset voltage ( $R_s=50 \text{ Ohms}$ ,  $V_s=+/-15V$ )

Spécification :  $-0,10 \text{ mV} < V_{os} < 0,10 \text{ mV}$

Les valeurs mesurées sont données en page 29.

Contrat : CNES 97  
 Fabricant: Analog Device  
 Date code : 9523

Référence DERTS : 97024  
 Boitier: Dil 14  
 5 pièces irradiées et 1 témoin

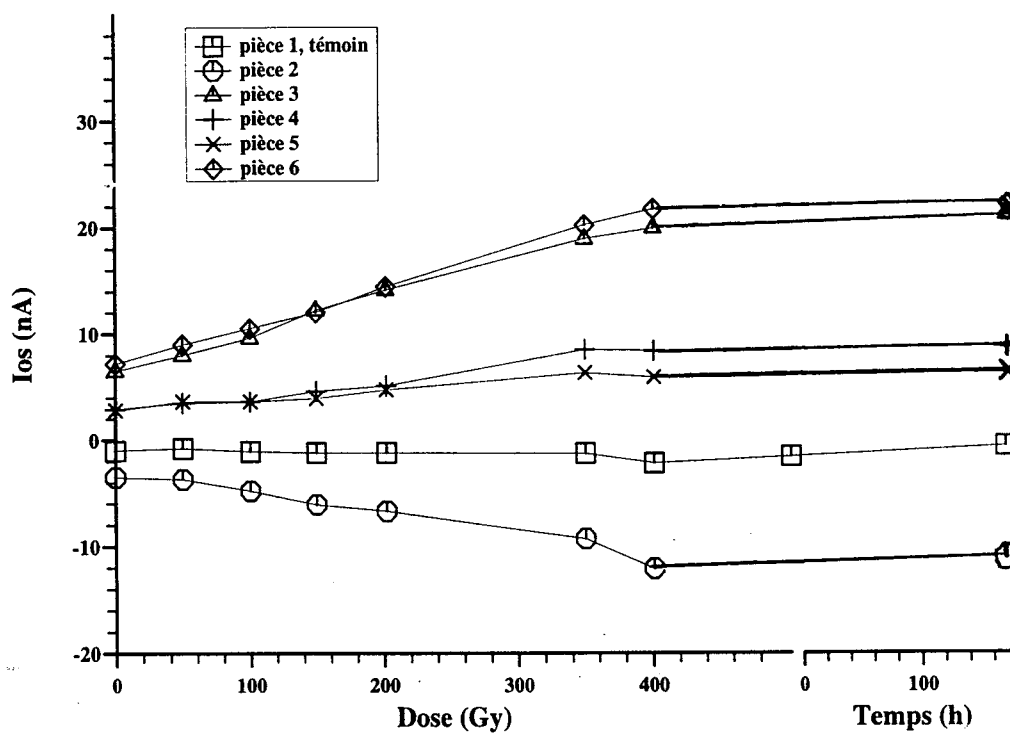


Figure 1.6: Offset current ( $V_s = \pm 15V$ )

Spécification :  $-75 \text{ nA} < I_{os} < 75 \text{ nA}$

Les valeurs mesurées sont données en page 29.



Contrat : CNES 97  
 Fabricant: Analog Device  
 Date code : 9523

Référence DERTS : 97024  
 Boitier: Dil 14  
 5 pièces irradiées et 1 témoin

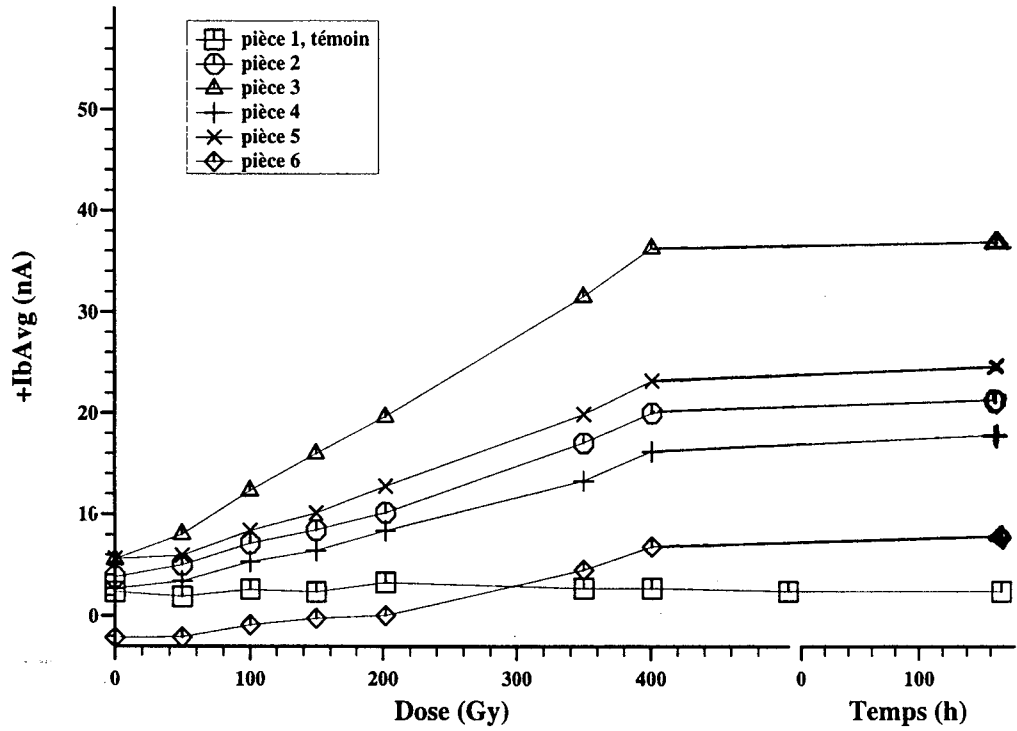


Figure 1.7: Average Input Bias Current( $V_s = \pm 15V$ )

Spécification :  $-80 \text{ nA} < +I_{bAvg} < 80 \text{ nA}$

Les valeurs mesurées sont données en page 30.

Contrat : CNES 97  
 Fabricant: Analog Device  
 Date code : 9523

Référence DERTS : 97024  
 Boitier: Dil 14  
 5 pièces irradiées et 1 témoin

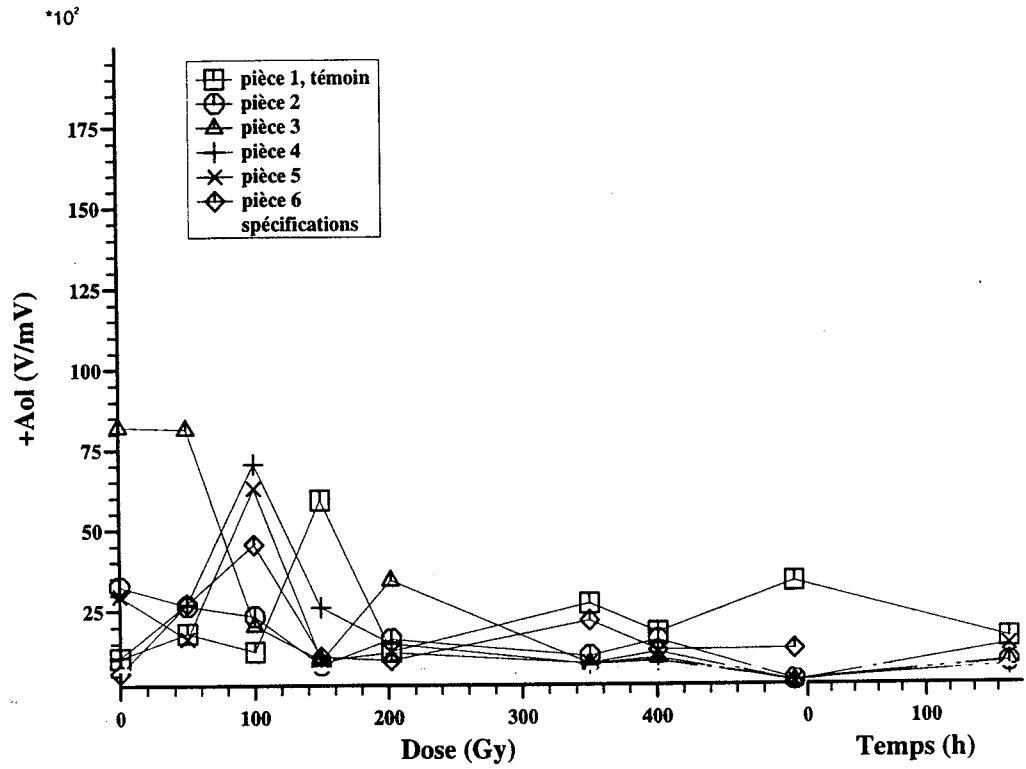


Figure 1.8: Open Loop Gain ( $R_l=2k\Omega$ ,  $V_s=\pm 15V$ , from  $V_{out}=0V$  to  $+10V$ )

Spécification :  $700 V/mV < +A_{ol}$

Les valeurs mesurées sont données en page 31.

