

FR82 1089

SACLAY le 25 février 1981.

DEIN/SAC

Poor quality

Journée scientifique et technique de la S.F.R.P.
Lamanon, France, 25 mars 1981.
CEA - CONF 6035.

DOSIMETRE INDIVIDUEL GAMMA DM 20 :
ESSAIS PHYSIQUES ET ESSAIS D'EVALUATION

R. LAUREANA

RESUME

PRELIMINAIRE

Le dosimètre individuel numérique type DM 20, pour la mesure γ a été développé dans le cadre d'une étude conjointe CEA-MERLIN GERIN PROVENCE. Les résultats présentés résultent d'essais réalisés au DEIN - Département d'Electronique et d'Instrumentation Nucléaire, et au LMRI - Laboratoire de Mesure des Rayonnements Ionisants, au CEN-SACLAY.

Ces essais effectués sur le prototype industriel avaient pour but d'évaluer les principales caractéristiques physiques du dosimètre sous irradiation, par rapport aux spécifications techniques contractuelles.

ESSAIS REALISES

Les principaux résultats obtenus sont présentés dans le tableau ci-dessous. On indique dans chaque case :

- le type d'essai réalisé,
- l'objectif fixé,
- les résultats caractéristiques.

Les résultats détaillés font l'objet des différents tableaux et courbes, joints en annexe.

.../...

Ils mettent en évidence :

- une sensibilité relative en fonction du débit de dose meilleure que + 14 % pour les photons du ⁶⁰Co, avec une excellente linéarité,
- une absence de saturation du détecteur jusqu'à 400 à 450 rad/heure avec visualisation du dépassement de débit de dose autour de 100 rad.h⁻¹,
- une réponse en énergie conforme à la forme souhaitée : $\leq \pm 20\%$ entre 160 keV et 1,25 MeV pour le ⁶⁰Co,
- une autonomie opérationnelle prévisionnelle ≥ 4000 heures.

La sensibilité du détecteur et la conception électronique du dosimètre permettent la mesure de la dose absorbée sur une très large dynamique, 0 à 999,9 rads, avec une indication visuelle du débit de dose au moyen d'un éclair lumineux émis pour 1/10 de millirad intégré.

CONCLUSION

Toutes les informations de dose, débit de dose et de bon fonctionnement peuvent être lues directement par le porteur sans manipulation sur l'afficheur.

Le système de lecture et d'exploitation développé par l'industriel autour de lecteurs d'entrée et de sortie de zone reliés au centralisateur, permet une gestion sûre et automatique des résultats.

DOSIMETRE INDIVIDUEL DM 20 : ESSAIS PHYSIQUES et ESSAIS SEVALUATION

R. LAURENT

PRELIMINAIRE - étude CEA/CEM - MGP

- essais DM/SMI et ZMRI - SFRP

- vérification caractéristiques physiques dosimètre sous irradiation

dep. des essais
DM/SMI

SENSIBILITE EN FONCTION DEBIT DE DOSE
$\pm 15\%$ - 20% sat.
0 à +14% ^{60}Co : 0,2 à 150 rd.h ⁻¹ 0 à -23% ^{137}Cs : 0,1 à 412 rd.h ⁻¹ - saturation : > 450 rd.h ⁻¹ .

TABLEAUX 1-2
Fig. 1

SENSIBILITE DU DETECTEUR COMPENSE
Vérification caract. constructeur Évaluation sensibilité $f(E, D_0)$
58 < S < 68 imp.h ⁻¹ rd.h ⁻¹ pour 137Cs et ^{60}Co * 59 < S < 60 imp.h ⁻¹ rd.h ⁻¹ = C

TABLEAU 7

SATURATION DETECTION DEBIT ELEVE
Absence saturation ≤ 100 rd.h ⁻¹ Visualiser D. dose > 100 rd.h ⁻¹
+3,3% ^{60}Co à 104 rd.h ⁻¹ -5% ^{137}Cs à 100 rd.h ⁻¹ Visualisation 4 points afficheur

