

# UN SIÈCLE DE DÉFIS

## APERÇU HISTORIQUE DES SOURCES DE RAYONNEMENTS AUX ÉTATS-UNIS

JOEL O. LUBENAU

**E**n l'absence de contrôle, de comptabilité et d'élimination appropriés des sources et appareils radioactifs, ceux-ci peuvent aboutir de façon anarchique dans le domaine public. À ce stade, les sources perdues et abandonnées peuvent poser des problèmes de sécurité tels qu'une radioexposition du public et une contamination radioactive. Empêcher que les sources radioactives n'aboutissent dans le domaine public de façon anarchique : tel est aujourd'hui l'objectif, à l'échelon international, des organes chargés de réglementer l'utilisation et l'élimination des sources radioactives. Le problème, cependant, a des antécédents historiques qui remontent aux premiers jours de l'utilisation du radium au XXe siècle.

### PREMIERS USAGES DU RADIUM AUX ÉTATS-UNIS

L'utilisation de sources de radium aux États-Unis est antérieure à la Loi sur l'énergie atomique telle qu'amendée. En outre, les sources de radium ne sont pas couvertes par la Loi et, partant, ne sont pas soumises à la réglementation de la Nuclear Regulatory Commission (NRC). Les bienfaits médicaux potentiels du radium, mis en évidence peu après sa découverte en 1898, ont suscité une demande de sources de radium. On ne dispose que de rares

informations sur l'ampleur des premiers usages du radium aux États-Unis, mais celles dont on dispose indiquent un faible développement jusqu'à la deuxième guerre mondiale, date à laquelle on assiste à une croissance exponentielle suivie d'une diminution progressive (voir graphique page 50). En 1921, entre 35 et 40 grammes de radium étaient utilisés aux États-Unis tandis que le nombre d'utilisateurs médicaux était compris entre 400 et 500. En 1932, l'US Bureau of Mines estimait qu'il existait aux États-Unis 710 utilisateurs médicaux de radium utilisant 124,7 grammes. L'usage du radium s'est développé pendant la deuxième guerre mondiale, principalement du fait de la radiographie industrielle, qui utilisait à cette fin 200 grammes de radium. 190 grammes supplémentaires ont été utilisés pendant la guerre pour fabriquer de la peinture luminescente.

En 1964, le United States Public Health Service (PHS) a conclu que l'usage du radium avait probablement culminé dans

les années ayant immédiatement suivi la deuxième guerre mondiale et a estimé qu'il existait aux États-Unis 4500 utilisateurs de radium utilisant entre 300 et 700 grammes de radium sous forme de sources identifiables. Ces utilisateurs étaient, dans leur majorité (3500) des utilisateurs médicaux. Par la suite, cette utilisation a diminué essentiellement du fait des autres matières radioactives devenant disponibles et de la surveillance réglementaire accrue du radium par les États, ce qui a conduit de nombreux utilisateurs à cesser son utilisation.

En 1975, on recensait 3600 utilisateurs de radium aux États-Unis. Ce nombre est certainement inférieur aujourd'hui. Même à son apogée, lorsqu'elle comptait 5000 à 6000 utilisateurs après la deuxième guerre mondiale, cette population était nettement inférieure à celle des concessionnaires américains qui utilisent aujourd'hui des produits dérivés, des sources et des matières nucléaires spéciales, soit environ 22 000 titulaires de licences spécialisées et 135 000

---

*M. Lubenau est assistant principal auprès du président de l'US Nuclear Regulatory Commission. Il est diplômé de l'American Academy of Health Physics. Les références complètes du présent article sont disponibles auprès de l'auteur. Cet article exprime les seules vues de l'auteur. Il ne représente pas les positions de la NRC, qui n'a pas non plus approuvé son contenu technique. Il s'inspire d'un rapport que l'auteur a présenté lors de la Conférence internationale de l'AIEA sur la sûreté des sources de rayonnements et la sécurité des matières radioactives (1998). Des extraits ont également été inclus dans un article publié dans un supplément au numéro de février 1999 de la revue Health Physics.*

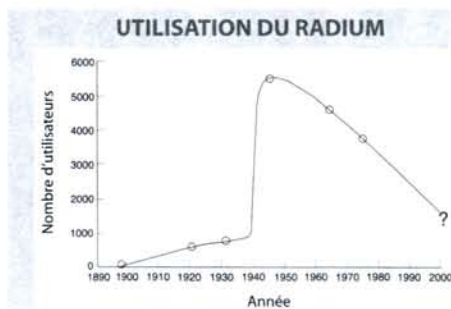
titulaires de licences générales.

