

**DESCRIPTION DE L'INSTRUMENT NAUSICAA CONCU POUR EFFECTUER
DES MESURES INSTANTANÉES DE D, H ET DU SPECTRE DE T.L.E.
EN CHAMPS COMPLEXES**

P. Bouisset, V.D. Nguyen, G. Kerlau, L. Lebaron, N. Parmentier
CEA/Institut de Protection et de Sûreté Nucléaire
Département de Protection de la santé de l'Homme et de
Dosimétrie, BP 06, 92265 FONTENAY AUX ROSES Cedex (France)

M. Siegrist - C.N.E.S, 31035 TOULOUSE Cedex (France)

L. Braak - MEDES, 31052 TOULOUSE Cedex (France)

B. Almarcha, E. Duvivier - STEEL, 31260 SALIES-DU-SALAT (France)

B. Weichlein, B. Masson - STATICE S.A, 25000 BESANCON (France)

NAUSICAA succède au système CIRCE. Il fonctionne avec un compteur proportionnel équivalent tissu suivant la technique microdosimétrique. En terme d'énergie linéique, il couvre une gamme de 0,3 à 1200 keV/ μ m dans le tissu et enregistre le spectre de TLE. Le débit de dose absorbée, entre 1 μ Gy/h et 20 mGy/h, ainsi que l'équivalent de dose associé sont mesurés en temps réel comme cela est nécessaire en radioprotection.

NAUSICAA est parfaitement adapté à la dosimétrie et à la radiobiologie spatiale où des événements de haut TLE, facteurs de qualité entre 10 et 20, peuvent être enregistrés.

**INSTRUMENT DESCRIPTION OF NAUSICAA USED FOR REAL TIME
MEASUREMENTS OF D, H AND L.E.T SPECTRUM IN COMPLEX FIELD**

The new instrument NAUSICAA is based on microdosimetric techniques using a low pressure tissue equivalent proportional counter. In terms of lineal energy, NAUSICAA device works in the 0.3 to 1200 keV/ μ m range in tissue and the LET spectrum is recorded. Absorbed dose rate, in the range of 1 μ Gy/h to 20 mGy/h, and dose equivalent rate are given in real time like it is necessary for radioprotection applications.

NAUSICAA is well adapted to space dosimetry and radiobiology where high LET events with quality factor in the range 10-20 are found.

INTRODUCTION

NAUSICAA est dérivé de l'appareil CIRCE. Ce dernier a été utilisé pour des mesures instantanées de dose absorbée et d'équivalent de dose, en décembre 1988, lors de la mission franco-soviétique à bord de la station orbitale MIR^(1,2).

La conception du nouvel instrument a été modifiée afin de tendre vers un système portatif utilisable au sol ou en vol. La fonction de l'appareil est d'obtenir des résultats rapides, lors de mesures dans un champ de rayonnement inconnu à faible débit de dose, tel qu'on souhaite le faire en radioprotection.

Pour répondre aux souhaits exprimés en radiobiologie, NAUSICAA fournit le spectre de transfert linéique d'énergie (TLE) associé à la mesure. Ceci permet, en particulier dans le cadre d'une application spatiale, de mettre en évidence la

présence de quelques particules (ions lourds) de TLE élevés, événements qui contribuent avec un poids important au facteur de qualité et à l'équivalent de dose.

DESCRIPTION DE NAUSICAA

Le capteur (Cf. Figure 1) est un compteur proportionnel cylindrique à champ axial dont les parois sont en équivalent tissu (E.T.). Le volume sensible (5 cm de diamètre x 5 cm de hauteur) est rempli de gaz E.T., à base de propane, sous faible pression (30 torr). On recueille ainsi l'énergie déposée par le rayonnement incident dans un site biologique d'une taille de $2 \mu\text{m}$ sous 1 cm de tissu.

Une mince enveloppe de 0,3 mm de Nickel constitue la paroi extérieure du capteur. Celle-ci assure la résistance mécanique et la parfaite étanchéité de la sonde.

