

LETTRE A L'ÉDITEUR

Le rapport entre les unités de dose et d'équivalent de dose

(Manuscrit reçu le 22 avril 1980)

La notion d'équivalent de dose est fondamentale en radioprotection puisqu'elle est liée à toutes les évaluations de risques.

Pour introduire cette notion, la C.I.P.R. note, dans ses nouvelles recommandations adoptées le 17 janvier 1977 [1], qu'en « radioprotection on a jugé commode d'introduire une autre quantité (que la dose absorbée) mieux *en rapport avec les effets les plus nuisibles de l'exposition aux rayonnements* ». L'unité d'équivalent de dose destinée à correspondre au système international serait le sievert. Jusqu'à maintenant, l'unité pratique, le rem, avait peu soulevé de problèmes puisqu'il semble que l'on ait rarement songé à écrire $1 \text{ rem} = 100 \text{ erg.g}^{-1}$. Il n'en est pas de même pour le sievert, car on peut lire dans la publication 26 de la C.I.P.R. :

$$1 \text{ Sv} = 1 \text{ J.kg}^{-1} (= 100 \text{ rem}).$$

A. ESPOSITO *et al.* [2] posent un problème du type suivant :

Une personne reçoit en même temps, 1 Gy de rayonnement γ ($Q=1$), 1 Gy par protons de 10^3 MeV ($Q=2$) et 1 Gy par des neutrons ($Q=10$). La dose totale absorbée est de 3 Gy, ce qui correspond à un équivalent de dose de $1 \text{ Sv} + 2 \text{ Sv} + 10 \text{ Sv} = 13 \text{ Sv}$. Si $1 \text{ Sv} = 1 \text{ J.kg}^{-1}$, on s'aperçoit qu'une dose absorbée de 3 Gy = 3 J.kg^{-1} correspond à un équivalent de dose de 13 Sv soit 13 J.kg^{-1} . Il est certain qu'il ne peut s'agir soit des mêmes « joules » soit des mêmes « kilogrammes ».

Comme d'autres auteurs [3, 4] dans des démonstrations didactiques, R. LOEVINGER [5] pose comme principe que « le facteur Q est sans dimension puisqu'il est le rapport de deux doses absorbées » et ne juge pas utile d'expliquer les raisons pour lesquelles le sievert ne serait différent du gray que par le nom, ce qui revient à définir implicitement un *joule biologique* différent du *joule physique*, sans pour autant donner le facteur de conversion de l'un en l'autre. Néanmoins, certains reconnaissent qu'à ce propos une certaine confusion est introduite [6].

Dans le supplément au rapport I.C.R.U. 19 [7], il est toutefois noté que l'équivalent de dose est « *en relation* avec le risque radiologique présumé » et que les facteurs Q « sont choisis de telle manière que des valeurs égales du produit ($Q.N.D.$) soient sensées correspondre à des *risques radiologiques* égaux pour

chaque cible donnée ». Cela indique bien qu'il s'agit d'autre chose que d'une dose absorbée, comme le font très justement remarquer J. G. BROWN et A. G. CRAIG [8].

Il semble donc indispensable de définir le sievert comme une *unité biologique de détriment potentiel* que l'on peut appuyer sur le détriment potentiel lié à une irradiation γ de 1 Gy, en se référant à des conditions d'exposition à déterminer comme *conditions normales*. Ensuite, pour passer du système physique de dose au système biologique, il convient de considérer le facteur de conversion. Dans le domaine de la radioprotection, ce facteur est ($Q.N$) dont la grandeur numérique est fonction des données recueillies expérimentalement (nature du rayonnement, conditions d'exposition, risques statistiques...) mais qui a pour unité le Sv. Gy⁻¹ afin de pouvoir écrire :

$$h (\text{Sv}) = q . n (\text{Sv} . \text{Gy}^{-1}) \times d (\text{Gy}),$$

soit

$$h (\text{Sv}) = q . n . d (\text{Sv}).$$

(les lettres minuscules représentent les grandeurs numériques)

et justifier le traitement mathématique de ces grandeurs que doit permettre la normalisation avec le système S.I.

Avec cette définition et cette formulation, le sievert peut alors s'appliquer à d'autres sources de nuisances, par exemple à la toxicologie. Dans ce cas, le facteur de conversion aurait sa grandeur liée à la nature, aux conditions d'intoxication (instantanée ou chronique) etc. et son unité serait Sv (kg toxique . kg⁻¹)⁻¹ (1).

Il est certain que le problème de fond reste la détermination de la grandeur numérique de ces facteurs de conversion, grandeur qui peut évoluer avec les connaissances acquises dans le domaine biologique ou avec des données statistiques plus affinées. Ainsi, la définition du sievert ayant été arrêtée, le facteur de conversion d'une dose γ de 1 Gy, en équivalent de dose exprimé en sievert, pourrait dans l'avenir être numériquement différent de 1; ce sera le cas, en particulier, si on fait varier les conditions d'irradiation ou s'il s'avère nécessaire d'introduire la notion de faible ou de forte dose de rayonnement.