L'extraction du radium à partir du minerai était difficile et, au début du siècle, onéreuse.

En 1923, le radium coûtait 120 000 dollars le gramme. Ainsi, lorsque des sources de radium étaient perdues ou volées, leur coût de remplacement constituait une forte incitation à les rechercher et à les récupérer.

## INCIDENTS LIÉS AU RADIUM

En 1968, le PHS a publié un récapitulatif des incidents connus liés au radium survenus aux États-Unis, s'appuyant sur l'étude des documents et du *New York Times* pendant la période allant de 1913 à 1964. Ont été répertoriés 396 incidents, dont 261 pertes et 25 vols. Les autres incidents avaient trait à des contaminations, des surexpositions et divers événements. L'immense majorité des 396 incidents – 331 ou 84% – mettait en jeu des sources médicales. Les taux de récupération étaient de 71% (170 sur 240) pour les sources médicales perdues, 53% (9 sur 17) pour les sources non médicales perdues, 60% (15 sur 25) pour les vols et 50% (2 sur 4) pour les pertes de transport. Les premiers incidents dont on a connaissance se sont produits entre 1911 et 1920. Il s'agissait de neuf pertes. Les pertes et les vols ont constamment augmenté, culminant entre 1961 et 1967. Le PHS a estimé que cette augmentation reflétait le développement de l'usage du radium jusque dans les années 50 et l'augmentation du nombre de rapports d'incidents publiés pendant les années les plus récentes couvertes par l'étude. L'augmentation du nombre de



*L'utilisation du radium aux États-Unis s'est développée lentement jusqu'au début de la deuxième guerre mondiale, date à laquelle elle a connu une croissance fulgurante. Depuis la fin de la guerre, cette utilisation ne cesse de diminuer.*

rapports publiés reflétait probablement l'application des réglementations d'État nouvellement édictées en matière de notification des pertes et des vols de matières radioactives non couvertes par la Loi sur l'énergie atomique telle qu'amendée.

De nombreux incidents liés au radium, cependant, ont probablement échappé à l'attention du public. Par exemple, les consultants privés recrutés pour rechercher des sources de radium perdues ou volées ne rendaient pas toujours compte de leurs activités. Quant aux programmes nationaux de contrôle des rayonnements – qui intervenaient lorsque des pertes et des vols de sources de radium se produisaient ou suite à des demandes d'assistance en matière d'élimination des déchets – leurs rapports écrits étaient souvent directement classés.

Heureusement, certains individus participant à la recherche de sources de radium perdues ont consigné leur expérience.

En 1914, diplôme de l'Université Purdue en poche, Arthur L. Miller a accepté une offre d'emploi à la Standard Chemical Company, à Pittsburgh (Pennsylvanie), qui était alors le principal producteur de radium. Là, il s'est spécialisé dans l'étalonnage de sources de radium au moyen d'un électroscope.

Comme il connaissait bien le fonctionnement des électroscopes, il lui fut souvent demandé de rechercher des sources de radium perdues à l'aide de cet instrument. En 1923, il rendit compte de sept cas. Le texte le plus intrigant relatait la recherche sans succès de 150 milligrammes de radium perdus par un hôpital. Comme c'était souvent le cas, le radium avait abouti dans l'incinérateur à charbon de l'hôpital, où Miller trouva

des traces de contamination, mais par les cendres qui auraient contenu les sources de radium. En enquêtant, il apprit que les cendres de l'incinérateur étaient vendues à un entrepreneur voisin qui les utilisait comme agrégat pour produire du béton coulé pour fabriquer un trottoir. Miller retrouva le trottoir et confirma que le radium y était enfoui. Comme le radium ne pouvait être facilement récupéré, le trottoir fut laissé en l'état et la recherche interrompue. Miller, malheureusement, n'a pas indiqué où se trouvait ce trottoir. À l'époque, les risques radiologiques liés au radium enfoui n'étaient pas pris en considération. Ce cas a, plus tard, été étudié par un autre spécialiste du radium, Robert B. Taft. Ayant contacté la compagnie d'assurance qui avait couvert la perte de l'hôpital, il a constaté que les registres de la compagnie avaient depuis été détruits. Ainsi, quelque part, probablement dans l'est des États-Unis, il existe ou existait un trottoir dans lequel étaient enfouis 150 milligrammes de radium.