Contrat : CNES 97  
 Fabricant: Analog Device  
 Date code : 9523

Référence DERTS : 97024  
 Boitier: Dil 14  
 5 pièces irradiées et 1 témoin

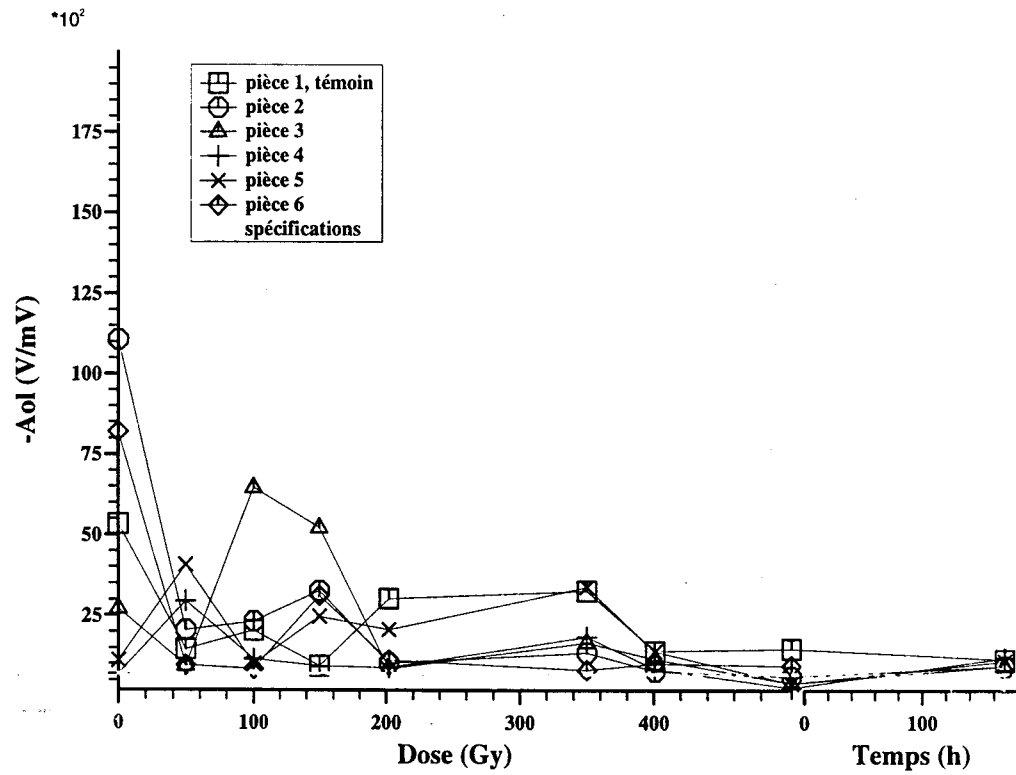


Figure 1.9: Open Loop Gain ( $R_l=2k\Omega, V_s=+/-15V$ , from  $V_{out}=0V$  to  $-10V$ )

Spécification :  $700 V/mV < -A_{ol}$

Les valeurs mesurées sont données en page 31.

Contrat : CNES 97  
 Fabricant : Analog Device  
 Date code : 9523

Référence DERTS : 97024  
 Boitier : Dil 14  
 5 pièces irradiées et 1 témoin

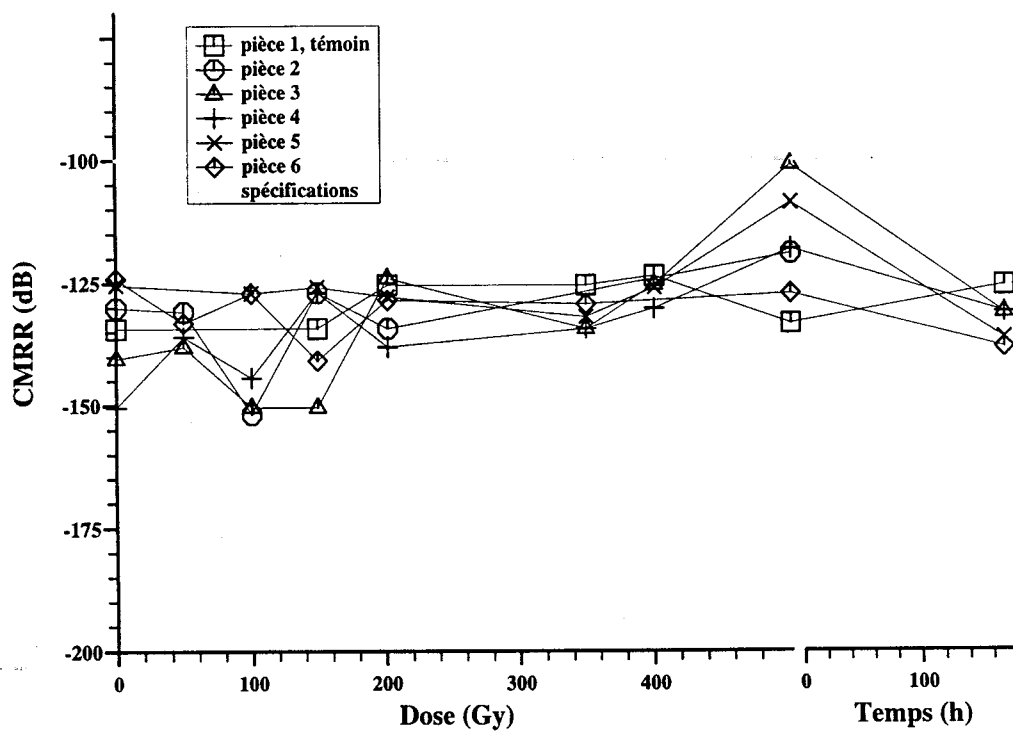


Figure 1.10: Common mode rejection ratio(Delta Vcm=+11V)

Spécification :  $-100 \text{ dB} < \text{CMRR}$

Les valeurs mesurées sont données en page 32.

Contrat : CNES 97  
 Fabricant: Analog Device  
 Date code : 9523

Référence DERTS : 97024  
 Boitier: Dil 14  
 5 pièces irradiées et 1 témoin

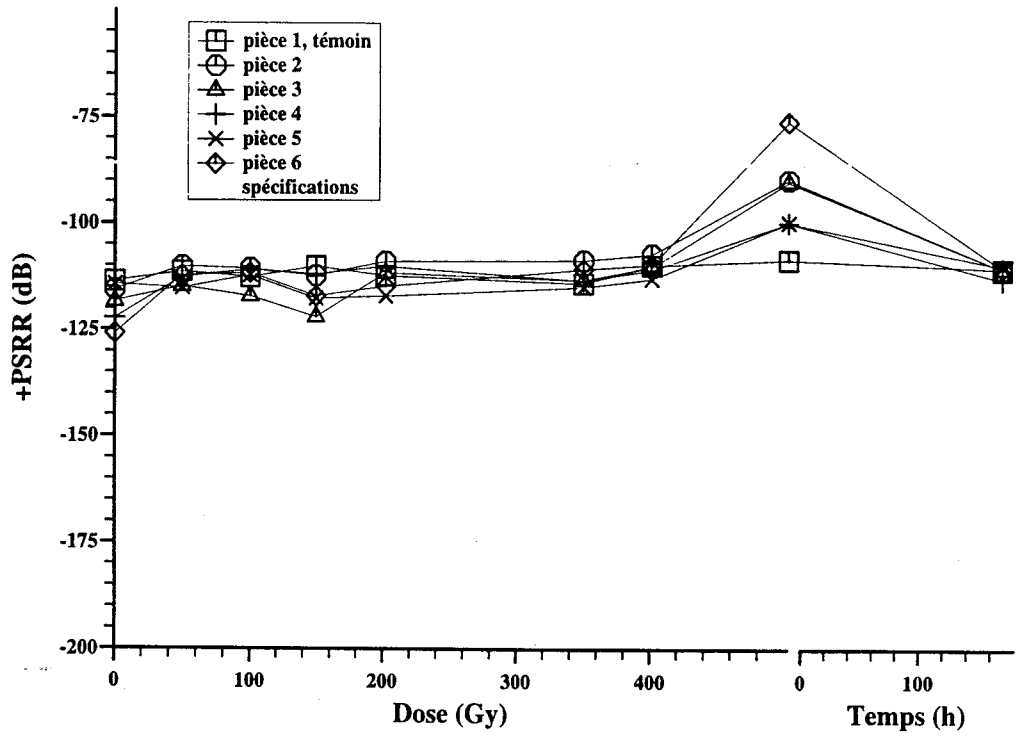


Figure 1.11: Power supply rejection ratio(Delta Vsup=+14V)

Spécification : -86 dB < +PSRR

Les valeurs mesurées sont données en page 33.