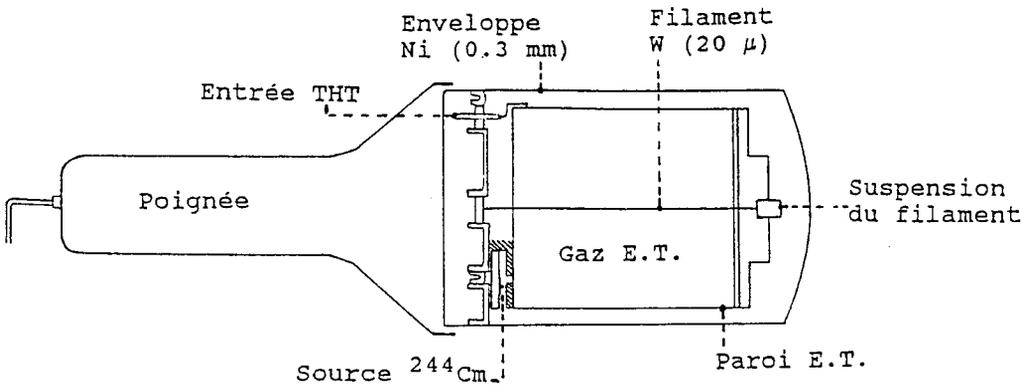


Figure 1 - Représentation schématique en coupe de la sonde.

Une source émetteur-alpha (^{244}Cm), placée au niveau de l'embase du capteur, peut être mise en position mesure. Elle permet de vérifier la valeur du gain gazeux et de modifier si nécessaire la valeur de la THT appliquée afin de compenser toute variation de ce gain.

Cette méthode assure la longévité et le parfait fonctionnement du système sans être contraint d'effectuer un nouvel étalonnage du capteur. Il suffit de quelques minutes pour réaliser ce contrôle et celui-ci peut être programmé pour avoir lieu automatiquement à intervalle de temps régulier.

L'appareil de mesure est constitué d'un boîtier contenant l'électronique du système et d'une sonde reliée à ce boîtier par un câble souple comme le montre la Figure 2.

Le signal issu de la sonde est transmis au boîtier par un câble. Ce câble transporte aussi la basse tension nécessaire au préamplificateur situé dans la poignée de la sonde.

Le boîtier, alimenté par une source extérieure en 27 volts continu, consomme 3 watts et pèse moins de 3 kg pour un encombrement de 230 mm x 160 mm x 130 mm.

Les grandeurs dosimétriques caractérisant le champ de rayonnement sont inscrites sur un affichage digital. Lorsque

le temps de la mesure est écoulé, ces grandeurs, ainsi que le spectre des impulsions, sont enregistrés sur mémoire de masse (EPROM ou disquette). Un logiciel installé sur PC permet ensuite la lecture et la mise en forme des résultats.

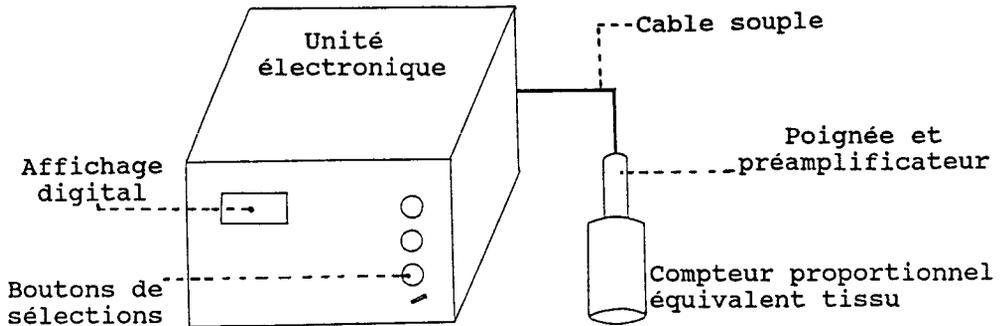


Figure 2 - L'appareil NAUSICAA est constitué d'une sonde et d'un boîtier, contenant l'électronique du système, où sont affichés instantanément les résultats.

PERFORMANCES ET RESULTATS EXPERIMENTAUX

Le capteur fonctionne en régime proportionnel. A chaque événement, traité individuellement⁽³⁾, est associé le facteur de qualité suivant la définition de l'ICRP 21⁽⁴⁾.

On recueille ainsi la fréquence des événements jusqu'à un taux de 10 kHz et on mesure le débit de dose absorbée dans la gamme 1 $\mu\text{Gy/h}$ à 20 mGy/h . Avec le facteur de qualité associé, entre 1 et 20, l'équivalent de dose est immédiatement calculé.