Taft était un médecin que l'on appelait souvent pour rechercher des sources de radium perdues. Il a commencé à relater son expérience, qui avait commencé en 1933, dans un article présenté à l'American Roentgen Ray

Society en 1935. Il a, par la suite, décrit son expérience dans un livre intitulé *Radium - Lost and Found*. Parmi les moyens utilisés par Taft pour rechercher le radium figuraient du minerai de willémitte (qui scintille lorsqu'on l'expose à des rayonnements), des électroscopes et des compteurs GM de la première génération. Taft a signalé 187 incidents, dont il avait été le témoin direct ou indirect. La plupart mettaient en jeu des sources de radium perdues ou volées ayant parfois entraîné une contamination.

Plusieurs cas faisaient intervenir des sources de radium médicales perdues qui s'étaient mélangées à des déchets d'hôpitaux évacués dans des décharges. À l'époque, il était fréquent d'élever des porcs sur ces terrains. Taft a signalé qu'à une occasion, des chercheurs visitant un de ces sites pour trouver une source de radium perdue ont constaté, grâce à leur électroscope, que le radium était proche, mais sans pouvoir le localiser. Ils ont noté qu'un troupeau de porcs était passé par là, ont capturé le troupeau et constaté qu'un porc était radioactif. Le porc a été abattu et la source de radium récupérée.

À Philadelphie, Frank Hartman, un représentant en radium, a consigné par écrit, sous la forme de notes personnelles, ses recherches de sources perdues et volées. Les notes de Hartman décrivent 120 cas survenus entre 1930 et 1958. Comme Taft, il a utilisé du minerai de willémitte ainsi que du ZnS, des électroscopes et des compteurs GM. Les 120 cas représentaient au total 4259 grammes de radium perdu ou volé, sur lesquels il a été en mesure de récupérer 3806 grammes, soit 89%. Ce pourcentage est impressionnant compte tenu de la nature primitive de ses moyens de détection et rend hommage à sa minutie et à sa ténacité. Aussi

étonnants étaient ses "clients à répétition", dont l'un avait perdu du radium à huit occasions !

Une autre catégorie d'incident avait trait au transport. Un exemple intrigant est la façon dont la Standard Chemical Company transférait du radium partiellement raffiné de son usine de Canonsburg, au sud de Pittsburgh, vers son laboratoire de Pittsburgh en vue de son raffinage final. Cela s'effectuait en transportant le radium par le tramway reliant les deux villes. En 1959, Miller a apporté des précisions sur cette pratique. Le radium était emballé dans des bouteilles de verres bouchées qui étaient placées dans des boîtes métalliques galvanisées. Ces boîtes étaient transportées en tramway par deux coursiers jusqu'à l'usine de Pittsburgh. Le rapport de Miller donne à penser que l'un des deux coursiers accomplissait régulièrement ce trajet, un individu nommé "Tommy" Thomas, qui était également le chef du département de Canonsburg qui avait pratiqué la première cristallisation fractionnée du radium à partir de solutions de chlorure. Rien n'est dit de la protection, et il est probable qu'il n'en existait aucune. Jusqu'à "plusieurs centaines de mg" étaient transportés chaque fois. Compte tenu du temps de transport par tramway entre les deux sites, on peut estimer que la dose annuelle reçue par Thompson du fait de cette seule activité a pu atteindre 1 Sv en 1920, date à laquelle la production de la Standard Chemical Company a culminé avec 18,5 grammes. Les autres passagers et membres d'équipage auront, bien entendu, aussi été exposés.

Un autre incident, mettant en jeu cette fois l'US Post Office, a été relaté par l'*Associated Press* en 1921. Dans ce cas, un patient recevant un traitement

ambulatoire au radium, n'a pas compris les instructions qui lui avaient été données et est rentré chez lui avec le radium. Là, il a retiré le radium et l'a mis de côté. Le médecin a alors publié une annonce concernant la source d'une valeur de 3500 dollars et le patient, à la lecture de l'annonce, a placé la source dans une enveloppe et l'a renvoyée par la poste. À en juger par le coût de l'époque, à savoir 120 000 dollars par gramme, la quantité de radium ainsi expédiée était d'environ 29 milligrammes.

## ORFÈVRE CONTAMINÉE

Un souci fréquent des industries de recyclage des métaux est d'empêcher que des sources radioactives perdues, volées ou éliminées de façon inappropriée ne se mélangent à des déchets métalliques ou, à défaut, de détecter ces sources avant que la ferraille ne soit traitée ou fondue pour fabriquer de nouveaux produits. On notera avec intérêt que ce problème présente des antécédents remontant aussi loin que 1910.

