

OBSERVATIONS SUR LA NOTION DE PRÉDOSE EN DOSIMÉTRIE PAR RADIOPHOTOLUMINESCENCE

R. DELARUE et S. CARPENTIER*
H. FRANÇOIS et A.M. CHAPUIS**

(manuscrit reçu le 7 avril 1967)

Dans la quasi-totalité des études publiées sur l'emploi en dosimétrie des propriétés de radiophotoluminescence des verres phosphatiques sensibilisés à l'Argent, on fait allusion à la notion de prédose sans que l'on prenne toujours le soin de définir d'une façon précise ce que l'on entend par prédose et dans quelles conditions les mesures ont été faites.

Tout d'abord, il convient de préciser que la notion de prédose n'est pas une caractéristique physique d'une composition de verre, mais au contraire une caractéristique essentiellement pratique résultant bien entendu en partie de la composition du verre, mais également de bien d'autres facteurs, notamment du format du verre et des caractéristiques de l'appareil de lecture. Nous reviendrons plus loin en détail sur ces questions, mais il convient dès l'abord d'en tirer une première conclusion : la notion pratique de prédose n'a une signification que si elle s'applique à un verre de caractère opérationnel, ce qui suppose deux qualités essentielles :

- le verre doit pouvoir conserver ses caractéristiques dans le temps; il ne doit pas subir d'altération sous l'influence des agents atmosphériques dans une ambiance normale des pays tempérés et même tropicaux; en un mot, il faut que les verres puissent être conservés et stockés sans précautions spéciales telles que l'utilisation d'emballages étanches et la présence de produits déshydratants.
- la fluorescence après irradiation doit se stabiliser rapidement sans qu'il soit nécessaire de faire subir au verre un traitement thermique; un des principaux avantages de l'emploi des verres radiophotoluminescents en dosimétrie est la rapidité et la simplicité de la lecture de la dose : celle-ci se réduisant à la lecture de la déviation d'un microampèremètre (qui peut d'ailleurs être gradué directement en unités de dose) peut être confiée à un personnel peu expérimenté; la possibilité de répéter à volonté la lecture (puisque celle-ci n'efface pas la dose enregistrée) évite en outre toute erreur en permettant tous les contrôles souhaitables. Le traitement thermique, s'il est nécessaire pour

* Carbonisation Entreprise et Céramique, 81 rue Gabriel Péri, 92 - Montrouge.

** Centre d'Etudes Nucléaires de Fontenay-aux-Roses, S.T.E.P. - Dosimétrie, B.P. n° 6, 92 - Fontenay-aux-Roses.

une stabilisation correcte de la fluorescence, outre qu'il introduit un risque d'erreur en cas de dérangement de la régulation de température, apporte une complication augmentant à la fois le coût et la durée des opérations de lecture.

Si nous nous sommes un peu étendus sur ces considérations préliminaires, c'est que de nombreux auteurs n'en ont pas mesuré, ou en ont négligé l'importance comme on peut le constater dans la très intéressante étude bibliographique de J.L. TEYSSIER (1).

Parmi les objectifs que le C.E.A. (S.T.E.P.) a fixés au département nucléaire de la Société Carbonisation Entreprise et Céramique en matière de recherches de compositions améliorées (6), (7) de verres radiophotoluminescents, celui qui figure au premier plan est le caractère opérationnel, notamment en ce qui concerne les deux points évoqués ci-dessus : absence de vieillissement, lecture sans traitement thermique. Les *lumidosimètres* brevetés (3), (4), (5), (9) qui sont le fruit de ces recherches répondent parfaitement à ces exigences (8).

Ce caractère opérationnel étant réalisé nous autorise à parler valablement de prédosés mesurés sur les *lumidosimètres*.

Les résultats que nous donnerons tout d'abord sont ceux de lectures effectuées sur l'appareil Toshiba type FGD 3 B. Cet appareil est fourni par le fabricant avec 3 porte-objets permettant la lecture de verres parallélépipédiques de $8 \times 8 \times 4,7$ mm et de $6 \times 6 \times 3,3$ mm et de verres cylindriques (microdosimètres) de 1 mm de diamètre \times 6 mm de long. Nous lui avons adjoint des adaptateurs permettant de lire d'autres formats.