Contrat : CNES 97  
 Fabricant: Analog Device  
 Date code: 9523

Référence DERTS : 97024  
 Boitier: Dil 14  
 5 pièces irradiées et 1 témoin

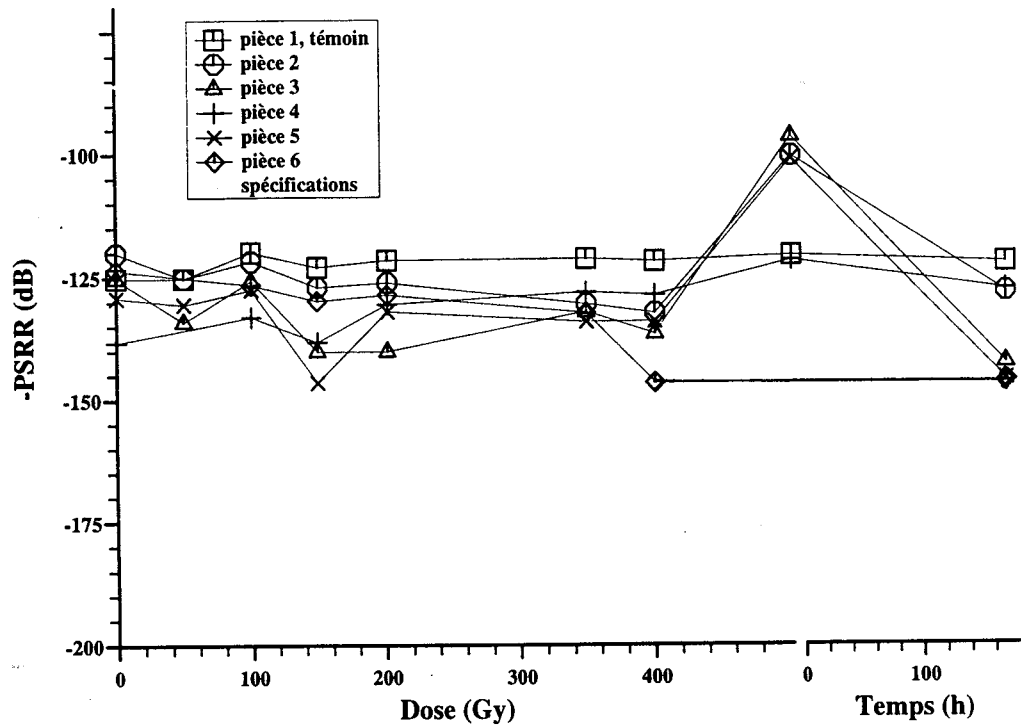


Figure 1.12: Power supply rejection ratio(Delta Vsup=-14V)

Spécification :  $-86 \text{ dB} < -\text{PSRR}$

Les valeurs mesurées sont données en page 33.

Contrat : CNES 97  
 Fabricant: Analog Device  
 Date code : 9523

Référence DERTS : 97024  
 Boitier: Dil 14  
 5 pièces irradiées et 1 témoin

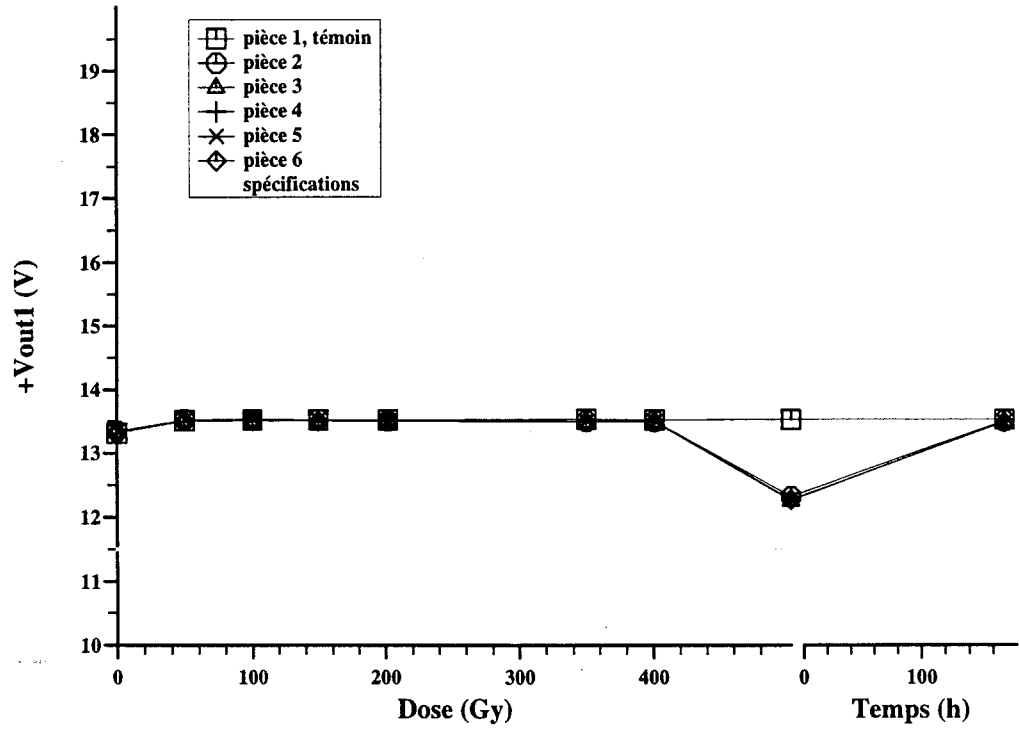


Figure 1.13: Vout high( $V_s = \pm 15V, R_{load} = 2k\Omega$ )

Spécification :  $11,5 V < +V_{out1}$

Les valeurs mesurées sont données en page 34.

Contrat : CNES 97  
 Fabricant : Analog Device  
 Date code : 9523

Référence DERTS : 97024  
 Boitier : Dil 14  
 5 pièces irradiées et 1 témoin

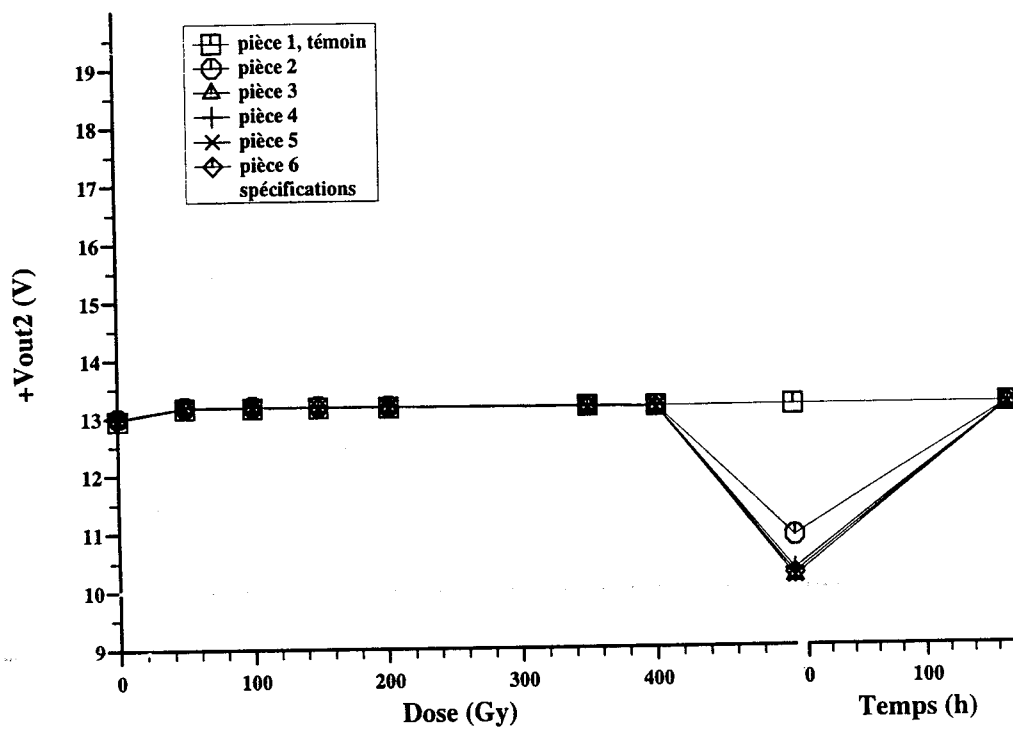


Figure 1.14: Vout high( $V_s = \pm 15V, R_{load} = 600\Omega$ )

Spécification :  $10V < +V_{out2}$

Les valeurs mesurées sont données en page 35.