Tout cela ne préjuge rien de ce qui concerne la *qualité* des termes individuels ($Q.N$, peut-être d'autres inclus ou non dans ceux-ci et sur lesquels on peut s'interroger) dont le produit constitue le *facteur de conversion* de l'échelle des grandeurs physiques à l'échelle de grandeurs biologiques.

P. ROGELET,
Institut de Physique nucléaire,
 B.P. n° 1, 91406 Orsay Cedex, France.

(1) (kg toxique . kg⁻¹) est similaire à J . kg⁻¹ suivant le principe d'équivalence masse-énergie et n'est qu'apparemment sans dimension puisque concernant deux formes, deux espèces ou deux matériaux différents.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Commission internationale de protection radiologique. *Recommandations 1977, Publication C.I.P.R.* 26, Oxford, Pergamon press, 1979.
- [2] EXPOSITO A., LUCCI F., MEROLLI S., PELLICIONI M., RINDI A., ROCELLA M. *Health Phys.*, 1978, **35**, 580.
- [3] DUNSTER H. J. *Health Phys.*, 1978, **36**, 536-537.
- [4] International commission on radiations units and measurements *I.C.R.U. report 25*, Washington, I.C.R.U., 1976.
- [5] LOEVINGER R. *Health Phys.*, 1979, **37**, 602-603.
- [6] BURNS J. E. *Advances in radiation monitoring*, Stockholm, 26-30 June 1978, Vienne, A.I.E.A., 1979, 671-683.
- [7] International commission on radiations units and measurements, *Suppl. to I.C.R.U. report 19*, Washington, I.C.R.U., 1973.
- [8] BROWN J. G., CRAIG A. C. *Health Phys.*, 1979, **36**, 742.

RÉPONSES A L'ARTICLE DE M. ROGELET

1 - L'auteur fait fort justement remarquer dans son article l'ambiguïté qui résulte de la relation donnée dans l'article 17 de la publication 26 de la C.I.P.R. : $1 \text{ Sv} = 1 \text{ J. kg}^{-1}$ (= 100 rem).

J'irai plus loin en disant qu'une telle relation est erronée puisqu'elle relie une grandeur physique (J. kg^{-1}) à une grandeur qui ne l'est pas : l'équivalent de dose.

L'équivalent de dose est, en effet, le produit d'une grandeur physique (la dose absorbée) par un facteur de pondération arbitraire qui, choisi parmi les EBR (grandeurs biologiques), est censé rendre compte de la nocivité plus ou moins grande du rayonnement considéré (éventuellement d'autres facteurs de pondération peuvent être ajoutés).

Le résultat d'un tel produit ne constitue donc plus une grandeur physique : ainsi, l'équivalent de dose ne peut pas être mesuré directement par un détecteur. De même, par conséquent, il ne faut pas vouloir attribuer une équation aux dimensions à l'équivalent de dose. Cette notion utile permet simplement d'attribuer une nocivité relative aux différentes catégories de rayonnements et d'appliquer des normes.

A titre de comparaison, on peut considérer le cas de l'automobile : les chevaux fiscaux sont, certes, en rapport avec la puissance réelle, mais permettent, en fait, de classer les véhicules et d'appliquer une tarification d'imposition. De même que l'équivalent de dose représente la nocivité biologique du rayonnement, les chevaux fiscaux représentent donc la « nocivité fiscale du véhicule » ; mais qui a cherché à ce jour à discuter de l'équation aux dimensions du cheval fiscal !

H. de CHOUDENS,
Commissariat à l'Énergie atomique,
Service de Protection contre les Rayonnements,
Centre d'Études nucléaires de Grenoble,
85 X, 38041 Grenoble Cedex.

2 — Ainsi que le montre la bibliographie associée à l'article de M. ROGELET, ce sujet anime une vive controverse. On peut y ajouter, entre autre, la lettre aux éditeurs de D. HARDER parue dans *Health Physics*, août 1979, 37, 249 qui exprime assez clairement un point de vue opposé à celui de M. ROGELET.

Pour ma part, je ne prendrai pas parti sur ce sujet qui est loin d'être fondamental pour la mise en œuvre d'une bonne radioprotection mais dont la discussion persistante présente un inconvénient non négligeable, celui de laisser croire que les spécialistes de la dosimétrie en radioprotection n'ont plus à régler que des questions de forme, alors que des progrès importants sont encore attendus dans ce domaine. Par exemple, le facteur de qualité actuellement utilisé est basé sur un rayonnement de référence pour lequel le risque associé par rad varie considérablement avec la dose et avec le débit de dose; n'y a-t-il pas là un handicap plus gênant à la détermination du risque radiologique que celui présenté par l'utilisation d'une unité peut-être discutable!

H. JOFFRE,
*Commissariat à l'Énergie atomique,
Département de Protection,
B.P. n° 6, 92260 Fontenay-aux-Roses.*