Le lecteur Toshiba type FGD 3 B est du type à lecture sur microampèremètre : le lecteur étant en ordre de marche, lampe U.V. allumée, photomultiplicateur et amplificateur sous tension, si on présente sur ce lecteur un verre non irradié, on lit sur le cadran un « signal de fond » F en microampères. Si on expose ensuite le verre à une exposition de 1 Roentgen et si on présente à nouveau le verre sur le lecteur on lit un signal F_1 . La différence $F_1 - F = S$ représente la « sensibilité » du verre en microampères par Roentgen pour le lecteur considéré. Connaissant cette « sensibilité » S , on en déduit la « prédose » P du verre en Roentgen lue sur cet appareil :

$$P = \frac{F}{S}.$$

Si on enlève le verre et si on recommence la lecture avec le même porte-verre, on lit une nouvelle valeur f du signal en microampères; f est le signal de fond propre au lecteur et au porte-verre considéré. On peut également calculer l'équivalence de f en Roentgen :

$$p = \frac{f}{S}.$$

La valeur de f fournit un élément d'appréciation de la qualité de l'ensemble optique-électronique du lecteur et de l'existence éventuelle d'une certaine fluorescence du support.

f est généralement, mais non obligatoirement, inférieur à F ; en effet, la propagation des rayons U.V., des entrées éventuelles de lumière extérieure, de la lumière de fluorescence du support, en bref la propagation des rayons lumineux en général

dans l'appareil se trouve modifiée suivant que le verre est ou non présent dans le support.

On ne peut donc pas, comme on pourrait être tenté de le faire, caractériser le lecteur par l'équivalence p en Roentgen de son signal de fond et caractériser la prédose propre au verre par la différence $P - p$.

Le seul élément ayant une signification est la prédose P qui est caractéristique de l'ensemble verre-lecteur considéré. Il faut en outre préciser que dans cet ensemble, le paramètre verre est fonction de la composition du verre, de son volume, de sa forme et de son état de surface; le paramètre lecteur est fonction des caractéristiques optiques et électroniques du lecteur ainsi que de la forme et de l'état de surface du support porte-verre.

Le tableau 1 montre, pour un même lecteur, l'influence du format du verre sur le signal de fond F et la prédose P .

TABLEAU I

LECTURES DE VERRES LUMIDOSIMÈTRES, COMPOSITION 1 (FORMULE LB 2-124)
SUR LECTEUR TOSHIBA TYPE FGD 3 B

Type	Format mm	Lecture F verre non irradié (microampères)	Sensibilité S (microampères par Roentgen)	Prédose P (Roentgen)
PB	diamètre 3,7 longueur 6	18	20	0,9
FJ	8 × 8 × 4,7	57	95	0,6
DO	15 × 6 × 1,5	18	20	0,9
MB	diamètre 8 épaisseur 4,7	63	90	0,7
SC	diamètre 6 épaisseur 3,3	25,5	36	0,7
MD	diamètre 1 longueur 6	5	3,35	1,5

De l'examen de ce tableau, on tire les conclusions suivantes :

- la *lumidosimètre* type PB adopté pour l'incorporation dans le dosimètre à fonctions multiples, système C.E.A., type PS 1 C, a une sensibilité (mesurée sur le lecteur Toshiba FGD 3 B) 6 fois supérieure à celle du *lumidosimètre* type MD alors que, avec son blindage compensateur tantale de 0,3 mm d'épaisseur, il est à peine plus encombrant que le MD sous blindage étain.
- la lecture F (microampères) du verre avant irradiation augmente avec le volume du verre, mais elle augmente dans une proportion moindre que la sensibilité S (microampères) de sorte que la prédose P (Roentgen) diminue lorsque le volume du verre augmente.

— bien que le nombre de centres *F* fluorescents créés par une même exposition en Roentgen dans des verres de même composition soit proportionnel au volume des verres, les sensibilités telles que définies ci-dessus ne sont pas proportionnelles aux volumes car la puissance lumineuse recueillie sur le photomultiplicateur dépend aussi d'autres facteurs, notamment la forme du verre, c'est ainsi que le type MB à section circulaire a une sensibilité par unité de volume d'environ 23 % supérieure à celle du type FJ à section carrée.

Comme un verre à section circulaire est en outre moins sujet à ébréchures qu'un verre à section carrée, on en conclut qu'il y a tout intérêt à utiliser des verres de section circulaire.

Le tableau 1 montre, pour des verres de même composition, l'influence du paramètre format du verre sur la valeur de la prédose.