Contrat : CNES 97  
 Fabricant: Analog Device  
 Date code : 9523

Référence DERTS : 97024  
 Boitier: Dil 14  
 5 pièces irradiées et 1 témoin

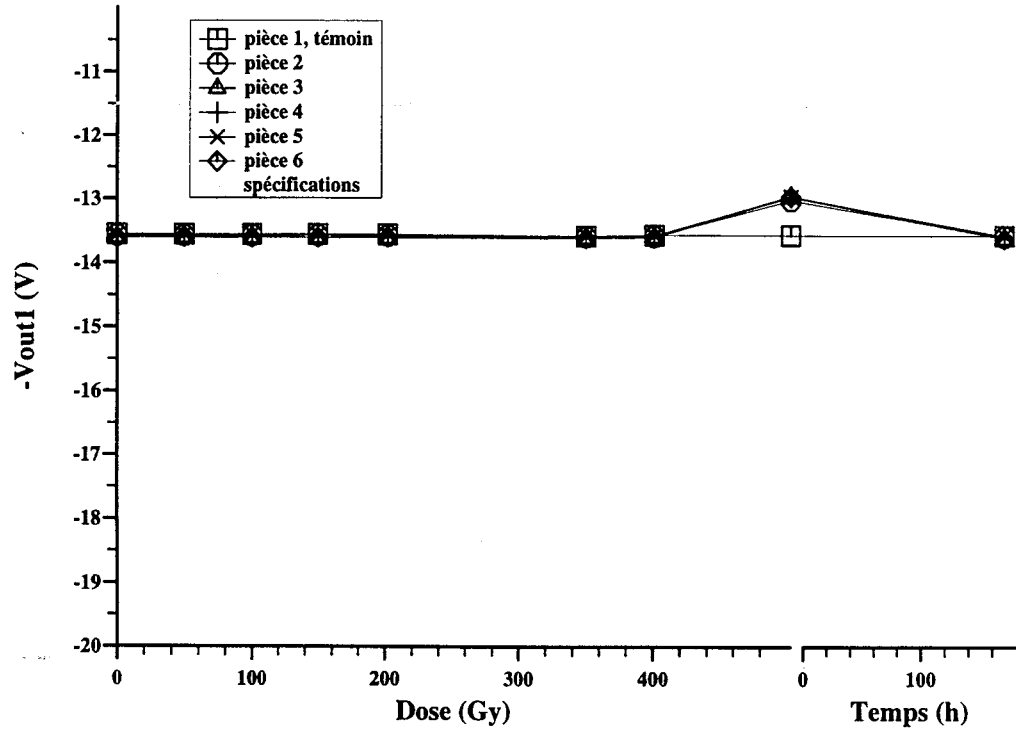


Figure 1.15: Vout low( $V_s = \pm 15V, R_{load} = 2k\Omega$ )

Spécification :  $-V_{out1} < -11,5 V$

Les valeurs mesurées sont données en page 35.

Contrat : CNES 97  
 Fabricant : Analog Device  
 Date code : 9523

Référence DERTS : 97024  
 Boitier : Dil 14  
 5 pièces irradiées et 1 témoin

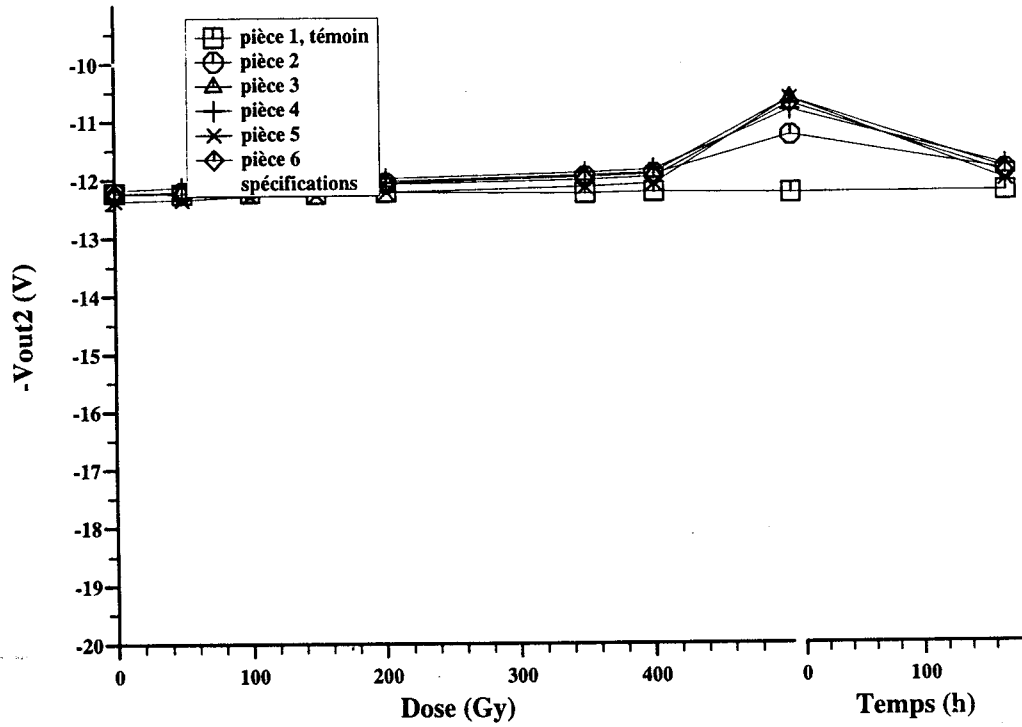


Figure 1.16:  $V_{out\ low}$  ( $V_s = \pm 15V$ ,  $R_{load} = 600\Omega$ )

Spécification :  $-V_{out2} < -10\ V$

Les valeurs mesurées sont données en page 36.

Contrat : CNES 97  
 Fabricant: Analog Device  
 Date code : 9523

Référence DERTS : 97024  
 Boitier: Dil 14  
 5 pièces irradiées et 1 témoin

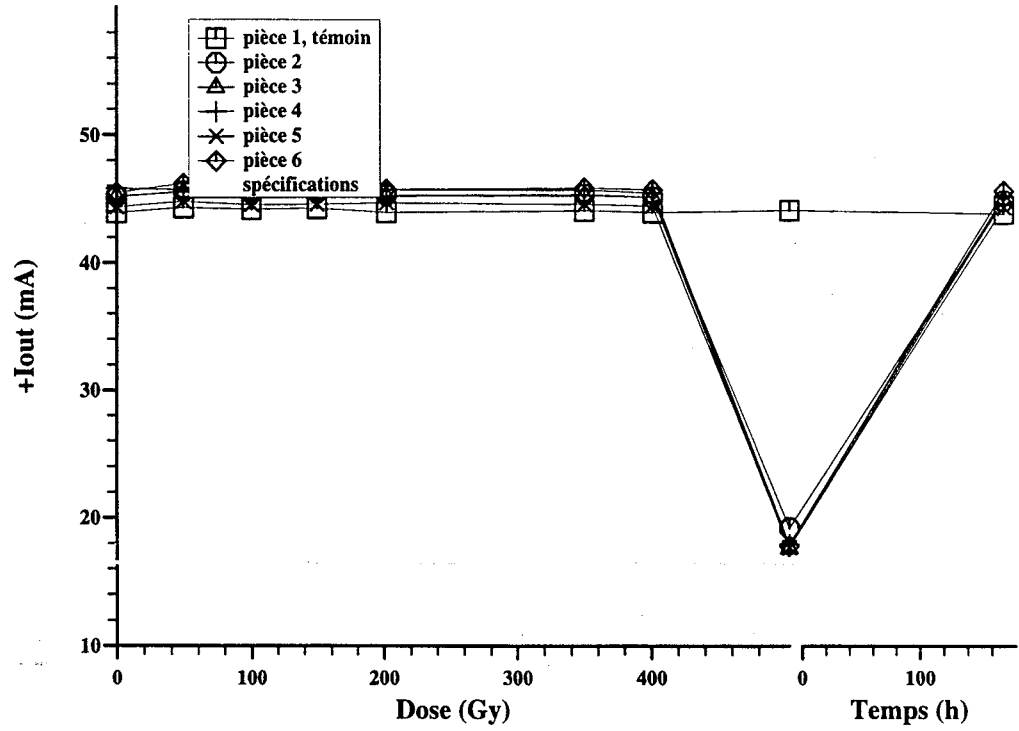


Figure 1.17: Output source current

Spécification :  $16,5 \text{ mA} < +I_{out}$

Les valeurs mesurées sont données en page 37.