Fig. 1

REGLAGE FACTEUR CONVERSION SOUS IRRADIATION
Affichage en Equivalents de Dose pour les photons - Dynamique mesure jusqu'à 9999 rads.
réglage dynamique à 150 rd.h ⁻¹ 21 ≤ F ≤ 23. bruit 2,6% - précision 2,5% (E)

REPONSE EN ENERGIE ECRAN DE COMPENSATION
Courbe réponse, linéarité $\pm 20\%$ $\pm 15\%$ - Cs et ^{60}Co 150 eV à 120 keV
Courbe expérimentale obtenue. ≤ 20% à +14% de 10 keV à - courbe mixte 10 keV à 125 MeV

TABLEAUX 3-4
Fig. 2

INFLUENCERABILITE aux RAYONNEMENTS Bat n
Immunité aux Bs SokeV et aux neutrons
Barrière jaillissement neutrons SokeV exemples à 250 keV protection SokeV R-consistance relative 10% pour 1000 rads

PRECISION MESURES et LECTURE
$\pm 15\%$ à 100 rd.h ⁻¹ $\pm 15\%$ - 20% à D. dose ≤ 100 rd.h ⁻¹
≤ 6% à +14% pour ^{60}Co à 100 rd.h ⁻¹ pour ^{137}Cs erreurs de lecture et de mesure

AUTONOMIE SOUS IRRADIATION
"la plus grande famille" à 100 rd.h ⁻¹
- "plus petite" consommation pour 1000 rads ⇒ 70.000 h. pour ^{60}Co

TABLEAU 1. SENSIBILITE EN FONCTION DU DEBIT DE DOSE
(⁶⁰Co.)

Débit de dose (rd.h ⁻¹)	Erreur	$\frac{\text{Dose lue}}{\text{Dose vraie}}$ (%)
0,21		+ 14,0
1,5		+ 12,5
1,77		+ 14,8
4,17		+ 14,1
9,38		- 12,4
37,5		+ 10,4
76,5		+ 8,5
104,3		+ 5,3
150,0		+ 0,5

Ces résultats sont représentés par les figures 1 et 2.

L'erreur de lecture en fonction du débit de dose est comprise entre 0 et 14 % jusqu'à 150 rad.h⁻¹.

.....