Il est intéressant d'étudier l'influence du type de lecteur; c'est ce qui ressort du tableau 2 sur lequel on trouve les valeurs de prédose lues pour un même verre sur divers lecteurs.

TABLEAU II
LECTURES DE VERRES LUMIDOSIMÈTRES,
TYPE PB I (FORMULE LB 2-124)
SUR DIVERS LECTEURS

Lecteurs	Prédose <i>P</i> (Roentgen)
Toshiba type FGD 3 B	0,9
Baciotti - prototype (2), (10)	0,33
Total type 6556 A	0,4
Europe-Air-Service type RA.5266 . .	0

On notera que la prédose nulle indiquée pour le lecteur Europe-Air-Service RA 5266 résulte du principe même de réglage de cet appareil : la lecture se fait sur un microampèremètre dont le zéro, réglable, est ajusté sur un verre étalon non irradié.

On observera également que la prédose lue sur Toshiba FGD 3 B est plus élevée que sur les appareils Baciotti et Total; cela provient de ce que ces deux derniers appareils ont été conçus spécialement pour le *lumidosimètre* type PB I, ce qui n'est pas le cas du Toshiba.

Le *lumidosimètre* type PB I, malgré son format réduit, fournit donc des pré-doses modérées sur lecteurs spécialement conçus pour ce type de *lumidosimètres*; en rapprochant cette observation de celle relative à la réduction de la prédose par augmentation du volume du verre, nous pouvons conclure que des *lumidosimètres* type MB et SC qui ont des volumes beaucoup plus importants doivent permettre d'obtenir des pré-doses de 100 à 200 mR sur lecteur spécialement conçu pour ces verres.

BIBLIOGRAPHIE

- (1) J.L. TEYSSIER — La Radiophotoluminescence, emploi en dosimétrie. Exposé et mise au point bibliographique — *Bulletin de la Société Française de Radioprotection*, 1967, 1,33.
- (2) J.P. BACIOTTI — Thèse présentée à la Faculté des Sciences de l'Université de Toulouse, 1966.
- (3) R. BÉDIER, S. CARPENTIER, H. FRANÇOIS, A.M. GRAND-CLÉMENT, J. MÉNERET — Brevet n° 1 327 099 France, 23 Mars 1962. Verres aux phosphates pour dosimètres à rayons X et gamma.
- (4) R. BÉDIER, S. CARPENTIER, H. FRANÇOIS, A.M. GRAND-CLÉMENT, J. MÉNERET — Brevet d'addition n° PV 926 582 France, 1^{er} Mars 1963. Verres aux phosphates pour dosimètres à rayons X et gamma.
- (5) S. CARPENTIER, R. DELARUE, H. FRANÇOIS, A.M. GRAND-CLÉMENT, G. PORTAL, G. SOUDAIN. Brevet n° PV 8 203 France, 5 Mars 1965. Verres aux phosphates pour dosimètres, à rayons X, gamma et neutrons thermiques.
- (6) Y. BOURBIGOT, H. FRANÇOIS, A.M. GRAND-CLÉMENT, G. PORTAL, G. SOUDAIN. Etude et mise au point de verres dosimètres au phosphate d'argent. Communication présentée au Congrès de la Health Physics Society - Cincinnati U.S.A., 4-30 Juin 1964.
- (7) H. FRANÇOIS, Y. BOURBIGOT, A.M. GRAND-CLÉMENT, G. PORTAL, G. SOUDAIN — Etude et mise au point de nouveaux verres dosimètres au phosphate d'argent. Communication présentée au Congrès International sur la « Dosimétrie des irradiations dues à des sources externes », Paris, 23-27 Novembre 1964.
- (8) R. DELARUE — Dosimétrie des radiations ionisantes au moyen de lumidosimètres. Communication présentée au Colloque sur l'Utilisation des Céramiques dans l'Industrie Nucléaire, Paris, 11 Juin 1965, *Bulletin d'Information de l'A.T.E.N.* n° 57, Janvier-Février 1966.
- (9) Propriété Industrielle Nucléaire, 1967, 2,54.
- (10) J.P. BACIOTTI, D. BLANC, J.L. TEYSSIER, H. FRANÇOIS, G. SOUDAIN — Un prototype de lecteur de lumidosimètres, *Nuclear Instruments and methods*, 50, 1967, 93.