Contrat : CNES 97  
 Fabricant : Analog Device  
 Date code : 9523

Référence DERTS : 97024  
 Boitier : Dil 14  
 5 pièces irradiées et 1 témoin

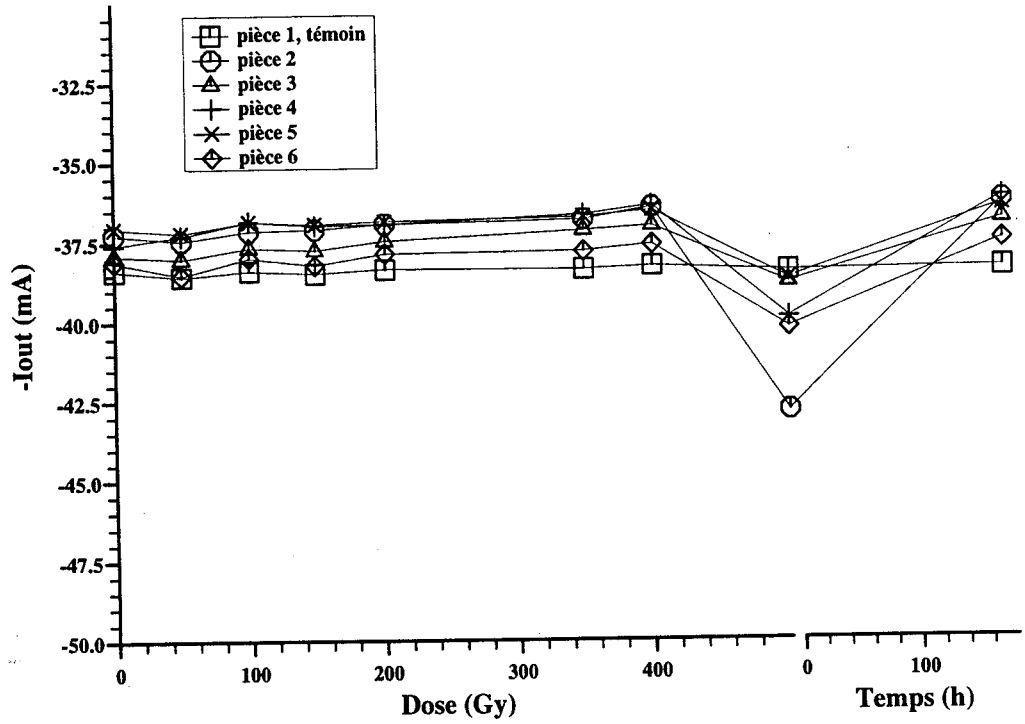


Figure 1.18: Output sink current

Spécification :  $-I_{out} < -16,5 \text{ mA}$

Les valeurs mesurées sont données en page 37.

Contrat : CNES 97  
 Fabricant: Analog Device  
 Date code : 9523

Référence DERTS : 97024  
 Boitier: Dil 14  
 5 pièces irradiées et 1 témoin

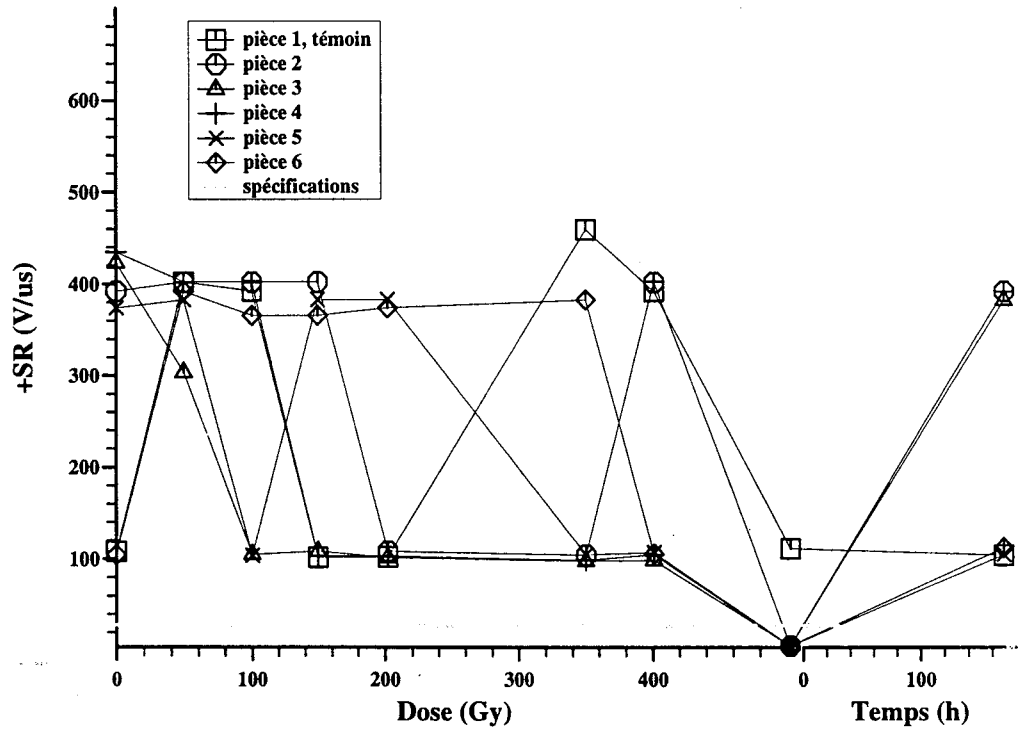


Figure 1.19: positive slew rate(  $V_s = \pm 15V, V_{out} = -3$  to  $+3V$ )

Spécification :  $28 V/us < +SR$

Les valeurs mesurées sont données en page 38.

Contrat : CNES 97  
 Fabricant : Analog Device  
 Date code : 9523

Référence DERTS : 97024  
 Boitier : Dil 14  
 5 pièces irradiées et 1 témoin

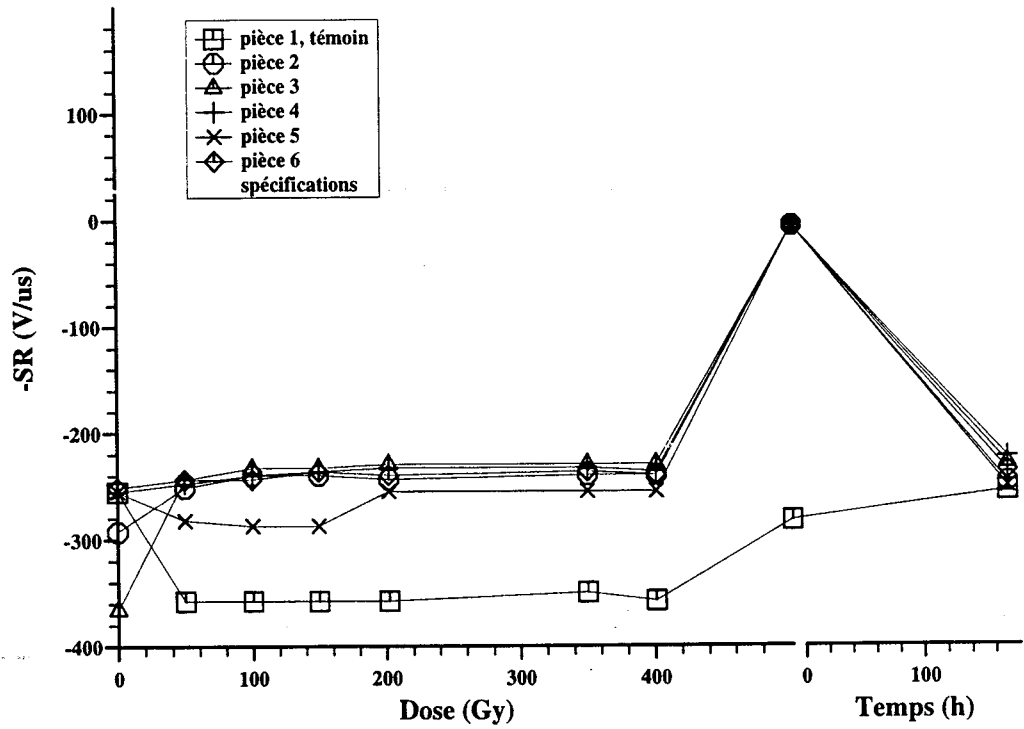


Figure 1.20: negative slew rate(  $V_s = \pm 15V, V_{out} = +3$  to  $-3V$  )

Spécification :  $28 V/us < -SR$

Les valeurs mesurées sont données en page 39.