Le rapport H/D indiqué par l'appareil correspond alors au facteur de qualité moyen du champ de rayonnement⁽³⁾.

Une campagne de mesures a été menée auprès d'une source de ^{252}Cf de faible activité⁽⁵⁾. Les grandeurs mesurées sont comparées dans le Tableau 1 aux valeurs enregistrées avec des détecteurs thermoluminescents ($^7\text{Li}_2$ $^{11}\text{B}_4\text{O}_7$), insensibles aux neutrons, et aux valeurs obtenues avec des détecteurs à bulles⁽⁶⁾, insensibles au rayonnement gamma.

Mesure neutron BULLES H_n [$\mu\text{Sv/h}$]	Mesure totale neutron-gamma CIRCE-NAUSICAA H_t [$\mu\text{Sv/h}$] D_t [$\mu\text{Gy/h}$]	Mesure gamma TLD D_g [$\mu\text{Gy/h}$]
69.5 \pm 6.0	66.5 \pm 2.1 11.2 \pm 0.2	3.5 \pm 0.2

Tableau 1- Débits de doses enregistrés auprès d'une source de ^{252}Cf par différents systèmes de mesures.

Les résultats rapportés ici représentent la valeur moyenne et l'écart-type pour 7 mesures de 2 heures à une distance de 1,66m de la source. On remarque évidemment la cohérence des

résultats, en dose absorbée comme en équivalent de dose, mais on peut constater aussi, par la valeur de l'écart-type rapportée, la bonne reproductibilité de la mesure.

Puisque chaque événement est individualisé lors de l'acquisition des données, il est alors simple de construire la distribution de TLE mesurée. Les hauteurs d'impulsion sont converties et classées sur 256 canaux en couvrant une gamme de 0,3 à 1200 keV/ μ . Cette grande dynamique dans les hauteurs d'impulsion traitées est assurée par un amplificateur logarithmique situé dans le manche de la sonde en sortie du préamplificateur linéaire.

Les ions lourds, tels qu'on les rencontre dans l'espace, conduisent à des dépôts d'énergie dans le tissu bien supérieurs à celui des neutrons. Lorsqu'un événement de ce type se produit, superposé à un champ donnant de faibles TLE, l'équivalent de dose et le facteur de qualité moyen subissent une nette augmentation. Seule l'analyse détaillée des événements permet de définir la contribution des ions lourds.

Une première approche dans cet esprit a été effectuée sur la station orbitale MIR avec CIRCE. Pour cette expérience, des mesures d'une durée de 30 secondes seulement permettaient de faire apparaître des facteurs de qualité élevés car faiblement pondérés par les événements de bas TLE⁽²⁾.

NAUSICAA apportera des renseignements plus précis sur ces événements en fournissant le spectre de TLE : même s'il est unique, un événement sera ainsi répertorié.

CONCLUSION

NAUSICAA permet d'effectuer, en temps réel, une dosimétrie de zone en champs complexes (neutron-gamma-particules chargées). Les données obtenues sont la dose absorbée, l'équivalent de dose et le spectre de T.L.E. dans la gamme 0,3 à 1200 keV/ μ m.

Le capteur, organe délicat du système, est aujourd'hui parfaitement adapté à une utilisation de routine: résistances aux chocs (normes spatiales) et durée de vie de bon fonctionnement.

L'ensemble forme un système très performant pour des mesures dans l'espace où siègent de fortes variations spatiales et temporelles, variations en débit et variations en nature de rayonnement.

REFERENCES

- 1- V.D. Nguyen & al., Radia.Prot.Dosim.31(1), 377-382 (1990).
- 2- P. Bouisset & al., COSPAR 90, Adv.Space Res.(à paraître).
- 3- V.D. Nguyen & al., Radia.Prot.Dosim. 10(1), 277-282 (1985).
- 4- ICRP 21, Data for protection against ionizing radiation from external sources (1971).
- 5- G.Kerlau et P.Bouisset, Rapport DPHD (1991) (à paraître).
- 6- H. Ing & H.C. Birnboim, Nucl.Tracks & Rad.Meas.8(1-4), 285-288 (1984).