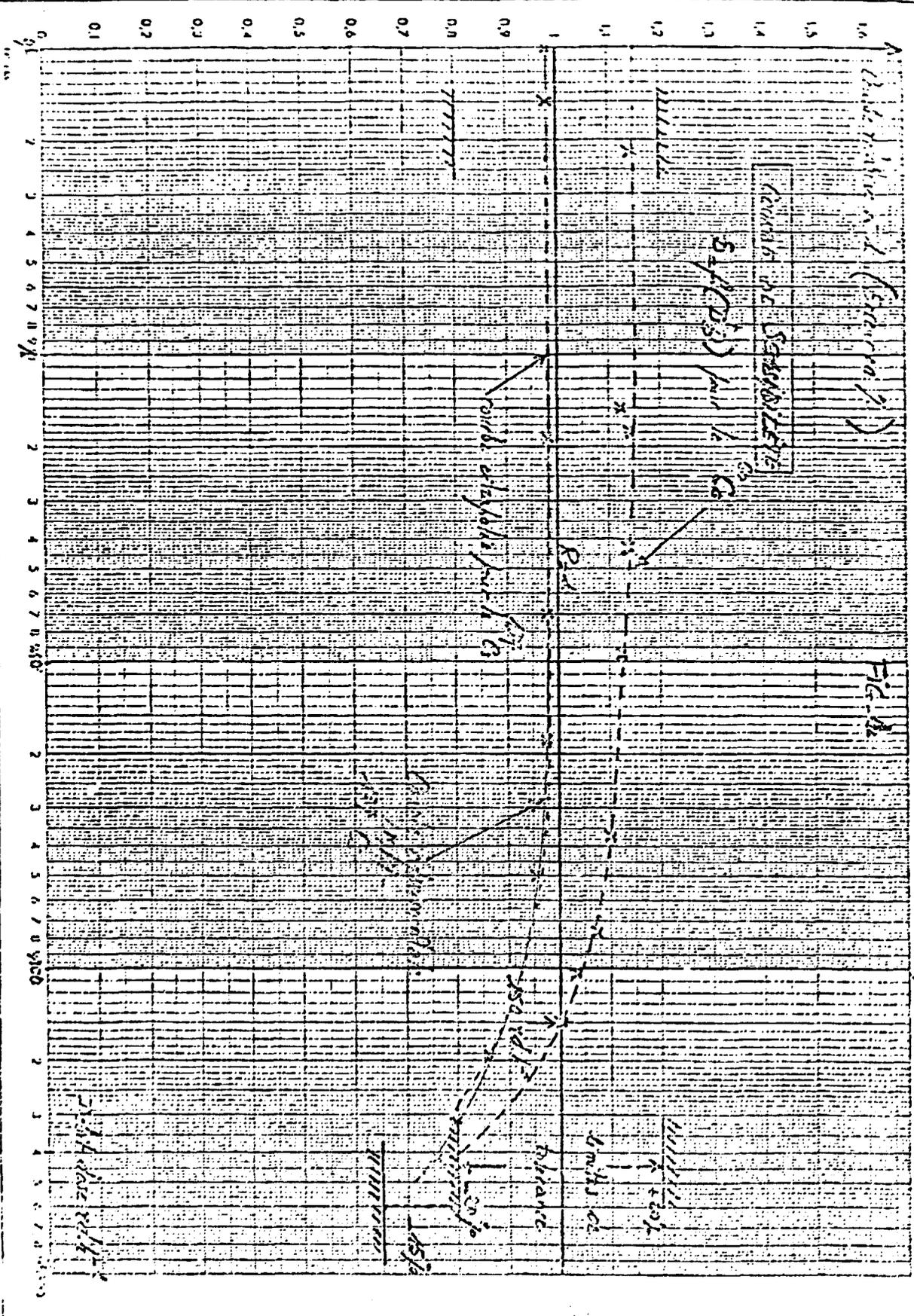
- TABLEAU 2 -

Sensibilité de l'appareil en fonction du débit de kerma

(137 Cs)

Débit de kerma de référence		Lecture moyenne heuraire	Lecture moyenne par mrad	Incertitude
unités S.I Gy h ⁻¹	unités tolérées rad h ⁻¹			
9,5 10 ⁻⁴	9,6 10 ⁻²	94,0	0,920	± 5
4,8 10 ⁻³	0,48	477	0,950	± 4,5
1,9 10 ⁻²	1,9	1875	0,976	± 4
7,2 10 ⁻²	7,2	6966	0,968	"
0,18	18	17475	0,971	"
0,48	48	45720	0,953	"
1,18	118	103850	0,905	"
1,95	195	157700	0,860	"
3,17	317	255300	0,806	"
4,12	412	317200	0,770	"

L.M.R.I



→
 low level
 100 ft.

FIG. 1

TABLEAU 3

COEFFICIENT ATTENUATION MASSIQUE EN ENERGIE - cm²/g

Energie MeV	13 ^{Al}	29 ^{Cu}	50 ^{Sn}	82 ^{Pb}	
0,010	25,8	224	145	137	
0,015	7,67	76,0	46,1	114 (*)	
0,020	3,22	33,0	20,7	90,0	
0,030	1,03	10,6	41,9	30,6	
0,040	0,492	4,57	19,5	14,3	
0,050	0,319	2,46	10,5	7,96	
0,060	0,246	1,49	6,43	4,72	
0,080	0,185	0,720	2,95	2,12	
0,100	0,160	0,427	1,63	5,56	
0,150	0,134	0,208	0,595	1,93	
0,200	0,120	0,143	0,314	0,950	
0,500	0,0841	0,0822	0,0907	0,153	
1,000	0,0614	0,0586	0,0572	0,0689	
2,000	0,0432	0,0420	0,0407	0,0451	
5,000	0,0284	0,0319	0,0357	0,0424	
10,000	0,0231	0,0309	0,0337	0,0431	
Autres Caractéristiques	Z	13	29	50	82
	A	26,98	63,54	118,69	207,19
	P: g/cc	2,7	8,92	7,3	11,34