Contrat : CNES 97  
 Fabricant : Analog Device  
 Date code : 9523

Référence DERTS : 97024  
 Boitier : Dil 14  
 5 pièces irradiées et 1 témoin

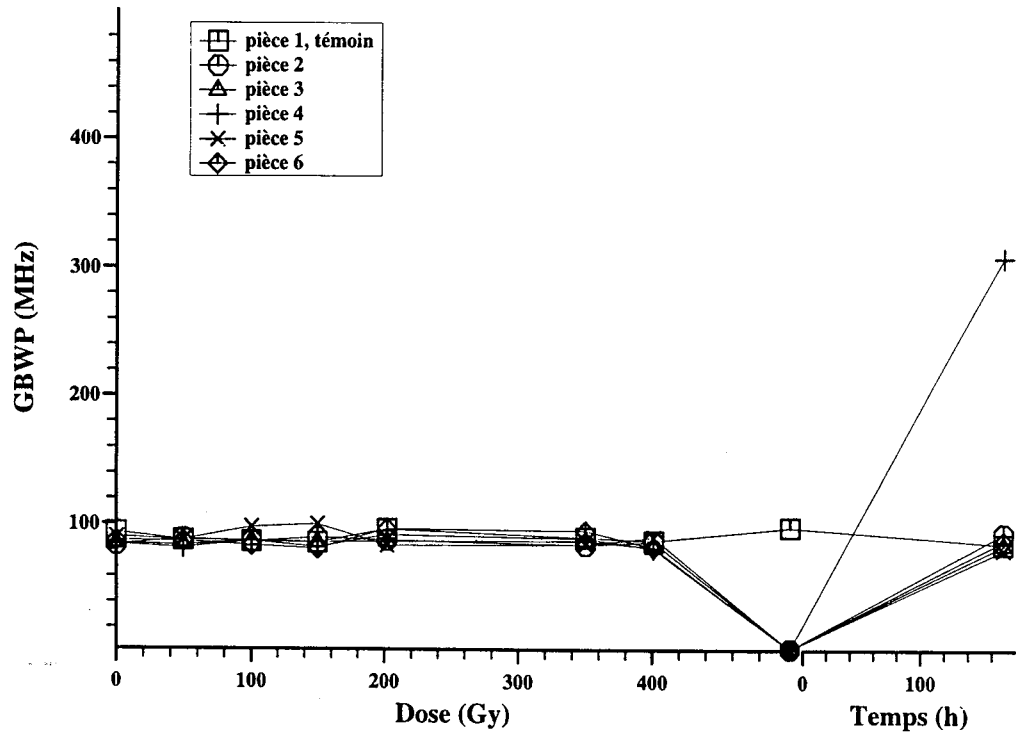


Figure 1.21: Gain Bandwidth Product ( $V_s = \pm 15V$ )

Les valeurs mesurées sont données en page 39.





## Résultats de mesures

Les mesures effectuées sont résumées dans les tableaux situés dans les pages suivantes.

### Description des différentes colonnes :

**dose/temps** cette colonne indique le niveau de dose cumulée correspondant aux mesures. Si la valeur est exprimée en heures, elle correspond au nombre d'heures écoulées depuis l'arrêt de la dernière étape d'irradiation. La dose totale est exprimée en Gray, pour obtenir les doses équivalentes en rads, il faut multiplier par 100.

**valeur minimum** cette colonne correspond à la plus petite valeur observée parmi les mesures effectuées avec les pièces irradiées.

**valeur moyenne** cette colonne correspond à la moyenne arithmétique des mesures effectuées avec les pièces irradiées.

**valeur maximum** cette colonne correspond à la plus forte valeur observée parmi les mesures effectuées avec les pièces irradiées.

**témoin** cette colonne donne les valeurs des mesures effectuées sur le composant non-irradié (ou la moyenne arithmétique si l'on utilise plusieurs pièces témoins).

**variation moyenne** cette colonne donne la dérive de la valeur moyenne du groupe de pièces irradiées pondérée par les fluctuations observées sur les témoins.

$$\text{Variation} = \sigma_{\text{référence}} \times \text{Ent} \left[ \frac{\text{moyenne}_{\text{doseX}} - \text{moyenne}_{\text{initiale}}}{\sigma_{\text{référence}}} \right]$$

Dans le cas où les essais sont faits sans pièces témoins ou si l'écart-type des fluctuations est nul, on utilise l'expression :

$$\text{Variation} = \text{moyenne}_{\text{doseX}} - \text{moyenne}_{\text{initiale}}$$

**écart-type** l'écart-type calculé avec les valeurs des mesures effectuées avec les pièces irradiées.

### Symboles

— ce symbole indique une absence de mesure ou une valeur non significative.

\*\*\* ce symbole indique un dépassement de capacité du système de test ou l'impossibilité d'effectuer la mesure par suite d'une non-fonctionnalité du composant testé.

Paramètre : +Is  
Positive Supply Current( $V_s = +/-15V$ )

Unité : mA

Spécification : +Is < 4 mA

dose temps	pièce 1 témoin	pièce 2 9523	pièce 3 9523	pièce 4 9523	pièce 5 9523	pièce 6 9523
0 Gy	3,01	2,89	2,85	2,79	3,30	3,00
50 Gy	3,00	2,87	2,82	2,80	3,29	3,00
100 Gy	3,02	2,92	2,84	2,81	3,30	3,03
150 Gy	3,02	2,89	2,82	2,80	3,28	2,93
200 Gy	3,01	2,90	2,83	2,78	3,29	3,01
350 Gy	2,99	2,90	2,82	2,77	3,26	3,00
400 Gy	3,00	2,89	2,84	2,78	3,27	2,99
500 Gy	3,02	1,76	1,76	1,80	1,75	1,78
+168 h.	2,98	2,89	2,80	2,78	3,28	2,98

Paramètre : -Is  
Negative Supply Current( $V_s = +/-15V$ )

Unité : uA

Spécification : -4 uA < -Is

dose temps	pièce 1 témoin	pièce 2 9523	pièce 3 9523	pièce 4 9523	pièce 5 9523	pièce 6 9523
0 Gy	-2,92	-2,77	-2,68	-2,74	-3,21	-2,91
50 Gy	-3,01	-2,90	-2,83	-2,81	-3,29	-3,01
100 Gy	-3,00	-2,89	-2,84	-2,80	-3,29	-3,01
150 Gy	-2,93	-2,77	-2,71	-2,62	-3,16	-2,94
200 Gy	-2,98	-3,00	-2,90	-2,91	-3,33	-3,01
350 Gy	-3,03	-2,90	-2,84	-2,80	-3,30	-3,02
400 Gy	-3,01	-2,91	-2,82	-2,80	-3,31	-3,01
500 Gy	-2,95	-1,88	-1,82	-1,89	-1,80	-1,84
+168 h.	-3,03	-2,96	-2,86	-2,67	-3,13	-2,85

Paramètre: Vos  
 Offset voltage ( $R_s=50 \text{ Ohms}, V_s=+/-15V$ )  
 Unité: mV  
 Spécification:  $-0,10 \text{ mV} < V_{os} < 0,10 \text{ mV}$

dose temps	pièce 1 témoin	pièce 2 9523	pièce 3 9523	pièce 4 9523	pièce 5 9523	pièce 6 9523
0 Gy	$-3,1 \cdot 10^{-3}$	$6,8 \cdot 10^{-3}$	0,03	0,01	$5,8 \cdot 10^{-3}$	-0,03
50 Gy	$-3,6 \cdot 10^{-3}$	$6,3 \cdot 10^{-3}$	0,03	0,02	$3,9 \cdot 10^{-3}$	-0,03
100 Gy	$-1,2 \cdot 10^{-3}$	$9,8 \cdot 10^{-3}$	0,03	0,02	$9,4 \cdot 10^{-3}$	-0,02
150 Gy	$-2,6 \cdot 10^{-3}$	$7,0 \cdot 10^{-3}$	0,02	0,02	$5,6 \cdot 10^{-3}$	-0,02
200 Gy	$-2,4 \cdot 10^{-3}$	$4,1 \cdot 10^{-3}$	0,03	0,01	$7,2 \cdot 10^{-3}$	-0,02
350 Gy	$-5,3 \cdot 10^{-3}$	$8,1 \cdot 10^{-3}$	0,02	0,01	$8,1 \cdot 10^{-3}$	-0,03
400 Gy	$-5,3 \cdot 10^{-3}$	$8,1 \cdot 10^{-3}$	0,03	0,01	$9,8 \cdot 10^{-3}$	-0,03
500 Gy	$8,0 \cdot 10^{-4}$	-1,29	-2,22	-1,61	-1,82	-2,67
+168 h.	$-5,3 \cdot 10^{-3}$	$6,0 \cdot 10^{-3}$	0,02	0,01	$6,3 \cdot 10^{-3}$	-0,02