Des grains contenant du radon ont été mis au point comme moyen de substitution aux sources de rayonnements destinées aux implants médicaux. La technique la plus fréquente consistait à pomper du radon provenant d'une solution de sels de radium dans un fin tube d'or qui était ensuite découpé et scellé en courts segments (grains). Une fois étalonnés, les grains étaient envoyés vers les hôpitaux et les dispensaires en vue de leur implantation.

Par rapport au radium, la technique des grains de radon était davantage de possibilités et, en raison des caractéristiques des produits de filiation du radon, les grains pouvaient être implantés de façon permanente.

Ne disposant pas des techniques d'imagerie qui existent aujourd'hui, les thérapeutes devaient estimer au mieux la taille de la tumeur pour déterminer le nombre de grains nécessaires. Comme les estimations du volume des tumeurs étaient généralement excessives, certains des grains commandés n'étaient pas utilisés. Les grains inutilisés pouvaient être retournés au fournisseur en échange d'un crédit, mais certains médecins les conservaient et les revendaient ensuite à des recycleurs d'or. Une fois fondus, les produits de filiation métalliques du radon – plomb 210, bismuth 210 et polonium 210 (ou Ra DEF dans la nomenclature de la chaîne de décroissance du radium) – se mélangeaient à l'or. Les bijoux fabriqués avec cet or devenaient une source d'irradiation, surtout lorsqu'ils étaient portés près de la peau. Dans les années 60, on a commencé à faire état de blessures par rayonnements liées au port de tels bijoux. En 1981, le New York State Department of Health a lancé une campagne spéciale visant à retrouver ces bijoux et à les retirer de la circulation. Quelque 160 000 objets ont été analysés. 133 articles radioactifs ont été récupérés et 22 autres ont été recensés, leurs propriétaires refusant toutefois de s'en séparer. La plupart des articles avaient été fabriqués ou acquis dans les années 30 et 40, mais l'un d'entre eux, une bague en or lisse, datait de 1910.

La dernière usine de production de radon des États-Unis a été exploitée par la Radium Chemical Company dans le Queens (New York), utilisant des appareils conçus par Gioacchino Failla. Elle a cessé de fonctionner en 1981, interrompant ainsi tout risque d'introduction de nouveaux grains de radon dans le recyclage de l'or. En 1982, cependant,

lorsque la Radium Chemical Company a reçu l'ordre d'inventorier ses grains d'or appauvris, elle n'a pu en rendre compte et en avait perdu toute trace. On ne peut s'empêcher de penser que l'inventaire avait été éliminé sur le marché du recyclage de l'or.

Ces faits montrent bien que les données dont on dispose en ce qui concerne les pertes, vols et abandons de sources de radium ne forment que la partie émergée de l'iceberg. On ne connaîtra jamais toute la vérité.

## CONTRÔLE GOUVERNEMENTAL

Si les informations concernant les pertes, vols et autres problèmes de sûreté liés au radium étaient fragmentaires, il existait suffisamment d'éléments pour inquiéter le public et les organes législatifs. Le gouvernement a donc décidé de contrôler les utilisateurs de radium. Dans les années 60, de nombreux États ont ou avaient mis au point des programmes de réglementation du radium. Le PHS a directement aidé les États, sous la forme de subventions et de détachements de personnels, à mettre au point leurs programmes de contrôle des rayonnements.

À cette date, les propriétaires de nombreuses sources de radium n'en voulaient plus, mais ne pouvaient pas – ou ne voulaient pas – payer pour leur élimination. Des sources de radium abandonnées ont été retrouvées dans des endroits aussi inattendus que des coffres bancaires. Face à cette situation, le PHS a lancé, en 1965, un projet d'élimination du radium dans le cadre duquel les personnes qui avaient du radium superflu pouvaient lui transférer leurs sources. Dans la plupart des cas, les inspecteurs des programmes nationaux de contrôle des rayonnements

faisaient office d'agents de transfert, qui expédiaient les sources vers le Southeastern Regional Radiological Health Laboratory de Montgomery (Alabama), où elles étaient stockées. Ce laboratoire, exploité à l'origine par le United States Food and Drug Administration Bureau of Radiological Health, est maintenant un établissement de l'Agence américaine de protection de l'environnement (EPA). En 1983, l'inventaire cumulé de 140 grammes de radium a été transféré sur le site d'évacuation de déchets faiblement radioactifs de Hanford (Washington).