Calcul écran:
"Compensation"

Atténuation μ (Energie, N° Atomique)

$$\frac{dI}{I} = -\mu \cdot dx$$

$$I = I_0 \cdot e^{-\mu x}$$

μ : cm⁻¹ cm²/g
 x : cm ou g/cm

FIG. 2. RÉPONSE RELATIVE EN ÉNERGIE

$$\frac{\text{Zone Luc}}{\text{De la Vague}} \cdot f(E)$$

RAYONNEMENTS
X-FAIBLES

195 kV

161

118

100

85

65

137

157

① - Réponse souhaitée

② - Réponse dissymétrique

+20%

-15%

-30%

C₀

135%

1000

1000

1000

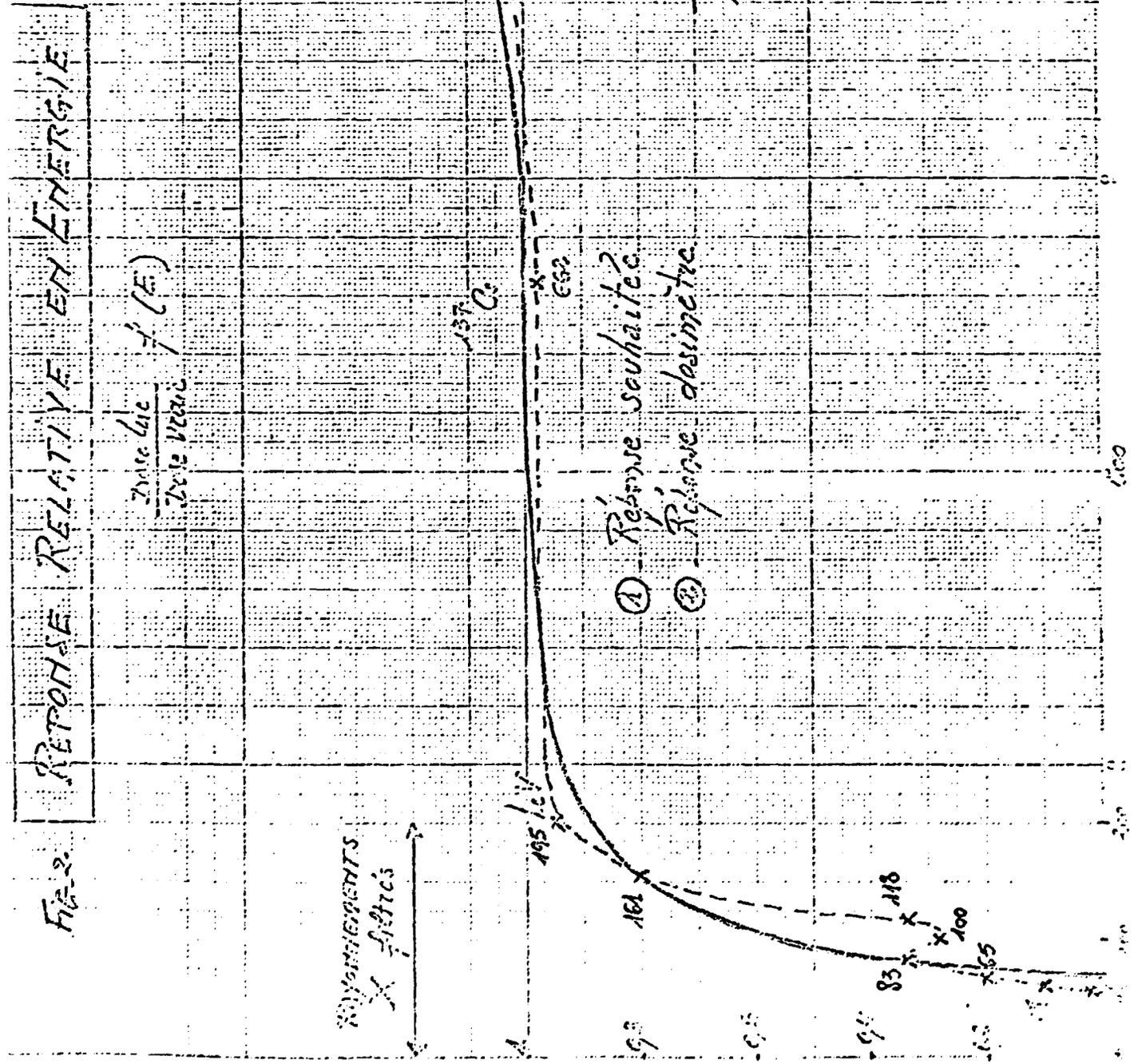


TABLEAU A - RETRAISE EN ENERGIE

Energie (keV)	Rapport	Dose Jus Dose vraie
48		0,01
58		0,10
65		0,21
83		0,34
100		0,26
118		0,34
161		0,80
195		0,95
<i>EMAL LORL</i>		
662	137Cs	0,98
1250	$\Sigma_{\text{moy}}^{60\text{Co}}$	1,14
	$\Sigma_{\text{moy}}^{241\text{Am}}$	negligeable
60		0,03

TABLEAU - 5 - PRECISION DES MESURES

Source Rayonnement	Débit de dose	Précision "p" %	Temps
^{137}Cs	210 mrd.h^{-1}	$-2 < p < +5$	5 mn
	50 rd.h^{-1}	< -5	3 mn
	215 mrd.h^{-1}	$< +14$	5 mn
	50 rd.h^{-1}	$< +9$	3 mn