Paramètre: Ios  
 Offset current ( $V_s=+/-15V$ )  
 Unité: nA  
 Spécification:  $-75 \text{ nA} < I_{os} < 75 \text{ nA}$

dose temps	pièce 1 témoin	pièce 2 9523	pièce 3 9523	pièce 4 9523	pièce 5 9523	pièce 6 9523
0 Gy	-1,00	-3,50	6,50	2,90	2,80	7,20
50 Gy	-0,80	-3,70	8,00	3,50	3,60	9,00
100 Gy	-1,10	-4,80	9,60	3,60	3,60	10,50
150 Gy	-1,20	-6,10	12,20	4,60	3,90	12,00
200 Gy	-1,20	-6,70	14,10	5,10	4,70	14,40
350 Gy	-1,30	-9,30	18,90	8,50	6,30	20,20
400 Gy	-2,20	-12,10	19,90	8,40	5,90	21,70
500 Gy	-1,60	***	***	***	***	***
+168 h.	-0,60	-11,20	21,40	8,80	6,40	21,90

Paramètre :  $+I_{bAvg}$   
 Average Input Bias Current ( $V_s = \pm 15V$ )  
 Unité : nA  
 Spécification :  $-80 \text{ nA} < +I_{bAvg} < 80 \text{ nA}$

dose temps	pièce 1 témoin	pièce 2 9523	pièce 3 9523	pièce 4 9523	pièce 5 9523	pièce 6 9523
0 Gy	2,39	3,83	5,56	2,70	5,62	-2,16
50 Gy	1,91	5,03	8,02	3,41	5,93	-2,10
100 Gy	2,63	7,13	12,33	5,33	8,38	-0,89
150 Gy	2,39	8,45	15,98	6,41	10,11	-0,24
200 Gy	3,28	10,17	19,64	8,38	12,75	0,05
350 Gy	2,75	17,07	31,52	13,30	19,89	4,54
400 Gy	2,75	20,01	36,31	16,23	23,18	6,83
500 Gy	2,45	***	***	***	***	***
+168 h.	2,45	21,91	36,77	17,78	25,03	7,84

Paramètre : +Aol  
Open Loop Gain (Rl=2kOhms, Vs=+/-15V, from Vout=0V to +10V)

Unité : V/mV

Spécification : 700 V/mV < +Aol

dose temps	pièce 1 témoin	pièce 2 9523	pièce 3 9523	pièce 4 9523	pièce 5 9523	pièce 6 9523
0 Gy	1049,00	3254,00	8201,00	1066,00	2959,00	580,90
50 Gy	1809,00	2652,00	8139,00	2714,00	1634,00	2715,00
100 Gy	1241,00	2326,00	2035,00	7048,00	6277,00	4552,00
150 Gy	5918,00	813,40	964,80	2605,00	972,80	1085,00
200 Gy	1239,00	1628,00	3439,00	1480,00	1203,00	972,80
350 Gy	2713,00	1085,00	844,90	824,10	859,50	2175,00
400 Gy	1808,00	1587,00	1017,00	929,80	1208,00	1264,00
500 Gy	3373,00	332,90	284,90	330,30	285,30	***
+168 h.	1628,00	855,80	897,80	743,40	1398,00	1296,00

Paramètre : -Aol  
Open Loop Gain (Rl=2kOhms, Vs=+/-15V, from Vout=0V to -10V)

Unité : V/mV

Spécification : 700 V/mV < -Aol

dose temps	pièce 1 témoin	pièce 2 9523	pièce 3 9523	pièce 4 9523	pièce 5 9523	pièce 6 9523
0 Gy	5342,00	11070,00	2713,00	707,10	1113,00	8201,00
50 Gy	1462,00	2051,00	957,90	2952,00	4072,00	969,60
100 Gy	2035,00	2321,00	6470,00	1163,00	1001,00	856,10
150 Gy	940,20	3257,00	5235,00	937,00	2463,00	3110,00
200 Gy	3028,00	1028,00	853,30	891,90	2067,00	1121,00
350 Gy	3276,00	1356,00	1669,00	1847,00	3393,00	823,30
400 Gy	1415,00	790,00	1162,00	852,10	1392,00	1017,00
500 Gy	1480,00	617,40	413,60	270,40	395,80	***
+168 h.	1162,00	949,40	957,30	1205,00	1104,00	951,90

Paramètre : CMRR  
 Common mode rejection ratio(Delta V<sub>cm</sub>=+11V)  
 Unité : dB  
 Spécification : -100 dB < CMRR

dose temps	pièce 1 témoin	pièce 2 9523	pièce 3 9523	pièce 4 9523	pièce 5 9523	pièce 6 9523
0 Gy	-134,40	-130,10	-140,50	-150,40	-125,40	-124,10
50 Gy	***	-130,90	-138,10	-136,00	***	-133,20
100 Gy	***	-151,80	-150,40	-144,40	-127,20	-127,20
150 Gy	-134,40	-127,10	-150,40	-127,10	-126,00	-140,90
200 Gy	-125,50	-134,40	-124,10	-138,10	-127,90	-128,60
350 Gy	-125,50	***	-134,40	-134,40	-132,00	-129,30
400 Gy	-123,60	***	-125,40	-130,20	-126,00	***
500 Gy	-133,20	-119,00	-101,00	-118,10	-108,70	-127,10
+168 h.	-125,40	***	-131,10	-130,90	-136,20	-138,10

Paramètre : +PSRR  
Power supply rejection ratio(Delta Vsup=+14V)

Unité : dB

Spécification : -86 dB < +PSRR

dose temps	pièce 1 témoin	pièce 2 9523	pièce 3 9523	pièce 4 9523	pièce 5 9523	pièce 6 9523
0 Gy	-113,70	-115,70	-118,40	-122,30	-114,40	-125,90
50 Gy	-111,50	-110,20	-114,90	-112,70	-115,30	-112,30
100 Gy	-112,70	-110,70	-117,20	-111,00	-112,30	-111,80
150 Gy	-110,20	-112,40	-122,10	-112,10	-117,80	-117,20
200 Gy	-112,40	-109,10	-111,80	-110,20	-117,20	-114,90
350 Gy	-114,10	-108,60	-113,30	-113,40	-114,90	-110,70
400 Gy	-109,90	-107,20	-110,20	-110,90	-113,00	-109,70
500 Gy	-108,40	-89,71	-90,21	-99,71	-99,71	-75,92
+168 h.	-110,40	-110,40	-110,40	-113,00	-109,90	-110,20

Paramètre : -PSRR  
Power supply rejection ratio(Delta Vsup=-14V)

Unité : dB

Spécification : -86 dB < -PSRR

dose temps	pièce 1 témoin	pièce 2 9523	pièce 3 9523	pièce 4 9523	pièce 5 9523	pièce 6 9523
0 Gy	-125,30	-120,10	-125,30	-138,30	-129,20	-123,60
50 Gy	-125,30	-125,30	-134,10	***	-130,60	***
100 Gy	-120,00	-121,80	-125,80	-133,10	-127,60	-126,60
150 Gy	-123,00	-127,10	-140,20	-138,30	-146,50	-129,90
200 Gy	-121,60	-126,20	-140,20	-130,60	-132,10	-128,70
350 Gy	-121,30	-130,50	-132,10	-128,10	-134,10	-132,30
400 Gy	-121,80	-132,30	-136,50	-128,70	-134,00	-146,50
500 Gy	-120,60	-100,50	-96,61	-121,60	-101,20	***
+168 h.	-122,10	-128,10	-142,60	-127,50	-145,90	-145,90

Paramètre : +Vout1  
 Vout high( $V_s = \pm 15V, R_{load} = 2k\Omega$ )  
 Unité : V  
 Spécification :  $11,5 V < +Vout1$

dose temps	pièce 1 témoin	pièce 2 9523	pièce 3 9523	pièce 4 9523	pièce 5 9523	pièce 6 9523
0 Gy	13,31	13,34	13,33	13,31	13,34	13,33
50 Gy	13,51	13,52	13,51	13,50	13,52	13,51
100 Gy	13,52	13,52	13,51	13,51	13,53	13,52
150 Gy	13,52	13,52	13,51	13,50	13,52	13,50
200 Gy	13,52	13,51	13,51	13,50	13,51	13,51
350 Gy	13,53	13,50	13,49	13,49	13,50	13,49
400 Gy	13,52	13,50	13,49	13,49	13,50	13,49
500 Gy	13,53	12,32	12,26	12,27	12,27	12,27
+168 h.	13,53	13,51	13,49	13,49	13,49	13,49