Par la suite, d'autres quantités importantes de radium ont été évacuées ailleurs. En 1989, 120 grammes de radium ont été récupérés à l'ancienne usine du Queens (New York) de la Radium Chemical Company et transférés sur le site d'évacuation de déchets faiblement radioactifs de Beatty (Nevada).

Dans les années 90, plusieurs États ont lancé des campagnes visant à localiser, récupérer et évacuer des sources de radium. Au total, 4,2 grammes ont été récupérés et éliminés par l'Oklahoma et l'Ohio. La Conférence des directeurs de programmes de contrôle des rayonnements estime que 12 grammes de radium par an ont été éliminés dans les années 70, 10 grammes par an dans les années 80, et 8 grammes par an dans les années 90.

## LE PROGRAMME DE LICENCES GÉNÉRALES DE L'AEC

En 1958, époque à laquelle le PHS commençait à aider les États membres à mettre au point des programmes de réglementation visant à améliorer le contrôle, la comptabilité et l'élimination des



sources de radium, les employés d'une autre agence fédérale, la Commission de l'énergie atomique des États-Unis (AEC), a proposé d'étendre le concept de licence générale aux "appareils de mesure, de jaugeage et de contrôle" contenant des matières radioactives couvertes par la Loi sur l'énergie atomique de 1954 telle qu'amendée. D'après l'AEC, "environ 1000 utilisateurs seraient concernés".

Cette proposition a été approuvée en 1959 par la Commission. Fait ironique, vu de façon rétrospective, le changement de réglementation s'est traduit, pour cette population de sources radioactives, par des problèmes de

*Photo : Des sources de rayonnements perdues ou abandonnées ont été retrouvées dans des cargaisons de ferrailles, aboutissant ainsi sans contrôle réglementaire dans le domaine public. Des mesures sont prises par l'industrie et les autorités américaines pour remédier à ces problèmes. (Crédit: NRC)*

contrôle, de comptabilité et d'élimination analogues à ceux rencontrés avec les sources de radium.

Le concept de licence générale permet aux personnes ayant une formation minimale en radioprotection de posséder et d'exploiter des appareils agréés, posant ainsi un risque minimal pour les usagers et pour le public pendant l'utilisation des appareils. Les critères rigoureux de conception et de fabrication des appareils autorisaient cette démarche originale.

Les personnes qui utilisent ces appareils n'ont pas besoin de demander une autorisation spéciale, mais possèdent et utilisent les appareils dans le cadre de la licence générale et des conditions spécifiées par la réglementation. Le concept repose sur la notion selon laquelle les titulaires de licences générales assureront un contrôle et une comptabilité appropriés des appareils en leur possession et les élimineront de façon appropriée lorsqu'ils n'en auront plus besoin.

Les exigences de conception des appareils faisant l'objet de licences générales offrant l'assurance qu'ils peuvent être utilisés en toute sécurité, il n'existe aucun programme de contrôle systématique ou autre mécanisme réglementaire chargé de contacter périodiquement les titulaires de licences générales. Ces titulaires sont, pour la plupart, exemptés de frais d'utilisation. De ce fait, la plupart d'entre eux – environ 135 000 utilisateurs pour 1 800 000 appareils – sont rarement en contact avec les organes de réglementation.

En l'absence de tels contacts, certains programmes assurant le contrôle, la comptabilité et l'élimination des appareils se relâchent. À mesure que le temps passe, les étiquettes et signaux d'avertissement des appareils faisant l'objet de licences générales s'effacent souvent du fait de l'exposition aux intempéries et de l'absence d'entretien. De plus, les employés qui connaissent les appareils prennent leur retraite, sont licenciés ou abandonnent, pour d'autres raisons, l'usine du titulaire de la licence.

La conséquence prévisible de cette situation est que des sources faisant l'objet de licences générales aboutissent dans le domaine public de façon anarchique, le plus souvent éliminés avec de la ferraille. Des appareils faisant l'objet de licences spécifiques sont également rejetés par erreur avec la ferraille. Le nombre d'appareils faisant l'objet de licences spécifiques est cependant inférieur, leurs utilisateurs étant soumis à des contacts réglementaires du fait du versement de frais d'utilisation et de la pratique de contrôles systématiques.

L'analogie entre les titulaires de licences générales et les utilisateurs de radium d'avant les années 60 est la suivante : ni les

uns, ni les autres n'étaient soumis par les organes de réglementation à des contacts périodiques afin de leur rappeler la nécessité d'assurer le contrôle et la comptabilité de leurs sources, et de les utiliser et de les éliminer de façon appropriée.