^{137}Cs	96 mrd.h^{-1} 48 rd.h^{-1}	Incertitude $\leq \pm 5$	1 h.

PRECISION LECTURE - a ± 1 digit soit ± 1 millirad

PRECISION REGAGE $F_2 - \leq \pm 2,6\%$

DIVERGENCE TRANSMISSION - $\leq 4,5\%$ entre 60 keV et 200 keV

dû à la tolérance en énergie des matériaux utilisés pour compensation énergétique

- F_2 et $S_n : \pm 0,7\%$

Cu : $\pm 2 \text{ à } 3\%$

- TABLEAU 61 - PRECISION DE LECTURE

Source du rayonnement	débit de korma de référence	temps d'irradiation	lecture	lecture par mrad
Photons du cobalt 60	1 mGy h ⁻¹ ou 100 mrad h ⁻¹	1 heure	110	1,10
	0,5 Gy h ⁻¹ ou 50 rad h ⁻¹	15 minutes	13500 %	1,037
Photons du césium 137	1 mGy h ⁻¹ ou 100 mrad h ⁻¹	1 heure	98,0 %	0,980
	0,5 Gy h ⁻¹ ou 50 rad h ⁻¹	15 minutes	11430 %	0,953

2/2/81

- 6 -
TABLEAU 7 - SENSIBILITE DU DETECTEUR
COMPENSE -

^{137}Cs	Dose de dose (rad.h ⁻¹)	Sensibilité (imp.s ⁻¹ .rad.h ⁻¹).
^{137}Cs	0,215	56,07
	1,763	57,75
^{60}Co	1,5	68,44
	37,5	67,46
	150	61,4
^{137}Cs	96.10^{-3} 7/2	53,83 50,12

LMRI.
 Yef. To Hiss-2