Paramètre : +Vout2  
 Vout high( $V_s = \pm 15V, R_{load} = 600\Omega$ )  
 Unité : V  
 Spécification :  $10 V < +V_{out2}$

dose temps	pièce 1 témoin	pièce 2 9523	pièce 3 9523	pièce 4 9523	pièce 5 9523	pièce 6 9523
0 Gy	12,96	13,00	12,99	12,98	12,98	12,99
50 Gy	13,16	13,19	13,18	13,19	13,17	13,18
100 Gy	13,16	13,19	13,18	13,19	13,18	13,18
150 Gy	13,16	13,19	13,18	13,18	13,17	13,17
200 Gy	13,16	13,18	13,17	13,18	13,16	13,17
350 Gy	13,16	13,17	13,15	13,16	13,14	13,16
400 Gy	13,15	13,15	13,14	13,15	13,13	13,14
500 Gy	13,16	10,90	10,19	10,32	10,19	10,25
+168 h.	13,16	13,16	13,15	13,16	13,14	13,15

Paramètre : -Vout1  
 Vout low( $V_s = \pm 15V, R_{load} = 2k\Omega$ )  
 Unité : V  
 Spécification :  $-V_{out1} < -11,5 V$

dose temps	pièce 1 témoin	pièce 2 9523	pièce 3 9523	pièce 4 9523	pièce 5 9523	pièce 6 9523
0 Gy	-13,55	-13,57	-13,60	-13,59	-13,56	-13,61
50 Gy	-13,55	-13,57	-13,60	-13,59	-13,56	-13,59
100 Gy	-13,55	-13,57	-13,60	-13,59	-13,56	-13,60
150 Gy	-13,55	-13,57	-13,60	-13,60	-13,56	-13,60
200 Gy	-13,55	-13,57	-13,61	-13,58	-13,56	-13,59
350 Gy	-13,57	-13,58	-13,60	-13,59	-13,57	-13,60
400 Gy	-13,55	-13,57	-13,59	-13,58	-13,56	-13,59
500 Gy	-13,56	-13,01	-12,94	-12,96	-12,95	-12,95
+168 h.	-13,56	-13,57	-13,60	-13,59	-13,56	-13,60

Paramètre : -Vout2  
 Vout low( $V_s = +/-15V, R_{load} = 600\Omega$ )  
 Unité : V  
 Spécification : -Vout2 < -10 V

dose temps	pièce 1 témoin	pièce 2 9523	pièce 3 9523	pièce 4 9523	pièce 5 9523	pièce 6 9523
0 Gy	-12,23	-12,23	-12,24	-12,18	-12,37	-12,24
50 Gy	-12,25	-12,22	-12,21	-12,13	-12,35	-12,24
100 Gy	-12,23	-12,15	-12,13	-12,06	-12,29	-12,16
150 Gy	-12,25	-12,11	-12,10	-12,03	-12,27	-12,15
200 Gy	-12,23	-12,07	-12,04	-11,99	-12,23	-12,09
350 Gy	-12,25	-11,97	-11,94	-11,89	-12,14	-12,02
400 Gy	-12,23	-11,92	-11,90	-11,84	-12,09	-11,97
500 Gy	-12,24	-11,25	-10,62	-10,81	-10,62	-10,70
+168 h.	-12,23	-11,86	-11,84	-11,78	-12,03	-11,92

Paramètre : +Iout  
Output source current

Unité : mA

Spécification : 16,5 mA < +Iout

dose temps	pièce 1 témoin	pièce 2 9523	pièce 3 9523	pièce 4 9523	pièce 5 9523	pièce 6 9523
0 Gy	43,91	45,15	45,20	45,80	44,35	45,48
50 Gy	44,27	45,55	45,48	45,68	44,75	46,16
100 Gy	44,16	45,37	45,33	45,37	44,49	45,62
150 Gy	44,22	45,43	45,43	45,55	44,54	45,99
200 Gy	43,89	45,23	45,18	45,67	44,62	45,70
350 Gy	44,07	45,32	45,23	45,68	44,55	45,84
400 Gy	43,94	45,11	45,15	45,47	44,42	45,72
500 Gy	44,11	19,24	17,67	17,95	17,71	17,83
+168 h.	43,87	44,88	44,96	45,20	44,36	45,65

Paramètre : -Iout  
Output sink current

Unité : mA

Spécification : -Iout < -16,5 mA

dose temps	pièce 1 témoin	pièce 2 9523	pièce 3 9523	pièce 4 9523	pièce 5 9523	pièce 6 9523
0 Gy	-38,38	-37,25	-37,89	-37,58	-37,05	-38,10
50 Gy	-38,58	-37,45	-38,02	-37,29	-37,21	-38,54
100 Gy	-38,40	-37,15	-37,67	-36,86	-36,87	-37,99
150 Gy	-38,49	-37,12	-37,76	-37,00	-36,96	-38,24
200 Gy	-38,37	-36,96	-37,48	-36,96	-36,88	-37,88
350 Gy	-38,38	-36,84	-37,17	-36,68	-36,76	-37,81
400 Gy	-38,29	-36,47	-37,04	-36,40	-36,56	-37,61
500 Gy	-38,45	-42,86	-38,82	-39,91	-38,70	-40,23
+168 h.	-38,39	-36,33	-36,90	-36,21	-36,46	-37,54

Paramètre : +SR  
 positive slew rate(  $V_s = +/-15V, V_{out} = -3$  to  $+3V$ )  
 Unité : V/us  
 Spécification :  $28 \text{ V/us} < +SR$

dose temps	pièce 1 témoin	pièce 2 9523	pièce 3 9523	pièce 4 9523	pièce 5 9523	pièce 6 9523
0 Gy	108,00	392,30	423,30	434,80	374,10	104,40
50 Gy	402,10	402,10	303,50	402,10	383,00	392,30
100 Gy	392,30	402,10	105,10	402,10	103,80	365,60
150 Gy	101,80	402,10	108,70	103,10	383,00	365,60
200 Gy	102,50	108,70	101,80	103,10	383,00	374,10
350 Gy	459,60	104,40	98,08	98,68	105,10	383,00
400 Gy	392,30	402,10	98,68	105,10	107,20	105,80
500 Gy	111,70	5,49	5,49	5,32	5,18	5,18
+168 h.	104,40	392,30	383,00	392,30	105,10	112,50

Paramètre: -SR  
 negative slew rate(  $V_s = +/-15V, V_{out} = +3$  to  $-3V$  )  
 Unité: V/us  
 Spécification:  $28 \text{ V/us} < -SR$

dose temps	pièce 1 témoin	pièce 2 9523	pièce 3 9523	pièce 4 9523	pièce 5 9523	pièce 6 9523
0 Gy	-255,30	-292,50	-365,60	-255,30	-255,30	-251,30
50 Gy	-357,50	-251,30	-243,70	-247,50	-282,20	-243,70
100 Gy	-357,50	-240,10	-233,10	-240,10	-287,20	-243,70
150 Gy	-357,50	-240,10	-233,10	-236,60	-287,20	-236,60
200 Gy	-357,50	-243,70	-229,80	-233,10	-255,30	-240,10
350 Gy	-349,70	-240,10	-229,80	-233,10	-255,30	-236,60
400 Gy	-357,50	-240,10	-229,80	-236,60	-255,30	-240,10
500 Gy	-282,20	-5,38	-5,35	-5,32	-5,16	-5,32
+168 h.	-255,30	-247,50	-229,80	-223,40	-251,30	-236,60

Paramètre: GBWP  
 Gain Bandwith Product( $V_s = +/-15V$ )  
 Unité: MHz

dose temps	pièce 1 témoin	pièce 2 9523	pièce 3 9523	pièce 4 9523	pièce 5 9523	pièce 6 9523
0 Gy	93,40	83,80	84,80	84,20	89,90	87,00
50 Gy	87,70	88,70	83,60	81,90	87,80	86,70
100 Gy	87,00	86,40	87,20	87,10	98,00	83,70
150 Gy	85,90	89,70	86,30	82,50	100,10	81,20
200 Gy	96,20	87,90	86,70	91,80	83,60	96,60
350 Gy	89,90	84,20	87,40	89,40	84,50	95,20
400 Gy	87,60	86,70	82,30	81,90	90,20	82,30
500 Gy	98,20	3,60	3,60	3,60	3,60	3,70
+168 h.	85,50	93,80	84,70	308,80	81,00	88,10