Une différence importante, cependant, est la taille des deux populations. Comme nous l'avons noté, le nombre d'utilisateurs de radium a probablement culminé dans les années 50 (5000 à 6000). Ce n'est là qu'une fraction de la population titulaire de licences générales utilisant des appareils radioactifs, qui est passée de 1000 en 1958 à 135 000 quarante ans plus tard.

Dès 1981, les États ont fait part à la NRC de leurs inquiétudes concernant le programme de licences générales. En 1986, une équipe indépendante d'experts, qui avait examiné le programme d'octroi de licences et d'inspection de la NRC pour le cycle du combustible et les matières radioactives, a recommandé à la NRC d'accorder une plus grande priorité à l'examen permanent des politiques et procédures d'octroi de licences générales pour éviter les problèmes liés à l'abandon, à l'élimination inappropriée, au mauvais fonctionnement et à la mauvaise comptabilité des appareils.

Dans les années 90, les industries de recyclage du métal, également préoccupées par l'apparition de sources et d'appareils radioactifs agréés dans les ferrailles destinées aux recyclage, ont publié des documents d'information et d'orientation. Un rapport établi en 1996 par un groupe de travail mixte mis en place par la NRC et les États signataires d'un accord, a exprimé des inquiétudes analogues et recommandé de modifier le programme de licences générales de la NRC.

Le groupe de travail a également examiné un autre problème, celui des "sources orphelines". Il s'agit de sources ou d'appareils radioactifs retrouvés dans le domaine public, la plupart du temps par des recycleurs de métaux. Lorsque ces sources ou appareils sont signalés, il est souvent demandé à leurs découvreurs d'en assumer le contrôle et de les placer provisoirement à l'abri pour éviter tout risque potentiel pour le public. Cette situation s'explique par le fait que les organes de réglementation ne sont généralement pas censés accepter ou transférer des matières radioactives agréées à moins qu'elles ne représentent une menace immédiate pour la santé et la sécurité publiques.

Lorsque le propriétaire de la source – ou son fabricant – peut être identifié, des dispositions sont généralement prises en ce qui concerne le retour de la source ou le paiement de son élimination. En revanche, lorsque le propriétaire de la source – ou son fabricant – ne peut être identifié ou n'existe plus, la source est considérée "orpheline" et son malheureux découvreur peut être tenu responsable de sa sûreté à long terme et de son élimination définitive. Cette situation est bien entendu injuste et dissuade probablement certaines personnes de signaler la découverte de sources radioactives. Le groupe de travail a recommandé de se pencher sur ce problème.

En 1998, quarante ans après l'extension du programme de licences générales de l'AEC, la Commission a ordonné à la NRC de modifier ce programme. Le but était d'améliorer le contrôle et la comptabilité des appareils faisant l'objet d'une licence générale et de prendre des mesures garantissant

l'élimination appropriée des sources agréées superflues.

En outre, les États – par l'intermédiaire de la Conférence des directeurs de programmes de contrôle des rayonnements, avec l'appui de l'EPA et de la NRC – ont établi un comité chargé des matières radioactives superflues, qui s'efforcera de résoudre le problème des sources orphelines.

## PRISE EN COMPTE DES ENSEIGNEMENTS

Pour conclure, un important enseignement à tirer de l'expérience opérationnelle des utilisateurs de radium est que des contacts périodiques entre les organes de réglementation et les utilisateurs de sources radioactives permettent de leur rappeler la nécessité d'assurer le contrôle et la comptabilité des sources, de les éliminer de façon appropriée lorsqu'elles deviennent superflues, et de les utiliser en toute sûreté.

Cet enseignement a été renforcé par la situation qui s'est ensuivie lorsque l'AEC a modifié sa réglementation pour étendre le programme de licences générales aux appareils radioactifs. Là encore, l'absence de contacts périodiques avec les organes de réglementation s'est soldé par des problèmes de contrôle, de comptabilité et d'élimination chez ce groupe d'utilisateurs. Les contacts périodiques entre les organes de réglementation et les utilisateurs de matières radioactives sont un élément essentiel de tout programme de réglementation.

Dans ce contexte historique, un autre enseignement est peut-être que lorsqu'on traite de questions de radioprotection, il ne faut jamais ignorer l'expérience passée. Faute de quoi, comme l'a écrit George Santayana, "ceux qui oublient le passé sont condamnés à le répéter". □